

Verbale della riunione del COLLEGIO DEI DOCENTI DELLA SCUOLA DI DOTTORATO DI RICERCA IN INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE

La riunione convocata con e-mail del 01/12/ 2010 (Allegato 1), si è tenuta nell'Aula Magna "Antonio Lepschy" del Dipartimento di Ingegneria dell'Infomazione alle ore 15.00 del 14 dicembre 2010

PRESENZE

Presenti (28): Federico Avanzini, Nevio Benvenuto, Matteo Bertocco, Alessandra Bertoldo, Simone Buso, Antonio D. Capobianco, Claudio Cobelli, Matteo Comin, Augusto Ferrante, Andrea Galtarossa, Enrico Grisan, Nicola Laurenti, Massimo Malaguti, Gaudenzio Meneghesso, Tullio Minelli, Nicola Orio, Ortolan Giulia (dottoranda), Enrico Pagello, Giorgio Picci, Gianfranco Pierobon, Geppino Pucci, Silvano Pupolin, Alfredo Ruggeri, Alessandro Sona, Giovanni Sparacino, Giorgio Spiazzi, Lorenzo Vangelista, Paolo Villoresi, Filippo Zanella (dottorando).

Assenti giustificati (15): Maristella Agosti, Andrea Bagno, Angelo Cenedese, Guido Maria Cortelazzo, Chiara Dalla Man, Giovanni De Poli, Fabrizio Dughiero, Massimo Melucci, Andrea Neviani, Alessandro Paccagnella, Mariapia Saccomani, Francesco Ticozzi, Andrea Trevisan, Pietro Zanuttigh, Michele Zorzi.

Assenti (19): Alessandro Beghi, Gianfranco Bilardi, Barbara Di Camillo, Carlo Ferrari, Lorenzo Finesso, Concettina Guerra, Boris Kovatchev, Gabriele Manduchi, Emanuele Menegatti, Gianluca Nucci, Gianluigi Pillonetto, Michele Rossi, Gianna Toffolo, Federico Turkheimer, Stefano Vassanelli, Stefano Vitturi, Sandro Zampieri, Enrico Zanoni.

ORDINE DEL GIORNO

1. Approvazione verbale seduta precedente
2. Comunicazioni
3. Valutazione annuale dei dottorandi
4. Ammissione dei dottorandi del primo e secondo anno all'anno di corso successivo
5. Valutazione dell'attività svolta dai dottorandi XXIII ciclo e dottorandi in proroga XXII ciclo
– ammissione all'esame finale
6. Programmazione didattica 2011
7. Pratiche studenti

Presiede la seduta il direttore Matteo Bertocco, svolge le funzioni di segretario Gaudenzio Meneghesso.

Il Direttore propone al collegio di modificare l'o.d.g. inserendo il punto:

Richiesta di patrocinio per la Scuola estiva di Ingegneria dell'Informazione per l'anno 2011.

Il Collegio approva.

L'ordine del giorno risulta pertanto così modificato:

1. Approvazione verbale seduta precedente



2. Comunicazioni
3. Valutazione annuale dei dottorandi
4. Ammissione dei dottorandi del primo e secondo anno all'anno di corso successivo
5. Valutazione dell'attività svolta dai dottorandi XXIII ciclo e dottorandi in proroga XXII ciclo – ammissione all'esame finale
6. Programmazione didattica 2011
7. Pratiche studenti
8. Richiesta di patrocinio per la Scuola estiva di Ingegneria dell'Informazione per l'anno 2011.

1. Approvazione verbale riunione precedente

Il Direttore porta all'approvazione del Collegio il verbale della seduta del Collegio del 19 maggio 2010.

Il Collegio approva.

2. Comunicazioni

Revisori tesi

Sono stati comunicati i revisori delle tesi di:

Marco Bressan (XXII ciclo in proroga): Prof. Sebastiano Vigna, Dipartimento di Scienze dell'Informazione, Università di Milano, e-mail: vigna@dsi.unimi.it

Enrico Marchetto (XXIII ciclo): Prof. Fabio Tesser, Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione, CNR, Padova, e-mail: fabio.tesser@pd.istc.cnr.it

Gianmaria Silvello (XXIII ciclo): Dott. carlo Meneghini, Istituto di Scienza e Tecnologie dell'Informazione, CNR, Pisa, e-mail: carlo.meghini@isti.cnr.it

Il Direttore comunica di aver approvato le seguenti richieste

Attività didattica di supporto

Il dott. Emanuele Milani allo svolgimento di n. 50 ore di attività didattica di supporto al corso di Calcolo Parallelo, corso di laurea magistrale in ingegneria informatica, a.a. 2010-2011, 2 sem., titolare del corso prof. Gianfranco Bilardi.

Esami di stato

Il dott. Matteo Bassi, XXV ciclo, a svolgere n. 2 ore di attività di sorveglianza agli esami di stato, 2a sessione 2010.

Mobilità

Il dott. Nicolò Michelusi, XXV ciclo, a un periodo di mobilità da gennaio a luglio 2011 presso University of Southern California, Los Angeles, CA, sotto la supervisione del prof. Urbashi Mitra per sviluppo di algoritmi compressive sensing per la stima di canale.

Il dott. Davide Zennaro, XXIV ciclo, a un periodo di mobilità da gennaio a luglio 2011 presso Texas A&M University, College Station, TX, USA, sotto la supervisione del Prof. Erchin Sarpedin per attività di ricerca su sincronizzazione di clock in wireless networks.

Attività lavorativa

La dott.ssa Angela Grassi, XXIII ciclo, a svolgere attività di ricerca nell'ambito di una borsa di studio su "Analisi di dati temporali di espressione genica - Modelli Bayesiani e Hidden Markov, per un impegno settimanale di n. 20 ore, sotto la supervisione della Prof.ssa G. Toffolo.

Il dott. Matteo Scaramuzza, XXV ciclo, a svolgere attività in veste di Presidente del Consiglio di Amministrazione della NEXT STEP ENDOSCOPY, per un impegno settimanale di n. 4 ore.

Modifica piano di studi

Il dott. Emanuele Milani, XXV ciclo, a inserire "Algoritmi di approssimazione" e togliere i corsi "Applied functional analysis", "Topics in quantum information", "Game theory for information engineering", "Information theoretic methods in security", "Mathematical modeling".

3. Valutazione annuale dei dottorandi

I dottorandi del XXV ciclo: Artico Fausto, Azad MdSaiful, Baracca Paolo, Bassi Matteo, Bottegali Giulio, Canzian Luca, Dalla Pozza Nicola, Dal Mutto Carlo, Danieletto Matteo, Eduati Federica, Guiotto Annamaria, Largajolli Anna, Lattanzio Silvia Maria, Mangione Angelo, Maran Fabio, Micheletto Francesco, Michelusi Nicolò, Milani Emanuele, Mina Marco, Sartori Elisa, Scaramuzza Matteo, Sichirolo Francesco, Susto Gian Antonio, Veronese Mattia, Zanella Filippo, Zanon Mattia, Zorzi Mattia.

I dottorandi del XXIV ciclo: Castellani Angelo Paolo, Costabeber Alessandro, Del Din Silvia, Guerra Stefania, Lovisari Enrico, Maso Marco, Montecchio Nicola, Pettarin Alberto, Rahim Muhammad Sajjadur, Rahman Mohammed Mostafizur, Rizzo Gaia, Ronchi Nicola, Sanavia Tiziana, Scquizzato Michele, Spagnol Simone, Squarcina Letizia, Stocco Antonio, Tapparello Cristiano, Tomasi Beatrice, Tramarin Federico, Tramontan Lara, Verzotto Davide, Veronese Elisa, Zennaro Davide

I dottorandi del XXIII ciclo: Asterjadhi Alfred, Autizi Enrico, Bizzotto Roberto, Bolognani Saverio, Bruschetta Mattia, Camponeschi Matteo, Carli Francesca, Ceseracciu Elena, Chiarotto Davide, Dalla Chiara Andrea, Dalla Libera Fabio, Dall'Anese Emiliano, D'Avanzo Costanza, Di Buccio Emanuele, Fiorin Diego, Grassi Angela, Mahmud Mufti, Marchetto Enrico, Masiero Riccardo, Miotto Riccardo, Nasso Sara, Ortolan Giulia, Pinato Alessandro, Quer Giorgio, Renna Francesco, Rotoloni Marco, Sartori Massimo, Savino Sandro, Seno Lucia, Sieni Elisabetta, Silvello Gianmaria, Trivellin Nicola, Varagnolo Damiano.

hanno consegnato la prescritta relazione annuale sull'attività svolta. Inoltre nel periodo dal 15 novembre al 3 dicembre i dottorandi del secondo anno e terzo anno hanno presentato alla commissione proposta dal supervisore l'attività svolta.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.

4. Ammissione dei dottorandi del primo e secondo anno all'anno successivo

Il direttore ricorda al Collegio le modalità approvate circa l'ammissibilità dei dottorandi al **secondo anno**. Illustra al collegio i risultati della valutazione da lui condotta assieme al vicedirettore e al referente per l'attività didattica rispetto all'attività didattica svolta dai dottorandi (così come dedotto dal database degli esami sostenuti e sentito dove necessario i docenti dei singoli corsi).

Sulla base dei requisiti deliberati dal collegio risultano aver conseguito le condizioni di ammissibilità al secondo anno i seguenti dottorandi:

Artico Fausto, Azad MdSaiful, Baracca Paolo, Bassi Matteo, Bottegal Giulio, Canzian Luca, Dalla Pozza Nicola, Dal Mutto Carlo, Danieleto Matteo, Eduati Federica, Guiotto Annamaria, Largajolli Anna, Lattanzio Silvia Maria, Mangione Angelo, Maran Fabio, Micheletto Francesco, Michelusi Nicolò, Milani Emanuele, Mina Marco, Sartori Elisa, Scaramuzza Matteo, Sichirolo Francesco, Susto Gian Antonio, Veronese Mattia, Zanella Filippo, Zanon Mattia, Zorzi Mattia.

Dopo discussione il Collegio unanime delibera di ammettere al secondo anno i sopra elencati dottorandi.

Il direttore ricorda al Collegio le modalità approvate circa l'ammissibilità dei dottorandi al **terzo anno**. Illustra al collegio i risultati della valutazione condotta dalle commissioni sulla base della relazione annuale e della presentazione dell'attività svolta.

Per gli studenti del XXIV ciclo tale attività riguarda lo svolgimento di attività di ricerca inerente l'argomento sul quale verterà la tesi finale di dottorato di cui si riportano gli estremi:

Castellani Angelo Paolo presenta una relazione sul tema: "The internet of things: node design and protocol evaluation", Supervisore Prof. Michele Zorzi

Costabeber Alessandro, presenta una relazione sul tema: "Tecniche di controllo di convertitori per reti intelligenti (smart grid)", Supervisore Prof. Simone Buso

Del Din Silvia, presenta una relazione sul tema: "Posture and gait analysis in Ankylosing Spondylitis", Supervisore Prof.ssa Chiara Dalla Man

Guerra Stefania, presenta una relazione sul tema: "Data analysis methodologies for diabetes therapy", Supervisore Giovanni Sparacino

Lovisari Enrico, presenta una relazione sul tema: "Distributed algorithms for estimation and control: analysis and synthesis", Supervisore Prof. Sandro Zampieri

Maso Marco, presenta una relazione sul tema: "Multi-user Vandermonde-subspace frequency division multiplexing", Supervisore Prof. Lorenzo Vangelista

Montecchio Nicola, presenta una relazione sul tema: "Techniques for automatic music alignment and identification", Supervisore Prof. Nicola Orio

Pettarin Alberto, presenta una relazione sul tema: "Graph Models of Information Spreading in Distributed Networks", Supervisore Prof. Geppino Pucci

Rahim Muhammad Sajjadur, presenta una relazione sul tema: "Evaluation and design of Delay/Disruption Tolerant Routing Protocols for Underwater Acoustic Sensor Networks", Supervisore Prof. Michele Zorzi

Rahman Mohammed Mostafizur, presenta una relazione sul tema: "Enhanced transmission at neuro muscular junction by self gating of sodium channels", Supervisore Prof. Stefano Vassanelli



Rizzo Gaia, presenta una relazione sul tema: “Development of Bayesian and population methods for the calculation of parametric images from PET data”, Supervisore Prof.ssa Alessandra Bertoldo

Ronchi Nicola, presenta una relazione sul tema: “GaN HEMT Characterization and Reliability”, Supervisore Prof. Meneghesso

Sanavia Tiziana, presenta una relazione sul tema: “Integrazione dell'informazione biologica nella classificazione di dati high-throughput di espressione genica”, Supervisore Prof.ssa Barbara Di Camillo

Scquizzato Michele, presenta una relazione sul tema: “New Models and Algorithms for Paging”, Supervisore Prof. Gianfranco Bilardi

Spagnol Simone, presenta una relazione sul tema: “The use of spatial sound in technology-assisted rehabilitation systems”, Supervisore Prof. Giovanni De Poli

Squarcina Letizia, presenta una relazione sul tema: “Methods for brain fiber tracking in Multiple Sclerosis, Traumatic Brain Injuries and Schizophrenia patients with Diffusion Tensor Imaging”, Prof.ssa Alessandra Bertoldo

Stocco Antonio, presenta una relazione sul tema: “GaN HEMT Characterization and Reliability”, Supervisore Prof. Meneghesso

Tapparello Cristiano, presenta una relazione sul tema: “Cooperative Routing in Wireless Ad-Hoc Networks, Virtual MIMO and Network Optimization”, Supervisore Prof. Michele Rossi

Tomasi Beatrice, presenta una relazione sul tema: “Studio della correlazione temporale del processo degli errori”, Prof. Michele Zorzi

Tramarin Federico, presenta una relazione sul tema: “Performance analysis of wireless interfering networks”, Prof. Matteo Bertocco

Tramontan Lara, presenta una relazione sul tema: “Dallo sviluppo di algoritmi di analisi per l'immagine retinica alla loro implementazione in un tool diagnostico di interesse clinico e di ricerca”, Prof. Alfredo Ruggeri

Veronese Elisa, presenta una relazione sul tema: “Tecniche di image processing applicate ad immagini biomedicali: identificazione di tessuti e quantificazione di alterazioni”, Prof. Enrico Grisan

Verzotto Davide, presenta una relazione sul tema: “Pattern Discovery and Machine Learning Algorithms for the Analysis and Processing of Biological Sequences”, Supervisore Prof. Matteo Comin

Zennaro Davide, presenta una relazione sul tema: “Distributed clock synchronization in sensor networks via advanced statistical methods and reduced backhaul resource usage in uplink for 4G cellular networks”, Supervisore Prof. Lorenzo Vangelista

Dopo discussione il Collegio unanime delibera di ammettere al terzo anno i dottorandi sopra elencati. Allegate le valutazioni delle commissioni (Allegati 4.1-4.24).

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.

5. Valutazione dell'attività svolta dai dottorandi del XXIII ciclo e XXII ciclo in proroga (Marco Bressan) – ammissione all'esame finale

Il direttore ricorda al Collegio le modalità approvate circa l'ammissibilità dei dottorandi **all'esame finale**.

Illustra al collegio i risultati della valutazione condotta dalle commissioni sulla base della bozza della tesi e della presentazione dell'attività triennale svolta.

Sulla base delle valutazioni delle Commissioni (Allegati 5.1-5.33), il Collegio, dopo un'attenta discussione, delibera che gli studenti del XXIII ciclo, esclusi coloro ai quali è stato espresso parere favorevole alla richiesta di proroga della presentazione della tesi finale (Angela Grassi, Indirizzo in Bioingegneria): Asterjadhi Alfred, Autizi Enrico, Bizzotto Roberto, Bolognani Saverio, Marco Bressan (XXII ciclo in proroga), Bruschetta Mattia, Camponeschi Matteo, Carli Francesca, Ceseracciu Elena, Chiarotto Davide, Dalla Chiara Andrea, Dalla Libera Fabio, Dall'Anese Emiliano, D'Avanzo Costanza, Di Buccio Emanuele, Fiorin Diego, Mahmud Mufti, Marchetto Enrico, Masiero Riccardo, Miotto Riccardo, Nasso Sara, Ortolan Giulia, Pinato Alessandro, Quer Giorgio, Renna Francesco, Rotoloni Marco, Sartori Massimo, Savino Sandro, Seno Lucia, Sieni Elisabetta, Silvello Gianmaria, Trivellin Nicola, Varagnolo Damiano e) **siano ammessi all'esame finale** e predispone la presentazione di ciascuno di essi come di seguito riportata.

Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Asterjadhi Alfred** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 il dottor **Asterjadhi Alfred** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Parte 1 Didattica

Corsi seguiti

- **29/01/08 Prof. C. Brezinski** - "*Numerical linear algebra: tools and methods*", Duration: **10 hrs.**, Department of Pure and Applied Mathematics, University of Padova.
- **04/02/08 Prof. S. Pupolin** - "*Modeling of Prop. Channels in Wireless Comm. Systems*", Duration: **16 hrs.**, Department of Information Engineering, University of Padova.
- **05/03/08 Prof. E. Upfal** - "*S.C.M.S: Advanced Probabilistic Methods in Algorithms*", Duration: **16 hrs.**, Department of Information Engineering, University of Padova.
- **05/03/08 Prof. L. Brunetta** - "*Optimization Libraries*", Duration: **12 hrs.**, Department of Information Engineering, University of Padova.
- **15/04/08 Prof. R. Urbanke** - "*Modern Coding Theory (and Beyond)*", Duration: **10 hrs.** Department of Mathematics, Politecnico di Torino.
- **02/09/08 Prof. T. Damm and M. Karow** - "*Applied Linear Algebra*", Duration: **16 hrs.** Department of Information Engineering, University of Padova.
- **06/10/08 Prof. I. Akyildiz** - "*Cognitive Radio/Dynamic Spectrum Access Networks*", Duration: **20 hrs.** Dipartimento di Elettronica e Informazione, Politecnico di Milano.
- **10/11/08 Prof. Lorenzo Finesso** - "*Statistical Methods*", Duration: **24 hrs.**, Department of Information Engineering, University of Padova.
- **18-22/11/2010 Prof. E. Altman** - "*Game Theory for Networking*," Dipartimento di Elettronica e Informazione, Politecnico di Milano.

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi

- **30/06/08 "NewCom++ Summer School on Wireless Sensor Networks"** Duration: **5 days**, Brixen, Italy

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

1. **01/02/08 Dr. Edoardo Rizzi** - "*Next Generation Networks Features and Challenges*"
2. **20/02/08 Prof. Giuseppe Bianco** - "*Satellite/Lunar Laser Ranging (SLR/LLR)*"
3. **28/02/08 Prof. Claudio Ambrosini** - "*Which Kind of Information Can Music Convey?*"
4. **17/03/08 Prof. Ron Schrimpf** - "*Radiation Effects and Errors in Advanced Technologies*"
5. **01/04/08 Prof. Roy Glauber** - "*A Century of Light Quanta*"
6. **08/04/08 Prof. Ulle Endriss** - "*Comp. Social Choice and Manipulation in Approval Voting*"
7. **24/04/08 Prof. Francesco Ticozzi** - "*Quantum Inf. Eng.: Isometric Encod. & Error Correction*"
8. **15/05/08 Prof. Raffaello D'Andrea** - "*Design and Control of Autonomous Systems*"
9. **22/05/08 Prof. Marino Gatto** - "*Modelli di struttura e funzionamento delle reti ecologiche*"
10. **23/05/08 Prof. Leo Lorenz** - "*Power Semiconductors SoA & future development trends*"
11. **03/06/08 Prof. Marcus Gross** - "*3-dimensional Video: Technology and Applications*"
12. **12/06/08 Prof. Tryphon T. Georgiou** - "*Metrics in spectral analysis*"
13. **17/06/08 Prof. Eli Upfal** - "*The Multi-Armed Bandit Meets the Web Surfer*"

14. **19/06/08 Prof. Mauro Bianco** - *"STAPL: H.P Programming Infrastr. x Parallel Computing"*
15. **23/06/08 Prof. Alessandro Mei** - *"Routing in Outer Space"*
16. **09/07/08 Prof. Mitsuji Matsumoto** - *"Full-optical w.less comm.(FOWC) system for NGN"*
17. **08/10/08 Prof. I. Akyildiz** - *"Nanonetworks: A new communication paradigm"*
18. **18/09/08 Seminar** - *"Overview of IEEE Xplore and Tips for Targeted Searching"*
19. **06/11/08 Prof. H. Ishiguro** - *"Android Science - From Human likeness to Humanlike presence?"*
20. **07/11/08 Prof. C. Palazzi** - *"Interactive Gaming in Wireless Environments"*
21. **23/01/09 F. Librino, M. Levorato** - *"Allocation capacity of UMTS cells with A&F relays"*,
22. **30/01/09 S. Del Favero, F. Librino F. Zorzi** - *"A distributed solution to estimation problems in Wireless Sensor Networks leveraging broadcast communications"*,
23. **06/02/09 L. Badia** - *"Game theory and its applications to computer engineering"*,
24. **20/02/09 A. Castellani** - *"A Tiny Network Framework for TynyOS"*,
25. **27/02/09 G. Quer, R. Masiero** - *"On the Interplay between Routing and Signal Representation in Compressive Sensing applied to WSN"*,
26. **18/03/09 T. La Porta** - *"Management and Policy in Mission-Oriented Sensor Networks"*,
27. **02/04/09 G. Cornuejols** - *"Polyhedral Approaches to Integer Programming"*,
28. **21/04/09 R. Gomes** - *"Incremental Clustering with Nonparametric Bayesian Models"*,
29. **17/04/09 R. Masiero** - *"A Note on the Buffer Overlap Among Nodes Performing Random Linear Network Coding in Wireless Ad Hoc Networks"*,
30. **22/04/09 M. Dusi** - *"Tecniche di caratterizzazione e controllo di traffico crittografato"*,
31. **05/05/09 A.Odoni** - *"A Queuing Model for a Large Network of Major Airports"*,
32. **08/05/09 Y. Huang** - *"Deployment and Localization in Target Tracking Oriented Wireless Sensor Networks"*,
33. **25/05/09 M. Rossi** - *"SYNAPSE: Code Dissemination in Wireless Sensor Networks using Fountain Codes"*,
34. **02/07/09 M. Molinas** - *"Challenges and opportunities for power electronics in the integration of distributed energy systems into the electricity network"*,
35. **21/07/09 D. Taubman** - *"Efficient and Reliable Multimedia Communications"*,
36. **15/09/09 A. E. Willner** - *"Towards High-Performance and Reconfigurable Optical Communication Networks"*,
37. **25/09/09 U. Mishra** - *"Gallium Nitride: the next dominant semiconductor after silicon"*,
38. **18/03/10 Tanzeem Choudhury**, *"Spoken Networks: Analyzing face-to-face Conversations and how they Shape our Social Connections,"*
39. **19/03/10 Daniel Kifer**, *"Towards an Axiomatization of Privacy and Utility,"*
40. **22/03/10 Martin Roetteler**, *"Quantum Algorithms for Highly Non-linear Boolean Functions,"*
41. **22/03/10 Yiran Chen**, *"Emerging Resistive Device – an Alternative Path to Continue Moore's Law,"*
42. **25/03/10 Scott Coull**, *"Network Data Anonymization,"*
43. **16/04/10 Lin Zhong**, *"Efficient Wireless System Design for Mobile Internet,"*
44. **19/04/2010 Anupam Gupta**, *"Thresholded Covering Algorithms for Robust and Max-Min Optimization,"*
45. **26/04/10 John Laird**, *"A Unified Approach to Diverse Forms of Action Modeling and Planning,"*
46. **10/05/10 Juan A. Garay**, *"Secure Message Transmission with Small Public Discussion"*,
47. **24/09/10 Pratap Pattanaik**, *"Factors impacting Processor Design - A view from the field,"*
48. **08/10/10 Alberto Peruzzo**, *"Advances in integrated quantum photonics,"*

Partecipazione a Conferenze Internazionali
IEEE SECON, Rome, Italy, June, 2009



IEEE ICC Cape Town, South Africa, May 2010

Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

Laboratory assistant: 'Laboratorio di reti e protocolli', 25 hrs.

Permanenza all'estero

January-July 2010 at the Pennsylvania State University, PA, USA.

Parte 2 Ricerca

Descrizione dell'attività di ricerca durante il dottorato (max 2 pagine) mettendo particolarmente in evidenza i risultati originali conseguiti.

Network coding is a recently introduced paradigm for data dissemination in wireless networks according to which data flows from multiple sources are combined in intermediate nodes to increase throughput, reduce delay, and enhance robustness. In contrast to traditional store and forward approaches, it provides a store, code, and forward technique where each node stores all the incoming packets in an internal buffer and transmits Galois field-based linear combinations of them. This technique allows for increased throughput efficiency as well as scalability and robustness due to its inherent capability of approaching the network capacity in practical settings.

To fully understand the benefits of network coding, we first investigated practical network coding-based algorithms for data broadcasting in ad hoc single-channel wireless networks. In these networks, deadlock situations may occur causing the delivery process to stop before all nodes in the network are able to gather and decode all the required packets. To tackle this problem we proposed and analyzed the performance of a proactive mechanism (called proactive network coding), which is able to detect when nodes need additional packets in order to decode and acts accordingly. We concluded our investigation in wireless ad hoc networks by studying the performance of network coding in multi-rate wireless technologies, such as the IEEE802.11g standard where we proposed a distributed heuristic approach for the selection of data rates which guarantees reliable and low delivery delay data dissemination.

After this preliminary study in wireless ad hoc networks, we focused our attention on the emerging area of Cognitive Radio Networks. Cognitive Radios (CRs) are a promising technology, likely to be deployed in the very near future to alleviate the spectrum shortage problems faced by traditional wireless systems. They are equipped with highly flexible radio devices, which can dynamically change their transmission parameters in order to optimally exploit the available spectrum resources at a given geographical area and time. CRs operate in a particularly challenging wireless environment where, besides the strict requirements imposed by the opportunistic coexistence with licensed users, cognitive radios may also have to deal with other concurrent (malicious or selfish) CRs that aim at gaining access to the available spectrum resources with no regard to fairness or other behavioral etiquettes. By taking advantage of their RF front-ends, these concurrent users (jammers) are capable of interrupting or delaying the neighbor discovery process initiated by a CR which is interested in using a portion of the available spectrum for its own data communications. In order to solve this problem we proposed a Jamming Evasive Network-Coding Neighbor-discovery Algorithm (JENNA), which ensures complete neighbor discovery for a cognitive radio network despite possible jamming attacks. Using network coding for efficient data dissemination and random channel hopping for

jammers' avoidance, we designed a neighbor discovery scheme which is fully distributed, asynchronous and very robust to jamming attacks. Moreover, it does not need to know in advance the number of nodes in the network and it ensures fast neighbor discovery even in the case when all nodes are required to simultaneously terminate the neighbor discovery process.

We subsequently proposed a Dynamic Spectrum Access scheme (NC⁴-DSA) which allows CRs to opportunistically and efficiently access the channels available for communications. The scheme addresses the following important aspects of opportunistic spectrum access: 1) implementation of a control channel, 2) multi-channel medium access control, 3) licensed users detection, and 4) secondary reuse of spectrum unused by primary users. The main features of the scheme are that it is completely distributed and does not need dedicated spectrum resources for control purposes, but rather leverages on a virtual network coded control channel. Moreover it exploits a cooperative detection strategy to identify unused spectrum. Due to these characteristics, our proposal represents a significant improvement to the existing Dynamic Spectrum Access solutions. In order to assess its performance we carried out an evaluation study for different scenarios and system parameters, showing that the proposed scheme is feasible, capable of providing satisfactory performance, and suitable for implementation in real systems. We successively discussed the extension of the proposed scheme in a cognitive radio ad hoc network where the increase in network size poses additional design challenges. We initially focused our attention on the implementation of the control channel where the increase in network size directly impacts the efficiency of the network coding based control channel and the resource allocation algorithms that are the core of our proposal. We showed that for limited size cognitive radio ad hoc networks, NC⁴-DSA is still capable of providing very good performance in terms of control channel functionality and CR's achievable goodput. In order to solve network size related issues with the control channel we proposed Clustered NC⁴ (CNC⁴) which limits the decoding complexity and improves dissemination efficiency by establishing a virtual control channel for each cluster in the network. Resource allocation and spatial frequency reuse were provided by a graph-coloring algorithm that significantly reduces both intra- and inter-cluster interference while not operating on those spectrum bands that are used by legitimate licensed users in the area. We note that the proposed scheme does not put limitations on the protocol used for the division of the network in clusters as long as it guarantees connectivity and limits the cluster size. However, given that network coding is capable of fully utilizing the available channels for control information dissemination, it is advisable that nodes with similar spectrum availability be members of the same cluster. Hence, we proposed a novel spectrum aware cluster formation protocol that organizes the network taking into consideration the CRs' spectrum availability. This way it is possible to increase the number of intra-cluster parallel transmissions and reduce the required time for control information dissemination among CRs of the same cluster.

Titolo definitivo della tesi e nome del supervisore

"Network Coding for Cognitive Radio Networks", Supervisor: Michele Zorzi

Parte 3 Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

1. **A. Asterjadhi**, **M. Zorzi**, "JENNA: A Jamming Evasive Network-coding Neighbor-discovery Algorithm for Cognitive Radio Networks," in *IEEE Wireless Communications Magazine Special Issue in Dynamic Spectrum Management*, Aug., 2010.
2. **N. Baldo**, **A. Asterjadhi**, **M. Zorzi**, "Dynamic Spectrum Access Using a Network Coded Cognitive Control Channel," in *IEEE Transactions on Wireless Communications*, Aug., 2010.
3. **A. Asterjadhi**, **E. Fasolo**, **J. Widmer**, **M. Rossi**, **M. Zorzi**, "Toward Network Coding-based Protocols For Data Broadcasting in ad hoc Wireless Networks," *IEEE Transactions on Wireless Communications*, vol.9, no.2, pp.662-673, Feb. 2010.
4. **A. Asterjadhi**, **N. Baldo**, **M. Zorzi**, "A Distributed Network Coded Control Channel for Multi-Hop Cognitive Radio Networks," in *IEEE Network SI on Multi-Hop Cognitive Radio Networks*, vol. 23, no. 4, 2009.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

1. **A. Asterjadhi**, **M. Zorzi**, "JENNA: A Jamming Evasive Network-coding Neighbor-discovery Algorithm for Cognitive Radio Networks " in *IEEE ICC Workshop on Cooperative and Cognitive Mobile Networks (CoCoNet3)*, Cape Town, South Africa, May, 2010.
2. **N. Baldo**, **A. Asterjadhi**, **L. Giupponi**, **M. Zorzi**, " A Scalable Dynamic Spectrum Access Solution for Large Wireless Networks " in *IEEE ISWPC*, Modena, Italy, April, 2010.
3. **A. Asterjadhi**, **N. Baldo**, **M. Zorzi**, "Cluster Formation Protocol for Cognitive Radio Ad hoc Networks " in *European Wireless*, Lucca, Italy, April, 2010.
4. **N. Baldo**, **A. Asterjadhi**, **M. Zorzi**, "Cooperative Detection and Spectrum Reuse using a Network Coded Cognitive Control Channel" in *IEEE SECON Workshop on Networking Technologies for Software Defined Radios (SDR) Networks*, Rome, Italy, June, 2009.
5. **N. Baldo**, **A. Asterjadhi**, **M. Zorzi**, "Distributed Dynamic Spectrum Access using a Virtual Network Coded Control Channel" in *International Wireless Communications and Mobile Computing (IWCMC)*, Leipzig, Germany, June, 2009.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Asterjadhi Alfred** si è impegnato con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità del candidato, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.

Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Autizi Enrico** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 il dottor **Autizi Enrico** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

DIDATTICA

Corsi seguiti

- Applied Functional Analysis
- Statistical Methods
- Electrostatic Discharge in Integrated Circuits
- Pollution and Prevention

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

- 17-03-2008 Prof. Ron Schrimpf, "Radiation Effects and Errors in Advanced Technologies" (Sede: DEI)
- 23-05-2008 Dr. Leo Lorenz, "Power Semiconductors State-of-the-Art and future development trends" (Sede: DEI)
- 06-11-2008 Prof. Hiroshi Ishiguro, "Studies on Androids and Humanoids" (Sede: DEI)
- 24-03-2009 Prof. Jesus A. del Alamo, "MIT iLabs: Towards a Community of Internet Accessible Laboratories" (Sede: DEI)
- 28-05-2009 Workshop COMSOL Multiphysics Padova (Sede: Dipartimento Ingegneria Meccanica - Università di Padova)
- 03-06-2009 Workshop Multidisciplinare organizzato dal Gruppo Dottorandi del DEI (GROOD) (Sede: DEI)
- 05-06-2009 Seminario sulla proprietà intellettuale organizzato dal Gruppo Dottorandi del DEI (GROOD) (Sede: DEI)
- 19-11-2009 Keythley on line seminar: "How to Get the Most from Your Low Current Measurement Instruments" (Seminario on-line)
- 09-03-2010 Prof. Bob Puers, "MEMS for biomedical implants" (Sede: Interuniversity MicroElectronic Center (imec) - Leuven - Belgio)
- 18-06-2010 M. Ishida, T. Kawano and K. Sawada, "Smart microchips for Intelligent sensing" (Sede: Interuniversity MicroElectronic Center (imec) - Leuven - Belgio)
- 16-07-2010 Bart Geerligs, "n-type cells and other ECN-efforts on high-efficiency crystalline silicon solar cells" (Sede: Interuniversity MicroElectronic Center (imec) - Leuven - Belgio)
- 30-09-2010 Juin J. Liou, "Challenges in Designing Electrostatic Discharge (ESD) Protection Solutions for Modern and Future Integrated Circuits" (DEI)

Partecipazione a Conferenze Nazionali

European Workshop on Heterostructure Technology HETECH 2008

Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

Attività di tutor junior (a.a. 2008/2009): contratto di 50 ore come tutor junior coordinatore del gruppo di studio di Analisi Matematica per studenti iscritti al primo anno nel settore "Ingegneria dell'Informazione"

Permanenza all'estero ed attività di ricerca svolta

Da Settembre 2009 a Luglio 2010 ho svolto il mio lavoro di ricerca presso l'Interuniversity MicroElectronic Center (imec) a Lovanio (Belgio). Durante il mio soggiorno ho collaborato all'attività di ricerca del gruppo REMO (Reliability and Modeling) diretto dalla professoressa Ingrid De Wolf.

Durante la permanenza in imec la mia principale attività di ricerca ha riguardato lo sviluppo di un software per l'automatizzazione di misure di dispositivi MEMS (Micro Electro Mechanical System) e lo studio affidabilistico di risonatori realizzati con tecnologia MEMS.

Per quanto riguarda la realizzazione del set-up di misura, lo scopo del lavoro era realizzare un software, utilizzando come linguaggio di programmazione LabView, in grado di automatizzare le misure di caratterizzazione ed affidabilità di dispositivi MEMS.

Il programma doveva non solo essere perfettamente autonomo nelle misure, in modo da non richiedere la presenza costante di un operatore in laboratorio, ma allo stesso tempo essere semplice da utilizzare, facilmente espandibile e versatile in modo da permettere il suo utilizzo a diverse persone con diverse tipologie di dispositivi da misurare.

L'idea di base era quella di permettere di effettuare vari tipi di misure semplicemente passando come input 3 file: una Wafer Map contenente le coordinate di tutti i dispositivi presenti sul wafer da misurare, una lista di dispositivi da testare ed infine un Test Plan in cui sono specificate le misure che si devono effettuare durante i test.

Il programma, perfettamente funzionante, consente di effettuare in successione numerose misure e differenti tipi di stress permettendo di risparmiare moltissimo tempo e di rendere autonome misure che richiederebbero la presenza costante di una persona in laboratorio nell'arco di tutte le 24 ore.

Parallelamente allo sviluppo del software in Labview sono state effettuate caratterizzazioni elettriche e test affidabilistici su risonatori MEMS realizzati in poly-SiGe.

Le misure eseguite, allo scopo di studiare come la concentrazione di Boro all'interno del materiale influenzi le perdite del dispositivo, sono state pubblicate nell'articolo "Physical Loss Mechanisms for resonant acoustical waves in Boron doped poly-SiGe deposited with Hydrogen dilution" pubblicato sul Journal of Applied Physics.

Altro

- Vincitore di una borsa di studio bandita dalla Fondazione Aldo Gini per un soggiorno di studio/ricerca all'estero (Giugno 2009)
- Visita con il Gruppo Dottorandi del DEI (GROOD) al Parco Scientifico e Tecnologico VEGA di Venezia - Mestre (Febbraio 2009)
- Partecipazione al Grant "Intelligenza Coraggiosa" finanziato da M31 con un progetto dal titolo "Non invasive methods for real-time glucose monitoring in diabetic patients"
- Presentazione attività di ricerca al gruppo del prof. G. Rebeiz presso la University of California San Diego (Marzo 2008)

RICERCA

L'attività di ricerca di cui mi sono occupato durante il dottorato ha riguardato la caratterizzazione elettrica e lo studio affidabilistico di dispositivi MEMS, in particolare switches realizzati per applicazioni a radiofrequenza (RF-MEMS). I dispositivi utilizzati sono stati realizzati all'interno di un progetto PRIN e del progetto "High Reliability Mems Redundancy Switch" finanziato dalla European Space Agency (ESA) a cui collaborano diversi centri di ricerca nazionali ed internazionali. Lo scopo del progetto è ottenere dei MEMS per applicazioni spaziali in grado di sostituire le guide d'onda e gli interruttori coassiali o a semiconduttori attualmente utilizzati nei satelliti.

Inizialmente diversi prototipi di RF-MEMS switches, con differenti layout, sono stati caratterizzati da un punto di vista elettrico e meccanico al fine di ricavare i principali parametri di funzionamento (tensione di attuazione, tensione di disattuazione, isolamento del segnale RF e capacità di trasmetterlo nel caso in cui lo switch sia rispettivamente aperto o chiuso, velocità di attuazione e disattuazione).

In seguito alla caratterizzazione DC sono stati condotti numerosi test di cycling per studiare l'influenza dei cicli di funzionamento sulle proprietà meccaniche ed elettriche degli switches, sono stati quindi misurati diversi dispositivi con differenti caratteristiche fisiche e variando parametri come tensione di stress e numero di cicli.

Questo ha reso possibile definire delle linee guida estremamente utili per la realizzazione di switches affidabili in grado di mantenere le loro performances anche dopo vari milioni di cicli di funzionamento.

Il lavoro è stato poi approfondito andando ad investigare quei fenomeni che, in caso di applicazioni in campo satellitare, possono portare ad una drastica riduzione del tempo di vita o addirittura comprometterne istantaneamente il funzionamento.

E' stata quindi posta particolare attenzione allo studio di fenomeni quali il dielectric charging, l'effetto di radiazioni (raggi X e protoni) e la sensibilità ad eventi di tipo EOS/ESD (Electrical OverStress/ElectroStatic Discharge).

Il dielectric charging affligge questo tipo di dispositivi dopo essere rimasti attuati per un lungo periodo, risulta quindi fondamentale cercare di limitare il problema se si pensa che uno switch installato su un satellite può essere lasciato attuato anche per 15 anni (specifiche del progetto finanziato dall'ESA impongono una disattuazione in meno di 1s dopo 15 anni di utilizzo continuo).

Tramite prove definite "Long Term Actuation Stress" si è studiato il comportamento di questi RF-MEMS switches dopo un lungo periodo di attuazione. Si è osservato che il tempo di rilascio varia al variare di diverse condizioni di stress (potenza rf applicata, tensione di attuazione, costante di molla della trave, ...).

Grazie alla possibilità di avere diversi dispositivi con differenti layout si è potuto realizzare un accurato studio per quanto riguarda il dielectric charging trovando una correlazione tra la tipologia di layout e la sensibilità a tale fenomeno.

Per cercare di minimizzare il problema, alcune misure sono state eseguite su dispositivi privi di ossido tra il pad di attuazione e la parte mobile sospesa e si è trovata una relazione tra il layout e il tempo di rilascio.

Nonostante numerosi dispositivi siano risultati estremamente suscettibili a tale tipologia di stress, è stato possibile arrivare a definire un layout in grado di soddisfare completamente le specifiche richieste.

Essendo i dispositivi progettati per funzionare su satelliti essi devono anche essere in grado di resistere ad elevate quantità di radiazione.

Grazie ad alcune facilities di cui dispone il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova è stato possibile irraggiare dei dispositivi utilizzando protoni con energia pari a 2MeV e raggi X con energia 10KeV incrementando progressivamente la dose e monitorando l'andamento dei parametri elettrici nel tempo.

La sensibilità ad eventi di tipo EOS/ESD è stata studiata grazie ad un sistema di misura TDR-TLP (Time Domain Reflection Transmission Line Pulsing) nelle seguenti configurazioni: tra il pad RF-OUT ed il pad di massa senza attuare il dispositivo (quindi con la membrana sollevata) e tra il pad RF-OUT ed il pad di massa ma con diverse tensioni applicate e quindi con la membrana in diverse posizioni (completamente a contatto o parzialmente piegata). Gli stessi dispositivi sono stati misurati con un set-up di tipo HBM (Human Body Model) per vedere se vi fosse qualche correlazione con il TLP set-up.

Dalle misure effettuate è emerso come la robustezza degli switches ad eventi ESD sia fortemente influenzata da diversi parametri come la forma della membrana sospesa, dal tipo di contatto tra la membrana e la linea di trasmissione (contatto planare o tramite dimples ed alette) ed anche dalla tensione di attuazione. Anche in questo caso è stato quindi possibile ricavare delle regole di layout utili nel progettare dispositivi con un'ottima resistenza ad eventi ESD.

Titolo definitivo della tesi e nome del supervisore

Titolo della tesi: "Reliability and failure analysis of RF-MEMS switches for space applications"

Supervisore: Prof. Gaudenzio Meneghesso

PUBBLICAZIONI

Lavori presentati a convegni internazionali

[6] A. Tazzoli, **E. Autizi**, M. Barbato, G. Meneghesso, F. Solazzi, P. Farinelli, F. Giacomozzi, J. Iannacci, B. Margesin, R. Sorrentino, "Evolution of Electrical Parameters of Dielectric-less Ohmic RF-MEMS Switches during Continuous Actuation Stress", 39th European Solid-State Device Research Conference (ESSDERC), Athens, Greece, September 14 – 18, 2009

[5] A. Tazzoli, **E. Autizi**, M. Barbato, F. Solazzi, J. Iannacci, P. Farinelli, F. Giacomozzi, B. Margesin, R. Sorrentino, G. Meneghesso, "Impact of Continuous Actuation on the Reliability of Dielectric-less Ohmic RF-MEMS Switches", MEMSWAVE 2009, 10th International Symposium on RF MEMS and RF Microsystems, Trento, Italy, July 6 - 8, 2009

[4] A. Tazzoli, G. Cellere, **E. Autizi**, V. Peretti, G. Meneghesso, "Radiation Sensitivity Of Ohmic Rf-Mems Switches For Spatial Applications", IEEE MEMS 2009, 22nd IEEE International Conference on Micro Electro Mechanical Systems, 25-29 January, 2009 - Sorrento, Italy

[3] A. Tazzoli, **E. Autizi**, V. Peretti, G. Meneghesso, "Stiction Induced by Dielectric Breakdown on RF-MEMS Switches", MEMSWAVE 2008. 9th International Symposium on RF MEMS and RF Microsystems, Heraklion, Greece, 2008

[2] A. Tazzoli, V. Peretti, **E. Autizi**, G. Meneghesso, "Suspensions shape impact on the reliability of Ohmic rf-MEMS redundancy switches ", International Reliability Physics Symposium, IRPS 2008, Phoenix, Arizona, USA, April 27 – May 1, 2008

[1] A. Tazzoli, V. Peretti, **E. Autizi**, G. Meneghesso, "EOS/ESD Sensitivity of Functional rf-MEMS Switches", 30th annual EOS/ESD Symposium, Westin La Paloma, Tucson, Arizona, USA, September 7-11, 2008

Lavori pubblicati su rivista internazionale

[2] Steve Stoffels, **Enrico Autizi**, Rita Van Hoof, Simone Severi, Ann Witvrouw, Harrie A.C. Tilmans, and Robert Puers, “Physical Loss Mechanisms for resonant acoustical waves in Boron doped poly-SiGe deposited with Hydrogen dilution”, Journal of Applied Physics 108, 084517 (2010) October 2010

[1] N. Wrachien, **E. Autizi**, A. Cester, R. Portoghesi and C. Gerardi, “Readout drain current dependence of the programming window in nanocrystal memory cells”, IEE-Electronics Letters, January 2008

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Autizi Enrico** si è impegnato con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità del candidato, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.

Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Bizzotto Roberto** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Bioingegneria

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 il dottor **Bizzotto Roberto** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Indirizzo Bioingegneria

Parte 1 _ Didattica

Corsi seguiti

Corsi specifici per studenti di Dottorato offerti presso l'Università di Padova

- Sampling, Counting, Mixing and Balancing: Advanced Probabilistic Methods in Algorithms, Prof. Eli Upfal
- Dose, Effect, Threshold, Prof. Andrea Trevisan
- Applied Linear Algebra, Prof. Tobias Damm, e Prof. Michael Karow
- Statistical Methods, Prof. Lorenzo Finesso
- Statistical Methods, Prof.ssa Monica Chiogna
- Monte Carlo Statistical methods, Prof. George Casella

Corsi seguiti presso altre istituzioni

- Compartmental and Physiology-Based Pharmacokinetics, Prof.ssa Margareta Hammarlund-Udenaes, e Prof. Sven Björkman
- Clinical Pharmacokinetics – Pharmacodynamics, Prof.ssa Lena Friberg, e Prof. Mats O. Karlsson
- An introduction to R (with applications to pharmacometrics), Prof. Andrew C. Hooker
- Covariate model building, Prof. Mats O. Karlsson, Prof. Andrew C. Hooker, Prof.ssa Lena Friberg, e Prof.ssa Ulrika Simonsson

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi:

- XXIX Scuola Annuale di Bioingegneria, 13 - 17 settembre 2010, Bressanone

Seminari seguiti:

- “Principal component analysis for motor skills characterization and individual monitoring in sports science”, Giulia Donà, 2008, Università di Padova
- “Introduction to model evaluation and model development of time-to-event data”, Prof. Andrew C. Hooker, e Stefano Zamuner PhD, 2008, GlaxoSmithKline R&D, Verona
- “Overview of absorption modeling”, Prof. Andrew C. Hooker, 2008, GlaxoSmithKline R&D, Verona
- “Metodi MCMC (Catene Markoviane e metodo di Monte Carlo) per la ricostruzione di segnali biomedici”, Prof. Paolo Magni, 2008, Università di Padova
- “Practical Bayesian Data Analysis”, Biostatistics Development Partners, 2008, GlaxoSmithKline R&D, Verona
- “Which Kind of Information Can Music Convey? ”, Prof. Claudio Ambrosini, 2008, Università di Padova
- “Physiologically based Pharmacokinetics: The Age to Prediction The Age to Prediction”, Prof. Malcolm Rowland, 2008, GlaxoSmithKline R&D, Verona
- “Disease modeling of T2DM in drug development: challenges and opportunities”, Willem de Winter PhD, 2009, Uppsala University

- “Impact of simplification in analysis of events with graded severity symptoms”, Kristine Karlsson, 2009, Uppsala University
- “Approaches to analyzing PD data in overdose patients”, Geoff Isbister PhD, 2009, Uppsala University
- “A model for the clotting network”, Prof. Stephen Duffull, 2009, Uppsala University
- “Structure-brain exposure relationships in rat & human using a novel dataset of unbound brain interstitial & cerebrospinal fluids”, Markus Friden PhD, 2009, Uppsala University
- “Mixed-effect model repeated measure (MMRM) ”, Klas Petersson, 2009, Uppsala University
- “Population modeling of clinical response and side-effects following treatment of schizophrenia”, Klas Petersson, 2009, Uppsala University
- “Pharmacokinetics studies in pediatric populations and the comparison of pharmacokinetic software packages”, Paul Westwood PhD, 2009, Uppsala University
- “Dose adaptation based on pharmacometric models”, Johan E. Walin, 2009, Uppsala University
- “Integrated modeling of glucose and insulin following provocation experiments”, Hanna Silber, 2009, Uppsala University
- “Stochastic Modeling in Systems Biology”, Alberto Corradin, 2010, Università di Padova
- “Emg support vector machine classification method”, Elena Ceseracciu, 2010, Università di Padova
- “D- and ED-optimal design in PET imaging”, Mattia Veronese, 2010, Università di Padova
- “Bayesian multi-task learning approach for the single-trial estimation of event-related potentials”, Costanza D'Avanzo, 2010, Università di Padova
- “Electrophysiological methods to measure neuronal electrical activity”, Mufti Mahmud, 2010, Università di Padova
- “Population modeling in metabolic studies”, Anna Largajolli, 2010, Università di Padova
- “GSK S Training - Mixed Effects Models”, Chris Campbell (mangosolutions), 2010, GlaxoSmithKline R&D, Verona
- “GSK S Training - Fitting Statistical Models”, Richard Pugh (mangosolutions), 2010, GlaxoSmithKline R&D, Verona
- “Filosofie della Matematica”, Piergiorgio Odifreddi, 2010, Università di Padova

Partecipazione a Conferenze Nazionali

- “Congresso Nazionale di Bioingegneria” (CNB 1), 2008, Pisa

Partecipazione a Conferenze Internazionali

- “Population Approach Group in Europe” (PAGE 17), 2008, Marsiglia
- “Population Approach Group in Europe” (PAGE 18), 2009, San Pietroburgo
- “Population Approach Group in Europe” (PAGE 19), 2010, Berlino

Permanenza all'Estero

- 6 mesi di attività di ricerca presso la Uppsala University - Department of Pharmaceutical Biosciences (Prof. Mats O. Karlsson): “Sleep Dynamics Modeling through Mixed-Effect Markov Models”

Riconoscimenti

- Vincitore della prima tappa di Start Cup Veneto 2010

Didattica attiva

- Presentazione del seminario “Stepwise covariate modeling” in GlaxoSmithKline R&D, Verona

Parte 2 _ Ricerca

Attività di ricerca

L'attività di ricerca svolta si è concentrata principalmente sul PK/PD modeling per la valutazione dell'effetto di farmaci per il trattamento dell'insonnia. Essa ha richiesto durante i tre anni di dottorato un costante studio e/o aggiornamento dello stato dell'arte relativo al modeling delle dinamiche del sonno ed al modeling di dati categoriali nell'ambito dell'individuazione di relazioni di farmacocinetica/farmacodinamica (PK/PD).

Il sonno viene infatti caratterizzato in 5 diversi stadi, non ordinati, che sono la veglia, gli stadi 1 e 2 del sonno leggero, il sonno profondo ed il sonno REM. La loro presenza e sequenza durante la notte determinano la qualità del sonno, e sono modificate dai farmaci contro l'insonnia. In questo contesto, quindi, il PK/PD modeling ha l'obiettivo di costruire un modello per la sequenza degli stadi del sonno e per l'effetto che su di essa ha il farmaco.

I dati a disposizione sono stati ottenuti da due studi clinici effettuati su soggetti insonni per registrare l'attività elettroencefalografica notturna in seguito a somministrazione di placebo e di una nuova molecola sviluppata in GlaxoSmithKline R&D per il trattamento dell'insonnia primaria. Uno studio è stato utilizzato per l'implementazione di nuovi modelli dei dati, l'altro per la validazione esterna di tali modelli.

Nel corso dei tre anni i passi seguiti per arrivare alla produzione di risultati originali sono stati molti, elencati di seguito. Nel primo anno i dati sono stati analizzati in modo descrittivo, caratterizzando nella popolazione i cosiddetti “parametri aggregati”, quali ad es. il tempo totale di sonno, la latenza del sonno persistente e la veglia successiva al primo addormentamento. Su questi dati trasformati sono stati poi costruiti ed identificati modelli classici di PK/PD con approccio di popolazione ad effetti misti. Infine, sono stati modellati i dati non trasformati, ossia le sequenze dei diversi stadi del sonno nei diversi soggetti, riportati per ciascun periodo di 30 secondi durante la notte. Soltanto i dati da placebo, ottenuti nella prima notte dello studio clinico, sono stati usati a questo scopo e nelle fasi di ricerca descritte in seguito (tranne l'ultima). Il primo modello scelto è stato un modello Markov-chain non omogeneo, del primo ordine, implementato con NONMEM VI secondo l'approccio di popolazione ad effetti misti, con stima della massima verosomiglianza attraverso approssimazione di Laplace. Le probabilità di transizione tra stadi sono state caratterizzate tramite funzioni logistiche binarie del tempo. La dipendenza temporale è stata modellata come lineare a tratti. La numerosità e la disposizione dei nodi nell'arco della notte sono state analizzate per raggiungere livelli di robustezza ed accuratezza del modello sub-ottimi.

Dalla fine del primo anno le funzioni logistiche binarie sono state sostituite dalle funzioni logistiche multinomiali, usate per la prima volta in un contesto simile. Un nuovo modello è stato quindi implementato e poi validato. Il loglikelihood ratio test è stato usato per scegliere la matrice di varianza-covarianza più adatta a descrivere la variabilità interindividuale dei parametri. L'accuratezza e precisione dei parametri di popolazione è stata valutata attraverso bootstrap. La capacità predittiva del modello è stata valutata attraverso simplified Posterior Predictive Check (sPPC).

Questo modello è stato usato per valutare la variabilità dei valori dei parametri individuali nelle diverse notti dello studio clinico da cui i dati (da placebo) erano stati ottenuti. In seguito la sua struttura è stata nuovamente modificata, in modo da riunire in un unico modello finale le caratteristiche migliori di questo ed altri modelli Markov-chain proposti in letteratura. Contemporaneamente, la struttura è stata ridotta laddove era possibile, in modo da produrre un modello parsimonioso ed in grado di supportare la successiva aggiunta di nuovi ulteriori predittori delle probabilità di transizione (ad es., l'età dell'individuo o la sua esposizione ad un

ipnotico). Guidati da criteri di parsimonia e di goodness of fit (in particolare attraverso gli sPPC), si è quindi giunti alla creazione di un modello finale in cui: i nodi delle funzioni lineari a tratti del tempo sono stati ridotti, alcune probabilità di transizione sono state fissate a zero, la parametrizzazione delle funzioni logistiche è stata ottimizzata, è stato introdotto un nuovo stadio del sonno (la veglia precedente al primo periodo di sonno), lo stage time (tempo trascorso dall'ultimo cambiamento di stadio del sonno) è stato aggiunto al tempo della notte come predittore delle funzioni logistiche. Altri aspetti sono stati indagati ma non considerati nel modello finale.

Questo modello è stato valutato in modo ampio, sia internamente che esternamente. La validazione interna è stata effettuata attraverso sPPC, Visual Predictive Check (VPC) e Visual Estimation Check (VEC). I VPC sono stati prodotti sia per le frequenze di occorrenza dei singoli stadi del sonno, sia, per la prima volta, sulle frequenze di transizione. I VEC sono stati ideati ed usati, per la prima volta, al fine di valutare in modo grafico la robustezza e precisione dei parametri in termini di andamento temporale delle probabilità di transizione. La validazione esterna è stata completata guardando ai valori delle funzioni obiettivo ottenute con NONMEM con il secondo dataset a disposizione, e valutando i nuovi sPPC prodotti.

Il modello validato è stato usato come base per costruire un second-stage model in cui la variabilità dei parametri individuali fosse in parte spiegata dalle covariate. Età, genere e body mass index (BMI) sono stati considerati come possibili predittori dei parametri del modello, attraverso relazioni di tipo lineare o lineare a tratti. L'inclusione delle relazioni sui diversi parametri è stata portata a termine attraverso stepwise covariate modeling. Le probabilità di transizione per individui con valori estremi delle covariate sono state calcolate per effettuare un confronto tra i risultati ottenuti e le informazioni pubblicate in letteratura. In passato, ad ogni modo, l'effetto di età, genere e BMI erano stati valutati soltanto su soggetti non insonni e soltanto sulle caratteristiche aggregate del sonno, non sulle transizioni tra stadi.

Infine il modello Markov-chain è stato applicato ai dati provenienti dai soggetti a cui era stato somministrata una molecola con effetto ipnotico. Le relazioni tra valori delle funzioni logistiche ed esposizione alla molecola sono state modellate per il primo giorno di studio clinico. L'esposizione è stata caratterizzata sia in termini di presenza del trattamento, sia in termini di dose somministrata, sia come concentrazione plasmatica nel tempo della molecola somministrata.

Titolo definitivo Tesi

A MIXED-EFFECT MULTINOMIAL MARKOV-CHAIN MODEL FOR DESCRIBING SLEEP ARCHITECTURE IN INSOMNIAC PATIENTS

Supervisore

Prof. Claudio Cobelli

Parte 3 _ Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

- R. Bizzotto, S. Zamuner, G. De Nicolao, M.O. Karlsson, e R. Gomeni, Multinomial logistic estimation of Markov-chain models for modeling sleep architecture in primary insomnia patients. J Pharmacokinet Pharmacodyn, vol. 37, p. 137-155, ISSN: 1567-567X, DOI 10.1007/s10928-009-9148-2 (2010)

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- R. Bizzotto, e S. Zamuner, PK-PD modeling of Wake after Sleep Onset time-course. In: PAGE. Abstracts of the Annual Meeting of the Population Approach Group in Europe., ISBN/ISSN: 1871-6032 (2010)
- R. Bizzotto, S. Zamuner, G. De Nicolao, R. Gomeni, A. C. Hooker, e M.O. Karlsson, Multinomial logistic functions in Markov-chain models for modeling sleep architecture: external validation and covariate analysis. In: PAGE. Abstracts of the Annual Meeting of the Population Approach Group in Europe., ISBN/ISSN: 1871-6032 (2010)
- E. Mezzalana, R. Bizzotto, G. Sparacino, e S. Zamuner, Multinomial logistic functions in Markov-chain models for modeling sleep architecture: internal validation based on VPCs. In: PAGE. Abstracts of the Annual Meeting of the Population Approach Group in Europe., ISBN/ISSN: 1871-6032 (2010)
- R. Bizzotto, S. Zamuner, G. De Nicolao, C. Cobelli, e R. Gomeni, Multinomial logistic functions in Markov-chain models for modelling sleep architecture after placebo administration. In: PAGE. Abstracts of the Annual Meeting of the Population Approach Group in Europe., ISBN/ISSN: 1871-6032 (2009)
- R. Bizzotto, G. Nucci, M. Petrone, I. Poggesi, C. Cobelli, e R. Gomeni, Evaluation of a basic PBPK model in preclinical species for which tissue compositions are unknown. In: PAGE. Abstracts of the Annual Meeting of the Population Approach Group in Europe., ISBN/ISSN: 1871-6032 (2008)
- R. Bizzotto, S. Zamuner, G. Nucci, C. Cobelli, e R. Gomeni, Mixed Effects Markov Models for Modelling Sleep in Insomniac Patients Treated with Placebo in a 28 Days Trial: Emphasis on the Break Points Selection. In: PAGE. Abstracts of the Annual Meeting of the Population Approach Group in Europe., ISBN/ISSN: 1871-6032 (2008)

Elenco pubblicazioni su convegno nazionale

- R. Bizzotto, S. Zamuner, G. Nucci, R. Gomeni, e C. Cobelli, Sleep Dynamics by Mixed-Effect Markov Modeling: a Criterion for Break Points Selection. In: Congresso Nazionale di Bioingegneria, vol. 1, p. 171-172 (2008)

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Bizzotto Roberto** si è impegnato con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità del candidato, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.

Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Bolognani Saverio** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 il dottor **Bolognani Saverio** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

ATTIVITA' DI FORMAZIONE

Corsi specifici per studenti di Dottorato offerti presso l'Università di Padova:

Primo anno

Numerical Linear Algebra, prof. Claude Brezinski

Spectral Analysis and the Moment Problem, prof. Tryphon T. Georgiou

Introduction to Quantum Control Theory, prof. Domenico D'Alessandro

Applied Linear Algebra, proff. Harald Wimmer e Michael Karow

Probabilità, prof. Paolo Dai Pra (esame finale non sostenuto)

The Stochastic Processes and their Applications, prof. Pavel Kitsul (esame finale non sostenuto)

Secondo anno

Topics in Quantum Information, Francesco Ticozzi

Statistical Methods, prof. Lorenzo Finesso

Terzo anno

Nessuno.

Corsi seguiti all'interno di Corsi di Laurea Specialistica presso l'Università di Padova:

Nessuno.

Corsi seguiti presso altre istituzioni:

Nessuno.

Partecipazione a scuole:

Scuola SIDRA "Antonio Ruperti" su "Control of Nonlinear Systems", 14-19 luglio 2008, Bertinoro (FO).

Scuola CIME su "Mathematical Foundations of Complex Networked Information Systems", 22-26 giugno 2009, Verres (AO).

3^a Scuola WIDE su "Networked Control Systems", 6-9 luglio 2009, Siena.

Corso intensivo in "Distributed Optimization", 8-12 febbraio 2010, KTH Stoccolma, Svezia.

Altri seminari seguiti:

Oltre ai seminari offerti dal Dipartimento durante il dottorato, ed ai seminari offerti da MIT e KTH durante i periodi di studio all'estero, sono stati seguiti i seguenti workshop e cicli di seminari.



Meeting semestrali del progetto europeo “*Feednetback*”, 2008-2010, Padova, Venezia, Annecy.
Meeting semestrali del progetto Cariparo “*WISE-WAF*”, 2008-2010, Padova.

Workshop “Quantum Control Theory: Geometric and Probabilistic Aspects”, settembre 2009, Padova.

Symposium “Paths Ahead in the Science of Information and Decision Systems”, 12-14 novembre 2009, Cambridge, MA, USA.

IEEE Workshop “Moving Towards a Smarter Electric Grid”, 21 novembre 2009, Cambridge, MA, USA.

Workshop “Algorithms and Dynamics over Networks”, 14-15 luglio 2010, Torino.

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

MELECON 08, maggio 2008, Ajaccio, Francia.

ACC 08, giugno 2008, Seattle, USA.

Convegno SIDRA 2008, settembre 2008, Vicenza.

NECSYS 2009, settembre 2009, Venezia.

COMPENG 2010, febbraio 2010, Roma.

ISCCSP 2010, marzo 2010, Limassol, Cipro.

MTNS 2010, luglio 2010, Budapest, Ungheria.

NECSYS 2010, settembre 2010, Annecy, Francia.

Periodi di Attività all'Estero

22 maggio 2009 – 5 giugno 2009 – Periodo di studio e ricerca presso l'Automatic Control Group del KTH, Stoccolma, Svezia. Ospite del prof. Carlo Fischione all'interno del progetto europeo FeedNetBack.

8 ottobre 2009 – 14 gennaio 2010 – Periodo di studio e di ricerca presso il Laboratory for Information and Decision Systems dell'MIT, Cambridge, MA, USA. Ospite del prof. Sanjoy Mitter.

8-19 febbraio 2010 – Periodo di studio e ricerca presso l'Automatic Control Group del KTH, Stoccolma, Svezia. Ospite del prof. Carlo Fischione all'interno del progetto europeo FeedNetBack.

Riconoscimenti:

Best Presentation in Session Award, American Control Conference 2008.

Best Student Paper Award, NECSYS 2009.

Didattica Attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

“*Fondamenti di Automatica*”, prof. Sandro Zampieri, 50, laboratorio, a.a. 2008/09.

ATTIVITA' DI RICERCA

L'attività di ricerca dei tre anni di dottorato si è concentrata attorno ad un tema principale, i *Networked Control Systems*, ed un tema secondario, il *controllo con retroazione dei sistemi quantistici*. Altri argomenti di ricerca minori sono stati affrontati durante il primo anno, con la

pubblicazione di risultati originali, ma non andranno a costituire parte della tesi: *controllo predittivo di azionamenti elettrici per motori a magneti permanenti, controllo adattativo di sistemi descritti da equazioni alle derivate parziali.*

Networked Control Systems

In una prima fase sono stati approfonditi gli strumenti e i metodi matematici per i sistemi distribuiti e i networked control systems, ovvero i sistemi di controllo costretti a soddisfare vincoli di comunicazione dovuti alla dispersione nello spazio delle componenti del sistema, alle ridotte capacità di trasmissione dei dati, e alle dimensioni del sistema stesso. Molti di questi strumenti provengono dal settore del calcolo distribuito, con la differenza fondamentale che nella loro applicazione ai controlli vi è necessariamente la presenza di un accoppiamento di questi algoritmi con il sistema da controllare (che può essere conosciuto solo in maniera locale dagli agenti incaricati di controllarlo). L'obiettivo di queste tecniche di controllo è quello di ottenere soluzioni completamente distribuite (senza unità centrale), scalabili del numero totale dei nodi (ignoto), robuste rispetto alla perdita di dati e all'inserimento e rimozione di nodi dalla rete. L'attività di approfondimento di questi aspetti è avvenuta tramite la partecipazione al progetto europeo FeedNetBack, al progetto Cariparo WISE-WAI, e alla frequenza di specifiche scuole di dottorato.

In una seconda fase si è cercato di applicare questi metodi per lo sviluppo di algoritmi di stima distribuiti e di leggi di controllo multi agente, considerando esempi di applicazioni già oggetto di studio all'interno del gruppo di ricerca: reti di sensori wireless e sincronizzazione temporale multi agente. Nel primo caso è stato sviluppato un algoritmo distribuito basato sul consensus per la stima ai minimi quadrati dei parametri del canale wireless in una Wireless Sensor Network e per la calibrazione dei sensori wireless. Nel secondo caso si sono studiate la stabilità e la scalabilità di un algoritmo di tipo proporzionale - integrale per la sincronizzazione temporale dei nodi di una rete, considerando il caso di comunicazioni asincrone e randomizzate.

Infine, nel terzo anno, si è proceduto alla definizione e individuazione di possibili applicazioni di questi metodi a un'applicazione originale e estremamente promettente: il controllo distribuito delle micro reti di distribuzione dell'energia (smart micro grids). I campi di applicazione per queste metodologie sono risultati essere i più diversi. Dagli aspetti economici alle possibilità di previsione della disponibilità di fonti rinnovabili, dalla sinergia delle interfacce elettroniche al monitoraggio distribuito della rete. Questi diversi aspetti sono stati approfonditi tramite collaborazione con altri gruppi di ricerca del dipartimento e con enti di ricerca esterni, e per alcune tematiche (in particolare nel controllo sinergico degli inverter per la compensazione distribuita), sono stati prodotti risultati originali che sono stati presentati ai diversi gruppi collaboratori e in occasione di conferenze internazionali.

Controllo con retroazione di sistemi quantistici

Il secondo argomento oggetto di ricerca durante il dottorato riguarda l'analisi della stabilità asintotica di sottosistemi quantistici e la progettazione di leggi di controllo a retroazione per la loro stabilizzazione. Sono stati considerati sistemi non isolati dall'ambiente, con una dinamica a tempo discreto nota, ed è stato proposto un algoritmo per la sintesi di una legge di controllo stabilizzante per un dato sottospazio, considerando un sistema di controllo composto da una misura generalizzata e una azione di controllo unitario conseguente al risultato della misura (feedback).

Il problema della stabilizzazione di sistemi quantistici è di fondamentale importanza per il settore della Quantum Information, in quanto collegato alle procedure di preparazione di stati puri e alla realizzazione di realizzazioni robuste di informazione quantistica.

L'algoritmo proposto utilizza uno strumento matematico originale, che permette sia di verificare con

un test immediato se la stabilizzazione di un dato sottospazio è possibile con una certa misura, sia di

costruire la legge di controllo stabilizzante quando questa esiste.

Titolo definitivo Tesi: "Methods and Applications in Networked Control and Feedback Control Design for Quantum Systems"

Supervisore: prof. Sandro Zampieri.

PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

S. Bolognani, S. Bolognani, L. Peretti, M. Zigliotto, "*Design and Implementation of Model Predictive Control for Electrical Motor Drives*", IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 56, no. 6, June 2009.

S. Bolognani, S. Del Favero, L. Schenato, D. Varagnolo, "*Consensus-Based Distributed Sensor Calibration and Least-Square Parameter Estimation in WSNs*", International Journal of Robust and Nonlinear Control, vol. 20, no. 2, January 2010.

S. Bolognani, F. Ticozzi, "*Engineering Stable Discrete-Time Quantum Dynamics via a Canonical QR Decomposition*", IEEE Transactions on Automatic Control, vol. 55, no. 12, December 2010.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

S. Bolognani, A. Smyshlyaev, M. Krstic, "*Adaptive Output Feedback Control for Complex-Valued Reaction-Advection-Diffusion Systems*", ACC 08, Seattle (WA), USA, 2008.

S. Bolognani, S. Bolognani, L. Peretti, M. Zigliotto, "*Combined Speed and Current Model Predictive Control with Inherent Field-Weakening Features for PSMS Drives*", MELECON 08, Ajaccio, France, 2008.

S. Bolognani, S. Del Favero, L. Schenato, D. Varagnolo, "*Distributed Sensor Calibration and Least-Squares Parameter Identification in WSNs Using Consensus Algorithms*", 46th Allerton Conference on Communication, Control, and Computing, Monticello (IL), USA, 2008.

S. Bolognani, R. Carli, S. Zampieri, "*A PI Consensus Controller with Gossip Communication for Clock Synchronization in Wireless Sensors Networks*", NECSYS 09, Venezia, Italy, 2009.

S. Bolognani, F. Ticozzi, "*Pure State Stabilization with Discrete-Time Quantum Feedback*", ISCCSP'10, Limassol, Cyprus, 2010.



F. Ticozzi, S. Bolognani, “*On a Canonical QR Decomposition and Feedback Control of Discrete-Time Quantum Dynamics*”, MTNS 2010, Budapest, Hungary, 2010.

S. Bolognani, S. Zampieri, “*Distributed Quasi-Newton Method and its Application to the Optimal Reactive Power Flow Problem*”, NECSYS 10, Annecy, France, 2010.

Lavori sottoposti

S. Bolognani, S. Zampieri, “*A Gossip-like Distributed Optimization Algorithm for Reactive Power Control*”, IFAC World Congress 2011, Milano, Italy

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Bolognani Saverio** si è impegnato con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità del candidato, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.

Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Bressan Marco** nell'ambito del XXII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Negli anni accademici 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 il dottor **Bressan Marco** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXII ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Parte 1 Didattica

Corsi seguiti

- Integer Programming Methods for Design and Management of Telecommunication Networks
- Distributed Applications and Protocols I
- Applied Linear Algebra
- Applied Functional Analysis
- Sampling, Counting, Mixing and Balancing : Advanced Probabilistic Methods in Algorithms

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi

- *School on Randomized Algorithms*, Centro di Ricerca Matematica Ennio De Giorgi, Pisa (Italia), 4-8 Febbraio 2008.

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

- P. Pattnaik : Factors impacting Processor Design -- A view from the field
- P. Odifreddi: Filosofia della matematica e matematica della filosofia
- F. J. Doyle III: Robustness in Biological Networks: From Genes to Cells to Systems
- C. Ambrosini: Which Kind of Information Can Music Convey?
- R. De Millo: Blighted Virtual Neighborhoods and Other Threats to Online Social Experiences
- H. Ishiguro: Studies on Androids and Humanoids
- P. Crescenzi: Parsimonious Flooding in Dynamic Graphs
- F. Gioachin: Debugging Large Scale Applications with Virtualization
- U. Bardi: Crescita e collasso di sistemi economici e sociali complessi
- M. Bianco: STAPL: A High Productivity Programming Infrastructure for Parallel Computing

Partecipazione a Conferenze Internazionali

- WAW09 (con presentazione di risultati scientifici)
- SEA09 (con presentazione di risultati scientifici)
- SIGIR2010

Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

- Reti di Calcolatori, 2007/2008, Didattica di Supporto
- Reti di Calcolatori, 2008/2009, Tutor Junior
- Reti di Calcolatori, 2009/2010, Tutor Junior



Titolo definitivo della tesi e nome del supervisore:

RANKING AND REPUTATION

Supervisore prof. Enoch Peserico Stecchini Negri De Salvi

I grafi hanno un ruolo fondamentale nella modellizzazione di reti di insiemi di relazioni presenti nella realtà, di cui esempi famosi sono il grafo del Web o il grafo delle relazioni sociali tra esseri umani. Su tali reti tipicamente si verificano processi (ad esempio l'aggiunta di pagine web, o la formazione di nuove relazioni) che hanno delle implicazioni per i nodi in termini di autorevolezza o reputazione secondo qualche metric. E' naturale pertanto chiedersi quale sia il contenuto informativo che tali processi "depositano" nella struttura del grafo – nello specifico, sotto forma di archi. Nella durata limitata del corso di Dottorato sono state analizzate due direzioni: il problema del **ranking** con PageRank, cioè ordinamento dei nodi di un grafo secondo la loro autorevolezza, e il problema della **reputazione** dal punto di vista dell'instradamento in una rete small-world. Questi due percorsi di ricerca sono descritti nei seguenti paragrafi.

PageRank è un noto algoritmo per ordinare i nodi di un grafo che, nella sua forma originale, dipende sia dalla struttura del grafo che da un parametro detto damping factor. Il nostro lavoro

affronta il problema fondamentale di come l'ordinamento indotto da PageRank può essere influenzato dal damping factor.

Dimostriamo che la struttura del grafo può non fornire informazione "insufficiente" a stabilire l'autorevolezza dei nodi, in quanto l'ordinamento può dipendere totalmente dal damping factor. Forniamo poi una condizione necessaria e sufficiente a verificare se l'ordine relativo di due nodi cambia al variare del damping factor; infine introduciamo due nuove misure di importanza dei nodi, StrongRank e WeakRank. Il lavoro include una approfondita analisi sperimentale che permette sia una miglior comprensione della struttura dei grafi reali, sia il miglioramento degli algoritmi di link analysis.

Il lavoro è stato presentato al sesto Workshop On Algorithms And Models For The Web-Graph (WAW2009). Una versione estesa è stata accettata al Journal of Discrete Algorithms (JDA).

E' stato inoltre studiato il problema del ranking **locale**, che consiste nel calcolo del ranking relativo di un (piccolo) sottoinsieme di nodi (tipicamente effettuato con operazioni sulla matrice di adiacenza dell'intero grafo) utilizzando solamente informazioni sugli intorni dei nodi interessati. Abbiamo dimostrato che tale problema ha in generale un costo alto, sia per algoritmi deterministici che randomizzati. Abbiamo poi dimostrato un limite inferiore al costo di qualsiasi algoritmo grazie alla nuova nozione di set minimale. Risultati sperimentali sono in via di elaborazione. Il lavoro sarà pronto per la sottomissione entro 1-2 mesi.

Molti grafi reali esibiscono un basso diametro e un alto coefficiente di clustering. La simultanea presenza di queste due caratteristiche dà origine al fenomeno **small-world** per cui è facile trovare un percorso breve tra una qualsiasi coppia di nodi facendo uso solamente di informazioni locali rispetto ai nodi e ignorando la topologia completa della rete. Questo fenomeno è stato osservato in molte reti reali (es. reti sociali, catene

e

alimentari, reti neurali) e riveste perciò notevole interesse. Nonostante esistano modelli che in qualche modo descrivono reti soddisfacenti dal punto di vista delle caratteristiche small-world, non esistono modelli

che spieghino come e perché tali reti si generino. Lo scopo della nostra ricerca è indagare i

meccanismi che portano alla formazione di reti small-world.

Abbiamo proseguito l'analisi teorica già iniziata, esplorando alcuni modelli di informazione e di costo. Abbiamo dimostrato risultati aggiuntivi riguardo all'unicità delle condizioni di equilibrio della rete e ai meccanismi di convergenza. Abbiamo raffinato un simulatore di rete da noi sviluppato, grazie al quale abbiamo ottenuto risultati. Gli sviluppi futuri includono l'elaborazione di un modello completo di generazione delle reti small-world, comprendente sia una analisi teorica, con definizioni precise di modelli di costo e di informazione, sia una analisi sperimentale tramite simulazione. Altri sviluppi possono includere algoritmi per verificare se una rete soddisfa la proprietà small-world.

Altri rami di ricerca

- **Software ad alte prestazioni.** abbiamo continuato lo sviluppo di psort, una libreria di ordinamento su memoria esterna mantenuta dal "psort team" (Paolo Bertasi, Marco Bressan, Enoch Peserico).
L'architettura di psort sfrutta al meglio la gerarchia di memoria del calcolatore (dischi, memoria, cache), minimizzando i trasferimenti di dati. In questo modo psort raggiunge alte prestazioni su consistenti moli di dati (GB-TB). Nel 2008 e 2009 psort ha vinto la competizione "Sort Benchmark" (<http://sortbenchmark.org/>) nelle categorie Penny/Indy e Penny/Daytona; nel 2010, pur senza partecipare, è rimasto imbattuto a pari merito. Stiamo realizzando la parallelizzazione del codice per sistemi distribuiti o multi-core e l'auto-sintonizzazione dei parametri. Un articolo è stato presentato all'ottavo International Symposium on Experimental Algorithms (SEA2009). Una versione estesa è stata invitata e sottomessa all'ACM Journal of Experimental Algorithms (JEA).
- **Sistemi crittografici su gerarchie di memoria.** Continuazione del lavoro della tesi di laurea specialistica sugli alberi hash in presenza di memorie gerarchiche, dimostrandone l'ottimalità asintotica. Sono stati effettuati dei primi test sperimentali.
- **Instradamento greedy in reti di trasporto urbane.** E' stato elaborato un modello di agglomerato urbano e del suo traffico privato, dimostrando alcuni risultati sull'efficienza della condivisione dinamica del mezzo di trasporto. Il lavoro è stato presentato alla conferenza FUN 2010.

Parte 3 Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale:

- P. Bertasi, M. Bressan, E. Peserico. psort, yet another fast stable sorting software.

ACM Journal of Experimental Algorithms (JEA).

- M. Bressan, E. Peserico. Choose the Damping, Choose the Ranking?

Journal of Discrete Algorithms (JDA).

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale:

- P. Bertasi, M. Bressan, E. Peserico. psort, yet another fast stable sorting software.



SEA 2009: Proceedings of the 8th International Symposium on Experimental Algorithms.

- M. Bressan, E. Peserico. Choose the Damping, Choose the Ranking?

WAW '09: Proceedings of the 6th International Workshop on Algorithms and Models for the Web-Graph.

- Marco Bressan and Enoch Peserico. Urban Hitchhiking.
In Proc. of the Fifth International Conference on Fun with Algorithms (FUN2010)

Premi e riconoscimenti:

- Primo classificato "Sort Benchmark 2008", categorie PennySort/Indy e PennySort/Daytona
- Primo classificato "Sort Benchmark 2009", categorie PennySort/Indy e PennySort/Daytona
- Primo classificato a pari merito "Sort Benchmark 2010", categorie PennySort/Indy e PennySort/Daytona

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Bressan Marco** si è impegnato con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità del candidato, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.

Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Bruschetta Mattia** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 il dottor **Bruschetta Mattia** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Elenco dei corsi seguiti durante il triennio

- Monte Carlo Methods
tenuto dal prof. Alessandro Chiuso
- Numerical Linear Algebra
tenuto dal prof. Claude Brezinski.
- Spectral Analysis and the Moment Problem
tenuto dal prof. Tryphon T. Georgiou.
- Applied Linear Algebra
tenuto dai prof. Harald Wimmer e Michael Karow.
- Statistical Methods
tenuto dal prof. Lorenzo Finesso.
- Probabilità
tenuto dal prof. Paolo Dai Pra (esame finale non sostenuto).
- Identification techniques
tenuto dal prof. Alessandro Chiuso
- Non linear control
tenuto dal prof. C. Byrnes.

Elenco dei principali seminari seguiti durante il triennio

- KIVA Systems
tenuto da Raffaello D'Andrea, Kiva Systems.
- Probabilistic Reachability of Stochastic Hybrid Systems
tenuto da Alessandro Abate, Stanford University.
- Multibody methodologies for vehicle dynamics: from ride and stability to structural integrity and crashworthiness
tenuto da J. Ambrosio
- Il problema standard del calcolo delle variazioni: metodi e difficoltà
tenuto da P. Cellina
- Variational Integrators
tenuto da Nawaf Bou-Rabete
- System Identification for interconnected non linear systems
tenuto da Kameshwar Poolla
- Metrics in spectral analysis
tenuto da Georgiu Tryphon
- Problemi di massima entropia per catene di Markov classiche e quantistiche
tenuto da Pavon, Ticozzi
- Continuous-time Subspace System Identification Using System Transformation Induced by Generalized Orthonormal Basis Functions
tenuto da Yoshito Ohta, head of the Department of Applied Mathematics and Physics, Kyoto University Kyoto.
- The moment problem for positive rational measures: convexity in the

spirit of Krein

tenuto dal Prof. Anders Lindquist, Royal Institute of Technology, Stockholm.

- The analysis and design of the steady-state behavior of nonlinear systems: Taming nonlinear excursions in the spirit of Lagrange and Liapunov tenuto dal Prof. C. Byrnes, Edward H. and Florence G. Skinner Professor of Systems Science and Mathematics, Washington University in St. Louis.
- Identification and Validation a Lithium Battery Reduced Model Based Extended Kalman Filter for Critical Surface Charge Estimation tenuto da Carmelo Speltino , Unversità del Sannio.
- Wind Integration - By All Means Available tenuto dal Prof. Kameshwar Poola University of California, Berkeley.
- Exploration of Kinematic Optimal Control on the Lie Group $SO(3)$ tenuto da Alessandro Saccon , Institute for Systems and Robotics (ISR), Instituto Superior Tecnico (IST), Lisbon, Portugal.
- Nonlinear Filtering - Unscented Kalman filtering with SVD tenuto da Michiaki Takeno and Tohru Katayama.

Elenco delle scuole di dottorato seguite

- Scuola di Dottorato SIDRA “Antonio Ruperti” su Control of Nonlinear Systems, 2008.
- Scuola di Dottorato SIDRA “Antonio Ruperti” su Controllo robusto e vincolato, 2009.
- Summer school on Model-Based Automotive Control Linz, August 2010.

Attività didattica di supporto svolta

- Controllo dei processi tenuto dal prof. Giorgio Picci, 2009. Laboratorio Matlab di Controllo dei processi (lezioni frontali).
- Laboratorio di controlli I tenuto da Francesco Ticozzi . Laboratorio di Matlab (2 lezioni frontali).
- Laboratorio di controlli I tenuto da Francesco Ticozzi. Controllo del pendolo inverso (1 lezione frontale), 2009 e 2010.
- Segnali e sistemi tenuto dal prof. Alessandro Chiuso, 2009-2010. Laboratorio Matlab di Segnali e sistemi (lezioni frontali).

Attività scientifica

Titolo della tesi :

A VARIATIONAL INTEGRATORS APPROACH TO SECOND ORDER MODELING AND IDENTIFICATION OF LINEAR MECHANICAL SYSTEMS

Argomenti della ricerca e descrizione dell'attività svolta

Argomento principale: Mechanical systems identification

L'argomento di ricerca principale è stato definito in modo chiaro sin dal primo anno di dottorato e consiste nella stima dei parametri di un sistema meccanico lineare nel dominio del tempo continuo utilizzando dati campionati e rumorosi.

Nel corso del primo anno si sono messe le basi per un nuovo approccio a questo problema con la collaborazione di Alessandro Saccon che si sviluppa trando spunto da quella che è chiamata la teoria degli integratori variazionali per definire una procedura di identificazione strutturata. Alla fine del primo anno un algoritmo base funzionante in un caso semplice era già sviluppato ed è stato sottomesso alla conferenza internazionale SYSID 2009.

Durante il secondo anno si è lavorato per estendere le condizioni di validità dell'algoritmo e per testarne la funzionalità in condizioni realistiche. Si sono quindi affrontate una serie di problematiche e si sono cercate soluzioni che hanno permesso di comprendere in modo più esteso le condizioni di funzionalità di tale algoritmo e da un punto di vista applicativo e da quello teorico. Nell'ultimo anno di dottorato è dato rilievo alla formalizzazione dei risultati ottenuti con l'obiettivo di dare una base formale, adatta ad ulteriori sviluppi futuri, che consolidasse la tecnica ormai ben definita. Nel far questo una serie di problematiche inerenti la procedura di indentificazione, il malcondizionamento della trasformazione cardine dell'algoritmo e il preprocessing dei segnali campionati hanno richiesto uno studio ed un'analisi approfondita. La ricerca delle soluzioni che si sono rese necessarie per formalizzare correttamente l'algoritmo hanno coinvolto gran parte del terzo anno di dottorato portando ad una versione definitiva di un articolo che è in procinto di essere sottomesso.

Argomento secondario: Motion cueing for driving simulator

In quest'ultimo anno, inoltre, ho fatto da correlatore per una tesi specialistica iniziando una collaborazione preliminare che ha messo le basi per un probabile assegno di ricerca per i prossimi 2 anni. L'argomento trattato è il motion cueing per simulatori di veicoli e ha visto la collaborazione dell'azienda VI-grade con sede ad Udine e il Prof. Alessandro Beghi.

Presentazione dell'attività di ricerca

- European Research Network System Identification, ERNSI '09 a Stift Vorau (Austria).
- Scuola di Dottorato SIDRA, presentazione delle attività di ricerca organizzata dalla scuola a Bertinoro.
- European Research Network System Identification, ERNSI '10 a Cambridge (Inghilterra), September 2010.

Partecipazione a Conferenze

Conferenze nazionali

- Convegno SIDRA '08 a Vicenza.

Conferenze internazionali

- SYSID '09 a Saint Malo (Francia).
- European Research Network System Identification, ERNSI '09 a Stift Vorau (Austria).

- MTNS '10 a Budapest, Ungheria, July 2010.
- European Research Network System Identification, ERNSI '10 a Cambridge (Inghilterra), September 2010.
- 3rd VI-grade User's Conference 2010 a Bad Nauheim, Germany, October 2010.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Bruschetta Mattia** si è impegnato con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità del candidato, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.

Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Camponeschi Matteo** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 il dottor **Camponeschi Matteo** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

ATTIVITA' DI FORMAZIONE

Corsi specifici per studenti di Dottorato offerti presso l'Università di Padova:

Primo anno

- Modelling of Propagation Channels in Wireless Communication Systems, Prof. S. Pupolin (16h);
- Applied Linear Algebra, Prof. H. Wimmer and Prof. M. Karow (16h);
- Applied Functional Analysis, Prof. P. Ciatti and Prof. G. Pillonetto (28h);
- Electrostatic Discharge in Integrated Circuits, Prof. G. Meneghesso (20h).

Secondo anno

-

Terzo anno

-

Corsi seguiti all'interno di Corsi di Laurea Specialistica presso l'Università di Padova:

-

Corsi seguiti presso altre istituzioni:

-

Partecipazione a scuole:

-

Altri seminari seguiti:

Seminari presso il Dipartimento di Fisica, Padova

24/01/08 Prof. Mario Rasetti, "Computazione quantistica"

01/04/08 Prof. Roy J. Glauber (Harvard University), "A century of light quanta"

Seminari presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Padova

08/02/08 Ing E. Rizzi (Tektronix communications, Oregon), "Sistemi di comunicazione di nuova generazione: quantità, qualità dell'informazione, misure ed interventi"

06/03/08 Ing. Luca Corradini, "Analysis and Implementation of digital control architectures for DC-DC switching converters"

03/06/08 Dr. De Jonge Stijn (IMEC), "Organic electronics: basic principle and applications"

13/11/08 Prof Cecilia Metra, (Università di Bologna), "IC design and testing challenges with technology scaling"

11/12/08 Ing. Massimo Violante (Politecnico di Torino), "Fault injection techniques"



- 22/04/09 Raquel Pèrez Aloe, "Active filter design"
24/04/09 Juan Manuel Carrillo, "CMOS operational amplifiers: design and simulation"
24/04/09 Miguel A. Domínguez, "CMOS operational amplifiers: layout"
08/05/09 Yan Huang (Shenyang Institute of Automation), "Deployment and Localization in Target Tracking Oriented Wireless Sensor Networks"
22/05/09 Marco Saraniti and Stephen Goodnick (Arizona State Institute), "Cellular Monte Carlo Simulation of Gallium Nitride High Electron Mobility Transistors"
10/06/09 Prof. P. Andreani (Lund University, Sweden), "Phase noise in oscillators"
17/06/09 Dr. Andreas Willig (Technische Universität Berlin, Germany), "Employment of wireless sensor networks for domestic applications"

Seminari presso il Dipartimento di Matematica, Padova

- 12/03/08 Prof. Filippo Menczer (Indiana University), "The web click network"

Seminari presso Infineon Technologies Austria AG, Villach

- 08/09/10 W. Sansen, "Power efficiency of continuous-time filters"

Distinguished Lecturers presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Padova

- 28/02/08 Prof. Claudio Ambrosini, "Which kind of information can music convey?"
18/03/08 Prof. Ron Schrimpf, "Radiation effects and soft-errors in advanced technologies"
23/05/08 Dr. Leo Lorenz, "Power semiconductor state-of-the-art and future development trends"
03/06/08 Prof. Marcus Gross, "3-dimensional video: technology and applications"
17/06/08 Prof. Eli Upfal, "The multi-armed bandit meets the web surfer"
01/07/08 Prof. Richard De Millo, "Blighted virtual neighborhoods and other threats to online social experiences"
06/11/08 Prof. Iroshi Ishiguro, "Studies on androids and humanoids"
02/04/09 Prof. Gerard Cornuejols, "Polyhedral Approaches to Integer Programming"
15/09/09 Prof. Alan Willner, "Towards High-Performance and Reconfigurable Optical Communication Networks"
25/09/09 Prof. Umesh K. Mishra, "Gallium Nitride: The next dominant semiconductor after Silicon"

Workshop presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Padova

- 29-30/05/08 IEEE Reliability Workshop, "Systems and devices reliability in the nanoelectronics era"

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

- IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS), Paris, 29 Maggio-3 Giugno 2010.

Periodi di Attività all'Estero

- Infineon Technologies Austria AG, Villach, Austria, dal 01/05/10 al 30/11/10.

Riconoscimenti:

-

Didattica Attiva

- "Circuiti Integrati Digitali 1", titolare Prof. A. Cester, 12h, Didattica frontale, a.a. 2009-2010.



Descrizione

I circuiti integrati a radio-frequenza trovano applicazione in numerosi differenti campi, sia civili che militari. Esempi di sistemi wireless dove sono richiesti circuiti integrati RF sono:

- *Sistemi di telecomunicazione.* Trasmettitori/ricevitori wireless per traffico di voce (terminali mobili) e/o dati in Wireless Local Area Networks / Wireless Personal Area Networks o sistemi di comunicazione Line-Of-Sight.
- *Monitoraggio ambientale.* Trasmissione di dati tra i nodi di Wireless Sensor Networks.
- *Sistemi di localizzazione.* Global/Local Positioning Systems.
- *Identificazione di oggetti nello spazio.* Radar, imagers, altimetri, sistemi di assistenza alla guida, sistemi di anticollisione.
- *Sistemi di riconoscimento/sicurezza.* Sistemi Radio-Frequency Identification, transponders, body scanners).

Durante il triennio di Dottorato sono stati sviluppati circuiti integrati per due applicazioni: un front-end di un ricevitore wireless per applicazioni low-power e un upconverter per un sistema Frequency-Modulated Continuous-Wave radar.

Ricevitore wireless per applicazioni low-power.

Il primo progetto di ricerca ha riguardato lo sviluppo di un front-end per un ricevitore wireless low-power per applicazioni nelle Wireless Sensor Networks o altre reti di comunicazione ad-hoc a basso data-rate.

Le Wireless Sensor Networks sono reti costituite da un ampio numero di nodi impiegate per il monitoraggio ambientale. Ciascun nodo è costituito da uno o più sensori, logica di controllo, un trasmettitore/ricevitore wireless per la comunicazione con gli altri nodi ed una sorgente di energia; ogni unità acquisisce periodicamente dati dai propri sensori e li trasmette agli altri nodi. La rete, una volta posizionata, deve funzionare in modo autonomo per molteplici anni senza alcun intervento umano; essendo l'energia a disposizione per ciascun nodo una risorsa limitata, il consumo di potenza dell'hardware costituente il nodo va minimizzato. L'elevato numero di nodi richiede inoltre hardware estremamente integrato per una riduzione dei costi.

Per quanto concerne il modulo wireless, dal momento che i nodi trasmettono dati in modalità burst e che gli altri nodi si trovano in stretta vicinanza, è possibile rilassare le specifiche richieste in termini di banda/guadagno/rumore.

Il lavoro, condotto in collaborazione con il Prof. P. Andreani dell'università di Lund, Svezia, ha portato alla realizzazione di un ricevitore wireless direct-conversion con uscite in quadratura operante a 2.4 GHz che in un singolo stadio comprende un Low noise amplifier, un Mixer ed un Voltage-controlled oscillator (da cui la denominazione "Cella LMV"); il funzionamento è reso possibile dal riutilizzo degli stessi blocchi circuitali per compiti diversi a frequenze diverse.

Il calcolo della risposta in frequenza del ricevitore tramite la classica analisi a piccolo segnale lineare tempo-invariante porta ad una notevole sovrastima dell'effettivo guadagno di conversione; l'origine di questa discrepanza risiede in un periodico fenomeno di charge-sharing che avviene tra le capacità parassite all'uscita dell'oscillatore ed il carico in banda base. Per tenere conto di questo effetto è stata condotta una accurata analisi lineare tempo-variante; in sintesi:

- ad ogni sistema lineare tempo-variante viene associata una "funzione di sistema" $Z(f,t)$, funzione della frequenza e del tempo, definita operativamente come il rapporto tra uscita $out(t)$ ed ingresso $in(t)$ del sistema quando in ingresso è applicato un tono alla frequenza f (L. A. Zadeh):

$$Z(f,t) = \text{out}(t) / \text{in}(t) \quad \text{for} \quad \text{in}(t) = e^{j2\pi f t}$$

Tale funzione rappresenta quindi un'estensione della funzione di trasferimento dei sistemi LTI;

- nel caso di sistema periodicamente tempo variante a frequenza f_0 , come il nostro ricevitore, il tono d'ingresso alla frequenza f origina una serie di toni in uscita alle frequenze $nf + f_0$;
- si riconduce l'espressione della funzione di sistema $Z(f,t)$ a quella di una serie di Fourier a coefficienti dipendenti dalla frequenza:

$$Z(f,t) = \sum_n H_n(f) e^{j2\pi n f_0 t};$$

ciascun termine $H_n(f)$ rappresenta l'andamento in frequenza del guadagno di conversione dalla frequenza f alla frequenza $nf_0 + f$;

- nel caso del ricevitore il guadagno di (down-) conversione di interesse è quello per $n = -1$, ossia dall'ingresso a radio-frequenza $f + f_0$ all'uscita in banda base alla frequenza f .

Il risultato teorico ottenuto è stato verificato tramite simulazioni transistor-level con SpectreRF, con ottimo accordo, ed ha permesso di ottimizzare il design del ricevitore LMV per ottenere le massime performances al minimo consumo di potenza.

Il circuito è stato implementato in tecnologia CMOS a 90nm di UMC; le misure sui test chip hanno ancora una volta confermato la validità dell'analisi proposta.

Upconverter per un Frequency-Modulated Continuous-Wave radar.

Il secondo progetto riguarda lo studio e lo sviluppo di un upconverter per sistemi radar a modulazione di frequenza (Frequency-Modulated Continuous-Wave Radar, FMCW radar).

Il radar (RADio Detection And Ranging) è un sistema per la localizzazione di oggetti nello spazio; la posizione e la velocità relativa degli oggetti viene stimata irradiando un segnale elettromagnetico e misurando l'eventuale segnale di ritorno riflesso da un ostacolo.

Sviluppato prevalentemente in campo militare, il radar trova applicazione in ambito civile per il controllo del traffico aereo/navale, altimetri, sistemi di imaging, sistemi di assistenza alla guida di autoveicoli.

Esistono due diverse categorie di radar: pulse radar e frequency-modulated continuous-wave radar. Nel pulse radar vengono generati ed irradiati nello spazio una sequenza di impulsi elettromagnetici; distanza/velocità di un ostacolo vengono calcolate rispettivamente in base al ritardo con cui gli impulsi ritornano al radar e valutando l'effetto Doppler. Nel FMCW radar un segnale EM viene irradiato con continuità; per poter valutare la distanza di un ostacolo è necessaria una forma di modulazione della frequenza trasmessa secondo una legge nota. Il FMCW radar è oggetto di questo studio.

La modulazione della frequenza avviene in sostanza tramite un upconverter mixer. Un segnale in banda base a frequenza variabile f_{BB} viene generato in forma digitale da un Direct Digital Synthesizer, convertito in forma analogica, ed applicato all'upconverter per modulare la frequenza f_{LO} di un segnale di riferimento a basso rumore di fase. Per poter determinare velocità e distanza di un ostacolo con elevata risoluzione è necessario che il segnale di uscita dall'upconverter alla frequenza $f_{RF} = f_{LO} + f_{BB}$ possieda bassa distorsione armonica e basso rumore di fase; nelle applicazioni radar queste caratteristiche devono essere garantite su un ampio spettro di frequenze (sia per il segnale in banda base a frequenza f_{BB} , sia nella banda del segnale di riferimento a frequenza f_{LO}). L'implementazione di questo sistema in un circuito integrato risulta problematico a causa degli stringenti vincoli di linearità e dell'elevato rumore flicker generato dei dispositivi attivi.

Il primo problema nella generazione di uno spettro con bassi segnali spuri in uscita è costituito dalla reiezione della frequenza immagine $f_{LO} - f_{BB}$ in uscita del mixer. Dal momento che il segnale in banda base può raggiungere una frequenza f_{BB} di poche decine di kHz, tono di uscita ed immagine risultano separati di $2 f_{BB}$ ed una rimozione dell'immagine tramite filtraggio in uscita risulta non realizzabile; si rende necessaria una architettura di upconverter a reiezione di immagine (architettura in quadratura). La reiezione dell'immagine viene dunque a dipendere dalla precisione in ampiezza e fase con cui è possibile generare segnali in quadratura a

partire dal riferimento esterno a basso rumore di fase. Come ordine di grandezza, una reiezione di 40 dB richiede errore di ampiezza $< 1\%$ ed errore di fase $< 1 \text{ deg}$. Tale valore deve essere assicurato in un'ampia banda di frequenze (indicativamente in una banda relativa $Df_{LO} / f_{LO} = 0.20$) al variare di spread di processo.

Per ottenere la reiezione di immagine richiesta viene proposto un approccio basato su filtro polifase; il comportamento a banda larga viene ottenuto dalla cascata di un filtro a più stadi. L'allargamento di banda viene ottenuto però a spese di una progressiva attenuazione del segnale.

Il secondo problema che causa la comparsa di toni spuri in uscita è, chiaramente, la distorsione armonica. Assumendo che agli ingressi in banda base venga applicato un tono alla frequenza f_{BB} , la distorsione armonica nell'interfaccia al DAC genererà termini a $(2n+1) \times f_{BB}$, assumendo una struttura (perfettamente) differenziale; ciascun tono viene traslato in frequenza dal LO (e dalle sue armoniche), generando in uscita componenti a $(2m+1) \times f_{LO} + (2n+1) \times f_{BB}$. La combinazione dei percorsi in fase ed in quadratura porta ad una ricombinazione costruttiva indesiderata della componente a $f_{LO} - 3 f_{BB}$; la non linearità dell'interfaccia a bassa frequenza si ripercuote direttamente sullo spettro in uscita. Il problema della linearità non può essere risolto spostando il guadagno della catena di conversione verso l'uscita, in quanto questo comporterebbe un peggioramento delle prestazioni in termini di rumore, ma viene affrontato con tecniche di linearizzazione nella circuiteria di interfaccia.

Due versioni dell'upconverter sono state progettate e realizzate, la prima sfruttando una tecnologia CMOS 65nm digitale, la seconda con una tecnologia bipolare SiGe:C 0.35 micron. Le caratteristiche intrinseche delle due tecnologie hanno dirette ripercussioni sulle scelte circuitali alla base dell'upconverter.

La tecnologia CMOS 65nm adottata per la prima implementazione è sviluppata per la realizzazione di logica digitale e circuiti mixed-signal a basso consumo, con tensione di alimentazione nominale a

1.2V. Le tecnologie CMOS generano un elevato rumore flicker a basse frequenze; un mixer di Gilbert attivo non è in grado di fornire sufficiente linearità ed introduce un eccessivo rumore a bassi offset. Viene dunque impiegato un mixer doubly-balanced passivo in corrente. La generazione di rumore flicker viene eliminata polarizzando gli switch del mixer con una corrente DC nulla; non essendo possibile utilizzare capacità di disaccoppiamento in ingresso (la minima frequenza ammissibile in ingresso è di poche decine di kHz), un circuito di feedback è necessario per ottenere la polarizzazione richiesta.

Per la generazione di segnali in quadratura nella banda del segnale di riferimento si è reso necessario un filtro polifase a 3 stadi. Per bilanciare l'attenuazione del filtro sono stati necessari inserire due stadi di amplificazione pre- e post- filtro polifase; in questo modo si è limitato l'uso di induttori on-chip, il cui mutuo accoppiamento parassita tra i percorsi I/Q deve essere trascurabile.

La linearità dei mixer passivi è fortemente legata all'ampiezza dei segnali di controllo del mixer; la generazione di segnali in quadratura con ampiezza il più possibile costante nella banda dell'LO è risultata un fattore critico nel design dell'upconverter. Completano il design buffer di corrente a valle del mixer per aumentare il comportamento lineare del mixer, un combiner passivo per unire i percorsi di segnale I e Q, ed un amplificatore a RF risonante per raggiungere il livello di potenza target ad un carico differenziale a 100 ohm.

La tecnologia bipolare SiGe:C 0.35micron usata per la seconda implementazione è sviluppata specificatamente per la realizzazione di circuiti RF e mixed-signal; la tensione di alimentazione nominale è 3.3V. Anche in questo caso la progettazione dell'upconverter parte con il design del mixer; nel caso delle tecnologie bipolari i transistor non possono essere utilizzati come resistenze controllate in tensione ed il mixer passivo della versione CMOS non può essere implementato. La scelta ricade quindi sul classico mixer attivo di Gilbert; la tecnologia bipolare in uso offre transistor con ridotto rumore flicker ed il phase noise a bassi offset si è mostrato comunque entro specifiche. La linearizzazione del mixer avviene tramite feedback locale, non essendo possibile



adottare tecniche di pre-distorsione o feed-forward a causa del necessario accoppiamento in DC con l'interfaccia.

Per la generazione dei segnali in quadratura si è adottato lo stesso schema della versione CMOS basato su filtro polifase a 3 stadi e stadi di amplificazione; sono stati usati solo stadi di amplificazione post- filtro polifase data la minore ampiezza di segnale richiesta per la commutazione dei mixer bipolari rispetto alle corrispettive versioni CMOS. Anche in questo caso il design include un combiner passivo ed un amplificatore RF per pilotare il carico differenziale in uscita.

Titolo definitivo Tesi:

Analysis and design of CMOS and bipolar SiGe:C integrated circuits for low power RF receivers and radar applications

Supervisore:

Prof. A. Neviani, Prof A. Bevilacqua.

PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

1. Camponeschi, M.; Bevilacqua, A.; Andreani, P.; "Time-Variant Analysis and Design of a Power Efficient ISM-Band Quadrature Receiver", Analog Integrated Circuits and Signal Processing, 2010; Springer Netherlands; Page(s): 1-10.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

1. Bevilacqua, A.; Camponeschi, M.; Tiebout, M.; Gerosa, A.; Neviani, A.: "Design of broadband inductorless LNAs in ultra-scaled CMOS technologies", IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS), 2008; Page(s): 1300-1303.

2. Camponeschi, M.; Bevilacqua, A.; Neviani, A.; Andreani, P.; "Accurate Time-Variant Analysis of a Current-Reuse 2.2 GHz 1.3 mW CMOS Front-End", IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS), 2010; Page(s): 2063-2066.

Elenco pubblicazioni su rivista nazionale

1. Camponeschi, M.; Bevilacqua, A.; Andreani, P.: "Analysis and Design of a Low-Power Single-Stage CMOS Wireless Receiver", NORCHIP, 2009; Page(s): 1-4.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Camponeschi Matteo** si è impegnato con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità del candidato, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.

Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Carli Francesca** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 la dott.ssa **Carli Francesca** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

ATTIVITA' DI FORMAZIONE

Corsi specifici per studenti di Dottorato offerti presso l'Università di Padova

Primo anno

- Spectral Analysis and the Theory of Moments, tenuto dal prof. T. T. Georgiou;
- Applied Linear Algebra, tenuto dai proff. H. Wimmer e Prof. M. Karow;
- Monte Carlo Methods, tenuto dal prof. A. Chiuso;
- Statistical Methods, tenuto dal prof. L. Finesso.

Secondo anno

- Nonlinear Feedback Systems, tenuto dal prof. C. I. Byrnes;
- Codes, graphical models, distributed algorithms, tenuto dal prof. F. Fagnani;
- Identification techniques, tenuto dal prof. A. Chiuso.

Terzo anno

- Applied Functional Analysis, tenuto dal prof. G. Pillonetto.

Corsi seguiti all'interno del Corso di Laurea in Matematica presso l'Università di Padova

- Algebra lineare applicata, tenuto dal prof. L. Salce;
- Analisi Reale, tenuto dal prof. V. Burenkov.

Corsi seguiti presso altre istituzioni

- Introduction to stochastic differential equations and stochastic control, tenuto dal prof. T.T. Georgiou presso l'Università del Minnesota, Minneapolis, Minnesota;
- Optimization theory, tenuto dal prof. Zhi-Quan Luo presso l'Università del Minnesota, Minneapolis, Minnesota.

Altri seminari seguiti

Presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova

- Satellite/Lunar Laser Ranging, Giuseppe Bianco, Space Geodesy Centre 'G. Colombo' di Matera;
- Information Flows in Cooperative Networked Control Systems, Girish Nair, University of Melbourne;
- Kiva systems, Raffaello D'Andrea, Kiva Systems;
- Probabilistic Reachability of Stochastic Hybrid Systems, Alessandro Abate, Stanford University;

- Metrics in spectral analysis, Tryphon T. Georgiu, University of Minnesota;
- The multi armed bandit meets the web surfer, Eli Upfal, Brown University, 17/06/08;
- System Identification for interconnected non-linear systems, Kameshwar Poolla, University of California at Berkeley;
- Transformations preserving matrix invariants over semirings, Alexander Guterman, Moscow State University, 23/07/08;
- Problemi di massima entropia per catene di Markov classiche e quantistiche, Francesco Ticozzi, Michele Pavon, 30/10/08;
- Androids and Humanoids, Hiroshi Ishiguro, Osaka University;
- Convergence of multi-agent systems towards consensus: some quantitative robuste estimates, Pierre-Alexandre Bliman, INRIA, Rocquencourt, 17/11/08;
- Cellular ANTomata, Arnold L. Rosenberg, Colorado State University e University of Massachusetts, Amherst, 27/11/08;
- Riconoscimento tramite descrittori SIFT, Pietro Perona, California Institute of Technology, 22/01/09;
- The analysis and design of the steady-state behavior of nonlinear systems, Christofer Byrnes, University of Washington, 04/02/09;
- Towards categorization in sensory systems, Pietro Perona, California Institute of Technology, 11/03/09;
- Polyhedral approaches to integer programming, Gerald Cornuejols, Carnegie Mellon University, 02/04/09;
- Incremental clustering with non-parametric Bayesian models, Ryan Gomes, California Institute of Technology, 09/04/09;
- A Queuing Model for a Large Network of Major Airports, Amedeo Odoni, Operations Research Center del Massachusetts Institute of Technology, 05/05/09;
- Random convex programs, Giuseppe Calafiore, Politecnico Torino, 04/05/09;
- Consensus and cooperation in multi-agent dynamical systems, Shinji Hara, Tokyo University, 11/05/09;
- Wireless Sensor Networks for domestic applications, Andreas Willig, Berlin University, 17/06/09;
- An Overview on F-Lipschitz Optimization with Wireless Networks Applications, [Carlo Fischione](#), School of Electrical Engineering, KTH, Sweden, 21/06/2010;
- Wind Integration - By All Means Available, [Kameshwar Poolla](#), Mech. Eng. Department, University of California, Berkeley, USA, 24/06/2010;
- Exploiting information to improve control of large-scale manufacturing systems, [Dawn Tilbury](#), Mech. Eng. Department, University of Michigan, Ann Arbor, USA, 14/06/2010;
- Nonlinear Filtering - Unscented Kalman filtering with SVD, Tohru Katayama, Kyoto University, Japan, 6/09/2010;
- An Introduction to Second-Order Cone Programming, Adam N. Letchford, Lancaster University, 30/10/2010.

Presso Department of Electrical and Computer Engineering, University of Minnesota

- Quantitative Finance, M. Vidyasagar, University of Texas, Dallas, USA, 02/11/2009;
- Downstream traveling waves: an effective means for preventing transition to turbulence, Mihailo Jovanovic, University of Minnesota, Minneapolis, 16/11/2010.

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

- MTNS 2010 (International Symposium on the Mathematical Theory of Networks and Systems) – Budapest, Hungary, 5-9 July 2010.

Periodi di Attività all'Estero

- Settembre 2009 - Gennaio 2010: Visiting Scholar presso *Department of Electrical and Computer Engineering, University of Minnesota, Minneapolis, Minnesota*, ospite del prof. Tryphon T. Georgiou.

Didattica Attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

- Attività svolta nell'ambito del progetto di Tutor junior dell'Università di Padova: assistenza al corso "Segnali e Sistemi", prof. A. Chiuso, A.A. 2008-2009

ATTIVITA' DI RICERCA

Titolo Tesi: "Identification of Reciprocal Processes and related Matrix Extension Problem"

Supervisore: Prof. G. Picci

Descrizione

Un processo reciproco su un intervallo finito può essere visto come la naturale riduzione al caso unidimensionale di un campo di Markov. Questo tipo di processi è potenzialmente utile per descrivere segnali che vivono su un intervallo spaziale o temporale limitato (si pensi ad esempio alle immagini). I processi reciproci *non stazionari* sono stati studiati in letteratura da B. Jamison, A. J. Krener, B. C. Levy e coautori. La specializzazione di tale teoria al caso *stazionario*, tuttavia, non sembra essere stata oggetto di sufficiente approfondimento. Inoltre i problemi di *stima e identificazione per processi reciproci a partire da dati osservati* sono tuttora aperti. Il presente lavoro di tesi si è concentrato su tali tematiche. In particolare è stato mostrato come i processi reciproci sul cerchio discreto possano essere modellizzati tramite una ricorsione bilatera a coefficienti costanti che generalizza il modello di processi autoregressivi (AR) sull'asse degli interi. Inoltre è stato mostrato come il problema di *stima a massima verosimiglianza per processi reciproci stazionari* sia riconducibile a un problema di *estensione di covarianza per matrici circolanti*. Tale problema generalizza il ben noto problema di estensione di covarianza per processi stazionari definiti sull'asse degli interi. Analogamente a quanto avviene per i processi stazionari definiti sull'asse degli interi, il problema di estensione di covarianza risulta quindi essere un passo fondamentale nella soluzione del problema di identificazione. Problemi di

estensione di matrici di covarianza sono stati affrontati in letteratura principalmente ad opera di A. P. Dempster, T. P. Speed e H. T. Kiiveri, H. Dym, C. R. Johnson e coautori. Il problema di estensione di covarianza per matrici circolanti, tuttavia, non rientra nell'ambito dei problemi trattati da tali autori. Nel corso del lavoro di tesi è stato mostrato come il problema di estensione di covarianza per matrici circolanti sia risolubile facendo ricorso a un principio di *massimizzazione dell'entropia*. Sono state inoltre fornite condizioni, sia nel caso scalare che multivariato, affinché il problema sia risolubile ed è stato mostrato che la sua soluzione coincide di fatto con la soluzione del *covariance selection problem* affrontato da Dempster. Sfruttando la particolare struttura del problema in esame, infine, sono stati proposti possibili metodi per il calcolo della soluzione che sono risultati efficienti se comparati con gli algoritmi presenti in letteratura per il *covariance selection problem*.

PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

1. F. Carli, A. Ferrante, M. Pavon, G. Picci "A Maximum Entropy approach to the Covariance Extension Problem for Reciprocal Processes" Proc. of Int. Symp. Mathematical Theory of Network and Systems, Budapest, Hungary (July 5–9, 2010);
2. F. Carli, G. Picci "On the Factorization Approach to Band Extension of Block-Circulant Matrices" Proc. of Int. Symp. Mathematical Theory of Network and Systems, Budapest, Hungary (July 5–9, 2010);
3. F. Carli, T. T. Georgiou "On the Covariance Completion Problem under a Circulant Structure" Proc. of Int. Symp. Mathematical Theory of Network and Systems, Budapest, Hungary (July 5–9, 2010);
4. F. Carli, A. Ferrante, M. Pavon and G. Picci "A Maximum Entropy solution of the Covariance Selection Problem for Reciprocal Processes" A Celebration of the Field of Systems and Control: An international symposium on the occasion of two milestones in the careers of Chris Byrnes and Anders Lindquist, Stockholm, Sweden, (September 9–11, 2009);
5. G. Picci, F. Carli "Modeling and Identification of Reciprocal Processes" In Proc. of the 48th IEEE Conference on Decision and Control, Shanghai, China (December 16–18, 2009);
6. G. Picci, F. Carli "Modelling and Simulation of Images by Reciprocal Processes" Proc. of EUROSIM/UKSIM08, Cambridge, England (April 1–3, 2008).

Lavori accettati in corso di pubblicazione

7. F. Carli, A. Ferrante, M. Pavon and G. Picci "A Maximum Entropy solution of the Covariance Extension Problem for Reciprocal Processes" IEEE Transactions on Automatic Control;
8. F. Carli, T. T. Georgiou, "On the Covariance Completion Problem under a Circulant Structure", IEEE Transactions on Automatic Control.



Durante i tre anni della Scuola di Dottorato la dott.ssa **Carli Francesca** si è impegnata con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità della candidata, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Ceseracciu Elena** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Bioingegneria

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 la dott.ssa **Ceseracciu Elena** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Bioingegneria

ATTIVITA' DI FORMAZIONE

Corsi specifici per studenti di Dottorato offerti presso l'Università di Padova:

Primo anno

Biochips: Microdevices for Life Sciences, Docente: Prof. S. Vassanelli

Positron Emission Tomography (PET), Docente: Prof. M.C. Gilardi

3D Reconstruction from Images, Docente: Prof. F. Dellaert

Applied Linear Algebra, Docente: Prof. H. Wimmer, and Prof. M. Karow

Statistical Methods, Docente: Prof. L. Finesso

Secondo anno

Introduzione alla modellazione 3D, Docente: Prof. G. Casciola

Dynamical Models in Systems Biology, Docente: Prof. C. Altafini (solo seguito)

Partecipazione a scuole:

2nd Summer School on ADVANCED TECHNOLOGIES FOR NEURO-MOTOR ASSESSMENT AND REHABILITATION, 13-19 luglio 2008, Monte San Pietro (BO).

XXVII Scuola Annuale di Bioingegneria: "SISTEMI INDOSSABILI INTELLIGENTI PER LA SALUTE E LA PROTEZIONE DELL'UOMO", 15-19 settembre 2008, Bressanone.

IV Corso Siamoc EMG di superficie, 13-15 marzo 2008, Roma.

Musculoskeletal System and Computational Neuroscience for Rehabilitation, Italy-Japan international seminar, 15-18 giugno 2009, Milano – Genova (Italia).

1° Workshop GNB su Data Mining e Knowledge Discovery in Bioingegneria, 20 Febbraio 2009, Pavia.

XXVIII Scuola Annuale di Bioingegneria: "BIOINGEGNERIA PER LE NEUROSCIENZE COGNITIVE", 7-11 settembre 2009, Bressanone.

Corso precongressuale SIAMOC 2009, 30 settembre 2009, Alghero (SS)

Tutorial pre-congressuale "Robotic Lower Limb Exoskeletons for Human Locomotion", 12 Maggio 2010, Miami (FL) – USA.

Altri seminari seguiti:

"Cellular ANTomata", Prof. Arnold L. Rosenberg, 27/11/2008, Aula Magna DEI

"Color Image Reconstruction for Digital Cameras", Ing. D. Menon, 30/10/2008, Aula Magna DEI

"Studies on Androids and Humanoids", Prof. Hiroshi Ishiguro, 6/11/2008, Aula Magna DEI

"Metodi MCMC (Catene Markoviane e metodo di Monte Carlo) per la ricostruzione di segnali biomedici" – Ing. Paolo Magni, 15/10/2008, Aula 201 DEI/A

"3-dimensional Video: Technology and Applications", Prof. Marcus Gross, 3/06/2008, Aula Magna DEI

"Which Kind of Information Can Music Convey?", Prof. Claudio Ambrosini, 28/02/2008, Aula Magna DEI

"An Introduction to Graph-based SLAM", Dott. Giorgio Grisetti, 5/11/2008, Sala Riunioni 318 DEI/G

"Computational Social Choice and Manipulation in Approval Voting", Ulle Endriss, 8/04/2008, Aula 1C/150 Torre Archimede.



"Cellular microenvironment engineering for the development of in vitro models of functional tissues and diseases", Nicola Elvassore, 6/03/2008, Aula 201 DEI/A

"Biophysical Approaches in the Neurosciences" – Prof. Erwin Neher, 6/03/2008, Aula Rostagni
Dipartimento di Fisica

"CyberRat: A Brain-Chip Interface for High-resolution Bi-directional Communication" project presentation, Prof. S. Vassanelli e Prof. P. Fromherz, 12/02/2008, Aula Magna Istituto di Fisiologia

"Towards categorization in sensory systems", Prof. Pietro Perona, 11/03/2009, Aula Magna DEI

"Metodologie single-trial per l'analisi di potenziali evocati durante task cognitivi", Prof. Giovanni Sparacino, 22/01/2009, Aula Magna DEI

"Robustness in Biological Networks: From Genes to Cells to Systems", Prof. Francis J. Doyle III, 7/05/2009, Aula Magna DEI

"Omnidirectional vision: from calibration to robot motion estimation", Dr. Davide Scaramuzza, 26/02/2010, Aula Magna DEI

"Studio in risonanza magnetica della connettività anatomica cerebrale mediante immagini di tensore di diffusione (DTI)", Ing. A. Bertoldo, 28/04/2010, Aula Magna DEI

"Filosofia della matematica e matematica della filosofia", Piergiorgio Odifreddi, 21/10/2010, Aula Magna DEI

"Object Detection And Classification Using Machine Learning And Statistical Approaches", Haider Ali, 27/10/2010, Aula Magna DEI

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

"27th International Society of Biomechanics in Sports Conference 2009", Limerick (Irlanda), 17-21 agosto 2009

"10° congresso SIAMOC – Società Italiana di Analisi del Movimento in Clinica", Alghero (Italia), 1-3 ottobre 2009

"Neuroriabilitazione robotica dell'arto superiore CORNER 2009 (COordinamento di Robotica NEuroRiabilitativa)" Genova, 14-15 dicembre 2009

2ND Joint ESMAC/GCMAS Meeting (JEGM 2010), May 12-15 2010, Miami (FL), USA

XIth International Symposium for Biomechanics and Medicine in Swimming, June 16 – 19 2010, Oslo (Norway)

19th IEEE International Symposium in Robot and Human Interactive Communication, Sep. 12 - 15 2010, Viareggio (Italy)

11° congresso SIAMOC – Società Italiana di Analisi del Movimento in Clinica, Ferrara (Italia), 4-7 ottobre 2010

Periodi di Attività all'Estero

-

Riconoscimenti:

-

Didattica Attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

"Modelli e controllo di sistemi biologici", Claudio Cobelli, n.8 ore, assistenza in laboratorio, A.A. 2008/2009.

"Bioingegneria del Movimento e della Riabilitazione", Chiara Dalla Man, n.18 ore, assistenza in laboratorio, A.A. 2009/2010.

ATTIVITA' DI RICERCA

L'attività di ricerca ha riguardato principalmente lo sviluppo di metodologie di tipo “markerless” per l'analisi cinematica tridimensionale di nuotatori, a partire da sequenze video subacquee. Nei primi due anni di dottorato è stato messo a punto il setup sperimentale per l'acquisizione delle sequenze video subacquee, in collaborazione con la facoltà di Scienze Motorie di Bologna. In questo ambito si colloca il ruolo di correlatrice ai lavori di tesi “Biomechanical analysis of swimmers through markerless motion capture”, di Silvia del Din (Laurea Specialistica in Bioingegneria, A.A. 2007/08) e “Sincronizzazione di un sistema di motion capture subacqueo e analisi 3D del movimento di nuotatori”, di Stefano Ceccon (Laurea Specialistica in Bioingegneria, A.A.2008/09). Nel primo anno sono stati inoltre sviluppati algoritmi di analisi di immagine per la sottrazione dello sfondo dalle immagini subacquee.

La tecnica “markerless” utilizzata è stata inizialmente sviluppata alla Stanford University; è completamente automatica ed è basata su ricostruzione volumetrica da silhouette e matching con un modello segmentato soggetto-specifico. Le traiettorie dei centri articolari così ricostruite sono state confrontate con quelle ottenute con la tecnica tradizionale, che prevede la digitazione a video dei punti di interesse su ciascuna sequenza.

Parallelamente, per l'analisi cinematica dei nuotatori, è stato sperimentato un approccio basato sul tracking di gruppi di feature disegnate sulla pelle del soggetto. Il tracking delle feature sui video è stato effettuato in maniera semi-automatica, sfruttando un tracker di tipo KLT, ma con la supervisione di un operatore. L'estrazione delle variabili cinematiche è stata quindi ottenuta con la tecnica CAST (Calibrated Anatomical Systems Technique), utilizzata principalmente in ambito clinico.

La tecnica “markerless” è stata applicata anche per la ricostruzione della cinematica intersegmentale in ambito clinico; sfruttando lo stesso sistema di acquisizione stereofotogrammetrico con telecamere ad infrarossi, si è eseguito un confronto di metodologie markerless e marker-based per l'analisi del cammino. Si sono inizialmente confrontate le traiettorie dei centri articolari calcolate con i due metodi su un campione di tre soggetti, eseguendo inoltre un'analisi di correlazione, al fine di valutare la ripetibilità nella stima della posizione dei centri articolari con le due metodologie (secondo anno). Successivamente è stato messo a punto un protocollo di co-registrazione dei sistemi di riferimento tecnici associati ai segmenti anatomici (arti inferiori) con le due tecniche, per poter eseguire il confronto relativamente al calcolo degli angoli articolari (terzo anno; correlatrice al lavoro di tesi “Confronto tra tecnologia markerless e marker-based nell'analisi del cammino tramite acquisizione simultanea” di Silvia Menato, Laurea Specialistica in Bioingegneria, A.A.2009/10).

Il terzo filone di ricerca, seguito nel secondo e nel terzo anno, riguarda la classificazione di gesti motori attraverso l'analisi del segnale elettromiografico registrato dagli arti inferiori. L'obiettivo di questo progetto è lo sviluppo di un controllore per un esoscheletro basato su dati ottenuti tramite elettromiografia di superficie, in collaborazione con Monica Reggiani (Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali, Vicenza). Per questo progetto sono state effettuate l'acquisizione dei dati e l'estrazione delle feature di interesse su una popolazione composta da quattro soggetti (secondo anno; correlatrice del lavoro di tesi “Analisi di segnali mioelettrici e classificazione di movimenti significativi” di Aler Crepaldi, Laurea Triennale in Ingegneria dell'Informazione, A.A.2008/09). È stata quindi effettuata la classificazione multi-classe mediante Support Vector Machine, partendo da diversi sottoinsiemi di feature estratti da diversi sottoinsiemi di muscoli, al fine di individuare il setup ottimale in termini di accuratezza di classificazione, e di ridotto ingombro strumentale.

Titolo definitivo Tesi: “New frontiers of markerless motion capture: application to swim biomechanics and gait analysis”

Supervisore: Claudio Cobelli

PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

E. Ceseracciu, M. Reggiani, Z. Sawacha, M. Sartori, F. Spolaor, C. Cobelli, E. Pagello, "SVM classification of locomotion modes using surface electromyography for applications in rehabilitation robotics", 2010 IEEE ROMAN , Page(s): 165 - 170

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

E. Ceseracciu, Z. Sawacha, S. Fantozzi, G. Dona, S. Corazza, G. Gatta, C. Cobelli, "Markerless analysis of swimmers' motion: a pilot study" ISBS - Conference Proceedings, 27 International Conference on Biomechanics in Sports (2009)

E. Ceseracciu, Z. Sawacha, S. Del Din, S. Ceccon, S. Corazza, C. Cobelli, "Comparison of markerless and marker-based motion capture technologies through simultaneous data collection during gait", Gait & Posture, Volume 30, Supplement 1, October 2009, Pages S14-S15

E. Ceseracciu, Z. Sawacha, S. Corazza, C. Cobelli, "Comparison of markerless and marker-based motion capture technologies through simultaneous data collection during gait", Gait & Posture, Volume 32, Supplement 2 (in press, 2010)

E. Ceseracciu, S. Ceccon, Z. Sawacha, S. Fantozzi, M. Cortesi, C. Cobelli, G. Gatta, "Application of CAST Technique to 3D Motion Analysis of Front Crawl Swimming", XIth International Symposium for Biomechanics and Medicine in Swimming, June 16 – 19 2010, Oslo (Norway), p.91.

E. Ceseracciu, Z. Sawacha, S. Fantozzi, M. Cortesi, S. Ceccon, G. Donà, S. Corazza, G. Gatta, C. Cobelli, "Markerless Analysis of Front Crawl Swimming", XIth International Symposium for Biomechanics and Medicine in Swimming, June 16 – 19 2010, Oslo (Norway), p.64.

E. Ceseracciu, M. Reggiani, Z. Sawacha, F. Spolaor, M. Sartori, E. Pagello, C. Cobelli, "SVM-based classification of EMG signals for enhanced interfaces in lower extremities exoskeletons", Gait & Posture, Volume 32, Supplement 1(in press, 2010)

E. Ceseracciu, Z. Sawacha, S. Fantozzi, M. Cortesi, S. Corazza, G. Gatta, C. Cobelli, "Underwater motion capture: a markerless approach", Gait & Posture, Volume 32, Supplement 1(in press, 2010)

Elenco pubblicazioni su rivista nazionale

Elenco pubblicazioni su convegno nazionali

E. Ceseracciu, M. Reggiani, Z. Sawacha, F. Spolaor, M. Sartori, E. Pagello, C. Cobelli "SVM-based classification of EMG signals for enhanced interfaces in lower extremities exoskeletons", Atti del Congresso Nazionale di Bioingegneria 2010, pp.197-198.

E. Ceseracciu, Z. Sawacha, S. Fantozzi, M. Cortesi, S. Ceccon, G. Donà, G. Gatta, S. Corazza, C. Cobelli, "Markerless analysis of front crawl swimming", Atti del Congresso Nazionale di Bioingegneria 2010, pp.199-200.

Lavori accettati in corso di pubblicazione

Lavori sottoposti

E. Ceseracciu, Z. Sawacha, S. Fantozzi, M. Cortesi, G. Gatta, S. Corazza, C. Cobelli, "Markerless analysis of front crawl swimming", Annals of Biomedical Engineering



S. Ceccon, E. Ceseracciu, Z. Sawacha, G. Gatta, M. Cortesi, C. Cobelli, S. Fantozzi,
“Application of CAST technique to 3D motion analysis of front crawl swimming”, Journal of Biomechanics

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato la dott.ssa **Ceseracciu Elena** si è impegnata con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità della candidata, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.

Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Chiarotto Davide** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 il dottor **Chiarotto Davide** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

ATTIVITA' DI FORMAZIONE

Corsi specifici per studenti di Dottorato offerti presso l'Università di Padova:

Primo anno

- *Modelling of Propagation Channels in Wireless Communication Systems*, Docente: Prof. Silvano Pupolin;
- *Applied Linear Algebra*, Docente: Prof. Harald Wimmer, Prof. Tobias Damm;
- *Applied Functional Analysis*, Docente: Prof. Paolo Ciatti, Dott. Gianluigi Pillonetto;
- *Statistical Methods*, Docente: Prof. Lorenzo Finesso.

Secondo anno

- *Codes, Graphical models, Distributed algorithms*, Docente: Prof. Fabio Fagnani.

Corsi seguiti presso altre istituzioni:

Terzo anno

- *Information theory*, Docente: Prof. Osvaldo Simeone.

Partecipazione a scuole:

- *Scuola Estiva di Ingegneria dell'Informazione*, 30 Giugno – 4 Luglio 2008, Bressanone (BZ).
- “2nd COST2100 Training School--MIMO: from theory to implementation”, 9 – 12 Marzo 2009, Parigi;

Altri seminari seguiti:

2008:

- 24/01: “Computazione quantistica: schemi computazionali digitali/analogici e locali/globali”, Prof. M. Rasetti, Aula “A. Rostagni”, Dipartimento di Fisica;
- 15/02: “Protocol Design Issues in Underwater Acoustic Networks”, Prof. M. Zorzi;
- 20/02: “Telemetria Laser Satellitare e Lunare Per Studi Di Geodinamica e Fisica Fondamentale”, Prof. Bianco;
- 21/02: “A family of turbo-structured LDPC codes”, Dott.ssa Garin;
- 28/02: “Which Kind of Information Can Music Convey?”, Mo. Claudio Ambrosini;
- 28/03: “On the performance of ad hoc networks with DS/CDMA LSIC Multiuser detection and Hybrid ARQ error control”, M. Levorato;
- 1/04: “A Century of Light Quanta”, Prof. Roy Glauber;
- 29/04: “Some problems in credit risk modelling”, Colloquia Patavina, Prof. M. Jeanblanc, Dipartimento di Matematica;
- 16/05: “The needs for QoS”, Prof. S. Menoncin, CISCO;
- 5/11: “Android Science - From Human likeness to Humanlike presence?”, Prof. H. Ishiguro;

- 6/11: "Interactive Gaming in Wireless Environments", C. E. Palazzi;
- 13/11: "Creatività Musicale e Ricerca Scientifica", Prof. N. Bernardini, Conservatorio "C. Pollini", Padova;
- 27/11: "Cellular ANTomata", Prof. Arnold L. Rosenberg.

2009:

- 6/02: "Game theory and its applications to computer engineering", L. Badia;
- 23/02: Visita al parco scientifico "VEGA" a Porto Marghera;
- 18/03: "Management and Policy in Mission-Oriented Sensor Networks", Prof. Tom La Porta;
- 5/05: "A Queuing Model for a Large Network of Major Airports", Prof. A. Odoni, MIT;
- 8/05: "Deployment and Localization in Target Tracking Oriented Wireless Sensor Networks", Y. Huang;
- 25/05: "SYNAPSE: Code Dissemination in Wireless Sensor Networks using Fountain Codes", M. Rossi;
- 15/09: "Towards High-Performance and Reconfigurable Optical Communication Networks", Prof. A.E. Willner.

2010:

- 11/01: "Cooperative retransmission protocols in fading channels: issues, solutions and applications", I. Stanojev;
- 17/02: "Sum capacity and optimal power allocation for parallel Gaussian interference channels", X. Shang;
- 17/03: "Canonical Correlation Analysis Applied in Array Signal Processing", X. Wang;
- 22/03: "On Feasibility of Interference Alignment in MIMO Interference Networks and A New Training Protocol for Channel State Estimation in Wireless Relay Networks", C. Yetis;
- 7/04: "Full Rate Space Time Codes for Large Number of Transmitting Antennas with No CSI at the Transmitter", A. Laufer;
- 21/07: "An Overview on F-Lipschitz Optimization with Wireless Networks Applications", C. Fischione;
- 10/09: "Performance Trends and Limitations of Electronic Energy Processing Systems", J. W. Kolar;
- 21/09: "Modern Techniques in Digital Audio Restoration", S. Godsill;
- 24/09: "Factors impacting Processor Design - A view from the field", P. Pattnaik;
- 8/10: "Advances in integrated quantum photonics", A. Peruzzo;
- 21/10: "Filosofia della matematica e matematica della filosofia", G. Odifreddi.

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

- "Workshop on cross layer design, IWCLD 2009", 11 – 12 Giugno 2009, Parigi;
- "Conference on Information Sciences and Systems (CISS)", 17 – 19 Marzo 2010, Princeton, NJ;
- "2010 Information Theory and Applications (ITA) Workshop", 1 – 5 Febbraio 2010, San Diego, CA;
- "Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers", 7 – 10 Novembre 2010, Pacific Grove, CA;

Periodi di Attività all'Estero

Dal 10 Dicembre 2009 al 19 Giugno 2010 ho trascorso un periodo di studi e ricerca all'estero presso NJIT, Newark, NJ, sotto la supervisione del Prof. Osvaldo Simeone.

Didattica Attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

“Laboratorio di reti e protocolli”, Prof. Michele Zorzi, 25 ore, assistenza in laboratorio, a.a. 2008/2009

ATTIVITA' DI RICERCA

I miglioramenti che le tecniche di ricezione multiutente, i sistemi multiantenna (MIMO) e le tecniche di instradamento cooperative sono in grado di apportare nelle reti wireless in termini di throughput e pieno sfruttamento dello spettro radio disponibile hanno provocato una crescente attenzione della comunità scientifica verso queste tematiche. Tuttavia, la presenza in questi sistemi di numerose trasmissioni simultanee fa sì che l'interferenza diventi una questione fondamentale, da prendere in considerazione sia per la valutazione delle prestazioni di rete, sia per la progettazione dei protocolli. In questa tesi si è adottata una strategia di ampio respiro per lo studio dell'interferenza multiutente e si sono proposte due tecniche di gestione dell'interferenza, che sono state applicate in due diversi tipi di reti senza fili.

Il primo scenario considerato è costituito da reti ad hoc con antenne multiple e trasmissioni multiutente. Le reti MIMO ad hoc sono costituite da dispositivi dotati di più antenne in grado di comunicare senza la necessità di un'infrastruttura di base, grazie alla condivisione di un mezzo comune, come, ad esempio, il canale radio in una banda specificata. Al fine di regolamentare l'accesso multiplo in questi tipi di rete, si è definito un protocollo capace di bilanciare il throughput e l'interferenza, incoraggiando l'accesso multiplo e al tempo stesso disciplinando le trasmissioni simultanee. A lato ricevente, la presenza contemporanea di molti segnali viene gestita tramite V-BLAST, un particolare ricevitore in grado di disaccoppiare i segnali sovrapposti tra loro ed estrarre i dati utili attraverso le cancellazioni successive. Tuttavia, la tecnica V-BLAST è basata sulle cancellazioni di interferenza in successione, pertanto è potenzialmente esposta alle interferenze. Inoltre, le operazioni eseguite da tale ricevitore si basano sulla conoscenza del canale, e la scarsa qualità delle stime di canale possono mettere in pericolo la ricezione del segnale stesso. In particolare, negli scenari multiutente, questi problemi possono portare a notevoli perdite di dati. Di fronte a questa situazione, si è proposta un'analisi in grado di valutare le statistiche degli errori di stima di canale nello scenario sopra citato, in cui la presenza simultanea di più segnali asincroni a livello di simbolo rende il problema ancora più complicato rispetto alle tradizionali stime di canale. Inoltre, si sono accuratamente valutate le prestazioni del protocollo di rete cross-layer in grado di integrare il livello sia fisico (PHY) che di accesso al mezzo (MAC). L'analisi degli errori di stima di canale è stata eseguita per due tipi di stimatori, a correlazione e MMSE. Grazie all'approccio utilizzato si è dimostrato che vi è una dipendenza diretta dell'errore di stima di canale dalla matrice istantanea di canale che considera tutte le trasmissioni all'interno della rete (cioè, che include anche i trasmettitori interferenti). Il modello così proposto permette di valutare rapidamente le prestazioni dei sistemi di stima di canale in funzione dei parametri del sistema ed ha reso possibile lo studio dell'effetto degli errori di stima di canale in un simulatore di protocollo per rete ad hoc. I risultati mostrano che il principale fattore limitante per le prestazioni di rete è la presenza di segnali indesiderati a lato ricevente. La soluzione più promettente valuta il livello di interferenza durante la fase di segnalazione per massimizzare la probabilità di corretta ricezione durante la trasmissione dei dati. In questo modo, ogni nodo potrà confermare solo le trasmissioni che verranno ricevute con successo durante la fase dati, evitando, in questo modo, la trasmissione di segnali che non possono essere ricevuti (cioè, che sarebbero solo fonte di interferenza).

Per riuscire a gestire le tecniche di instradamento cooperativo nelle reti di tipo “cognitive”, il secondo tipo di rete senza fili considerato in questa tesi, è necessario adottare un approccio

differente rispetto a quello utilizzato in precedenza. In questo contesto, i problemi di scarsa disponibilità dello spettro radio e l'inefficienza degli attuali sistemi che gestiscono lo spettro in modo statico mettono in evidenza la necessità di paradigmi innovativi di comunicazione capaci di condividere lo spettro tra utenti con priorità differenti. In particolare, la presenza di utenti privi della licenza per poter trasmettere nella porzione dello spettro (detti utenti secondari) riservata alla trasmissione ai nodi licenziatari (detti utenti primari) genera interferenza ai nodi primari, evitabile solo se gli utenti secondari adottano una tecnica di rilevamento della presenza dei nodi primari prima di decidere se trasmettere o meno. Un nuovo paradigma denominato "spectrum leasing", permette agli utenti primari di allocare porzioni di spettro agli utenti privi di licenza, evitando così l'interferenza generata dagli utenti secondari, che riescono, inoltre, ad eliminare la fase di ascolto del canale. Pertanto, i nodi secondari rappresentano per gli utenti primari dei potenziali ripetitori, che si rendono disponibili a cooperare alla trasmissione primaria in cambio di una concessione in termini di spettro radio. Quindi, in cambio della trasmissione dei pacchetti primari, i nodi secondari si aggiudicano risorse spettrali sufficienti alla trasmissione del proprio traffico. L'unico vincolo a questa cooperazione è rappresentato dalla qualità di servizio degli utenti secondari, che deve essere rispettata. Al fine di individuare differenti punti di lavoro tra le prestazioni in termini di throughput e l'ammontare globale dell'energia spesa dalla rete primaria, si sono proposte differenti politiche di routing in grado di sfruttare lo spectrum leasing opportunistico in modi diversi. Si sono inoltre considerate due tecniche di livello fisico per la coesistenza del traffico generato dagli utenti sia primari che secondari, ovvero divisione di tempo ("time division") e "superposition coding". Si è dimostrato che il superposition coding è ottimo, sia in termini di throughput che di consumo dell'energia primaria, rispetto a tutte le possibili strategie di multiplazione. Infine, i risultati numerici hanno quantificato i vantaggi della tecnica proposta di spectrum leasing applicata all'instradamento di tipo opportunistico ed hanno evidenziato la presenza di un compromesso tra il throughput e il consumo di energia primaria, regolabile attraverso opportune politiche di routing.

Titolo definitivo Tesi: *"Interference management in wireless networks: MAC Protocols for MIMO Ad Hoc Networks and Cooperative Routing in Cognitive Radio Networks"*

Supervisore: Prof. Michele Zorzi

PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

- **Davide Chiarotto**, Paolo Casari, Michele Zorzi, *"On the impact of channel estimation errors on MAC protocols for MIMO ad hoc networks"*, IEEE Trans. Wireless Commun., vol. 9, no. 10, pp. 3290-3300, Oct. 2010.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- **Davide Chiarotto**, Osvaldo Simeone, Michele Zorzi, *"Spectrum Leasing via Cooperative Opportunistic Routing"*, Asilomar, Pacific Grove, CA, Nov. 2010;
- **Davide Chiarotto**, Osvaldo Simeone, Michele Zorzi, *"Throughput and Energy Efficiency of Opportunistic Routing with type-I HARQ in Linear Multihop Networks"*, IEEE GLOBECOM, Miami, FL, Dec. 2010;
- Paolo Casari, **Davide Chiarotto**, Michele Zorzi, *"On the Impact of Transmit Waveforms on Channel Estimation Inaccuracies in Distributed MIMO Ad Hoc Networks"*, CISS, Princeton University, NJ, Mar. 2010;
- Paolo Casari, **Davide Chiarotto**, Michele Zorzi, *"On the Tradeoff between MAC-level Performance Metrics in MIMO Ad Hoc Networks with Imperfect Channel Estimation"*, IWCLD, Palma de Mallorca, ES, Jun. 2009;

- **Davide Chiarotto**, Paolo Casari, Michele Zorzi, “*On the Statistics and MAC Implications of Channel Estimation Errors in MIMO Ad Hoc Networks*”, IEEE GLOBECOM, New Orleans, LA, Nov. 2008.

Lavori sottoposti

- **Davide Chiarotto**, Osvaldo Simeone, Michele Zorzi, “*Spectrum Leasing via Cooperative Opportunistic Routing Techniques*”, IEEE Trans. Wireless Commun., Oct. 2010.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Chiarotto Davide** si è impegnato con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità del candidato, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.

Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Dalla Chiara Andrea** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 il dottor **Dalla Chiara Andrea** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Parte 1 – Didattica

Corsi seguiti:

- Digital processing of measurement information – C. Narduzzi
- Applied linear algebra – M. Karow , H. Wimmer
- Applied functional analysis – P. Ciatti
- Electrostatic Discharge in Integrated Circuits – G. Meneghesso
- Project Management – L. Vangelista
- Satellite Navigation System – O. Pozzobon
- ABC del Business Plan (StartCup 2010)

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi:

SCUOLA DI DOTTORATO “ITALO GORINI” 2008:

Scuola di dottorato organizzata dal Gruppo di Misure Elettriche ed Elettroniche italiano.

TEMA: Metodologie e dispositivi di misura nei diversi ambiti industriali, dei servizi, della qualità.

LUOGO e DURATA: Gaeta/Minturno, 1-5 Settembre 2008.

PROGRAMMA:

- Moderne architetture ADC e DAC;
- Procedure e sistemi di test per la valutazione degli errori di non linearità integrali nella conversione analogico-digitale, con comportamento statico o dinamico;
- Caratterizzazione e test della dinamica degli ADC;
- Microsensori, sensori isteretici e trasduttori basati su ferro fluidi;
- Reti di sensori intelligenti;
- Sintesi e verifica formale del software;
- Modellistica empirica di sistemi non lineari dinamici mediante approcci tipo serie di Volterra;
- Le decisioni in situazioni incerte: quantificare e scegliere i rischi derivanti dall'incertezza.

SCUOLA DI DOTTORATO “ITALO GORINI” 2009:

Scuola di dottorato organizzata dal Gruppo di Misure Elettriche ed Elettroniche italiano.

TEMA: Metodologie e dispositivi di misura nei diversi ambiti industriali, della qualità e della metrologia.

LUOGO e DURATA: Perugia, 31 Agosto, 4 Settembre 2009.

PROGRAMMA:

- Misure per l'industria;
- The nuclear fusion case;
- Measurement for the protection of Electrical Power System;
- Produzione del ricevitore di un sistema fotovoltaico a concentrazione: test e misure
- Metrologia;
- La metrologia delle radiazioni ionizzanti e il suo ruolo in campo medico e ambientale;
- Metodologie e tecniche per lo sviluppo di sistemi software per misura e testing in ambito industriale;
- la misura del tempo e la navigazione satellitare - PRIN 2007;
- Metodi e misure per la qualità e la gestione dei processi;
- Strumenti e metodi per la fault detection, isolation and accomodation;
- Ricerca e trasferimento tecnologico negli sviluppi di apparati elettronici di rilevamento e trasmissione dati;
- Prestazioni di affidabilità: approcci teorici e sperimentazione.

SCUOLA DI DOTTORATO "ITALO GORINI" 2010:

Scuola di dottorato organizzata dal Gruppo di Misure Elettriche ed Elettroniche italiano.

TEMA: Metodologie e dispositivi di misura nei diversi ambiti industriali, dei servizi, della qualità.

LUOGO e DURATA: Pistoia, 30 Agosto - 3 Settembre 2010.

PROGRAMMA:

- Misura del contributo delle vibrazioni al rumore emesso da (turbo)macchine;
- Direttiva EMC e sua applicazione;
- Misure su dispositivi RF non lineari;
- Introduzione al campionamento compresso;
- Metrologia a coordinate;
- Sistemi di misura basati sull'elaborazione di immagini: Scanner 3D/Visione stereo;
- Incertezza nei sistemi di riconoscimento dei volti per applicazioni biometriche;
- Non-invasive blood pressure monitoring: challenges and solutions;
- Tecniche di misura di vibrazioni mano-braccio sull'uomo, esercitate da apparecchiature meccaniche;
- Misure radar di deformazioni e spostamenti: collaudo e monitoraggio di strutture architettoniche e sorveglianza di versanti in frana;

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

- “Sistemi di comunicazione di nuova generazione”, 8 febbraio 2008.
- “Seminario Agilent”, 27 febbraio 2008.
- “Seminario Cisco”, 28 febbraio 2008.
- “Which Kind of Information Can Music Convey”, 28 febbraio 2008.
- “Filtraggio spaziale e temporale per sistemi di comunicazione a singolo fotone e applicazioni all'astronomia”, 13 marzo 2008.
- “Radiation Effects and Soft Errors in Advanced Technologies”, marzo 2008.
- “Convegno Venti anni di Ingegneria dell'Informazione”, 20 marzo 2008.
- Esposizione a campi elettromagnetici alla luce del Decreto Legislativo 257/2007. Aspetti metodologici e applicativi (Padova, 23 maggio 2008).
- IEEE Reliability Society Workshop (Padova, 29, 30 maggio 2008).
- “3-dimensional Video: Technology and Applications”, 3 giugno 2008.
- “Seminario Keithley”, 10 giugno 2008.
- “Routing in Outer Space: Fair Traffic Load in Multi-Hop Wireless Networks”.
- “Full-optical wireless communication (FOWC) system for NGN”, 9 luglio 2008.
- “Non invasive multichannel electromyography: applications in neurophysiology, ergonomics and gynecology”, 17 luglio 2008.
- “The Google Story”, 22 ottobre 2008.
- “Color Image Reconstruction for Digital Cameras”, 30 ottobre 2008.
- “You to Biz”, 27 ottobre 2008, e seguenti.
- Employment of wireless sensor networks for domestic applications (prof. Andreas Willig, 17 giugno 2009).
- The next dominant semiconductor after Silicon: Gallium Nitride. (prof. Umesh Mishra , 25 settembre 2009).
- Crescita e collasso dei sistemi economici e sociali complessi (prof. Ugo Bardi, 30 settembre 2009).
- RFID: stato attuale e ruolo dei laboratori universitari (prof. Luca Mari, 23 novembre 2009).
- Filosofia della matematica e matematica della filosofia (Prof. P. Odifreddi, 21 ottobre 2010).

Partecipazione a Conferenze Nazionali

Nessuna partecipazione diretta.

Partecipazione a Conferenze Internazionali



- EMC Europe 2010, 9th International Symposium on EMC joint with 20th International Wroclaw Symposium on EMC. September 13 -17, 2010, Wroclaw, Poland.

Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

- Laboratorio di Misure Elettroniche, prof. Luigino Benetazzo (I semestre a.a. 2008/09).
- Laboratorio per l'Automazione e la produzione industriale, prof. C. Narduzzi (I semestre 2008/09).
- Laboratorio di Misure per l'Automazione, docente prof. Alessandro Sona (II semestre a.a. 2008/09).
- Laboratorio di Misure di compatibilità elettromagnetica e sicurezza elettrica, docente prof. Matteo Bertocco (I semestre a.a. 2009/10).
- Laboratorio di misure per la produzione e l'automazione industriale, docente prof. Giada Giorgi (I semestre a.a. 2009/10).
- Laboratorio di Misure Elettroniche, docente prof. Luigino Benetazzo (I semestre a.a. 2009/10).
- Laboratorio di Misure Elettroniche, prof. C. Narduzzi (II semestre a.a. 2009/10).
- Laboratorio di Programmazione di sistemi digitali, prof. A. Soppelsa (II semestre 2009/10).

Permanenza all'estero

Nessuna.

Stage

Non è stata intrapresa alcuna attività formale di stage. Tuttavia, nel corso del primo anno, e per una certa parte del secondo, le attività di ricerca si sono svolte in collaborazione con MRCTech S.r.l., una società operante nel settore degli RFID e delle tecnologie wireless in generale. In tale contesto, l'attività svolta è stata di progettazione di applicazioni e approfondimento delle tematiche di performance e robustezza, già oggetto dell'attività di dottorato.

Parte 2 – Ricerca

Attività di ricerca svolta

In accordo con il piano di studi concordato inizialmente, nei primi mesi il lavoro di ricerca si è differenziato nei settori dell'identificazione a radio frequenza (RFID), delle reti di sensori Wireless (WSN), e dell'analisi spettrale avanzata.

Il lavoro sull'analisi spettrale avanzata, sebbene promettente e all'altezza di pubblicazione su conferenza internazionale, già nel corso del primo anno, è stato purtroppo sacrificato nei mesi successivi, con la specializzazione negli ambiti delle reti WSN e dei sistemi RFID. In particolare, i sistemi RFID rappresentano l'ambito nel quale la ricerca è stata maggiormente approfondita con ottimi risultati sperimentali e applicativi.

La fase iniziale, comune a tutte le attività svolte, si è limitata essenzialmente all'analisi teorica dello stato dell'arte. Nell'ambito delle reti di sensori, in questa fase ha prevalso lo studio

approfondito della letteratura in merito, comprendente lavori altamente qualificati, frutto dell'attività del gruppo nei mesi precedenti. Ad integrazione, si sono studiate problematiche pratiche sulle reti di sensori esistenti disponibili in laboratorio, in un contesto di collaborazione con l'azienda MRCTech S.r.l.. Parallelamente, è stata condotta una intensa attività di studio e ricerca bibliografica nel campo dei sistemi RFID, che si è concretizzata in una buona preparazione del background tecnologico nei tre principali campi applicativi: bassa frequenza LF attorno ai 125kHz, alta frequenza HF 13,56 MHz, altissima frequenza UHF 850-950 MHz.

Durante i primi mesi, le competenze accumulate nei due campi descritti sono state impiegate nella progettazione di un sistema di monitoraggio indoor per anziani, in collaborazione con MRCTech S.r.l. e Digilab. Lo sviluppo di tale progetto ha permesso di acquisire competenze anche in ambito di strumentazione e sensoristica biomedicale, ed ha ispirato e posto le basi per il lavoro svolto nei mesi successivi in termini di aggregazione dei sistemi WSN ed RFID.

Scendendo nel concreto, grazie all'acquisizione di una scheda lettore RFID UHF, si è potuto sperimentare l'integrazione di un lettore RFID in una infrastruttura wireless, attraverso la quale sia possibile compiere localmente o in remoto le operazioni tipiche di un sistema RFID: inventario, localizzazione, controllo, etc. Tale sistema modulare è stato impiegato per realizzazione di un sistema ibrido, che integri un nodo sensore wireless e la scheda lettore RFID. I limiti funzionali del nodo sensore hanno fortemente penalizzato la versatilità del dispositivo complessivo, ma hanno comunque permesso di verificare la possibilità di integrazione delle due piattaforme. In altre parole, si è realizzato un lettore RFID (HF e UHF), completo anche delle funzionalità di un nodo sensore wireless, tra le quali la possibilità di trasferire a un nodo remoto le informazioni ottenute dai TAG RFID.

I risultati ottenuti si sono dimostrati molto incoraggianti, anche se chiaramente limitati al livello prototipale. Il principale collo di bottiglia si è rivelato essere il nodo sensore, il quale non disponendo di potenti risorse computazionali, ha penalizzato il numero e la complessità delle funzioni implementabili "on-board". Nonostante questo, le procedure di riconoscimento e trasferimento dei codici identificativi dei TAG sono state implementate correttamente.

Contestualmente, portando avanti un approccio per certi aspetti olistico dei sistemi wireless, è stato progettato e sviluppato un gateway capace di raccogliere da remoto i dati ottenuti dai sensori (tra cui anche le informazioni contenute nei tag RFID), memorizzarli e all'occorrenza instradarli alle applicazioni che lo richiedano. Tali funzioni sono disponibili sia in tempo reale, in un'ottica di monitoraggio continuo, sia anche "off-line", con la trasmissione differita di interi record di dati raccolti nel corso del tempo.

Con lo sviluppo del sistema descritto, e lo studio di un sistema di misura del campo elettromagnetico, coordinato con altri dottorandi del gruppo e documentato in una pubblicazione presso conferenza internazionale, essenzialmente si esaurisce lo studio e l'approfondimento sulle reti di sensori.

Fin dall'inizio, parallelamente a quanto descritto, numerose campagne di misura sono state portate avanti sui sistemi RFID, in collaborazione con MRCTech S.r.l., e altre aziende ad essa collegate. Tra le varie possibilità architetture, l'attenzione è stata focalizzata soprattutto sui sistemi RFID UHF, nella banda 860-960 MHz. È opportuno rendere noto che tale scelta è stata essenzialmente influenzata dalla constatazione che tali sistemi stanno vivendo una diffusione molto importata, e ad oggi rappresentano quanto di più simile alla presenza massiva e ubiquitaria alla quale il settore punta. In un certo senso, una forma ancora embrionale di quello che è noto come "l'Internet delle cose". La scelta è ulteriormente motivata dalla constatazione che suddetti sistemi si stanno imponendo insieme e, per certi aspetti, grazie a uno standard riconosciuto a livello mondiale, che tuttavia, mostra ancora debolezze in termini di affidabilità e robustezza.

Già nel corso del primo anno sono state avviate delle sperimentazioni che hanno portato all'analisi completa delle principali problematiche di un sistema RFID UHF. A questo scopo è stato allestito un primo sistema di test a Noventa Vicentina presso MRCTech S.r.l., e i primi risultati sull'affidabilità e il comportamento in presenza di disturbi sono stati riportati in un articolo scientifico.

L'analisi dei dati raccolti e le apparenti correlazioni che sono state riconosciute tra le grandezze in gioco (distanza reader-tag, potenza emessa dal reader, etc.) hanno suggerito l'impostazione di nuove campagne di misura, i cui risultati hanno dimostrato la presenza di correlazioni altrimenti non evidenti, ma coerenti con le fondamentali leggi sulle onde elettromagnetiche. Dal lavoro svolto risulta comunque chiaro che sebbene i sistemi RFID UHF siano facilmente affetti da condizioni limitanti in termini di prestazioni, tuttavia, un'opportuna analisi delle caratteristiche delle applicazioni specifiche consente di individuare le impostazioni corrette per ottenere le migliori prestazioni. Tali risultati sono stati fondamentali al fine dell'identificazione di linee guida e regole per l'ottimizzazione delle prestazioni di un qualsiasi sistema RFID UHF.

Parallelamente, le misure raccolte hanno evidenziato come la presenza di altri fenomeni, generalmente considerati parassiti, possano essere sfruttati per migliorare ulteriormente le prestazioni. Il fenomeno parassita oggetto di studio è quello della riflessione.

In generale, nel campo delle comunicazioni wireless, le riflessioni hanno conseguenze negative sui segnali che arrivano al ricevitore: a titolo di esempio, questo accade con un segnale a banda stretta, la cui componente riflessa giunga all'antenna ricevente in controfase. In questa situazione, il segnale utile risulta complessivamente attenuato; in altre situazioni risulta distorto o disturbato, a seconda del numero di contributi di riflessione. L'utilizzo di piani metallici, e quindi riflettenti, ha un duplice pregio: prima di tutto, rappresenta un sistema rudimentale di schermatura contro i segnali di disturbo estranei al sistema. Secondariamente, una superficie metallica permette di gestire le riflessioni: tali segnali risultano quindi riflessi con maggiore coerenza rispetto all'ambiente circostante, e non giungono in modo casuale e quindi caotico al ricevente, e in certe condizioni possono interferire costruttivamente col segnale utile. Conseguentemente, si ottengono migliori prestazioni al lettore, da momento che i tag possono rilevare una maggiore potenza al collettore d'antenna, e questo in condizioni limite fa la differenza, consentendo a un tag di accendersi piuttosto che rimanere inattivo. Allo stesso modo, la potenza del segnale riflesso verso reader è maggiore, e il segnale stesso risulta meno disturbato.

Sul fronte diametralmente opposto, una parte del lavoro si è interessato ad approfondire le tematiche di robustezza nei confronti delle interferenze esterne al sistema. I risultati ottenuti sono molto interessanti perché utili nell'ottica di immunizzazione dei sistemi utilizzati al giorno d'oggi, i quali altrimenti mostrerebbero evidenti perdite di funzionalità in presenza di varie tipologie di disturbo. Tale comportamento è non accettabile perché rende il sistema vulnerabile, sia ai disturbi di carattere occasionale e casuale (con conseguenze deleterie al momento della lettura), sia ai disturbi volontari, volti ad oscurare il sistema. Parimenti, il risultato di queste misure, si rivela in prospettiva largamente propositivo nella progettazione delle future generazioni di sistemi RFID, poiché mettendo in luce i punti deboli, suggerisce i miglioramenti che possono e devono essere implementati in futuro.

In questo senso, le pubblicazioni redatte sulla base di questo lavoro hanno ottenuto un forte riscontro da parte della comunità scientifica, e sono stati valutati positivamente in due sedi: al congresso nazionale del Gruppo di Misure Elettriche ed Elettroniche, per il quale è stata presentata anche una versione estesa rispetto al tradizionale lavoro sintetico; e al congresso internazionale EMC Europe 2010, svoltosi in Polonia.

In seno a questo gran numero di attività di ricerca nell'ambito dei sistemi RFID, un momento di importante crescita e scambio è risultato dalla condivisione di idee e punti di vista con il laboratorio universitario Lab#ID, ospitato dalla Università Carlo Cattaneo – LIUC di Castellanza. In questo contesto è stato un grande piacere organizzare di un seminario, tenuto dal



prof. L. Mari, nostro ospite il 23 novembre 2009, dal titolo “RFID: stato attuale e ruoli dei laboratori universitari”.

Titolo definitivo della tesi e nome del supervisore

Titolo: Analysis of performance and interference effects in Radio Frequency IDentification systems

Supervisore: prof. Alessandro Sona.

Parte 3 – Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- “EXPERIMENTAL ANALYSIS OF UHF RFID IMPAIRMENTS AND PERFORMANCE”, M. Bertocco, A. Dalla Chiara, G. Gamba, A. Sona, I2MTC 2009, Instrumentation and Measurement technology Conference, Singapore, May 5-7 2009.
- “EXPERIMENTAL COMPARISON OF SPECTRUM ANALYZER ARCHITECTURES IN THE DIAGNOSIS OF RF INTERFERENCE PHENOMENA”, M. Bertocco, A. Dalla Chiara, G. Gamba, A. Sona, I2MTC 2009, Instrumentation and Measurement technology Conference, Singapore, May 5-7, 2009.
- “ENHANCED USE OF RSSI-BASED WIRELESS NETWORK NODES FOR POWER MEASUREMENT PURPOSES”, L. BENETAZZO, M. Bertocco, A. Dalla Chiara, G. Gamba, A. Sona, I2MTC 2009, Instrumentation and Measurement technology Conference, Singapore, May 5-7, 2009.
- “PERFORMANCE EVALUATION AND OPTIMIZATION OF UHF RFID SYSTEMS”, M. Bertocco, A. Dalla Chiara, A. Sona, I2MTC 2010, Instrumentation and Measurement technology Conference, Texas, May 3-6, 2010
- “EXPERIMENTAL ANALYSIS OF UHF RFID SYSTEM SUSCEPTIBILITY TO IN-CHANNEL RADIO INTERFERENCE”, M. Bertocco, A. Dalla Chiara, A. Sona, EMC Europe 2010, Wroclaw, Poland, September 13 -17, 2010.
- “ANTI-SPOOFING AND OPEN GNSS SIGNAL AUTHENTICATION WITH SIGNAL AUTHENTICATION SEQUENCES”, O. Pozzobon, A. Dalla Chiara, M. Danieleto, L. Canzian, NAVITEC 2010, 5th ESA Workshop on Satellite Navigation Technologies, ESTEC, Noordwijk, The Netherlands, 8-10 December 2010.

Elenco pubblicazioni su convegno nazionale

- “ANALISI SIMULATIVA DELLA DISPOSIZIONE A MINIMO IMPATTO ELETTROMAGNETICO AMBIENTALE DI UNA RETE CELLULARE” M. Bertocco, A. Dalla Chiara, G. Gamba, A. Sona, Atti del XXV Congresso Nazionale GMEE, Roma, Settembre 2008, pp.225-226.

- “ANALIZZATORE DI SPETTRO SU ARCHITETTURA PXI PER ANALISI DI SEGNALI WIRELESS E DELLE TELECOMUNICAZIONI” L. Benetazzo, A. Dalla Chiara, G. Gamba, A. Sona, Atti del XXV Congresso Nazionale GMEE, Roma, Settembre 2008, pp.227-228.
- “CONSIDERATIONS ABOUT RADIATED EMISSIONS TESTS IN ANECHOIC CHAMBERS THAT DO NOT FULFILL THE NSA REQUIREMENTS”, M. Borsero, A. Dalla Chiara, C. Pravato, A. Sona, M. Stellini, A. Zuccato, 16th IMEKO TC4 Symposium, Sept. 22-24, 2008, Florence, Italy, pp. 825-830.
- “MISURE PER LA CARATTERIZZAZIONE E OTTIMIZZAZIONE DI SISTEMI RFID UHF”, M. Bertocco, A. Dalla Chiara, A. Sona, Atti del XXVI Congresso Nazionale GMEE, Roma, Settembre 2009, pp.155-156.
- “CARATTERIZZAZIONE SPERIMENTALE DELLA ROBUSTEZZA ALLE INTERFERENZE DI SISTEMI RFID UHF”, M. Bertocco, A. Dalla Chiara, A. Sona, Atti del XXVII Congresso Nazionale GMEE, Roma, Settembre 2010.
- “CARATTERIZZAZIONE SPERIMENTALE DELLA ROBUSTEZZA ALLE INTERFERENZE DI SISTEMI RFID UHF – ESTENSIONE”, M. Bertocco, A. Dalla Chiara, A. Sona, Atti del XXVI Congresso Nazionale GMEE, Roma, Settembre 2010.
- “VALUTAZIONE E MODELLIZZAZIONE A PARTIRE DA MISURE DEL COMPORTAMENTO DI SISTEMI RFID UHF IN APPLICAZIONI REALI”, M. Bertocco, A. Dalla Chiara, A. Sona, Atti del XXVI Congresso Nazionale GMEE, Roma, Settembre 2010.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Dalla Chiara Andrea** si è impegnato con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità del candidato, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Dalla Libera Fabio** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 il dottor **Dalla Libera Fabio** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Parte 1 Didattica

Corsi seguiti

Nome	Ore	Crediti	Voto
3D Reconstruction from Images (DEI044)	16	4.0	30/30L
Applied linear algebra (DEI002)	16	4.0	30/30L
Deconvolution of Physiological Signals (DEI046)	12	3.0	Ottimo
Algoritmi e software per il calcolo scientifico (MAT05)	10	2.5	30/30
Design Patterns in Software Development (DEI047)	16	4.0	30/30
Statistical Methods - 2008-2009-2010 (DEI057)	24	6.0	A+

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi

1. IEEE-RAS / IFRR School of Robotics Science on Learning, Lazise
2. COGNIRON Winter School on Human Robot Interaction, Losanna, Svizzera

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

1. Edoardo Rizzi, Sistemi di comunicazione di nuova generazione: quantità, qualità dell'informazione, misure e interventi
2. Claudio Ambrosini, Which Kind of Information Can Music Convey?
3. Luca Corradini, Analysis and Implementation of Digital Control Architectures for DC-DC Switching Converters
4. Filippo Menczer, La Rete Web Click
5. Kentaro Hirata, Stability Analysis of Passive Dynamic Walking
6. Mitsuji Matsumoto, Full-optical wireless communication (FOWC) system for NGN
7. Richard A. De Millo, Blighted Virtual Neighborhoods and Other Threats to Online Social Experiences
8. Shojiro Sakata, Decoding algebraic geometry codes by using Sakata's algorithm
9. Giulio Rosati, Programming of robotic workcells
10. Roberto Merletti, Non invasive multichannel electromyography: applications in neurophysiology, ergonomics and gynecology
11. George Plosker, Overview of IEEE Xplore and Tips for Targeted Searching
12. Alberto Bertoldo, FEMS: un solutore parallelo per applicazioni agli Elementi Finiti
13. Paolo Frasca, Gossip coverage algorithms
14. Robert W. Lindeman, A Global, Multidisciplinary Approach to Undergraduate Education in Robotics and Interactive Media
15. Matthias Rolf (Dipl.-Inform.), Goal Babbling permits direct Learning of inverse Kinematics
16. Koji Ota, Phenomenal Consciousness and its Unity: A Representationalist Approach
17. Takehiro Minamoto, Individual Differences in Working Memory Capacity and Distractor Processing: An fMRI Study
18. Tora Koyama, Intentions and Actions: Recent Theories on the Difference between Bodily Movements and Human Actions
19. Kaori Endo, Individual difference of Working memory and Effects of Japanese style-shift
20. Sadi Vural, Face Recognition Technology for business
21. Satoshi Hagihira, Anesthesiology and Intensive Care Medicine
22. Kohei Ogawa, Overview of the Geminoid Study
23. Stefano Panzeri, How the cerebral cortex uses time to encode naturalistic sensory

Partecipazione a Conferenze Nazionali

1. JSME Robotics and Mechatronics Conference (ROBOMECH'09), Fukuoka, Japan, 2009.
2. Proceedings of the Information Processing Society of Japan, Kansai Branch, Kobe, Japan, 2009.

Partecipazione a Conferenze Internazionali

1. Simulation, Modeling, and Programming for Autonomous Robots (SIMPAN 2008), 2008.
2. 2009 IEEE International Conference on Robotics and Automation, Kobe, Japan, 2009.
3. 9th IEEE-RAS Intl. Conf. on Humanoid Robots (Humanoids 2009), Paris, France, 2009.
4. RoboCup Symposium 2010, Singapore, Singapore, 2010.
5. Second International Conference on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots (SIMPAN 2010), Darmstadt, Germany, 2010.

Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

1. Attività didattica integrativa al corso di Fondamenti di Informatica, corso di Laurea in Ingegneria Gestionale e Meccatronica, sede di Vicenza, A.A. 2009-2010, titolare Prof. Enrico Pagello, per un totale di 24 ore (di cui 12 ore di lezione e 12 di supporto al laboratorio).
2. Attività didattica di supporto al corso di Robotica Autonoma, corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica, A.A. 2009-2010, titolare Prof. Emanuele Menegatti, per un totale di 18 ore in laboratorio.

Permanenza all'estero

Intelligent Robotics Laboratory del Professor Hiroshi Ishiguro, Università di Osaka, Osaka, Giappone, nei periodi 1 Aprile – 26 Giugno 2008, 14 Novembre 2008 – 28 Ottobre 2009, 14 Giugno 2010 – 14 Settembre 2010.

Parte 2 Ricerca

Descrizione dell'attività di ricerca durante il dottorato

Nel campo della robotica possiamo assistere ad un crescente diffondersi di robot umanoidi di piccole dimensioni. La loro forma antropomorfa facilita l'interazione con utenti inesperti che si relazionano col robot in maniera simile a quanto farebbero con un altro essere umano. D'altro canto l'elevato numero di gradi di libertà pone notevoli difficoltà nella realizzazione di movimenti. L'attività di ricerca è incentrata sulla programmazione del movimento di robot umanoidi, ed in particolare sull'utilizzo del tatto come mezzo di comunicazione tra uomo e robot. I due elementi fondamentali di questo processo di programmazione, strettamente interdipendenti tra loro, sono:

- la descrizione a basso livello del movimento del robot, con particolare attenzione a tecniche che permettano di adattare il movimento a perturbazioni esterne;
- l'interazione tra uomo e robot, ed in particolare l'utilizzo di istruzioni tattili come mezzo di comunicazione tra l'operatore umano ed il robot.

Rappresentazioni del movimento La descrizione del movimento utilizzata durante il primo periodo del dottorato è una rappresentazione classica, a catena aperta, basata su keyframe. In dettaglio il movimento viene espresso mediante una serie di posture, denominate keyframe, che devono essere assunte dal robot, in sequenza, a prefissati istanti di tempo. Successivamente si è dimostrato sperimentalmente come con un incremento minimo del costo computazionale si possa convertire la descrizione a keyframe del movimento in una rappresentazione mediante grafo,

che, includendo informazioni sui sensori, permette di aumentare notevolmente la robustezza dell'esecuzione del movimento in maniera automatica.

In un'altra serie di lavori si è invece sfruttato un Central Pattern Generator (CPG) per una rappresentazione compatta di movimenti periodici. I CPG sono circuiti neurali responsabili di attività periodiche di molti animali, in grado di generare segnali periodici anche in assenza di stimoli esterni. Le informazioni sensoriali, provenienti da neuroni interconnessi al CPG, modificano i segnali prodotte da tali circuiti e permettono al movimento di adattarsi in modo automatico all'ambiente circostante.

Una terza serie di lavori si è concentrata su un approccio alternativo, ispirato alla chemiotassi l'*Escherichia Coli* (E. Coli). Tale battere è in grado di compiere solo due tipi di movimenti: rotazioni in senso antiorario, che allineano le ciglia e lo fanno procedere in linea retta e rotazioni in senso orario, che separano le ciglia e gli fanno cambiare direzione in maniera casuale. Quando non vi sono sostanze nutrienti o nocive il battere procede alternando i due tipi di rotazione effettuando quindi una random walk. Quando invece il battere percepisce incrementi nella concentrazione di nutrienti, questo prolunga il tempo di rotazione in senso antiorario, introducendo un bias nel suo movimento che lo porta alle sorgenti di nutriente.

Gli esperimenti, condotti per semplicità utilizzando un robot dotato di ruote, hanno dimostrato l'enorme robustezza dell'approccio. In particolare si è mostrato come un controllo basato sul concetto appena esposto sia in grado di pilotare un robot verso un goal anche in presenza di forti danneggiamenti agli attuatori o dei sensori di cui è dotato il robot.

Interazione tra uomo e robot Osservando istruttori di sport o di danza, è possibile notare come con semplici tocchi gli insegnati riescano a comunicare moltissime informazioni in maniera intuitiva. L'idea sviluppata nella tesi è utilizzare la stessa forma di comunicazione nell'interazione tra uomo e robot.

Il concetto di utilizzare interazione diretta risale al teaching by playback condotto con i primi bracci robotici, ed ha recentemente ritrovato lustro con la manipolazione diretta di robot umanoidi. Tuttavia, in questi casi il robot agisce solo passivamente, come una semplice marionetta controllata dall'operatore. Per avere un'interazione più simile a quella che avviene tra persone si è quindi proposto un nuovo paradigma basato sull'interpretazione e attuazione attiva dei motori. In una serie di lavori si è poi evidenziato come l'interpretazione di istruzioni tattili sia complessa vista la dipendenza dal contesto del loro significato. Ad esempio se il robot è in posizione eretta e l'operatore preme la parte superiore di una gamba, è molto probabile che l'effetto atteso sia che il robot porti la gamba indietro. Se invece il robot si trova leggermente accovacciato, una pressione nello stesso punto significa probabilmente che l'utente desidera che il robot si accovacci ulteriormente. Alla stessa istruzione tattile, quindi, a seconda del contesto devono corrispondere attuazioni dei motori completamente diverse.

Dopo aver progettato e implementato un algoritmo di machine learning in grado di interpretare le istruzioni tattili, ed aver verificato la sua efficacia nel ridurre i tempi di realizzazione di movimenti rispetto ad approcci tradizionali, si è passati allo studio dei dati raccolti durante l'interazione uomo-robot. Si è così potuto constatare che modelli lineari sono incapaci di descrivere il mapping tra istruzioni tattili e attuazione dei motori desiderata. Applicando tecniche di data mining si è poi identificato come la posizione dei giunti vicini al torso sia un elemento fondamentale del contesto. Tale constatazione, emersa automaticamente dai dati, risulta fortemente plausibile, in quanto tali giunti determinano l'orientazione complessiva degli arti.

Si è poi studiata la dipendenza delle istruzioni tattili dal singolo utente, e si è mostrato come diversi operatori umani forniscano tipi di istruzioni fortemente distinti. In dettaglio si è osservato che operatori diversi associano differenti livelli di astrazione alle istruzioni tattili.

Titolo definitivo della tesi e nome del supervisore

Humanoid robot motion creation based on touch interpretation: A new programming paradigm
Supervisore: Emanuele Menegatti

Parte 3 Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

1. Fabio Dalla Libera, Takashi Minato, Ian Fasel, Hiroshi Ishiguro, Enrico Pagello and Emanuele Menegatti, A new paradigm of humanoid robot motion programming based on touch interpretation, *Robotics and Autonomous Systems*, Special Issue on Humanoid Soccer Robots, Vol. 57(8), pp.846-859, 2008.
2. Fabio Dalla Libera, Takashi Minato, Hiroshi Ishiguro and Emanuele Menegatti, Direct Programming of a Central Pattern Generator for Periodic Motions by Touching, *Robotics and Autonomous Systems*, Special Issue on Advances in Autonomous Robots for Service and Entertainment, pp.847-854, 2010.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

3. Luca Iocchi, Fabio Dalla Libera and Emanuele Menegatti, Learning Humanoid Soccer Actions Interleaving Simulated and Real Data, *Second Workshop on Humanoid Soccer Robots at Humanoids 2007*, pp.33-40, 2007.
4. Fabio Dalla Libera, Takashi Minato, Ian Fasel, Hiroshi Ishiguro, Emanuele Menegatti and Enrico Pagello, Teaching by touching: an intuitive method for development of humanoid robot motions, *IEEE-RAS Intl. Conf. on Humanoid Robots (Humanoids 2007)*, Pittsburg, USA, 2007.
5. Marco Antonelli, Fabio Dalla Libera, Emanuele Menegatti, Takashi Minato and Hiroshi Ishiguro, Intuitive humanoid motion generation joining user-defined key-frames and automatic learning, *RoboCup Symposium 2008*, pp.13-24, Suzhou, China, 2008.
6. Fabio Dalla Libera, Takashi Minato, Hiroshi Ishiguro, Enrico Pagello and Emanuele Menegatti, Developing Robot Motions by Simulated Touch Sensors, *Simulation, Modeling, and Programming for Autonomous Robots (SIMPAR 2008)*, Vol. 5325, pp.246-257, 2008.
7. Fabio Dalla Libera, Takashi Minato, Hiroshi Ishiguro, Enrico Pagello and Emanuele Menegatti, Programming robot motions by touching, *BCS HCI 2009 Workshop on Domestic Robot Design*, Cambridge, UK, 2009.
8. Takashi Minato, Fabio Dalla Libera, Satoshi Yokokawa, Yutaka Nakamura, Hiroshi Ishiguro and Emanuele Menegatti, A Baby Robot Platform for Cognitive Developmental Robotics, *Workshop on "Synergistic Intelligence" at the 2009 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2009)*, St. Louis, USA, 2009.
9. Fabio Dalla Libera, Takashi Minato, Hiroshi Ishiguro, Ademar Ferreira, Enrico Pagello and Emanuele Menegatti, Humanoid motion representation by sensory state transitions, *VI Latin American Robotics Symposium (LARS2009)*, Valparaiso, Chile, 2009.
10. Fabio Dalla Libera, Takashi Minato, Hiroshi Ishiguro and Emanuele Menegatti, Developing Central Pattern Generator based periodic motions using tactile interaction, *9th IEEE-RAS Intl. Conf. on Humanoid Robots (Humanoids 2009)*, pp.105-112, Paris, France, 2009.
11. Fabio Dalla Libera, Takashi Minato, Hiroshi Ishiguro, Enrico Pagello and Emanuele Menegatti, A software toolset for quick humanoid motion prototyping, *Proceedings of the 4th Workshop on Humanoid Soccer Robots, workshop of the 2009 IEEE-RAS Intl. Conf. on Humanoid Robots (Humanoids 2009)*, pp.45-51, Paris, France, 2009.
12. Fabio Dalla Libera, Takashi Minato, Hiroshi Ishiguro, Enrico Pagello and Emanuele Menegatti, Teaching Motions by Touching, *Humanoids 09 Workshop on Tactile Sensing in Humanoids - Tactile Sensors and Beyond*, pp.68-71, Paris, France, 2009.
13. Fabio Dalla Libera, Shuhei Ikemoto, Takashi Minato, Hiroshi Ishiguro, Emanuele Menegatti and Enrico Pagello, Biologically inspired mobile robot control robust to hardware failures and sensor noise, *RoboCup Symposium 2010*, Singapore, Singapore, 2010.
14. Fabio Dalla Libera, Shuhei Ikemoto, Takashi Minato, Hiroshi Ishiguro, Emanuele Menegatti and Enrico Pagello, A parameterless biologically inspired control algorithm robust to non-linearities, dead-times and low-pass filtering effects, *Second International Conference on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots (SIMPAR 2010)*, 2010

Elenco pubblicazioni su convegno nazionale

15. Fabio Dalla Libera, Takashi Minato, Hiroshi Ishiguro and Emanuele Menegatti, Motion development as direct CPG adjustment by touching, Proceedings of the JSME Robotics and Mechatronics Conference (ROBOMECH'09), pp.2A1-E20, Fukuoka, Japan, 2009.
16. Fabio Dalla Libera, Shuhei Ikemoto, Takashi Minato, Hiroshi Ishiguro and Emanuele Menegatti, Biased Random Walk For Controlling a Mobile Robot, Proceedings of the Information Processing Society of Japan, Kansai Branch, pp.D09, Kobe, Japan, 2009.
17. Shuhei Ikemoto, Fabio Dalla Libera, Minato, Emanuele Menegatti and Hiroshi Ishiguro, Learning Data Sampling exploiting Random Walk based on Binary Evaluation, Proceedings of the JSME Robotics and Mechatronics Conference (ROBOMECH'10), pp.1A1-F10, Asahikawa, Japan, 2010.
18. Fabio Dalla Libera, Shuhei Ikemoto, Takashi Minato, Hiroshi Ishiguro and Emanuele Menegatti, Robot control inspired by Escherichia Coli chemotaxis, Proceedings of the JSME Robotics and Mechatronics Conference (ROBOMECH'10), pp.1A1-F14, Asahikawa, Japan, 2010.
19. Fabio Dalla Libera, Shuhei Ikemoto, Takashi Minato, Hiroshi Ishiguro and Emanuele Menegatti, A minimalistic behavioral rule for robot control, 8th Special Research Committee on Embodiment Cognitive Science and Real world Application (ECSRA 10), pp.A09, Osaka, Japan, 2010.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Dalla Libera Fabio** si è impegnato con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità del candidato, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Dall'Anese Emiliano** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 il dottor **Dall'Anese Emiliano** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Tesi di dottorato

Titolo: *Spatio-temporal spectrum reuse based on channel gain cartography*

Supervisor: Prof. Silvano Pupolin

Elenco dei corsi seguiti durante il dottorato

Di seguito vengono elencati i corsi seguiti durante la scuola di dottorato in Ingegneria dell'Informazione (Gennaio 2008 – Dicembre 2010).

“Modelling of Propagation Channels in Wireless Communication Systems”

Docente: Prof. Silvano Pupolin, Dip. di Ingegneria dell'Informazione, Università di Padova

Istituto: Dip. di Ingegneria dell'Informazione, Università di Padova

“Spectral Analysis and the Moment Problem”

Docente: Prof. Tryphon T. Georgou, Dept. of Electrical Engineering, University of Minnesota

Istituto: Dip. di Ingegneria dell'Informazione, Università di Padova

“Applied Linear Algebra”

Docente: Prof. Harald Wimmer, Universitat Wurzburg, e Prof. Michael Karow, Technische Universitat Berlin

Istituto: Dip. di Ingegneria dell'Informazione, Università di Padova

“Applied Functional Analysis”

Docente: Prof. Paolo Ciatti, Dip. di Matematica Pura e Applicata, Università di Padova

Istituto: Dip. di Ingegneria dell'Informazione, Università di Padova

“Modern Coding Theory (and Beyond)” (senza crediti)

Docente: Prof. Ruediger Urbanke, EPFL Lousanne

Istituto: Dip. di Matematica, Politecnico di Torino

“Detection And Estimation Theory” (senza crediti)

Docente: Prof. Ahmed Hossam Tewfik, Dept. of Electrical Engineering, University of Minnesota

Istituto: Dept. of Electrical and Computer Engineering, University of Minnesota

“Optimization Theory” (senza crediti)

Docente: Prof. Zhi-Quan (Tom) Luo, Dept. of Electrical Engineering, University of Minnesota

Istituto: Dept. of Electrical and Computer Engineering, University of Minnesota

Partecipazione a scuole di dottorato

Partecipazione alla scuola “*Newcomm++ Summer School on Wireless Sensor Networks*”.

Data: 30 Giugno – 4 Luglio, 2008.

Luogo: Bressanone, Italia.

Direttore: Prof. Silvano Pupolin

Seminari:

- Introduction/WSNs/applications, Prof. R. Verdone, CNIT
- Industrial Efforts/Standardization, Dr. M. Dohler, CTTC
- Hardware & Experimentations, Dr. M. Dohler
- Channel Modelling for WSNs, Prof. C. Oestges, UCL
- MAC, Routing and Data Aggregation, Dr. M. Dohler, CTTC
- Network Coding, Prof. R. Koetter, LNT-TUM
- Topology Control and Connectivity, Prof. R. Verdone, CNIT
- UWB for WSNs, Prof. D. Dardari, CNIT
- Localization Techniques, Prof. D. Dardari, CNIT
- Distributed Data Estimation Protocols, Dr. C. Anton, CTTC

Workshop: Emerging Topic Workshop

Partecipazione a conferenze internazionali

- The 11th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC), 8-11 Settembre, 2008, Saariselka, Lapland, Finlandia.
- The Second International Workshop on Mobile Opportunistic Networking, ACM/SIGMOBILE MobiOpp 2010, 22-23 Febbraio 2010, Pisa, Italia.

Periodi di mobilità

- Periodo: Gennaio 2009 - Dicembre 2009
Istituto: Dept. of Electrical and Computer Engineering, University of Minnesota
Luogo: Minneapolis, MN, USA
Supervisor: Prof. Georgios. B. Giannakis
- Periodo: Marzo 2010 - Settembre 2010
Istituto: Dept. of Electrical and Computer Engineering, University of Minnesota
Luogo: Minneapolis, MN, USA
Supervisor: Prof. Georgios. B. Giannakis

Attività didattiche

E' stata svolta didattica di supporto per il seguente corso di laurea specialistica:

“*Comunicazioni con mezzi mobili*”, docente: Prof. Silvano Pupolin, AA. 2008/2009

Seminari svolti

Titolo: “*A primer on Kriging and its application to cognitive radio sensing*”

Luogo: Digital Technology Center (DTC), University of Minnesota

Data: 8 Luglio 2010

Titolo: “*Sparsity-aware Spectrum Sensing for Cognitive Radios Using Channel Gain Maps*”

Luogo: Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Università di Padova

Data: 29 Gennaio 2010

Titolo: “*Channel Gain Cartography for Wireless Networks*”

Luogo: Digital Technology Center (DTC), University of Minnesota

Data: 13 Luglio, 2010

Titolo: “*RF Spectrum Cartography for Cognitive Radio Networks*”

Luogo: Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Università di Padova

Data: 5 Novembre 2010

Pubblicazioni scientifiche

Pubblicazione su rivista (accettate)

S.-J. Kim, E. Dall'Anese, and G. B. Giannakis, “Cooperative Spectrum Sensing for Cognitive Radios Using Kriged Kalman Filtering”, *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing (JSTSP)*, 2011.

A. Assalini, E. Dall'Anese, and Silvano Pupolin, “On the Robustness of MIMO LMMSE Channel Estimation”, *IEEE Transactions on Wireless Communications*, 2010.

Pubblicazione su rivista (sottomesso/in review)

E. Dall'Anese, S.-J. Kim, and G. B. Giannakis, “Channel Gain Map Tracking via Distributed Kriging”, *IEEE Trans. on Vehicular Technology*. Sottomesso: Maggio 2010. Revisionato: Novembre 2010.

T. Erseghe, D. Zennaro, E. Dall'Anese, and L. Vangelista, “Fast Consensus by the Alternating Direction Multipliers Method”, *IEEE Trans. on Signal Processing*. Sottomesso: October 2010.

Pubblicazione su rivista (in preparazione)

E. Dall'Anese, A. Assalini, and Silvano Pupolin, “Sum Mutual Information of MIMO MAC with Training-based LMMSE Channel Estimation”, in preparazione.

E. Dall'Anese, S.-J. Kim, G. B. Giannakis, and S. Pupolin, “Power Allocation for Cognitive Radio Networks Under Channel Uncertainty”, in preparazione.

Pubblicazioni su atti di conferenza

Gli articoli presentati dal sottoscritto sono indicati con (*).

S.-J. Kim, E. Dall'Anese, G. B. Giannakis, and S. Pupolin, “Collaborative Channel Gain Map Tracking for Cognitive Radios,” *Proc. of The Second International Workshop on Cognitive Information Processing (CIP)*, Elba Island, Italy, June 2010.

M. Siti, A. Assalini, E. Dall'Anese, and S. Pupolin, “Low Complexity Decision-Directed Channel Estimation based on a Reliable-Symbol Selection Strategy for OFDM Systems,” *Proc.*



of *IEEE International Conference on Communications 2010*, Cape Town, South Africa, 23-27 May 2010.

(*) E. Dall'Anese, "Geostatistics-Inspired Sparsity-Aware Cooperative Spectrum Sensing for Cognitive Radio Networks," *Proc. of The Second International Workshop on Mobile Opportunistic Networking (Ph.D. Forum)*, Pisa, Italy, Feb. 2010.

S.-J. Kim, E. Dall'Anese, and G. B. Giannakis, "Spectrum Sensing for Cognitive Radios Using Kriged Kalman Filtering," *Proc. of The Third International Workshop on Computational Advances in Multi-Sensor Adaptive Processing*, Aruba, Dutch Antilles, Dec. 2009 (invited paper).

S.-J. Kim, E. Dall'Anese, and G. B. Giannakis, "Sparsity-Aware Cooperative Cognitive Radio Sensing Using Channel Gain Maps," *Proc. of Asilomar Conference on Signal, Systems and Computers*, Pacific Grove, CA, USA, Nov. 2009.

E. Dall'Anese, A. Assalini, and S. Pupolin, "Effect of Channel Covariance Error on the MIMO Linear MMSE Channel Estimator," *Proc. of The 12th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications*, Sendai, Japan, Sep. 2009.

A. Assalini, E. Dall'Anese, and S. Pupolin, "Linear MMSE MIMO Channel Estimation with Imperfect Channel Covariance Information," *Proc. of IEEE International Conference on Communications 2009*, Dresden, Germany, 14-18 Jun. 2009.

E. Dall'Anese, A. Assalini, and S. Pupolin, "On the Effect of Imperfect Channel Estimation upon the Capacity of Correlated MIMO Fading Channels," *Proc. of IEEE Vehicular Technology Conference 2009 Spring*, Barcelona, Spain, 26-29 Apr. 2009.

(*) E. Dall'Anese, A. Assalini, and S. Pupolin, "Reduced-Rank LS Estimation for MIMO-OFDM Systems," *Proc. of The 11th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications*, Lapland, Finland, Sep. 2008.

E. Dall'Anese, A. Assalini, and S. Pupolin, "On Reduced-Rank Channel Estimation and Prediction for OFDM-based Systems," *Proc. of The 10th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications*, Jaipur, India, Dec. 2007.

Articoli sottomessi a conferenza (in review)

E. Dall'Anese, S.-J. Kim, G. B. Giannakis, and S. Pupolin, "Power Allocation for Cognitive Radio Networks Under Channel Uncertainty", *IEEE International Conference on Communications 2011*. Sottomesso: Settembre 2010.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Dall'Anese Emiliano** si è impegnato con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità del candidato, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **D'Avanzo Costanza** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Bioingegneria.

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 la dott.ssa **D'Avanzo Costanza** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Indirizzo Bioingegneria.

ATTIVITÀ DI FORMAZIONE

Corsi specifici per studenti di Dottorato offerti presso l'Università di Padova:

Primo anno

Positron Emission Tomography (PET), Docente: Prof. ssa Maria Carla Gilardi.

Applied linear algebra, Docenti: Prof. Harald Wimmer, Prof. Michael Karow.

Statistical Methods, Docente: Prof. Lorenzo Finesso.

Deconvolution of Physiological Signals, Docente: Prof. Giovanni Sparacino.

Monte Carlo Methods, Docente: Prof. Alessandro Chiuso.

Partecipazione a scuole:

XXVII Scuola Annuale di Bioingegneria, “ *Sistemi indossabili intelligenti per la salute e la protezione dell'uomo*”, 15 - 19 Settembre 2008, Bressanone, Italia.

“*Twelfth EEGLAB Workshop*”, 17-22 novembre, San Diego, USA.

Altri seminari seguiti:

“ *C y b e r R a t , A Brain-Chip Interface for High-resolution Bi-directional Communication*” project presentation, Stefano Vassanelli, 12 febbraio 2008, Aula Magna Istituto di Fisiologia – Università di Padova.

“*Which Kind of Information Can Music Convey?*“, Claudio Ambrosini, 28 febbraio 2008, Aula Magna A. Lepschy – DEI – Università di Padova.

“*Cellular microenvironment engineering for the development of in vitro models of functional tissues and diseases*”, Nicola Elvassore, 6 marzo 2008, Aula 201 - DEI/A - Università di Padova.

“*Non invasive multichannel electromyography: applications in neurophysiology, ergonomics and gynecology*”, Roberto Merletti, 17 luglio 2008, Aula Magna A. Lepschy – DEI – Università di Padova.



“Metodi MCMC (Catene Markoviane e metodo di Monte Carlo) per la ricostruzione di segnali biomedici”, Paolo Magni, 15 ottobre 2008, Aula 201 – DEI/A – Università di Padova.

“Fondamenti dell'aritmetica: Dedekind e Peano”, Gabriele Lolli, 11 novembre 2008, Aula 1A/150 – Torre di Archimede – Università di Padova.

“The analysis and design of the steady-state behavior of nonlinear systems: Taming nonlinear excursions in the spirit of Lagrangia and Liapunov”, Christopher I. Byrnes, 4 febbraio 2009, Aula Magna A. Lepschy – DEI – Università di Padova.

“Development of Prospective Memory across the Lifespan”, Matthias Kliegel, 30 aprile 2009, Aula "Cesare Musatti" dei Dipartimenti Psicologici – Università di Padova.

“Dimostrazione della televisione 3D”, Walter Munarini, 6 maggio 2009, Aula Magna A. Lepschy – DEI – Università di Padova.

“Robustness in Biological Networks: From Genes to Cells to Systems”, Francis J. Doyle III, 7 maggio 2009, Aula Magna A. Lepschy – DEI – Università di Padova.

“Musculoskeletal System and Computational Neuro Science for Rehabilitation”, Italy-Japan international seminar, 15-18 giugno 2009, Milano

“Ruolo dell'ICT nella ricerca interdisciplinare”, DEI Retreat 2009, 28 settembre 2009, Aula Magna A. Lepschy – DEI – Università di Padova

“Analisi con singola traccia della P300: studio della variabilità intra-individuale nei pazienti con cirrosi epatica”, Sami Schiff, 17 febbraio 2010, Aula 1 – DPG – Università di Padova.

“L'analisi tempo-frequenza dell'EEG nello studio delle funzioni cognitive”, Fabrizio Del Vecchio, 17 marzo 2010, Aula Magna A. Lepschy – DEI – Università di Padova.

“Studio in risonanza magnetica della connettività anatomica cerebrale mediante immagini di tensore di diffusione (DTI)”, Alessandra Bertoldo, 28 aprile 2010, Aula Magna A. Lepschy – DEI – Università di Padova.

“La NIRS come strumento di studio delle funzioni cognitive”, Simone Cutini, 19 maggio 2010, Aula 1 – DPG – Università di Padova.

“Nonlinear Filtering -- Unscented Kalman filtering with SVD”, Tohru Katayama, 6 settembre 2010, Aula 301 – DEI/A – Università di Padova.

“Filosofia della matematica e matematica della filosofia”, Piergiorgio Odifreddi, 21 ottobre 2010, Aula Magna A. Lepschy – DEI – Università di Padova.

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

“13th ISHEN Symposium”, 28 aprile – 1 maggio 2008, Abano, Italia.



“Primo Congresso Nazionale di Bioingegneria”, 3 - 5 luglio 2008, Pisa, Italia.

“Simpar 2008”, 3-4 novembre 2008, Venezia (VE), Italia.

“7th International Symposium on NFSI & ICBEM”, 29-31 maggio 2009, Roma, Italia.

“World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering”, 7-12 settembre 2009, Monaco, Germania.

“Secondo Congresso Nazionale di Bioingegneria”, 8-10 luglio 2010, Torino, Italia.

Didattica Attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

“Informatica Medica”, Titolare del corso: prof. Giovanni Sparacino, attività di supporto nei laboratori per 12 ore, a.a. 2008/2009.

“Informatica Medica”, Titolare del corso: prof. Giovanni Sparacino, attività di supporto nei laboratori per 12 ore, preparazione di esercitazioni relative al laboratorio per 18 ore, supporto nelle verifiche di profitto per 10 ore, a.a. 2009/2010.

In aggiunta, nel corso dei tre anni, è stato prestato supporto in qualità di correlatrice a quattro laureandi magistrali in Bioingegneria.

ATTIVITÀ DI RICERCA

Descrizione

L'attività di ricerca è stata caratterizzata dalla messa a punto di metodologie di analisi del segnale elettroencefalografico (EEG) finalizzate all'estrazione di informazioni utili alla comprensione dei meccanismi cognitivi del cervello umano. Le collaborazioni con il *Dipartimento di Psicologia Generale* (prof.ssa Bisiacchi), con il *Dipartimento di Medicina Clinica e Sperimentale* (prof. Amodio) e con il *Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione* (Prof. Dell'Acqua) hanno reso possibile, in particolare, l'utilizzo delle metodologie proposte per lo studio dei processi di memoria e della discriminazione del tempo in soggetti normali e per la valutazione della degenerazione delle capacità attentive in soggetti cirrotici.

L'acquisizione dei segnali EEG avviene in maniera minimamente invasiva registrando l'attività elettrica tramite elettrodi posti sullo scalpo di soggetti in condizioni di riposo o sottoposti a test sperimentali. Durante questi test sperimentali vengono acquisite diverse realizzazioni del segnale (trials) mentre al soggetto sotto esame viene generalmente presentata una successione di stimoli identici. È possibile ricavare informazioni sui meccanismi di funzionamento del cervello mediante la descrizione delle caratteristiche del segnale registrato nella condizione di riposo e delle modificazioni che esso subisce dopo l'applicazione di uno stimolo; le differenze di comportamento dovute ad età o patologia possono invece aiutare a caratterizzare particolari fenomeni degenerativi. I problemi principali in questo contesto riguardano la difficoltà nel separare la risposta evocata dal segnale elettroencefalografico di fondo e la complessità nell'interpretazione di un segnale il cui contenuto spettrale varia continuamente nel tempo. Infatti, la non stazionarietà del segnale già in assenza di stimolo, l'elevata variabilità delle risposte (anche se evocate da stimoli identici) associata ad un bassissimo rapporto segnale/rumore, le differenze inter-

individuali, rendono necessario l'utilizzo di appropriate metodiche di analisi. A questo scopo sono state sviluppate delle tecniche di analisi nel dominio del tempo, di analisi nel dominio della frequenza e di analisi tempo-frequenza.

L'analisi nel dominio del tempo ha riguardato la stima di potenziali evocati, ossia la stima della risposta evocata da un stimolo. Lo studio delle problematiche proprie di questo ambito e la successiva messa a punto di nuove metodologie di stima hanno costituito la parte prevalente dell'attività di ricerca e sono stati scelti quali argomenti della tesi di dottorato. L'approccio più comunemente usato si limita alla stima della risposta evocata media, ottenuta, sotto assunzioni piuttosto critiche (stazionarietà del segnale di fondo e invarianza della risposta evocata), come media coerente dei segnali registrati. In letteratura sono state presentate molte metodologie alternative ma, di fatto, nessuna è diventata uno standard e la stima dei potenziali evocati è una questione ancora aperta. Nel corso dei tre anni di dottorato, sono state valutati due approcci bayesiani per l'estrazione della risposta evocata media e della risposta a livello single-trial, ossia a livello di ogni singola realizzazione del segnale misurato. La prima tecnica, messa a punto nel corso del primo anno di dottorato, consiste di un procedimento a due passi: come risultato del primo passo si ottiene una stima della risposta evocata media, come risultato del secondo passo delle stime delle risposte single-trial. Il metodo proposto, sfruttando delle conoscenze note a priori sulla risposta evocata e sul segnale di fondo, permette di ottenere, per ogni trial, la stima a minima varianza di errore per il segnale incognito. La risposta evocata media è quindi ottenuta a questo punto come media, pesata sull'inverso del valore atteso della norma dell'errore di stima, dei segnali stimati. Il secondo passo della metodologia consiste nella stima single-trial. La risposta evocata media ottenuta al passo precedente viene utilizzata come valore atteso noto a priori per raffinare la stima single-trial. Nel corso del secondo anno di dottorato, la tecnica proposta è stata validata su un ampio data set di dati simulati ed applicata a dati reali provenienti dai soggetti cirrotici; al contempo, è stata implementata una nuova e più raffinata tecnica che impiega un approccio bayesiano di tipo multi-task learning ad un passo. Essa assume che le risposte evocate da stimare siano simili tra loro come gli elementi di una popolazione e che l'informazione a disposizione per la stima di una risposta possa essere utilizzata per migliorare la stima di tutte le altre, in un contesto in cui tutti i dati vengono utilizzati simultaneamente. Il metodo, perfezionato e validato nel corso del terzo anno, fornisce una stima di una risposta evocata "media", la componente comune a tutte le risposte, e delle stime delle risposte individuali, che caratterizzano ogni componente della popolazione. Visti gli interessanti risultati ottenuti, sono stati avviati dal gruppo di ricerca degli studi per l'applicazione delle tecniche a segnali EEG usati per pilotare un sistema BCI (Brain Computer Interface), in cui un soggetto riesce a comunicare con il solo ausilio del segnale cerebrale. Inoltre, dai collaboratori del *Dipartimento di Psicologia dello Sviluppo e della Socializzazione*, è stata valutata l'impiego della prima tecnica proposta per stimare la risposta emodinamica da segnali acquisiti con spettroscopia funzionale nel vicino infrarosso (fNIRS) su soggetti sottoposti ad un compito di memoria visiva.

Oltre all'analisi nel dominio del tempo, l'attività di ricerca ha riguardato anche l'analisi nel dominio della frequenza e l'analisi tempo-frequenza. Per quanto riguarda il dominio della frequenza, sono stati compiuti, durante il terzo anno di dottorato, degli studi di coerenza tra segnali EEG registrati su diversi siti dello scalpo in condizioni di riposo. L'analisi della differenza di comportamento tra soggetti sani e cirrotici ha permesso di ricavare delle informazioni di utilità nella diagnosi della cirrosi epatica.

Studi tempo-frequenza sono stati condotti per cogliere la dinamica delle variazioni spettrali che caratterizzano il segnale elettroencefalografico durante i compiti cognitivi e per studiare il comportamento delle diverse bande in cui viene classicamente suddiviso il contenuto spettrale del segnale EEG. A questo scopo sono state messe a punto, nel corso del primo anno di dottorato, delle tecniche basate sulla Trasformata Wavelet. Durante il secondo anno l'analisi tempo-frequenza ha riguardato l'implementazione di tecniche di analisi ERD\ERS (Event Related Desynchronization\EventRelated Synchronization) che mirano a fornire una semplice descrizione, in termini di variazioni temporali dello spettro del segnale in una data banda, della desincronizzazione e della sincronizzazione delle popolazioni



di neuroni. Le tecniche proposte sono state applicate a dati reali e hanno condotto a risultati interessanti in esperimenti riguardanti la percezione del tempo e la memoria prospettica. L'evidenza della variabilità inter-individuale nella collocazione delle bande EEG ha portato a condurre delle analisi ERD\ERS su bande soggettive basate sul concetto della frequenza alfa individuale. Durante il terzo anno di dottorato, è stata messa a punto una nuova procedura completamente automatica per la determinazione della frequenza alfa individuale e degli elettrodi coinvolti nel calcolo di quest'ultima; essa si basa su un approccio cooperativo che utilizza l'informazione proveniente da tutti gli elettrodi di tutti i soggetti a disposizione e si è rivelata adatta anche per spettri con comportamento differente da quello canonico.

Titolo definitivo Tesi:

“Bayesian estimation techniques for the extraction of event-related potentials in neuroscience”

Supervisore:

Prof. Giovanni Sparacino

PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

C. D'Avanzo, V. Tarantino, P. Bisiacchi, G. Sparacino. “A wavelet Methodology for EEG Time-frequency Analysis in a Time Discrimination Task”. International Journal of Bioelectromagnetism, Vol. 11, No. 4, pp.185-188, 2009.

L. Tonin, E. Menegatti, M. Cavinato, C. D'Avanzo, M. Pirini, A. Merico, L. Piron, K. Priftis, S. Silvoni, C. Volpato, F. Piccione. “Evaluation of a Robot as Embodied Interface for Brain Computer Interface Systems”. International Journal of Bioelectromagnetism, Vol. 11, No. 2, pp.97-104, 2009.

Elenco pubblicazioni su convegni internazionali

C. D'Avanzo, S. Schiff, E. Pasqualotto, P. Amodio, G. Sparacino. “A Bayesian methodology to estimate single-trial ERPs with application to the study of the P300 variability in cirrhosis”. In IFMBE Proceedings volume 25/4, World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, September 7 - 12, 2009, Munich, Germany.

G. Sparacino, C. D'Avanzo, E. Pasqualotto, E. Veronese, S. Schiff, P. Amodio. “Event Related Potentials Measurement: A Bayesian Approach to Perform Improved Averaging and Single-Trial Estimation” . Workshop Proceedings of SIMPAR 2008 Intl. Conf. on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots, Venice(Italy) 2008 November, 3-4, ISBN 978-88-95872-01-8, pp. 389-394.

C. D'Avanzo, G. Sparacino, S. Schiff, P. Amodio. "Implementation of a wavelet- based procedure for EEG quantification during cognitive task". 13th ISHEN Symposium, Abano (PD, Italia), 28 aprile – 1 maggio 2008. Liver international 28, issue 5 (may 2008),734 in "Abstracts 13th International Symposium on Hepatic Encephalopathy and Nitrogen Metabolism. The 13th ISHEN", pp. 721-752.



V. Tarantino, A. Goljahani, C. D'Avanzo, G. Sparacino, P. Bisiacchi. "Electrophysiological correlates of reference memory in a time discrimination task: an ERP and ERD/ERS study". Poster Presentation. Society for Psychophysiological Research - 49th Annual Meeting, Berlino (Germania), 21-24 ottobre 2009.

S. Schiff, C. D'Avanzo, G. Cona, G. Sparacino, P. Bisiacchi, P. Amodio. "Single-trial analysis explains reduction of P300 amplitude in cirrhotic patients". Poster Presentation. Society for Psychophysiological Research - 49th Annual Meeting, Berlino (Germania), 21-24 ottobre 2009.

Schiff S, Goljahani A, D'Avanzo C, Parpaiola F, Amodio P, Sparacino G, Bisiacchi P. "Induced theta activity during event-based prospective memory task". Accepted for oral presentation at the 3rd International Conference on Prospective Memory", Vancouver (Canada), 28-30 luglio 2010.

Cona G, Bisiacchi P, D'Avanzo C, Sparacino G, Amodio P, Schiff S. "Small P300 in patients with hepatic encephalopathy: low amplitude or latency jittering?". Accepted for poster presentation at the 28th Workshop on Cognitive Neuropsychology, Bressanone (Italia), 24-29 gennaio 2010 (Poster presentation).

Elenco pubblicazioni su convegni nazionali

C. D'Avanzo, G. Sparacino, S. Schiff, P. Amodio. "Application of a wavelet-based methodology for the quantification of EEG during the "Simon" visual task". Primo Congresso Nazionale di Bioingegneria 2008, ATTI, pp. 521-522.

G. Sparacino, E. Veronese, S. Schiff, C. D'Avanzo, P. Amodio. "A bayesian nonparametric method for the estimation of single-sweep evoked potentials with application to the study of P300 in cirrhosis". Primo Congresso Nazionale di Bioingegneria 2008, ATTI, pp. 523-524.

C. D'Avanzo, A. Goljahani, A. Schiavon, F. Suman, G. Pillonetto, G. De Nicolao, G. Sparacino. "A multi-task learning method for the single-trial estimation of cognitive evoked potentials". Secondo Congresso Nazionale di Bioingegneria 2010, ATTI, pp. 469-470.

A. Cinetto, C. D'Avanzo, A. Goljahani, F. Piccione. "Performance of a BCI support vector machine classifier driven by denoised signals". Secondo Congresso Nazionale di Bioingegneria 2010, ATTI, pp. 623-624.

A. Goljahani, C. D'Avanzo, F. Parpaiola, S. Schiff, P. Amodio, S. Bisiacchi, G. Sparacino. "Desynchronization/synchronization and inter-individual variability of alpha frequency in EEG signals: application to a prospective memory task". Secondo Congresso Nazionale di Bioingegneria 2010, ATTI, pp. 505-506.

F. Scarpa, S. Cutini, L. Garbin, P. Scatturin, C. D'Avanzo, R. Dell'Acqua, G. Sparacino. "A bayesian filtering approach to estimate hemodynamic response in functional near infrared spectrometry (fNIRS)". Secondo Congresso Nazionale di Bioingegneria 2010, ATTI, pp. 553-554.

Lavori sottoposti



C. D'Avanzo, S. Schiff, P. Amodio, G. Sparacino. "A Bayesian method to estimate single-trial event-related potentials with application to the study of the P300 variability".
Submitted to Journal of Neuroscience Methods (in second revision).

Lavori in preparazione

A. Goljahani, C. D'Avanzo, S. Schiff, P. Amodio, P. Bisiacchi, G. Sparacino. "A new "Cooperative Self Tunable" approach for the computation of EEG individual alpha frequency".

P. Marchetti P, C. D'Avanzo, R. Orsato, G. Sparacino, A. Gatta, S. Montagnese, S. Schiff, G. Toffolo, P. Amodio. "EEG dynamics in liver cirrhosis: insight into liver-brain axis. Elements for EEG usage in the assessment of patients with liver cirrhosis".

S. Schiff, C. D'Avanzo, G. Cona, S. Montagnese, A. Goljahani, P. Bisiacchi, G. Sparacino, P. Amodio. "Intra-individual Variability of Response Speed and P300 single-trial parameters: The case of minimal hepatic encephalopathy".

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato la dott.ssa **D'Avanzo Costanza** si è impegnata con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità della candidata, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.

Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Di Buccio Emanuele** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 il dottor **Di Buccio Emanuele** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Parte 1 - Didattica

Corsi seguiti

- Sampling, Counting, Mixing and Balancing: Advanced Probabilistic Methods in Algorithms
- Applied Linear Algebra
- Applied Functional Analysis
- Statistical Methods

Didattica

Culture della materia per il corso di Reperimento dell'Informazione del Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica nell'anno accademico 2008/2009.

Seminari

Distinguished Lecturer Series

- Which kind of information can music convey? (Prof. C. Ambrosini)
- The Multi-Armed Bandit Meets the Web Surfer (Prof. E. Upfal)
- 3-dimensional Video: Technology and Applications (Prof. M. Gross)
- Studies on Androids and Humanoids (Prof. H. Ishiguro).

Altri seminari:

- Dynamically error-corrected gates for accurate quantum control and quantum computation (Prof. L. Viola)
- The Google Story (Prof. A. Panconesi)
- Fondamenti dell'Aritmetica: Dedekind e Peano (Prof. G. Lolli)
- Parsimonious Flooding in Dynamic Graphs (Prof. P. Crescenzi)
- Resolution Mosaic Image Segmentation (M. A-M. Salem)
- Information Retrieval and Quantum Theory (G. Zuccon)
- Improving Data Integration through Disambiguation Techniques (L. Po)
- Multimedia, eScience and the Semantic Web (S. Little)
- Un modèle pour la recherche d'information interactive basé sur le formalisme de la physique quantique (B. Piwowarski)

Partecipazione a Conferenze Nazionali

- Presentazione di [12] alla *Fourth Italian Conference on Digital Library Systems (IRCDL 2008)*, Padova, 24-25 gennaio 2008
- Presentazione di [13] alla *Sixteenth Italian Symposium on Advanced Database Systems (SEBD 2008)*, Mondello, Palermo, 22-25 giugno 2008
- Presentazione di [14] alla *5th Italian Research Conference on Digital Libraries (IRCDL 2009)*, Padova, 29-30 gennaio 2009
- Presentazione di [16] al *First Italian Information Retrieval Workshop (IIR-2010)*, Padova, 27-28 gennaio, 2010
- Partecipazione alla *6th Italian Research Conference on Digital Libraries (IRCDL 2010)*, 28-29 gennaio 2010

Partecipazione a Conferenze Internazionali

- Partecipazione al *Second Quantum Interaction Symposium (QI-2008)*, Oxford, UK, 26–28 marzo 2008.
- Partecipazione al *Third Workshop on the Future of Web Search*, Grandvalira, Andorra, April 4–5, 2008.
- Presentazione di [1] al *Second BCS IRSG Symposium: Future Directions in Information, Access 2008 (FDIA 2008)*, Londra, UK, 22 settembre, 2008.
- Presentazione di [2] al *ECIR 2009 Workshop on Contextual Information Access, Seeking and Retrieval Evaluation (CIRSE 2009)* e partecipazione alla *31st European Conference on Information Retrieval (ECIR 2009)*, Tolosa, Francia, 7-9 aprile 2009.
- Presentazione di [3] alla *13th European Conference on Digital Libraries (ECDL 2009)*, Corfu, Grecia, 27 settembre-2 ottobre, 2009.
- Presentazione di [4] al *Second Workshop on Very Large Digital Libraries (VLDL 2009)*, Corfu, Grecia, 2 ottobre, 2009.
- Presentazione di [5] alla *Eighteenth Text REtrieval Conference (TREC 2009)*, Gaithersburg, MD, USA, 17-20 novembre, 2009.
- Presentazione al Doctoral Consortium della *Third Information Interaction in Context Symposium (IiX 2010)*, New Brunswick, NJ, USA, 18-22 agosto, 2010.
- Presentazione di [7] al *Fourth Workshop on Human-Computer Interaction and Information Retrieval (HCIR 2010)*, New Brunswick, NJ, USA, 22 agosto, 2010.
- Partecipazione alla *Conference on Multilingual and Multimodal Information Access Evaluation (CLEF 2010)*, Padova, 20-23 settembre, 2010.
- Presentazione di [10] a *The ACM Workshop for Ph.D. Students in Information and Knowledge Management (PIKM 2010)* e partecipazione alla *19th ACM International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM 2010)*, Toronto, Canada, 26-30 ottobre, 2010.

Altro

- Prediction Methods (Prof. Denis Bosq) – corso specialistico per la Scuola di Dottorato in Statistica, XXIV Ciclo, Università degli Studi di Padova)
- 7th European Summer School in Information Retrieval (ESSIR2009), Padova, 31 agosto – 4 settembre 2009
- Designing User Interfaces for Interactive Information Retrieval Systems & Digital Libraries, 27 settembre 2009, Corfù, Grecia – ECDL 2009 Tutorial

Permanenza all'estero

- 02/07/2008 – 05/09/2007: Attività di ricerca su tecniche di retroazione implicita presso Knowledge Media Institute (KMi) di The Open University, in Milton Keynes, England, UK.
- 25/05/2010 – 11/09/2010: Attività di ricerca su tecniche di retroazione esplicita presso RALI Lab, Département IRO, Université de Montréal, Quebec, Canada.
- 05/10/2010 – 15/11/2010: Attività di ricerca su tecniche di retroazione esplicita presso RALI Lab, Département IRO, Université de Montréal, Quebec, Canada. Il periodo di visita è avvenuto all'interno del progetto QONTEXT (P.N. 247590 – FP7-PEOPLE-2009-IRSES)

Parte 2 - Ricerca

Titolo definitivo della tesi: Design, Implementation and Evaluation of a Methodology for Utilizing Sources of Evidence in Relevance Feedback

Supervisore: Professor Massimo Melucci

Descrizione attività di ricerca

L'attività di ricerca svolta durante il dottorato è stata focalizzata sulla progettazione, l'implementazione e la valutazione sperimentale di una metodologia per supportare l'utente nel processo di reperimento dell'informazione utilizzando diverse sorgenti di evidenza. La fase di implementazione è consistita in applicazioni della metodologia a specifiche sorgenti e nell'implementazione di un sistema sperimentale per effettuarne la valutazione.

Al fine di chiarire il concetto di sorgente si consideri un utente che sottopone un'interrogazione ad un sistema di reperimento. Tale interrogazione costituisce una descrizione dell'esigenza informativa dell'utente. Utilizzando tale descrizione il sistema restituisce una lista di risultati ordinata secondo il grado in cui ciascuno dei documenti risponde all'esigenza dell'utente. Le proprietà dei risultati o di un sottoinsieme di essi, ad esempio quelli visitati o esplicitamente giudicati rilevanti dall'utente, sono esempi di sorgenti. Il comportamento dell'utente nell'interagire con tali risultati è un ulteriore esempio di sorgente. L'informazione ottenuta da tali sorgenti, se opportunamente modellata, può essere usata per ottenere una rappresentazione dell'esigenza informativa più efficace di quella iniziale. Se l'ipotesi che l'informazione ottenuta da tali sorgenti migliori la rappresentazione dell'esigenza informativa fosse verificata, la misura dell'efficacia del sistema di reperimento aumenterebbe o comunque renderebbe il sistema più preciso e d'aiuto per l'utente specialmente nel momento in cui l'interrogazione iniziale sia ambigua, o l'esigenza informativa sia complessa e per soddisfarla sia necessaria più di un'interazione con il sistema.

La metodologia si propone di modellare, sulla base dell'evidenza ottenuta dalle sorgenti, i fattori che influenzano la percezione di rilevanza di un documento; i fattori relativi ad una sorgente vengono utilizzati come una nuova dimensione della rappresentazione dell'esigenza informativa oltre a quella ottenuta dall'interrogazione iniziale. Il termine "dimensione" è utilizzato per indicare una rappresentazione dei fattori che influenzano la percezione di un documento come rilevante in riferimento alla specifica sorgente considerata. Ciascuna dimensione può essere data in ingresso al sistema di reperimento che riordinerà i documenti sulla base di tale rappresentazione. L'obiettivo è quello di presentare un maggior numero di documenti rilevanti per l'utente tra i primi della lista di quelli presentati con l'interrogazione iniziale. Si è scelto un approccio metodologico al fine di affrontare la complessità dovuta alla diversità delle varie sorgenti, descritte da feature spesso eterogenee. Ad esempio il contenuto dei documenti può essere descritto sulla base di feature dei termini che appaiono in essi come la frequenza di comparsa; il comportamento dell'utente può essere descritto sulla base del tempo trascorso su un documento mentre lo si esaminava oppure delle azioni di stampa o di navigazione.

La metodologia [10,16] è costituita da un insieme di passi il cui obiettivo è quello di modellare ed utilizzare i fattori per una generica sorgente. Tali passi sono: (i) selezione della sorgente, (ii) raccolta dell'evidenza, (iii) modellazione della dimensione, (iv) modellazione del documento, e (v) predizione di rilevanza. Il primo passo consiste nella selezione della sorgente da cui osservare le feature. Una volta selezionata la sorgente, il secondo passo consiste nell'osservazione dei valori delle feature e nella selezione di alcune di esse. Sulla base di tale evidenza, viene poi modellata la dimensione corrispondente alla sorgente considerata. La dimensione viene utilizzata come ingresso nel processo di predizione. La fase di predizione richiede inoltre una rappresentazione del documento sulla base delle feature selezionate per la sorgente.

La metodologia non è circoscritta al caso di documenti testuali, ma è basata su un processo di astrazione il cui obiettivo è quello di modellare il problema del reperimento dell'informazione nel momento in cui siano coinvolti diversi livelli di risorse informative, differenti media e diverse sorgenti. Esempi di diversi livelli di risorse informative sono segmenti e passaggi, documenti, collezioni ed insiemi di collezioni; ogni risorsa è descritta da un insieme di feature. Tale astrazione è stata utilizzata per progettare SPINA [12,13], attività svolta fin dal primo anno di dottorato. SPINA è un sistema di reperimento basato su contenuto per sistemi distribuiti, ad esempio reti P2P, che fornisce funzionalità di indicizzazione e reperimento per documenti di tipo testuale e musicale [14,15]. Nel caso di una rete P2P i diversi livelli di risorse informative sono documento, peer e gruppi di peer. Tale architettura è stata sviluppata durante la partecipazione al progetto SAPIR finanziato nell'ambito del programma Information Society Technologies (IST) della Commissione Europea (contratto N. IST-045128). SPINA è stata utilizzata come ambiente sperimentale per testare algoritmi di reperimento su una rete P2P reale [3]. Il medesimo processo

di astrazione è stato utilizzato per la progettazione e lo sviluppo di FALCON [6,8,9], un sistema di identificazione delle cover basato su tecniche di reperimento per documenti testuali. Il sistema è stato rilasciato con licenza open source. L'applicazione dell'astrazione a documenti non testuali ed i sistemi realizzati costituiscono un contributo innovativo rispetto a quanto proposto in letteratura perché permettono, per la prima volta, a nostra conoscenza, di passare dalla metodologia alla sperimentazione di sistemi per il reperimento dell'informazione in ambiente interattivo e multimediale, riducendo l'impedenza tra i livelli metodologici a quelli sperimentali. L'attività svolta durante il dottorato è stata concentrata principalmente sull'applicazione della metodologia e del processo di astrazione a diverse sorgenti d'evidenza. Al fine di ottenere una rappresentazione uniforme del contributo delle sorgenti e di formulare in modo rigoroso delle ipotesi scientifiche su di esse, è stata utilizzata la teoria degli spazi vettoriali. Gli spazi vettoriali rappresentano ciascuna dimensione mediante una base vettoriale e ciascun documento come un vettore generato dalla base. La distanza tra sottospazio generato dalla base e vettore è una misura del grado in cui il documento soddisfa la dimensione dell'esigenza informativa ottenuta dalla sorgente corrispondente. Utilizzando la teoria degli spazi vettoriali la rappresentazione di una dimensione corrisponde al calcolo di base vettoriale, la modellazione del documento alla definizione di un vettore di feature caratteristiche della sorgente, e la predizione al calcolo della distanza tra sottospazio e vettore.

La metodologia è stata applicata a due particolari sorgenti: la relazione tra termini nei documenti giudicati rilevanti, ed il comportamento dell'utente nell'esaminare i risultati, mentre è iniziata la sperimentazione per il reperimento di dati multimediali e, in particolare, di quelli musicali.

La relazione tra i termini è stata modellata sulla base della co-occorrenza locale dei termini. L'attività di ricerca è stata incentrata sulla collezione dell'evidenza, ossia sulla selezione dei termini per modellare la dimensione, e sulla rappresentazione dei documenti. La metodologia è stata valutata su una collezione sperimentale di 50,220,423 di documenti (1.53 TB), circa il doppio della precedente più grande collezione sperimentale (25,205,179 di documenti, 426 GB). Estendendo le funzionalità di SPINA, è stato sviluppato un sistema che implementa la metodologia per modellare la relazione tra i termini. La fase di valutazione è stata condotta all'interno della campagna di valutazione TREC negli anni 2009 e 2010, nello specifico mediante la partecipazione alla Relevance Feedback Track a cui hanno partecipato diversi gruppi di ricerca a livello internazionale che hanno condiviso la stessa collezione sperimentale. L'obiettivo era quello di valutare gli algoritmi di retroazione utilizzando diversi insiemi di documenti come sorgenti. Il primo anno ciascun insieme di documenti conteneva fino a cinque documenti rilevanti, mentre il secondo anno un solo documento rilevante. L'attività in TREC 2010 è stata in parte svolta durante il periodo di visita presso il RALI Lab di Université de Montréal, Canada, nell'ambito delle attività di ricerca del progetto Marie Curie IRSES 'QONTEXT' del VII Programma Quadro.

La seconda sorgente di evidenza considerata è stata il comportamento dell'utente durante la visita dei risultati. In particolare esso è stato descritto in funzione di feature di interazione, quali ad esempio le azioni di scrolling o il tempo trascorso su una pagina per esaminarlo. L'ipotesi valutata è che la relazione tra feature di interazione possa fornire informazioni sulla percezione dei documenti da parte dell'utente in riferimento alla propria esigenza informativa. La mancanza di una collezione sperimentale disponibile ai fini di ricerca in cui siano presenti sia informazioni sul contenuto dei documenti che sull'interazione dell'utente, ha richiesto la progettazione e lo svolgimento di uno studio di utente. La progettazione e la realizzazione dello studio d'utente e, di conseguenza, la costruzione della collezione sperimentale contenente i dati dell'interazione, i documenti e le interrogazioni sperimentali, sono stati condotti durante, e successivamente, la visita presso il Knowledge Media Institute (UK). La collezione ottenuta è stata utilizzata per investigare l'efficacia di un riordinamento basato sul comportamento dell'utente, modellato come sottospazio vettoriale e, quindi, inteso come sorgente. In particolare si è investigato l'impatto dell'utilizzo di feature ottenute monitorando il comportamento di un gruppo di utenti al

fine di sostituire le osservazioni del singolo individuo, quando non disponibili. Inoltre il riordinamento basato sul comportamento è stato utilizzato come passo intermedio per supportare l'espansione automatica dell'interrogazione. L'espansione basata sui primi reperi è stata confrontata con quella basata sui primi riordinati mediante comportamento dell'utente.

Parte 3 - Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- [1] ***Modeling the Evolution of Context in Information Retrieval***. E. Di Buccio. In *Proceedings of the BCS-IRSG Symposium: Future Directions in Information Access (FDIA 2008)*, published as part of the eWiC Series, pp. 6-12, 2008.
- [2] ***Towards a Methodology for Contextual Information Retrieval***. E. Di Buccio and M. Melucci. *Workshop on Contextual Information Access, Seeking and Retrieval Evaluation (CIRSE 2009)*, Tolosa, Francia, 2009.
- [3] ***Improving Information Retrieval Effectiveness in Peer-to-Peer Networks Through Query Piggybacking***. E. Di Buccio, I. Masiero and M. Melucci. In *Proceedings of the 13th European Conference on Digital Libraries (ECDL 2009)*, pp. 420-424, Corfù, Grecia, 2009.
- [4] ***Exploiting individual users and user groups interaction features: methodology and infrastructure design***. E. Di Buccio and M. Melucci. In *Proceedings of the Second Workshop on Very Large Digital Libraries (VLDL 2009)*, Corfù, Grecia, 2009.
- [5] ***University of Padua at TREC2009: Relevance Feedback Track***. E. Di Buccio and M. Melucci. In *Proceedings of the Eighteenth Text REtrieval Conference (TREC 2009)*, Gaithersburg, MD, 2009.
- [6] ***Applying Text-Based IR Techniques to Cover Song Identification***. E. Di Buccio, N. Montecchio and N. Orio. Extended Abstract for the *Music Information Retrieval Evaluation eXchange (MIREX) 2010 Audio Cover Song Identification task submission*, Utrecht, Netherlands, 2010.
- [7] ***Exploring Combinations of Sources for Interaction Features for Document Re-ranking***. E. Di Buccio, M. Melucci and D. Song. In *Proceedings of the Fourth Workshop on Human-Computer Interaction and Information Retrieval (HCIR 2010)*, New Brunswick, NJ USA, 2010.
- [8] ***FALCON: FASt Lucene-based Cover sONG identification***. E. Di Buccio, N. Montecchio and N. Orio. In *Proceedings of ACM Multimedia 2010 International Conference - Open source software competition*, Firenze, 2010.
- [9] ***A Scalable Cover Identification Engine***. E. Di Buccio, N. Montecchio and N. Orio. In *Proceedings of ACM Multimedia 2010 International Conference (ACM MM'10)*, Firenze.
- [10] ***Toward the Design of a Methodology to Predict Relevance Through Multiple Sources of Evidence***. E. Di Buccio and M. Melucci. In *Proceedings of the ACM Workshop for Ph.D. Students in Information and Knowledge Management (PIKM 2010)*, Toronto, Canada, 2010.
- [11] ***How Quantum Theory is Developing the Field of Information Retrieval***. D. Song, M. Lalmas, C.J. van Rijsbergen, I. Frommholz, B. Piwowarski, J. Wang, P. Zhang, G. Zuccon, P.D. Bruza, S. Arafat, L. Azzopardi, E. Di Buccio, A. Huertas-Rosero, Y. Hou, M. Melucci, S. Rueger. *AAAI-Fall 2010 Symposium on Quantum Informatics for Cognitive, Social, and Semantic Processes (QI 2010)*, Washington DC, USA, 2010.

Elenco pubblicazioni su convegno nazionale

- [12] ***Content-based Information Retrieval in SPINA***. E. Di Buccio, N. Ferro and M. Melucci. In *Proceedings of the Fourth Italian Research Conference on Digital Library Systems (IRCDL 2008)*, published by DELOS: Network of Excellence on Digital Libraries, pp.89-92, Padova, 2008.
- [13] ***Towards a Superimposed Peer Infrastructure for Information Access***. E. Di Buccio, N. Ferro and M. Melucci. In *Proceedings of the Sixteenth Italian Symposium on Advanced Database Systems (SEBD 2008)*, pp. 398-405, Padova, 2008.
- [14] ***Design of a Music Retrieval System Based on a Peer-to-Peer Paradigm***. E. Di Buccio, N. Ferro, M. Melucci, R. Miotto and N. Orio. In *Proceedings of the 5th Italian Research Conference on Digital Libraries (IRCDL 2009)*, pp. 100-107, Padova, 2009.

- [15] ***Towards an Integrated Approach to Music Retrieval.*** E. Di Buccio, I. Masiero, Y. Mass, M. Melucci, R. Miotto, N. Orio and B. Sznajder. In *Proceedings of the 5th Italian Research Conference on Digital Libraries (IRCDL 2009)*, pp. 80-87, Padova, 2009.
- [16] ***From Entities to Geometry: Towards exploiting Multiple Sources to Predict Relevance.*** E. Di Buccio, M. Lalmas and M. Melucci. In *Proceedings of the First Italian Information Retrieval Workshop (IIR2010)*. CEUR-WS.org, ISSN 1613-0073, Vol. 560, urn:nbn:de:0074-560-7. 2010.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Di Buccio Emanuele** si è impegnato con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità del candidato, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Fiorin Diego** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Bioingegneria

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 il dottor **Fiorin Diego** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Indirizzo Bioingegneria

PARTE I: Didattica

Corsi seguiti

Positron Emission Tomography (PET), Prof. M.C. Gilardi

3D Reconstruction from Images, Prof. F. Dellaert

Applied linear algebra, Prof. H. Wimmer and Prof. M. Karow

Numerical Models for Fields Analysis in Biological Beings, Prof. F. Dughiero

Statistical Methods, Prof. L. Finesso

A vademecum of pattern recognition techniques with applications to image and video analysis, Prof. M. Piccardi – Ferrara

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi

XXVII Scuola Nazionale di Bioingegneria: “Sistemi indossabili intelligenti per la salute e la protezione dell'uomo”, Bressanone, Italia, 15 - 19 settembre 2008.

Partecipazione a scuole internazionali per dottorandi

International Computer Vision Summer School 2010 (ICVSS 2010) , Scicli (Ragusa), Italia, 12 – 17 luglio 2010.

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

Colloquia e seminari riguardanti le attività di studio e ricerca del Dipartimento (DEI).

Distinguished Lecturer Series (DEI).

Partecipazione a Conferenze Nazionali

1st National Conference of Bioengineering, Pisa, Italy, July 3-5, 2008.

Partecipazione a Conferenze Internazionali

11th World Congress of Medical Physics and Biomedical Engineering, Munich, Germany, September 7-12, 2009.

Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

Attività in qualità di correlatore per tesi di laurea:

“Implementazione di un filtro ibrido per il miglioramento del contrasto in immagini retiniche: applicazione su immagini ROP”, Chiara Fersini, corso di laurea triennale in Ingegneria Biomedica, 2008/2009.

“Creazione di un data set di immagini di riferimento per la segmentazione vascolare in immagini retiniche”, Marta Gervasi, corso di laurea triennale in Ingegneria Biomedica, a.a. 2008/2009.

“Algoritmi per identificazione di falsi vasi nell’analisi vascolare di immagini retiniche”, Marco Mardegan, corso di laurea triennale in Ingegneria Biomedica, a.a. 2008/2009.

“Identificazione di posizione e contorno del disco ottico in immagini della retina”, Davide Perina, corso di laurea specialistica in Bioingegneria, a.a. 2008/2009.

“Confronto tra diversi algoritmi per la stima dei calibri vascolari in immagini retiniche”, Federica Turcato, tesi di laurea triennale in Ingegneria Biomedica, a.a. 2009/2010.

“Sviluppo di un’interfaccia client/server per un’applicazione di analisi di immagini retiniche”, Filippo Minelle, tesi di laurea triennale in Ingegneria Biomedica, a.a. 2009/2010.

“Algorithms for the automatic tracking of the blood vessels network in retinal images acquired by RetCam in newborns”, Eleonora Grespan, laurea specialistica in Bioingegneria, a.a. 2009/2010.

Attività didattica di supporto svolta

Assistenza didattica di laboratorio per l’insegnamento "Strumentazione per Bioimmagini" del corso di laurea specialistica in Bioingegneria (Facoltà di Ingegneria) tenuto dal Prof. Alfredo Ruggeri, a.a. 2008/2009.

Assistenza didattica di laboratorio per l’insegnamento "Elaborazione di Dati, Segnali e Immagini Biomediche" del corso di laurea triennale in Ingegneria Biomedica (Facoltà di Ingegneria) tenuto dal Prof. Enrico Grisan, a.a. 2008/2009.

Assistenza didattica di laboratorio per l’insegnamento "Informatica" del corso di laurea triennale in Scienze Geologiche (Facoltà di Scienze matematiche, fisiche, naturali) tenuto dal Prof. Enrico Grisan, a.a. 2008/2009.

Assistenza didattica di laboratorio per l’insegnamento "Strumentazione Biomedica" del corso di laurea triennale in Ingegneria Biomedica (Facoltà di Ingegneria) tenuto dal Prof. Alfredo Ruggeri, a.a. 2009/2010.

Assistenza didattica di laboratorio per l’insegnamento "Elaborazione di Dati, Segnali e Immagini Biomediche" del corso di laurea triennale in Ingegneria Biomedica (Facoltà di Ingegneria) tenuto dal Prof. Enrico Grisan, a.a. 2009/2010.

PARTE II: Ricerca

Descrizione dell'attività di ricerca durante il dottorato

L'attività di ricerca svolta durante il dottorato ha riguardato diversi temi nell'ambito dell'elaborazione delle bioimmagini, con particolare attenzione alla creazione di algoritmi per l'analisi computerizzata di immagini retiniche e alla progettazione e sviluppo di sistemi software web-based per l'estrazione di parametri clinici per la diagnosi e il monitoraggio delle retinopatie.

Tracciamento di vasi su immagini acquisite in soggetti adulti

Durante il dottorato è stato sviluppato un metodo per l'estrazione automatica della rete vascolare su immagini retiniche acquisite in soggetti adulti. Il sistema proposto si basa su una tecnica di ricerca multi-direzionale su grafi, per l'identificazione degli assi dei vasi e sull'utilizzo di filtri matched monodimensionali, per la stima dei calibri. L'immagine viene considerata come un grafo pesato non orientato, dove ogni pixel costituisce un nodo e gli archi connettono pixel adiacenti. In questo contesto i vasi corrispondono a cammini a costo minimo che connettono nodi remoti. Inizialmente vengono individuati sull'immagine dei seed points, ossia dei punti notevoli legati alla presenza di vasi sanguigni. L'estrazione di tali punti avviene su griglie regolari, dimensionate e posizionate in modo tale che le linee possano disporsi intersecando i vasi sanguigni perpendicolarmente. Per ognuna di tali linee viene estratto il corrispondente profilo di luminosità dell'immagine e mediante l'applicazione di un filtro matched multiscale e di un'opportuna sogliatura viene individuata la presenza di vasi. Successivamente dai seed points partono esplorazioni simultanee sul grafo: i cammini a costo minimo che connettono ogni seed point ad un altro, pesando opportunamente lunghezza totale e luminosità dei pixel sottesi al cammino, definiscono in prima approssimazione l'albero vascolare. I bordi dei vasi vengono poi trovati applicando filtri matched monodimensionali efficienti: la direzione del kernel è scelta perpendicolarmente agli assi trovati e la scala viene stimata mediante un'analisi preliminare dei profili trasversali ai vasi. Un modulo di correzione adattiva permette infine di modificare i diametri non consistenti, allo scopo di ottenere una morfologia regolare e continua per i vasi segmentati. La struttura dell'algoritmo in due moduli distinti, in cui viene separata l'identificazione della rete vascolare, dalla valutazione precisa del calibro dei vasi, permette di escludere l'impiego di algoritmi di segmentazione globali basati sul filtraggio multiscale mediante template a orientazione variabile, notoriamente molto esigenti dal punto di vista computazionale e molto critici da dimensionare in maniera opportuna.

Il sistema proposto è stato testato su alcuni dataset di immagini retiniche resi pubblicamente disponibili da gruppi di ricerca internazionali operanti nel settore. Sono state confrontate le prestazioni della tecnica proposta con quelle di altri studi scientifici: in termini di accuratezza, specificità e sensibilità il metodo risulta competitivo e in alcuni casi migliore rispetto ai principali algoritmi di tracciamento vascolare non supervisionato e leggermente inferiore solo ad alcune tecniche supervisionate, molto complesse e computazionalmente dispendiose.

Tracciamento di vasi su immagini acquisite in neonati

Le immagini retiniche acquisite da neonati presentano differenze sostanziali rispetto a quelle ottenute da soggetti adulti. Tali differenze sono legate agli strumenti e alle tecniche di acquisizione, oltre che alle diversità anatomiche tra le due classi di soggetti. Inoltre le immagini acquisite da neonati risultano più complicate da analizzare a causa della risoluzione tipicamente bassa, dello scarso contrasto e della visibilità dei vasi della coroide, dovutamente alla trasparenza della retina. Alla luce dei problemi elencati, sono stati sviluppati algoritmi specifici per il tracciamento vascolare su immagini di neonati. In particolare ci si è concentrati sull'analisi delle immagini acquisite con due diverse funds camera, che rappresentano i due standard principali attualmente utilizzati nei centri clinici di oftalmologia pediatrica. Una è RetCam (Clarity Medical Systems, USA), un sistema molto costoso che fornisce immagini a bassa risoluzione e ampio field of view (120 gradi), l'altra è Nidek NM200D, uno strumento portatile ed economico che produce immagini a media risoluzione e field of view ridotto (30 gradi).

Viene proposta una nuova tecnica per l'analisi di immagini acquisite con fundus camera RetCam. Il metodo si basa sul miglioramento del contrasto tra strutture vascolari e sfondo utilizzando filtri matched con diversi kernel orientabili e scalabili. Operazioni morfologiche vengono usate per l'estrazione degli assi della rete vascolare a partire dai filtraggi precedentemente menzionati. L'ultimo passaggio consiste in una classificazione supervisionata, basata su Support Vector Machines (SVM), allo scopo di riconoscere e scartare i falsi vasi, generati da rumore, artefatti o dalla presenza dei vasi della coroide sottostanti alla retina. Per testare questo nuovo metodo sono stati valutati i risultati su un set preliminare di immagini, di cui è disponibile una segmentazione manuale di riferimento realizzata da un esperto di immagini retiniche. Le prove hanno evidenziato buone sensibilità e specificità per il sistema descritto.

Per il tracciamento vascolare su immagini acquisite con Nidek NM200D sono stati sviluppati degli algoritmi di tipo semi-automatico. Tali metodi si basano sull'inserimento manuale, da parte dell'utente, dell'asse approssimativo dei vasi da analizzare. Inizialmente viene effettuato un miglioramento dell'immagine, ottenuto applicando un filtro bilaterale. A partire poi dall'asse del vaso, vengono usate tecniche di estrazione degli edges basate sul filtraggio di Canny per identificare un insieme di punti che giacciono sui bordi. Lungo il corso del segmento vascolare vengono stimati i diametri accoppiando paia di punti appartenenti alle due pareti opposte del vaso. Infine un modulo di controllo corregge i calibri non consistenti garantendo una morfologia regolare e continua della segmentazione finale. L'accuratezza del metodo è stata valutata confrontando i risultati forniti dal sistema, con una segmentazione manuale di riferimento proposta da un esperto di immagini retiniche. Il confronto ha evidenziato un'alta correlazione tra i risultati forniti dal metodo descritto e il riferimento manuale.

Sistemi software web-based per il calcolo automatico di parametri clinici su immagini retiniche

A partire dalle strutture vascolari estratte da immagini retiniche, è possibile calcolare alcuni parametri clinici, quali il calibro dei vasi, eventuali restringimenti, la loro tortuosità, la presenza di biforcazioni, ecc. Tali parametri sono utili alla diagnosi e alla valutazione della gravità della retinopatia diabetica o ipertensiva su soggetti adulti, o della retinopatia della prematurità (ROP) su neonati prematuri. Sono stati sviluppati dei sistemi software di tipo client-server di semplice utilizzo e accessibili tramite una connessione internet, allo scopo di rendere intuitiva e diretta l'estrazione di parametri clinici da immagini retiniche opportunamente processate, per favorire lo screening e la valutazione delle retinopatie.

In particolare è stata sviluppata un'applicazione interattiva per l'analisi di immagini acquisite in soggetti adulti. Una prima interfaccia permette di selezionare dal file system del client un insieme di immagini da analizzare. Una volta confermata la scelta, viene avviato un secondo modulo che invia le immagini al server, dove queste vengono iterativamente elaborate. Per ognuna di queste immagini viene salvato e rispedito al client un file contenente informazioni relative alla struttura vascolare estratta. Una seconda interfaccia permette di caricare un'immagine preelaborata e associata alle corrispondenti strutture vascolari identificate. L'interfaccia permette all'utente di selezionare la regione di interesse, di correggere eventuali errori del tracking e di confermare o modificare la classificazione automatica dei vasi nelle classi arteria/vena. Dopo questi eventuali interventi da parte dell'utente, il programma restituisce in uscita i parametri clinici relativi all'immagine analizzata: CRVE, CRAE, AVR. In fase di testing è stato redatto un protocollo per la definizione univoca delle regole da seguire per l'analisi di immagini retiniche mediante il software sviluppato. Sono state valutate l'accuratezza e la riproducibilità (sia inter- che intra- grader) dei parametri clinici stimati mediante il sistema descritto. Il software riguardante l'identificazione delle strutture vascolari retiniche è al momento oggetto di valutazione clinica presso il Department of Ophthalmology and Visual

Sciences, University of Wisconsin, USA, il cui Fundus Photograph Reading Center valuterà la possibilità di acquisire il programma come standard per la determinazione di features diagnostiche, quali gli indici CRAE, CRAE e AVR, come indicatori del “generalized arteriolar narrowing”. Un’ulteriore collaborazione, con il Department of Twin Research & Genetic Epidemiology, del King’s College London Division of Genetics and Molecular Medicine, St Thomas’ Hospital, UK, ha previsto l’analisi con il sistema sviluppato di più di 2000 immagini di fundus retinico per scopi clinici.

Per l’analisi delle immagini retiniche acquisite su neonati con fundus camera Nidek NM200D è stato sviluppato ROPnet, un sistema web-based per il tracciamento di vasi e la valutazione quantitativa dei loro diametri e della tortuosità. Lo strumento è stato sviluppato in modo da risultare accessibile a chiunque disponga di un collegamento ad Internet. Il sistema permette all’utente (client) di caricare un’immagine su cui un’applet Java consente la selezione del vaso da analizzare. L’algoritmo per il tracciamento e il calcolo dei parametri clinici viene eseguito server-side e restituisce i risultati sul browser all’utente in pochi secondi. L’interfaccia e le funzionalità del tool web ROPnet sono state progettate in collaborazione con il Department of Ophthalmology del Children’s Hospital e dello Scheie Eye Institute di Philadelphia, USA, allo scopo di soddisfare le esigenze dei clinici, sia per quanto riguarda l’usabilità sia per le prestazioni dello strumento. L’accuratezza dei parametri estratti da ROPnet (calibro e tortuosità dei vasi) è stata confermata dall’elevata correlazione ottenuta confrontando i risultati automatici con quelli di riferimento, calcolati manualmente da esperti retinici su diversi set di immagini. Inoltre l’applicazione web è già stata utilizzata per alcuni studi clinici preliminari e attualmente si sta indagando l’utilità e la validità dei parametri forniti per la diagnosi clinica e per la classificazione della ROP.

I risultati conseguiti nelle sperimentazioni effettuate e le collaborazioni internazionali in atto con gruppi clinici e di ricerca di rilievo ci rendono fiduciosi riguardo la qualità delle metodologie sviluppate e i potenziali successi del loro impiego, con l’auspicio che futuri miglioramenti possano ampliarne l’utilizzabilità.

Titolo definitivo della tesi

“Progettazione e sviluppo di algoritmi e applicazioni web per il tracciamento di strutture vascolari e l’estrazione di parametri clinici su immagini retiniche”.

Supervisore

Prof. Alfredo Ruggeri

PARTE III: Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

L. Tramontan, E. Poletti, D. Fiorin, and A. Ruggeri. A Web-based System for the Quantitative and Reproducible Assessment of Clinical Indexes from the Retinal Vasculature. *IEEE Trans Biomed Eng*, in press.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

A. Ruggeri, L. Tramontan, E. Poletti, D. Fiorin. A computerized system for CRAE, CRVE and AVR estimation in retinal images. *Proc. ARVO 2010 Annual Meeting*, Fort Lauderdale (FL), USA, May 2-6, 2010, Nr. 5343, 2010.

L. Grunwald, G.S. Ying, G.E. Quinn, Y. Dai, K.A. Karp, D. Fiorin, A. Ruggeri, J.E. Grunwald, M.D. Mills. Retinal vessel tortuosity in infants at risk for retinopathy of prematurity between 31 and 34 weeks post-menstrual age. *Proc. ARVO 2010 Annual Meeting*, Fort Lauderdale (FL), USA, May 2-6, 2010, Nr. 5919, 2010.

D. Fiorin, E. Poletti, E. Grisan and A. Ruggeri. Fast adaptive axis-based segmentation of retinal vessels through matched filters. *WC 2009, IFMBE Proceedings 25/XI*, pp. 145–8, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2009.

E. Poletti, D. Fiorin, E. Grisan and A. Ruggeri. Retinal Vessel Axis Estimation through a Multi-Directional Graph Search Approach. *WC 2009, IFMBE Proceedings 25/XI*, pp. 137–40, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2009.

A. Ruggeri, D. Fiorin. ROPnet, a Web-system for vessel caliber and tortuosity estimation in ROP retinal images. *Proc. ARVO 2009 Annual Meeting*, Fort Lauderdale (FL), USA, May 3-7, 2009, Nr. 3133, 2009.

L. Grunwald, M.D. Mills, G.S. Ying, K.A. Karp, J.E. Grunwald, Y. Dai, D. Fiorin, A. Ruggeri, G.E. Quinn. Retinal vessel width in infants at risk for retinopathy of prematurity between 31 and 34 weeks post-menstrual age. *Proc. ARVO 2009 Annual Meeting*, Fort Lauderdale (FL), USA, May 3-7, 2009, Nr. 3134, 2009.

D. Fiorin, M-P. Jolly, and C. Florin. On the registrability of two CT volumes. *Proc. IEEE-ISBI: From Nano to Macro*, Paris, France, May 14-17-2008, pp. 1079 – 1082, 2008.

A. Ruggeri, D. Fiorin. Recent advances in the analysis of non vascular features in retinal images. *Proc. EVER 2007 Annual Meeting*, Portoroz (SLO), Oct 3-7 2007, Nr. 3423, p.155, 2007.

F. Scarpa, D. Fiorin, and A. Ruggeri. In Vivo Three-Dimensional Reconstruction of the Cornea from Confocal Microscopy Images. *Proc. 29th Annual International Conference of IEEE-EMBS*, pp. 747-50, IEEE, New York, 2007.

Elenco pubblicazioni su convegno nazionale

D. Fiorin, E. Grisan, and A. Ruggeri. A Web-based tool for vessel analysis in retinopathy of prematurity. *1st National Conference of Bioengineering*, Pisa, Italy, July 3-5, 2008.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Fiorin Diego** si è impegnato con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità del candidato, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Marchetto Enrico** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 il dottor **Marchetto Enrico** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Titolo della borsa di studio a tema vincolato	Riconoscimento automatico del parlatore nel contesto di applicazioni per la sicurezza e l'intelligence
---	--

Parte 1. Didattica.

Corsi seguiti

Applied linear algebra, Proff. H. Wimmer e M. Karow, 16 ore
Advanced probabilistic methods in algorithms, Prof. E. Upfal, 16 ore
3D reconstruction from images, Prof. F. Dellaert, 16 ore
Monte Carlo methods, Prof. A. Chiuso, 20 ore
Deconvolution of Physiological Signals, Prof. G. Sparacino, 12 ore
Statistical methods, Prof. L. Finesso, 24 ore
Totale 104 ore, pari a 26 crediti formativi.

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi

Nessuna.

Partecipazione a scuole internazionali

SMC 2009 Summer School – Oporto, Portogallo – 18-21 Luglio 2009

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

- Seminario RefWorks a cura del Servizio Bibliotecario – DEI, Padova – 2008
- Seminario IEEE Xplore – DEI, Padova – 2008
- Ryan Gomes, "Iterative clustering of large datasets" – 21 aprile 2009
- "Alcuni suggerimenti per scrivere un articolo scientifico per le pubblicazioni della IEEE (Transactions o Magazine)" – prof. Marco Liserre – 23 Ottobre 2009
- Numerose Lectures presso il DEI, tra cui:
 - Prof. Claudio Ambrosini - "Which Kind of Information Can Music Convey?"
 - Prof. Tryphon T. Georgiou - "Metric in Spectral Analysis"
 - Prof. Marcus Gross - "3-dimensional Video: Technology and Applications"
 - Prof. Eli Upfal - "The Multi-Armed Bandit Meets the Web Surfer"
- Seminari tenutisi presso KTH-TKK, Stoccolma:

- "The neural correlates of filled pauses: A combined fMRI and EEG study of disfluency perception", Robert Eklund, SBI/KI, Voice Provider, Stockholm och ICSI, Berkeley
- "A framework for classification and analysis with discriminative prototypical spectrograms", Daniel Neiberg, HTK-TKK
- "Speech Enhancement, Image Denoising and Face detection", Mikael Nilsson, Blekinge Tekniska Högskola
- "Intelligent hearing - blind speech extraction", Nedelko Grbic, Blekinge Tekniska Högskola
- "Human-like dialogue systems and speech technology in studies of human conversation", Jens Edlund, KTH-TKK
- "A voice source project: Spectral tilt of audio and electroglottography signals", Laura Enflo, KTH-TKK
- "Articulatory strategies. How different can they be?", Gopal Ananthakrishnan, KTH-TKK

Partecipazione a Conferenze Nazionali

- Forum della Ricerca e dell'Innovazione – 7-9 Maggio 2009
- Workshop “Le Installazioni Musicali” – 22 Maggio 2009
- Workshop sulle nuove architetture per sistemi embedded, presso il Dip. di Ingegneria dell'Informazione, Università di Padova
- XVIII Colloquio di Informatica Musicale "Prossime distanze", 5/8 Ottobre 2010, Torino
- "Le installazioni multimediali interattive. Conservazione e fruizione della liuteria elettronica fra tradizione e innovazione", presso Villa Contarini, Piazzola Sul Brenta (PD), 11 settembre 2010

Partecipazione a Conferenze Internazionali

- HSCMA08 – Hands-free Speech Communication and Microphone Array – Trento, Italia – 6-8 maggio 2008 (affiliata IEEE)
- 6th Sound and Music Computing Conference – SMC 2009 – 23-25 Luglio 2009 – Oporto, Portogallo
- 17th European Signal Processing Conference – EUSIPCO 2009 – 24-28 Agosto 2009 – Glasgow, Scozia
- 12th International Conference on Digital Audio Effects – DAFx-09 – 1-4 Settembre 2009 – Como, Italia
- "Sound is motion" Symposium, presso Dept. of Speech, Music and Hearing del KTH Royal Institute of Technology, Stoccolma

Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

Il Dottorando ha tenuto una lezione presso la Scuola Estiva "Restauro e Conservazione" organizzata dal Laboratorio SaMPL in collaborazione con il Conservatorio "C. Pollini" di Padova. Il Dottorando ha avuto modo di assistere, anche come Correlatore, la redazione di tre tesi di laurea magistrale, aventi per oggetto le seguenti tematiche: *Speaker Diarization* (riconoscimento automatico dei cambi di turno in conversazioni), *Voice Activity Detector* (rilevatore di attività vocale in ambienti molto rumorosi, basato su *wavelet*), segmentazione del parlato per animazione tridimensionale automatica.

Permanenza all'estero

Il Dottorando ha trascorso un periodo di mobilità presso il Department of Speech, Music and Hearing del KTH Royal Institute of Technology di Stoccolma. Il periodo è durato complessivamente sei mesi: Novembre 2009 - Aprile 2010.

Stage

Nessuno.

Parte 2. Ricerca.

Descrizione dell'attività di ricerca

Il lavoro del Dottorando è stato finanziato da una borsa di studio a tema vincolato offerta dall'azienda RT - Radio Trevisan Elettronica Industriale S.p.A. Il tema della borsa di studio è: "Riconoscimento automatico del parlatore nel contesto di applicazioni per la sicurezza e l'intelligence".

Il lavoro del Dottorando è iniziato con lo studio della letteratura scientifica attinente il lavoro da svolgere. Il lavoro bibliografico è stato piuttosto approfondito e lo studio si è consolidato in un documento con bibliografia commentata, usato come riferimento per tutta la durata della Scuola.

I primi sviluppi della ricerca si sono diretti verso l'individuazione dei miglioramenti di maggior rilievo da apportare al prototipo di riconoscitore fornito da RT S.p.A. Quest'ultimo è costituito da tre parti [1]: estrazione di *features* dall'audio, modellazione statistica e *scoring*. Generalmente [2] le *features* utilizzate fanno riferimento ai coefficienti cepstrali (MFCC), mentre la modellazione statistica impiega misture di gaussiane (GMM-UBM).

Alla luce del tema vincolato, particolare attenzione viene prestata ai segnali audio provenienti da linee telefoniche. Il canale telefonico comporta una serie di degradazioni del segnale, tra le quali [3]: rumore additivo di vario genere, risposta del canale ignota, eventuali distorsioni non lineari dovute a effetti delle codifiche digitali (es. codec GSM).

Una prima fase di studio è iniziata con la valutazione di un algoritmo innovativo per l'addestramento dei modelli GMM ed ha portato alla pubblicazione [4]. Si è realizzata una pre-elaborazione del segnale audio che, sia in fase di training che durante il test, viene suddiviso in segmenti con caratteristiche acustiche omogenee. In seguito si procede ad addestrare un GMM per ciascuna classe acustica. Per ciascun parlatore, quindi, si perviene ad una modellazione composta da diversi GMM. In [4] sono state valutate due classificazioni, con 3 o 5 classi acustiche:

- Vocali, non vocali e silenzi
- Stop, fricative, nasali, (semi)vocali e silenzi

La fase di test, duale a quella di training, prevede che l'audio in ingresso al sistema venga segmentato in 3 o 5 classi; ciascuna classe acustica del segnale viene poi testata con il corrispondente GMM di ciascuno speaker presente nel database. Come evidenziato in [4] l'approccio ha dato buoni risultati.

Lo studio è proseguito in attività di sperimentazione circa la segmentazione automatica in classi acustiche, con riferimento alla pubblicazione [4]. Il Dottorando ha approfondito lo studio del segnale vocale su canale telefonico, valutando numerose combinazioni di *features*: oltre a

quelle usate di consueto in letteratura (es. *features* spettrali), sono state studiate *features* di livello più alto, aventi riferimenti alla struttura del parlato. Ad esempio, i suoni vocalici sono caratterizzati da picchi di energia nello spettro, denominati *formanti* e coincidenti con le risonanze del cavo orale (e nasale). Le informazioni circa i formanti sono state usate per la segmentazione.

Alla fine del secondo anno di corso è iniziato il periodo di mobilità presso il KTH – Royal Institute of Technology di Stoccolma; in questa sede il Dottorando ha applicato al problema del riconoscimento *features* innovative, in corso di sviluppo. Tali *features* vengono denominate *Bidimensional Cepstrum*, poiché il principio applicato in frequenza per il calcolo dei coefficienti cepstrali MFCC viene in questo caso esteso anche ad una dimensione temporale. Si ottengono così *features* con fondamenti teorici robusti e migliori capacità descrittive del segnale audio.

La ricerca di *features* robuste si è poi orientata verso l'estrazione dal segnale audio di informazioni circa la sorgente glottale (corde vocali e strutture limitrofe); è noto infatti che le caratteristiche specifiche della voce sono legate ad essa. Questo giustifica la messa a punto di *features* glottali.

Il *segnale glottale* (andamento della pressione acustica appena al di sopra delle corde vocali) non è però misurabile in modo semplice, quindi sono state ideate tecniche per la stima del flusso a partire dal segnale audio vocale. Il Dottorando ha confrontato le diverse tecniche di inversione, seguendo approcci presenti in letteratura [5]. Sono stati messi a confronto algoritmi di ampia diffusione, quali IAIF (*Iterative Adaptive Inverse Filtering*) [6], ed altri meno noti, come ad esempio ZZT (*Zeros of the Z-Transform*) [7] ed una rielaborazione dei metodi proposti in [8] (analisi LPC sincronizzata alla stima di fase chiusa del segnale glottale).

Avendo confermato le migliori prestazioni del metodo IAIF in relazione agli studi da compiere, il Dottorando ha implementato alcune tecniche di *feature extraction* adatte ai flussi glottali stimati. Sono state sperimentate metriche spettrali per valutare la similarità di flussi glottali osservandone lo spettro di frequenza; i metodi sono stati ritenuti opportuni poiché l'argomento dello spettro non è affetto dalle distorsioni di fase (tipiche del canale telefonico) che inficiano le misure nel dominio del tempo.

In seguito è stato seguito un diverso approccio, sviluppando *features* nel dominio del tempo; a supporto di questa scelta vi è l'assunzione che il rumore convolutivo delle linee telefoniche abbia caratteristiche simili nel materiale audio usato per addestrare il sistema e in quello usato per il test. Le inesattezze ed irregolarità tipiche dei segnali glottali ottenuti mediante stima vengono gestite in modo opportuno, irrobustendo così le *features*. Il calcolo delle stesse inizia analizzando le sole parti vocalizzate del segnale, individuate mediante algoritmi opportuni (*pitch estimator*); il segnale vocalizzato viene diviso in segmenti molto brevi, su ciascuno dei quali si esegue la stima del flusso glottale mediante IAIF. Applicando un algoritmo *K-Means* si ottengono raggruppamenti di flussi, idealizzati come punti in uno spazio multidimensionale, che hanno forma d'onda simile: in questo modo il flusso medio, ovvero il centroide, è di fatto il risultato di un processo di *de-noising*. I centroidi ottenuti, opportunamente ordinati, costituiscono le *features* del parlatore. Questo tipo di *features* ha dato buoni risultati. Da esperimenti svolti su audio di qualità telefonica degradato da rumore additivo (rumore bianco o altre conversazioni), si è verificata la superiorità delle *features* proposte rispetto agli MFCC in termini relativi e, talvolta, assoluti. Le *features* proposte infatti in alcuni casi hanno *performances* di riconoscimento migliori rispetto agli MFCC; in tutti i casi il peggioramento delle prestazioni su audio degradato è minore rispetto a quello degli MFCC.

Nell'ambito dei propri studi il Dottorando ha avuto modo di usare diversi strumenti software noti nella comunità scientifica; tra questi Torch, HTK (*Hidden Markov Model Toolkit*) ed altri. Il sistema prototipo sviluppato dal Dottorando può interfacciarsi con questi strumenti, ma

dispone di implementazioni originali per tutti i moduli e non necessita di componenti esterni. Il prototipo sviluppato, inoltre, viene impiegato anche sul Cluster di calcolo che il Dipartimento ha a disposizione; la conseguente riduzione dei tempi di calcolo ha permesso al Dottorando uno studio approfondito di numerose configurazioni.

La versatilità del sistema realizzato ha reso possibile sperimentarlo su diversi database di registrazioni vocali (telefoniche e non), anche degradati artificialmente con rumore additivo di diverso tipo a SNR fissato. Il prototipo si interfaccia con diversi database (TIMIT [9] e NIST SRE 2004 [10]), consentendo valutazioni uniformi ed affidabili delle prestazioni ottenute mediante diagrammi DET (*Detection Error Trade-off*) [11], ritenuti riferimenti nella comunità scientifica.

Durante il secondo e terzo anno il Dottorando ha collaborato alla redazione di tre tesi di laurea magistrale, avendo modo di approfondirne personalmente gli aspetti scientifici. Sono stati trattati problemi di *Speaker Diarization* (distinguere i turni di una conversazione in modo automatico) [12] e di *Voice Activity Detection* in ambienti rumorosi mediante trasformate *wavelet*. Infine, procedure semplificate di segmentazione fonetica *on-line* sono state applicate al controllo di animazioni grafiche tridimensionali.

Nell'ultima parte del primo anno il Dottorando ha avuto modo di svolgere attività di ricerca per conto del Prof. Cortellazzo; le tematiche del lavoro, distinte dall'argomento di ricerca principale, erano ad esso riconducibili: sono state infatti individuate *features* adatte all'identificazione di eventi sonori in ambito sportivo.

Nella caratterizzazione di segnali audio registrati in ambienti rumorosi assume importanza l'applicazione di tecniche per la riduzione del rumore. La stima iterativa dello spettro del rumore di Ephraim-Malah [13] è da tempo nota ed usata con successo; il Dottorando ha collaborato alla pubblicazione [14] in cui se ne propone una implementazione in real-time su processore DSP.

Titolo definitivo della tesi e nome del supervisore

"Automatic speaker recognition and characterization by means of robust vocal source features".

Supervisore: Prof. Federico Avanzini.

Parte 3. Pubblicazioni.

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

"Acoustic-to-articulatory inversion with a physical model of the glottis", E. Marchetto and F. Avanzini, sottoposta a revisione su IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- "An automatic speaker recognition system for intelligence applications", E. Marchetto, F. Avanzini and F. Flego, In Proc. of EUSIPCO 2009
- "A spectral subtraction rule for real-time DSP implementation of noise reduction in speech signals", M. Romanin, E. Marchetto and F. Avanzini, In Proc. of DAFx 2009
- "Estimation of a physical model of the vocal folds via dynamic programming techniques", E. Marchetto, F. Avanzini and C. Drioli, In Proc. of MAVEBA 2007



Elenco pubblicazioni su rivista nazionale

Nessuna.

Elenco pubblicazioni su convegno nazionale

"Physical modelling of the glottis and acoustic-to-articulatory inversion", E. Marchetto and F. Avanzini – XVIII Colloquio di Informatica Musicale, 5/8 Ottobre 2010, Torino.

Brevetti

Nessuno.

Trasferimento di tecnologia

Il Dottorando è membro del "Team SaMPL", partecipante al premio Start Cup 2010; il team ha presentato il progetto "Photos of GHOSTS" che è risultato vincitore in sede provinciale (con menzione di merito artistico) ed in seguito del primo premio in sede regionale, rimanendo in concorso per la selezione nazionale che si terrà a Palermo il 2-4 dicembre 2010. Quale componente del team il Dottorando ha partecipato alla stesura di un Business Plan.

Il Dottorando ha preso parte ad una serie di incontri con l'Azienda AliasLab S.p.A. presso la sede di Padova; è stata prodotta una analisi di fattibilità, con riferimenti scientifici e commerciali, per un sistema di riconoscimento automatico del parlatore con particolari vincoli funzionali.

Il Dottorando ha collaborato alla redazione del progetto TALE "Technological Augmented Learning Environment" sottomesso alla Fondazione Monte dei Paschi di Siena in data 17 maggio 2010.

Presentazioni

Il Dottorando ha tenuto i seguenti seminari/presentazioni:

- Poster – Forum della Ricerca e dell'Innovazione – 2009
- Poster – 17th European Signal Processing Conference – EUSIPCO 2009
- Poster – 12th International Conference on Digital Audio Effects – DAFx-09
- Seminario – KTH Royal Institute of Technology – Dept. of Speech, Music and Hearing
- Presentazione – XVIII Colloquio di Informatica Musicale, 5/8 Ottobre 2010, Torino.

Bibliografia

- [1] *Speaker recognition: A tutorial*. **Campbell, Joseph**. 9, September 1997, Vol. 85, p. 1437-1462.
- [2] *Speaker identification and verification using gaussian mixture speaker models*. **Reynolds, Douglas**. 1995.
- [3] *Sources of degradation of speech recognition in the telephone network*. **Moreno, Pedro J. and Stern, Richard M**. Detroit : IEEE, 1995. Proc. of ICASSP95. p. 109-112.
- [4] *An automatic speaker recognition system for intelligence applications*. **Marchetto, Enrico, Avanzini, Federico e Flego, Federico**. Glasgow : ISCA, 2009. Proc. of 17th European Signal Processing Conference - EUSIPCO 2009.

- [5] *Phase-based methods for voice source analysis*. **D'Alessandro, Christophe, et al.** 2007. NOLISP'07 Proceedings of the 2007 international conference on Advances in nonlinear speech processing.
- [6] *TKK Aparat: An environment for voice inverse filtering and parameterization*. **Airas, Matti.** 2008.
- [7] *Zeros of Z-Transform Representation With Application to Source-Filter Separation in Speech*. **Bozkurt, Baris, et al.** 4, April 2005, IEEE Signal Processing Letters, Vol. 12, p. 344-347.
- [8] *Glottal Modeling and Closed-Phase Analysis for Speaker Recognition*. **Slyh, Raymond E., Hansen, Eric G. e Anderson, Timothy R.** Toledo, Spain : s.n., 2004. Proc. of ODYSSEY04 - The Speaker and Language Recognition Workshop.
- [9] *The DARPA TIMIT Acoustic-Phonetic Continuous Speech Corpus CDRom*. **Garofolo, John S., et al.** 1986.
- [10] *The NIST Year 2004 Speaker Recognition*. s.l. : NIST, 2004.
- [11] *The DET Curve in Assessment of Detection Task Performance*. **Martin, Alvin, et al.** Rhodes, Greece : s.n., 1997. Proc. of Eurospeech '97.
- [12] *An Overview of Automatic Speaker Diarization Systems*. **Tranter, Sue E. e Reynolds, Douglas A.** 5, Sept. 2006, IEEE Trans. on Audio, Speech and Language Processing, Vol. 14, p. 1557--1565.
- [13] *Speech enhancement using a minimum mean-square error short-time spectral amplitude estimator*. **Ephraim, Y. e Malah, D.** 6, 1984, IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Vol. 32, p. 1109-1121.
- [14] *A spectral subtraction rule for real-time DSP implementation of noise reduction in speech signals*. **Romanin, Matteo, Marchetto, Enrico e Avanzini, Federico.** Como : s.n., 2009. Proc. of the 12th Int. Conference on Digital Audio Effects - DAFx-09.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Marchetto Enrico** si è impegnato con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità del candidato, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.

Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Masiero Riccardo** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 il dottor **Masiero Riccardo** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Parte 1: Didattica

Corsi seguiti

- *Monte Carlo Methods* (Prof. A. Chiuso)
- *Applied Linear Algebra* (Proff. H. Wimmer e M. Karow)
- *Applied Functional Analysis* (Proff. P. Ciatti e G. Pillonetto)
- *Statistical Methods* (Prof. L. Finesso)
- *Modern Coding Theory (and Beyond)* (Prof. R. Urbanke)
- *Codes, Graphical Models, Distributed Algorithms* (Prof. F. Fagnani)

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi

- 30/06/2008-05/07/2008 ho partecipato alla scuola estiva di dottorato a Bressanone (organizzata in collaborazione con Newcom++);

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

- 29/01/2008 ho seguito il seminario "Calore, Caos e Fluttuazioni", tenuto dal Prof. G. Galvarotti (Colloquia Patavina);
- 08/02/2008 ho seguito il seminario "Sistemi di Comunicazione di Nuova Generazione: Quantità, Qualità dell'Informazione, Misure e Interventi", tenuto dall'Ing. E. Rizzi;
- 19/02/2008 ho seguito il seminario "Advances and Challenges in Static Program Analysis by Abstract Interpretation", tenuto dal Prof. P. Cousot (Colloquia Patavina);
- 21/02/2008 ho seguito il seminario "Long Term Evolution-EMP", tenuto dall'ing. F. Bacco;
- 21/02/2008 ho seguito il seminario "A family of Turbo-Structured LDPC codes", tenuto dalla Dott.ssa F. Garin;
- 27/02/2008 ho seguito il seminario "Information Flow in Cooperative Networked Control Systems", tenuto dal Dr. G. Nair;
- 28/02/2008 ho seguito il seminario "Which Kind of Information can Music Convey?", tenuto dal Prof. C. Ambrosini (Distinguished and Impact Lecturer Series);
- 06/03/2008 ho seguito il seminario "Analysis and Implementation of Digital Control Architectures for DC-DC Switching Converters", tenuto dall'ing. L. Corradini (Colloquia);
- 11/03/2008 ho seguito il seminario "Il Problema Standard del Calcolo delle Variazioni:metodi e Difficoltà", tenuto dal Prof. A. Cellina (Colloquia Patavina);
- 12/03/2008 ho seguito il seminario "The Web click Network", tenuto dal prof. F. Menczer;

- 13/03/2008 ho seguito il seminario “Spatial and Temporal Filtering for Single Photon Communication and Astronomy Application”, tenuto dall'ing. I. Capraro (Colloquia);
- 17/03/2008 ho seguito il seminario “Radiation Effects and Soft Errors in Advanced Technologies”, tenuto dal Prof. R. Schrimpf (Distinguished and Impact Lecturer Series);
- 01/04/2008 ho seguito il seminario “A Century of Light Quanta”, tenuto dal Prof. R. Glauber;
- 08/04/2008 ho seguito il seminario “Computational Social Choice and Manipulation in Approval Voting”, tenuto dal Prof. U. Endriss;
- 29/04/2008 ho seguito il seminario “Some Problems in Credit Risk Modelling”, tenuto dalla Prof.ssa M. Jeanblanc;
- 15/05/2008 ho seguito il seminario “Design and Control of Autonomous Systems”, tenuto dal Prof. R. D'Andrea;
- 16/05/2008 ho seguito il seminario “QoS in Internet”, tenuto dall'Ing. S. Menoncin;
- 22/05/2008 ho seguito il seminario “Modelli di Struttura e Funzionamento delle Reti Ecologiche”, tenuto dal Prof. M. Gatto;
- 22/05/2008 ho seguito il seminario “RefWorks”, tenuto dal centro bibliotecario universitario;
- 23/05/2008 ho seguito il seminario “Power Semiconductors State of the Art and Future Development Trends”, tenuto dal Prof. L. Lorenz, (Distinguished and Impact Lecturer Series);
- 27/05/2008 ho seguito il seminario “Applicazione del Project Management: benefici e difficoltà”, organizzato dal DEI;
- 28/05/2008 ho seguito il seminario “Gestione e Sicurezza nelle Reti”, tenuto dall'Ing. Z. Dequal;
- 03/06/2008 ho seguito il seminario “3-Dimensional Video: Technology and Applications”, tenuto dal Prof. M. Gross, (Distinguished and Impact Lecturer Series);
- 12/06/2008 ho seguito al seminario “Metrics in Spectral Analysis”, tenuto dal Prof. T.T. Georgiu;
- 17/06/2008 ho seguito il seminario “The Multi-Armed Bandit Meets the Web Surfer”, tenuto dal Prof. E. Upfal, (Distinguished and Impact Lecturer Series);
- 19/06/2008 ho seguito il seminario “STAPL: An High Productivity Programming Infrastructure For Parallel Computing”, tenuto dal Prof. M. Bianco;
- 26/06/2008 ho seguito il seminario “DVB-T2”, tenuto dal Prof. S. Tomasin;
- 08/07/2008 ho seguito il seminario “An Alternative Access Technology for Next generation Networks Based on Full-Optical Wireless Communication Links”, tenuto dal Prof. M. Matsumoto;
- 30/10/2008 ho seguito il seminario “Color Image Reconstruction for Digital Camera”, tenuto dall'Ing. D. Menon (Colloquia Patavina);
- 05/11/2008 ho seguito il seminario organizzato dall'università di padova in occasione dell'*International Conference on SIMULATION, MODELING and PROGRAMMING for AUTONOMOUS ROBOTS* (SIMPAN 2008) tenutasi a Venezia, oratori Prof. G. Sandini e Prof. H. Ishiguro;
- 06/11/2008 ho seguito il seminario “From Human likeness to Humanlike presence?”, tenuto dal Prof. H. Ishiguro (Distinguished and Impact Lecturer Series);
- 11/11/2008 ho seguito il seminario “Fondamenti dell'aritmetica: Dedekind e Peano”, tenuto dal Prof. G. Lolli (Colloquia Patavina);
- 12/11/2008 ho partecipato al seminario “La complessità di Goedel”, organizzato dall'Accademia Galileiana di Scienze, Lettere ed Arti di Padova;
- 26/02/2009 ho seguito il seminario “*Parsimonious Flooding in Dynamic Graphs*”, tenuto dal Prof. P. Crescenzi;

- 11/03/2009 ho seguito il seminario *"Towards Categorization in Sensory Systems"*, tenuto dal Prof. P. Perona (Distinguished Lecturer);
- 18/03/2009 ho seguito il seminario *"Management and Policy in Mission-Oriented Sensor Networks"*, tenuto dal Prof. T. La Porta;
- 02/04/2009 ho seguito il seminario *"Polyhedral Approaches to Integer Programming"*, tenuto dal Prof. Gerard Cornuejols (Distinguished Lecturer);
- 09/04/2009 ho seguito il seminario *"On Multi-Sensor Task Allocation"*, tenuto dal PhD Student D. Pizzocaro (University of Cardiff);
- 05/05/2009 ho seguito il seminario *"A Queuing Model for a Large Network of Major Airports"*, tenuto dal Prof. A. Odoni (Operations Research Center, MIT);
- 08/05/2009 ho seguito il seminario *"Deployment and Localization in Target Tracking Oriented Wireless Sensor Networks"*, tenuto dalla PhD Student Y. Huang, (Shenyang Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences);
- 25/05/2009 ho seguito il seminario *"SYNAPSE: Code Dissemination in Wireless Sensor Networks using Fountain Codes"*, tenuto dal Dr. M. Rossi;
- 27/05/2009 ho seguito il seminario *"Algoritmi distribuiti di consenso per la stima e il controllo in reti di sensori wireless"*, tenuto dal prof. S. Zampieri;
- 05/06/2009 ho seguito il seminario su *"La proprietà intellettuale"* tenutosi presso il DEI e organizzato dal GROOM (programma dell'evento all'indirizzo <http://groom.wikidot.com/>);
- 17/06/2009 ho seguito il seminario *"Employment of wireless sensor networks for domestic applications"*, tenuto dal prof. A. Willig;
- 18/06/2009 ho seguito il seminario *"Spectrum leasing via cooperation"*, tenuto dal prof. O. Simeone;
- 22/06/2009 ho seguito il seminario *"Network Code Design for Two-hop Wireless Networks with a Relay and Constrained Resources"*, tenuto dal prof. F. Lahouti;
- 13/07/2009 ho seguito il seminario *"Smart-grids and cooperative control of distributed electronic power processors"*, tenuto dalla dottoranda D. Trombetti;
- 13/07/2009 ho seguito il seminario *"Efficient and Reliable Multimedia Communications"*, tenuto dal prof. D. Taubman;
- 15/09/2009 ho seguito il seminario *"Towards High-Performance and Reconfigurable Optical Communication Networks"*, tenuto dal Prof. A. E. Willner (Distinguished Lecturer);
- 30/09/2009 ho seguito il seminario *"Crescita e collasso di sistemi economici e sociali complessi"*, tenuto dal Prof. U. Bardi;
- 22/10/2009 ho seguito il seminario *"Alcuni suggerimenti per scrivere un articolo scientifico per le pubblicazioni della IEEE (Transactions o Magazine)"*, tenuto dal Prof. M. Liserre;
- Il 22/02/2010 ho seguito il seminario *"Evaluation of Swarm Management Protocols for BitTorrent"*, tenuto dal prof. Gyorgy Dan;
- Il 24/03/2010 ho seguito il seminario *"Resource Allocation in Wireless Networks: Energy Efficiency and Spectrum Assignment"*, tenuto dal dr. Yuedong Xu;
- Il 12/04/2010 ho seguito il seminario *"TCP, Polling and Bulk-Service M/G/1 Queue"*, tenuto dal prof. Uri Yechiali;
- Il 24/04/2010 ho seguito il seminario *"Toward Achieving Location Privacy: A Game-Theoretic and Mean-Field Approach"*, tenuto dal dr. Mohammad Hossein Manshaei;
- Il 29/04/2010 ho seguito il seminario *"On the stability of file-sharing systems"*, tenuto dal prof. Ilkka Norros;
- Il 30/04/2010 ho seguito il seminario *"Towards a Network Measurement Science"*, tenuto dal prof. Don Towsley;

- Il 20/05/2010 ho seguito il seminario “Situating Interaction and Co-Adaptive Systems: Creating a partnership between people and intelligent systems”, tenuto dalla prof. Wendy E. Mackay;
- Il 09/06/2010 ho seguito il seminario “Protocol design issues in Underwater Acoustic Networks”, tenuto dal prof. Michele Zorzi;
- Il 24/09/2010 ho seguito il seminario “Factors impacting Processor Design - A view from the field” tenuto dal dr. Pratap Pattnaik (distinguished lecture);
- Il 21/10/2010 ho seguito il seminario “Filosofia della Matematica e Matematica della Filosofia” tenuto dal prof. Piergiorgio Odifreddi (distinguished lecture);

Partecipazione a Conferenze Nazionali

- Ho partecipato all'*Italian Networking Workshop* tenutosi a Cortina d'Ampezzo dal 14 al 16 Gennaio 2009 (sito web dell'evento: <http://cortina09.deis.unibo.it/>);
- Ho partecipato al *Forum Ricerca e Innovazione*, tenutosi a Padova dal 7 al 29 Maggio 2009;
- Ho partecipato al *Workshop Multidisciplinare* tenutosi presso il DEI e organizzato dal GROOM il 03/06/2009 (programma dell'evento all'indirizzo <http://groom.wikidot.com/>);

Partecipazione a Conferenze Internazionali

- Ho partecipato alla conferenza VTC Spring-2009 tenutasi a Barcellona dal 26/04 al 29/04, sia come speaker che uditore (sito web dell'evento: <http://www.ieeevtc.org/vtc2009spring/>);
- Ho partecipato al workshop NecSys 2009 tenutosi a Venezia dal 24/09 al 26/04, solo in qualità di uditore (sito web dell'evento: <http://www.necsys.org/dru/>);
- Ho partecipato alla conferenza LCN (Local Computer Networks) 2010 tenutasi a Denver, CO, US dal 10/10/2010 al 14/10/2010 (sito web dell'evento: <http://www.ieeeln.org/>);

Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

- Ho tenuto una serie di quattro lezioni all'interno del corso “Sistemi e Reti Wireless”, docente dr. M. Rossi, nei giorni: 06/05/2009, 07/05/2009, 08/05/2009, 27/05/2009. La mia attività di supporto alla didattica ha inoltre previsto la presentazione in aula di un seminario sulla mia attività di ricerca il 29/05/2009, l'ideazione e la stesura di parte dei compiti scritti del 29/06/2009 e del 13/07/2009 e l'assistenza in aula all'esame del 29/06/2009;

Permanenza all'estero

- Dal 25/01/2010 al 31/07/2010 ho svolto attività di ricerca presso il centro di ricerche INRIA, Sophia Antipolis, Francia supervisionato dal dr. Giovanni Neglia, team MEASTRO.

Parte 2: Ricerca

Descrizione dell'attività di ricerca durante il dottorato (max 2 pagine) mettendo particolarmente in evidenza i risultati originali conseguiti.

Durante la mia attività di ricerca mi sono concentrato sullo studio di problematiche relative alle reti wireless eterogenee, ed in particolar mi sono ispirato ad uno scenario di monitoraggio urbano realizzato per mezzo di una rete di comunicazione estesa su vasta scala, parzialmente distribuita, mobile e a basso costo (possibilmente composta da telefoni cellulari o simili). Nel mio triennio di dottorato, dunque, sono stato guidato dalla visione globale di una architettura a due livelli, che permetta l'integrazione dei sistemi cellulari esistenti con varie tipologie di reti distribuite (quali, ad esempio, le reti ad hoc o di sensori). Infatti, una infrastruttura completamente distribuita sarebbe inappropriata nel caso di una rete di grandi dimensioni e composta da numerosi dispositivi (si pensi, ad esempio, a reti su scala urbana). In questo caso, l'organizzazione stessa dell'infrastruttura di comunicazione risulterebbe assai dispendiosa in termini energetici e probabilmente impraticabile. D'altro canto, il solo sistema cellulare non possiede la flessibilità e gli strumenti per sfruttare la granularità di informazione prodotta dai dati generati in una tale rete.

Nello scenario considerato, oltre alla presenza di un certo numero di cellulari mobili, è implicita anche l'esistenza di dispositivi (*embedded devices*) di varia natura, capaci di comunicare tra loro e con gli altri elementi della rete, e che ci si aspetta possano anche "misurare" l'ambiente circostante. Al giorno d'oggi, infatti, la tecnologia ci rende sempre più capaci di controllare l'ambiente circostante attraverso sensori di movimento, GPS, strumentazioni per il monitoraggio medico, microfoni e video-camere. Le reti di sensori (*Wireless Sensor Networks*, WSN), ad esempio, sono infrastrutture costituite da piccoli dispositivi (nodi) dotati di "sensori intelligenti" capaci di misurare l'ambiente circostante in termini di luminosità, temperatura, umidità, inquinamento e/o altro. Perciò, è possibile pensare che i telefoni cellulari così come altri elementi di rete (incluse le *base station*, i *router* e gli *access point* su cui si basano diverse tecnologie cablate e non) possano cooperare per realizzare un obiettivo comune come l'individuazione di un incendio o il monitoraggio di un fenomeno fisico.

Osservando il fatto che i telefoni cellulari sono sempre più al centro delle comunicazioni quotidiane, è possibile prevedere l'integrazione dei sistemi cellulari standard con reti distribuite aggiuntive come le WSN. Lo scopo ultimo sarebbe quello di "connettere" qualsiasi cosa in grado di comunicare, trasmettendo e ricevendo dell'informazione, e possibilmente dotare tale rete di meccanismi autonomi di configurazione e adattamento. Si noti che le reti cellulari odierne già implementano alcune di queste caratteristiche: sulla base di informazioni contestuali, infatti, è oggi possibile determinare la posizione di un utente con una certa accuratezza e fornirgli determinati servizi. Di fatto, si sta considerando una infrastruttura di rete che può ricadere in uno scenario tipicamente noto come *Delay Tolerant Network* (DTN). In questo tipo di scenario, reti wireless eterogenee, sparse e/o mobili, comunicano tra loro, ma tale comunicazione non può essere ipotizzata continua a causa della natura stessa della struttura di queste reti.

La visione generale di cui sopra porta con sé numerose problematiche, e durante la mia attività di ricerca mi sono concentrato in particolare sulle seguenti: 1) la progettazione di algoritmi di ricostruzione che a partire da un sottoinsieme di dati (ossia, dalla raccolta parziale delle letture dei nodi che costituiscono l'intera rete) sono in grado di ricostruire con elevata accuratezza l'intero segnale misurato (tali algoritmi rendono il sistema scalabile, dal momento che permettono di ridurre il numero di pacchetti dati da raccogliere, fissato un certo livello di accuratezza che si vuole garantire sulla rappresentazione del segnale da monitorare); 2) la progettazione di protocolli di rete cooperativi, dove la cooperazione è utilizzata per raggiungere un obiettivo comune come l'individuazione di un incendio e/o l'aumento delle prestazioni della rete in termini di metriche quali il consumo energetico, la latenza, la probabilità di consegna.

Per quanto riguarda il primo punto, il mio studio indaga le potenzialità di *Compressive Sensing* (CS), una tecnica molto efficace per l'acquisizione e il recupero di segnali correlati, con l'obiettivo di progettare e implementare un sistema per la raccolta efficiente di elevate quantità di dati da reti (di sensori) distribuite. L'obiettivo di questo sistema è quello di ricostruire segnali di

grandi dimensioni, raccogliendo il minor numero di campioni che permetta di ricostruire il segnale di interesse entro un fissato livello minimo di qualità. I risultati originali della mia attività di ricerca possono essere riassunti come segue: 1.a) valutazione dell'applicabilità e dei benefici potenziali di CS in applicazioni di reti; 1.b) giustificazione dell'efficacia del recupero del segnale tramite CS, quando quest'ultimo è utilizzato in sinergia con la tecnica dell'analisi alle componenti principali (*Principal Component Analysis*, PCA) e caratterizzazione dell'ottimalità del meccanismo di ricostruzione in funzione della statistica del segnale di ingresso; 1.c) progettazione di un algoritmo per la ricostruzione di segnali basato su CS, e successiva validazione del metodo proposto per mezzo di simulazioni (Matlab) e utilizzando tracce reali.

A proposito del secondo punto, invece, il mio lavoro si è focalizzato sullo studio di metodi distribuiti il cui obiettivo è quello di ottimizzare una metrica globale, nel senso delle prestazioni dell'intera rete di interesse. Nel dettaglio, nello scenario considerato vi sono più nodi che collaborano per minimizzare la somma di funzioni obiettivo locali, che in generale dipendono da variabili globali quali parametri protocollari o decisioni prese dai nodi stessi. Nel caso in cui le funzioni obiettivo locali siano convesse, è possibile utilizzare una tecnica che si basa sul metodo del subgradiente e algoritmi di consenso per mediare l'informazione proveniente da ogni nodo, e che garantisce la convergenza verso una soluzione di ottimo globale. In letteratura si trovano risultati di convergenza per tale tecnica che considerano solo il caso di operazioni sincrone tra nodi e modelli di mobilità senza memoria. La mia ricerca si è occupata di estendere tali risultati ad un contesto più ampio. I risultati originali del mio lavoro sono stati: 2.a) estensione dei risultati di convergenza all'ottimo per una classe più generale di modelli di mobilità (con memoria); 2.b) applicazione del metodo del subgradiente nel caso di operazioni asincrone tra nodi; 2.c) presentazione di un possibile scenario di applicazione di rete per validare l'analisi svolta e mostrare l'efficacia della tecnica di ottimizzazione distribuita considerata.

I risultati della mia ricerca si sono rivelati strumenti utili per l'ottimizzazione pratica di protocolli di rete e permettono di formulare raccomandazioni per la progettazione del complesso sistema integrato discusso sopra.

Titolo definitivo della tesi e nome del supervisore

“Distributed Optimization and Data Recovery for Wireless Networking”

Supervisore: Dr. Michele Rossi

Parte 3: Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

- Giorgio Quer, Riccardo Masiero, Michele Rossi, Michele Zorzi, “*SCoRe1: Sensing Compression and Recovery through Online Estimation for Wireless Sensor Networks*”, sottomesso al journal Transaction on Wireless Communications.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- Giorgio Quer, Riccardo Masiero, Daniele Munaretto, Michele Rossi, Joerg Widmer, Michele Zorzi, *On the Interplay Between Routing and Signal Representation for Compressive Sensing in Wireless Sensor Networks*, ITA workshop 2009, 8-13 Febbraio, 2009, pagg. 206-215.

- Riccardo Masiero, Daniele Munaretto, Michele Rossi, Joerg Widmer, Michele Zorzi, *A Note on the Buffer Overlap Among Nodes Performing Random Network Coding in Wireless Ad Hoc Networks*, VTC Spring 2009, 26-29 Aprile, 2009, pagg. 1-5.
- Riccardo Masiero, Giorgio Quer, Daniele Munaretto, Michele Rossi, Joerg Widmer, Michele Zorzi, *"Data Acquisition through joint Compressive Sensing and Principal Component Analysis"*, GLOBECOM 2009, 30 Novembre – 4 Dicembre, 2009, pagg. 1-6.
- Riccardo Masiero, Giorgio Quer, Michele Rossi, Michele Zorzi, *A Bayesian Analysis of Compressive Sensing Data Recovery in Wireless Sensor Networks*, ICUMT'09, pagg. 1-6.
- Giorgio Quer, Davide Zordan, Riccardo Masiero, Michele Zorzi, Michele Rossi, *WSN-Control: Signal Reconstruction through Compressive Sensing in Wireless Sensor Networks*, LCN 2010, 11-14 Ottobre, 2010, pagg. 937-944.
- Riccardo Masiero, Giovanni Neglia, *Distributed Subgradient Methods for Delay Tolerant Networks*, sottomesso alla conferenza INFOCOM 2011.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Masiero Riccardo** si è impegnato con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità del candidato, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.

Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Miotto Riccardo** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 il dottor **Miotto Riccardo** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Educational Activities:

Classes at University of Padova:

- Sampling, Counting, Mixing and Balancing: Advanced Probabilistic Methods in Algorithms; Prof. E. Upfal, 2008.
- Design Patterns in Software Development; Prof. G. Manduchi, 2008.
- Applied Functional Analysis; Prof. P. Ciatti, 2008.
- Statistical Methods; Prof. L. Finesso, 2008.
- Computation of Game and Market Equilibrium; Prof. B. Codenotti, 2009.

Classes at University of California, San Diego (USA):

- Statistical Learning II; Prof. N. Vasconcelos, 2009.
- Principles of AI: Probabilistic Reasoning and Decision Making; Prof. Lawrence Saul, 2009.

Seminars at University of Padova:

Distinguished Lecturer Series:

- Which kind of information can music convey?; Prof. C. Ambrosini, 2008.
- The Multi-Armed Bandit Meets the Web Surfer; Prof. E. Upfal, 2008.
- 3-dimensional Video: Technology and Applications; Prof. M. Gross, 2008.
- Blighted Virtual Neighborhoods and Other Threats to Online Social Experiences; Prof. R. De Millo, 2008.
- Studies on Androids and Humanoids; Prof. H. Ishiguro, 2008.
- Towards Categorization in Sensory Systems; Prof. P. Perona, 2009.
- Polyhedral Approaches to Integer Programming; Prof. Gerard Cornuejols, 2009.
- Robustness in Biological Networks: From Genes to Cells to Systems; Prof. J. Doyle, 2009.
- Factors impacting processor design: a view from the field; Dr. Pratap Pattnaik, 2010.
- Filosofia della matematica e matematica della filosofia; Prof. Odifreddi, 2010.

Other Seminars:

- Sistemi di Comunicazione di nuova generazione: quantità, qualità dell'informazione, misure e interventi; Ing. E. Rizzi, 2008.
- La rete Web Click; Prof. F. Menczer, 2008.
- The Google Story; Prof. A. Panconesi, 2008.

National Conferences:

- The 4th **Italian Research Conference on Digital Libraries** (IRCDL 2008) held in Padua, Italy, on 24-25 January 2008; presented a work at the conference.

- The 5th **Italian Research Conference on Digital Libraries (IRCDL 2009)** held in Padua, Italy, on 29-30 January 2009.

International Conferences:

- The 9th **International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR 2008)** held in Philadelphia, USA, on 14-18 September 2008; presented a work at the conference.
- The 3rd **Symposium on Future Directions in Information Access (FDIA 2009)** held in Padua, Italy, on 1 September 2009; presented a work at the conference.
- The 11th **International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR 2010)** held in Utrecht, The Netherlands, 9-13 August 2010; presented a work at the conference.

Others:

- The **Summer School in Multimedia Semantics (SSMS 2008)** held in Chania, Greece, on 1-5 September 2008; presented a poster entitled: "Towards a Content-based Music Search Engine".
- The **European Summer School in Information Retrieval (ESSIR 2009)** held in Padua, Italy, on 31 August - 4 September 2009; member of the Organization Committee.

Abroad Period:

- Since 20 June 2009 to 15 July 2010 visiting the Computer Audition Lab at University of California, San Diego, USA under the supervision of Prof. Gert Lanckriet.

Research Activities

The research carried out during my PhD focused on *Music Information Retrieval* (MIR), a research field that studies methods and tools to improve the interaction between users and music collections, as well as the access to music documents. The need for innovative music information technologies is due to the massive scale reached by nowadays music corpora. Most of the research works in MIR focuses on content-based approaches, which exploit the analysis of the audio recording signals to extract significant descriptors of the music content (i.e., timbre, rhythm, harmony, pitch, etc.). All of these descriptors can be used in different applicative scenarios, such as retrieval, recommendation, dissemination, musicology analysis, etc.

The first MIR problem I challenged during the PhD school has been *music identification*; the goal is the automatic recognition of music works from the recording of a performance, yet independently from the particular performance. The user submits a query as an unknown piece of music (meaning a mp3 or a wav file) in order to find meta-data about it; the system returns a ranking list of documents that ideally includes all the different versions of the query (studio, covers, live versions, etc.) stored in the collection. To find the right match, the user should listen to the documents of such ranking list one by one; though, a good identification system presents the matching documents at the top of this list and allows the user to find relevant results in a short time. Early, during the Master thesis, I studied a methodology based on an application of hidden Markov models (HMMs) to statistically represent the audio content of the songs in a collection for a classical music identification system. The queries were aligned with each model in the corpus to find the correct matching songs. Later, during the PhD, my work aimed at extending this general early model in order to improve its scalability as well as the quality of the ranking list. First, the original identification model suffered of a time complexity linear with the size of the collection. So, we proposed a novel approach to carry out a clustering of the collection to highlight efficiently a potential number of candidates to be used in the HMM-based identification. Songs were represented using the harmonic content of the audio signal, hashed in a single value and retrieved through a text-like indexing approach. This original work was published in [4]. An extension of the latter aimed at including some rhythmic component to better characterize the music documents; the improved results are reported in [5,

12]. Besides working at the audio features, we also explored some strategies to improve the quality of the model. In particular, we proposed to leverage the identification algorithm by adding a regression line measuring the quality of the alignment between the query and the models, in order to discard [from the ranking list](#) the not relevant results; details are reported in [1]. A prototype of the final system can be found online at <http://svrims2.dei.unipd.it:8080/musicir> [9]. Additionally we recently submitted an extended and complete version of the study with experiments performed on a test collection of about 10,000 [songs of classical music](#) [2].

During the following two years, I have also been working on semantic music retrieval, that is approaches [where semantic labels](#) (i.e., tags) are [used to query](#) the [music search engines](#) and which return a list of documents sorted according to some sense of similarity with the query. Part of this work has been done at University of California, San Diego, where I spent one year as visiting student under the supervision of Prof. Gert [Lanckriet](#). The use of tags to represent music content - keywords or short phrases that capture relevant characteristics of music pieces, ranging from genre and instrumentation, to emotions, usage, etc. - is becoming a core challenge in designing fully functional music search engines. Listeners extensively use tags to describe multimedia content in many commercial systems, such as YouTube, Last.fm and Pandora. In these systems, semantic tags can be [exploited](#) for keyword search (e.g., searching for “mellow rock songs with acoustic guitar”) or [for query-by-example](#) retrieval based on high-level semantic representations (e.g., generating playlists based on songs with similar annotations). Because of the scale of nowadays collections, manually assigning tags to songs is becoming an infeasible task. State-of-the-art systems for music annotation (which are usually called auto-taggers) model the acoustic patterns of the music content associated with each tag in a vocabulary through machine learning approaches. Based on these tag models, auto-taggers generate a vector of tag weights when annotating a new song. This vector may be interpreted as a *semantic multinomial (SMNs)*, i.e., a distribution characterizing the relevance of each tag to a song, and can be used for music annotation and retrieval. A first contribution of my research on semantic music search engines concerned the study of a novel method to improve the state-of-the-art auto-taggers. While a listener may derive semantic associations for audio clips from direct auditory cues (e.g., hearing “bass guitar”) as well as from context (e.g., inferring “bass guitar” in the context of a “rock” song), auto-taggers ignore this context. I studied an approach to model these contextual relationships and to improve the quality of the prediction. The approach is based on a generative Dirichlet mixture model trained over a set of manually annotated songs to capture the tag co-occurrences in the SMNs. This model is then used to infer better tag weights. The details of this approach can be found in [7]; recently we have also submitted a more complete [study](#) to an [international journal](#) [3]. Experimental results demonstrate the benefits of combining a variety of auto-taggers with this generative context model; it generally outperforms other approaches to context modeling as well.

In the third year, I have also focused on the definition of a strategy to improve the retrieval function of semantic music search engines. State-of-the-art semantic music search engines mainly respond to a query simply ranking the songs according to the tag’s weights in their semantic representation (i.e., SMNs). Yet, searching in music collections can be carried out by using textual descriptors but also by exploiting direct acoustic similarity (i.e., without abstracting the music descriptors to the semantic level). One major issue in MIR is how to combine such noisy and heterogeneous information sources in order to improve retrieval effectiveness. My work investigated a general model to describe a collection of songs where both content-based acoustic similarity and semantic descriptions are combined together in a statistical framework. The model is based on an application of hidden Markov models and of the Viterbi algorithm to retrieve songs. The purpose of this work is to develop a general music search strategy that combines efficiently and effectively different sources of information, in this case direct acoustic similarity and tags. Experimental results show that this model leads to better performances than retrieval approaches that rank songs according to only individual information sources or that perform a simple linear combination of these information sources. Moreover, the generality of the model allows [us](#) for extensions to other media, as well as to different sources of information. More details can be found in the [6, 8].

Finally, during the three years of PhD school, I collaborated to some national and international projects. During the first year, I participate at the SAPIR project which goal was to define a large-scale, distributed P2P architecture that will make possible to search audio-visual content using the query-by-example paradigm. Original contributions are reported in [10, 11]. Additionally, during the second year, I worked with the Department of Linguistics and Performing Arts of the University of Padova on the ASIT project. The goals of the latter are the design and the realization of a multilingual resource to study Italian dialects. The developed system can be found online at <http://asit.maldura.unipd.it:8080/asit2009/>; details are reported in [13].

Thesis Title: Content-based Music Access: Combining Audio Features and Semantic Information for Music Search Engines

Supervisor: Dr. Nicola Orio

Publications and Submissions:

International Journals:

- [1] **[Book Chapter]** R. Miotto, N. Montecchio, and N. Orio. Statistical Music Modeling aimed at Identification and Alignment. *Advances in Music Information Retrieval*. Studies in Computational Intelligence, Berlin, Springer, vol. 274, pp. 187-212.
- [2] R. Miotto and N. Orio. Introducing Two Compact Descriptors for Scalable Music Retrieval. Submitted to the *IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing* on 30 September 2010.
- [3] R. Miotto and G. Lanckriet. A Generative Context Model for Semantic Music Annotation and Retrieval. Submitted to the *IEEE Transactions on Audio, Speech and Language Processing* on 15 October 2010.

International Conferences:

- [4] R. Miotto and N. Orio. A Music Identification System Based on Chroma Indexing and Statistical Modeling. In *Proc. of the International Society of Music Information Retrieval*, 2008, pp. 301-306.
- [5] R. Miotto, N. Montecchio. Integration of Chroma and Rhythm Histogram Features in a Music Identification System. In *Proc. of the Workshop on Exploring Musical Information Spaces*, 2009, pp. 41-45.
- [6] R. Miotto. Content-based Music Access: An Approach and its Applications. In *Proc. of the Symposium on Future Directions in Information Access*, 2009, pp. 297-302.
- [7] R. Miotto, L. Barrington, and G. Lanckriet. Improving Auto-tagging by Modeling Semantic Co-occurrences. In *Proc. of the International Society of Music Information Retrieval*, 2010, pp. 271-284.
- [8] R. Miotto, and N. Orio. A Probabilistic Approach to Merge Context and Content Information for Music Retrieval. In *Proc. of the International Society of Music Information Retrieval*, 2010, pp. 15-20.

National Conferences:

- [9] R. Miotto and N. Orio. Towards a Content-based Music Search Engine. In *Proc. of the Italian Research Conference on Digital Libraries*, 2008, pp. 23-28.
- [10] E. Di Buccio, N. Ferro, M. Melucci, R. Miotto, and N. Orio. Design of a Music Retrieval System based on a Peer-to-Peer Paradigm. In *Proc. of the Italian Research Conference on Digital Libraries*, 2009, pp. 80-87.

- [11] E. Di Buccio, I. Masiero, Y. Mass, M. Melucci, R. Miotto, N. Orio and B. Sznajder. Towards an Integrated Approach to Music Retrieval. In *Proc. of the Italian Research Conference on Digital Libraries*, 2009, pp. 100-107.
- [12] R. Miotto, N. Montecchio, and N. Orio. Content Based Cover Song Identification in Music Digital Libraries. In *Proc. of the Italian Research Conference on Digital Libraries*, 2010, pp. 195-204.
- [13] M. Agosti, P. Benincà, G. M. Di Nunzio, R. Miotto, and D. Pescarini. *Building Grammatical Resources for Italian Dialects*. In *Proc. of the Italian Research Conference on Digital Libraries*, 2010, pp. 89-100.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Miotto Riccardo** si è impegnato con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità del candidato, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.

Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Mahmud Mufti** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Bioingegneria

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 il dottor **Mahmud Mufti** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Indirizzo Bioingegneria

Corsi specifici per studenti di Dottorato offerti presso l'Università di Padova:

Primo anno

1. *Applied Functional Analysis*, Prof. P. Ciatti and Prof. G. Pillonetto
2. *Applied Linear Algebra*, Prof. H. Wimmer and Prof. M. Karow
3. *Biochips: Microdevices for Life Sciences*, Prof. S. Vassanelli
4. *Statistical Methods*, Prof. L. Finesso

Secondo anno

1. *Bioelectromagnetics*, Prof. T. A. Minelli
2. *Design Patterns in Software Development*, Prof. G. Manduchi

Terzo anno

Not Applicable

Corsi seguiti all'interno di Corsi di Laurea Specialistica presso l'Università di Padova:

Not Applicable

Corsi seguiti presso altre istituzioni:

Not Applicable

Partecipazione a scuole:

1. "Barcelona Cognition, Brain and Technology Summer School (BCBT Summer School 2008, <http://www.iaa.upf.edu/bcnscs/>)" held from September 8-21 September 2008 organized and hosted by the University of Pompeu Fabra, Barcelona, Spain.
2. The Fourth University of Ottawa Summer School in Computational Neuroscience, June 13-25, 2010, (<http://www.neurodynamic.uottawa.ca/summer.html>). Organized by: Centre for Neural Dynamics, University of Ottawa, Canada.

Altri seminari seguiti:

1. "Cellular microenvironment engineering for the development of in vitro models of functional tissues and diseases," by: Nicola Elvassore, on 6 March 2008, 12.30 PM at DEI/A.
2. "Biophysical Approaches in the Neurosciences," by: Prof. Erwin Neher, on 6 March 2008, 15.30 at "Aula Rostagni" of Galileo Galilei Institute of Physics.
3. "Ca⁺⁺ signals and short term synaptic plasticity in the central nervous system," by: Prof. Erwin Neher, on 7 March 2008, 12.30 PM at "Aula Seminari" of Venetian Institute of Molecular Medicine.
4. "Generation of neuronal cell diversity in the mammalian nervous system," by: Prof. Stefano Stifani, on 20 March 2008, 12.30 PM at "Aula B" of Dip. Farmacologia e Anestesiologia.
5. "Incremental Clustering with Nonparametric Bayesian Models," by: Ryan Gomes, on 21 April, 14.30 in sala riunioni 201 of DEI/A.

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

1. The 2009 ECSIS Symposium on Advanced Technologies for Enhanced Quality of Life (AT-EQUAL 2009), Iasi, Romania, July 22-26, 2009.
2. The World Congress 2009 in Medical Physics and Biomedical Engineering (WC2009), Munich, Germany, 7-12 September 2009.

3. The International Symposium on Bioelectronics and Bioinformatics (ISBB2009), Melbourne, Australia, 9-11 December 2009.
4. The ISSNIP Biosignals and Biorobotics Conference 2010 (BRC2010), Vitoria, Brazil, 4-6 January 2010.
5. The 2nd EUCogII Members Conference: "Development of Cognition in Artificial Agents", Zürich, Switzerland, 29 January 2010.
6. The 36th Annual Northeast Bioengineering Conference (NEBEC2010), Colombia University, New York, USA, 26-28 March 2010.
7. The 32nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC2010), Buenos Aires, Argentina, 31 August - 4 September 2010.
8. The 3rd BID Workshop - Brains in Dialogue on Deep Brain Stimulation, Warsaw, Poland, 20-21 September, 2010.
9. The 3rd IEEE/RAS-EMBS International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics (BioRob2010), Tokyo, Japan, 26-29 September 2010.
10. The 3rd EUCogII Members Conference: "Multi-sensory integration", Palma de Mallorca, Spain, 8-9 October 2010.

Periodi di Attività all'Estero

N/A

Riconoscimenti:

1. Awarded the BCBT Best Project award for the project entitled “ α -Coaster: A Game Based on Human Brain – Robot Interface” at the BCBT Summer School 2008 organized and sponsored by the Universitat Pompeu Fabra, Barcelona, Spain and the euCognition network.

Didattica Attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

I have supervised four students for their final thesis (3 Bachelor and 1 Master):

Bachelor

1. Ms. Paola Pachera
2. Ms. Giorgia Prevedello
3. Mr. Giacomo Bassetto

Master

1. Mr. Davide Travalin

ATTIVITA' DI RICERCA

Scientific activity during the doctoral program

My doctoral thesis involves me working in the CyberRat, an EU funded project (<http://www.cyberrat.eu/>). This project addresses to one of the major technological challenges in Neuroscience and its application fields (Neurology, Neurocomputation, Brain-machine interfacing, Robotics) in establishing a bi-directional communication (recording and stimulation) with nervous tissue of the brain at high spatial resolution. The capabilities of the bi-directional interface between the nervous tissue and the chip to record and stimulate different neuronal signals of single or multi-unit spikes and local field potentials (LFPs) will be investigated and optimized by the use of signal processing algorithms and by the development of appropriate stimulation protocols, thus achieving a fine control of neuronal networks activity.

During my doctoral degree I have performed three different types of neurophysiological experiments (with other members of the team.) Type 1: Using the standard micropipette based extracellular recording technique. Type 2: Using implantable EOSFET based chips (second generation of CyberRat chips.) Type 3: A unique experiment called ‘rat-on-chip’ using an older generation of planar chips. The devices used in all three types of experiments mostly measured Local Field Potentials (LFPs) from the anesthetized Sprague Dawley rats. I have performed processing and analysis of those recorded signals from the rat brain in terms of baseline correction, artifact removal, noise characterization, latency calculation, layer

activation order detection using LFPs and Current Source Density (CSD) data obtained from the LFPs, and shape based classification of single sweep LFPs. Novel algorithms are developed to perform these analyses. Apart from performing experiments, processing and analyzing recorded signals, I also have worked on EEG based Brain-Machine Interfacing (BMI) and neuronal simulations. The EEG based BMI system is developed to control mobile robotic device. In the simulation, classical Hodgkin-Huxley based single neuron model is used for optimizing stimulation protocol to generate action potentials, and calcium based modified Hodgkin-Huxley model for flicking-based short-term plasticity.

To achieve the above stated goals, tasks are performed in few stages. Firstly, setting up and calibrating the *in-vivo* recording setups with help from the other team members of the NeuroChip Laboratory. Three *in-vivo* recording setups are used for the three different types of experiments. First one is for the standard glass micropipette recordings (referred as 'standard setup'), the second one is for the implantable EOSFET chips (this type of chips are used for the 'implantable EOSFET' experiments, referred as 'chip setup') and the third one is for the 'rat-on-chip' experiments using planar chips (referred as 'rat-on-chip setup').

The standard setup consists of a stereotaxic platform with a microscope for the neurosurgery (done by other team members), a micron precision micro-manipulator for controlling the microelectrode's insertion to the rat-brain, a pre-amplifier or head-stage for primarily amplifying the acquired brain signals and sending them to the bridge-amplifier (both from npi electronics, Germany) for further amplification, filtering and communication with the digital data acquisition hardware. To ensure the physiological condition of the animal, a temperature controlling system is used to monitor and control the animal's body temperature, and a differential bio-amplifier to monitor the heart-beat rate through to detection of ECG signals. Three different stimulation devices are used to provide stimulations for evoking neuronal responses. This setup is used for recording signals using the standard borosilicate glass micropipette from the rat brain.

In addition to the instruments present in the standard setup, the chip setup includes a custom built chip holder to hold the implantable chip with enough space to connect the chip with cables, a custom built amplifier, and analog-to-digital conversion module with many other electronic read-out systems to record the individual transistors present in the chip.

The 'rat-on-chip' setup consists of a custom built chip holder to hold the planar chip with enough space to place the rat on the chip, a perfusion system to keep the brain in physiological conditions, a custom built amplifier, transistor selection cable, and pneumatic micro-injection pump based air-puff stimulation system.

To evoke neuronal response in the barrel cortex (a well studied area of the rat brain having a clear one-to-one representation of the whiskers) during micropipette and implantable chip based experiments, three types of stimulation techniques are used – chemical stimulation, mechanical stimulation, and intracortical microstimulation. The chemical stimulation is done by applying 1 mM Bicuculline ($C_{20}H_{17}NO_6$), a GABA_A receptor antagonist, to the recording bath solution to trigger epileptic seizures in the brain. The mechanical stimulation is done by two devices: 1) a custom built speaker system with a metal tube connected to it which can be vibrated upon application of voltage in the speaker; 2) piezoelectric benders that can provide very controlled deflection of single whisker or a group of whiskers with information about deflection angle, and amplitude. The intracortical microstimulation is done using a bipolar tungsten electrode inserted into cortical area of interest and current is provided using a current isolation unit.

To evoke neuronal response during the rat-on-chip experiments two types of stimulation techniques are used: 1) chemical stimulation using Bicuculline and 2) mechanical stimulation by air-puffs to a selective group of whiskers. The air-puffs are of compressed air induced by pneumatic micro-injection pump at a certain pressure and frequency.

Firstly the signals recorded from the rat-on-chip experiments are analyzed. It is found that the air-puff stimulation caused bath modulation which generating a particular type of slow stimulus artifact in the recorded signals. An algorithm is developed to remove this type of artifact. Further analysis of these signals is done for the characterization of noise. To do this, the pre-stimulus part of the signal is considered (called, 'first steady state' or 'FSS') as this part of the signal does not contain evoked neuronal response due to the stimulation. Care is being paid to detect the exact starting of the evoked response. This FSS is then compared from the rear of the signal to detect the end of the evoked response. This

portion of the signal is called 'second steady state' or 'SSS'. Custom algorithms are developed to perform these detections. After this detection, classical mathematical models are applied to fit the data, calculate the measurement error and calculate statistical information like mean, standard deviation, statistical distribution and also the estimation of the distribution. The goodness of the fitting of the mathematical model is determined and validated through the Akaike Information Criterion (AIC) which is based on the Weighted Residual Sum of Square (WRSS) of the measurement error. To comment on the quality of recording through the planar chip using rat-on-chip experiments, the signals recorded using the micropipette and rat-on-chip are compared for both type of stimuli and are found similar in signal amplitude and morphology. This result suggests as a proof of principle that the planar chip can also be used for performing *in-vivo* experiments.

Then the signals recorded using standard micropipettes and implanted chips are analyzed. An in-house algorithm is developed for estimating latencies in the LFPs. This estimation is done through detection of events that characterize the LFPs recorded from the Barrel cortex. Specific template represents barrel cortex LFPs in different cortical layers (small positive/negative (E1) → large negative (E2) → small positive (E3) → slow long negative (E4).) The algorithm exploits the layer specific characteristics of LFPs to obtain event latencies (E1-E4). For each signal file it calls a module capable of detecting the events present in that signal and calculating the latencies from the stimulus-onset. Finally the activation order of different cortical layers in the barrel column is determined by sorting the layerwise minimum latencies of the second event (E2). Current source density (CSD) analysis has been applied on the LFPs to obtain a CSD profile. After the CSD profile is computed, the sources and sinks for the individual recording site can easily be viewed. The calculation of the sinks' latencies is done by subtracting the time instance of the stimulus-onset from the time instance of the peak of the first sink. Once the latencies are calculated for the whole CSD profile, recordings for each layer are grouped together and the minimum latencies are selected. To determine the layer activation order, minimum latencies are sorted in ascending order and assigned to the different layers depending on recording depths known a priori. Latencies can be used to gain information on signal propagation within intracortical networks. Hypothetical signal propagation pathways across the barrel intracortical network are inferred from the CSD profile and the latencies' temporal pattern.

LFPs represent cumulative response of neuronal populations around the recording electrode and are studied as an average of many single sweeps. Single sweep LFPs contain response of a neuronal population at a particular time instance and shows a range of shapes. The shape of an LFP is considered as a fingerprint of the underlying neuronal network generating it, a shape based clustering system is developed to facilitate the study of neuronal circuit activation. This custom algorithm mainly involves three steps: template generation, recognition of single sweeps, and clustering of recognized sweeps. As the single sweeps contain spontaneous neural oscillations and noise, it is often difficult to have precise information about the events of the signal. Thus, a(n) smoothing / estimation is performed using Gauss-Newton based nonlinear least square method to get rid of the spatial oscillations and noise. The estimated signals are scanned for occurrence of the aforementioned events. The starting and the end of the template are defined by stimulus-onset and the end of response, respectively. As all the signals don't have the same end of response, estimated signals are zero - padded and averaged to obtain a template. Once the template is generated, the contour of the template is used to recognize the single sweeps. Boundary conditions (lower and upper bounds) are imposed to facilitate the recognition process. The variance vector of the template is necessary for calculating the boundary conditions. A signal is considered to be recognized, if and only if all its data points lie within the range of the boundary conditions. For clustering the recognized single sweeps, intelligent K-means method is used. It is an updated version of the classical K-means where the number of clusters is automatically calculated. Finally, when the single sweeps are clustered, they are cluster-wise averaged for further processing.

I have worked on simulations based on classical single neuron mathematical model to optimize the stimulation protocol that will be used in stimulating the brain regions of anesthetized rat for studying the response of either the same or different region(s). In this work different morphological stimulus currents (sine, saw-tooth, and inverse saw-tooth waves) are applied at varying amplitudes and frequencies to a single neuron Hodgkin-Huxley model to initiate Action Potential (AP). The results suggest that sinusoidal stimulation current initiates the AP at lower amplitude compared to the other waves, but, the saw-tooth and the inverse saw-tooth waves initiate the AP at an earlier frequency with higher amplitude of stimulus

currents. The optimization of these stimulus currents is yet to be completed which later can be used as an optimized stimulation protocol for the *in-vivo* stimulations.

I also have worked with simulations on calcium based modified Hodgkin-Huxley single neuron model to study the short-term plasticity. Literature study shows that light-flicking facilitates short-term plasticity. This simulation is aimed to understand the possible mechanism of flicking-induced short-term plasticity restoration in neuro-degenerated subjects and the underlying mechanism of this phenomenon at ionic current level. It is understood that flashing of lights of a particular wavelength at a particular frequency, GABA are released, causing the release of glutamate either to increase or to decrease. Glutamate in turn controls the opening and closing of calcium channels, thus controlling overall neuronal behavior. Simulation results suggest that it is possible to restore chaotic neuronal firing to regular one by controlling release of glutamate.

Apart from these, I have worked on Brain-Machine Interfacing (BMI) based on electro-encephalogram (EEG) signals recorded using standard EEG recording devices (gTech, Austria) to control robotic device. A simple and easy to implement BMI has been developed and using some sophisticated signal processing of the EEG, control signals are generated which can instruct a robotic device to follow a predefined path.

To conclude, during the three years of the bioengineering doctoral program, I have performed experiments to acquire neuronal signals through microelectrodes, and EOSFET based planar and implantable chips. The analyses on the recorded signals include artifact removal, noise characterization, calculation of latencies and determining cortical layer activation order from the latency information, and single sweep analysis of LFPs (contour based clustering). Also, simulations of single neuron mathematical models to optimize the stimulation protocol for *in-vivo* experiments and simulations on calcium based modified Hodgkin-Huxley models to study the possible mechanism of flicking-induced short-term plasticity restoration in neuro-degenerated subjects. As a final outcome of the thesis is a comprehensive automated tool for processing and analysis of extracellular brain signals, which will be diffused in the community shortly under the GNU general public license. We believe that this tool will serve a good deal in processing and analyzing extracellular brain signals recorded using neural probes.

Titolo definitivo Tesi: “SigMate: A Comprehensive Automated Tool for Processing and Analysis of Extracellular Brain Signals Recorded by Neuronal Probes”

Supervisore: Dr. Stefano Vassanelli

Published articles:

1. F. F. Milone, **M. Mahmud**, T. A. Minelli, M. M. Rahman, S. Vassanelli (2010), **CNS 10 Hz LED 650 nm Stimulation: Measures and Hypotheses on the Possible Mechanisms of Reinforcement of the Alpha Brain Rhythms**. In: *Mind Force 2010: ConVersActions on the Embodied Mind*, Centre for the Study of Complex Systems, University of Siena, Italy, 7-9 October 2010.
2. **M. Mahmud**, D. Hawellek, A. Bertoldo (2010), **EEG Based Brain-Machine Interface for Navigation of Robotic Device**. In: *Proceedings of the 3rd IEEE/RAS-EMBS International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics (BioRob2010)*, Tokyo, Japan, 26-29 September 2010, pp. 168-172.
3. **M. Mahmud**, A. Bertoldo, S. Girardi, M. Maschietto, S. Vassanelli (2010), **SigMate: A MATLAB-based Neuronal Signal Processing Tool**. In: *Proceedings of the 32nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC2010)*, Buenos Aires, Argentina, 31 August-4 September 2010, pp. 1352-1355.
4. **M. Mahmud**, A. Bertoldo, M. Maschietto, S. Girardi, S. Vassanelli (2010), **Automatic Detection of Layer Activation Order in Information Processing Pathways of Rat Barrel Cortex under Mechanical Whisker Stimulation**. In: *Proceedings of the 32nd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC2010)*, Buenos Aires, Argentina, 31 August - 4 September 2010, pp. 6095-6098.

5. **M. Mahmud**, S. Girardi, M. Maschietto, A. Bertoldo, S. Vassanelli (2010), **Processing of Neuronal Signals Recorded by Brain-Chip Interface from Surface of the S1 Brain Cortex**. In: *Proceedings of the 36th Annual Northeast Bioengineering Conference (NEBEC2010)*, Colombia University, New York, USA, 26-28 March 2010.
6. **M. Mahmud**, S. Girardi, M. Maschietto, M. M. Rahman, A. Bertoldo, S. Vassanelli (2009), **Noise Characterization of Electrophysiological Signals Recorded from High Resolution Brain-Chip Interface**. In: *Proceedings of the International Symposium on Bioelectronics and Bioinformatics (ISBB2009)*, Melbourne, Australia, 9-11 December 2009, pp. 84-87.
7. **M. Mahmud**, S. Girardi, M. Maschietto, M. M. Rahman, A. Bertoldo, S. Vassanelli (2009), **Slow Stimulus Artifact Removal through Peak-Valley Detection of Neuronal Signals Recorded from Somatosensory Cortex by High Resolution Brain-Chip Interface**. In: *IFMBE Proceedings of the World Congress 2009 in Medical Physics and Biomedical Engineering (WC2009)*, Munich, Germany, 7-12 September 2009, vol. 25/IV, pp. 2062-2065.
8. M. Maschietto, **M. Mahmud**, S. Girardi, S. Vassanelli (2009), **A High Resolution Bi-Directional Communication through a Brain-Chip Interface**. In: *Proceedings of the 2009 ECSIS Symposium on Advanced Technologies for Enhanced Quality of Life (AT-EQUAL 2009)*, Iasi, Romania, July 22 - 24, pp. 32-35.
9. **M. Mahmud**, D. Hawellek, A. Valjamae (2009), **A Brain-Machine Interface Based on EEG: Extracted Alpha Waves Applied to Mobile Robot**. In: *Proceedings of the 2009 ECSIS Symposium on Advanced Technologies for Enhanced Quality of Life (AT-EQUAL 2009)*, Iasi, Romania, July 22-26, pp. 28-31.

Accepted articles:

10. **M. Mahmud**, E. Pasqualotto, A. Bertoldo, S. Girardi, M. Maschietto, S. Vassanelli (2010), **A MATLAB Based Tool for Automatic Barrel Cortex Layer Activation Order Detection Through Latency Calculation**. In: *International Conference on Bio-inspired Systems and Signal Processing (Biosignals2011)*, Rome, Italy, 26-29 January, 2011.
11. **M. Mahmud**, D. Travalin, A. Bertoldo, S. Girardi, M. Maschietto, S. Vassanelli (2010), **An Automated Method for Clustering Single Sweep Local Field Potentials Recorded from Rat Barrel Cortex**. In: *ISSNIP Biosignals and Biorobotics Conference 2011 (BRC2011)*, Vitoria, Brazil, 6-8 January 2011.
12. **M. Mahmud**, D. Travalin, A. Bertoldo, S. Girardi, M. Maschietto, S. Vassanelli (2010), **A Contour Based Automatic Method to Classify Local Field Potentials Recorded from Rat Barrel Cortex**. In: *5th Cairo International Conference on Biomedical Engineering (CIBEC2010)*, Cairo, Egypt, 16-18 December 2010.

Submitted articles:

13. **M. Mahmud**, E. Pasqualotto, A. Bertoldo, S. Girardi, M. Maschietto, S. Vassanelli (2010), **An Automated Method for the Detection of Layer Activation Order in Information Processing Pathways of Rat Barrel Cortex under Mechanical Whisker Stimulation**. Resubmitted after first revision to: *Journal of Neuroscience Methods*.

Manuscript under preparation:

14. **M. Mahmud**, A. Bertoldo, S. Girardi, M. Maschietto, S. Vassanelli, **An Automated Method for Noise Characterization of Cortical Signals Recorded using High Resolution Brain-Chip Interface from S1 Brain Cortex under Mechanical Whisker Stimulation**. Manuscript under preparation for: *Journal of Neuroscience Methods*.
15. **M. Mahmud**, A. Bertoldo, S. Girardi, M. Maschietto, S. Vassanelli, **SigMate: A Comprehensive Tool to Process and Analyze Extracellular Neuronal Signal**. Manuscript under preparation for: *Journal of Neuroscience Methods*.



Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Mahmud Mufti** si è impegnato con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità del candidato, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Nasso Sara** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Bioingegneria

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 la dott.ssa **Nasso Sara** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Bioingegneria

ATTIVITA' DI FORMAZIONE

Corsi specifici per studenti di Dottorato offerti presso l'Università di Padova:

Primo anno

1. *Biochips: Microdevices for Life Sciences*, Docente: S. Vassanelli
2. *Sampling, Counting, Mixing and Balancing: Advanced Probabilistic Methods in Algorithms*, Docente: E. Upfal
3. *Dose, effect, threshold*, Docente: A. Trevisan
4. *Applied Linear Algebra*, Docente: H. Wimmer, M. Karow
5. *Statistical Methods*, Docente: L. Finesso

Secondo anno

6. *Dynamical Models in Systems Biology*, Docente: Claudio Altafini
7. *Proteomics*, Docente: Peter James

Corsi seguiti all'interno di Corsi di Laurea Specialistica presso l'Università di Padova:

8. *Bioingegneria per la Genomica*, Docente: Barbara Di Camillo

Corsi seguiti presso altre istituzioni:

9. *"Proteomic Informatics course: A HUPO2010 Satellite Workshop hosted by the NSW Systems Biology Initiative @ the University of New South Wales"*, Docenti: Alexey Nesvizhskii (U. Michigan); Eric Deutsch (ISB); Henry Lam (U. Hong Kong); Mi-Youn Brusniak (ISB); Simon Michnowicz (APCF); Luis Mendoza (ISB)
10. *"Statistical analysis for proteomics data"*, corso pre-congresso SPS2009, Docente: Frédéric Schütz (Bioinformatics Core Facility, Swiss Institute of Bioinformatics)
11. *"Commercial Bioinformatics resources: The theory behind and their applications"*, corso pre-congresso EuPA2009, Docenti: Will Dracup (Nonlinear), Pierre-Alain Binz (GeneBio), Leonid Zamdborg (University of Illinois Urbana-Champaign), John Cottrell (Matrix Science), Christine Miller (Agilent), Michael Athanas (Vast Scientific)

Partecipazione a scuole:

1. *"Proteomic Basics - High-Throughput Data Analysis and Statistics"*, European Summer School, Agosto 1-8, 2010, Bressanone (BZ), Italia.
2. *"Bioingegneria per le neuroscienze cognitive"*, XXVIII Scuola Annuale Nazionale di Bioingegneria, Settembre 7-11, 2009, Bressanone (BZ), Italia.
3. *"Sistemi indossabili intelligenti per la salute e la protezione dell'uomo"*, XXVII Scuola Annuale Nazionale di Bioingegneria, Settembre 15-19, 2008, Bressanone (BZ), Italia.
4. *"Genomica e proteomica computazionale"*, XXVI Scuola Annuale Nazionale di Bioingegneria, Settembre 25-28, 2007, Bressanone (BZ), Italia.

Altri seminari seguiti:

1. *"CyberRat: A Brain-Chip Interface for High-resolution Bi-directional Communication"* project presentation, S. Vassanelli e P. Fromherz, 12.02.2008, Aula Magna Istituto di Fisiologia

2. *"Which Kind of Information Can Music Convey?"*, Claudio Ambrosini, 28.02.2008, Aula Magna DEI
3. *"Cellular microenvironment engineering for the development of in vitro models of functional tissues and diseases"*, Nicola Elvassore, 6.03.2008, Aula 201 DEI/A
4. *"Biophysical Approaches in the Neurosciences"*, Erwin Neher, 6.03.2008, Aula Rostagni
Dipartimento di Fisica
5. *"Computational Social Choice and Manipulation in Approval Voting"*, Ulle Endriss, 8.04.2008, Aula 1C/150 Torre Archimede.
6. *"Non invasive multichannel electromyography: applications in neurophysiology, ergonomics and gynecology"*, Roberto Merletti, 17.7.2008, Aula Magna DEI
7. *"Metodi MCMC (Catene Markoviane e metodo di Monte Carlo) per la ricostruzione di segnali biomedici"*, Paolo Magni, 15.10.2008, Aula 201 DEI/A
8. *"Adattamento e quasi-adattamento in sistemi biologici: modelli dinamici ed esempi"*, Claudio Altafini, 7.11.2008, Sala riunioni 3° piano DEI /G
9. *"Stochastic dynamics of genetic regulatory networks: Modelling and identification"*, Eugenio Cinquemani, 7.11.2008, Sala riunioni 3° piano DEI /G
10. *"Network Bayesian: selezione del modello"*, Marco Scutari, 4.11.2008, Aula 201 DEI/A
11. *"Towards categorization in sensory systems"*, Prof. Pietro Perona, 11.03.2009, Aula Magna DEI
12. *"Incremental Clustering with Nonparametric Bayesian Models"*, Ryan Gomes, 21.4.2009, Aula 201 DEI/A
13. *"Metodologie single-trial per l'analisi di potenziali evocati durante task cognitivi"*, Prof. Giovanni Sparacino, 22.01.2009, Aula Magna DEI
14. *"Robustness in Biological Networks: From Genes to Cells to Systems"*, Prof. Francis J. Doyle III, 7.05.2009, Aula Magna DEI
15. *"Introduzione, Pipeline e Design Analysis Plan"*, Cesare Furlanello, 20.5.2009, Sala riunioni 3° piano DEI /G
16. *"Applicazioni in Proteomica e Ultra High Throughput Sequencing (UHTS)"*, Marco Chierici, 20.5.2009, Sala riunioni 3° piano DEI /G
17. *"Crescita e collasso di sistemi economici e sociali complessi"*, Ugo Bardi, 30.9.2009, Aula Magna DEI
18. *"Algorithmic Systems Biology"*, Corrado Priami, 9.12.2009, Aula 1A/150 Torre Archimede
19. *"Omnidirectional vision: from calibration to robot motion estimation"*, Dr. Davide Scaramuzza, 26.02.2010, Aula Magna DEI
20. *"Studio in risonanza magnetica della connettività anatomica cerebrale mediante immagini di tensore di diffusione (DTI)"*, Ing. A. Bertoldo, 28.04.2010, Aula Magna DEI
21. *"Filosofia della matematica e matematica della filosofia"*, Piergiorgio Odifreddi, 21.10.2010, Aula Magna DEI
22. *"Object Detection And Classification Using Machine Learning And Statistical Approaches"*, Haider Ali, 27.10.2010, Aula Magna DEI
23. *"I Workshop Strategic Research Project AACSE (Algorithms and Architectures for Computational Science and Engineering)"*, Gianfranco Bilardi, Andrea Pietracaprina, Silverio Bolognani, ecc., 1-2.7.2010, Aula Magna DEI
24. *"Generating and Navigating complete Proteome Maps by Mass Spectrometry"*, Christie Hunter, Ruedi Aebersold, 9.11.2010, Webinar (AB SCIEX e Journal of Proteomics)

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

Oral:

1. *"ITPA2010: 5th Italian Proteomics Association (ItPA) Annual National Conference"*, Firenze, Italia, 9-12 Giugno, 2010

2. *"BITS2010: Seventh Annual General Meeting of the Bioinformatics Italian Society"*, Bari, Italia, 14-16 Aprile, 2010
3. *"SPS2009: Swiss Proteomics Society (SPS) Scientific Meeting, "Proteome Dynamics: Protein Quantification in Time and Space""*, Zurigo, Svizzera, 2-4 Dicembre, 2009
4. *"1° Workshop GNB (Gruppo Nazionale Bioingegneria) su Data Mining e Knowledge Discovery in Bioingegneria"*, 20 Febbraio 2009, Pavia

Poster:

5. *"HUPO2010: Human Proteome Organisation (HUPO) World Congress"*, Sydney, Australia, 19-23 Settembre 2010
6. *"EuPA2009: European Proteomics Association (EuPA) Annual Congress"*, 14-17 Giugno, 2009
7. *"SPS2009: Swiss Proteomics Society (SPS) Scientific Meeting, "Proteome Dynamics: Protein Quantification in Time and Space""*, Zurigo, Svizzera, 2-4 Dicembre, 2009

Riconoscimenti:

Travel grant per partecipare allo HUPO2010, congresso della Human Proteome Organization (450 AUD).

Travel grant per partecipare al BITS2010, congresso della Società Italiana di Bioinformatica (300€).

Didattica Attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

1. *"Elaborazione dei segnali biologici"*, Gianna Maria Toffolo, n.48 ore, assistenza in laboratorio, A.A. 2008/2009.
2. *"Fondamenti di informatica"*, Marcello Dalpasso, n.48 ore, assistenza in laboratorio, A.A. 2009/2010.
3. *"Elaborazione dei segnali biologici"*, Gianna Maria Toffolo, n.48 ore, assistenza in laboratorio, A.A. 2009/2010.

ATTIVITA' DI RICERCA

Primo anno

Il primo anno è stato dedicato allo studio dello stato dell'arte e al reperimento delle informazioni, dei dati di spettrometria di massa accoppiata alla cromatografia liquida (LC-MS) e dei metodi di quantificazione necessari allo sviluppo del progetto. In particolare si è focalizzato sulla quantificazione relativa di dati LC-MS, ossia sulla stima dei rapporti di concentrazione delle proteine presenti nei campioni acquisiti tramite LC-MS. Per comprendere appieno i vari problemi inerenti all'analisi dei dati nel settore della proteomica, si è studiata la letteratura internazionale, soffermandosi sui metodi di pre-processing e quantificazione. Sono quindi emersi 2 problemi principali: la gestione dei dati, di ingenti dimensioni, e la mancanza di un gold standard per l'analisi degli stessi.

Il dataset utilizzato per il progetto ci è stato fornito dall'Istituto per la Genomica e la Bioinformatica del Politecnico di Graz, con cui collaboriamo, ed è costituito da una miscela di proteine tracciate ICPL (un metodo di labelling basato su 2 marcature¹) acquisite in modalità LC-MS profile e mescolate in diversi rapporti noti. Ogni rapporto è associato ad un dataset, che

¹ Il labelling con due marcature, o traccianti, permette di analizzare contemporaneamente due campioni biologici e di distinguerli al termine dell'analisi di spettrometria, grazie alla differenza di massa nota introdotta dai traccianti. Calcolando il rapporto delle concentrazioni misurate per ogni peptide sui due campioni, è possibile ottenere una misura relativa delle concentrazioni che non risente della variabilità introdotta dal passo di ionizzazione del campione.

è provvisto di 3 repliche sperimentali. Un dataset siffatto rende possibile una valutazione comparativa delle prestazioni dei diversi algoritmi di quantificazione, in quanto sono noti a priori i reali valori delle quantificazioni relative per ogni peptide appartenente al campione.

Per sormontare i problemi di carattere computazionale riscontrati nel gestire dati LC-MS profile, dovuti all'ingente mole dei dati stessi (~1Gb) è stato sviluppato, in un lavoro di tesi cui ho collaborato in veste di correlatrice, un prototipo di struttura dati ottimizzata per la gestione dei dati, che consente un efficiente accesso ai dati.

E' stata inoltre implementata la struttura portante del codice per il software di quantificazione, i cui metodi particolari sono stati poi ottimizzati e ampliati nei 2 anni successivi.

Secondo anno

Durante il secondo anno di dottorato sono stati portati avanti in parallelo sia lo sviluppo della struttura dati, mzRTree, che il lavoro di ideazione e realizzazione della metodologia per il riconoscimento dell'area di interesse per la quantificazione.

Tale metodo, detto di riconoscimento dei picchi, permette di rilevare, all'interno della struttura dati matriciale, il segnale relativo al peptide in analisi, ovvero la posizione della sua distribuzione isotopica e dei suoi bordi. A tal fine è stato concepito un modello statistico, mai utilizzato a tal fine in letteratura in proteomica, basato su una mixture di gaussiane (Gaussian Mixture Model, GMM). In sostanza i dati forniti dalla LC-MS sono l'istogramma relativo al vettore aleatorio associabile al peptide e pertanto è possibile associarvi le proprietà note a priori della distribuzione peptidica. Quest'ultima si presta infatti ad essere modellata tramite GMM, sfruttando sia informazioni a priori relative al peptide in analisi, fornite dai software di identificazione dei peptidi, sia l'informazione contenuta nei dati stessi, sui quali viene opportunamente fittato il modello.

Per quanto riguarda mzRTree, è stata realizzata una prima versione stabile del codice, che in seguito ad un'attenta valutazione si è dimostrata essere una soluzione molto efficiente al problema della gestione dati in proteomica, nello specifico nell'ambito di dati LC-MS. Infatti, confrontato con alcune delle strutture dati più efficienti utilizzate nel settore e con il formato standard, mzRTree permette di ottenere: i migliori tempi di accesso ai dati lungo tutte le dimensioni (righe, colonne, sottomatrici), con un guadagno in termini temporali pari ad un ordine di grandezza; la maggiore scalabilità rispetto alla dimensione ed alla densità dei dati; il massimo guadagno in termini di occupazione di spazio fisico; efficienti tempi di creazione.

Terzo anno

Questo ultimo anno di dottorato è stato principalmente dedicato all'ulteriore sviluppo del software di quantificazione, senza però interrompere il lavoro sulla gestione dati.

Difatti, è stato portato a termine, il lavoro di debug e validazione del codice relativo alla struttura dati ottimizzata per la gestione di dati LC-MS sviluppato negli anni precedenti, mzRTree. Quindi è stato realizzato un toolbox per accedere in ambiente Matlab ai dati LC-MS in maniera efficiente sfruttando mzRTree, per poi interfacciarlo al software di quantificazione stesso, il cui nome è 3DSpectra. Tale toolbox permette anche di ottenere strutture dati compatibili con le diverse function implementate in Matlab nel toolbox di Bioinformatica e che possono essere di interesse per un biologo: ciò è ottenuto sfruttando una libreria disponibile online per accedere ai dati LC-MS il cui nome è JRAP (Java Random Access Parser). Il tutto è completamente automatizzato e risolve il problema di accesso ai dati LC-MS, sia per efficienza, che per flessibilità. Al momento, è in corso un nuovo progetto relativo ad mzRTree in collaborazione con alcuni ricercatori membri dell'ente preposto alla standardizzazione per la proteomica (Proteomics Standards Initiative, PSI), in seguito alla mia proposta di sfruttare

mzRTree per lo sviluppo di un formato dati standard per la computazione che si potesse affiancare agli standard esistenti.

Per quel che concerne il software di quantificazione, 3DSpectra, è stata verificata step by step la correttezza del codice relativo, ed è stata ampliata la parte focale che lo contraddistingue, ossia l'approccio 3D all'analisi dei dati, tramite l'utilizzo di un modello statistico 3D della distribuzione peptidica, basato su una mixture di Gaussiane. E' stato infatti inserito un metodo per il riconoscimento dei dati outlier rispetto alla distribuzione peptidica ed è stato migliorato il codice per la definizione dei bordi della stessa. Infine, è stato realizzato un codice per confrontare 3DSpectra in automatico con i risultati ottenuti, sullo stesso dataset qui in uso, dal principale software attualmente presente in letteratura, ASAPRatio. Il confronto è stato incentrato sull'efficienza, la riproducibilità, l'accuratezza e l'affidabilità di quantificazione. I 2 software sono stati paragonati nella maniera più equa possibile, infatti le analisi di entrambi sono state avviate a partire dallo stesso insieme di peptidi identificati. Il confronto è stato basato sia sulle statistiche stimate a partire dalle quantificazioni dei peptidi presenti nei campioni, sia sulle regressioni lineari valutate su tutte le quantificazioni relative ad entrambi i metodi separatamente.

I risultati sperimentali sono molto buoni in quanto 3DSpectra migliora significativamente rispetto ad ASAPRatio su diversi aspetti. Nello specifico, 3DSpectra quantifica, per i dataset dove le proteine sono differenzialmente espresse, da 2 a 4 volte più peptidi di quanto non faccia ASAPRatio. 3DSpectra, pertanto fornisce un sostanziale guadagno in termini di efficienza di quantificazione (tra il 100 e il 300%), senza peraltro mostrare alcuna perdita in termini di accuratezza o affidabilità. Inoltre, 3DSpectra è capace di quantificare lo stesso peptide su più repliche sperimentali, è stato infatti stimato che, considerate tutte le occorrenze peptidiche sulle 3 repliche, 3DSpectra è in grado di quantificarne un 30% in più rispetto ad ASAPRatio. La maggiore riproducibilità, anche in questo caso, non si riflette in una minore accuratezza. Infine le regressioni tra i volumi tracciati leggeri e quelli tracciati pesanti di 3DSpectra hanno ottenuto in media migliori parametri di linearità, anche se sono per un rapporto sono risultati significativamente (5%) migliori dal punto di vista statistico; anche qui si mantiene la stessa affidabilità. Ovviamente quest'ultima analisi è stata effettuata considerando solo e soltanto i peptidi comunemente quantificati dai 2 software. In conclusione, 3DSpectra, paragonato ad ASAPRatio, fornisce un'affidabile ed accurata strategia di quantificazione e, soprattutto, una più estesa e più riproducibile copertura del proteoma in termini di quantificazione.

Titolo definitivo Tesi: "Mass spectrometry-based proteomics: a 3D approach to data handling and quantification"

Supervisore: Barbara Di Camillo, PhD

PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

1. S. Nasso, F. Silvestri, F. Tisot, B. Di Camillo, A. Pietracaprina, G. M. Toffolo, *An optimized data structure for high-throughput 3D proteomics data: mzRTree*, Journal of Proteomics, Volume 73, Issue 6, Clinical Proteomics (3rd EuPA Meeting), 18 April 2010, Pages 1176-1182.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

2. S. Nasso, J. Hartler, B. Di Camillo, G. M. Toffolo, 3DSpectra: A 3D Quantification Software For LC-MS Labeled Profile Data, HUPO2010, Sydney, 19-23 Settembre 2010

3. S. Nasso, J. Hartler, B. Di Camillo, G. M. Toffolo, *3DSpectra: A 3D Quantification Software For LC-MS Labeled Profile Data*, ESS2010, Bressanone, 1-8 Agosto 2010
4. S. Nasso, J. Hartler, B. Di Camillo, G. M. Toffolo, *3DSpectra: A Matlab software for easy handling and 3D quantification of LC-MS labeled profile data*, 2009 Swiss Proteomics Society Congress, Zurich, 2-4 Dicembre 2009
5. S. Nasso, F. Tisot, B. Di Camillo, A. Pietracaprina, G. M. Toffolo, *An Optimized Data Structure For High Throughput 3D Proteomics Data: mzRTree*, 3rd EuPa Congress, Stockholm, 14-17 Giugno 2009

Elenco pubblicazioni su convegno nazionali

6. S. Nasso, J. Hartler, B. Di Camillo, G. M. Toffolo, *3DSpectra: A 3D Quantification Software For LC-MS Labeled Profile Data*, ItPA2010, Firenze, 9-12 Giugno 2010
7. S. Nasso, F. Silvestri, F. Tisot, B. Di Camillo, A. Pietracaprina, G. M. Toffolo, *An Optimized Data Structure For High Throughput 3D Proteomics Data: mzRTree*, BITS2010, Bari, 14-16 Aprile 2010
8. S. Nasso, F. Tisot, B. Di Camillo, A. Pietracaprina, G. M. Toffolo, *Bioinformatics tools for high-throughput 3D proteomics data*, 1° Workshop GNB su Data Mining e Knowledge Discovery in Bioingegneria, Pavia, 20 Febbraio 2009

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato la dott.ssa **Nasso Sara** si è impegnata con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità della candidata, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.

Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Ortolan Giulia** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 la dott.ssa **Ortolan Giulia** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

1 Didattica seguita

1.1 Corsi frequentati

- *Metodi numerici per la risoluzione di equazioni differenziali ordinarie*, tenuto dal Prof. M. Zennaro (corso mutuato dalla Scuola di Dottorato di Ricerca in Scienze Matematiche, indirizzo di Matematica Computazionale), esame sostenuto con esito positivo;
- *Numerical linear algebra*, tenuto dal Prof. C. Brezinski (corso mutuato dalla Scuola di Dottorato di Ricerca in Scienze Matematiche, indirizzo di Matematica Computazionale), esame sostenuto con esito positivo;
- *Introduction to Quantum Control Theory*, tenuto dal Prof. D. D'Alessandro, esame sostenuto con esito positivo;
- *Applied Linear Algebra*, tenuto dai Proff. H. Wimmer e M. Karow, esame sostenuto con esito positivo;
- *Applied Functional Analysis*, tenuto dai Proff. P. Ciatti e G. Pillonetto, esame sostenuto con esito positivo;
- *Statistical Methods*, tenuto dal Prof. L. Finesso, esame sostenuto con esito positivo;
- *Computation game and market equilibria*, tenuto dal Prof. B. Codenotti;
- *Algoritmi e software per il calcolo scientifico*, tenuto dalla Prof.ssa M. Redivo Zaglia, esame sostenuto con esito positivo;
- *Project Management*, tenuto dal Prof. L. Vangelista.

1.2 Scuole di Dottorato

- SIDRA 2008, *Introduzione al controllo non lineare* (con attestato di superamento dell'esame finale), 14-19 luglio 2008, Bertinoro (FC);
- SIDRA 2009, *Tecniche alla Lyapunov per il controllo vincolato e robusto dei sistemi dinamici*, 13-18 luglio 2009, Bertinoro (FC);

1.3 Conferenze/Workshop

- Applicazione del Project Management: benefici e difficoltà, 27 maggio 2008, Padova, Italia;
- SIDRA2008, Convegno Nazionale 2008 della Società Italiana Docenti e Ricercatori in Automatica, 11-13 settembre 2008, Vicenza, Italia;
- Control Day 2009, Giornata di incontro tra gli studiosi di Teoria del Controllo, 3 aprile 2009, Padova, Italia;
- Grood Workshop 09, Workshop multidisciplinare², 3 giugno 2009, Padova, Italia;
- Seminario sulla proprietà intellettuale¹, 5 giugno 2009, Padova, Italia;
- SI2010, 6th Annual Structured Integrators Workshop, 26-27 aprile 2010, UCSD, USA;

²I workshop contrassegnati da questo simbolo sono stati organizzati dal GROOD, Gruppo Dottorandi del DEI. Personalmente, ho fatto parte del comitato promotore ed organizzatore di queste due iniziative.

- CMMSE 2010, 10th International Conference of Computational and Mathematical Methods in Science and Engineering, 26-30 giugno 2010, Almeria, Spagna.

1.4 Seminari seguiti

Dove non diversamente specificato, si intende che i seminari si sono svolti al Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione.

- *La teoria dei giochi applicata al lavoro fuori casa*, relatore F. Patron (8 gennaio 2008);
- *Next-generation networks: features and challenges*, relatore E. Rizzi (8 febbraio 2008);
- *Il problema standard del calcolo delle variazioni: metodi e difficoltà*, relatore P. Cellina, Colloquia Patavina (11 marzo 2008);
- *La rete web-click*, relatore F. Menczer (12 marzo 2008);
- *Approccio geometrico al problema del path-following*, relatore M. Maggiore (18 marzo 2008);
- *Multibody methodologies for vehicle dynamics: from ride and stability to structural integrity and crashworthiness*, relatore J. Ambrosio (17 aprile 2008);
- *Concepts modeling for knowledge search*, relatore V. Milutinovic (9 maggio 2008);
- *3-dimensional video: technology and applications*, relatore M. Gross (2 giugno 2008);
- *Transformations preserving matrix invariants over semirings*, relatore A. Guterman (23 luglio 2008);
- *From human likeness to humanlike presence?*, relatore H. Ishiguro (6 novembre 2008);
- *Creatività musicale e ricerca scientifica*, relatore N. Bernardini (13 novembre 2008);
- *Struttura e funzionamento delle reti ecologiche*, relatore M. Gatto (8 gennaio 2009);
- *MIT iLabs: towards a community of Internet accessible laboratories*, relatore J. A. del Alamo (24 marzo 2009);
- *CO2 mitigation in the power sector: imperatives for electricity generation and use*, relatore T. Samad (10 aprile 2009);
- *Il diritto industriale nelle sue molteplici sfaccettature*, relatore F. Seno (5 giugno 2009);
- *L'ingegnere ed i brevetti: metodologie e strumenti nel lavoro quotidiano*, relatore M. Citron (5 giugno 2009);
- *Crescita e collasso di sistemi complessi sociali ed economici*, relatore U. Bardi (30 settembre 2009);
- *State and parameter estimation in Models of Nonlinear Systems*, relatore H. D. I. Abarbanel, Center for Computational Mechanics, UCSD (9 marzo 2010);
- *Differential geometric techniques in computational mechanics*, relatore M. Leok, Center for Computational Mechanics, UCSD (6 aprile 2010);
- *Lie groups and homogeneous spaces variational integrators and their applications in geometrical optimal control theory*, Cymer Center for Control Systems and Dynamics, relatore M. Leok (9 aprile 2010);
- *Filosofia della matematica e matematica della filosofia*, relatore P. Odifreddi (21 ottobre 2010);
- *Kepler, Newton and Numerical Analysis*, relatore G. Wanner, Colloquia Patavina (9 novembre 2010).

2 Attività scientifica svolta

2.1 Seminari/talk tenuti

- *Discrete variational mechanics and non time-reversible mechanical systems*, Scuola SIDRA 2009, Bertinoro;
- *A discussion on the Trapezoidal Lie Newmark and Variational Lie Verlet methods for long time simulations*, Center for Computational Mechanics Seminar, UCSD, 13 aprile 2010;
- *A counterexample showing that the semiexplicit Lie Newmark method is not variational*, CMMSE 2010, 26 giugno 2010, Almeria.

2.2 Periodo di mobilità

Da febbraio a giugno 2010 (4 mesi) ho trascorso un periodo di visita presso il Dipartimento di Matematica di UCSD sotto la supervisione del prof. Melvin Leok. Durante questo tempo mi sono dedicata allo studio di metodi numerici per l'integrazione di sistemi hamiltoniani su spazi omogenei. Su questo argomento è attualmente in preparazione un articolo (si veda Sez. 4), che verrà sottomesso entro la fine dell'anno.

3 Ricerca

Nell'arco dei tre anni la mia attività di ricerca si è focalizzata sullo studio delle proprietà di metodi numerici geometrici per l'integrazione del corpo rigido, con particolare attenzione agli integratori variazionali. Questo lavoro è stato portato avanti in stretta collaborazione con Alessandro Saccon (Institute for Systems and Robotics, Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal) e Nawaf Bou-Rabee (Courant Institute of Mathematical Sciences, New York University, USA). Nel corso dell'ultimo anno ho inoltre affrontato il problema dell'integrazione geometrica di sistemi hamiltoniani che evolvono su spazi omogenei, assieme a Melvin Leok (Department of Mathematics, University of California San Diego, USA).

L'integrazione geometrica comprende tutti quei metodi numerici per la soluzione di equazioni differenziali ordinarie che preservano struttura e proprietà del flusso originale. Nel caso di sistemi hamiltoniani, ad esempio, la dinamica conserva energia, forma simplettica, spazio delle configurazioni e, in presenza di eventuali simmetrie, le corrispondenti mappe dei momenti; preservare queste caratteristiche diventa di cruciale importanza soprattutto per simulazioni numeriche di lungo periodo. Se il metodo numerico impiegato per l'integrazione della dinamica è simplettico, allora si può dimostrare che (sotto condizioni di analiticità dell'hamiltoniano e di compattezza dell'insieme dove giacciono le traiettorie del sistema) l'algoritmo dimostra una performance eccellente per simulazioni a lungo termine; più precisamente, l'errore sull'energia totale rimane limitato per tempi esponenzialmente lunghi, ed in presenza di simmetrie è possibile conservare esattamente i momenti associati. La simpletticità pare essere dunque una proprietà chiave per la conservazione della struttura e delle caratteristiche del flusso a tempo continuo.

Una particolare famiglia di integratori geometrici sono i cosiddetti "integratori variazionali", derivati dalla discretizzazione del principio variazionale della meccanica. Per il corpo rigido, un importante ruolo è ricoperto dagli integratori variazionali di Lie, che assicurano che ad ogni istante il flusso appartenga allo spazio delle configurazioni, il gruppo speciale ortogonale di Lie $SO(3)$. Essi sono simplettici per costruzione, ed ho verificato che mostrano ottime prestazioni anche per sistemi dissipativi o non reversibili. Per il primo caso, ho implementato un integratore variazionale di Lie-Hamilton-Pontryagin [1] per l'integrazione di un *tippe top* vincolato a rimanere in contatto con una superficie orizzontale (vincolo olonomo) e su cui, in corrispondenza del punto di contatto, agisce un attrito, modellato come una forza esterna dissipativa proporzionale alla velocità del punto materiale. Nel secondo caso, ho considerato una sfera non uniforme che ruota senza attrito immersa in un potenziale statico, osservandone la dinamica da un sistema di riferimento non inerziale e risolvendo le equazioni con un metodo variazionale di Lie-Verlet [1]. In entrambi gli esempi considerati, i metodi variazionali hanno confermato l'eccellente comportamento a lungo termine.

Nel caso del sistema non reversibile, ottime performance sul lungo periodo sono state mostrate anche dal noto metodo trapezoidale di Lie-Newmark [2], che pur non preserva alcuna forma simplettica [3] (risultato che abbiamo ritrovato anche numericamente). Questo ci ha motivato a costruire un test numerico, costituito dall'integrazione della dinamica di un corpo rigido immerso in un potenziale statico somma di due termini attrattivi, uno limitato e uno illimitato. La presenza di un drift nell'energia assicura che l'errore non rimanga limitato per tempi esponenzialmente lunghi, proprietà fondamentale degli integratori simplettici (e simplettici coniugati). Mediante questo test abbiamo potuto confermare che gli algoritmi di Lie-Newmark non sono né simplettici né coniugati simplettici. Lo stesso test ha dimostrato di evidenziare drift energetici in algoritmi che, in esperimenti precedenti, avevano mostrato un buon comportamento per simulazioni di lungo periodo, e sulla cui simpletticità (e simpletticità coniugata) non erano state ancora fatte indagini da un punto di vista analitico.

All'interno dell'ambito dell'integrazione geometrica rientra il problema della dinamica di un sistema il cui spazio delle configurazioni è uno spazio omogeneo come una sfera unitaria. La sfera

unitaria S^2 è definita come l'insieme di tutti i punti in R^3 che hanno distanza unitaria dall'origine. Molti sistemi dinamici classici evolvono sulla sfera unitaria o sul prodotto di sfere unitarie. In letteratura, la configurazione di un sistema su S^2 è descritta usando 2 angoli o un vincolo che impone lunghezza unitaria (più in generale, su $(S^2)^n$, $2n$ angoli e n vincoli); rappresentazioni di questo tipo aggiungono però complessità ai calcoli, ed andrebbero pertanto evitate. L'approccio geometrico, che garantisce che ogni punto della traiettoria discreta appartenga a S^2 senza imporre vincoli, sfrutta il fatto che il gruppo speciale ortogonale di Lie delle matrici di rotazione $SO(3)$ agisce transitivamente sulla sfera unitaria; ciò suggerisce di spostare il problema nello spazio dell'azione, cercando in $SO(3)$ la traiettoria che genera la soluzione del sistema in S^2 . Tuttavia, l'azione che porta da un punto all'altro dello spazio delle configurazioni non è unica: infatti, l'azione di $SO(3)$ su S^2 non è libera e possiede un *gruppo di isotropia* H_q non banale, che dipende dalla corrente posizione del sistema $q \in S^2$. Ciò significa che un certo flusso su S^2 corrisponde a famiglie continue di flussi su $SO(3)$. Per quanto sappiamo finora, non esistono in letteratura metodi che consentano di ottenere il flusso sullo spazio quoziente (tempovariante) $SO(3)/H_q$ che, agendo sulla sfera unitaria, fornisce la traiettoria del sistema originale.

In questo contesto, proponiamo un metodo semplice e diretto per adattare metodi di Lie alla generazione di flussi numerici su $(S^2)^n$. Tale approccio si basa sulle equazioni del moto di Eulero-Lagrange scritte sulla sfera di raggio unitario, descritte in [4], ed è stato ampiamente testato in molti esempi numerici di interesse pratico e scientifico, mostrandosi accurato e computazionalmente efficiente. Il maggior vantaggio del metodo elaborato è consentire di sfruttare senza difficoltà metodi numerici già studiati in letteratura per l'integrazione su gruppi di Lie, permettendo di ottenere senza sforzi algoritmi di ordine molto alto.

Titolo della Tesi: **Topics on geometric integration**

Supervisore: **Prof. Alessandro Beghi**

4 Pubblicazioni

- Cenedese, G. Ortolan, M. Bertinato, *Low density wireless sensors networks for localization and tracking in critical environments*, IEEE Transactions on Vehicular Technology, Volume 59, Issue 6, pp. 2951-2962, 2010;
- N. Bou-Rabee, G. Ortolan, A. Saccon, *A counterexample showing the semi-explicit Lie-Newmark algorithm is not variational*, Proceedings of the 10th International Conference on Mathematical Methods in Science and Engineering, Almeria, Spagna, 2010;
- N. Bou-Rabee, G. Ortolan, A. Saccon *A Numerical Test of Long-Time Stability for Rigid Body Integrators*, submitted to International Journal of Numerical Methods in Engineering, 2010;
- G. Ortolan, M. Leok, *Geometric integration on homogeneous spaces using Lie group methods*, articolo in preparazione;

Riferimenti bibliografici

- [1] N. Bou-Rabee and J. E. Marsden, "Hamilton-Pontryagin integrators on Lie groups," *Foundations of Computational Mathematics*, vol. 9, pp. 197-219, 2008.
- [2] J. C. Simo and L. Vu-Quoc, "On the dynamics in space of rods undergoing large motions a geometrically exact approach," *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, vol. 66, pp. 125-161, 1988.
- [3] M. A. Austin, P. S. Krishnaprasad, and L. Wang, "Almost-poisson integration of rigid body systems," *J. of Comp. Physics*, vol. 107, pp. 105-117, 1993.
- [4] T. Lee, M. Leok, and N. H. McClamroch, "Lagrangian mechanics and variational integrators on two-spheres," *International Journal for Numerical Methods in Engineering*, vol. 79, pp. 1147-1174, 2009.



Durante i tre anni della Scuola di Dottorato la dott.ssa **Ortolan Giulia** si è impegnata con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità della candidata, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.

Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Pinato Alessandro** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 il dottor **Pinato Alessandro** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Didattica:

Corsi seguiti:

- Applied Functional Analysis, Prof. P. Ciatti and Prof. G. Pillonetto
- Applied Linear Algebra, Prof. T. Damm, and Prof. M. Karow
- Electrostatic Discharge in Integrated Circuits, Prof. G. Meneghesso
- Digital Processing of Measurement Information, Prof. C. Narduzzi

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi

ISOPHOS 08, International School on Organics Photovoltaics
Ventotene (Italy), Settembre 22-26, 2008

Partecipazione a Conferenze Internazionali

HeTech' 08, 17th European Workshop on heterostructure Technology, 2008
Venezia, Ottobre 2008

2009 IEEE International Reliability Physics Symposium, Montreal,
Canada, Aprile 26–30, 2009

Attività didattica e di supporto

- Attività di Orientamento
- Tutor Junior (Assistenza per il Laboratorio di "Fondamenti di Informatica 1").

Permanenza all'estero

Periodo di ricerca all'estero della durata di 6 mesi, presso il centro europeo di ricerca sulla microelettronica IMEC, sito a Leuven in Belgio.

Attività di ricerca:

Nel corso di tre anni di dottorato mi sono occupato dello sviluppo, caratterizzazione e affidabilità di diversi tipi di dispositivi organici: in particolare LED a semiconduttore organico (OLED) e transistor a semiconduttore organico (OTFT).

Per quanto riguarda gli OLED, i miei studi si sono concentrati su dispositivi che utilizzavano materiali organici quali l' Alq_3 come electron transport layer (ETL) e l'NPD come hole transport layer (HTL). L'attività di ricerca è stata realizzata in collaborazione con la società americana Universal Display Corporation (UDC), che si è occupata di realizzare gli OLED.

Si sono studiate le variazioni delle caratteristiche elettriche, ottiche e termiche dei dispositivi durante test di stress accelerato. A questo scopo sono stati realizzati specifici circuiti di alimentazione per la polarizzazione in corrente dei dispositivi. Sono stati testati OLED con differente struttura interna (tipo e spessori sia degli strati organici che dei contatti), e differente dimensione e forma dell'area attiva. Particolare attenzione è stata rivolta allo studio del profilo di emissione di dispositivi a semiconduttore organico di tipo polimerico e di tipo oligomerico.

Negli stress di affidabilità sono state utilizzate temperatura e densità di corrente come fattori acceleranti. Ciò ha permesso l'estrapolazione di leggi di degrado e la conseguente stima dei tempi di vita dei dispositivi in condizione di funzionamento standard.

Si sono inoltre investigati i meccanismi di degrado dell'elettroluminescenza di OLED basati su oligomeri. In particolare si sono studiati i fenomeni di degrado intrinseco che provocano una diminuzione della potenza ottica del dispositivo e una variazione della caratteristica corrente-tensione dei dispositivi. I risultati di questa analisi hanno fornito informazioni sui processi responsabili del degrado degli OLED, indicando una significativa correlazione tra la diminuzione dell'intensità luminosa dei dispositivi e la presenza di difetti e carica positiva intrappolata all'interfaccia tra Alq_3 e NPD.

Si è successivamente studiata la disuniforme diminuzione di potenza ottica lungo l'area attiva di OLED sottoposti a test di stress elettrico. E' stata riscontrata una correlazione tra questo fenomeno e l'auto-riscaldamento dei dispositivi misurando l'andamento superficiale della temperatura con una fotocamera a infrarossi. Si è inoltre analizzata l'influenza dello scaling dell'area attiva dei dispositivi sul loro effettivo auto-riscaldamento.

E' stato realizzato uno studio approfondito sulle proprietà termiche dello strato di anodo degli OLED, confrontando dispositivi realizzati con diversi ossidi trasparenti conduttivi (TCO) su differenti substrati (vetro, zaffiro). In particolare si sono investigate le prestazioni e l'affidabilità di OLED con ossido di Stagno-Indio (ITO) e ossido di Zinco-Indio (IZO) come contatto di anodo. I dispositivi sono stati confrontati in termini di efficienza, resistenza termica e affidabilità. I risultati di questo studio hanno dimostrato che gli OLED realizzati con anodi di IZO hanno performance confrontabili con dispositivi con anodi di ITO, e mostrano una migliore dissipazione termica e un maggiore tempo di vita.

Per quanto riguarda l'attività di ricerca sui transistor organici, il mio lavoro si è concentrato sullo sviluppo tecnologico di OTFT di tipo bottom e top contact, e sullo studio della loro affidabilità.

La parte di questo studio relativa al processing dei dispositivi è stata realizzata presso il centro di ricerca europeo sulla microelettronica IMEC, sito a Leuven in Belgio.

I dispositivi sono stati stressati in diverse condizioni di polarizzazione, temperatura e illuminazione. La variazione della tensione di soglia è stata correlata a fenomeni di intrappolamento- detrappolamento di carica negativa. Si è dimostrato che illuminando i dispositivi con diverse lunghezza d'onda durante misure di tipo capacitivo, è possibile stimare la densità delle trappole di interfaccia.

Si è inoltre investigata l'affidabilità di transistor organici basati sul Pentacene, e l'incapsulamento di questi dispositivi con il polimero Parylene C. Grazie alla collaborazione con il gruppo di ricerca sull'elettronica organica di IMEC, si sono realizzati innovativi top contact OTFT. Si è sviluppato un originale processo che permette il patterning fotolitografico di contatti d'Argento sopra il semiconduttore organico. E' stata inoltre dimostrato il possibile utilizzo di metalli quali il Rame e il Cromo al posto di Oro e Argento per la realizzazione dei contatti dei transistor organici.



Titolo definitivo della tesi e nome del supervisore

Titolo: "Reliability and Parylene encapsulation of organic devices."

Supervisore: Prof. Enrico Zanoni

Pubblicazioni:

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

A. Pinato, A. Cester, M. Meneghini, N. Wrachien, A. Tazzoli, S. Xia, V. Adamovich, M. S. Weaver, J. J. Brown, E. Zanoni, G. Meneghesso. "Impact of trapped charge and interface defects on the degradation of the optical and electrical characteristics in NPd/Alq₃ OLEDs", IEEE Transactions on Electron Devices, Vol. 57, No. 1, Gennaio 2010

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

A. Pinato, M. Meneghini, A. Tazzoli, A. Cester, N. Wrachien, E. Zanoni, G. Meneghesso, B. D'Andrade, J. Esler, S. Xia, J. Brown. "Indium Zinc Oxide as an alternative to Indium Tin Oxide in OLEDs Technology". HeTech'08, 17th European Workshop on heterostructure Technology, 2008

A. Pinato, M. Meneghini, A. Cester, N. Wrachien, A. Tazzoli, E. Zanoni, G. Meneghesso, B. D'Andrade, J. Esler, S. Xia, J. Brown "Improved Reliability Of Organic Light-Emitting Diodes With Indium-Zinc-Oxide Anode Contact", 2009 IEEE International Reliability Physics Symposium, Montreal, Canada, Aprile 26-30, 2009

N. Wrachien, A. Cester, **A. Pinato**, M. Meneghini, A. Tazzoli, G. Meneghesso, J. Kovach, J. Jakabovic, D. Donoval, "Charge Trapping in Organic Thin Film Transistors", HeTech'08, 17th European Workshop on heterostructure Technology, 2008

N. Wrachien, A. Cester, **A. Pinato**, M. Meneghini, G. Meneghesso, A. Tazzoli, J. Kovac, J. Jakabovic, D. Donoval, "Threshold Voltage Instability In Organic Tft With SiO₂ And SiO₂/Parylene-Stack Dielectrics", 2009 IEEE International Reliability Physics Symposium, Montreal, Canada, Aprile 26-30, 2009

N. Wrachien, A. Cester, **A. Pinato**, M. Meneghini, A. Tazzoli, G. Meneghesso, J. Kovac, J. Jakabovic, D. Donoval, "Organic TFT with SiO₂-Parylene Gate Dielectric Stack and Optimized Pentacene Growth Temperature", 39th European Solid-State device research Conference, ESSDERC 2009, Athen 14 - 18 Settembre 2009

N. Wrachien, A. Cester, N. Bellaio, **A. Pinato**, M. Meneghini, A. Tazzoli, G. Meneghesso, K. Myny, S. Smout, J. Genoe, "Light, Bias, and Temperature Effects on Organic TFTs", 2010 IEEE International Reliability Physics Symposium, Anaheim, USA, Aprile 26-30, 2009



Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Pinato Alessandro** si è impegnato con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità del candidato, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.

Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Quer Giorgio** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 il dottor **Quer Giorgio** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

ATTIVITA' DIDATTICA SEGUITA:

- Corsi specifici per studenti di Dottorato offerti presso l'Università di Padova:
 - 3/06/2008 – 2/07/2008: “**Introduction to Quantum Control Theory**” (DEI049), Prof. Domenico D'Alessandro, Department of Mathematics, Iowa State University, USA. (esame sostenuto).
 - 2/09/2008 – 2/10/2008: “**Applied Linear Algebra**” (DEI002), Prof. Harald Wimmer, Mathematisches Institut, Universität Würzburg, Germany ; Prof. Michael Karow, TU Berlin, Germany (esame sostenuto).
 - 10/11/2008 – 17/12/2008: “**Statistical Methods**” (DEI057), Prof. Lorenzo Finesso, Istituto di Ingegneria Biomedica, ISIB-CNR, Padova (esame sostenuto).
 - 28/05/2008 – 28/06/2008: “**Monte Carlo Methods**” (DEI051), Prof. Alessandro Chiuso, Dept. Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali, University of Padova (esame sostenuto).
 - 21/04/2009 – 21/05/2009: “**Codes, graphical models, distributed algorithms**”, DEI, Università di Padova, Prof. F. Fagnani .
- Corsi di dottorato seguiti presso altre istituzioni:
 - 15/4/2008 – 22/4/2008: “**Short Course on Modern Coding Theory**”, Department of Mathematics, Politecnico di Torino, Instructor: Dr. R. Urbanke (Information Processing Group, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne).
 - 28/09/2009 – 30/09/2009: “**Filtering, data analysis and optimization of uncertain systems**”, Dip. di Elettronica e Informazione, Politecnico di Milano, Prof. S. Bittanti.
 - 1/04/2010 – 2/06/2010: “**Convex Optimization and Applications**”, Department of Electrical and Computer Engineering, University of California San Diego, PhD Gert Lanckriet
 - 18/10/2010 – 22/10/2010: “**Game Theory for Networks**”, Dipartimento di Elettronica e Informazione, Politecnico di Milano, Prof. E. Altman.
- Partecipazione a scuole di dottorato:
 - 18/8/2008 – 22/8/2008: Summer School “**Monitoring and Coordination Across networked Autonomous Entities**”, Bad Munster am Stein-Ebemburg, Germany.
 - 1/06/2009 – 11/06/2009: Summer School “**Machine Learning Summer School/Workshop 2009: Theory and Practice of Computational Learning**”, University of Chicago, Illinois, USA.
- Seminari seguiti:
 - 22/1/2008: meeting “System-on-Chip”, Prof. Vangelista, DEI Università di Padova.
 - 24/1/2008: seminario “Computazione quantistica: schemi computazionali digitali/analogici e locali/globali”, Prof. M. Rasetti, Politecnico di Torino.
 - 7/2/2008: “Dottorandi e imprese si incontrano”.

- 8/2/2008: seminario “Sistemi di comunicazione di nuova generazione: quantità, qualità dell’informazione, misure e interventi”, Ing. E. Rizzi, Tektronix Communications, Oregon (USA).
- 8/2/2008: Signet meeting “SYNAPSE: A Network reprogramming protocol for Wireless sensor networks using fountain codes”, Prof. M.Rossi, N.Bui, G.Zanca, DEI, Università di Padova.
- 15/2/2008: Signet meeting “Protocol Design Issues in Underwater Acoustic Networks”, Prof. M. Zorzi, DEI, Università di Padova.
- 21/2/2008: seminario “A family of turbo-structured LDPC codes”, PhD F. Garin, DEI, Università di Padova.
- 25/2/2008: seminario “Engineering the frequency waveform of photons for quantum applications”, Dr. A. Valencia, ICFO-Institute of photonic sciences, Barcelona-Spain.
- 28/2/2008: Distinguished and Impact Lecturer, “Which Kind of Information Can Music Convey”, Prof. C. Ambrosini, music researcher.
- 11/03/2008: seminario “Il problema standard del calcolo delle variazioni: metodi e difficoltà”, Prof. A. Cellina, Università di Milano Bicocca.
- 13/03/2008: seminario “Spatial and temporal filtering of single photon communication and astronomy application”, PhD I.Capraro, DEI, Università di Padova.
- 1/04/2008: seminario “A Century of Light Quanta”, Prof. R. Glauber, Harvard University and University of Arizona, Nobel Prize in Physics 2005.
- 27/04/2008: seminario “Quantum Information Engineering: Isometric Encodings and Error Correction”, PhD F. Ticozzi, DEI, Università di Padova.
- 23/05/2008: seminario “Esposizione a campi elettromagnetici alla luce del Decreto Legislativo 257/2007. Aspetti metodologici ed applicativi”, AIDII, presso Azienda Ospedaliera di Padova.
- 27/05/2008: seminario “Applicazione del Project Management: benefici e difficoltà”, Aula Magna, DEI, Università di Padova.
- 28/5/2008: seminario “La gestione della sicurezza nelle reti”, Ing. Zeno Dequal, CISCO.
- 3/6/2008: Distinguished and Impact Lecturer, “3-dimensional Video: Technology and Applications”, Prof. Marcus Gross, ETH Zurich, Switzerland.
- 6/11/2008: Distinguished and Impact Lecturer, “Studies on Androids and Humanoids”, Prof. Hiroshi Ishiguro, University of Osaka Japan.
- 09/01/09: signet meeting, DEI: “NC4-DSA, Network coded cognitive control channel based dynamic spectrum access”, N. Baldo, A. Asterjadhi
- 23/01/09 signet meeting, DEI: “Allocation capacity of UMTS cells with A&F relays”, F. Librino, M. Levorato
- 30/01/09 signet meeting, DEI: “A distributed solution to estimation problems in Wireless Sensor Networks leveraging broadcast communications”, S. Del Favero, F. Librino F. Zorzi
- 06/02/09 signet meeting, DEI: “Game theory and its applications to computer engineering”, L. Badia
- 20/02/09 signet meeting, DEI: “A Tiny Network Framework for TynyOS”, A. Castellani.
- 11/03/09: Distinguish Lecture: “Towards Categorization in Sensory Systems”, Prof. Pietro Perona, California Institute of Technology, USA, Aula Magna A. Lepschy, DEI
- 17/03 signet meeting, DEI: “Network Coding”, Prof. Tom La Porta
- 18/03/09, seminar DEI: “Management and Policy in Mission-Oriented Sensor Networks”, Prof. T.La Porta, Penn State Universit, USA

- 09/04/09, seminar DEI: “On multi-Sensor Task Allocation”, PhD Diego Pizzocaro (Cardiff University, UK).
- 10/04/09, seminar DEI: “CO2 Mitigation in the Power Sector: Imperatives for Electricity Generation and Use”
- 17/04/09 ignet meeting, DEI: “A Note on the Buffer Overlap Among Nodes Performing Random Linear Network Coding in Wireless Ad Hoc Networks”, R. Masiero.
- 21/04/09, seminar DEI: “Incremental Clustering with Nonparametric Bayesian Models”, Ryan Gomes (Ph.D. candidate, Caltech, advisor: prof. Perona).
- 24/04/09, seminar DEI: “Il futuro dell'Energia”, Leonardo Maugeri, ENI
- 05/05/09, seminar DEI: “SYNAPSE: Code Dissemination in Wireless Sensor Networks using Fountain Codes”, M. Rossi.
- 05/05/09, seminar Torre di Archimede PD: “A Queuing Model for a Large Network of Major Airports”, Prof. A.Odoni, MIT.
- 02/07/09, seminar DEI: “Challenges and opportunities for power electronics in the integration of distributed energy systems into the electricity network”, Marta Molinas, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, Norvegia.
- 13/07/09, seminar DEI: “Smart-grids and cooperative control of distributed electronic power processors”, PhD student D.Trombetti, DEI.
- 21/07/09, seminar DEI: “Efficient and Reliable Multimedia Communications”, David Taubman, The University of New South Wales, Sydney, Australia
- 15/09/09: Distinguish Lecture: “Towards High-Performance and Reconfigurable Optical Communication Networks”, Prof. Alan E. Willner, Viterbi School of Engineering della University of Southern California, USA, Aula Magna A. Lepschy, DEI
- 25/09/09: Distinguish Lecture: “Gallium Nitride: the next dominant semiconductor after silicon”, Prof. Umesh Mishra, Dept. of Electrical and Computer Engineering, Università di California, Santa Barbara, CA, USA. Aula Magna A. Lepschy, DEI
- 23/11/2009, seminar DEI: “RFID: stato attuale e ruoli dei laboratori universitari”, Prof. Luca Mari, Università Carlo Cattaneo - LIUC
- “Back to Basics”, Rear Admiral Jerry Burroughs, 7/4/2010, UC San Diego
- “Matrix Completion: fundamental limits and efficient algorithms”, Sewoong Oh (Stanford University), 28/4/2010, UC San Diego
- “8th ANNUAL SHANNON MEMORIAL LECTURE”, Dr. Andrew Viterbi (2010 IEEE Medal of Honor Recipient), 30/4/2010, UC San Diego
- “A Day in the Life of a Smartphone”, Roberto Padovani (Qualcomm Inc., Chief Technology Officer; Adjunct Professor, ECE), 3/5/2010, UC San Diego
- “The value of Volatile Resources in Electricity”, Sean P. Meyn (University of Illinois at Urbana-Campaign), 5/5/2010, UC San Diego
- “Real time embedded convex optimization”, Stephen Boyd (Stanford university), 7/5/2010, UC San Diego
- “Fundamental tradeoffs between probing and state-aware scheduling in future wireless networks”, Dr. Junshan Zhang (Arizona State University), 17/5/2010, UC San Diego
- “Sanyo Energy Tech Talk”, 3/6/2010, UC San Diego
- “Xconomy Forum: The Rise of Smart Energy”, 8/6/2010, UC San Diego
- “Future Tactical Military Communication Systems”, 22/6/2010, panelist J.Mitola III (Stevens Institute of Technology), B.Fette(DARPA), M.Sherman (BAE systems), IEEE ComSoc webinar

- “Perspectives on Smart Grid from Generation to the Meter and Into the Home”, 24/6/2010, H. Alan Mantooth, IEEE Fellow, Executive Director, NSF Center on Grid-connected Advanced Power Electronic Systems, IEEE GOLD webinar
- “Decomposing permutations by cost constrained transpositions”, Olgica Milenkovic (University of Illinois at Urbana-Campaign), 30/7/2010, UC San Diego
- “Factors impacting Processor Design -- A view from the field”, Dr. Pratap Pattnaik (IBM Research), 24/9/2010, DEI, Università di Padova.
- Partecipazione a Conferenze Internazionali:
 - 30/1/2008 – 1/2/2008: EWSN 2008: 5th European conference on Wireless Sensor Networks, Bologna, Italy.
 - 8/2/2009 – 13/2/2009: ITA 2009: Information Theory and Applications Workshop, San Diego, CA, USA.
 - 12/10/2009 – 14/10/2009: SASN 2009: The International Workshop on Scalable Ad Hoc and Sensor Networks, Saint Petersburg, Russia.
 - 31/1/2010 – 5/2/2010: ITA 2010: Information Theory and Applications Workshop, San Diego, CA, USA.
 - 15/3/2010 – 19/3/2010: INFOCOM 2010: IEEE Conference on Computer Communications, San Diego, CA, USA.
 - 31/10/2010 – 3/11/2010: MILCOM 2010: Military Communication Conference, San Jose, CA, USA.
- Periodi di attività all'estero:
 - Gennaio 2010 – Agosto 2010: presso California Institute for Telecommunications and Information Technology, University of California San Diego, supervisore: Prof. Ramesh Rao
- Riconoscimenti:
 - 1/06/2009: student travel grant per frequentare la summer school: “Machine Learning Summer School/Workshop 2009: Theory and Practice of Computational Learning” at University of Chicago, Illinois, USA.
 - 31/10/2010: student travel grant per presentare il mio lavoro a MILCOM 2010.

ATTIVITA' DIDATTICA DI SUPPORTO SVOLTA:

- Didattica frontale (lezione):
 - A.A. 2008/09: tre lezioni al corso di: “Laboratorio di reti e protocolli”, tenuto dal Prof. M.Zorzi
- Correlatore tesi di laurea:
 - “Tecniche di Compressive Sensing per Reti di Sensori Radio”, laureando: Alberto Menini, relatore: Michele Rossi
 - “Applicazione dell'algoritmo di Nesterov alla tecnica di Compressive Sensing in reti di sensori radio”, laureando: Davide Zordan, relatore: Michele Rossi

ATTIVITA' SCIENTIFICA:

- Descrizione Attività di Ricerca:
L'obiettivo iniziale del lavoro di ricerca del mio dottorato è stato la progettazione e l'analisi di un protocollo distribuito di livello rete per compressione e raccolta dati in una Wireless

Sensor Network (WSN). I dati raccolti dalla WSN sono correlati spazialmente e temporalmente, anche se la loro distribuzione non è necessariamente stazionaria. E' perciò necessario introdurre un certo livello di intelligenza nella rete, che deve essere capace di apprendere le caratteristiche spazio temporali del segnale in questione. Questa intelligenza deve agire in maniera distribuita, in quanto ogni sensore della rete deve prendere semplici decisioni senza la necessità di messaggi di controllo tra i nodi che comporterebbero un grosso costo per la rete.

Per apprendere le caratteristiche di correlazione della rete viene utilizzata la tecnica della PCA (Principal Component Analysis), che permette di ricavare le statistiche di interesse dalla storia del segnale, dalle quali è possibile progettare una trasformazione lineare che sparsifica il segnale stesso, cioè concentra la sua energia in poche componenti. Grazie a questa trasformazione, calcolata sulla base della storia passata del segnale, è possibile utilizzare la tecnica di ottimizzazione convessa Compressive Sensing (CS), che permette di recuperare l'intero vettore dei dati da una sua versione sottocampionata.

Il primo contributo originale e significativo dell'attività di ricerca è stato l'elaborazione di una tecnica di compressione e recupero dei dati per WSN, in cui la compressione viene fatta in maniera distribuita a livello di trasmissione dei dati da parte di ogni sensore senza la necessità di messaggi di controllo, mentre il recupero viene fatto al punto di raccolta dati grazie alle tecniche CS e PCA utilizzate congiuntamente. I risultati di questa prima fase del lavoro mostrano come in certi casi sia possibile ottenere un significativo incremento delle prestazioni rispetto a tecniche classiche di recupero dei dati.

Successivamente la tecnica è stata analizzata con metodi bayesiani. E' stato dimostrato come la tecnica si adatti bene al tipo di dati monitorati nel tempo da una rete di sensori, in particolare sono stati utilizzati i dati forniti dalla rete di sensori del Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione (DEI) dell'Università di Padova. In seguito sono state definite le condizioni rispetto alle quali la tecnica diventa un recupero dati ottimo (Maximum a Posteriori), pur rimanendo molto efficiente dal punto di vista computazionale. Infine si è mostrato come i dati reali rispettino con buona approssimazione le condizioni di ottimalità della tecnica.

Dopo la definizione della tecnica, la simulazione e la sua analisi teorica, si è passati alla definizione di una nuova tecnica iterativa in grado di adattarsi non solo a piccole variazioni nella statistica del segnale non stazionario, ma anche a cambiamenti significativi nelle caratteristiche del segnale, senza richiedere l'intervento di un operatore. Questa nuova tecnica, denominata SCoRe1 (Sensing, Compression and Recovery through Online Estimation), prevede al ricevitore un blocco di controllo, in grado di stimare l'errore di ricostruzione e prendere sulla base di questo delle decisioni, come ad esempio aumentare o diminuire la probabilità di trasmissione per ogni nodo della rete. La tecnica è così in grado di adattarsi a cambiamenti significativi nella statistica del segnale, reagendo positivamente anche in presenza di eventi inaspettati che cambiano improvvisamente le caratteristiche e la correlazione del segnale di interesse. Successivamente, sono state studiate le prestazioni dell'algoritmo integrato nel framework WSN-Control, un sistema per il controllo della raccolta dati di una WSN, implementato presso la WSN del DEI a Padova.

Nell'ottica di trovare nuovi strumenti per l'ottimizzazione di reti wireless, introducendo forme di intelligenza distribuita nelle reti, ho svolto nell'ultimo anno la mia attività di ricerca presso la University of California San Diego (UCSD). L'obiettivo specifico durante questo periodo è stato quello di ottimizzare alcuni parametri chiave dello stack protocollare di una rete wireless, per applicazioni di tipo civile e militare, utilizzando un sistema di intelligenza nella logica simile a quello realizzato per le WSN, ma diverso per i metodi matematici utilizzati e per gli specifici obiettivi da raggiungere. In particolare, ho studiato diversi strumenti matematici per analizzare le relazioni probabilistiche tra i parametri misurabili e/o controllabili in una rete wireless, in modo da poter prevedere con buona precisione i valori futuri assunti da questi parametri, e poter fare una previsione dei valori ottimi per i parametri controllabili, allo scopo di migliorare determinate prestazioni di rete.

Gli strumenti utilizzati in questo lavoro sono stati le reti bayesiane e l'architettura di rete Cognitive sviluppata presso UCSD. Le reti bayesiane sono un modello grafico per studiare e rappresentare le relazioni probabilistiche tra un insieme di variabili aleatorie. In particolare, sono utili per capire le dipendenze ed indipendenze condizionate tra queste variabili. Grazie a questo strumento, è stato possibile capire quali parametri dello stack protocollare influenzano direttamente la congestione in una rete TCP/IP, per poter predire dei valori ottimali per la congestion window di modo da evitare la congestione. L'architettura di rete Cognitive, sviluppata in ogni nodo della rete wireless, ci ha permesso in primo luogo di leggere i valori di tutti i parametri di interesse e memorizzarli in un apposito database. In seguito, questi valori sono stati utilizzati per ricavare in maniera automatica la rete bayesiana che connette probabilisticamente tutti i parametri di interesse, sulla base della quale vengono prese le decisioni per ottimizzare le prestazioni della rete. Infine, l'ultimo modulo della rete Cognitive è quello responsabile di agire sulla rete wireless per modificare direttamente determinati parametri.

I contributi di questo lavoro di ricerca sullo stato dell'arte sono molteplici. Un contributo fondamentale è stata la proposta dell'utilizzo delle reti bayesiane all'interno di una architettura Cognitive e l'integrazione di queste due tecniche per l'ottimizzazione delle reti wireless. In questo lavoro, le reti bayesiane sono state utilizzate per la prima volta per comprendere le relazioni probabilistiche tra parametri dello stack protocollare, sfruttando in seguito queste conoscenze per predire i valori ottimali di determinati parametri, allo scopo di migliorare diverse metriche in una rete, quali ad esempio velocità di trasmissione e affidabilità. Sono stati studiati ed applicati gli algoritmi per imparare la struttura e i parametri probabilistici della rete bayesiana a partire dai dati memorizzati, e queste tecniche sono state integrate all'interno dell'architettura Cognitive. E' stata sviluppata infine una tecnica per inferenza che utilizza le reti bayesiane per predire i parametri di interesse all'interno dell'architettura Cognitive.

Le prestazioni di queste tecniche sono state valutate in diversi scenari. Il primo prevedeva una rete wireless standard in cui tutti i nodi erano connessi (single hop). Sono state studiate le prestazioni dell'algoritmo di inferenza utilizzato per predire il valore del throughput per i diversi nodi della rete, in funzione della lunghezza della fase iniziale di training. In un secondo scenario, i nodi erano connessi prima tramite una rete multi hop. In primo luogo sono state studiate le prestazioni dell'algoritmo per predire lo stato di congestione della rete in funzione di diversi parametri dell'algoritmo e per diverse tipologie di traffico nella rete. In seguito, si è studiato il comportamento dell'algoritmo in presenza di nodi mobili, ottenendo anche in questo caso buone prestazioni dell'algoritmo di predizione.

Questo lavoro svolto in collaborazione con i colleghi di UCSD è stato presentato in diversi seminari e ha portato alla pubblicazione di due articoli su conferenze internazionali. Sono in fase di studio altre applicazioni per applicare le reti bayesiane in altri scenari di rete wireless.

- Presentazione dell'Attività di Ricerca a seminari:

- Signet meeting 27/02/2009: meeting interno al gruppo di ricerca SIGNET, in cui ho presentato il lavoro: “On the Interplay Between Routing and Signal Representation for Compressive Sensing in Wireless Sensor Networks”
- corso di: “Sistemi e Reti Wireless” tenuto dal Dott. Michele Rossi, in cui ho presentato “Compressive sensing: a tutorial”
- Signet meeting 25/09/2009: meeting interno al gruppo di ricerca SIGNET, in cui ho presentato i lavori: “Data Acquisition through joint Compressive Sensing and Principal Component Analysis” e “A Bayesian Analysis of Compressive Sensing Data Recovery in Wireless Sensor Networks”.
- dal 21/1/2010 al 9/7/2010: presentazione dell'attività svolta e discussione nel meeting settimanale interno al mio gruppo di ricerca presso University of California San Diego
- dal 11/3/2010 al 1/7/2010: presentazione attività di ricerca al supervisore Prof. Ramesh Rao in un meeting bisettimanale presso University of California San Diego
- Signet meeting 15/10/2010: meeting interno al gruppo di ricerca SIGNET, presentazione del lavoro: “Using Bayesian Networks for Cognitive Control of Multi-hop Wireless Networks”

- Tesi di Dottorato:

- Titolo definitivo: “Optimization of Cognitive Wireless Networks using Compressive Sensing and Probabilistic Graphical Models”
- Supervisore: Prof. Michele Zorzi

PUBBLICAZIONI:

- Elenco delle pubblicazioni su conferenze internazionali:

- **G.Quer**, R.Masiero, D.Munaretto, M.Rossi, J.Widmer, M.Zorzi
“**On the Interplay Between Routing and Signal Representation for Compressive Sensing in Wireless Sensor Networks**”,
in ITA 2009”, Information Theory and Applications Workshop, 8/2/2009 – 13/2/2009.
- R.Masiero, **G.Quer**, D.Munaretto, M.Rossi, J.Widmer, M.Zorzi
“**Data Acquisition through joint Compressive Sensing and Principal Component Analysis**”,
in IEEE GLOBECOM 2009”, Honolulu, HI, US, 2009.
- R.Masiero, **G.Quer**, M.Rossi, M.Zorzi
“**A Bayesian Analysis of Compressive Sensing Data Recovery in Wireless Sensor Networks**”,
in IEEE SASN 2009”, Saint Petersburg, Russia, Oct. 12-14, 2009.
- **G.Quer**, H.Meenakshisundaram, B.Tamma, B.S.Manoj, R.Rao, and M.Zorzi,
“**Cognitive Network Inference through Bayesian Network Analysis**”,
in IEEE GLOBECOM 2010, Miami, FL, Dec. 6-10, 2010.

G.Quer, D.Zordan, R.Masiero, M.Zorzi, and M.Rossi,
“**WSN-Control: Signal Reconstruction through Compressive Sensing in Wireless Sensor Networks**”,



in IEEE SenseApp 2010, Workshop on Practical Issues in Building Sensor Network Applications, Denver, CO, Oct. 11–14, 2010.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Quer Giorgio** si è impegnato con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità del candidato, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.

Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Renna Francesco** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 il dottor **Renna Francesco** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

ATTIVITA' DI FORMAZIONE

Corsi specifici per studenti di Dottorato offerti presso l'Università di Padova:

Primo anno

- *Modelling of propagation channels in wireless communication systems*, Prof. S. Pupolin
- *Sampling, counting, mixing and balancing: advanced probabilistic methods in algorithms*, Prof. E. Upfal
- *Spectral analysis and the theory of moments*, Prof. T. T. Georgiou
- *Applied linear algebra*, Prof. H. Wimmer and Prof. M. Karow
- *Statistical methods*, Prof. L. Finesso

Terzo anno

- *Information-Theoretic Methods in Security*, Prof. N. Laurenti (not for credits)

Corsi seguiti presso altre istituzioni:

- *Channel Coding*, Prof. Matthieu Bloch (presso Georgia Tech Lorraine)

Partecipazione a scuole:

- *Newcom++ MUSICS graduate school on "Wireless Physical Layer Security"*, 16-17 giugno 2008, Louvan-la-Neuve, Belgium
- *Newcom++ Summer School on "Wireless Sensors Networks"*, 30/6/2008 - 04/07/2008, Brixen, Italy

Altri seminari seguiti:

- *"La teoria dei giochi al lavoro e fuori casa"*, Prof. Fioravante Patrone, 2008, Dip. Matematica Pura e Applicata, Padova.
- *"Sistemi di comunicazione di nuova generazione: quantità, qualità dell'informazione, misure e interventi"*, Ing. Edoardo Rizzi, 2008, DEI, Padova.
- *"Routing in Outer Space: Fair Traffic Load in Multi-Hop Wireless Networks"*, Prof. Alessandro Mei, 2008, DEI, Padova.
- *"A family of turbo-structured LDPC codes"*, Federica Garin, 2008, DEI, Padova.
- *"Decoding algebraic geometry codes by using Sakata's algorithm"*, Prof. Shojiro Sakata, 2008, DEI, Padova.
- *"Full-optical wireless communication (FOWC) system for NGN"*, Prof. Mitsuji Matsumoto, 2008, DEI, Padova.
- *"Interactive gaming in wireless environment"*, Claudio Palazzi, 2008, DEI, Padova.
- *"Metrics for spectral analysis"*, Prof. T. T. Georgiou, 2008, DEI, Padova.
- *"What kind of information can music convey?"*, Mo. Claudio Ambrosini, DEI, Padova
- *"Radiation effect and errors in advanced technologies"*, Prof. Ron Schrimpf, 2008, DEI, Padova
- *"Power semiconductor state-of-the-art and future development trends"*, Dr. Leo Lorenz, 2008, DEI, Padova
- *"3-dimensional video: technology and applications"*, Prof. Marcus Gross, 2008, DEI, Padova
- *"Studies on androids and humanoids"*, Prof. Hiroshi Ishiguro, DEI, Padova
- *"A Century of Light Quanta"*, Prof. Roy Glauber, 2008, Dip. di Fisica, Padova

- *"Investigating the fundamental communication burden of cooperation"*, Paul Cuff, 2009, Dept. Electrical Engineering, Princeton University, Princeton, NJ.
- *"Side-information with a grain of salt"*, Dr. Michele Wigger, 2009, Dept. Electrical Engineering, Princeton University, Princeton, NJ.
- *"Green radio – towards sustainable wireless networks"*, Prof. Peter Grant, 2009, Dept. Electrical Engineering, Princeton University, Princeton, NJ.
- *"Connexions: the open access educational archive for global UG/PG education"*, Prof. Peter Grant, 2009, Dept. Electrical Engineering, Princeton University, Princeton, NJ.
- *"MIMO: propagation, testbeds and receiver design"*, Prof. Peter Grant, 2009, Dept. Electrical Engineering, Princeton University, Princeton, NJ.
- *"Efficient sphere decoding techniques for MIMO systems"*, John Thompson, 2009, Dept. Electrical Engineering, Princeton University, Princeton, NJ.
- *"Diversity and energy integration in statistical MIMO radar"*, Prof. Marco Lops, 2009, Dept. Electrical Engineering, Princeton University, Princeton, NJ.
- *"Information theory and secure communications architecture"*, Matthieu Bloch, 2009, Dept. Electrical Engineering, Princeton University, Princeton, NJ.
- *"The analysis and design of the steady-state behavior of nonlinear systems: Taming nonlinear excursions in the spirit of Lagrangia and Liapunov"*, Prof. Christopher I. Byrnes, 2009, DEI, Padova
- *"Next generation data stream system"*, David Maier, 2010, Georgia Tech Lorraine, Metz, France.
- *"Capacity bounds on multiuser MIMO transmission in random wireless networks"*, Prof. Marios Kountouris, 2010, Georgia Tech Lorraine, Metz, France.
- *"Introduction to free probability theory"*, Antonia Masucci, 2010, Supélec, Gif-sur-Yvette, France.
- *"Beyond LTE: the 400-antenna base station"*, Prof. T. L. Marzetta, 2010, Supélec, Gif-sur-Yvette, France.
- *"Low-redundancy transceivers for wireless networks"*, Prof. Paulo Diniz, 2010, Supélec, Gif-sur-Yvette, France.
- *"On the optimal stacking of noisy observations"*, Prof. Oyvind Ryan, 2010, Supélec, Gif-sur-Yvette, France.
- *"Wireless network information flow: from cell phones to matroids"*, Prof. David Tse, 2010, Supélec, Gif-sur-Yvette, France.
- *"Mother nature knows best: results on wireless networks based on analogies with Physics"*, Prof. Stavros Toumpis, 2010, Supélec, Gif-sur-Yvette, France.
- *"Recent advances in cooperative and cognitive networks"*, Prof. Tony Quesk, 2010, Supélec, Gif-sur-Yvette, France.
- *"On cooperative communications in ad-hoc networks: the case for uncoordinated location-aware retransmission strategies"*, Prof. Lavy Libman, 2010, Supélec, Gif-sur-Yvette, France.
- *"Fading effect on the dynamic performance evaluation of OFDMA cellular networks"*, Mohamed Karray, 2010, Supélec, Gif-sur-Yvette, France.
- *"The Yin and Yang of wireless communications"*, Yosef Akhtman, 2010, Supélec, Gif-sur-Yvette, France.
- *"Incremental redundancy HARQ for transmission over fading channels"*, Prof. Leszek Szczecinski, 2010, Supélec, Gif-sur-Yvette, France.
- *"Radiofrequency compatibility of the future aeronautical communication system: a novel approach and a case study"*, Najet Neji, 2010, Supélec, Gif-sur-Yvette, France.
- *"Hardware/software partitioning of SDR systems: an example"*, Prof. Lorenzo Vangelista, 2010, Supélec, Gif-sur-Yvette, France.

- “*Performance Trends and Limitations of Electronic Energy Processing Systems*”, Prof. J. Kolar, 2010, DEI, Padova.
- “*Factors impacting Processor Design -- A view from the field*”, Dr. Pratap Pattnaik, 2010, DEI, Padova.

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

- “*IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, PIMRC 2008*”, Cannes, France, 2008
- “*IEEE International Conference on Ultra Wideband, ICUWB 2009*”, Vancouver, Canada, 2009
- “*IEEE Sarnoff Symposium 2009*”, Princeton, NJ, 2009.
- “*ICST/ACM International Workshop on Game Theory in Communication Networks, Gamecomm 2009*”, Pisa, Italy, 2009.
- “*IEEE European Wireless Conference*”, Lucca, Italy, Apr. 2010

Periodi di Attività all'Estero

- Visiting Student Research Collaborator (VSRC) presso il Department of Electrical Engineering della Princeton University, NJ, USA, per il periodo dal 15 marzo 2009 al 15 settembre 2009, sotto la supervisione di Prof. H. Vincent Poor.
- Visiting student presso la School of Electrical Engineering del Georgia Institute of Technology, campus Georgia Tech Lorraine, Metz, Francia, dal 12 Febbraio 2010 al 17 Maggio 2010, sotto la supervisione del Prof. Matthieu Bloch.
- Visiting student presso Supélec, Gif-sur-Yvette Cedex, Francia, dal 17 Maggio 2010 al 31 Luglio 2010, sotto la supervisione del Prof. Merouane Debbah.

Didattica Attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

- “Segnali e sistemi”, Prof. T. Erseghe, 50 ore, Tutor Junior: assistente di laboratorio, a.a. 2008-2009

ATTIVITA' DI RICERCA

Descrizione dell'attività di ricerca

Nell'ultimo decennio, orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) è stato scelto come soluzione di strato fisico per diversi sistemi di trasmissione wireless ad alto bit rate. Le ragioni di tale successo sono riscontrabili nella capacità di sfruttare canali selettivi in frequenza con dispositivi di semplice ed efficiente implementazione, nonché nella possibilità di ottenere un'elevata efficienza spettrale. Allo scopo di ottimizzare le prestazioni di questi sistemi, le reti wireless di nuova generazione necessitano di metodi efficaci per la sincronizzazione di tempo e di frequenza, dato che un'errata scelta del sincronismo di simbolo ed offset di frequenza residui di portante e campionamento possono disturbare fortemente le trasmissioni a causa dell'introduzione di interferenza di intersimbolo (ISI) ed interferenza di intercanale (ICI).

Nella prima parte dell'attività di ricerca il lavoro si è concentrato sulla formulazione e l'analisi di algoritmi di sincronizzazione di tempo e frequenza per sistemi ultrawide band (UWB) multiband (MB) OFDM. Per prima cosa è stato considerato il problema della sincronizzazione di simbolo ed è stato analizzato il caso in cui la lunghezza del canale dispersivo è maggiore di quella del prefisso ciclico, imposta dallo standard, ovvero quando sia ISI che ICI non possono essere completamente annullate scegliendo in maniera opportuna l'epoca di campionamento. In questo caso, un opportuno obiettivo per la sincronizzazione di simbolo è stato identificato nella massimizzazione del rapporto fra la potenza utile totale su tutte le sottoportanti e la potenza totale di ISI ed ICI per una data realizzazione di canale. È stato anche derivato uno schema di

sincronizzazione pratico a bassa complessita' computazionale che offre prestazioni migliori di quelle fornite dagli stimatori a correlazione esistenti in letteratura.

Inoltre, l'alto rate di trasmissione dei sistemi MB-OFDM richiede che la stima degli offset di campionamento e di portante venga effettuata con metodi a complessita' moderata e con tempi di acquisizione ridotti. Pertanto, sono stati formulati algoritmi che operano sui simboli ricevuti nel dominio della frequenza, nel quale e' possibile rilevare gli effetti di entrambi gli offset, che vengono cosi' stimati congiuntamente mediante approcci di tipo minimi quadrati o a massima verosimiglianza. In seguito, le prestazioni di questi algoritmi sono state valutate mediante simulazioni in uno scenario UWB realistico e sono state confrontate con i risultati ottenuti dagli stimatori presentati precedentemente in letteratura.

In parallelo con la richiesta di elevati rate di trasmissione, l'imponente traffico di dati sensibili attraverso comunicazioni wireless ha generato un bisogno crescente di segretezza (e sicurezza in generale) per l'informazione trasmessa su tali canali. La sicurezza di strato fisico si sta rivelando un utile strumento per proteggere l'informazione trasmessa su reti wireless di nuova generazione, che opera direttamente sullo strato fisico della comunicazione e sfrutta la diversita' esistente fra le realizzazioni di canale dei terminali legittimi rispetto a quelle dell'attaccante.

Quindi, nella seconda parte dell'attivita' di ricerca, si e' valutato come i risultati ottenuti nell'ambito dell'*information theoretic security* vengano modificati qualora venga imposto OFDM come tipo di modulazione adottato. L'architettura multiportante e' stata quindi rappresentata come un caso particolare di un canale multiple-input multiple-output (MMO). In questo modo e' stato possibile valutare le potenzialita' del sistema OFDM nel trasmettere messaggi riservati applicando ed adattando a questo caso i risultati presentati in letteratura riguardo canali wiretap MIMO gaussiani. Si sono cosi' caratterizzati i rate di segretezza raggiungibili da una coppia trasmettitore/ricevitore OFDM in presenza di un ascoltatore indesiderato sia nel caso in cui esso adotti un ricevitore di tipo OFDM, sia nel caso in cui esso possa implementare architetture di ricezione piu' complesse e sofisticate.

Ma le caratteristiche fisiche del canale di trasmissione possono essere sfruttate non solo per trasmettere messaggi in maniera che il loro contenuto sia segreto per eventuali attaccanti, ma anche per condividere in maniera sicura chiavi segrete che possono poi essere utilizzate per attuare sistemi di crittografia classica. In particolare, si e' studiato il caso generale di condivisione di chiavi segrete mediante trasmissioni su canali MIMO (di cui OFDM puo' essere pensato come istanza particolare) e si sono ricavate in forma chiusa le espressioni per la capacita' di chiavi segreta (ovvero il massimo rate con cui puo' essere scambiata una chiave segreta in presenza di un attaccante) nei regimi asintotici di basso ed alto SNR. Per bassi SNR, e' stato dimostrato come la strategia ottima di trasmissione sia indipendente dalla realizzazione di canale dell'attaccante. Pertanto, combinando questa strategia di trasmissione con le fasi di *information reconciliation* e *privacy amplification* e' possibile e' possibile ottenere uno schema di condivisione chiavi di tipo *semi-blind*, per il quale la conoscenza del canale dell'attaccante e' richiesta solo nella fase finale di *privacy amplification*.

Un approccio simile a quelli descritti finora e' stato applicato per studiare il problema della robustezza dei sistemi OFDM ad attacchi di jamming. In questo scenario l'attaccante e' attivo, ed il suo scopo e' quello di disturbare la comunicazione fra i terminali legittimi mediante la trasmissione di un segnale di jamming, appunto. Tale setup e' stato modellato mediante strumenti ricavati dalla Teoria dei Giochi, in particolare come gioco a somma zero in cui la funzione di payoff e' rappresentata dall'informazione mutua scambiata fra trasmettitore e ricevitore. In questo modo sono state determinate le strategie di trasmissione ottime sia per il trasmettitore legittimo che per l'attaccante, ed e' stato trovato il punto di equilibrio di Nash del gioco sia per sistemi OFDM di tipo discrete multitone (DMT) che filtered multitone (FMT).

Infine, un'altra problematica affrontata nell'ultimo periodo dell'attivita' di ricerca si colloca nel contesto della trasmissione di messaggi segreti mediante tecniche di sicurezza di strato fisico. In particolare, si e' considerato il caso di trasmissioni su canali tempo invarianti per i quali e'

impossibile ipotizzare la conoscenza della realizzazione del canale dell'attaccante da parte del trasmettitore legittimo. In questo caso, si è mostrato come l'adozione di un trasmettitore multiantenna e di tecniche di *random beamforming* possano essere efficaci nel mitigare eventi di outage in uno scenario di tipo multiple-input single-output (MISO).

Titolo definitivo Tesi: "OFDM in emerging wireless networks: synchronization algorithms and physical layer security"

Supervisore: Prof. Nicola Laurenti

PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- N. Laurenti and F. Renna, "Estimation of carrier and sampling frequency offset for Ultra Wideband Multiband OFDM systems," in *Proc. ICUWB*, Hannover, Sept. 2008, pp. 49-54.
- F. Renna, N. Laurenti, and T. Erseghe, "Time synchronization for OFDM systems in very dispersive channels," in *Proc. ICUWB*, Vancouver, Canada, Sept. 2009, pp. 545-550.
- T. Erseghe and F. Renna, "On Schmidl-Cox-like frequency estimation applied to UWB Impulse Radio systems," in *Proc. ICUWB*, Vancouver, Canada, Sept. 2009, pp. 693-697.
- F. Renna, N. Laurenti, and H. V. Poor, "Physical layer secrecy for OFDM systems," in *Proc. IEEE European Wireless Conference*, Lucca, Italy, Apr. 2010
- F. Renna, N. Laurenti, and H. V. Poor, "High-SNR secrecy rates with OFDM signaling over fading channels," in *Proc. 21st IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications*, Istanbul, Turkey, Sep. 2010 (Invited paper)

Lavori sottoposti

- F. Renna, N. Laurenti, and H. V. Poor, "Physical layer secrecy for OFDM transmissions over fading channels," sottomesso a *IEEE Trans. on Information Forensics and Security* (special issue on physical layer security)
- F. Renna, M. Bloch, and N. Laurenti, "Semi-blind key agreement over MIMO fading channels," sottomesso alla *IEEE International Conference on Communications (ICC 2011)*.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Renna Francesco** si è impegnato con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità del candidato, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.

Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Rotoloni Marco** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 il dottor **Rotoloni Marco** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Titolo definitivo Tesi: "Estimation Techniques for OFDM with application to Digital Video Broadcasting Standards"

Supervisore: Prof. LORENZO VANGELISTA

ATTIVITA' DI FORMAZIONE

Corsi specifici per studenti di Dottorato offerti presso l'Università di Padova:

Primo anno

Nome del corso, Docente:

- i) *Modelling of Propagation Channels in Wireless Communication Systems* (DE1050), **Prof. S. Pupolin**
- ii) *Spectral Analysis and the Theory of Moments* (DE1056), **Prof. T. T. Georgiou**
- iii) *Applied linear algebra* (DE1002), **Prof. i H. Wimmer e M. Karow**
- iv) *Applied Functional Analysis* (DE1033), **Prof. i P. Ciatti e G. Pillonetto.**

Partecipazione a scuole:

Nome Scuola, Data, Luogo

SCUOLA ESTIVA BRESSANONE, Giugno-Luglio 2007, Bressanone (BZ), Italia

Altri seminari seguiti:

"Telemetria Laser Satellitare e Lunare per studi di Geodinamica e Fisica Fondamentale", Prof. Giuseppe Bianco, 20/02/2008, Padova

"A family of turbo-structured LDPC codes", Dr. Federica Garin, 21/02/2008, Padova

"Which Kind of Information Can Music Convey?", Mo. Claudio Ambrosini, 28/02/2008, Padova

"The Web Click Network", Prof. Filippo Menczer, 12/03/2008, Padova

"Radiation Effects and Soft Errors in Advanced Technologies", prof. Ron Schrimpf, 17/03/2008, Padova

"Design and Control of Autonomous Systems", Raffaello D'Andrea, 15/05/2008, Padova

"Power Semiconductors State-of-the-Art and future development trends", prof. Leo Lorenz, 23/05/2008, Padova

"3-dimensional Video: Technology and Applications", prof. Marcus Gross, 3/06/2008, Padova

"The Multi-Armed Bandit Meets the Web Surfer", prof. Eli Upfal, 17/06/2008, Padova



“The analysis and design of the steady-state behavior of nonlinear systems: Taming nonlinear excursions in the spirit of Lagrangia and Liapunov”, Prof. Christopher I. Byrnes, 4/02/2009, Padova

“Towards categorization in sensory systems”, Prof. Pietro Perona, 11/03/2009, Padova

“Management and Policy in Mission-Oriented Sensor Networks”, Prof. Tom La Porta, 18/03/2009, Padova

“MIT iLabs: Towards a Community of Internet Accessible Laboratories”, Prof. Jesus del Alamo, 24/03/2009, Padova

“A glimpse on Research Activities”, Dr. Andreas Willig, 28/04/2009, Padova

“Deployment and Localization in Target Tracking Oriented Wireless Sensor Networks”, Yan Huang, 8/05/2009

“Meeting with Internships”, Dr. Irwin M. Jacobs, Autumn 2009, San Diego

“Irwin Jacobs Day”, Dr. Irwin M. Jacobs et al., Autumn 2009, San Diego

“The Yin and Yang of Wireless Communications”, Yosej Akhtman, 02/07/2010, Gif-sur-Yvette, Francia

“On Cooperative Communications in Ad-hoc Networks: The Case for Uncoordinated Location-Aware Retransmission Strategies”, Lavy Libman, 06/07/2010, Gif-sur-Yvette, Francia

“Fading Effect on the Dynamic Performance Evaluation of OFDMA Cellular Networks”, Mohamed Karray, 06/07/2010, Gif-sur-Yvette, Francia

“Radiofrequency compatibility of the future aeronautical communication system: A novel approach and a case study”, Najett Neji, July 2010, Gif-sur-Yvette, Francia

“Hardware/Software Partitioning of SDR Systems: an Example”, Lorenzo Vangelista, 20/07/2010, Gif-sur-Yvette, Francia

“Factors impacting Processor Design - A view from the field”, Dr. Pratap Pattnaik, 24/09/2010, Padova

“Filosofia della matematica e matematica della filosofia”, Prof. Piergiorgio Odifreddi, 21/10/2010, Padova

Periodi di Attività all'Estero

- QUALCOMM Inc., San Diego CA, USA
- SUPELEC, Gif-sur-Yvette, Francia

Didattica Attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

“Nome del corso”, Titolare del corso, n. ore, la tipologia, a.a.

“Laboratorio di Elettronica”, Prof. P. Mattavelli, 20 ore, laboratorio, a.a. 2008/2009

“Laboratorio di Elettronica”, Prof. P. Mattavelli, 12 ore, laboratorio, a.a. 2009/2010

ATTIVITA' DI RICERCA

Durante l'inizio del dottorato per qualche tempo ho lavorato sulla gestione ottima delle risorse in reti collaborative *two-hops*, in cui il segnale viene ritrasmesso una sola volta dai nodi intermedi detti collaboratori (o ritrasmettitori), prima di raggiungere il nodo destinazione.

Tuttavia, il tema principale di ricerca è sempre stato quello di sviluppare tecniche innovative per la stima di parametri di comunicazione OFDM, con l'intento di applicare tali tecniche a sistemi di broadcasting video digitale terrestre (DVB-T).

Infatti i primi due lavori che ho pubblicato, uno in collaborazione con il prof. Stefano Tomasin e l'altro con il prof. Lorenzo Vangelista, riguardavano rispettivamente la stima di canale per sistemi DVB-T [3], e un sistema per migliorare la decodifica di segnali OFDM utilizzando la ridondanza introdotta dal prefisso ciclico [1]. Entrambi questi lavori sono stati presentati a conferenze internazionali, e si concentravano sul problema di applicare tali tecniche allo standard DVB-T o al DVB-T di seconda generazione (DVB-T2).

Mentre con il prof. Tomasin non smettevo di occuparmi di stima di canale per DVB-T, cercando di migliorare il lavoro precedentemente sviluppato, con il prof. Vangelista ho cominciato a studiare lo standard DVB-T2 e tecniche ottime per ottenere la sincronizzazione di tempo e frequenza. Il problema era, ed è tuttora, assai rilevante, in quanto la struttura del segnale DVB-T2 è leggermente diversa da quella del suo predecessore. Il DVB-T2 introduce un particolare preambolo composto di due parti: un simbolo chiamato P1 che è deputato alla sincronizzazione iniziale e all'identificazione del segnale on air, subito seguito da uno o più simboli chiamati P2 (il numero di simboli dipende dalla dimensione della Fast Fourier Transform (FFT) utilizzata per modulare il segnale DVB-T2) che trasportano tutti i parametri di comunicazione necessari alla decodifica dello stream. Dopo questo preambolo il *frame* ha la struttura simile a quella del DVB-T, con *scattered-pilots*, *continual-pilots*, e *data carriers*. Perciò il lavoro principale della mia tesi si è concentrato sul simbolo P1 e quindi il problema di identificazione veloce della presenza di segnale DVB-T2 in una particolare sottobanda di frequenza; tale problema è chiamato *signal discovery*. Prima ancora della pubblicazione delle *Implementation Guidelines* dello standard DVB-T2 noi abbiamo presentato al *Sarnoff Symposium* in Princeton (NJ), le performance dell'algoritmo di sincronizzazione, o per meglio dire d'identificazione del simbolo P1 [2]. Tuttavia ben presto ci siamo resi conto che il sistema realizzato era molto suscettibile a particolari tipi di canali che caratterizzano le reti Single Frequency Network (SFN), per cui nel seguito ci siamo concentrati nello sviluppo di sistemi robusti per la sincronizzazione DVB-T2 che funzionino sia nel caso SFN sia nel caso di canale a singolo trasmettitore (AWGN, Rayleigh, Doppler fading, etc.). Il risultati di queste ricerche sono stati sottoposti a IEEE Communication Letters [4] e IEEE Wireless Communication Letters [6].

Parallelamente, in collaborazione con il prof. Tomasin, ho sviluppato un sistema innovativo di interpolazione in frequenza per migliorare la stima di canale nel caso di scattered-pilots pattern simili a quello del DVB-T. Perciò applicabile anche al DVB-T2. L'idea alla base di questo metodo di interpolazione è che il pattern di portanti pilota del DVB-T / T2 è un pattern ciclico, ovvero, dopo un certo numero di simboli OFDM, gli indici delle portanti pilota si ripetono. Consideriamo T come il tempo di trasmissione di un simbolo OFDM. Dal momento che la stima di canale diretta viene fatta solo sulle portanti pilota, se consideriamo una portante in cui abbiamo la stima di canale al tempo $t=0$, al tempo $t=T$ non c'è modo di conoscere il canale. Tuttavia al tempo $t=4*T$ la stessa portante è riutilizzata per la stima di canale, quindi si può interpolare nel tempo per ottenere la stima su quella portante al tempo $t=T$, $2*T$, $3*T$. Questa tecnica, chiamata interpolazione nel tempo, è ben conosciuta in letteratura. Tuttavia non basta

per recuperare la stima di canale completa. In quanto gli stessi buchi che ci sono nel tempo ci sono anche in frequenza. In altre parole se la portante $f=0$ è stata utilizzata come portante pilota, la portante $f=F$ è una portante dati in cui non c'è modo di stimare il canale. Una soluzione semplicistica direbbe interpolare $f=0$ con $f=3F$ per ottenere $f=F$, $2 \cdot F$. Tuttavia questo sistema non tiene conto che $f=0$ non sempre è una stima di canale diretta, potrebbe infatti essere il risultato dell'interpolazione temporale. Evidentemente le stime ottenute per interpolazione hanno attendibilità diversa da quelle ottenute senza interpolazione. Noi, siamo gli unici che hanno usato diversi filtri per realizzare l'interpolazione in frequenza in modo che si tenesse conto delle attendibilità di ogni singola portante. Questo lavoro è apparso sulla rivista IEEE Transaction on Broadcasting [5].

Nel Febbraio 2009 ho vinto l'annuale *Cariolaro Scholarship* che mi ha permesso di partecipare ad un programma di *internship* in Qualcomm, San Diego CA, azienda leader nel ramo di processori per le telecomunicazioni mobili. Durante il periodo da Giugno a Dicembre 2009, ho lavorato in un team di ingegneri per la realizzazione di un amplificatore indoor di segnali wireless, ad uso casalingo. I segnali cui si fa riferimento possono essere UMTS, e altri vari standard di telefonia mobile americani (CDMA2K, ecc.), Media Streaming wireless, ecc. Nell'ambito di questo processo, io mi sono occupato della realizzazione del software in C++ per quanto riguarda degli algoritmi di stima di canale e la loro conversione in virgola fissa.

Tornato dagli stati uniti, ho ricominciato a lavorare sulla sincronizzazione per DVB-T2, infatti al momento sto applicando i miei algoritmi di sincronizzazione ad un sistema di trasmissione reale, realizzato in C++. Da Gennaio a Marzo ho anche collaborato con il centro ricerche RAI per produrre una risposta alla *call for technologies* emanata dal gruppo Europeo DVB per quanto riguarda il nuovo standard di broadcasting video su terminali mobili (DVB-NGH). Il mio contributo è stato verificare che il sistema di sincronizzazione utilizzato nel DVB-T2 può essere utilizzato anche per il DVB-NGH in presenza di Doppler.

Da Aprile a Luglio invece ho trascorso un periodo di 4 mesi a SUPELEC, Gif-sur-Yvette (Francia), nell'ambito del progetto SDR4ALL (Software Defined Radio per Tutti). Lo scopo di questo progetto è realizzare degli strumenti facili da utilizzare per testare i propri algoritmi per telecomunicazioni in sistemi radio *real-time*. Il mio contributo in questo progetto è stato realizzare un'interfaccia in C++ tra Matlab (su cui deve girare la parte base band della trasmissione) e un TCP server connesso alla scheda RF che è dedicata alla de/modulazione del segnale da Matlab a Radio Frequenza. Questa scheda è multi-standard in modo da poter essere configurata al momento per il sistema che si vuole realizzare in Matlab.

PUBBLICAZIONI (per la stesura: N: Cognome, Titolo, estremi della pubblicazione)

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

[1] L. Vangelista, M. Rotoloni, A. Morello

"Improved Data Detection Exploiting Full Cyclic Prefix for the Evolution of DVB-T"

International Wireless Communications and Mobile Computing Conference, 2008. IWCMC '08.

[2] L. Vangelista, M. Rotoloni

"On the analysis of P1 symbol performance for DVB-T2"

IEEE Sarnoff Symposium, 2009. SARNOFF '09.

[3] M. Rotoloni, M. Butussi, S. Tomasin, M. Lattuada, C. Ruppert

"Multiple adaptive frequency filtering for OFDM channel estimation"



IEEE 10th Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications, 2009.
SPAWC '09.

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

[4] M. Rotoloni, S. Tomasin, L. Vangelista
“On correlation-based synchronization for DVB-T2”
IEEE Communications Letters, Volume: 14 , Issue: 3

[5] M. Rotoloni, M. Butussi, S. Tomasin, M. Lattuada, C. Ruppert
“Multiple Adaptive Frequency Filtering for OFDM Channel Estimation”
IEEE Transactions on Broadcasting, Volume: 55 , Issue: 4

Lavori sottoposti

[6] M. Rotoloni, S. Tomasin, L. Vangelista
“Maximum Likelihood Estimation of Time and Carrier Frequency Offset for DVB-T2”
Wireless Communications Letters, IEEE.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Rotoloni Marco** si è impegnato con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità del candidato, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.

Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Sartori Massimo** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 il dottor **Sartori Massimo** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Tema vincolato: Sviluppo di componenti di esoscheletro, reali e virtuali, per applicazioni di robotica riabilitativa

Parte 1 Didattica

Corsi seguiti durante il primo anno

- Digital Processing of Measurement Information
- Biochips: Microdevices for Life Sciences
- 3D Reconstruction from Images
- Applied Linear Algebra
- Statistical Methods

Seminari seguiti

Primo Anno:

- 2nd Hands-on Course on Multichannel Surface EMG, Laboratorio di Ingegneria del Sistema Neuro Muscolare, Politecnico di Torino, Italia, 19/05-22/05, 2008 (<http://www.lisin.polito.it>).
- International Symposium on "Robotics: a New Science", Accademia Nazionale dei Lincei, Roma, 20/02/2008

Secondo Anno:

- Workshop of the 7th Australasian Biomechanics Conference: *Musculoskeletal Modelling with OpenSim*. Sunday 29 November 2009. Gold Coast, QLD, Australia.

Terzo Anno:

- Advanced Workshop on OpenSim API. Stanford University. April 2010.

Scuole di dottorato seguite

Primo Anno:

- 1st EURON International Winter School on Rehabilitation Robotics, Virtual Reality and Robotics Lab, Universidad Miguel Hernández de Elche, Spagna, 30/03-4/04, 2008. (<http://www.isa.umh.es/vr2/euron08/welcome.htm>).

Organizzazione e partecipazione attiva a seminari e/o congressi nazionali /internazionali

Primo Anno:

- Partecipazione come *Staff Member*: International Conference on SIMULATION, MODELLING and PROGRAMMING for AUTONOMOUS ROBOTS (SIMPAN 2008), Venezia, Italia, 3/11-7/11, 2008
- Organizzazione del seminario dal titolo: "Non invasive multichannel electromyography: applications in neurophysiology, ergonomics and gynecology" della serie "Colloquia" presso l'aula magna del DEI. Il relatore è stato il Professor Roberto Merletti (Politecnico di Torino). Il seminario si è tenuto in data: 17/07/2008.

Terzo Anno:

- Organizzazione del workshop dal titolo: “Biomechanical Simulation of Humans and Bio-Inspired Humanoids”. SIMPAR 2010 International Conference. Germany, November 15 – 19 2010 (<http://www.simpar.org>).
- Organizzazione del tutorial dal titolo: An Introduction to the OpenSim API. SIMPAR 2010 International Conference. Germany, November 15 – 19 2010 (<http://www.simpar.org>). Durante tale tutorial il sottoscritto terrà una lezione sull'architettura dell'Application Programming Interface di OpenSim insieme a Samuel Hamner (Stanford University).

Lavori presentati a convegni e/o congressi nazionali/internazionali

Primo Anno:

- 10th International Conference on Intelligent Autonomous Systems, Baden-Baden, Germania, 23/07–25/07, 2008, (<http://www.ias-10.org/>).
- 10th Congress of Italian Association for Artificial Intelligence and Human-Oriented Computing, Roma, Italia, 10/09-13/09, 2007, (<http://aiia.info.uniroma2.it/>).
- International workshop on MOBILIGENCE (Emergence of Adaptive Motor Function through Interaction among the Body, Brain, and Environment), Università di Padova, Campus di Vicenza, Italia, 3/04-5/04, 2007, (<http://www.dei.unipd.it/~emg/mobiligence07/index.htm>).
- Partecipazione all'iniziativa “Intelligenza Coraggiosa” promossa da M31 e presentazione del proprio lavoro al workshop organizzato in data 28/11/2008 presso il nostro dipartimento.

Secondo Anno:

- Workshop di Coordinamento di Robotica e Neuroriabilitazione (CORNER). Italian Institute of Technology, Genova, 14 – 15 Dicembre 2009.
- 7th Australasian Biomechanics Conference (ABC7). Griffith University, Gold Coast, 30 Novembre – 1 Dicembre 2009.
- The 2009 IEEE Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO 2009), Tokyo, Japan, 23 – 26 Novembre 2009.
- The 14th International Conference on Advanced Robotics (ICAR 2009), Monaco, Germania, 22-26 Giugno 2009.

Terzo Anno:

- The IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), Anchorage, Alaska, USA, May 2010.
- Second International Conference on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots (SIMPAR 2010). Darmstadt, Germany, November 2010.

Lezioni Addizionali Seguite

- Distinguished Lectured seguite al DEI:
 - Which Kind of Information Can Music Convey? (Prof. Claudio Ambrosini, 28/2/2008)
 - Studies on Androids and Humanoids (Prof. Hiroshi Ishiguro, 6/11/2008)
- Distinguished Lectures seguite fuori dal DEI:
 - Distinguished Lecture at the School of Sport Science Exercise and Health, University of Western Australia. *Digital Humans: from Biomechanical Models to Simulated Surgery*. Prof. Scott Delp, Bioengineering, Mechanical Engineering, and Orthopaedic Surgery, Stanford University.

Didattica Attiva

- Attività Didattica di Supporto per il corso di Fondamenti di Informatica per il corso di Laurea in Ingegneria Gestionale presso la sede di Vicenza. Il titolare del corso è il Professor Pagello. Ho contribuito, tenendo 6 ore di lezione in aula e 24 ore di Laboratorio. L'attività didattica di supporto ha avuto inizio il 10 Ottobre 2008.
- Attività didattica per il corso di Robotica per il corso di Laurea in Ingegneria Informatica. Il titolare del corso è il Professor Menegatti. Ho contribuito tenendo 2 ore di lezione in Aula. Marzo 2009.

Permanenza all'Estero

17 Aprile 2009 – 17 Ottobre 2010

Visiting PhD student presso la School of Sport Science, Exercise and Health dell'University of Western Australia (Perth, AU). Il periodo di permanenza è stato di 18 mesi. In tale periodo ho avuto modo di apprendere ed estendere tecniche software di modellazione neuromuscolare messe a punto dal Professor David Lloyd (direttore della scuola).

2 Aprile – 2 Giugno 2010

Periodo di ricerca presso il Bioengineering Department della Stanford University sotto la supervisione del professor Scott Delp. In questi tre mesi ho lavorato sull'integrazione del mio modello biomeccanico all'interno dell'ambiente di simulazione open source, OpenSim. Tale integrazione consentirà alla comunità scientifica di usufruire liberamente del mio modello e ne aumenterà le potenzialità.

Parte 2 Ricerca

Attività scientifica:

Questo lavoro di dottorato ha consentito lo sviluppo di un innovativo modello neuromuscoloscheletrico (NMS) dell'arto inferiore umano. Il modello NMS è accurato dal punto di vista fisiologico ed è computazionalmente efficiente. Il modello NMS è stato sviluppato per l'integrazione all'interno di un sistema di controllo di un esoscheletro dell'arto inferiore per il supporto di soggetti disabili.

In questa tesi di dottorato sono stati anche sviluppati metodi avanzati per la simulazione dinamica del movimento umano e della contrazione muscolare. Tali metodi sono stati implementati dal punto di vista software e sono stati integrati nel modello NMS.

Questo lavoro di tesi ha dimostrato che è possibile utilizzare l'attività muscolare di 16 muscoli dell'arto inferiore come input al modello NMS per la stima delle forze prodotte da un insieme esteso di 34 muscoli e i momenti articolari prodotti all'articolazione dell'anca, ginocchio e caviglia.

È stato dimostrato che per la corretta stima delle forze sviluppate dai muscoli durante il movimento umano, tutti i gradi di libertà associati alle articolazioni attraversate da un determinato muscolo devono essere prese in considerazione. Lo stato dell'arte ha prodotto modelli NMS per la stima di momenti articolari rispetto ad un grado di libertà alla volta. Le forze muscolari stimate da questi modelli non sono perciò rappresentative dell'attività muscolare effettiva e la soluzione proposta in questa tesi offre la possibilità di ovviare a tali limitazioni.

Un nuovo algoritmo di calibrazione per il modello NMS è stato sviluppato per vincolare l'attività di ogni singolo muscolo alla produzione di momenti articolari rispetto a tutti i gradi di libertà appartenenti alle articolazioni attraversate dai singoli muscoli. Questo consente di ottenere stime più "fisiologiche" della contrazione muscolare.

E' stato dimostrato che aggiungendo articolazioni con piu' gradi di liberta' e' possibile ottenere stime piu' accurate dei momenti articolari.

Un nuovo modello di muscolo e' stato realizzato in cui il complesso del tendine e' stato assunto essere un corpo infinitamente rigido. Questo consente di velocizzare la stima della forza prodotta ogni singolo muscolo e i risultati riportati in questa tesi dimostrano che l'assunzione di rigidita' nel tendine non compromette l'accuratezza della stima delle forze muscolari e momenti articolari.

Un nuovo modello per la stima della cinematica muscolare e' stato sviluppato. Questo modello consente di calcolare la lunghezza istantanea, la velocita' di contrazione e il braccio del momento di ogni singolo muscolo nel modello NMS. Il modello della cinematica muscolare utilizza delle spline multidimensionali per derivare le variabili di output. E' stato dimostrato che il presente metodo consente di ottenere prestazioni migliori rispetto allo stato dell'arte basato su tecniche di regressione polinomiale.

Metodi avanzati per ottenere simulazioni realistiche del movimento umano sono stati sviluppati. Un modello muscoloscheletrico e' stato sviluppato con la possibilita' di essere scalato alle dimensioni reali del soggetto. Questo consente di avere informazioni accurate sulle dimensioni di ogni singolo muscolo per ogni soggetto umano considerato. Un nuovo modello dell'articolazione del ginocchio e' stato sviluppato in cui vi e' la possibilita' di definire gli assi funzionali di flesso-estensione del ginocchio e ottenere stime piu' accurate del momento articolare. Un modello di contatto piede-terreno e' stato sviluppato per ottenere simulazioni dinamiche piu' realistiche ed accurate del movimento umano e dell'interazione con fattori esterni.

I risultati ottenuti in questo lavoro di ricerca verranno applicati alla progettazione di sistemi di controllo avanzati per esoscheletri dell'arto inferiore. Sara' possibile realizzare sistemi di controllo per l'attuazione simultanea di piu' gradi di liberta' all'interno della stessa articolazione ma anche su articolazioni diverse: anca, ginocchio e caviglia. Questo consentira' di supportare un range piu' ampio di movimenti complessi e rendera' piu' intuitivo il controllo da parte del soggetto disabile.

La possibilita' di poter stimare le forze muscolari prodotte durante il movimento umano in modo piu' accurato consentira' di comprendere piu' in dettaglio i meccanismi di controllo muscolare gestiti dal sistema nervoso periferico umano.

I risultati ottenuti in questo lavoro di ricerca verranno applicati anche alla ricerca nel campo dei robot umanoidi. La comprensione dei meccanismi che stanno alla base della dinamica muscolare consentiranno la realizzazione di sistemi di attuazione e di controllo piu' sofisticati.

Titolo definitivo della tesi

A novel neuromuscular human-machine interface for applications in rehabilitation robotics

Nome del supervisore

Prof. Enrico Pagello

Parte 3 Pubblicazioni

Scientific Journals

M. Sartori, M. Reggiani, T. vd. Bogert, DG. Lloyd. Estimation of musculotendon kinematics in large musculoskeletal models using multidimensional B-Splines. To be submitted to Journal of Biomechanics.

M. Sartori, D.G. Lloyd, M. Reggiani and E. Pagello. An EMG-driven Musculoskeletal Model of the Knee for Applications in Rehabilitation Robotics. To be submitted to Journal of Advanced Robotics.

Conference proceeding

Full Papers:

M. Sartori, D. G. Lloyd, M. Reggiani, and E. Pagello. An EMG-driven Musculoskeletal Model of the Human Lower Limb for the Estimation of Muscle Forces and Moments at the Hip, Knee and Ankle Joints in vivo. In Proceedings of the Second International Conference on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots (SIMPAN 2010). Darmstadt, Germany, November 2010.

M. Sartori, D. G. Lloyd, M. Reggiani, and E. Pagello. Fast Runtime Operation of Anatomical and Stiff Tendon Neuromuscular Models in EMG-driven Modeling. In Proceedings of IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA 2010). USA, May, 2010.

E. Ceseracciu, M. Reggiani, Z. Sawacha, **M. Sartori**, F. Spolaor, C. Cobelli, E. Pagello. SVM classification of locomotion modes using surface electromyography for applications in rehabilitation robotics. In Proceedings of IEEE 19th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN 2010), Italy, September, 2010.

M. Sartori, D.G. Lloyd, M. Reggiani and E. Pagello. A Stiff Tendon Neuromusculoskeletal Model of the Knee. In Proceedings of the 2009 IEEE Workshop on Advanced Robotics and its Social Impacts (ARSO 2009), Tokyo, Japan, 2009.

M. Sartori, M. Reggiani, C. Mezzato and E. Pagello. A Lower Limb EMG-driven Biomechanical Model for Applications in Rehabilitation Robotics. In Proceedings of the 14th International Conference on Advanced Robotics (ICAR 2009), Munich, Germany, 2009.

M. Sartori, G. Chemello, M. Reggiani and E. Pagello. Control of a Virtual Leg via EMG Signals from Four Thigh Muscles. In Proceedings of the 10th International Conference on Intelligent Autonomous Systems (IAS 10), Baden Baden, Germany, 2008.

M. Sartori, G. Chemello, and E. Pagello. A 3D Virtual Model of the Knee Driven by EMG Signals. In Proceedings of the 10th Congress of the Italian Association of Artificial Intelligence (AI*IA 2007), Rome, Italy, 2007.

Abstracts:

M. Reggiani, **M. Sartori**, E. Ceseracciu, Z. Zawacha, D.G. Lloyd, C. Cobelli, E. Pagello. Enhancing Human-Machine Interfaces through EMG-driven Modeling and Human Movement Simulation. In Proceedings of the IEEE BioRob 2010. Japan, October, 2010.

M. Sartori, D.G. Lloyd, M. Reggiani, G. Chemello and E. Pagello. Scaling Tendons Preserving the Consistency Between the EMG-to-activation Relationship. In Proceedings of the 7th Australasian Biomechanics Conference (ABC 7), Gold Coast, Australia, 2009.



E. Ceseracciu, M. Reggiani, Z. Sawacha, **M. Sartori**, E. Pagello and C. Cobelli. SVM-Based Classification For Myoelectric Control Applied To Lower Limb. In Proceedings of the Workshop CORNER. Italy, December, 2009.

M. Sartori, D. G. Lloyd, M. Reggiani, E. Ceseracciu, Z. Sawacha, E. Pagello, C. Cobelli. On the Enhancement of EMG-driven Neuromuscular Models for the runtime control of powered orthosis. In Proceedings of the Workshop CORNER. Italy, December, 2009.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Sartori Massimo** si è impegnato con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità del candidato, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Savino Sandro** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 il dottor **Savino Sandro** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Titolo borsa a tema vincolato: Sistemi Informativi Territoriali

Parte 1 Didattica

Corsi seguiti

3D Reconstruction from Images, Applied Linear Algebra, Pollution and Prevention, Applied Functional Analysis, Statistical Methods, Design Patterns in software development.

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

2008: "Which kind of information can music convey?", Prof. Claudio Ambrosini; "The Multi-Armed Bandit Meets the Web Surfer", Prof. Eli Upfal; "3-dimensional Video: Technology and Applications", Prof. Marcus Gross; "Blighted Virtual Neighborhoods and Other Threats to Online Social Experiences", Prof. Richard De Millo; "Sistemi di Comunicazione di nuova generazione: quantità, qualità dell'informazione, misure e interventi", Ing. Edoardo Rizzi; "La rete Web Click", Prof. Filippo Menczer.

2009: "Towards Categorization in Sensory Systems", Prof. Pietro Perona; "Polyhedral Approaches to Integer Programming", Prof. Gerard Cornuejols; "Robustness in Biological Networks: From Genes to Cells to Systems", Prof. J. Doyle.

2010: "Nuotatori imbattibili", Antonio De Simone; "Amministrare Padova: fra teoria e pratica", Flavio Zanonato; "Multi-Agent based designing of Distributed Control System" Dariusz Choinski; "Process Mining: From Process Discovery to Replay", Wil van der Aalst; "Laser Spectroscopy Applied to Environmental and Medical Research", S. Svanberg; "An Introduction to Second-Order Cone Programming", Adam N. Letchford.

Partecipazione a Conferenze Nazionali

Convegno: "Le procedure per la derivazione del DB25 dal DBT della Regione del Veneto: risultati del progetto CARGEN", 8 Luglio 2009, Aula Ippolito Nievo, Palazzo del Bò, Università degli Studi di Padova, Padova

Partecipazione a Conferenze Internazionali

Ljubljana, Slovenia, June 24-26, 2009: 27th Urban Data Management Symposium
Zurich, Switzerland, September 11-14 2010: 13th workshop of the ICA commission on Generalisation and Multiple Representation.

Didattica attiva

Seminario tenuto presso lo IUAV a Venezia il giorno 27 Febbraio 2009 sul tema della generalizzazione cartografica, aperto a studenti del master di I e II livello in Sistemi Informativi Territoriali e Telerilevamento ed ai dottorandi in nuove tecnologie e informazione territorio ambiente

Permanenza all'estero

Da giugno 2009 a Dicembre 2009 sono stato ospite presso l'università TU-Delft, nella città olandese di Delft, presso il dipartimento OTB, Section GIS-Technology, sotto la supervisione del professor Peter van Oosterom.

Parte 2 Ricerca**Descrizione dell'attività di ricerca durante il dottorato**

Durante il triennio di dottorato, l'attività di ricerca è stata svolta in generale nell'ambito dei Sistemi Informativi Territoriali, con la ricerca nel campo della generalizzazione cartografica come più importante punto focale. L'attività di ricerca è proceduta in parallelo con lo sviluppo del progetto CARGEN, un progetto di ricerca sulla generalizzazione cartografica che vede la collaborazione di Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Regione Veneto e Istituto Geografico Militare. Il progetto CARGEN nasce con l'obiettivo di implementare e sperimentare tecniche informatiche per la generalizzazione automatica del geodatabase IGM DB25 in scala 1:25000 a partire dalla Carta Tecnica Regionale e dal GeoDataBase Regionale (GeoDBR) in scala 1:5000; successivamente (metà 2009) visti i buoni risultati iniziali, il progetto viene esteso per comprendere la generalizzazione alla scala 1:50000 e l'utilizzo del nuovo modello dati italiano per la alta scala (DBT) come origine dati.

Il processo di generalizzazione cartografica si può dividere in due fasi: la generalizzazione del modello, o semantica, che traduce i dati semantici in ingresso dal modello dati sorgente a quello di destinazione, e la generalizzazione delle geometrie, che si occupa di trasformare la rappresentazione originale degli oggetti ad una che sia conforme alle specifiche della scala di destinazione.

Nei tre anni di dottorato sono stati investigati entrambi questi processi, per ambedue i processi di generalizzazione analizzati (dalla scala 1:5000 alla scala 1:25000 prima e dalla scala 1:5000 alla scala 1:50000 poi); vista la medesima scala di partenza e la vicinanza delle due scale di destinazione, è stato possibile individuare similarità e differenze tra i due processi, rendendo in parte possibile l'estensione del processo di generalizzazione alla scala più alta a quello a scala minore.

Durante il primo anno di dottorato è stata condotta l'analisi dei modelli dati sorgente 1:5000 e destinazione 1:25000 ed è stata realizzata una mappa di corrispondenza tra gli elementi del primo e del secondo; l'analisi delle specifiche di derivazione di IGM ha permesso invece di individuare un primo insieme di algoritmi necessari per la generalizzazione delle geometrie. La successiva fase di sviluppo degli algoritmi è stata preceduta da uno studio della letteratura e degli strumenti software a disposizione; in particolare a causa delle carenze individuate in questi ultimi è stato deciso di implementare gli algoritmi in proprio, utilizzando un ambiente misto Java e Oracle Spatial. Parte di questa ricerca iniziale ha raccolto i frutti del mio lavoro di tesi e del successivo lavoro di borsa di studio svolti precedentemente nel medesimo laboratorio.

La fase di sviluppo ha impegnato tutto il primo anno, in cui sono stati sviluppati gli algoritmi per la generalizzazione delle principali classi della cartografia: idrografia, rete stradale, edificato.

Con l'inizio del secondo anno di dottorato l'attenzione si è spostata verso la progettazione ed implementazione di un processo unico in cui inserire gli algoritmi sviluppati e la mappatura tra le entità dei database di ingresso ed uscita. Il processo di generalizzazione realizzato, una volta testato e messo a punto, ha segnato il punto di arrivo della prima parte del progetto CARGEN. I dati prodotti sono stati consegnati a Regione Veneto e a IGM, che avevano seguito tutta la fase di sviluppo, per una valutazione complessiva, e sono stati poi presentati ad un convegno tenutosi a Luglio 2009 a Palazzo Bò. Nella seconda metà del secondo anno sono stato ospite presso l'università TU-Delft, in Olanda, presso la sezione GIS Technology. La permanenza in Olanda mi ha permesso da una parte di confrontarmi con un approccio più teorico alla generalizzazione, dall'altra di apprendere alcune tecniche nuove, in particolare per la gestione della topologia e di dataset a copertura topologica globale. Durante la mia permanenza abbiamo implementato un nuovo algoritmo per la creazione dell'asse mediano di poligoni, che ha trovato anche applicazione nel processo di generalizzazione.

Il terzo anno di ricerca si è focalizzato sulla generalizzazione in scala 1:50000 e sull'irrobustimento dei risultati degli algoritmi prodotti (anche tramite una revisione del codice).

Poiché non esiste un modello dati ufficiale in scala 1:50000 -in Italia il 1:50000 è una carta dotata di legenda, e non è basata su un geodatabase- il primo passo è stata la creazione di tale modello a partire dalle specifiche IGM sulla Carta d'Italia in scala 1:50000; tale modello è stato sottoposto ad IGM ed è entrato nella discussione per il nuovo modello dati italiano alla media scala, all'interno del Gruppo di lavoro 2 del Comitato per le regole tecniche sui dati territoriali delle pubbliche amministrazioni.

Stabilito il modello dati, è stata analizzata e tracciata la corrispondenza tra gli elementi di questo modello e quelli del modello in scala 1:5000 e 1:25000. In maniera analoga a quanto fatto durante la prima fase del progetto CARGEN, sono stati individuati gli algoritmi di generalizzazione da sviluppare e, tra questi, quali potessero essere derivati da quelli già esistenti per la generalizzazione al 1:25000 e quali dovessero essere programmati ex-novo.

La revisione del codice ha permesso da una parte di rendere più robusti gli algoritmi e di conseguenza i risultati del processo di generalizzazione complessivo, dall'altra di ampliare le librerie di base con nuovi strumenti (ad esempio diagrammi di Voronoi e triangolazioni di Delaunay), rendendo possibile l'implementazione di nuovi algoritmi risolutivi.

Titolo definitivo della tesi

A solution to the problem of the generalization of the Italian geographical databases from large to medium scale: approach definition, process design and operators implementation.

Supervisore: Massimo Rumor, Sergio Congiu, Matteo Bertocco

Parte 3 Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

S. Savino, M. Rumor, I. Lissandron, **Road junction generalization in large scale geodatabases**. In A. Krek, M. Rumor, S. Zlatanova, E. M. Fendel (Eds), UDMS Annual 2009, Taylor & Francis

Sandro Savino, Massimo Rumor, M. Zanon & I. Lissandron, **Data enrichment for road generalization through analysis of morphology in the CARGEN project**, ICA Workshop, 2010, Zurich



Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Savino Sandro** si è impegnato con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità del candidato, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Seno Lucia** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 la dott.ssa **Seno Lucia** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

ATTIVITA' DI FORMAZIONE

Corsi di dottorato seguiti presso l'Università di Padova:

<i>Primo anno:</i>	Probability (Prof. P. Dai Pra) Monte Carlo Methods (Prof. A. Chiuso) Applied Linear Algebra (Prof. H. Wimmer, Prof. M. Karow) Applied Functional Analysis (Prof. P. Ciatti, Prof. G. Pillonetto) Statistical Methods (Prof. L. Finesso)
<i>Secondo anno:</i>	Stochastic Modeling of Computer and Communication Systems (Prof. A. Willig) Wireless Sensor Networks (Prof. A. Willig) Real-Time Operating Systems (Prof. I. Cibrario Bertolotti)

Corsi seguiti presso la University of Michigan, Ann Arbor (MI), USA:

<i>Terzo anno:</i>	Discrete Events Systems (Prof. S. La Fortune)
--------------------	---

Partecipazione a scuole di dottorato:

- International Summer School on Software Engineering, Università di Salerno (22-25 Settembre 2008, Salerno, Italia);
- Scuola di dottorato SIDRA "Antonio Ruberti" (13-18 Luglio 2009, Bertinoro (FC), Italia).

Partecipazione a conferenze internazionali:

- 7th IEEE International Workshop on Factory Communication Systems (WFCS 2008), 20-23 Maggio 2008, Dresda, Germania.

Periodi di attività all'estero:

Novembre 2009 - Maggio 2010: visiting scholar presso il Department of Mechanical Engineering, University of Michigan, Ann Arbor (MI), USA. Collaborazione con l'Engineering Research Center for Reconfigurable Manufacturing Systems (ERC), per attività di ricerca sul tema: "NCS (Networked Control System) modulari", supervisore la Prof. D. Tilbury.

Collaborazioni:

Collaborazione con l'IEIT del CNR di Torino e, in particolare con i Proff. G. Cena, A. Valenzano e C. Zunino.

Didattica attiva:

- Assistenza per l'attività in laboratorio per il corso di "Automazione Industriale", titolare del corso il Prof. S. Vitturi, A.A. 2008/2009, per un totale di 25 ore.

ATTIVITA' DI RICERCA

Descrizione dell'attività di ricerca svolta nel corso del triennio di dottorato:

I sistemi di automazione industriale di nuova generazione impiegheranno dispositivi (controllori, sensori, attuatori, etc.) molto più potenti di quelli attualmente in uso, connessi mediante reti di comunicazione. Considerata la varietà di tecnologie di comunicazione (ad esempio cablate/wireless) e di tipologie di reti di comunicazione (considerando il solo ambito industriale: fieldbuses, reti Real-Time Ethernet (RTE), Industrial Wireless Sensor Networks (IWSNs), etc.) già oggi disponibili sul mercato, è probabile che si diffonderanno sistemi di comunicazione *ibridi*, che combinano, cioè, due o più tipi di rete, e traggono vantaggio dalla presenza e dall'interazione delle corrispondenti tecnologie.

Gli obiettivi dell'attività di ricerca svolta nel corso del triennio di dottorato riguardavano l'analisi e la progettazione di reti e protocolli di comunicazione per sistemi di automazione industriale di nuova generazione. In dettaglio:

- definizione di protocolli di comunicazione real-time specifici per applicazioni industriali e in particolare per sistemi di comunicazione ibridi (nello specifico cablati/wireless);
- definizione di modelli (matematici e/o simulativi) di reti e protocolli innovativi o già disponibili allo scopo di prevederne/valutarne le prestazioni;
- implementazione di configurazioni reali;
- validazione dei modelli definiti e valutazione delle prestazioni mediante test su configurazioni reali;

In particolare le metodologie utilizzate per il raggiungimento degli obiettivi sono state lo studio teorico, le simulazioni numeriche e le misure su componenti reali.

Studio teorico

Lo studio teorico ha riguardato prevalentemente protocolli e reti di comunicazione già disponibili e già impiegati in applicazioni reali e i componenti e i protocolli innovativi progettati specificamente per applicazioni real-time.

L'analisi teorica del comportamento di reti RTE, reti wireless e reti ibride consente la caratterizzazione di tali tecnologie di comunicazione così da poterne prevedere le prestazioni al variare della configurazione, delle caratteristiche del traffico, delle caratteristiche dell'ambiente, etc. Questo tipo di analisi, inoltre, consente di sviluppare modelli matematici deterministici e/o stocastici dei protocolli e delle reti considerate in grado di fornire una prima valutazione teorica delle prestazioni offerte dalle diverse tecnologie, individuando pregi e difetti di ciascuna.

L'obiettivo ultimo era la progettazione di sistemi di comunicazione, rispondenti ai requisiti di isocronia e real-time tipici delle applicazioni industriali, che integrassero protocolli e reti innovativi con tecnologie già esistenti in modo tale da ottimizzare le prestazioni del sistema di automazione complessivo.

Gli studi pubblicati nella letteratura scientifica sono stati utilizzati come base di partenza per la descrizione delle caratteristiche delle reti e dei protocolli di comunicazione esistenti. Particolare attenzione è stata dedicata, inoltre, alla modellizzazione matematica del traffico che caratterizza le applicazioni nel campo dell'automazione industriale. A tale proposito, è opportuno

sottolineare che tali applicazioni richiedono, tipicamente, la trasmissione di limitate quantità di dati che, tuttavia, devono essere scambiate rispettando rigorosi requisiti di temporizzazione. Questo significa che i modelli classici di descrizione del traffico sviluppati per le reti di comunicazione più diffuse (per esempio Ethernet) spesso non sono efficaci per descrivere il traffico delle reti di comunicazione industriali. Da cui la necessità di individuare nuovi modelli matematici più adatti allo scopo.

Si sono analizzati dal punto di vista teorico anche caratteristiche e funzionalità dei principali componenti di rete (nodi e dispositivi di connessione, quali ad esempio hub e switch) al fine di dedurre modelli matematici che descrivessero le tempistiche di elaborazione, trasmissione ed eventuali latenze incidenti sulla comunicazione di componenti effettivamente disponibili in commercio.

In fase di analisi teorica e modellizzazione, l'attenzione è stata rivolta principalmente alle configurazioni di rete più utilizzate nell'ambito dell'automazione industriale (per esempio, reti mono-master, che comprendono un solo controllore e più dispositivi passivi) e ai più diffusi componenti di rete, pur mantenendo come obiettivo lo sviluppo di modelli teorici in grado di descrivere il più ampio numero di situazioni.

Simulazione numerica

La fase di simulazione prevede lo sviluppo di modelli software delle reti e dei protocolli di comunicazioni analizzati e/o progettati nella fase precedente al fine di simularne il comportamento in particolari condizioni di traffico. A tale scopo è stato utilizzato il software di simulazione per reti di comunicazione OPNET.

In particolare si sono inizialmente sviluppati modelli dei più diffusi componenti di rete (per esempio hub, switch, dispositivi di I/O,...), anche utilizzando e modificando opportunamente modelli software, conformi agli standard, già implementati nel simulatore. In seguito si sono effettuate simulazioni del funzionamento di reti di comunicazione variandone topologia, parametri di configurazione, condizioni di traffico, caratteristiche dell'ambiente, etc. al fine di rendere le simulazioni il più possibile aderenti alla realtà delle applicazioni pratiche.

L'obiettivo finale era la realizzazione di un confronto tra risultati delle simulazioni e risultati ottenuti mediante i calcoli derivanti dall'analisi teorica, allo scopo di correggere e validare i modelli matematici precedentemente sviluppati e di caratterizzare il comportamento delle soluzioni proposte nel maggior numero di scenari possibili.

Misure su dispositivi reali

Ove possibile, si sono rilevate misure su dispositivi reali, offerti dal mercato, allo scopo di validare l'analisi teorica e/o simulativa effettuata e di valutare sperimentalmente le prestazioni dei sistemi di comunicazione presi in esame. I risultati ottenuti mediante misure sperimentali hanno consentito di individuare ed analizzare le cause delle inevitabili differenze tra l'analisi teorica, le simulazioni numeriche e la realtà pratica.

In particolare si sono effettuate misure allo scopo di definire il funzionamento di alcuni componenti di rete reali, in modo da poter determinare con esattezza l'influenza delle latenze hardware e dei ritardi dovuti all'implementazione del software sulle prestazioni delle reti real-time nelle quali tali componenti possono essere impiegati.

In maggior dettaglio, nel corso del triennio di dottorato, l'attività di ricerca si è articolata nelle seguenti fasi:

Analisi di alcune tra le più diffuse reti RTE e, in particolare, della rete RTE Ethernet POWERLINK

Si sono prese in considerazione tre tra le più note reti RTE disponibili sul mercato (EtherNet/IP, EtherCAT ed Ethernet POWERLINK) e si sono studiate dal punto di vista teorico, a partire da quanto descritto nelle specifiche e da quanto già analizzato nella letteratura scientifica, allo scopo di dedurre modelli matematici in grado di descriverne con precisione il comportamento e, in particolare, le tempistiche di comunicazione.

Si sono, poi, implementati (nel caso di EtherCAT ed Ethernet POWERLINK) modelli simulativi, grazie al software Opnet, delle principali componenti di rete (Managing Node e Controlled Node nel caso di Ethernet POWERLINK, Master e Slave nel caso di

EtherCAT) e si sono simulati i comportamenti delle due reti al variare della topologia di rete, dei parametri di configurazione impostabili dall'utente e delle caratteristiche del traffico. In questo modo è stato possibile avere una prima valutazione delle prestazioni offerte dalle due reti in situazioni tipiche delle applicazioni in ambiente industriale.

Per valutare le prestazioni delle reti considerate, si è fatto riferimento ai *Performance Indexes* definiti dallo standard IEC 61784 "Fieldbus profiles for real-time networks based on ISO/IEC 8802-3 (Ethernet)". Tra gli indici descritti dallo standard, ad esempio, particolare attenzione è stata dedicata a Delivery Time e Real-Time Throughput. Il Delivery Time rappresenta, in generale, il tempo necessario a trasmettere un pacchetto dati da un nodo ad un altro della rete e permette di valutare i tempi di aggiornamento delle variabili cicliche e la latenza degli allarmi. Il Real-Time Throughput descrive, invece, la capacità di una rete di trasmettere dati in tempo reale. Altri indici di prestazioni sono stati appositamente definiti per descrivere la conformità delle reti considerate ai requisiti tipici della comunicazione in ambiente industriale.

Si sono, infine, implementate praticamente una rete Ethernet POWERLINK ed una rete EtherCAT e si sono misurate tempistiche di comunicazione e latenze delle varie componenti di rete, al fine di validare i modelli teorici precedentemente definiti e di rendere i modelli simulativi il più possibile fedeli alla realtà introducendo ritardi software e hardware laddove necessario.

Studio dell'estensione wireless IEEE 802.11 di Ethernet POWERLINK

Si è studiata dal punto di vista teorico e simulativo e si è, successivamente, realizzata in pratica una rete ibrida cablata/wireless in cui il segmento cablato era costituito da una rete Ethernet POWERLINK standard e, invece, il segmento wireless era basato sulla rete IEEE.802.11. Si sono prese in considerazione due diverse possibilità per realizzare praticamente tale estensione (mediante l'impiego di un bridge o di un gateway) e si sono valutate le prestazioni del sistema ibrido risultante sia per via teorica che simulativa.

Particolare attenzione è stata prestata allo studio del comportamento del segmento wireless della rete ibrida così definita in caso di canale trasmissivo rumoroso (presenza di fading e shadowing) e di interferenza da parte di altri sistemi di comunicazione operanti sulla stessa banda trasmissiva.

Valutazione di prestazioni di reti e componenti IEEE 802.11

Dopo aver analizzato in dettaglio la rete wireless IEEE 802.11 e, in particolare, il protocollo IEEE 802.11e si sono effettuate alcune simulazioni utilizzando modelli OPNET standard al fine di valutarne la possibilità di impiego in applicazioni industriali di basso livello e in presenza di trasmissioni wireless concorrenti.

Si sono, inoltre, effettuate diverse misure su di un sistema wireless reale al fine di misurare le latenze intrinseche tipiche dei componenti di rete dovute a ritardi hardware e software e la loro influenza sulle prestazioni della rete.

Titolo della tesi di dottorato: *"Real-time networks and protocols for industrial automation"*

Supervisore: Prof. S. Vitturi

PUBBLICAZIONI

Articoli su rivista internazionale:

- G. Cena, L. Seno, A. Valenzano, S. Vitturi, "Performance analysis of Ethernet Powerlink networks for distributed control and automation systems". Computer Standard & Interfaces, vol. 31, n. 3, pp. 566-572, March 2009.

- L. Seno, S. Vitturi, C. Zunino, *"Analysis of Ethernet Powerlink Wireless Extensions Based on the IEEE 802.11 WLAN"*. IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 5, n. 2, pp. 86-98, May 2009.
- G. Cena, L. Seno, A. Valenzano, C. Zunino, *"On the Performance of IEEE 802.11e Wireless Infrastructures for Soft-Real-Time Industrial Application"*, IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 6, n. 3, pp. 425-437, June 2010.

Articoli su conferenza internazionale:

- L. Seno, S. Vitturi, *"A simulation study of Ethernet Powerlink networks"*. Proceedings of the 12th IEEE Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA 2007);
- E. Alessandria, L. Seno, S. Vitturi, *"Performance analysis of EtherNet/IP networks"*. Proceedings of the 7th IFAC International Conference On Fieldbuses & Networks in Industrial Embedded Systems (FeT' 2007);
- L. Seno, S. Vitturi, *"Wireless extension of Ethernet Powerlink networks based on the IEEE 802.11 Wireless LAN"*. Proceedings of the 7th IEEE International Workshop on Factory Communication Systems (WFCS 2008);
- L. Seno, C. Zunino, *"A simulation approach to a real-time Ethernet protocol: EtherCAT"*. Proceedings of the 13th IEEE Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA 2008);
- L. Seno, S. Vitturi, C. Zunino, *"Real Time Ethernet Networks Evaluation Using Performance Indicators"*. Proceedings of the 14th International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA 2009);
- G. Cena, A. Valenzano, C. Zunino, L. Seno, *"Evaluation of Real-Time Communication Performance in QoS Enabled Infrastructure WLANs"*. Proceedings of the 14th International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA 2009);
- G. Gamba, L. Seno, S. Vitturi, *"Performance indicators for wireless industrial communication networks"*. Proceedings of the 8th IEEE International Workshop on Factory Communication Systems (WFCS 2010);
- G. Gamba, L. Seno, S. Vitturi, *"Theoretical and experimental evaluation of polling times for wireless industrial networks using commercially available components"*. Proceedings of the 15th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA 2010);
- G. Gamba, L. Seno, S. Vitturi, *"Effects of elaboration delays on the polling time of IEEE 802.11 networks for industrial applications"*. Proceedings of the 15th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA 2010);
- D. Sharma, D. Tilbury, L. Seno, *"Time-domain input-output transient performance validation for modular control systems method and examples"*. Proceedings of the 3rd ASME Dynamic Systems and Control Conference (DSCC 2010).

Capitoli di libro:

- P. Pedreiras, S. Schoenegger, L. Seno, S. Vitturi, *"Ethernet POWERLINK"*, Instrumentation Engineers Handbook 4th Edition, CRC Press, (accepted for publication);

- L. Seno, S. Vitturi, *"Niche Fieldbus Networks"*, Instrumentation Engineers Handbook 4th Edition, CRC Press, (accepted for publication);
- L. Seno, S. Vitturi, *"Fieldbuses"*, Instrumentation Engineers Handbook 4th Edition, CRC Press, (accepted for publication).

Articoli sottoposti e in attesa di revisione:

- S. Vitturi, L. Peretti, L. Seno, M. Zigliotto *"Real-Time Ethernet Networks for Motion Control"*, sottomesso per pubblicazione sulla rivista internazionale Computer Standard & Interfaces e attualmente in attesa dei commenti dei revisori.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato la dott.ssa **Seno Lucia** si è impegnata con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità della candidata, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.

Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Sieni Elisabetta** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Bioingegneria.

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 la dott.ssa **Sieni Elisabetta** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Indirizzo Bioingegneria

Parte 1 Didattica

Corsi seguiti

- Applied Functional Analysis,
- Applied Linear Algebra,
- Biochips: Microdevices for Life Sciences
- Statistical Methods
- Positron Emission Tomography (PET)
- Bioelectromagnetics, Prof. T. A. Minelli
- Dose, Effect, Threshold, Prof. A. Trevisan
- Dynamical Models in Systems Biology, Prof. C. Altafini
- Un'introduzione matematica alle nanotecnologie, Prof. M. Morandi Cecchi

Altro

- - Seguito corso di Farmacologia generale (laurea in biotecnologie sanitarie)
- 20-21 October 2009 Corso sull'utilizzo del software InCa3D presso Cedrat, Grenoble, Francia
- Marzo 2010 Corso su Design of Experiment presso TCN a Bergamo

- Elenco dei seminari seguiti durante l'anno

--

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi

- 25 Maggio 2009 Seminario su campi elettromagnetici, Mondovì (CN), Italia

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

--

Partecipazione a Conferenze Nazionali

--

Partecipazione a Conferenze Internazionali

- 19-21 Maggio 2010 HES Heating by Electromagnetic source Conference, Padova, Italia
- 21-23 October 2009 Flux Users Conference, Autrans, Francia (Student paper Award)
- 20-21 Ottobre 2009 Corso sull'utilizzo del software InCa3D presso Cedrat, Grenoble, Francia
- 10-12 Settembre 2009 ISEF, International Symposium on Electromagnetic Fields in Mechatronics, Electrical and Electronic Engineering, Arras, Francia
- 4-6 Giugno 2009 Esho - European Society For Hyperthermic Oncology, Verona Italia
- 26-29 Maggio 2009 EMF, 8th International Symposium on Electric and Magnetic Fields Mondovì, Italia

Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

- Maggio 2010 2 ore esercitazione su tecniche di valutazione dell'esposizione umana a campi magnetici per gli studenti dei corsi di laurea in Ingegneria Ambientale
- Marzo 2010 2 ore esercitazione su misure su bipoli per il corso di Elettrotecnica per gli studenti dei corsi di laurea in Ingegneria dell'energia
- Maggio 2009 2 ore esercitazione su tecniche di valutazione dell'esposizione umana a campi magnetici per gli studenti dei corsi di laurea in Ingegneria dell'Ambiente
- Ottobre 2008 3 ore esercitazioni di Elettrotecnica per gli studenti dei corsi di laurea in Ingegneria Chimica
- 2008 Lezione al corso di "Misura e valutazione dei campi elettromagnetici per la caratterizzazione dell'esposizione umana" promosso da "ATV ASSOCIAZIONE TECNICI VENETO" e tenutosi a Verona. Titolo dell'intervento: "Valutazione di campi elettromagnetici in ambiente industriale"
- Maggio 2008 Presentazione al corso promosso da AIDII tenutosi presso l'Azienda Ospedaliera di Padova. Titolo dell'intervento: "Ipertermia con nanoparticelle magnetiche"

Correlatrice tesi

- 2010 Elaborato triennale di Azzurra Carlon "Esperimenti per la misura di campi elettrici in cervello di ratto" Relatore: Prof Alfredo Ruggeri, Correlatore, Elisabetta Sieni, AA 2009/2010, Università degli Studi di Padova
- 2009 "Modelli numerici per il calcolo della diffusione di nanoparticelle nell'ipertermia", Laureando, Antolini Michele, Relatore: Prof Fabrizio Dughiero, Correlatore, Elisabetta Sieni, AA 2009/2010, Università degli Studi di Padova
- 2008 "Metodologie per la valutazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici in macchine per saldatura elettrica" Relatore Prof. F. Dughiero, Correlatore Ing. Elisabetta Sieni, Laureando Francesco Menestrina, A.A. 2008-2009.

Permanenza all'estero

--

Stage

--

Parte 2 Ricerca

Il lavoro di ricerca sviluppato nell'ambito del dottorato ha preso in esame gli effetti di un campo magnetico generato per mezzo di una corrente elettrica a frequenza prevalentemente al di sotto di 1 MHz. L'interazione del campo magnetico con un materiale conduttore produce correnti indotte che circolano nel materiale stesso che provocano un effetto di riscaldamento per effetto Joule. L'applicazione più importante di questo fenomeno è il trattamento e la fusione dei metalli che hanno una conducibilità elettrica dell'ordine del milione di S/m ed alta permeabilità magnetica relativa (nell'ordine di mille). I tessuti del corpo umano solitamente non sono considerati dei buoni conduttori elettrici (conducibilità nell'ordine dell'unità o più bassa e una permeabilità magnetica relativa unitaria), ma posso ugualmente essere sede di circolazione di densità di corrente. L'intensità di queste correnti dipende dall'intensità del campo magnetico che le genera e se superano una determinata soglia possono generare effetti negativi, come la fibrillazione ventricolare o la contrazione muscolare. E' noto che ogni apparecchiatura che utilizza una corrente elettrica di alta intensità produce un campo magnetico che può generare della corrente indotta nei tessuti biologici. Alcune norme internazionali regolano il massimo del campo elettromagnetico a cui ogni persona può essere esposta. Fra le apparecchiature che

possono generare campi magnetici ad alta intensità questo lavoro ha analizzato le saldatrici e i piani di cottura a induzione ad uso residenziale. Per la valutazione dell'induzione magnetica e delle relative correnti indotte sono stati utilizzati dei codici numerici a Elementi Finiti. Nel caso delle saldatrici sono stati utilizzati dei modelli semplificati (dischi e cilindri con caratteristiche elettriche omogenee) ed in alcuni casi i risultati sono stati confrontati con quelli ottenuti utilizzando modelli che descrivono più accuratamente i diversi tessuti del corpo umano. Nel caso delle saldatrici ad arco e dei modelli semplificati sono stati generati una serie di coefficienti che permettono la semplificazione della procedura di calcolo. Tali coefficienti consentono la valutazione dell'induzione magnetica e della corrente indotta nei modelli cilindrici o a disco conoscendo l'intensità e la frequenza della corrente che genera il campo magnetico.

Il campo elettrico e il campo magnetico possono essere utilizzati anche in applicazioni mediche per stimolare i tessuti e cellule, come la Marconi terapia, la stimolazione elettrica, o utilizzati in diagnostica, come nella risonanza magnetica. Nelle applicazioni mediche il campo magnetico ed elettrico sono utilizzati anche nella terapia di tumori maligni. Ad esempio l'ablazione termica dei tessuti o il riscaldamento in zone localizzate mediante laser, antenne a radiofrequenza, thermoseed, ecc. permettono di distruggere le cellule maligne attraverso il calore. Una tecnica di nuova introduzione è l'ipertermia magneto-fluida (MFH). L'idea originale è degli anni '50, ma il primo prototipo applicativo risale alla fine degli anni novanta. Questa tecnica utilizza nanoparticelle magnetiche inserite nelle aree da trattare. Il riscaldamento avviene mediante fenomeni di perdite (rilassamento di Néel e di Brown) conseguenti all'applicazione di un campo magnetico tempo variante di frequenza e intensità adeguate. In questo caso le nanoparticelle magnetiche agiscono come una fonte interna di calore e il campo di temperatura deve essere controllato in modo che i tessuti raggiungano la temperatura terapeutica (42-43 °C per l'ipertermia o maggiori di 60 °C per l'ablazione termica).

Un'altra applicazione medica studiata in questo lavoro è la stimolazione di diverse aree del cervello mediante un campo elettrico. La collaborazione con il dipartimento di ingegneria dell'informazione e di fisiologia, nell'ambito della ricerca per un'azienda privata, ha permesso lo studio della distribuzione del campo elettrico all'interno del tessuto cerebrale per valutare la possibilità di stimolare le cellule cerebrali con campi elettrici prodotti da elettrodi opportunamente posizionati sulla scatola cranica. Questo lavoro è stato svolto, in un primo momento, in simulazione per valutare se effettivamente fosse possibile raggiungere particolari zone del cervello con valori di campo utili ad un processo terapeutico. Si tratta di uno studio iniziale di cui si presentano alcuni risultati di simulazione ottenuti in un cervello umano e di ratto. Inoltre si è studiato il set up sperimentale per misure di tensione *in vivo* in un modello animale alla cui scatola cranica fosse applicata una differenza di potenziale nota. Il contributo dato in questo ambito è stato quello di studiare il comportamento dei trasduttori di segnale, abitualmente utilizzati in ambito biologico, per le misure in un range di frequenze inusuale per quel tipo di trasduttore (il segnale analizzato per la terapia in fase di studio è a 4 MHz, mentre i trasduttori lavorano solitamente fino a qualche kHz). Si sono ottenute delle curve di trasduzione che permettono, in buona approssimazione, di valutare il segnale nel punto di prelievo a partire da quello valutato all'uscita del trasduttore.

Tutti i calcoli del campo termico, magnetico ed elettrico sono stati risolti con il metodo degli Elementi Finiti. Inoltre, nel caso delle nanoparticelle magnetiche, si sono sviluppati alcuni algoritmi per la soluzione di problemi accoppiati magnetico e termico inseriti in un codice che implementa una procedura di ottimizzazione (di tipo Evolution Strategy). Questi algoritmi sono stati inseriti all'interno di un software commerciale per l'analisi elettromagnetica e termica mediante Elementi Finiti.

Per la soluzione delle equazioni di Maxwell per il calcolo del campo magnetico, dell'induzione magnetica, della densità di corrente indotta e il campo elettrico sono state utilizzate diverse formulazioni. Il problema termico è stato risolto utilizzando l'equazione di Fourier per la

conduzione di calore, considerando, oltre alla sorgente di calore, anche il termine che descrive l'effetto della perfusione sanguigna.

Inizialmente l'ottimizzazione è stata effettuata sull'uniformità del campo magnetico, sotto l'ipotesi che le nanoparticelle magnetiche fossero distribuite uniformemente nei tessuti. Questo passaggio ha permesso di generare un primo disegno della sorgente del campo magnetico. In una seconda fase i codici di ottimizzazione sono stati utilizzati per dimensionare la sorgente di campo magnetico in modo da minimizzare la disuniformità della temperatura nelle zone trattate. Infine il problema magnetico e termico sono stati accoppiati e il problema di ottimizzazione è stato applicato al problema completo. In questo caso il passaggio dal problema magnetico a quello termico ha richiesto il calcolo della densità di potenza generata mediante le nanoparticelle magnetiche a partire dal valore dell'intensità del campo magnetico che dipende anche dalla temperatura istantanea del mezzo e le caratteristiche delle nanoparticelle magnetiche.

L'ottimizzazione della temperatura nella zona trattata, anche in termini di rateo di temperatura, può essere visto sia dal punto di vista del design della sorgente del campo magnetico, sia del progetto del magneto-fluido (dimensioni e concentrazione di nanoparticelle). Entrambi questi due aspetti sono stati elemento di indagine risolto mediante tecniche di ottimizzazione. Infine si è valutato il problema della reale distribuzione delle nanoparticelle nei tessuti tumorali in termini di disuniformità di temperatura dovuta alla disuniformità della concentrazione delle nanoparticelle. E' stato sviluppato un algoritmo per l'ottimizzazione del punto di iniezione delle nanoparticelle in situ al fine di limitare la disuniformità di temperatura legata alla disuniformità della concentrazione delle nanoparticelle.

La parte di elettrostimolazione delle cellule cerebrali è la prima parte di un progetto più ampio. La parte sviluppata in questa tesi rappresenta un primo studio di fattibilità per verificare se sia possibile raggiungere alcune strutture interne del cervello con un campo elettrico applicato in alcuni punti del cranio. La tensione applicata è alla frequenza di 4 MHz, che non è una frequenza usuale per la strumentazione normalmente utilizzata per la misura del potenziale elettrico *in vivo* su animali da laboratorio. Parte del lavoro ha richiesto lo sviluppo di un sistema di misura adatto a validare i risultati ottenuti mediante modelli FEM con valori di tensione misurata all'interno del tessuto cerebrale di un ratto. Per le misure sono state utilizzate delle micropipette di vetro. E' da notare che la micropipetta alla frequenza di 4 MHz ha una impedenza diversa rispetto quella che si ha nel normale uso dello strumento (al di sotto di 1 kHz). Per questo motivo è stato progettato uno studio per ricavare delle curve di taratura per convertire il segnale misurato con la micropipetta e un oscilloscopio tenendo conto dell'impedenza reale del trasduttore di segnale (micropipetta). Il potenziale nel punto micropipetta è derivato mediante le suddette curve di taratura valutate con una serie di esperimenti specifici.

L'attività sviluppata ha, quindi, prodotto dei modelli di organismi biologici (corpo umano e testa di ratto) utilizzabili per le simulazioni con codici agli elementi finiti e per studiare delle configurazioni utilizzabili nello studio del riscaldamento dei tessuti mediante nanoparticelle magnetiche. Analoghi modelli e formulazioni dei campi sono state già utilizzate per la valutazione dell'esposizione umana ai campi elettromagnetici e per la determinazione del campo elettrico prodotto da elettrodi a potenziale diverso opportunamente posizionati.

I risultati principali di questo progetto sono la creazione di alcuni modelli, anche di organismi viventi, per applicazioni in campo biomedico, al fine di valutare l'effetto del campo elettromagnetico nei tessuti biologici e l'uso di diverse formulazioni, al fine di risolvere le equazioni di Maxwell in diversi tipi di problemi. L'accoppiamento di un problema magnetico con uno termico è stato implementato nell'algoritmo di ottimizzazione tenendo conto di una trasformazione dei dati prima del passaggio tra il problema magnetico e il problema termico. Gli algoritmi sviluppati permettono anche di adeguare la terapia di tumori mediata da nanoparticelle magnetiche al paziente anche in funzione del tempo interposto tra la somministrazione delle nanoparticelle e l'applicazione della terapia (adattamento dell'intensità del campo applicato alla distribuzione prevista delle nanoparticelle). Gli algoritmi implementati permettono anche

l'ottimizzazione del campo magnetico in funzione delle dimensioni del paziente e della zona da trattare. Lo stesso algoritmo di ottimizzazione è stato utilizzato anche per progettare il magneto-fluido in termini di dimensione delle nanoparticelle e della loro concentrazione per garantire un rateo di temperatura adatto al tessuto da scaldare. Quindi, il progetto del treatment planning comprende il dimensionamento del magneto-fluido, il dimensionamento del generatore di campo magnetico e la gestione della terapia.

Infine è stata eseguita una serie di misurazioni per valutare *in vivo* la tensione nel tessuto cerebrale di un ratto, qualora sia applicata una tensione nota alla scatola cranica, per validare la simulazione FEM del campo elettrico. La verifica sperimentale è stata effettuata per studiare la possibilità di utilizzare codici numerici e modelli di organismi viventi per valutare l'efficienza di una terapia di stimolazione cellulare in fase di studio.

Titolo definitivo della tesi e nome del supervisore

Biomedical applications of electromagnetic fields: human exposure, hyperthermia and cellular stimulation

Supervisor: Prof. Fabrizio Dughiero

Parte 3 Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

- Sieni E., Candeo A., Dughiero F., *A simplified 3d approach for the evaluation of the SAR and temperature distribution in magnetic nanoparticles hyperthermia*, Proc. ESHO 2009 – oral presentation appeared on Visual Journal of Medicine, 13 Ottobre 2009, www.vjmed.net
- P. Di Barba, F. Dughiero, E. Sieni *Magnetic Field Synthesis in the Design of Inductors for Magnetic Fluid Hyperthermia*, IEEE Trans on Magn, 46, 2010
- P. Di Barba, F. Dughiero, E. Sieni, A. Candeo, *Coupled Field Synthesis in Magnetic Fluid Hyperthermia*, in press IEEE Trans on Magn
- E. Sieni, F. Dughiero, M. Forzan, *Simple 3D fem models for evaluation of EM exposure produced by welding equipments*, To be appear on IOSPress 2010
- F. Dughiero, M. Forzan, E. Sieni *A numerical evaluation on Electromagnetic fields exposure on real human body models until 100 kHz*, In press on COMPEL

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- E. Sieni, F. Dughiero, M. Forzan, *Simple 3D fem models for evaluation of EM exposure produced by welding equipments*, Proc. ISEF 2009
- Sieni E., Candeo A., Dughiero F., *A simplified 3d approach for the evaluation of the SAR and temperature distribution in magnetic nanoparticles hyperthermia*, Proc. ESHO 2009 – Oral presentation, Abstract book pp. 13-14
- F. Dughiero, M. Forzan, E. Sieni *A numerical evaluation on Electromagnetic fields exposure on real human body models until 100 kHz*, Proc. EMF 2009
- F. Dughiero, M. Forzan, E. Sieni *Numerical FEM models for the evaluation of EM fields exposure near welding machines*, Proc. COMPUMAG 2009
- P. Di Barba, F. Dughiero, E. Sieni *Magnetic Field Synthesis in the Design of Inductors for Magnetic Fluid Hyperthermia*, Proc. COMPUMAG 2009
- A. Candeo, P. Di Barba, F. Dughiero, E. Sieni, *Coupled Field Synthesis in Magnetic Fluid Hyperthermia*, Proc. CEFC, Chicago, 2010

- F. Dughiero, M. Forzan, M. Garbin, C. Pozza, E. Sieni, A 3D numerical fem model for the simulation of induction welding of tubes, Proc. International Symposium on Heating by Electromagnetic Sources, SGEEditoriali, Padova, 113-120, May 19-21, 2010. Best poster award
- M. Bullo, M. Chiampi, F. Dughiero, E. Sieni and L. Zilberti, Numerical prediction of currents produced in human models by induction cooking appliances, Proc. International Symposium on Heating by Electromagnetic Sources, SGEEditoriali, Padova, 67-74, May 19-21, 2010.
- Di Barba, F. Dughiero, E. Sieni, Synthesizing a nanoparticle distribution in magnetic fluid hyperthermia, Proc. International Symposium on Heating by Electromagnetic Sources, SGEEditoriali, Padova, 483-490, May 19-21, 2010.
- S. Lupi, E. Sieni, A. Spagnolo, Analytical calculation of planar circular coils induction heating systems, Proc. International Symposium on Heating by Electromagnetic Sources, 121-128, Padova, May 19-21, 2010.

Elenco pubblicazioni su rivista nazionale

--

Elenco pubblicazioni su convegno nazionale

- F. Dughiero, A. Candeo, E. Sieni, “*Modelli numerici per il trattamento di tumori mediante ipertermia con nanoparticelle magnetiche*”, Memorie XXIV Riunione Annuale Ricercatori di Elettrotecnica ET, 2008

Altro

- E. Sieni, F. Dughiero, M. Forzan *Evaluation of the exposure to magnetic field generated by welding equipment with reference to induced current density*, Proc. Of Flux Users Conference, 2009 – Student paper Award
- E. Sieni, F. Dughiero, M. Forzan *Evaluation of the exposure to magnetic field generated by welding equipment with reference to induced current density*, Cedrat News, January 2010

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato la dott.ssa **Sieni Elisabetta** si è impegnata con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità della candidata, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.

Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Silvello Gianmaria** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 il dottor **Silvello Gianmaria** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Part 1 - Educational Activities

Courses attended at University of Padua: Optimization Libraries (Prof. L. Brunetta); Design Patterns in Software Development (Ing. G. Manduchi); Applied Functional Analysis (Prof. P. Ciatti); Statistical Methods (Prof. L. Finesso).

Other courses: Informetrics (Prof. O. Persson, Prof. B. Larsen, Prof. J.W. Schneider, Dr. I.I. Maestro, Dr. R. Klavans, Prof. R. Danell, Prof. L. Björneborn) attended at the Umea University, Sweden, June 2008. ESSIR – European Summer School in Information Retrieval, organized by the University of Padua, Department of Information Engineering (31 August – 04 September 2009).

Seminars:

Distinguished Lecture Series: What kind of information can music convey? (Prof. C. Ambrosini); The Multi-Armed Bandit Meets the Web Surfer (Prof. E. Upfal); 3-dimensional Video: Technology and Applications (Prof. M. Gross); Blighted Virtual Neighborhoods and Other Threats to Online Social Experiences (Prof. R. De Millo); Studies on Androids and Humanoids (Prof. H. Ishiguro).

School of Informatics of the University of Edinburgh: Programming Language Ideas Escape the Lab: A Declarative Data Description Language for Managing Ad hoc Data (Kathleen Fisher, AT&T Labs), Similarity quotients as final coalgebras (Prof. Paul Levy), Graph transformation and intuitionistic linear logic (Paolo Torrini), Querying the Guarded Fragment (Prof. Vince Barany), Detecting Inconsistencies in Distributed Data (Heiko Muller), The Audacity of Hope: Thoughts on Reclaiming the Database Dream (Prof. Philip Wadler), Measuring the Structural Similarity of Semistructured Documents Using Entropy (Sven Helmer), Extended register automata on data words and trees (Diego Figueira), Towards a theory of dataspace queries (Prof. Jan Van den Bussche).

National Attended Conferences

- 18th Italian Symposium on Advanced Database Systems (SEBD 2010) held in Rimini, Italy, 20th – 23rd June 2010. ([Talk at the conference](#)).
- The 5th Italian Research Conference on Digital Library (IRCDL 2009), held in Padua, Italy, 29th -30th January 2009. ([Talk at the conference](#)).
- The 4th Italian Research Conference on Digital Library (IRCDL 2008), held in Padua, Italy, 24 and 25 January 2008. ([Talk at the conference](#)).
- Terzo convegno sull'Uso Didattico dell'Informatica Storica (UDIS), held in Padua, Italy, 7 June, 2008 ([Talk at the conference](#)).
- Il controllo di autorità nelle biblioteche, negli archivi e nei musei, held in Venice, Italy, 25 November 2008.

International Attended Conferences

- Conference on Multilingual and Multimodal Information Access Evaluation (CLEF 2010), held in Padua, Italy, 20th – 23rd September 2010.
- The 32nd European Conference on Information Retrieval (ECIR 2010) held in Milton Keynes, UK, 28th – 31st March 2010.
- The 5th International Digital Curation Conference (DCC 2009) held in London, UK, 2nd - 4th December 2009.
- First Natural Language Processing for Digital Libraries (NLP4DL) Workshop, held in Viareggio, Italy, 15th June 2009. ([Talk at the conference](#)).

- OAI6: CERN Workshop on Innovations in Scholarly Communication, held in Geneva 17th – 19th June 2009. ([Poster Presentation](#)).
- The 2009 IEEE/WIC/ACM International Conferences on Web Intelligence (WI/IAT 2009), held in Milan, Italy, 15th – 18th September 2009. ([Talk at the conference](#)).
- The 13th European Conference on Research and Advanced Technology for Digital Libraries (ECDL 2009), held in Corfù, Greece, 27th – 30th September 2009. ([Talk at the conference](#)).
- BCS-IRSG Symposium: Future Directions in Information Access (BCS-IRSG FDIA 2009), held in Padua, Italy, 1st September 2009.
- The 30th edition of the European Conference in Information Retrieval (ECIR), held in Glasgow, United Kingdom, 31 March – 2 April, 2008. ([Grant awarded by the ECIR organisation committee](#)).
- Standard and exchange formats for interoperability among archival information systems, held in Bologna, Italy, 8 – 9 May 2008.
- The 12th European Conference on Research and Advanced Technology for Digital Libraries (ECDL 2008), held in Aarhus, Denmark, 15 – 17 September 2008. ([Talk at the conference](#)).
- Workshop in Information Access to Cultural Heritage in conjunction with ECDL 2008, held in Aarhus, Denmark, 18 September 2008.
- Workshop in Very Large Digital Libraries in conjunction with ECDL 2008, held in Aarhus, Denmark, 19 September 2008. ([Talk at the conference](#)).
- BCS-IRSG Symposium: Future Directions in Information Access (BCS-IRSG FDIA 2008), held in London, UK, 22 September 2008. ([Talk at the conference](#)).

Teaching Activities:

- 10 hours course on “Introduction to the Programming of presentation of Web contents”, Faculty of Humanities, University of Padua, 2009.

Visiting Researcher: From October 2009 to April 2010 at the Database Group of the Laboratory for Foundation of Computer Science, School of Informatics of the University of Edinburgh, UK, under the scientific supervision of Prof. Peter Buneman

Part 2 - Research Activities

Thesis Title: A Set-Based Approach to Deal with Hierarchical Structures

Supervisors: Prof. Maristella Agosti and Ing. Dr. Nicola Ferro

Description of the Research Activity

During these three years of research we focused on the study of hierarchical data structures. These structures are fundamental means for modeling many aspects of reality and for representing and managing a wide corpus of data and digital resources. In particular, we considered the tree data structure as the starting point of our research taking into major consideration its role and impact in two computer science related fields: database systems and digital libraries. These are closely related because Digital Libraries are the compound and complex systems which manage digital resources from our cultural heritage – belonging to different cultural organizations such as libraries, archives and museums – and provide advanced services over these digital resources, whilst Databases are one of the central component that often Digital Libraries exploit for the management of data.

During the first year of research we mainly focused on the study of archives and archival resources, which are relevant resources managed by the Digital Libraries and have an inner hierarchical organization. Our main research question was: “Is the tree data structure always the best choice to represent, manage, access and share archival resources in distributed environments?” We have analyzed the role of archival resources in the field of Digital Libraries measuring their degree of integration within digital libraries related technologies like the *eXtended Markup Language* (XML) and the *Open Archive Initiative Protocol for Metadata Exchange* (OAI-PMH), which is widely used to exchange metadata in distributed environments. We pointed out that the metadata standard adopted to describe, represent and manage archival resources – which is the EAD (*Encoded Archival Description*) defined by the Library of Congress – has several drawbacks when it comes to face interoperability,

data access and data exchange [5]. We proposed a procedure to manipulate and transform EAD files in order to provide an integration of archival resources within Digital Libraries. In this context we envisioned a methodology to map the tree structure of EAD into a combination of nested sets and to map the content information encoded within a unique EAD file into many small and interoperable metadata records (i.e. Dublin Core metadata) [5, 7, 11]. This procedure exploited the very features of the OAI-PMH protocol providing a further level of integration of archives into Digital Libraries. Indeed, OAI-PMH allows us to logically partition the metadata into sets that can be organized in a hierarchical structure. Furthermore, we designed and developed an information system called SIAR (*Sistema Informativo Archivistico Regionale*), which aim is to bring together and then share the archival resources of the Italian Veneto Region [8]. We designed and developed this system from the scratch comprising the aspects of data modeling, management, access, exchange and retrieval. We implemented the envisioned methodology in the SIAR system testing its flexibility and adaptability in an operational environment [6, 11, 12].

The main activity carried on during the second year of research has regarded the formalization of the methodology we designed to deal with archival resources. We proposed the NESTOR framework and define two set data models that we have called the “Nested Set Model (NS-M)” and the “Inverse Nested Set Model (INS-M)” [3]. We formally defined these two set data models by showing how we can model and represent hierarchies throughout families of nested sets. We showed how these models add some relevant features with respect to the tree data structure while maintaining its full expressive power. We formally proved several properties of these models and show the correspondences with the tree data structure. Furthermore, we pointed out the advantages and disadvantages of these models within different application contexts [2]. In this context we carried on the development of the SIAR system coherently with the defined set data models. Indeed, we exploited the NESTOR framework to represent, manage and exchange the resources handled by the SIAR system. The design and development of the SIAR took also into account user requirements and new application-driven necessities that enclosed the representation and management of full content archival digital objects. We analyzed the role that the NESTOR Framework plays with these objects that in the field of Digital Libraries and in the Web are often modeled by a framework called OAI-ORE (*Open Archive Initiative – Object Exchange and Reuse*). OAI-ORE is a mean adopted to represent, manage and exchange aggregations of digital objects in the Web. We studied the relationships between the data model behind OAI-ORE and the NESTOR framework envisaging integration between them. We proposed a methodology to handle archival metadata and archival digital objects together in the Web by an integration of these two frameworks. Compound digital objects often comprehend also digital annotations that need to be modeled and handled by the SIAR system; we took into account a formal model for digital annotations representing and managing them as independent objects, which can be structured in a hierarchical way; we integrated this model within the NESTOR framework showing how annotations can be handled by the set data models and how this organization can be exploited in order to share them [9].

During the third year of research we continued the development of the NESTOR framework encompassing also the necessities highlighted by the study of new application environments. We formally defined the properties of the set data models, which is a fundamental point to decide which model is best suited for a specific application context. We defined the mapping functions to go from the NS-M to the INS-M and vice versa, in order to be able to exploit the advantages of both the data models in the same environment [10]. Furthermore, we studied the metric properties of the set data models defining different distance measures over them. We showed that these distances are proper metrics and thus, that the set data models can be defined as metric spaces. This result is important also because it permits us to exploit in the NESTOR Framework several of the metric properties defined for the tree data structure.

We designed a formal algebra called the NESTOR algebra to manipulate and query the data represented and managed through the set data models. We defined a whole set of algebraic operators: insertion, update, rename, deletion, selection, projection, union, intersection, set difference, product and join. Furthermore, we compared the NESTOR algebra with a well-known formal algebra for trees, which is TAX (*Tree Algebra for XML*). We formally defined the relationships between the NESTOR algebra and the TAX algebra also defining a methodology to represent and then manipulate and query XML files by means of the NESTOR Framework and algebra. We proved that the NESTOR algebra is complete for the relational algebra by showing that each one of its operators can be simulated in the NESTOR algebra.

These further formal advances related to the definition of the NESTOR framework allowed us to implement new functionalities within the SIAR system. In particular, the definition of the NESTOR algebra gave us a technical mean to address several user needs connected with the manipulation and querying of the digital resources. We pointed out also the necessity of citing the archival resources handled by the SIAR system and to this purpose we designed and developed a rule-based citation system for archival metadata, which handles several citation issues [1]. These issues comprise the temporal dimension of cited data, the variable granularity of citations, the possibility of reconstructing the context of a cited data unit and the overall scalability of the citation system. We showed [1] that this rule-based citation system can also be used with different kind of resources; in particular we considered the case of scientific databases whose data can be hierarchically organized and represented through XML files. Thus, we extended the citation system to these kind of resources establishing a bridge between Digital Libraries and scientific databases based on the hierarchical organization of their resources [1].

Part 3 - Publications

International Journal

1. Peter Buneman and Gianmaria Silvello. *A Rule-Based Citation System for Structured and Evolving Datasets*, Bulletin of the Technical Committee on Data Engineering Bulletin, September 2010, Vol. 3, No. 3. pp. 33 - 41, IEEE Computer Society, 2010.

International Conferences

2. M. Agosti, N. Ferro and G. Silvello: *Access and Exchange of Hierarchically Structured Resources on the Web with the NESTOR Framework*, The 2009 IEEE/WIC/ACM International Conferences on Web Intelligence, IEEE Computer Society, pp. 659-662, (2009).
3. N. Ferro and G. Silvello: *The NESTOR Framework: How to Handle Hierarchical Data Structures*, Research and Advanced Technology for Digital Libraries (ECDL 2009) in Lecture Notes in Computer Science (LNCS) 5741 series, pp. 215 – 226, Springer-Verlag, (2009).
4. M. Agosti, N. Ferro and G. Silvello: *Enabling Cross-Language Access to Archival Metadata*, Cultural Heritage 2009: Empowering Users: An Active Role for User Communities (CH 2009). In print, (2009).
5. N. Ferro and G. Silvello: *A Methodology for Sharing Archival Descriptive Metadata in a Distributed Environment*, Proceedings of the 12th European Conference on Research and Advanced Technology for Digital Libraries (ECDL 2008) in LNCS 5173 series, Springer-Verlag, Germany, pp. 268-279, (2008).
6. M. Agosti, N. Ferro and G. Silvello: *The Design of a DLS for the Management of Very Large Collections of Archival Objects*, First Workshop on Very Large Digital Libraries (VLDL) in conjunction with the 12th European Conference on Research and Advanced Technologies on Digital Libraries (ECDL 2008), published by DELOS: Network of Excellence on Digital Libraries, (2008).
7. G. Silvello: *Building a Distributed Digital Library System Enhancing the Role of Metadata*, BCS-IRSG Symposium: Future Directions in Information Access - BCS-IRSG FDIA 2008, published as part of the eWiC Series, pp. 46-53, (2008).

National Journal

8. M. Agosti, G. Bonfiglio-Dosio, N. Ferro and G. Silvello: *Metodologie e percorsi interdisciplinari per la ideazione di un Sistema Informativo Archivistico*, Memoria dell'Accademia Galileiana in Scienze, Lettere ed Arti in Padova, Ente di Alta Cultura, 19 pp. (2008).

National Conferences

9. N. Ferro and G. Silvello. *FAST and NESTOR: How to Exploit Annotation Hierarchies*. Digital Libraries - 6th Italian Research Conference, IRCDL 2010. Revised Selected Papers, Springer, Communications in Computer and Information, vol. 91, pp. 55-66, 2010.

10. M. Agosti, N. Ferro, G. Silvello. *The NESTOR Framework: Manage, Access and Exchange Hierarchical Data Structures*. Proceedings of the 18th Italian Symposium on Advanced Database Systems, pp. 242-253, Società Editrice Esculapio, Bologna, Italy, 2010.
11. N. Ferro and G. Silvello: *Design and Development of a Data Model of Distributed DLS Architecture for Archive Metadata*, 5th Italian Research Conference on Digital Libraries (IRCDL 2009). Published by DELOS: an Association for Digital Libraries, pp. 12-21 (2009).
12. N. Ferro and G. Silvello: *A Distributed Digital Library System Architecture for Archive Metadata*, Proceedings of the 4th IRCDL - Italian Research Conference on Digital Libraries, published by DELOS: Network of Association on Digital Libraries, pp. 99-104, (2008).

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Silvello Gianmaria** si è impegnato con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità del candidato, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.

Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Trivellin Nicola** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 il dottor **Trivellin Nicola** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

ATTIVITA' DI FORMAZIONE

Corsi specifici per studenti di Dottorato offerti presso l'Università di Padova:

Primo anno

Nome del corso, Docente:

- *Electrostatic Discharge in Integrated Circuits*, prof. G. Meneghesso
- *Applied functional analysis*, prof. P. Ciatti
- *Statistical Methods*, Prof L. Finesso
- *Pollution And Prevention*, prof. G. B. Bartolucci

Altri seminari seguiti:

"Titolo Seminario", relatore, Data, Luogo

- *"Radiation Effects and Errors in Advanced Technologies"* Prof. Ron Schrimpf 17-03-2008, DEI, UniPD
- *"Power Semiconductors State-of-the-Art and future development trends"*, Dr. Leo Lorenz, 23-05-2008, DEI, UniPD
- *"Studies on Androids and Humanoids"*, Prof. Hiroshi Ishiguro, 06-11-2008 (Sede: DEI)
- Workshop COMSOL Multiphysics Padova 28-05-2009, DIMEG, UniPD
- *"Towards categorization in sensory systems"* Prof. Pietro Perona, 11-03-2009, DEI, UniPD
- *"a day with Jesus del Alamo"* DEI Meets the MIT 24-03-2009, DEI, UniPD
- *"Gallium Nitride: The next dominant semiconductor after Silicon"* Prof. Umesh K. Mishra 25-09-2009, DEI, UniPD
- *"Performance Trends and Limitations of Electronic Energy Processing Systems"*, Prof. Johann Kolar, 10-09-2010, DEI, UniPD

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

- Hetech 2007
- Wocsdice 2008
- Hetech 2008
- IWN 2008
- Wocsdice 2009
- E-MRS 2009
- ESREF 2009
- Hetech 2009
- IWN 2010
- Hetech 2010

Periodi di Attività all'Estero

- EPFL (Lausanne, CH), 01/12/2010 – 31/07/2010

Riconoscimenti:

- Best Paper Award at ESREF 2009 conference (4-8 October 2009, Arcachon, France).
- Awarded for “Innovation Design” for IEEE Robotic Contest '06 (Twente University – Enschede NL, May 2006).
- Granted a Ph.D. scholarship by the Italian Ministry of University and Research (MIUR).
- Finalist at “M31: Intelligenza Coraggiosa”, grant for Ph.D. students.
- TeamLeader of “IdroLife”: Winner of Start Cup Veneto 2010 (1st phase)
- Winner of Impat 2010 (1st phase), Promozione di imprese ad alta tecnologia.

Didattica Attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

- Tutor junior 2008/2009: Gruppo di studio Analisi Matematica (da Ottobre 2008 a Febbraio 2009)
- Tutor junior 2008/2009: Laboratorio di fondamenti di elettronica, titolare: Paolo Tenti (da Febbraio a Giugno 2009)

ATTIVITA' DI RICERCA

Durante il primo anno di dottorato è stato messo a punto di un affidabile sistema di misura per lo studio caratteristiche fisiche ed elettriche dei dispositivi LED ed LD studiati.

- Progettazione dei dispositivi da testare;
- Selezione di dispositivi commerciali da affiancare a quelli sperimentali a scopo di confronto;
- Calibrazione degli strumenti del laboratorio ed eventuale contatto con altri laboratori, sia interni all'università che esterni, al fine di rendere tutte le misure necessarie per il progetto subito disponibili;
- Realizzazione e tuning accurato dei vari setup di misura allo scopo di ottenere la massima ripetibilità nel tempo e nelle varie condizioni ambientali (es. temperatura ambiente) delle misure stesse;
- Caratterizzazione dei dispositivi vergini e confronto con i dispositivi commerciali.
- Analisi dei meccanismi di conduzione ed emissione dei dispositivi in esame;

- Caratterizzazione termica di LED di potenza, LED UV e laser; caratterizzazione termica di tecnologie chip-on-board;
- Stress accelerato nel breve periodo (0 - 500h), sia di tipo elettrico che di storage termico;

E' stata portata a termine la caratterizzazione, studio di affidabilità ed analisi di guasto di dispositivi optoelettronici basati su Nitrato di Gallio (GaN), in particolare:

1. **Diodi emettitori di luce (LED)** blu e bianchi ad alta luminosità ed alta potenza per illuminazione allo stato solido ad elevata efficienza;
2. **Diodi laser (LD)** blu cresciuti su substrato in GaN per l'applicazione di data storage ad alta densità (dischi ottici BluRay ed HD DVD);
3. Diodi **LED con emissione nel profondo ultravioletto (DUV : Deep Ultra Violet)** compresa tra 230 e 340nm, con applicazioni in ambito medico, terapeutico, realizzazione di sensori ed attuatori chimico-biologici, oppure come un'alternativa alle convenzionali lampade a fluorescenza.
4. Diodi **LED Verdi in InGaN**; studio degli effetti della polarizzazione inversa e di eventi ESD.

Lo svolgimento delle prove si è basato su stress test accelerati di LED UV e blu di tipo commerciale, e di prototipi di LED UV, laser blu e di strutture di test realizzate ad-hoc. I dispositivi sono stati sottoposti a stress accelerati a varie temperature; una dettagliata caratterizzazione sia su dispositivi vergini che degradati è stata introdotta attraverso misure intensità luminosa-corrente (LI), corrente-tensione (IV), profili capacità-tensione (CV), Thermal Admittance Spectroscopy (TAS), mappe termiche e relativa modellizzazione.

Le tecniche di misura utilizzate comprendono, misure elettriche, ottiche, capacitive, termiche e di microscopia. Queste misure hanno permesso di ricavare i meccanismi di conduzione e di emissione, la densità di portatori, il tempo di vita delle cariche, la presenza e l'energia di attivazione di livelli profondi dei dispositivi analizzati.

I principali risultati possono essere riassunti secondo i seguenti punti:

1. Determinazione del rapporto tra degrado di diodi laser in GaN e densità di corrente, temperatura e potenza ottica;
2. Effetti dello stress sui tempi di vita non radiativi dei portatori nei diodi laser in GaN;
3. Analisi dei livelli profondi nei dispositivi LED-LIKE, con struttura basata su diodi laser;
4. Analisi degli effetti del degrado termico, elettrico e misto su diodi LED UV e Vis.

Durante il terzo anno di dottorato l'attività di ricerca si è svolta principalmente presso EPFL-Politecnico Federale di Losanna (Svizzera). L'attività di ricerca si è svolta presso il dipartimento di fisica di base, laboratorio di semiconduttori avanzati per i dispositivi ottici LASPE.

L'attività è stata mirata allo sviluppo di nuove strutture LED e laser basate su Nitrato di Gallio.

In particolare si è intervenuto durante la fase di processing per incrementare l'efficienza di estrazione della struttura stessa grazie all'utilizzo di speciali ossidi trasparenti, ma conduttivi (TCO).

I risultati hanno dimostrato come l'utilizzo di una superficie di contatto rugosa incrementi la quantità di luce convogliata verso l'esterno e quindi l'efficienza stessa del dispositivo.

Presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'università di Padova è stata inoltre portata a termine la caratterizzazione, studio di affidabilità ed analisi di guasto di dispositivi optoelettronici basati su Nitrato di Gallio (GaN)

In particolare si è proceduto a studiare gli effetti di stress elettro-termici su dispositivi optoelettronici, particolare importanza è stata rivolta allo studio degli effetti del degrado sulle caratteristiche del materiale, in particolare

- Tempo di vita delle cariche in eccesso

- Rapporto tra ricombinazione radiativa e non radiativa
- Livelli profondi
- Effetti dello stress sulla foto corrente assorbita dai dispositivi
- Variazione delle misure di capacità-intensità ottica

Titolo definitivo Tesi:

“Extensive study of reliability and performance of next generation GaN light emitting devices”

Supervisore: Prof. Gaudenzio Meneghesso

PUBBLICAZIONI

Riviste:

1. N. Trivellin, M. Meneghini, G. Meneghesso, E. Zanoni, K. Orita, M. Yuri, T. Tanaka, D. Ueda, “Reliability analysis of InGaN Blu-Ray Laser Diode”, Elsevier Microelectronics Reliability, Volume 49, Issues 9-11, September-November 2009, Pages 1236-1239
2. N. Trivellin, M. Meneghini, E. Zanoni, G. Meneghesso, K. Orita, M. Yuri, T. Tanaka, D. Ueda, “Degradation of InGaN-based laser diodes due to increased non-radiative recombination rate”, Physica Status Solidi (a), Volume 207, Issue 1, pages 41–44, January 2010.
3. M. Meneghini, N. Trivellin, K. Orita, S. Takigawa, M. Yuri, T. Tanaka, D. Ueda, E. Zanoni, G. Meneghesso, “Degradation of InGaN-Based Laser Diodes Related to Nonradiative Recombination”, IEEE Electron Device Letters, vo. 30, Issue 4, April 2009 pp:356 – 358.
4. M. Meneghini, N. Trivellin, K. Orita, M. Yuri, D. Ueda, E. Zanoni, G. Meneghesso, “Analysis of the Role of Current, Temperature, and Optical Power in the Degradation of InGaN-Based Laser Diodes”, IEEE Transactions on Electron Devices, Volume 56, Issue 2, Feb. 2009 Page(s):222 – 228.
5. M. Meneghini, N. Trivellin, M. Pavesi, M. Manfredi, U. Zehnder, B. Hahn, G. Meneghesso, and E. Zanoni, “Leakage current and reverse-bias luminescence in InGaN-based Light-Emitting Diodes”, Applied Physics Letters 95, 173507, 2009
6. M. Meneghini, N. Trivellin, G. Meneghesso, L. Trevisanello, E. Zanoni, K. Orita, M. Yuri, D. Ueda, “Analysis of the role of current in the degradation of InGaN-based laser diodes”, Physica Status Solidi (c) 6, S2, S844–S847, 2009.
7. M. Meneghini, G. Meneghesso, N. Trivellin, E. Zanoni, K. Orita, M. Yuri, and D. Ueda, “Extensive analysis of the degradation of Blu-Ray laser diodes”, IEEE Electron Device Letters, vo. 9, Issue 6, pp. 578-581, 2008.
8. M. Meneghini, M. Pavesi, N. Trivellin, R. Gaska, E. Zanoni and G. Meneghesso, “Reliability of deep-UV Light-Emitting Diodes”, IEEE Transactions on Material, Devices and Reliability, Vol. 8, No. 2, pp. 248-254, 2008.

9. M. Meneghini, N. Trivellin, G. Meneghesso, E. Zanoni, U. Zehnder and B. Hahn, "A combined electro-optical method for the determination of the recombination parameters in InGaN-based light-emitting diodes", *Journal of Applied Physics* 106, 114508, 2009.
10. M. Meneghini, N. Trivellin, K. Orita, M. Yuri, T. Tanaka, D. Ueda, E. Zanoni and G. Meneghesso, "Reliability evaluation for Blu-Ray laser diodes", *Microelectronics Reliability* 50 467–470, 2010.
11. M. Meneghini, N. Trivellin, R. Butendeich, U. Zehnder, B. Hahn, G. Meneghesso, and E. Zanoni, "Reliability of InGaN-based LEDs submitted to reverse-bias stress", *Physica Status Solidi C* 7, No. 7–8, 2208–2210 (2010)

Conferenze internazionali

1. N. Trivellin, M. Meneghini, A. Zanotto, G. Meneghesso, E. Zanoni, "Ageing mechanisms of 420nm GaN HBLED" presented at the IWN 2010, Tampa, FL. September 2010
2. M. Meneghini, N. Trivellin, G. Meneghesso, E. Zanoni, K. Orita, S. Takigawa, T. Tanaka, D. Ueda, "Combined Electro-optical Analysis of the Degradation of InGaN-based Laser Diodes" presented at the IWN 2010, Tampa, FL. September 2010
3. N. Trivellin, M. Meneghini, E. Zanoni, G. Meneghesso, K. Orita, M. Yuri, T. Tanaka, D. Ueda, "Degradation of InGaN-based laser diodes due to increased non-radiative recombination rate", presented at the E-MRS 2009 Spring Meeting, Strasbourg, France, June, 8-12, 2009
4. N. Trivellin, M. Meneghini, G. Meneghesso, E. Zanoni, K. Orita, M. Yuri, Tsuyoshi Tanaka and D. Ueda, "Non-Radiative lifetime variation during the degradation of Blu-Ray InGaN Laser Diode", 33rd Workshop on Compound Semiconductor Devices and Integrated Circuits, WOCSDICE 2009, 17-20 may 2009 Malaga Spain
5. N. Trivellin, M. Meneghini, G. Meneghesso, E. Zanoni, K. Orita, M. Yuri, T. Tanaka and D. Ueda; "Reliability analysis of InGaN Blu-Ray Laser Diode", Book of proceedings, pages 1236-1239, European Symposium on Reliability of Electron Devices, Failure Physics and Analysis, ESREF 2009, 5-9 October 2009, Arcachon, France
6. N. Trivellin, M. Meneghini, M. Dal Lago, G. Meneghesso, L. Rodighiero, G. Mura, M. Vanzi, E. Zanoni, "Effects of Electro-Thermal stress on AlGaN deep-ultraviolet LEDs", presented at European Workshop on Heterostructure Technology, HeTech 2009, Ulm, Germany
7. N. Trivellin, M. Meneghini, G. Meneghesso, L. Trevisanello, K. Orita, M. Yuri, D. Ueda and E. Zanoni, "Analysis of the degradation of Blu-Ray laser diodes", Presented at the European Workshop on Compound Semiconductor Devices and Integrated Circuits, WOCSDICE 2008

8. N. Trivellin, M. Meneghini, L. Trevisanello, G. Meneghesso, E. Zanoni, "High temperature degradation of ohmic contacts on p-GaN", Presented at the European Heterostructure Technology meeting, HeTech 2007
9. M. Meneghini, N. Trivellin, G. Meneghesso, L. Trevisanello, E. Zanoni, K. Orita, M. Yuri and D. Ueda, "Analysis of the role of current in the degradation of InGaN-based laser diodes", Presented at the International Workshop on Nitride semiconductor, IWN 2008
10. M. Meneghini, N. Trivellin, L.-R. Trevisanello, K. Orita, M. Yuri, D. Ueda, G. Meneghesso
"Role of non-radiative recombination in the degradation of InGaN-based laser diodes", Presented at the IEEE International Electron Devices Meeting, IEDM 2008
11. L. Trevisanello, N. Trivellin, M. Meneghini, E. Zanoni, G. Meneghesso, "Thermal-activated degradation mechanism on Phosphor-Converted Light Emitting Diode", 17th European Heterostructure Technology Workshop, HETECH 2008, pp. 83-84, Venice, Italy, November 2-5, 2008. ISBN: 978-88-6129-296-3
12. G. Meneghesso, M. Meneghini, N. Trivellin, L. Rodighiero, G. Mura, M. Vanzi, and E. Zanoni, "Analysis of the degradation of AlGaN-based deep-ultraviolet LEDs", Presented at the 8th Topical Workshop on Heterostructure Microelectronics, August 25-28, 2009, Mielparque-Nagano, Nagano, Japan
13. M. Meneghini, G. Meneghesso, N. Trivellin, L. Trevisanello, K. Orita, M. Yuri, E. Zanoni, "Degradation of blu-ray GaN-based laser diodes due to Electro-Thermal diffusion", Presented at the IEEE Int. Reliability Physics Symposium, IRPS 2008, Apr 27 - May 1, 2008
14. K. Orita, S. Takigawa, M. Yuri, T. Tanaka, M. Meneghini, N. Trivellin, L. Trevisanello, E. Zanoni, and G. Meneghesso, "Analysis of Diffusion Involved in Degradation of InGaN-Based Laser Diodes", presented at the IEEE Int. Reliability Physics Symposium, IRPS 2009, Montreal, Canada, April 26-30, 2009
15. L. Trevisanello, F. De Zuani, M. Meneghini, N. Trivellin, E. Zanoni and G. Meneghesso, "Thermally Activated Degradation and Package Instabilities of Low Flux LEDs", presented at the IEEE Int. Reliability Physics Symposium, IRPS 2009, Montreal, Canada, April 26-30, 2009
16. M. Meneghini, N. Trivellin, L. Trevisanello, Lunev, J. Yang, Y. Bilenko, W. Sun, M. Shatalov, R. Gaska, E. Zanoni, G. Meneghesso, "Combined optical and electrical analysis of AlGaN-based deep-UV LEDs reliability", Presented at the IEEE Int. Reliability Physics Symposium, IRPS 2008, Apr 27 - May 1, 2008
17. M. Meneghini, N. Trivellin, K. Orita, M. Yuri, T. Tanaka, D. Ueda, E. Zanoni, G. Meneghesso, "Reliability evaluation for Blu-Ray laser diodes", International Symposium on Reliability of Optoelectronics for Space ISROS 2009, Cagliari, Italy, 11-14 May 2009

18. L. Trevisanello, N. Trivellin, M. Meneghini, E. Zandoni, G. Meneghesso, "Thermal-activated degradation mechanism on Phosphor-Converted Light Emitting Diode", 17th European Heterostructure Technology Workshop, HETECH 2008, pp. 83-84, Venice, Italy, November 2-5, 2008.
19. M. Meneghini, A. Tazzoli, E. Ranzato, N. Trivellin, G. Meneghesso, E. Zandoni, M. Pavesi, M. Manfredi, R. Butendeich, U. Zehnder, B. Hahn, "A study of the failure of GaN-based LEDs submitted to reverse-bias stress and ESD events", Presented at the IEEE Int. Reliability Physics Symposium, IRPS 2010, 2-6 May, 2010
20. M. Meneghini, L. Trevisanello, F. de Zuani, N. Trivellin, G. Meneghesso, E. Zandoni, "Extensive analysis of the degradation of phosphor-converted LEDs", presented at SPIE Photonic west 2009, Proceedings Vol. 7422
21. M. Meneghini, N. Trivellin, K. Orita, S. Takigawa, T. Tanaka, G. Meneghesso, E. Zandoni, "State of the art in the reliability of GaN-based laser diodes", presented at the E-MRS 2010 Fall Meeting, Warsaw, Poland September 13-17, 2010

Brevetti:

Come risultato di una ricerca congiunta con il dipartimento di biologia dell'università di padova è stato depositato un brevetto intestato all'Università stessa dove tra gli inventori figura il candidato.

"Apparato embrionatore per l'incubazione di organismi acquatici allo stato embrionale"
numero TV2010A000075.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Trivellin Nicola** si è impegnato con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità del candidato, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.

Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Varagnolo Damiano** nell'ambito del XXIII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Negli anni accademici 2007/2008, 2008/2009 e 2009/2010 il dott. **Varagnolo Damiano** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIII ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Attività di formazione

Corsi specifici per studenti di Dottorato offerti presso l'Università di Padova

I corsi sono riassunti nelle tabelle 1, 2 e 3.

corso	docente
Numerical Linear Algebra	Brezinski
Probabilità	Dai Pra
Applied Linear Algebra	Wimmer, Karow
Monte Carlo Methods	Chiuso
Applied Functional Analysis	Ciatti, Pillonetto
Statistical Methods	Finesso

Tabella 1: elenco dei corsi seguiti durante il primo anno offerti presso l'Università di Padova.

corso	docente
Identificazione dei modelli	Chiuso
Teoria dei codici	Fabio Fagnani
Wireless Sensor Networks	Willig
Computation of game and market equilibria	Codenotti
Applied Linear Algebra	Wimmer, Karow

Tabella 2: elenco dei corsi seguiti durante il secondo anno offerti presso l'Università di Padova.

corso	docente
Applied Functional Analysis	Pillonetto

Tabella 3: elenco dei corsi seguiti durante il terzo anno offerti presso l'Università di Padova.

Corsi seguiti all'interno di Corsi di Laurea Specialistica presso l'Università di Padova

Nessuno.

Corsi seguiti presso altre istituzioni

Nessuno.

Partecipazione a scuole

L'elenco delle scuole di dottorato a cui si è partecipato è riassunto in tabella 4.

scuola	data	luogo
SIDRA "Antonio Ruperti", Control of Nonlinear Systems	13→19/07/2008	Bertinoro (Forlì)
CIME, "mathematical foundations of complex networked information systems"	22→26/6/2009	Verres, Valle d'Aosta
WIDE, "school on networked control systems"	7→10/7/2009	Siena

Tabella 4: elenco delle scuole di dottorato seguite durante il triennio.

Altri seminari seguiti

L'elenco di alcuni dei seminari seguiti durante il dottorato è riassunto in tabella 5 (pagina 5) e 6 (pagina 6).

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

La partecipazione è riassunta in tabella 7 (pagina 7).

Periodi di Attività all'Estero

KTH-Stoccolma, Svezia, 20 giorni; University of California at Berkeley, USA, 9 mesi.

Riconoscimenti

Nessuno.

Didattica Attiva

Nessuna.

Attività di ricerca

Descrizione

Durante il 1° anno di attività ci si è focalizzati nello studio di stimatori parametrici distribuiti basati su algoritmi di consenso (i.e. su algoritmi in cui vari agenti si accordano su una quantità di interesse comune utilizzando soltanto operazioni semplici, ad esempio somme e confronti), e sulla caratterizzazione dell'efficienza di protocolli di comunicazione wireless, assumendo come metrica di valutazione la loro capacità di portare informazioni ad eventuali algoritmi di stima. Si è inoltre cominciato ad analizzare il problema di individuazione di guasti in maniera distribuita, e iniziato a studiare le tecniche di regressione non-parametrica.

Nel 2° anno si è approfondita l'analisi di tali tecniche non-parametriche, e si è cominciato ad applicarle, sempre nell'ambito distribuito, sia per la stima di segnali fisici che per l'individuazione di guasti e la gestione di sistemi di videosorveglianza. Inoltre, sfruttando le possibilità indotte dalla partecipazione al progetto europeo "FeedNetBack", si è iniziata una collaborazione con il KTH di Stoccolma riguardante ancora una volta lo studio di algoritmi distribuiti, con conseguente trasferta di 3 settimane in Svezia. Si è inoltre cominciato un più lungo periodo di formazione fuori sede nella University of California at Berkeley, con focus inizialmente

su problemi di fault detection attivo (i.e. nelle situazioni in cui si può progettare un piccolo segnale additivo di controllo per massimizzare la visibilità di eventuali guasti), e quindi su problemi di controllo della rete di trasmissione di potenza elettrica.

Durante il 3° anno si è dunque finito il periodo a Berkeley, focalizzandosi sullo studio, modellazione e controllo di dispositivi di accumulo dell'energia, ipotizzando che questi vengano utilizzati in mercati energetici deterministici e con meccanismi di funzionamento semplificati. Allo scopo di favorire dunque l'integrazione di fonti energetiche rinnovabili, si è anche studiato come applicare le tecniche di stima non-parametrica al problema della predizione di quanta potenza elettrica verrà generata da una data centrale eolica. Infine si sono affrontati i problemi di stima / conteggio del numero di nodi presenti in una rete sotto l'ipotesi che gli agenti siano vincolati a non trasmettere informazioni sensibili (tipo il loro ID). Si sono inoltre sviluppati algoritmi che permettono di capire (sempre in maniera distribuita) il livello di bontà delle stime non-parametriche utilizzate finora.

Titolo definitivo della tesi: Distributed Parametric-Nonparametric Estimation in Networked Control Systems
Supervisore: Luca Schenato

Pubblicazioni

- S. Bolognani, S. Del Favero, L. Schenato, D. Varagnolo. Consensus-based distributed sensor calibration and least-square parameter identification in WSNs. *International Journal of Robust and Nonlinear Control*, 2010;
- D. Varagnolo, G. Pillonetto, L. Schenato. Distributed consensus-based Bayesian estimation: sufficient conditions for performance characterization. *American Control Conference*, 2010;
- D. Varagnolo, G. Pillonetto, L. Schenato. Distributed statistical estimation of the number of nodes in Sensor Networks. *IEEE Conference on Decision and Control*, 2010;
- E. Bitar, A. Giani, D. Varagnolo, P. Khargonekar, K. Poolla, V. Pravin. Electricity Market Strategies for Wind Energy Producers with Co-located Storage. *IEEE Conference on Decision and Control*, 2010;
- D. Varagnolo, G. Pillonetto, L. Schenato. Distributed Function and Time Delay Estimation using Nonparametric Techniques. *IEEE Conference on Decision and Control*, 2009;
- D. Cerniglia, C. Cosenza, G. Bomben, A. Ruffo, D. Varagnolo, L. Marton. Patent number WO/2009/007817: Method and apparatus for the contactless dynamic inspection of railway rails. 2009;
- S. Bolognani, S. Del Favero, L. Schenato, D. Varagnolo. Distributed sensor calibration and least-square parameter identification in WSNs using consensus algorithms. *Proceedings of Allerton Conference on Communication Control and Computing*, 2008;



- D. Varagnolo, P. Chen, L. Schenato, S. Sastry. Performance analysis of different routing protocols in wireless sensor networks for real-time estimation. IEEE Conference on Decision and Control, 2008.

Titolo Seminario	Relatore	Data	Luogo
Computazione quantistica: schemi computazionali digitali/analogici e locali/globali	Mario Rasetti	24/01/2008	Padova
Next Generation Networks: Features and Challenges	Edoardo Rizzi	08/02/2008	Padova
Satellite/Lunar Laser Ranging	Giuseppe Bianco	20/02/2008	Padova
Information Flows in Cooperative Networked Control Systems	Girish Nair	27/02/2008	Padova
Which Kind of Information Can Music Convey?	Claudio Ambrosini	28/02/2008	Padova
Radiation effects and soft errors in advanced technologies	Ron Schrimpf	17/03/2008	Padova
A century of light quanta	Roy Glauber	01/04/2008	Padova
Kiva systems	Raffaello D'Andrea	15/05/2008	Padova
Modelli di struttura e funzionamento delle reti ecologiche	Marino Gatto	02/05/2008	Padova
Probabilistic Reachability of Stochastic Hybrid Systems	Alessandro Abate	30/05/2008	Padova
Metrics in spectral analysis	Georgiu Tryphon	12/06/2008	Padova
The multi armed bandit meets the web surfer	Eli Upfal	17/06/2008	Padova
Variational Integrators	Nawaf Bou-Rabete	19/06/2008	Padova
System Identification for interconnected non-linear systems	Kameshwar Poolla	20/06/2008	Padova
Blighted Virtual Neighborhoods and Other Threats to Online Social Experiences	Richard De Millo	01/07/2008	Padova
Transformations preserving matrix invariants over semirings	Alexander Guterman	23/07/2008	Padova
Power and bitrate control scheme for state estimation via WSN	Daniel Quevedo	09/09/2008	Padova
Gossip coverage algorithms	Paolo Frasca	29/09/2008	Padova
Problemi di massima entropia per catene di Markov classiche e quantistiche	Francesco Ticozzi,	22/10/2008	Padova
Androids and Humanoids	Michele Pavon		
Convergence of Multi-Agent systems towards consensus	Iroshi Ishiguro	06/11/2008	Padova
Cellular ANTomata	Alexandre Bliman	14/11/2008	Padova
Riconoscimento tramite descrittori SIFT	Arnold L. Rosenberg	27/11/2008	Padova
The analysis and design of the steady-state behavior of nonlinear systems	Pietro Perona	23/01/2009	Padova
	Christofer Byrnes	04/02/2009	Padova

Tabella 5: elenco di alcuni seminari seguiti durante il triennio (parte 1).

Titolo Seminario	Relatore	Data	Luogo
Towards categorization in sensory systems	Pietro Perona	11/03/2009	Padova
Polyhedral approaches to integer programming	Gerald Cournejols	02/04/2009	Padova
Incremental clustering with non-parametric Bayesian models	Ryan Gomes	21/04/2009	Padova
Random convex programs	Giuseppe Calafiore	04/05/2009	Padova
Consensus and cooperation in multi-agent dynamical systems	Shinji Hara	11/05/2009	Padova
Wireless Sensor Networks for domestic applications	Andreas Willig	17/06/2009	Padova
Tutorial workshop on model predictive control	Liuping Wang	15/12/2009	Shanghai
Negative Imaginary Systems Theory in the Robust Control of Highly Resonant Flexible Structures	Ian Petersen	14/01/2010	Berkeley
Optimization and Control Theory of Smart Power Grids	Michael Chertkov	01/04/2010	Berkeley
Compressive Dynamical Information Extraction	Mario Sznaiar	08/04/2010	Berkeley
Guaranteed Cost Control of Stochastic Uncertain Systems with Slope Bounded Nonlinearities via the use of Dynamic Multipliers	Ian Petersen	14/05/2010	Berkeley
An Overview on F-Lipschitz Optimization with Wireless Networks Applications	Carlo Fischione	21/07/2010	Padova
Bias Correction in Localization Algorithms	Alex Yiming Ji	31/08/2010	Padova
Adversarial Pattern Classification	Fabio Roli	10/09/2010	Padova
Performance Trends and Limitations of Electronic EEnergy Processing Systems	Johann W. Kolar	10/09/2010	Padova
Factors impacting processor design - A view from the field	Pratap Pattnik	24/09/2010	Padova

Tabella 6: elenco di alcuni seminari seguiti durante il triennio (parte 2).

evento	tipologia	luogo
“FeedNetBack” Kick-off Meeting	Progetto Europeo	Stoccolma (SWE)
Conference on Decision and Control	IEEE CSS Conference	Cancun (MEX)
SIDRA 2008	Conferenza Nazionale	Vicenza (ITA)
“FeedNetBack” Meeting	Progetto Europeo	Padova
Conference on Decision and Control	IEEE CSS Conference	Shanghai (CHN)
American Control Conference	IEEE CSS Conference	Baltimore (USA)
Integrated Smart Grid Technologies Conference	IEEE PES Conference	Gaithersburg (USA)

Tabella 7: elenco delle conferenze nazionali e internazionali a cui si è partecipato.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Varagnolo Damiano** si è impegnato con dedizione e profitto nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando un'ottima capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio unanime riconosce la notevole assiduità del candidato, le sue ottime capacità nella ricerca e gli originali risultati conseguiti.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.

6. Programmazione didattica 2011

Il Direttore illustra al collegio il calendario dei corsi per l'anno 2011. Il calendario, organizzato dal prof. Augusto Ferrante è composto di 20 corsi per gli studenti della Scuola che ricoprono tutte le aree di interesse. 5 corsi hanno docenti provenienti da prestigiose istituzioni straniere, 3 sono in collaborazione con la scuola di dottorato di matematica ed altri 5 corsi sono offerti da docenti di altre Università o Centri di ricerca. I dottorandi possono inoltre scegliere corsi anche dal Catalogo dei corsi 2011 della Scuola di Dottorato di Ricerca in Scienze Matematiche, Indirizzo "Matematica Computazionale".

Fatte salve le istanze di revisione espresse e il mandato al Direttore e al Consiglio Direttivo ad applicare eventuali correzioni, il Collegio approva la programmazione didattica 2011.

Inoltre il Collegio dà mandato al Direttore di recepire il Catalogo in corso di definizione della scuola di dottorato in Scienze Statistiche affinché sia incluso nell'offerta didattica per i dottorandi.

Il Collegio approva.

7. Pratiche studenti

Istanza di proroga della presentazione della tesi

Il Direttore informa il Collegio che dal Servizio Formazione alla Ricerca è pervenuta l'istanza di proroga di 6 mesi della presentazione della tesi presentata dalla dott.ssa Angela Grassi, XXIII ciclo.

Il Collegio esprime parere favorevole all'istanza di proroga.

Richiesta autorizzazione associatura

Il dott. Francesco Sichirillo, XXV ciclo, chiede l'autorizzazione all'associatura per il triennio 2011-2013, con l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare per approfondire tematiche utili per il proprio progetto di ricerca di dottorato come l'utilizzo di interruttori comandati basati su tecnologie SiC e GaN, collaborando al progetto "Apollo": Alimentatori di Potenza per aLti Livelli di radiazioni. Il supervisore, Prof. Giorgio Spiazzi, approva la richiesta del dott. Sichirillo. Il Direttore precisa che l'associatura non dovrà comportare vincoli di subordinazione nei confronti dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare per lo svolgimento dell'attività corrispondente o qualunque onere per la scuola di dottorato in ingegneria dell'informazione.

Dopo discussione il collegio approva.

Per motivi di urgenza tale delibera viene letta, approvata e sottoscritta seduta stante.

8. Richiesta di patrocinio per la Scuola estiva di Ingegneria dell'Informazione per l'anno 2011.

Silvano Pupolin chiede che la Scuola di Dottorato in Ingegneria dell'Informazione accordi il proprio patrocinio per la Scuola estiva che si svolgerà a Bressanone nel periodo 4-8 luglio 2011 (All. 8.1).

Ricorda che negli anni precedenti il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione e l'Università di Padova hanno concesso il loro patrocinio a questa iniziativa.

Il Collegio approva.

La riunione è sciolta alle ore 16.00.

Il Presidente della riunione

Il Segretario

Prof. Matteo Bertocco

Prof. Gaudenzio Meneghesso

Pagina 194 di 194