



**VERBALE DELLA RIUNIONE
DEL COLLEGIO DEI DOCENTI DELLA SCUOLA DI
DOTTORATO DI RICERCA
IN INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE**

del 10/12/2008

ore 14.30, Aula Magna "Antonio Lepschy", Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

PRESENZE

Presenti (29): Maristella Agosti, Federico Avanzini, Silvana Badaloni, Matteo Bertocco, Alessandra Bertoldo, Simone Buso, Giancarlo Calvagno, Antonio D. Capobianco, Chiara Dalla Man, Barbara Di Camillo, Andrea Galtarossa, Gaudenzio Meneghesso, Tullio Minelli, Andrea Neviani, Nicola Orio, Ortolan Giulia (Dottoranda), Enrico Pagello, Enoch Peserico, Andrea Pietracaprina, Geppino Pucci, Silvano Pupolin, Michele Rossi, Alfredo Ruggeri, Marco Santagiustina, Giovanni Sparacino, Giorgio Spiazzi, Gianna Toffolo, Stefano Tomasin, Michele Zorzi.

Assenti giustificati (18): Andrea Bagno, Giovanni B. Bartolucci, Alessandro Beghi, Nevio Benvenuto, Gianfranco Bilardi, Andrea Cester, Alessandro Chiuso, Fabrizio Dughiero, Augusto Ferrante, Maria Carla Gilardi, Nicola Laurenti, Massimo Malaguti, Massimo Melucci, Claudio Narduzzi, Mariapia Saccomani, Alessandro Sona, Andrea Trevisan, Lorenzo Vangelista.

Assenti (18): Gianfranco Cariolaro, Claudio Cobelli, Guido Maria Cortelazzo, Lorenzo Finesso, Ruggero Frezza, Concettina Guerra, Gabriele Manduchi, Emanuele Menegatti, Alessandro Paccagnella, Giorgio Picci, Gianluigi Pillonetto, Nicola Trivellin (dottorando), Stefano Vassanelli, Stefano Vitturi, Sandro Zampieri, Andrea Zanella, Enrico Zanoni, Nicola Zingirian.

ORDINE DEL GIORNO

1. Comunicazioni
2. Valutazione annuale dei dottorandi
3. Ammissione dei dottorandi del primo e secondo anno all'anno di corso successivo
4. Valutazione dell'attività svolta dai dottorandi XXI ciclo e dottorandi in proroga XX ciclo – ammissione all'esame finale
5. Programmazione didattica 2009
6. Pratiche studenti
7. Varie ed eventuali

Presiede la riunione il Direttore Prof. Matteo Bertocco
Svolge le funzioni di Segretario il Prof. Andrea Neviani



1. Comunicazioni

Il Direttore illustra sinteticamente al Collegio:

- i risultati della selezione di ingresso relativa al XXIV ciclo
- alcuni appuntamenti previsti per il primo trimestre del 2009
- nuove iniziative promosse dai dottorandi volte a migliorare la comunicazione tra i dottorandi stessi
- nuove iniziative in fase istruttoria atte a migliorare la comunicazione tra tutor e dottorandi, tra tutor di gruppi diversi, tra la scuola e il mondo esterno (aziende, istituzioni). Ricorda che tali iniziative sono coordinate con iniziative analoghe in essere presso il DEI:

- Istanza di proroga della presentazione della tesi

E' pervenuta dal Servizio Formazione alla Ricerca l'istanza di proroga di 6 mesi (fino al 31/07/09) della presentazione della tesi presentata dal Dottor Alberto Pretto XXI ciclo, Indirizzo in Ingegneria Informatica ed Elettronica Industriali invitando il Collegio dei Docenti ad esprimere un parere in merito.

Il dottorando aveva già presentato al Direttore comunicazione di richiesta di proroga.

Il Collegio dei docenti, preso atto che non è stato illustrato il contenuto della tesi di dottorato, ritiene di esprimere parere favorevole alla richiesta di proroga.

Autorizzazione ad attività didattica di supporto

Il Direttore comunica di aver autorizzato il dottor Martino Fornasa, XXI ciclo, a svolgere n. 20 ore di attività didattica di supporto al corso "Sistemi di elaborazione A", corso di laurea in "Statistica e tecnologie informatiche", 1 trim., a.a. 2008-2009, titolare del corso Prof. Massimo Maresca, e n. 20 ore di attività didattica di supporto al corso "Sistemi di elaborazione B", corso di laurea in Statistica e gestione delle imprese, 1 trim., a.a. 2008-2009, titolare del corso Prof. Nicola Zingirian.

Il Direttore comunica di aver autorizzato il dottor Gianmaria Silvello, XXIII ciclo, a svolgere n. 10 ore di attività didattica di supporto al corso "Progettazione siti web", corso di laurea magistrale in "Strategie di comunicazione", Facoltà di Lettere e Filosofia, titolare del corso Prof. Maristella Agosti e di aver autorizzato la partecipazione alla commissione di esame dello stesso corso.

2. Valutazione annuale dei dottorandi

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.

Il dott. **Mattia Tonetto**, in sospensione per malattia dal 9 giugno al 31 dicembre, presenterà la prescritta relazione alla fine del recupero del periodo di sospensione e verrà valutato quindi il suo passaggio all'anno successivo.



I dottorandi del XXII ciclo: Manfredo Atzori, Marta Bagatin, Paolo Bertasi, Marco Bressan, Ermanna Conte, Paola Contessa, Tullio Coppotelli, Alberto Corradin, Stefano Dal Toso, Simone Del Favero, Emanuela Formaggio, Giovanni Gamba, Alessio Griffoni, Federico Librino, Erica Manesso, Andrea Manuzzato, Fabio Alessio Marino, Andrea Munari, Enea Poletti, Mirco Rampazzo, Paolo Rech, Francesco Sambo, Alberto Silletti, Marco Silvestri, Giovanni Vadalà, Fabio Vandin, Francesco Versaci, Alberto Vigato, Nicola Wrachien, Francesco Zorzi.

I dottorandi del XXI ciclo: Nicola Baldo, Luca Ballan, Martina Camarda, Giovanni Ciriello, Francesca Danesin, Paolo Denti, Alessandro De Toni, Andrea Facchinetti, Martino Fornasa, Stefano Gamba, Claudio Garutti, Alberto Gasperin, Anahita Goljahani, Marco Levorato, Daniele Giovanni Menon, Alessandra Mior, Vanni Peretti, Denis Peruzzo, Alberto Pretto, Federico Ramponi, Francesco M. Rossetto, Fabio Scarpa, Francesco Silvestri, Silvia Soldà, Marco Stellini, Lorenzo R. Trevisanello, Matteo Trivellato, Leonora Ursini, Vladimir Vasconcelos Ribeiro Scarpa, Franco Zanon.

hanno presentato la prescritta relazione sull'attività svolta nell'ultimo anno.

Nei giorni 4 e 9 dicembre 2008 i dottorandi hanno presentato a tutto il Dipartimento l'attività svolta durante il 2008.

Per gli studenti del XXII 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 (titolo provvisorio):

Manfredo Atzori presenta una relazione sul tema: "Automatic segmentation and Quantitative analysis in 3D medical imaging", Supervisore prof.ssa Alessandra Bertoldo.

Marta Bagatin presenta una relazione sul tema: "Studio degli effetti di radiazioni ionizzanti su memorie volatili e non volatili", Supervisore prof. Alessandro Paccagnella.

Paolo Bertasi presenta una relazione sul tema: "PARIPARI: Design, management and implementation of a resilient multi-purpose peer-to-peer network", Supervisore prof. Enoch Peserico

Marco Bressan presenta una relazione sul tema: "Il fenomeno Small-World", Supervisore prof. Enoch Peserico

Ermanna Conte presenta una relazione sul tema: "Optimization techniques for new generation communications systems", Supervisore prof. Stefano Tomasin

Paola Contessa presenta una relazione sul tema: "Un modello per la produzione di forza muscolare", Supervisore prof. Cobelli Claudio

Tullio Coppotelli presenta una relazione sul tema: "Reperimento dell'informazione nell'attività di impresa, ricerca, didattica e comunicazione", Supervisore prof.ssa Maristella Agosti

Alberto Corradin presenta una relazione sul tema: "HTLV-1 infection", Supervisore prof. Claudio Cobelli



Stefano Dal Toso presenta una relazione sul tema: "Analysis and design of RF Injection-Locked frequency synthesizers", Supervisore prof. Andrea Neviani

Simone Del Favero presenta una relazione sul tema: "Topics in distributed estimation and filtering", Supervisore prof. Sandro Zampieri

Emanuela Formaggio presenta una relazione sul tema: "Analisi integrata dei segnali EEG ed fMRI per riabilitazione neurologica", Supervisore prof.ssa Gianna Maria Toffolo

Giovanni Gamba presenta una relazione sul tema: "Interference analysis of CSMA/CA based wireless systems aimed at the development of low-cost RF power measurement techniques", Supervisore prof. Matteo Bertocco

Alessio Griffoni presenta una relazione sul tema: "Electrostatic discharge and ionizing radiation effects on advanced CMOS Devices", Supervisore prof. Gaudenzio Meneghesso

Federico Librino presenta una relazione sul tema: "Analysis and evaluation of the performance of cooperative techniques in wireless networks", Supervisore prof. Michele Zorzi

Erica Manesso presenta una relazione sul tema: "Valutazione del turnover delle ", Supervisore prof.ssa Chiara Dalla Man

Andrea Manuzzato presenta una relazione sul tema: "Effetti della radiazione ionizzante su FPGA e tecniche di irrobustimento a livello di design", Supervisore prof. Alessandro Paccagnella

Fabio Alessio Marino presenta una relazione sul tema: "Advanced simulation methods for new devices' development and characterization", Supervisore prof. Meneghesso Gaudenzio

Andrea Munari presenta una relazione sul tema: "Progetto e analisi di protocolli cooperativi pr reti wireless", Supervisore prof. Michele Zorzi

Enea Poletti presenta una relazione sul tema: "Progettazione, realizzazione e valutazione clinica di uno strumento ad ottica adattiva per l'analisi automatica della retina", Supervisore prof.ssa Saccomani Maria Pia

Mirco Rampazzo presenta una relazione sul tema: "Optimization and control of HVAC systems", Supervisore prof. Mauro Bisiacco

Paolo Rech presenta una relazione sul tema: "Reusing DfT structures to study radiation effects on microcontrollers and microprocessors", Supervisore prof. Alessandro Paccagnella

Francesco Sambo presenta una relazione sul tema: "Algoritmi avanzati per l'analisi di dati di Genomica", Supervisore prof.ssa Silvana Badaloni

Alberto Silletti presenta una relazione sul tema: "Shape, "Deformation" and active contours", Supervisore prof. Ruggero Frezza



Marco Silvestri presenta una relazione sul tema: “Effetti sinergici tra radiazione ionizzante e stress elettrici accelerati su dispositivi CMOS sub-micrometrici”, Supervisore prof. Alessandro Paccagnella

Giovanni Vadala presenta una relazione sul tema: “Photonic crystal waveguides: propagation phenomena”, Supervisore prof. Andrea Galtarossa

Fabio Vandin presenta una relazione sul tema: “Mining of significant patterns: theory and practice”, Supervisore prof. Andrea Pietracaprina

Francesco Versaci presenta una relazione sul tema: “Applicazioni di teoria dei controlli all’ottimizzazione nei sistemi informatici”, Supervisore prof. Gianfranco Bilardi

Alberto Vigato presenta una relazione sul tema: “Physical layer techniques for terrestrial DVB performance improvement”, Supervisore prof. Gianfranco Cariolaro

Nicola Wrachien presenta una relazione sul tema: “Studio del funzionamento, dell’affidabilità e degli effetti di radiazioni ionizzanti su memorie avanzate”, Supervisore prof. Andrea Cester

Francesco Zorzi presenta una relazione sul tema: “Localization and cross-layer techniques in wireless delay-tolerant networks”, Supervisore prof. Andrea Zanella

3. Ammissione dei dottorandi del primo (XXIII ciclo) e secondo anno (XXII ciclo) all’anno successivo

Sulla base delle presentazioni, delle relazioni annuali e dei pareri dei Supervisor, il Collegio dei docenti all’unanimità decide di ammettere

- al secondo anno di corso i dottorandi iscritti al XXIII ciclo, ad esclusione del dott. Mattia Tonetto in sospensione per malattia,
- al terzo anno di corso i dottorandi iscritti al XXII ciclo.

4. Valutazione dell’attività svolta dai dottorandi XXI ciclo e dottorandi in proroga XX ciclo – ammissione all’esame finale

Sulla base delle presentazioni, delle relazioni finali sull’attività di ricerca svolta nel 2008 e del parere dei supervisor, il Collegio, dopo un’attenta discussione, delibera che gli studenti del XXI ciclo, esclusi coloro ai quali è stato espresso parere favorevole alla richiesta di proroga della presentazione della tesi finale: Camarda Martina, Gamba Stefano e Pretto Alberto e la dott.ssa Silvia Soldà che deve recuperare 5 mesi perchè ha interrotto il corso di studi per maternità, e i dottorandi del XX ciclo in proroga, siano ammessi all’esame finale e predisporre la presentazione di ciascuno di essi come di seguito riportata.



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da Nicola Baldo nell'ambito del XXI ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni.

Negli anni accademici 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 il dottor Nicola Baldo ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXI ciclo, Indirizzo Ingegneria Elettronica e Telecomunicazioni.

ATTIVITA' DI FORMAZIONE

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

Primo anno

- Applied linear algebra, prof. T. Damm
- Techniques for the Effective Transmission of Multimedia Signals, prof. G. Mian
- Renewal and Semi-Markov Random Processes and their Application to Network Protocol Analysis, prof. M. Zorzi
- Applied functional analysis, prof. P. Ciatti
- Statistical Methods, prof. L. Finesso

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

Primo anno

- Intelligenza Artificiale, prof. S. Badaloni

Corsi seguiti presso altre istituzioni:

Terzo anno

- Cognitive Radio/Dynamic Spectrum Access Networks, prof. Ian Akyildiz, Politecnico di Milano

Partecipazione a scuole:

- Summer School of Information Engineering, July 2-6, 2007, Bressanone (BZ), Italia

Altri seminari seguiti:

- "Precoding schemes for downlink transmissions with distributed MIMO: theoretical analysis and practical issues", F. Boccardi, University of Padova, February 2006
- "Low maintenance verification", Valeria Bertacco
- "Wireless Underwater Communications and Networks: Current Achievements and Future Research Challenges", M. Stojanovic (MIT)
- "IP mobility and the effects of mobility on TCP", T. La Porta (Penn State University)
- "Security and IP-based 3G wireless networks", T. La Porta (Penn State University)
- "Free-space Optical Networks: some capacity considerations", A. S. Acampora (UCSD)
- "Energy Conservation in Multi-hop Wireless Networks", prof. R. Kravets (UIUC)
- "On Cross-Layer Design of MIMO Ad Hoc Networks", P. Casari (University of Padova), January 18, 2007
- "The cost of security in B3G networks", D. Tonesi (University of Brescia), March 21, 2007
- "At the Forefront of Modern Telecommunications", Prof. A. Acampora (UCSD), April 18, 2007
- "Security in wired and wireless networks", D. Tonesi (University of Brescia), 23 Maggio 2007
- "Cross-layer design in wireless data networks: concepts and application examples", S. Merlin (University of Padova), 11 Ottobre 2007
- "From wireless networks to sensor networks and onward to networked embedded control", P. R. Kumar (UIUC), 18 Ottobre 2007



- "Tree Based Combinatorial Optimization Problems in Telecommunication Networks", B. Gavish, 25 Ottobre 2007
- "Overhaul of IEEE 802.11 Modeling and Simulation in NS-2", D. Jiang, F. Schmidt-Eisenlohr, 5 Novembre 2007
- "Evolutionary algorithm techniques for network optimization problems", A. Botta, 8 Novembre 2007
- "Ad-hoc and Sensor Wireless Networking", M. Rizzello (ST Microelectronics), 26 Novembre 2007
- "Efficient Data Dissemination in wireless pervasive networks" E. Fasolo (University of Padova), 22 Novembre 2007
- "Fuzzy Temporal Reasoning", Marco Falda (University of Padova), December 6, 2007
- "Searching Nearest Neighbours Through Cluster Pruning", A. Panconesi (Università di Roma La Sapienza), December 17th, 2007
- "Information Flow over Wireless Networks: A Deterministic Approach", Salman Avestimehr (UC Berkeley), March 31, 2008
- "Computational Models of Human Learning", Charles Kemp (Carnegie Mellon University), April 04, 2008
- "Efficient Algorithms for Active Learning", Claire Monteleoni, UC San Diego, April 18th, 2008
- "Learning to Discover: Adaptive Data Selection for Classification and Estimation", Rui Castro (UW-Madison), April 28th, 2008
- "Shannon Memorial Lecture: Information Theory and Minimum Mean-Square Estimation", Sergio Verdu (Princeton), April 30th, 2008
- "Optimization and Algorithms for Resource Allocation in Wireless Networks", R. Srikant, May 30th, 2008
- "Fountain Codes and their Application to Broadcasting in Underwater Networks", Paolo Casari (DEI), August 29, 2008
- "Compressive Sensing: Theory and Application to Data Compression in Wireless Sensor Networks", Giorgio Quer and Riccardo Masiero (DEI), September 2008
- "From Human likeness to Humanlike presence", Hiroshi Ishiguro (Osaka University), November 6th, 2008
- "Interactive Gaming in Wireless Environments", Claudio Palazzi (Università di Padova, Dipartimento di Matematica Pura e Applicata), November 7th, 2008

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

- "Workshop on ns-2: the IP network simulator", Pisa, Italy , October 10, 2006
- "Fourth IEEE Consumer Communications & Networking Conference (CCNC 2007)", 11-13 January 2007, Las Vegas, Nevada, USA
- "Network Simulation Tools Workshop (NSTools)", Nantes, France, 22 October 2007
- "Fifth IEEE Consumer Communications & Networking Conference (CCNC 2008)", 10-12 January 2008, Las Vegas, Nevada, USA
- "Information Theory and Applications Workshop", University of California, San Diego, January 28, 2008 to February 01, 2008
- "First IEEE International Workshop on Cognitive Radio and Networks", Cannes, France, September 15th, 2008
- "Workshop on Network Simulator 2 (WNS2)", Athens, Greece, 23 October 2008
- "MT.GUELF Research Meeting 2008", Welsberg (BZ), Italy, November 18-21, 2008



Periodi di Attività all'Estero

Da Gennaio 2008 a Luglio 2008 presso California Institute for Telecommunications and Information Technology, San Diego, California, USA, sotto la supervisione del prof. Ramesh Rao, per attività di ricerca su Cognitive Radio Networks.

Riconoscimenti:

Didattica Attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

Lezioni

5 ore di didattica di supporto tenuta all'interno del corso di "Internet e laboratorio di telecomunicazioni", prof. Zorzi, corso di laurea specialistica in Ingegneria delle Telecomunicazioni", A.A. 2006/07.
Argomenti trattati: livello di applicazione e protocolli, Comunicazioni Multimediali, Comunicazioni Peer-to-Peer

Supervisione tesi

Lisa Puppini, Laurea Specialistica in Ingegneria delle Telecomunicazioni, Università di Padova
Lorenzo Coviello, Laurea Specialistica in Ingegneria delle Telecomunicazioni, Università di Padova
Giacomo Perale, Laurea Specialistica in Ingegneria delle Telecomunicazioni, Università di Padova
Dario Scarpa, Laurea Specialistica in Ingegneria delle Telecomunicazioni, Università di Padova
Stefano Salvadori, Laurea Triennale in Ingegneria dell'Informazione, Università di Padova
Davide Zordan, Laurea Triennale in Ingegneria dell'Informazione, Università di Padova
Marco Scarpa, Laurea Triennale in Ingegneria dell'Informazione, Università di Padova
Davide Zennaro, Laurea Triennale in Ingegneria dell'Informazione, Università di Padova
Gianluca Pometto, Laurea v.o. in Ingegneria Informatica, Università di Padova

ATTIVITA' DI RICERCA

Distributed Dynamic Spectrum Access using a Network Coded Control Channel

By promising significant gains in the efficiency of usage of the precious electromagnetic spectrum, Dynamic Spectrum Access (DSA) techniques have attracted significant attention from the research community in recent years. The ultimate DSA architecture is expected to be completely distributed, to provide an efficient usage of the spectrum, to scale well with respect to the number of users, and not to rely on statically allocated spectrum resources for the exchange of control information. The majority of the practical schemes which have been proposed in the recent literature are not successful in realizing all the aspects of this paradigm.

We design a DSA scheme with the objective of meeting all the above discussed requirements. Our scheme is based on a virtual control channel which exploits the fact that users visit channels in a pseudo-random fashion and exchange control information among themselves whenever they happen to meet in any channel. Efficient dissemination of the control information to all users is achieved by means of Network Coding. The control information exchanged by the users consists of all the information (such as bandwidth requirements, primary user presence and location, etc.) which is needed to select channel switch patterns as well as resource allocation for data communication according to a pre-defined



deterministic algorithm. The point is that, if the control information generated by all users is disseminated to all users, then each user can run the same deterministic channel allocation algorithm with the same input information, and therefore channel allocation will be done in a distributed fashion without requiring a centralized control scheme or coordination among nodes. The performance of the proposed scheme is evaluated with respect to the spectrum utilization efficiency, the effectiveness of the dissemination of control information, the system goodput and the impact of control information overhead. The performance evaluation is carried out both analytically and by means of simulations.

Cognitive Radio and Networks

According to the Cognitive Radio and Cognitive Network paradigm, wireless devices and networks are expected to be able to perform reconfiguration and optimization autonomously in order to provide enhanced communication services to the users. Artificial Intelligence techniques are to be exploited for this purpose, so that the Cognitive Radio or Network can become aware of the communication environment, and carry out activities such as Reasoning, Learning, Knowledge Sharing and Cooperation.

Fuzzy Logic for Cross-layer Optimization

We focused on using Incomplete Knowledge Representation (especially Fuzzy Logic) as an effective mean for the design and implementation of a general-purpose and technology-independent Cognitive Agent. The ultimate objective of the Cognitive Agent is to understand the needs of the mobile user (e.g., the Quality of Service requirements of the applications he's running) and to select/optimize the wireless communication resources in order to meet those needs.

The proposed framework was specialized for the cross-layer optimization of the behavior of TCP over wireless links. Performance of the resulting Fuzzy TCP solution was been tested through simulations, and was shown to achieve performance enhancements with respect to standard TCP in the presence of losses due to errors on the wireless link.

Cognitive Network Access using Fuzzy Decision Making

We consider a scenario in which wireless users want to connect to the Internet using one of several available network access opportunities, possibly using different radio technologies. We designed and evaluated a distributed cognitive network access scheme with the aim of providing the best quality of service with respect to both radio link and core network performance and user application requirements. In this scheme, knowledge of the service quality experienced by active connections is shared, and prospective users use Fuzzy Logic techniques to process cross-layer communication quality metrics and to estimate the expected transport-layer performance. These estimates are compared to the Quality of Service requirements of the application, and Fuzzy Decision Making is used to choose the most suitable access opportunity. This scheme naturally fits into the recently proposed Cognitive Network paradigm in that it defines a cognition process leveraging on end-to-end and cross-layer performance evaluation techniques as well as information sharing among users. The proposed scheme was compared by simulation to commonly used algorithms as well as omniscient decision schemes in multi-technology and multi-application scenarios, and was shown to have superior performance and much better flexibility.



Learning and Adaptation in Cognitive Radios using Neural Networks

The estimation of the communication performance achievable with respect to environmental factors and configuration parameters plays a key role in the optimization process performed by a Cognitive Radio. In this research activity we investigate the use of Multilayered Feedforward Neural Networks as an effective technique for real-time characterization of the communication performance based on measurements carried out by the device.

This approach has been applied to the problem of Rate Adaptation in 802.11. Performance evaluation carried out by means of simulation reported that the Neural Network based rate adaptation algorithm outperforms traditional rate adaptation algorithms and achieves the same performance as the Goodput-Optimal Rate Adaptation scheme we developed as part of other research activity.

Current research directions include the application of the Neural Network approach to other scenarios, such as heterogeneous networks and multimedia communications.

Cross-layer optimization for WLAN

This research activities was carried out as part of the collaboration between the SIGNET group and the AST group of STMicroelectronics, Agrate Brianza, Italy.

The objective of this study was to identify suitable optimization techniques for Wireless LAN networks based on the 802.11b/g protocol. The following issues have been analyzed:

Network Status Estimation: the performance of 802.11 communications depends on several aspects such as the propagation conditions, the number of nodes contending for the channel, and the type of traffic injected by each node into the network. We defined the Network Status as a set of variables which enable a complete and meaningful representation of all these aspects. We also designed practical schemes for estimating the Network Status within real devices. The resulting Network Status Estimator has been validated with respect to well-known analytical models by means of extensive simulations. The Network Status Estimator is currently being used as a key component in all research activities related to cross-layer optimization for WLAN.

Goodput-Optimal Rate Adaptation for 802.11: in this activity we considered the problem of adapting the PHY rate of an 802.11 station in order to maximize the link-layer throughput.

Rate Adaptation for 802.11 has been deeply investigated in the past, but the problem of achieving optimal Rate Adaptation with respect not only to channel-related errors but also to contention-related issues (i.e., collisions and variations in medium access times) is still unsolved. We address this issue by developing an analytical model of the goodput performance as a function of the Network Status described earlier; this analytical model has been used to develop a rate adaptation algorithm, called Goodput Optimal Rate Adaptation (GORA). Conversely to other Rate Adaptation schemes proposed in literature which require either modifications to the IEEE 802.11 standard or cooperation among nodes, GORA is totally stand-alone and standard compliant.

The performance of GORA has been evaluated by means of simulations. Result show that, as expected, GORA outperforms other well-known Rate Adaptation algorithms in several scenarios.



Adaptive Parameters Optimization Scheme for Voice over 802.11: we considered the problem of dynamically adapting the IEEE 802.11g parameters with the aim of enhancing the quality of a voice communication between a mobile station and a remote peer node.

The Network Status formulation discussed above was used to develop a mathematical model which allows the calculation of the expected end-to-end network performance in terms of throughput, delay and packet error rate, for different settings of some PHY and MAC parameters, such as the modulation/coding scheme and the retransmission limit. The setting that is estimated to maximize the quality of service for the end user is then selected. Performance evaluation of the proposed scheme has been carried out by means of simulations. The results show that the analytical model, even though based on some simplifying assumptions, leads to the selection of a configuration which effectively improves the end-user perceived service quality.

Underwater Acoustic Communications

Since radio signals cannot be used effectively underwater,

underwater communications are commonly performed by means of acoustic waves.

Underwater Acoustic Communications, however, are very challenging due to the long propagation delay of acoustic signals, the scarce bandwidth available for communication, and the complex dependency on frequency of both propagation and noise. This activity focuses on the design of MAC and Routing schemes which are effective in these challenging conditions. In particular, FDMA-based medium access techniques are investigated, in order to overcome the delay issues that make TDMA-based and contention-based techniques scale very poorly with the size of the network. At the routing layer, energy-efficient schemes are investigated. Performance evaluation is carried out by means of simulations.

Network Simulation Tools

This activity is centered around the development of NS-Miracle, which is a set of libraries designed to enhance the functionalities provided by the Network Simulator ns-2. NS-Miracle provides an efficient and embedded engine for handling cross-layer messages and, at the same time, enables the coexistence of multiple modules within each layer of the protocol stack. For instance, multiple IP, link, MAC or physical layers can be specified and used within the same node, and can exchange arbitrary control information using cross-layer messages. In addition, dedicated modules and APIs provide an enhanced support for the development of PHY, MAC and Routing implementations. Overall, the NS-Miracle framework facilitates the simulation of modern communication systems in ns2; moreover, due to its modularity, the code is portable, re-usable and extensible. Finally, NS-Miracle also features detailed implementations of the 802.11, UMTS and WiMAX radio technologies, as well as a set of modules for the simulation of Underwater Acoustic Communications.

Titolo definitivo Tesi: “Cognitive Radio and Networks”

Supervisore: prof. Michele Zorzi

PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale



- Nicola Baldo, Michele Zorzi, "Fuzzy Logic for Cross-layer Optimization in Cognitive Radio Networks", IEEE Communications Magazine, April 2008.
- Michele Zorzi, Paolo Casari, Nicola Baldo and Albert F. Harris III, "Energy-efficient routing schemes for underwater acoustic networks", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, December 2008.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- Nicola Baldo, Federico Maguolo and Marco Miozzo, "A new approach to simulating PHY, MAC and Routing", ACM Second International Workshop on NS-2, Athens, October 2008
- Nicola Baldo, Paolo Casari, Paolo Casciaro, Michele Zorzi, "Effective Heuristics for Flexible Spectrum Access in Underwater Acoustic Networks", MTS/IEEE Oceans 2008, Quebec City, September 2008
- Nicola Baldo, Paolo Casari, Michele Zorzi, "Cognitive Spectrum Access for Underwater Acoustic Communications", IEEE CogNet Workshop, Beijing, China, May 2008
- Nicola Baldo, Federico Maguolo, Simone Merlin, Andrea Zanella, Michele Zorzi, Diego Melpignano, David Siorpaes, "GORA: Goodput Optimal Rate Adaptation for 802.11 using Medium Status Estimation", IEEE International Conference on Communications, Beijing, China, May 2008
- Nicola Baldo, Federico Maguolo, Simone Merlin, Andrea Zanella, Michele Zorzi, Diego Melpignano, David Siorpaes, "APOS: Adaptive Parameters Optimization Scheme for Voice over IEEE 802.11g", IEEE International Conference on Communications, Beijing, China, May 2008
- Nicola Baldo, Michele Zorzi, "Learning and Adaptation in Cognitive Radios using Neural Networks", 5th IEEE Consumer Communications and Networking Conference, Las Vegas, USA, January 2008

Lavori sottoposti

- Nicola Baldo, Michele Zorzi, "Cognitive Network Access using Fuzzy Decision Making", IEEE Transactions on Wireless Communications, submitted for publication.
- Nicola Baldo, Bheemarjuna Reddy Tamma, B. S. Manoj and Ramesh Rao, "A Cognitive Network Architecture for Autonomic Control of Wireless Networks", Wiley Wireless Communications and Mobile Computing, submitted for publication.
- Nicola Baldo, Alfred Asterjadhi, Michele Zorzi, "Distributed Dynamic Spectrum Access using a Virtual Network Coded Control Channel", IEEE International Conference on Communications, 2009, submitted for publication.
- Nicola Baldo, Bheemarjuna Reddy Tamma, B. S. Manoj, Ramesh Rao, Michele Zorzi "A Neural Network based Cognitive Controller for Dynamic Channel Selection", IEEE International Conference on Communications, 2009, submitted for publication.
- Bheemarjuna Reddy Tamma, Nicola Baldo, B. S. Manoj and Ramesh Rao, "Multi-Channel Wireless Traffic Sensing and Characterization for Cognitive Networking", IEEE International Conference on Communications, 2009, submitted for publication.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Nicola Baldo 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.



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Luca Ballan** nell'ambito del XXI ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Ingegneria Informatica ed Elettronica Industriali.

Negli anni accademici 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 il dottor Luca Ballan ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXI ciclo, Indirizzo Ingegneria Informatica ed Elettronica Industriali.

ATTIVITA' DI FORMAZIONE

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

- Primo anno
 - o *Selected Topics in Optimization*, Docente: *Prof. Michele Pavon*
 - o *Introduction to Computer Graphics*, Docente: *Prof. Andrea Fusiello*
 - o *Applied Functional Analysis*, Docente: *Prof. Paolo Ciatti*
 - o *Statistical Methods*, Docente: *Prof. Lorenzo Finesso*
 - o *Agenti Mobili*, GII
 - o *Tecniche e strumenti ad agenti per l'interoperabilità del software*, GII
 - o *Cryptographic Engineering*, GII
- Secondo anno
 - o *Pattern Recognition and Machine Learning*, Docente: *Prof. J. M. Rehg*
 - o *Applied Linear Algebra*, Docente: *Prof. T. Damm*

Corsi seguiti presso altre istituzioni:

- Primo anno
 - o *Geometria Differenziale*, Docente: *Prof. Maurizio Candilera (dip. matematica)*

Partecipazione a scuole:

- *Scuola GII*, 2006, Padova

Altri seminari seguiti:

- *"Topics in Automatic 3D Modelling and Processing"*, (vari relatori), Marzo 2006, Verona
- *"Underwater wireless communications"*, M. Stojanovic, 2006, Padova
- *"Un approccio cognitivo all'apprendimento per imitazione"*, H. Dindo, 2006, Padova
- *"Vision-based Robotic Grasping Inspired by Neuroscience"*, E. Chinellato, 2006, Padova
- *"Ciphers, Quanta and Computers"*, Artur Ekert, 2007, Padova
- *"The 4D Cities Project"*, Frank Dellaert, 2007, Padova
- *"Brevetti e Spin-off, Area Trasferimento di Tecnologia dell'Ateneo"*, 2007, Padova
- *"Codifica video scalabile: wavelets, codifica distribuita e soluzioni basate su H.264/AVC"*, 2007, Padova
- *"Data Transmission with Hidden Information: Methods and Algorithms for Steganography"*, 2007, Padova
- *"Controlling Exoskeletons with EMG Signals and a Biomechanical Body Model"*, 2007, Padova
- *"Manifestazioni del principio di indeterminazione in analisi spettrale"* Ricci, 2007, Padova
- *"Boosting Invariance and Efficiency in Supervised Learning"*, Paolo Favaro, 2007, Padova
- *"Human Activity Recognition"*, J. K. Aggarwal, 2007, Padova
- *"Statistical Learning Techniques for Detecting Unusual Events"*, P. Smyth, 2008, Zurich
- *"NVIDIA CUDA Software and GPU Parallel Computing Architecture"*, D. Kirk, 2008, Zurich



- “*Simulating Knitted Cloth at the Yarn Level*”, D. James, 2008, Zurich
- “*Recent Research at Walt Disney Animation Studios*”, R. Tamstorf, 2008, Zurich
- “*Compression for 3D Video and Free Viewpoint Video*”, A. Smolic, 2008, Zurich
- “*An engineer's exploration of human visual recognition*”, P. Perona, 2008, Zurich
- “*Twin Gaussian Processes and Spectral Latent Variable Models for Structured Prediction*”, C. Sminchisescu, 2008, Zurich
- “*Convex Relaxation for Shape Optimization in Computer Vision*”, D. Cremers, 2008, Zurich
- “*Computational 3D Photography - Extracting Shape, Motion and Appearance from Images*”, M. Pollefeys, 2008, Zurich
- “*GPU Parallel Computing Architecture and CUDA Programming Model*”, C. Sigg, 2008, Zurich
- “*Learning optimal representations for modeling, classification and clustering problems with energy-based component analysis methods*”, F. De La Torre, 2008, Zurich
- “*Filtering and Optimization Strategies for Marker-less Human Motion Capture with Skeleton-based Shape Models*”, J. Gall, 2008, Zurich
- “*From 3D Studio Capture to Live-action Production*”, A. Hilton, 2008, Zurich

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali:

- “*3D Data Processing, Visualization and Transmission (3DPVT)*”, Atlanta, USA, 2008
- “*European Conference on Computer Vision (ECCV)*”, Marseille, Francia, 2008

Periodi di Attività all'Estero:

- Dal 01/04/2008 al 31/12/2008, presso ETH di Zurigo sotto la supervisione del prof. Marc Pollefeys.

Riconoscimenti:

- Best Paper award al 3DPVT 2008

Didattica Attiva:

- “*Laboratorio assistito di Elaborazione Numerica dei segnali*”, Guido Maria Cortelazzo, 6h, Laboratorio, 2006
- “*Elaborazione Numerica Delle Immagini*”, Guido Maria Cortelazzo, 4h, Lezione, 2007

ATTIVITA' DI RICERCA

Tesi: ACQUIRING SHAPE AND MOTION OF INTERACTING PEOPLE FROM VIDEOS

Supervisore: Guido Maria Cortelazzo

DESCRIZIONE

Il mio progetto di ricerca si focalizza sulla progettazione e realizzazione di un sistema passivo di acquisizione 3D di scene dinamiche, ovvero di un sistema capace di acquisire forma, colore e movimento di attori ed oggetti interagenti tra loro all'interno di un ambiente.

L'acquisizione in questione è di tipo passivo: viene pertanto evitata una qualsiasi interazione da parte del sistema sulla scena, sia di tipo fisico che tramite irraggiamento. Infatti, le informazioni necessarie per



la cattura vengono estratte esclusivamente da video registrati per mezzo di telecamere posizionate opportunamente all'interno dell'ambiente.

Il risultato è un modello matematico che descrive interamente e tridimensionalmente la scena durante tutta la sua evoluzione temporale, stimando, inoltre, le informazioni che in un dato istante possono non essere state osservate da alcuna telecamera.

Il modello matematico ottenuto può essere direttamente utilizzato per generare un particolare tipo di contenuto video che, in gergo, viene denominato 3DVideo o, più precisamente, FreeViewpoint Video. Quest'ultimo consiste in un filmato nel quale il punto di vista dell'osservatore può essere cambiato a sua discrezione, senza, quindi, che egli sia vincolato al o ai punti di vista propri delle telecamere che riprendono la scena. L'utente finale avrà, dunque, la possibilità di navigare liberamente all'interno dell'ambiente mentre l'azione registrata viene riprodotta.

Le applicazioni di questo tipo di sistemi trovano spazio in molteplici campi quali, per citarne alcuni, l'intrattenimento, la videosorveglianza, lo sport, la riabilitazione e la tele-medicina.

Per quanto concerne l'industria dell'intrattenimento, l'acquisizione della performance di alcuni attori è un'operazione ormai consueta per la generazione di contenuti CGI. Questi dati vengono infatti utilizzati per animare personaggi virtuali all'interno di film di animazione e videogiochi, oppure per aggiungere effetti speciali ai film di nuova generazione.

Nell'ambito della videosorveglianza, un flusso 3DVideo sostituisce facilmente il classico flusso video bidimensionale portando con sé un maggior numero di informazioni che sono, inoltre, essenziali per la precisione di quei sistemi che identificano automaticamente situazioni pericolose all'interno di ambienti controllati.

Se utilizzate in ambito sportivo, queste tecnologie hanno una valenza didattica: si pensi, infatti, alla possibilità di sovrapporre virtualmente il movimento effettuato da un principiante a quello corretto dell'istruttore. Lo studente può, in questo modo, comprendere rapidamente gli errori commessi.

Il sistema di acquisizione realizzato prevede che questa si svolga in due stadi separati. Durante il primo stadio, ciascun attore viene invitato a posizionarsi su di una piattaforma e ad assumere una posa simile a quella dell'uomo vitruviano. Il sistema, quindi, provvede ad acquisire delle foto attorno allo stesso.

Un software di modellazione 3D passiva, realizzato durante la mia tesi di laurea e completato durante il primo anno di dottorato, viene utilizzato per acquisire la forma e il colore del soggetto in quella specifica posa (per acquisizione del colore si intenda l'acquisizione delle proprietà di riflettanza della superficie del soggetto).

Gli attori vengono quindi fatti entrare all'interno di una seconda stanza equipaggiata di quattro telecamere che registreranno le loro azioni. Il sistema provvederà a stimare il movimento di ognuno di loro e degli oggetti presenti nella stanza.

Andremo ora a descrivere in modo più dettagliato i sistemi appena menzionati.

Sistema N.1:

Durante il primo stadio, viene utilizzato un sistema di acquisizione passiva di forma e colore di soggetti umani. In gergo questi sistemi vengono chiamati Body Scanner.

Quelli posti in commercio, oltre ad essere molto costosi (dell'ordine di centinaia di migliaia di euro), sono di tipo attivo e, di norma, non acquisiscono le proprietà di riflettanza della superficie. In genere si compongono di uno o più laser che, puntati verso il soggetto, aiutano il sistema nella procedura di triangolazione. Questo tipo di approccio (attivo), oltre ad interagire con il soggetto tramite irraggiamento, obbligandolo, pertanto, a tenere gli occhi chiusi per evitare danneggiamenti alla retina, ricostruisce solo la geometria del soggetto, tralasciandone il colore.

Sistemi di tipo passivo, invece, sono stati realizzati solo a livello di ricerca, senza, però, ottenere una precisione paragonabile ai quelli di cui sopra.

Il nostro sistema propone una soluzione passiva ed economica al fine di acquisire simultaneamente forma e colore. Il suo costo non supera i due mila euro, somma di gran lunga inferiore a quella necessaria per l'acquisto di un sistema attivo reperibile oggi sul mercato. Inoltre, differentemente da quanto precedentemente realizzato in ambito di ricerca, questo sistema offre risultati paragonabili a quelli ottenibili con un sistema attivo. L'errore medio è infatti inferiore al 0.6% dell'intero modello.

I modelli ottenuti contano più di 500 mila facce e le relative tessiture hanno risoluzioni pari a 6000x4000 pixels. La figura 1 mostra, a sinistra, il nostro Body Scanner durante un'acquisizione mentre, a destra, è rappresentato il modello 3D ottenuto.



Figura 1. (Sinistra) Body Scanner, (Destra) modello 3D ottenuto.

Il software di modellazione di forma e colore è stato realizzato durante la mia tesi di laurea e completato durante il primo anno di dottorato. L'hardware del sistema invece, è stato sviluppato con l'aiuto del laboratorio di mecatronica durante il mio secondo anno di dottorato.

Si prevede di pubblicare i risultati ottenuti da questo Body Scanner in una conferenza internazionale di fotogrammetria.

Sistema N.2:

Il secondo sistema, denominato "stanza blu", consiste in un vero e proprio studio di registrazione, dotato di quattro telecamere ad alta risoluzione (1034x778x21fps) sincronizzate e calibrate. Le pareti sono rivestite di tessuto blu, cosa che, com'è noto, permette una facile estrazione delle silhouette dei soggetti in movimento (vedi figura 2).



Figura 1: Studio di registrazione 3DVideo.



Il software di stima del moto è in grado di stimare la posa di ogni soggetto e oggetto all'interno della stanza dai soli flussi video acquisiti. In particolare, il sistema in questione è di tipo markerless ovvero, a differenza di altri metodi passivi, non necessita dell'applicazione di speciali "marker" sul corpo di ogni attore.

Questo problema prende il nome di "multiview 3D pose estimation" ed è attualmente un argomento largamente discusso all'interno della comunità di Computer Vision, come dimostrato dagli oltre quattrocento lavori pubblicati su questo tema, dal '98 ad oggi.

Questi, tuttavia, si focalizzano sulla stima del moto di un singolo attore alla volta, mentre i sistemi per più persone sono ancora molto imprecisi e non riescono a gestire le interazioni con altri oggetti presenti nell'ambiente. Inoltre, la maggior parte dei lavori utilizza un cospicuo numero di camere (16 o 32) mentre solo pochi ne utilizzano quattro aggirando il problema con la diminuzione dei gradi di libertà.

A differenza degli altri lavori, la soluzione da noi proposta è in grado di stimare simultaneamente e in modo accurato la posa di più persone. Inoltre, allo stesso modo, il sistema riesce a stimare il movimento degli oggetti con cui le persone interagiscono.

Questo è stato realizzato durante il secondo e terzo anno di dottorato. In particolare, durante quest'ultimo, il sistema è stato perfezionato e testato su oltre 120 animazioni con sei differenti attori. La figura 3 mostra un frame di un contenuto 3DVideo ottenuto.

Il lavoro è stato pubblicato al 3DPVT 2008 tenutosi ad Atlanta, ottenendo un largo consenso.

Durante l'ultimo anno di dottorato ho inoltre intrapreso una collaborazione con il gruppo di Marc Pollefeys all'ETH di Zurigo per la realizzazione di un sistema capace di generare contenuti 3DVideo in condizioni non controllate. Attualmente il sistema è in fase di sviluppo.



Figura 3. Frame di un contenuto 3DVideo ricostruito.



PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su libri

- L. Ballan, N. Brusco and G. M. Cortelazzo, "3D content creation by passive optical methods" in "3D ONLINE MULTIMEDIA AND GAMES: Processing, Visualization and Transmission", I. Cheng, G.M. Cortelazzo, A. Basu and S.K. Tripathi, World Scientific Publishing

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- L. Ballan and G. M. Cortelazzo, "*Marker-less motion capture of skinned models in a four camera set-up using optical flow and silhouettes*", 3DPVT 2008, Atlanta, GA, USA
- L. Ballan and G.M. Cortelazzo, "*Multimodal 3D Shape Recovery from Texture, Silhouette and Shadow Information*", 3DPVT 2006, Chapel Hill, USA
- L. Ballan, N. Brusco and G. M. Cortelazzo, "*Efficient 3D Modeling Of Sculptures From Photographs*", EVA 2006, Florence, Italy
- L. Ballan, N. Brusco and G. M. Cortelazzo, "*3D Passive Shape Recovery From Texture And Silhouette Information*", VIPS, Verona, Italy
- L. Ballan, N. Brusco and G. M. Cortelazzo, "*3D Passive Shape Recovery from Texture and Silhouette Information*", 2nd IEE European conference on visual media production, CVMP, November 2005 London, UK
- N. Brusco, L. Ballan and G. M. Cortelazzo, "*Passive reconstruction of high quality textured 3D models of works of art*", 6th international symposium on virtual reality, archeology and cultural heritage, VAST, November 2005 Pisa, Italy

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Luca Ballan 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.



**Università degli Studi
di Padova**

**Scuola di Dottorato di Ricerca in
Ingegneria dell'informazione**

**Dipartimento di
Ingegneria dell'Informazione**



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Giovanni Ciriello** nell'ambito del XXI ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Ingegneria Informatica ed Elettronica Industriali.

Negli anni accademici 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 il dottor Giovanni Ciriello ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXI ciclo, Indirizzo Ingegneria Informatica ed Elettronica Industriali.

ATTIVITA' DI FORMAZIONE

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

Primo anno

Applied Linear Algebra (prof. T. Damm)

Renewal and Semi-Markov Random Processes and their Application to Network Protocol Analysis (prof. M. Zorzi)

Secondo anno

Applied Functional Analysis (prof. P. Ciatti)

Pattern Recognition and Machine Learning (prof. J. M. Rehg)

Corsi seguiti presso altre istituzioni:

Primo anno

Algorithms for bioinformatics and computational biology (prof. A. Apostolico)

Markov Chain Monte Carlo Methods (prof. E. Vigoda).

Partecipazione a scuole:

“Biological Networks: Evolution, Interaction and Computation”, Lipari International Summer School on BioInformatics and Computational Biology, Lipari Island, June, 2008

“Proteomes and Proteins”, a course jointly organized by The International School of Advanced BioMedicine and BioInformatics and by The Lipari International School for Computer Science Researchers, Lipari Island, July, 2006.

Altri seminari seguiti:

“Distinguished Lecture Series”, Dept. of Information Engineering, University of Padova, 2006-2007 2007-2008 2008-2009

“Distinguished Lecture Series in Systems Biology”, GeorgiaTech, Atlanta GA, US

– Marc Vidal, Harvard Medical School: Interactome Networks (November 27, 2007)

– Michael Levitt, Stanford University School of Medicine: Mesoscale Modeling of Protein Nanomachines (December 4, 2007)



“Robotics & Intelligent Machines Seminar Series”, GeorgiaTech, Atlanta GA, US.

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

“Fifth IEEE International Workshop on High Performance Computational Biology”, HiCOMB 2006 is held in conjunction with the IEEE International Parallel and Distributed Processing Symposium, April 2006, Rhodes Island, Greece.

“RECOMB 2006: The Tenth Annual International Conference on Research in Computational Molecular Biology”, April, 2006, Venice, Italy.

“DIMACS - Georgia Tech Workshop on Complex Networks and their Applications”, GeorgiaTech, January, 2007, Atlanta (GA), US.

Periodi di Attività all'Estero

Research Scholar in Bioinformatics Sep. 2007 - Dec. 2007
College of Computing, Georgia Institute of Technology Atlanta, GA, USA

Research Scholar in Bioinformatics Aug. 2006 - Feb. 2007
College of Computing, Georgia Institute of Technology Atlanta, GA, USA

Riconoscimenti

IEEE CIS Travel Grants for the Lipari School 2006
EMBRACE Travel fellowship to attend the RECOMB 2006

Didattica Attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

“Reti di Calcolatori”, Prof.ssa C. Guerra, Didattica di supporto (corso in teledidattica), 2007-2008.
“Reti di Calcolatori”, Prof.ssa C. Guerra, Lezioni, 2006-2007.

ATTIVITA' DI RICERCA

Structural bioinformatics: geometric studies on proteins and RNA molecules

Molecole complesse, come proteine e ribosomi, possono essere efficientemente modellati attraverso tecniche di computer vision. La mia ricerca si focalizza nell'identificazione e caratterizzazione geometrica nello spazio 3D di motivi strutturali in RNA ribosomiale e siti di interazione proteina-RNA.

RNA Motifs

Sono motivi strutturali, sotto-strutture ricorrenti presentanti conformazioni spaziali simili. Esempi tipici delle molecole di RNA sono tetraloop e kink-turn. Motivi dell'RNA costituiscono i mattoni fondamentali dell'architettura della molecola, la quale è gerarchicamente composta di questi moduli a livello di



struttura secondaria e terziaria. Inoltre questi motivi sono coinvolti nei processi di folding della molecola favorendo l'accoppiamento delle basi (interazioni secondarie) ed interazioni remote (interazioni terziarie). Per identificare questi motivi strutturali sono state ampiamente utilizzati metodi computazionali. Uno studio da me condotto della letteratura corrente ha rivelato un trend interessante:

Quando si ricercano motivi strutturali in molecole complesse, quali il ribosoma, un basso livello di risoluzione è da preferire ad uno più fine.

La caratterizzazione e scoperta di motivi dell'RNA nello spazio tridimensionale è stato ancora poco studiato, essendo la maggior parte dei lavori ad oggi pubblicati concentrati su motivi di struttura secondaria.

Nella direzione dettata dal trend sopra descritto, ho visto il bisogno per un metodo in grado di riconoscere motivi ricorrenti senza imporre vincoli troppo stringenti ne sulla sequenza nucleotidica, pochi motivi condividono una sequenza di consenso, ne sulla struttura geometrica. Quest'obiettivo è stato raggiunto con una soluzione algoritmica efficiente ed efficace che considera i motivi come oggetti tridimensionali, i quali vengono caratterizzati e confrontati attraverso ad hoc shape histogram. La validità del metodo, sia in termini di correttezza dei risultati che in termini di efficienza computazionale, è stata dimostrata attraverso lo studio della più complessa molecola di RNA: il ribosomi. Nello specifico il nostro studio riguarda la struttura tridimensionale della subunità principale dell'organismo *Haloarcula marismortui* (HM 23S).

Studi geometrici di queste strutture ricorrenti sono fondamentali verso la predizione di strutture 3D complete di queste molecole.

Protein-RNA Interactions

In questo momento sto lavorando allo studio delle interazioni proteina-RNA. Questi siti di interazione vengono caratterizzati attraverso le loro superfici di contatto, piuttosto che rispetto a specifiche interazioni atomo-atomo. Quest'analisi rivela un ruolo rilevante dei motivi strutturali quali siti di riconoscimento per le proteine ribosomiale che non è ancora stato esplorato dalla letteratura corrente.

La mia ricerca a sin qui rivelato la presenza di conformazioni caratteristiche per l'interazione dei bulge tipici di kink-turn, e-loop ed internal loop in generale. Per questi motivi oltre a fornire una semplice caratterizzazione geometrica, ho sviluppato un metodo per la ricerca di questi siti su superfici proteiche. Tale a metodo è al momento basato su fingerprint geometriche determinate sperimentalmente ed è ancora una volta testato sul ribosoma HM 23S.

Inoltre uno studio approfondito fatto sui siti di interazione con i tetraloop sta rivelando tendenze a specifiche interazioni di tipo polare con il gruppo fosfato e lo zucchero (la backbone) di questo motivo. Caratterizzazioni geometriche di questi siti di interazione possono aiutare a comprendere i meccanismi di interazione proteina-RNA all'interno del ribosomi, e quindi il ruolo di queste proteine ribosomiale sia di stabilizzatori, glue, della molecola, che di promotori del folding.

Graph algorithms & Network science

Le reti emergono come rappresentazione naturale di dati provenienti da molti ambiti scientifici (biologia molecolare, informatica, scienze sociali, etc.). La teoria dei grafi e gli algoritmi che da questa nascono



forniscono l'ambiente migliore per comprendere il complesso sistema di interazioni all'interno di una rete. La mia ricerca si è focalizzata sullo studio topologico di reti, con particolare attenzione alla scoperta e classificazione di pattern di interconnessione significativamente frequenti, chiamati motivi di rete o *network motifs*. Ho studiato il problema della scoperta di motivi di rete in reti biologiche, più precisamente reti di interazione proteina-proteina (PPI) e reti di trascrizione genica (TRI).

La letteratura corrente in system biology ha dimostrato come i meccanismi interni alla cellula possono essere compresi solo come il risultato di interazioni complesse tra sue componenti fondamentali: proteine, RNA, DNA. I motivi di rete sono risultati essere componenti fondamentali delle reti biologiche, in grado di spiegare questi meccanismi. A causa delle grandi dimensioni di queste reti ed alle difficoltà matematiche poste da strutture complesse quali i grafi, questo problema è stato studiato o per piccoli motivi, o imponendo vincoli stringenti sulla struttura e frequenza di questi motivi (sottogafi senza overlap, sampling di sottogafi, etc.). Inoltre svariati modelli di grafi random sono stati proposti per modellizzare le reti biologiche. Fino a quando non si proverà un unico modello essere in grado di catturare le proprietà fondamentali delle reti, la significatività della frequenza dei motivi non potrà essere stabilita in modo univoco.

Inizialmente ho condotto uno studio dei metodi esistenti distinguendo opportunamente le diverse definizioni di frequenza adottata. I motivi possono essere infatti conteggiati consentendo 1) nessun overlap, 2) overlap di nodi, 3) overlap arbitrari di nodi e archi. Infatti la condizione 3) fa sì che la frequenza non sia chiusa all'aumentare della dimensione del sottografo in termini di numero di nodi che compongono il sottografo. Questo significa che un sottografo di dimensione k può essere più frequente dei sottogafi di taglia $k-1$ in esso contenuti. Questo comporta da un lato l'impossibilità di utilizzare tecniche *a priori* nella ricerca dei motivi, dall'altro il crescere in modo esponenziale del numero dei sottogafi distinti in una rete al crescere della dimensione del sottografo.

Il mio lavoro si è poi focalizzato su una rappresentazione compatta dei sottogafi basata sulla ricorrenza di sottogafi più piccoli in essi contenuti. Attraverso questa rappresentazione ho sviluppato un metodo per l'estrazione e classificazione di motivi di rete consentendo overlap arbitrari (caso 3). La significatività delle frequenze dei motivi è stata stabilita utilizzando il modello scale-free e preservando la distribuzione di grado dei nodi. Il metodo è correntemente in fase di test.

Recentemente ho iniziato a lavorare alla struttura gerarchica delle reti TRI. Vi sono osservazioni infatti che suggeriscono una struttura a strati assemblata in modo gerarchico attraverso i motivi ricorrenti della rete stessa. Provare l'esistenza di questa struttura e la sua identificazione aiuterà a comprendere i complessi percorsi di attivazione-repressione propri di queste reti.

Titolo definitivo Tesi

"Structural studies of the ribosome: rRNA building blocks characterization and interactions analysis"

Supervisore: Prof.ssa Concettina Guerra

PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale



G. Ciriello* & C. Guerra (2008). A Review On Models and Algorithms for Motif Discovery in Protein-Protein Interaction Networks, Briefings in Functional Genomics and Proteomics, doi:10.1093/bfgp/eln015.

G. Ciriello, M. Comin & C. Guerra (2007). Algorithmic Re-Structuring and Data Replication for Protein Structure Comparison on a GRID, Future Generation Computer System, 23, 391-397

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

G. Ciriello, M. Comin & C. Guerra (2006) Application Re-Structuring and Data Management on a GRID Environment: a Case Study for Bioinformatics, Proceedings of IEEE International Workshop on High Performance Computational Biology, IPDPS.

G. Ciriello & M. Comin (2006) High-Performance Protein Structure Comparison, Proceedings of the Tenth Annual International Conference on Research in Computational Molecular Biology (abstract), RECOMB.

Lavori accettati in corso di pubblicazione

A. Apostolico, G. Ciriello*, C. Guerra, C.E. Heitsch, C. Hsiao & L.D. Williams (2009). Finding 3D Motifs in Ribosomal RNA Structures, Nucleic Acid Research, (to be published).

A. Apostolico, G. Ciriello*, C. Guerra & C.E. Heitsch (2009) Discovering 3D motifs in RNA, book chapter in Biological Data Mining, Chapman & Hall/CRC Press, (to be published).

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Giovanni Ciriello 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.

* Corresponding Author



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Francesca Danesin** nell'ambito del XXI ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo in Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni

Negli anni accademici 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 la dott.ssa Francesca Danesin ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXI ciclo, Indirizzo in Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni

Parte 1 Didattica

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

Primo anno

Applied Linear Algebra, Docente: T.Damm

Innovative device concepts in Electronics, Docente: A.Cester

Effects of Ionizing Radiation on Electronic Components, Docente: A.Paccagnella

Applied Functional Analysis, Docente: P.Ciatti

Electrostatic Discharge in Integrated Circuits, Docente: G.Meneghesso

Secondo anno

Physical Model for the numerical simulation of semiconductor devices, Docente: G.Verzellesi

Altri seminari seguiti:

Intelligent Sensor Networks: the role of messaging middleware for end-to end business solutions, relatore Dr. Pierre R. Chevillat

Approach to Data Mining from an Algorithms Perspective, relatore Takeaki Uno

The Hiring Problem and the Stochastic Performance of "Lake Wobegon" Strategies, relatore Prof. Eli Upfal

Sistemi di comunicazione di nuova generazione: quantità, qualità dell'informazione, misure e interventi., relatore Ing. Edoardo Rizzi

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

"14th International Workshop on Heterostructure Technology, HETECH 2005, Smolenice, Slovak Republic"

"17th European Symposium on Reliability of Electron Devices, Failure Physics and Analysis, ESREF 2006, Wuppertal, Germany",

"16th International Workshop on Heterostructure Technology, HETECH 2007, Frejus, France"

"32nd Workshop on Compound Semiconductor Devices and Integrated Circuits held in Europe, WOCSDICE 2007, Venice, Italy"

"19th European Symposium on Reliability of Electron Devices, Failure Physics and Analysis, ESREF 2008, Maastricht, The Netherlands"

Parte 2 Ricerca

Defence radar and communication systems as well as wireless communication systems have a drastic need for increased rf performance and particularly for high power, high efficiency, high linearity and low-cost monolithic amplifiers operating in the 1-40 GHz frequency range. Mainstream III-V solid-state



technology, mainly GaAs and more recently SiGe devices, and alternative solutions such as vacuum tubes, fall short of satisfying these requirements simultaneously. Therefore there is an increased interest in newer wide band-gap materials, which can potentially fulfil these requirements thanks to superior inherent material properties including high breakdown electric field, high electron mobility and saturation carrier velocity, and high thermal conductivity. The higher breakdown electric field allows operation at higher voltages, which means that for the same power level, much higher matching impedances, lower power recombination losses in multi-transistor amplifiers and better energy efficiencies at lower circuit complexity will be possible. The intrinsic high thermal stability of the material should allow operation at higher temperatures, requiring less stringent (and less expensive) thermal management solutions for the packaging of high power amplifiers. Also thanks to the very high power-density of GaN devices, there is a real necessity to evaluate the technology reliability and to explore packaging and heat sink solutions, which will provide optimum thermal management. During the past decade, GaN HEMT technology has attracted considerable interest and rapid and impressive progress has been made mainly in the US and Japan in the development of GaN materials and GaN-based processes and devices. In the last years, GaN HEMTs have been subject to various optimization processes, starting from the material properties, to the control of surface and buffer properties aimed at reducing transient phenomena, the “current collapse” problems and electrical degradation. A better control of short-channel effects, gate current, and degradation phenomena at high electric fields, together with the development of suitable structures for the management of the electric field (using T-shaped and Γ -shaped gates and field-plates) have lead to the progressive increase of the operation drain voltage from 12 to 24 and 48 V even if many issues remain open for there devices.

In my Ph.D thesis a study of long term reliability has been performed on AEC1148 wafer in order to study the influence of different bias point on HEMT degradation. Devices stressed in “ON-state” show a large degradation of the output I-V characteristics which is not reflected in other curves; we can attribute this phenomena to negative charge trapping generating a large reduction of the drain current at low VDS. Devices tested in “SEMI_ON state” show a strong degradation of the output I-V characteristics: large degradation of the Schottky gate contact, of the drain current and in the sub-threshold current. In this case generation of new traps is not the main degradation mechanisms. In “OFF-state” devices show a degradation that in general is intermediate between the one observed in the other two bias point. Short term stresses on AMS04 wafer show that in "ON-state" a dramatic decrease of drain current and transconductance is present. All devices developed gate-lag transient effects to various extents and a moderate increase in gate forward and reverse current was observed only in some devices. In "SEMI-ON" and "OFF-state" tests is always present a decrease in the maximum of transconductance; development of drain current transient effects during gate-lag experiments is frequently observed. Devices long and short term reliability is actually still an important issue to be solved.

After a thermal storage performed for 2000 hours at 300°C a new failure mechanism on GaN HEMTs has been identified. DC measurements have shown a slight degradation of the devices current value, no threshold voltage shift, but a severe degradation was identified in pulsed and low-frequency measurements. The main failure mode was an enhancement of trapping effects that took place on the device surface access regions, more precisely at the interface between the AlGaN layer and the SiN passivation. Failure analysis demonstrated that a loss of adhesion of the passivating layers was responsible for the observed trap reactivation. An improved passivation deposition process was then developed, including a surface cleaning procedure aimed to preventing passivation detaching. Devices fabricated using this new procedure have not shown any enhancement of trapping effects up to 500 hours of stress at 300°C.

The reverse-bias step stress experiments strongly suggest that the defectivity of the epitaxial material contributes to enhance reverse-bias degradation of GaN HEMTs; when a certain reverse voltage is reached, depending on defect density and energy position of deep levels, trap-assisted tunneling occurs,



focusing the current into specific areas, eventually resulting in permanent localized degradation, with further generation of deep levels. A different and gradual mechanism consists in the trapping of electrons at the surface of the gate-drain region, which increases parasitic resistances, reduces ID and gm and induces breakdown walkout.

The characterization of the breakdown properties of the GaN-based devices has eventually been analyzed. We have carried out the analysis of two terminal and three terminal breakdown properties. Breakdown voltages in some devices are strongly dependent on gate bias, whereas in other devices the breakdown is almost independent from the gate bias. Failure analysis revealed that two main failure mechanisms following the destructive breakdown characterization are present: GaN-lattice degradation (possibly related to a pre-existing crystal defect) and metal filamentation due to metal fusion. We have submitted the devices to Electrostatic Discharge evaluation using TLP and the HBM model. A strong capacitive coupling between the Drain, Gate, and Source terminals has been found to be responsible of the impaired reliability of the Gate-Source Schottky diode in the Drain-Source TLP stress. The scaling of the failure current with the device width, both for Drain and Gate stresses, has been also investigated. We observed a completely different failure mode in Gate-Source TLP stress involving Gate metal line fusion.

Titolo definitivo Tesi: "Stress, Overstress and Strain on AlGaIn/GaN HEMT"

Supervisore: Gaudenzio Meneghesso

Parte 3 Pubblicazioni

- 1) A. Sozza, C. Dua, N. Sarazin, E. Morvan, S.L. Delage, F. Rampazzo, A. Tazzoli, **F. Danesin**, G. Meneghesso, E. Zanoni, A. Curutchet, N. Malbert and N. Labat, "*Traps characterization in Si-doped GaN/AlGaIn/GaN HEMT on SiC by means of low frequency techniques*", HETECH 2005-14th International Workshop on Heterostructure Technology
- 2) A. Sozza, C. Dua, E. Morvan, M. A. di Forte-Poisson, S. Delage, F. Rampazzo, A. Tazzoli, **F. Danesin**, G. Meneghesso, E. Zanoni, A. Curutchet, N. Malbert, N. Labat, B. Grimber and J.-C. De Jaeger, "*Evidence of traps creation in GaN/AlGaIn/GaN HEMTs after a 3000 hour on-state and off-state hot electron stress*", Accepted at IEDM 2005, 2005 IEEE International Electron Devices Meeting – Washington, 5-7 December
- 3) **F. Danesin**, F. Zanon, S. Gerardin, F. Rampazzo, G. Meneghesso, E. Zanoni, A. Paccagnella, "*Degradation induced by 2-MeV Alpha Particles on AlGaIn/GaN High Electron Mobility Transistors*" Microelectronic Reliability, Vol. 46, n. 9-11, pp. 1750-1753
- 4) F. Zanon, **F. Danesin**, S. Gerardin, F. Rampazzo, G. Meneghesso, E. Zanoni, and A. Paccagnella, "*Impact of 2-MeV Alpha Irradiation on AlGaIn/GaN High Electron Mobility Transistors*", WOCSDICE 2006-30th Workshop on Compound Semiconductor Devices and Integrated Circuits held in Europe
- 5) F. Zanon, **F. Danesin**, G. Montanari, G. Meneghesso, and E. Zanoni "*Investigation on charge trapping phenomena leading to kink effect on AlGaIn/GaN HEMTs*", WOCSDICE 2007- 31th Workshop on Compound Semiconductor Devices and Integrated Circuits held in Europe
- 6) A. Tazzoli, **F. Danesin**, C. Ongaro, F. Rampazzo, F. Zanon, E. Zanon, and G. Meneghesso "*High Voltage Electrical Characterization of Field-Plate Gate HEMT Devices*" , HETECH 2007-16th European Workshop on Heterostructure Technology



- 7) M. Faqir, G. Verzellesi, F. Fantini, A. Cavallini, A. Castaldini, **F. Danesin**, G. Meneghesso, and E. Zononi “*Interpretation of Buffer-Trap Effects in AlGaIn-GaN HEMTs*”, HETECH 2007-16th European Workshop on Heterostructure Technology
- 8) A. Tazzoli, **F. Danesin**, E. Zononi, G. Meneghesso “*ESD Robustness of AlGaIn/GaN HEMT Devices*”, accepted for oral presentation at the 29th Electrical Overstress/Electrostatic Discharge Symposium Proc., EOS/ESD 2007.
- 9) M. Faqir, G. Verzellesi, F. Fantini, **F. Danesin**, F. Rampazzo, G. Meneghesso, E. Zononi, A. Cavallini, A. Castaldini, N. Labat, A. Touboul, C. Dua “*Characterization and Analysis of Trap-Related Effects in AlGaIn-GaN HEMTs*”, ESREF 2007
- 10) E. Zononi, G. Meneghesso, G. Verzellesi, **F. Danesin**, M. Meneghini, F. Rampazzo, A. Tazzoli, F. Zanon, “*A review of failure modes and mechanisms of GaN-based HEMT's*”, invited paper at the 2007 IEEE International Electron Device Meeting, IEDM 2007
- 11) G. Meneghesso, G. Verzellesi, **F. Danesin**, M. Meneghini, F. Rampazzo, A. Tazzoli, F. Zanon, E. Zononi, “*Degradation of GaN HEMT at high drain voltages*”, ISMOT 2008
- 12) **F. Danesin**, A. Tazzoli, F. Zanon, G. Meneghesso, E. Zononi, A. Cetronio, C. Lanzieri, S. Lavanga, M. Peroni, and P. Romanini “*Thermal Storage Effects on AlGaIn/GaN HEMT*”, Microelectronic Reliability, Vol. 48, n. 8-9, pp. 1361-1365
- 13) A. Tazzoli, F. Zanon, **F. Danesin**, E. Zononi, G. Meneghesso, “*Electrical Characterization and Reliability Study of HEMTs on Composite Substrates under High Electric Fields*”, Microelectronic Reliability, Vol. 48, n. 8-9, pp. 1361-1365
- 14) F. Zanon, **F. Danesin**, A. Tazzoli, G. Montanari, A. Chini, J. Thorpe, C. Gaquière, G. Meneghesso, and E. Zononi “*High power performances of GaN HEMT on SopSiC substrate*”, 32nd Workshop on Compound Semiconductor Devices and Integrated Circuits held in Europe, WOCS-DICE 2008
- 15) **F. Danesin**, A. Tazzoli, F. Zanon, G. Meneghesso, E. Zononi, A. Cetronio, C. Lanzieri, S. Lavanga, M. Peroni, and P. Romanini, “*Correlation between traps location and dispersion effects in AlGaIn/GaN HEMTs*”, HETECH 2008-17th European Workshop on Heterostructure Technology
- 16) F. Zanon, N. Ronchi, **F. Danesin**, P. Bove, R. Langer, J. Thorpe, A. Stocco, and G. Meneghesso “*An investigation of reliability on hybrid substrates GaN-HEMTs*”, HETECH 2008-17th European Heterostructure Technology Workshop
- 17) Meneghesso, G.; Verzellesi, G.; **Danesin, F.**; Rampazzo, F.; Zanon, F.; Tazzoli, A.; Meneghini, M.; Zononi, E. “*Reliability of GaN High-Electron-Mobility Transistors: State of the Art and Perspectives*”, IEEE Transactions on Device and Materials Reliability, Vol. 8, Issue 2, June 2008 Pages:332–343
- 18) Faqir, M.; Verzellesi, G.; Chini, A.; Fantini, F.; **Danesin, F.**; Meneghesso, G.; Zononi, E.; Dua, C., “*Mechanisms of RF Current Collapse in AlGaIn–GaN High Electron Mobility Transistors*”, IEEE Transactions on Device and Materials Reliability, Vol. 8, Issue 2, June 2008 Pages:240–247



19) F. Zanon, **F. Danesin**, A. Tazzoli, M. Meneghini, N. Ronchi, A. Chini, P. Bove, E. Zanoni, and G. Meneghesso “*Reliability aspects of GaN-HEMTs on composite substrates*”, invited paper at the 7th International Conference on Advanced Semiconductor Devices and Microsystems, ASDAM 2008

20) G. Meneghesso, **F. Danesin**, F. Rampazzo, F. Zanon, A. Tazzoli, M. Meneghini, and E. Zanoni “*Light emission in GaN HEMTs: a powerful characterization and reliability tool*”, invited paper at the International Workshop on Nitride semiconductor, IWN 2008

Lavori sottoposti

21) G. Verzellesi, M. Faqir, A. Chini, F. Fantini, G. Meneghesso, E. Zanoni, **F. Danesin**, F. Zanon, F. Rampazzo, F.A. Marino, A. Cavallini, A. Castaldini, "False Surface-Trap Signature Induced by Buffer Traps in AlGaIn-GaN HEMT", IRPS 2009

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato la dott.ssa Francesca Danesin 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.



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Paolo Denti** nell'ambito del XXI ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo in Bioingegneria.

Negli anni accademici 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 il dott. Paolo Denti ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXI ciclo, Indirizzo in Bioingegneria.

Parte 1. Didattica

Corsi seguiti:

- Applied Linear Algebra. *Instructor: Prof. Tobias Damm, University of Braunschweig*
- Isotopic tracers in Kinetic Studies. *Instructor: Prof.ssa Gianna Toffolo, DEI, University of Padova*
- Dose, Effect and Threshold. *Instructor: Prof. Andrea Trevisan, University of Padova*
- Applied functional analysis. *Instructor: Prof. Paolo Ciatti, Dept. Metodi e modelli matematici per le scienze applicate, University of Padova*
- Statistical Methods. *Instructor: Prof. Lorenzo Finesso, Istituto di Ingegneria Biomedica, ISIB-CNR, Padova*
- Identification Techniques. *Instructor: Prof. Alessandro Chiuso, DEI, University of Padova*
- Neuroingegneria. *Instructor: Prof.ssa Alessandra Bertoldo, University of Padova*

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi:

- XXV Scuola Nazionale Annuale di Bioingegneria: "Neuro-Robotica: Neuroscienze e robotica per lo sviluppo di macchine intelligenti", Bressanone, 25-29 Settembre 2006.
- XXVI Scuola Nazionale Annuale di Bioingegneria: "Genomica e proteomica computazionale", Bressanone, 24-28 Settembre 2007.

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi:

- "Computational mass spectrometry for protein identification", Claudio Garutti, DEI, Università di Padova, Italy, 8 giugno 2006
- "Biomedical model development in individuals and populations. From nonlinear regression to mixed effects models through case studies", Paolo Vicini, IEEE/EMBS Pre-Conference Workshop, New York City, NY, USA, 29 agosto 2006
- "Introduction to Population Analysis with the System for Population Kinetics", Paolo Vicini, Padova, Italy, 2-3 luglio 2007

Partecipazione a Conferenze Internazionali:

- 28th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 30 agosto – 4 settembre 2006, New York City, NY, USA



- 43rd Annual Meeting of the European Association for the Study of Diabetes, Amsterdam, Netherlands, 17-21 settembre 2007
- 17th Population Approach Group Europe Meeting, 18-20 giugno 2008, Marseille, France
- 30th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 20-24 agosto 2008, Vancouver BC, Canada

Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

- Gruppi di studio di Matematica I per ingegneria settore industriale AA 2006/2007: Esercitazioni in aula (20 ore)
- Gruppi di studio di Fisica I per ingegneria settore industriale AA 2006/2007: Esercitazioni in aula (10 ore)
- Gruppi di studio di Istituzioni di Matematica I per biologia e biologia molecolare AA 2007/2008: Esercitazioni in aula (30 ore)
- Corso di Modelli e Controllo di Sistemi Biologici 2 (Prof. Claudio Cobelli) AA 2007/2008 - Lezioni di laboratorio su population modeling e sul software SPK (8 ore)
- Corso di Modelli e Controllo di Sistemi Biologici (Prof. Claudio Cobelli) AA 2007/2008 - Lezioni di laboratorio su modelli di cinetica e sul software SAAMII (8 ore)

Permanenza all'estero:

7 dicembre 2007 - 31 dicembre 2008

Visiting Pre-Doctoral Scholar presso la Resource Facility for Population Kinetics, Department of Bioengineering, University of Washington, Seattle USA. Supervisore a Seattle, prof. Paolo Vicini

Come supporto alla mia attività di ricerca all'estero, mi è stata assegnata la Borsa Gini, Fondazione Ing. Aldo Gini, Padova.

Parte 2. Ricerca

Approccio di popolazione alla stima parametrica del modello minimo del glucosio

Specialmente quando la quantità e qualità dei dati sono scarse, può risultare difficile ottenere stime affidabili dei parametri fisiologici di un modello. Per ovviare a questo inconveniente si ricorre ad un approccio di popolazione, cioè si inserisce la stima dei parametri di ogni singolo soggetto all'interno di un framework più ampio, che tenga cioè in considerazione la distribuzione dei valori di ogni parametro all'interno di una popolazione di soggetti. I metodi a disposizione sono molteplici, ma non tutti presentano la stessa affidabilità e robustezza e pertanto non si è ancora affermata una vera e propria soluzione riconosciuta come standard. Tuttavia, i modelli non lineari ad effetti misti (NLMEM) hanno finora prodotto risultati molto promettenti e hanno cominciato a diffondersi ormai da tempo in studi di farmacocinetica e farmacodinamica (PK-PD). La loro applicazione a modelli fisiologici di tipo metabolico, invece, è ancora embrionale.

Durante il primo anno di attività di ricerca, i miei sforzi si sono focalizzati nell'apprendimento di questi metodi e la loro applicazione al modello minimo del glucosio per testarne gli effettivi vantaggi e saggiare quale metodologia risulta più adatta al problema in esame. Il metodo di riferimento è stato FOCE, che si è rivelato non solo il più adatto, ma anche il più versatile e robusto per vari livelli di scarsità e rumorosità dei dati. Grazie all'aiuto di dataset simulati e con diversi gradi di rumorosità e quantità dei campioni, è stato effettuato un rigoroso



confronto fra metodi e sono stati sondati vari setup del modello di popolazione. I risultati di questa analisi sono stati raccolti in un paper che e' stato inviato alle IEEE Transactions on Biomedical Engineering, e ha gia' ottenuto una prima review positiva.

Successivamente, ulteriori risultati con l'utilizzo di dati reali e una sampling schedule ridotta, sono stati presentati al meeting 2008 del Population Approach Group Europe, tenutosi a Marsiglia. Inoltre, una indipendente validazione dei risultati prodotti con le simulazioni e' stata ottenuta su dati reali utilizzando una metodologia di campionamento Monte Carlo, atta a testare la bonta' delle approssimazioni della Likelihood effettuate dai vari metodi di popolazione. I metodi di integrazione Monte Carlo permettono di stimare il valore della vera likelihood, senza effettuare le approssimazioni che caratterizzano i metodi quali i NMEMs. La likelihood viene calcolata nel punto di minimo fornito dai metodi e in due altre posizioni lungo ognuno dei parametri di popolazione. Questo permette non solo la valutazione dell'avvenuto raggiungimento del minimo, ma anche una quantificazione della precisione che caratterizza i vari parametri. Questa analisi ha prodotto i risultati che sono stati presentati al meeting 2008 della Engineering in Medicine and Biology Society, svoltosi a Vancouver BC.

Inoltre e' stata effettuata una analisi di correlazione per tenere conto, nel modello di popolazione, dell'effetto di variabili individuali quali peso, eta', sesso, glicemia e insulinemia basali, distribuzione del grasso corporeo. Tutti questi fattori, normalmente chiamati covariate nel gergo del population modeling, sono stati raccolti al momento dell'esperimento come potenzialmente rilevanti per spiegare le differenze nei valori dei parametri del modello minimo fra i diversi soggetti in esame. Una prima analisi di correlazione e' stata effettuata per restringere il pool di candidati, e poi i predittori piu' promettenti sono stati integrati in modelli di popolazione per confrontare quali effettivamente si rivelassero piu' efficaci. L'introduzione di queste covariate, infatti, serve per spiegare parte della variabilita' inter-individuale e rendere il modello piu' e piu' deterministico, aumentandone il potere predittivo. I risultati piu' interessanti, in linea con quanto trovato in letteratura riguardano la relazione riscontrata per la sensibilita' all'insulina, che risulta correlata con l'insulinemia basale, il tessuto adiposo viscerale e l'eta'. Simili covariate si sono rivelate significative come predittori anche di P2, il parametro che governa il ritardo dell'azione insulinica. Per entrambi questi parametri, l'introduzione delle covariate nel modello ha significato una significativa riduzione della variabilita' individuale non spiegata in maniera deterministica (da 70% a 45% per SI, da 51% a 40% per P2). Una pubblicazione su questi risultati e' in attesa di review da parte degli altri autori e verra' sottomessa a breve.

Per le analisi e' stato utilizzato il System for Population Kinetics (SPK), un software in via di sviluppo presso la Resource Facility for Population Kinetics (RFPK), University of Washington, Seattle, WA, USA. Parallelamente alla mia attivita' di ricerca, quindi, e' proseguito il testing del software SPK stesso, che, essendo ancora in fase di sviluppo, necessita di feedback e bug-reports.

Modello per la proliferazione delle beta-cellule pancreatiche

Nella lotta contro il diabete gioca un ruolo cruciale lo studio della proliferazione e degenerazione delle beta-cellule pancreatiche. Pertanto la creazione di un modello che spieghi questo fenomeno sarebbe un importante passo per comprendere le cause ed elaborare strategie per rallentare la degenerazione che si riscontra nei soggetti diabetici.

Lavorando su dati di pancreas di ratto raccolti presso la University of California Los Angeles, ho iniziato, in collaborazione con Erica Manesso, la creazione di un modello per la proliferazione delle beta cellule. Il progetto e' stato poi portato avanti da Erica presso la UCLA.

Disposition Index

Per poter stimare l'effettiva funzionalità del sistema metabolico glucosio-insulina di un individuo è necessario interpretare i dati di sensibilità insulinica alla luce di informazioni sulla secrezione dell'insulina stessa. Il paradigma del Disposition Index, proposto da Bergman et al. nel 1981, è un metodo per far questo. Esso assume che soggetti con la stessa efficienza del sistema di regolazione della glicemia, abbiano un valore simile del prodotto $DI = \xi \cdot \Phi$, dove ξ è un indice di sensibilità all'insulina e Φ un indice di secrezione dell'insulina. Per la proporzionalità inversa che si crea fra questi due indici, questa legge è stata denominata legge iperbolica. Più di recente è stata avanzata l'ipotesi che un modello più corretto possa essere rappresentato da $DI = \xi^\alpha \cdot \Phi$, introducendo così un parametro aggiuntivo, α , potenzialmente diverso da 1, che permette di modulare l'effettivo peso relativo di ognuno dei due indici nella definizione del Disposition Index.



In letteratura sono presenti molti studi mirati a definire quale paradigma sia il più adatto a spiegare la relazione fra sensibilità e secrezione dell'insulina, e l'approccio più comune per la soluzione del problema si basa sull'interpretare i dati di sensitività e secrezione come coordinate su di un piano cartesiano ed effettuare un fit. I metodi finora proposti in letteratura, comunque, utilizzano delle approssimazioni talvolta piuttosto grossolane per ottenere il fit, in quanto talvolta non considerano l'errore come presente su entrambi gli indici, o attuano delle trasformazioni sui dati per semplificare la procedura. Come primo passo, pertanto, ho messo a punto e testato su dati simulati un algoritmo che implementa il paradigma Total Least Squares (TLS), che considera cioè l'errore lungo tutte le direzioni e fitta una pseudo-iperbole sui dati, utilizzando come residuo per ogni punto la distanza minima con la curva. Questo algoritmo si è dimostrato più affidabile dei suoi concorrenti precedentemente proposti, ma tutti gli approcci legati che si basano su un fit si basano implicitamente sull'ipotesi che l'unica variabilità nei dati sia dovuta all'incertezza di stima dei parametri. Al contrario, è molto probabile che la variabilità abbia piuttosto una struttura gerarchica e che, cioè, oltre all'incertezza che affligge le stime dei parametri, ci sia anche una variabilità dovuta al fatto che ogni popolazione di soggetti, per quanto simili, è caratterizzata da differenze, anche significative nei valori del Disposition Index. Pertanto ho proposto un modello di popolazione che, operando delle assunzioni sulla distribuzione di probabilità per i parametri di sensitività e secrezione, analizza la matrice di covarianza congiunta dei due parametri per estrarre il valore di α e i valori di DI tipici della popolazione. Un pratico sviluppo di questo modello è l'integrazione del paradigma del DI direttamente nel processo di stima dei parametri di secrezione e sensitività.

Tesi di dottorato:

Titolo: NonLinear Mixed-Effects Modeling of glucose-insulin metabolism

Supervisore: Ch.mo Prof. Claudio Cobelli

Parte 3. Pubblicazioni

Denti P., Bertoldo A., Vicini P., Cobelli C., "Nonlinear Mixed Effects To Improve Glucose Minimal Model Parameter Estimation: A Simulation Study In Intensive and Sparse Sampling", IEEE Transactions on Biomedical Engineering [Positive first review].

Denti P.; Vicini P.; Bertoldo A.; Cobelli C., "Glucose Minimal Model population analysis: Likelihood function profiling via Monte Carlo sampling", Proceedings of IEEE EMBC 2008, pp. 4932-4935.

Denti P., Bertoldo A., Vicini P., Cobelli C., "Comparison of Different Population Analysis Approaches to the IVGTT Glucose Minimal Model", Proceeding of the PAGE 2008 conference, abstract 1412

Cobelli C., Toffolo G. M., Dalla Man C., Campioni M., Denti P., Caumo A., Butler P., Rizza R., "Assessment of beta-cell function in humans, simultaneously with insulin sensitivity and hepatic extraction, from intravenous and oral glucose tests", Am J Physiol Endocrinol Metab 2007, 293, E1-E15.

Denti P., Campioni M., Toffolo G. M., Rizza R., Cobelli C., "Is the disposition index law hyperbolic? Importance of the regression methodology", Book of Abstracts, EASD 2007, Amsterdam, Abstract 0602.

Denti P., Bertoldo A., Vicini P., Cobelli C., "Identification of IVGTT minimal glucose model by nonlinear mixed-effects approaches", Proceedings of IEEE EMBC 2006 pp 336-340.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Paolo Denti 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.



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Alessandro De Toni** nell'ambito del XXI ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni.

Negli anni accademici 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 il dottor Alessandro De Toni ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXI ciclo, Indirizzo Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni.

ATTIVITA' DI FORMAZIONE

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

Primo anno

- Applied Linear Algebra, Prof. T. Damm
- Effects of Ionizing Radiation on Electronic Components: From Space Applications to Sea Level Effects, Prof. A. Paccagnella

Secondo anno

- Applied Functional Analysis, Prof. P. Ciatti
- Electrostatic Discharge in Integrated Circuits, Prof. G. Meneghesso

Terzo anno

- Biosensor, Prof. S. Vassanelli

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

- Elettrochimica dei materiali nanostrutturati. Prof. A. Gennaro

Corsi seguiti presso altre istituzioni:

Bioelectronics, Prof Mailley – Università di Cagliari - Italia

Partecipazione a scuole:

“First Biointerface school”, Novembre 2007, Lecce - Italia

Altri seminari seguiti:

Principles and application of microfluidics in the life sciences - Edinburgh Conference Centre, Heriot-Watt University, Edinburgh, Scotland

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

- Aisem 2006
- Biosensors 2006
- Aisem 2007
- Lab On Chip 2007
- Aisem 2008
- Biosensors 2008
- Nanotech 2008
- Ulis 2008



ATTIVITA' DI RICERCA

L'attività di ricerca svolta durante i tre anni del dottorato in ingegneria dell'informazione, mi ha permesso di lavorare con profitto su tre differenti tematiche biosensoristiche e maturare così una competenza trasversale alle tre tecnologie analizzate.

Le tecnologie studiate in questi tre anni sono:

Dispositivi MEA multilayer per manipolazione cellulare:

- Studio di affidabilità del dispositivo
- Sviluppo di un protocollo di pulizia e degradazione chimica indotta.
- Sviluppo di un protocollo di misura per l'individuazione del materiale cellulare adesivo mediante sole misure elettriche
- Valutazione quantitativa del grado di accoppiamento del sistema elettrodo/cellula mediante sole misure elettriche.
- Modellizzazione elettrica a parametri concentrati del sistema elettrodo/cellula

Dispositivi FET per DNA-screening

- Caratterizzazione elettrica di dispositivi ISFET forniti da FBK-IRS Trento.
- Valutazione quantitativa dell'ibridazione di DNA non marcato con tecnologia ISFET
- Progettazione e sviluppo di un sistema EGFET per DNA-screening
- Caratterizzazione elettrica del dispositivo EGFET sviluppato.
- Sviluppo di un protocollo di deposizione per il DNA su piattaforma EGFET.
- Valutazione quantitativa dell'ibridazione di DNA non marcato con tecnologia EGFET.

Dispositivi Microfluidici/Elettronici

- Progettazione di architetture microelettroniche integrabili in strutture microfluidiche.
- Caratterizzazione elettrica dell'interfaccia microelettrodo/microcanale. (in corso)
- Modellizzazione dell'interfaccia microelettrodo/microflusso. (in corso)

Dispositivi MEA multilayer per manipolazione cellulare:

L'attività nell'ambito della biosensoristica per manipolazione cellulare si è concentrata principalmente sul dispositivo fornito da BioSiLab srl di Rovereto. Il dispositivo è un MEA (Multi Electrode Array) in tecnologia multilayer su base in silicio composto da 61 elettrodi in oro con diametri variabili tra i 15 e i 40 micron e dotato di 4 elettrodi d'oro di dimensioni maggiori utilizzabili come riferimento durante le misure elettriche. La distribuzione geometrica degli elettrodi sulla superficie del chip è ottimizzata per generare lo stesso campo elettrico attorno agli elettrodi.

Il dispositivo ha un film di nitrato di silicio come passivazione. Ed è fornito con un suo preciso packaging. La distribuzione geometrica degli elettrodi sulla superficie del chip è ottimizzata per generare lo stesso campo elettrico attorno agli elettrodi.

L'attività svolta presso la sede di Rovereto della società BioSiLab srl, ha avuto come primo obiettivo lo studio delle proprietà elettriche del dispositivo, analizzando in modo quantitativo i parametri di accuratezza, sensibilità e riproducibilità attraverso misure EIS (Electrochemical Impedance Spectroscopy) su un ampio spettro di frequenze.

L'attività svolta si è poi concentrata attorno alla progettazione e realizzazione di un sistema in grado di permettere l'analisi, la stimolazione e la manipolazione di una singola cellula.

Pertanto, utilizzando questo dispositivo microelettronico, con adeguatamente piccoli elettrodi e singolarmente indirizzabili, è stato possibile, mantenendo stabili le condizioni al contorno del sistema, operare con alta selettività su una o poche cellule, consentendo in tal modo lo studio delle interazioni cellula-cellula.



Il comportamento elettrico del sistema cellula-elettrodo è stato studiato mediante misurazioni EIS (Electrochemical Impedance Spectroscopy) con 10mV di ampiezza, 0V di bias, 500Hz - 500kHz range in frequenza, e un tempo di misurazione di 50 secondi per ogni elettrodo. Come elettrodo di riferimento abbiamo utilizzato un relativamente grande (0.8 mm^2) elettrodo d'oro integrato nel MEA.

L'obiettivo, postoci insieme al gruppo di fisiologia del prof. Vassanelli è stato quello di individuare un protocollo di misura ed analisi del segnale in grado per poter determinare, attraverso sole misure elettriche la presenza di una cellula sopra un elettrodo e valutarne, sempre solo con misure elettriche il grado di adesione.

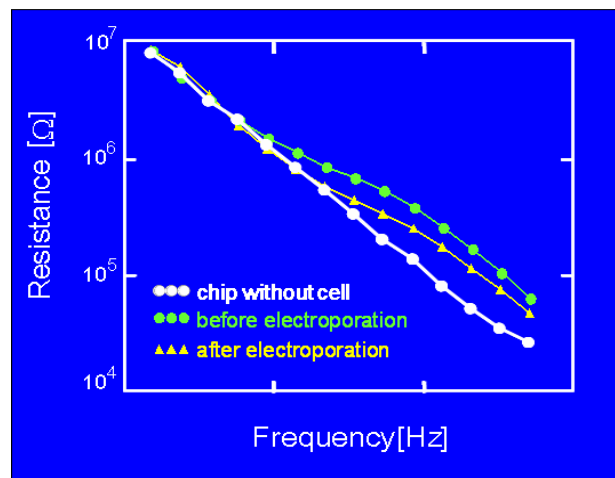
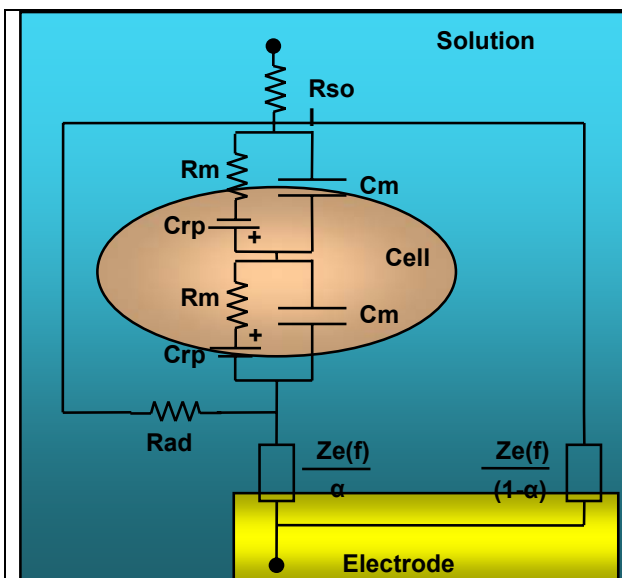
Il primo passo di questo studio è stata la caratterizzazione del comportamento del dispositivo all'interno di un ambiente biologico dentro il quale successivamente sarebbero state coltivate le cellule. Tale stato è indicato come stato "Fresh". Il dispositivo microelettronico è stato quindi caratterizzato mediante misure EIS utilizzando come soluzione elettrolitica della soluzione PBS a 37°C . Le stesse misure sono state successivamente ripetute dopo la cultura di cellule cresciute sulla superficie del chip, e come per lo stato fresh utilizzando del PBS a 37°C).

Sono stati utilizzati differenti protocolli di misura, ottenendo alla fine un protocollo stabile e con risultati ripetibili. Tale protocollo prevede una misura di impedenza ottenuta utilizzando la strumentazione solarton 1260 ed applicando un segnale di misura sinusoidale con ampiezza di 10 mV nel range di frequenza tra 50kHz e 100kHz, con bias nullo ed integration time di 0.5 secondi.

In base a tali risultati è stato possibile ottenere un modello elettrico a parametri concentrati in grado di descrivere il comportamento elettrico dell'interfaccia elettrodo/cellula durante lo stimolo necessario per l'elettroporazione della membrana cellulare.

Il modello elettrico proposto, e presentato qui a lato, è stato ottenuto grazie ad alcuni accorgimenti fondamentali per la modellizzazione del sistema elettrodo/cellula. In particolare:

- Presenza di un sottilissimo strato di molecole di soluzione interposte tra la superficie dell'elettrodo e la cellula stessa.
- Variazione locale dei parametri fisici ed elettrici nel film sottile di separazione.
- Suddivisione dell'impedenza elettrodo/soluzione in funzione del fattore di copertura da parte della cellula.
- Modello serie per la schematizzazione dell'impedenza della membrana cellulare.





Successivamente al sistema “elettrodo/cellula adesiva” è iniziata la caratterizzazione del più complesso sistema “elettrodo/substrato/neurone”. Poiché a differenza del caso della cellula adesiva il neurone non cresce spontaneamente sulla superficie del dispositivo è stato necessario precedentemente depositare sulla superficie un substrato idoneo alla crescita neuronale. Obiettivo di questi primi esperimenti è stato quello di monitorare il grado di copertura dei polimeri depositi sull'area attiva del dispositivo ottenuto durante protocolli standard di deposizione per substrati di coltura cellulare. Attualmente si stanno raccogliendo dati da deposizioni ripetute e da deposizioni ottenuti mediante piccole variazioni al protocollo. Il lavoro successivo sarà quello di modellizzare l'interfaccia “elettrodo/substrato”, fornendo una base matematica alla successiva modellizzazione del sistema completo. Tale lavoro è parte integrante del progetto di ateneo che dovrà essere svolto nei prossimi due anni di attività e per i quali è stato promosso un assegno di ricerca da parte dell'ateneo.

Dispositivi FET per DNA-screening

Il primo utilizzo dei dispositivi in esame è stato quello di valutare se, attraverso misure elettriche fosse possibile monitorare l'adesione di una sequenza di basi di DNA marcate con tioli per favorirne l'assorbimento sulla superficie degli elettrodi in oro.

I chip sono stati lavati con acido solforico, successivamente alla fase di pulizia i dispositivi sono stati ricaratterizzati in soluzione salina di NaCl 500mM. In fine, sui dispositivi, ripuliti e ricaratterizzati per confermare la stabilità degli elettrodi, è stato lasciato depositare una soluzione contenente filamenti di DNA marcato con tioli, fase nella quale il tiolo, legandosi solamente con l'oro della superficie ha fatto da ponte tra l'elettrodo e le basi di DNA adsorbite.

L'attività svolta con il gruppo del CRIBI dell'università di Padova, ha avuto come obiettivo lo studio dell'adesione di materiale biologico (DNA) su oro e sotto l'influsso di un campo elettrico polarizzante le eliche del filamento nucleico e del gruppo Tiolo legati insieme precedentemente.

I primi risultati, che hanno mostrato come si è riusciti a pilotare e accentuare il fenomeno di adesione sfruttando un campo elettrico, sono per ora solamente di tipo qualitativo.

Successivamente, in collaborazione con l'associazione CIVEN, si è osservato come la deposizione dei tioli con DNA si manifesti come un incremento significativo nella curva del modulo dell'impedenza.

È stato di grande interesse individuare una finestra in frequenza 100 Hz 1KHz il cui la variazione indotta dall'adesione del gruppo tiolo o tiolo+DNA risulta pressoché costante.

L'analisi della degradazione si è resa necessaria non tanto come conseguenza di uno stress elettrico indotto dalle misure, ma piuttosto da uno stress chimico-fisico a cui il dispositivo è sottoposto per il semplice fatto di dover operare in un ambiente acquoso e ad alta concentrazione di sali e proteine.

Il primo step è stato quello di ottenere mediante caratterizzazione elettrica un modello elettrico del dispositivo. La prima caratterizzazione è stata ottenuta attraverso una spettroscopia d'impedenza con protocollo: Frequency range: 10 Hz to 1MHz, Amplitude : 10 mV, Bias : 0 V, Configurazione a tre terminali vs reference Ag/AgCl saturo su un dispositivo con elettrodi di diametro 30 micron e passivazione in nitrato di silicio (Si3N4) fornito dalla Biosilab s.r.l.

Il comportamento elettrico degli elettrodi, evidenziato da queste caratterizzazioni, è principalmente di tipo capacitivo, coerente con quanto in letteratura per dispositivi analoghi.

Contemporaneamente alla modellizzazione sono state ripetute spettroscopie d'impedenza in successione sull'intera matrice per controllare se il comportamento degli elettrodi rimasse invariato all'aumentare del tempo di utilizzo oppure subisse variazioni.

Si è notato come il comportamento costante atteso dagli elettrodi era valido solo per un sottogruppo della matrice. Un secondo sottogruppo invece presentava un calo nel valore del modulo d'impedenza rispetto le prime misure, e un cambiamento in fase accentuato soprattutto a basse frequenze. Fenomeni dimostratisi crescenti al crescere dell'utilizzo del dispositivo.



Si è osservato che comportamento elettrico inizia a modificarsi dopo circa 3 ore e mezza dal momento in cui la matrice esposta viene ricoperta dalla soluzione elettrolitica. Possiamo in prima analisi concludere che con una lunga (>3 h.30m) esposizione della superficie del dispositivo alla soluzione acquosa il comportamento resistivo degli elettrodi in bassa frequenza incomincia ad essere preponderante rispetto a quello capacitivo. Il comportamento degli elettrodi incomincia ad essere quasi completamente resistivo già alla frequenza di 1KHz (le misure EIS sono condotte a partire dalle frequenze maggiori verso le minori), e si vede come il modulo curvi a tale frequenza a mantenga poi un valore costante, mentre la fase cala bruscamente verso la regione resistiva.

L'esposizione prolungata della superficie al contatto con la soluzione elettrochimica comporta una sempre maggiore importanza del fenomeno resistivo.

Questa osservazione, unita al fatto che la degradazione si evidenzia solo al progredire dei cicli di misura, e non si verifica invece se il chip viene conservato asciutto, ci induce a credere che il fenomeno a causa di tale comportamento sia da ricercarsi nel comportamento dello strato superficiale del chip a contatto con la soluzione, concentrando l'attenzione sulla passivazione in quanto la stabilità dell'oro in soluzione salina, ampiamente descritta in letteratura, esclude che il problema possa verificarsi all'interfaccia dell'elettrodo.

Dispositivi MicroFluidici/Elettronici

Il gruppo di microelettronica dell'università di Padova è risultato tra i vincitori, in collaborazione con altri gruppi dell'ateneo, del bando per finanziamenti alla ricerca della fondazione Cariparo 2007-2008. Il progetto premiato vede la reazione di un gruppo di riferimento internazionale, per quanto riguarda lo sviluppo e le tecnologie di produzione di dispositivi microfluidici. Di strategica importanza tra le competenze interdisciplinari che compongono il gruppo vi è il contributo apportato dalla tecnologia microelettronica in seno allo sviluppo di nuovi dispositivi.

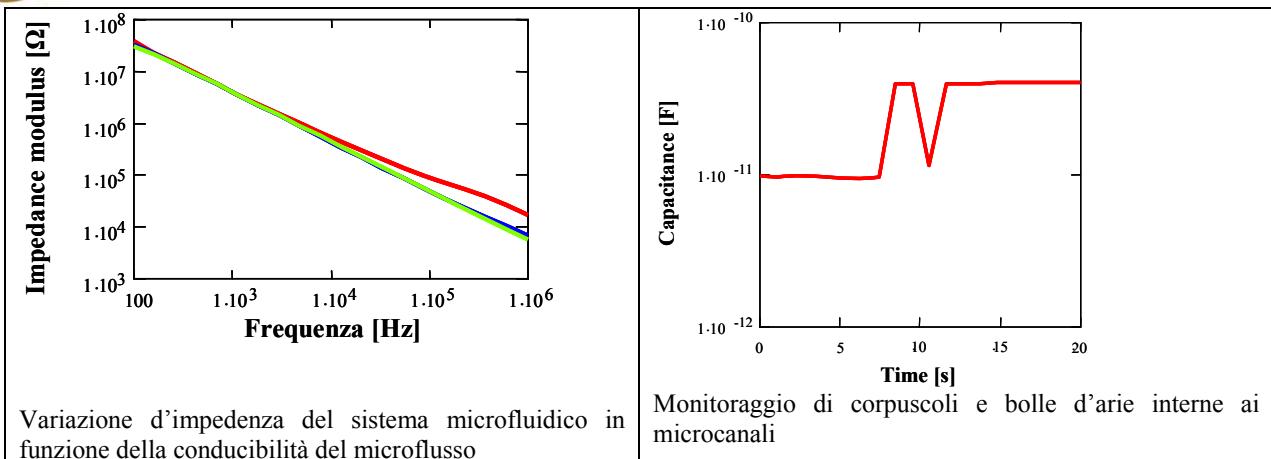
Non tanto in termini di architetture e di contatti, ma nella più grande possibilità di poter monitorare e controllare fenomeni fisico-chimici internamente ai microcanali mediante stimolazione con campi elettrici locali e variabili oppure mediante configurazioni di tensione e corrente.

In prima analisi, in questi ultimi 5 mesi di attività, sono stati sviluppati dei canali microfluidici con integrati una coppia di microelettrodi disposti parallelamente a contatto diretto con il fluido.

Misure preliminari hanno dimostrato come attraverso questa semplice struttura sia già possibile effettuare una prima analisi del contenuto del fluido mediante unicamente reazioni Redox oppure misure di spettroscopia d'impedenza elettrochimica.

Attualmente il lavoro si sta concentrando nel fornire, mediante i risultati ottenuti per indagine elettrica informazioni sulla qualità degli elettrodi depositi, offrendo quindi un valido feedback ai realizzatori del sistema.

Nei prossimi mesi sarà invece inizia una fase sperimentale di monitoraggio, sempre attraverso solo misure elettriche di particolato micrometrico disciolto nel flusso e contemporaneamente l'inizio di una modellizzazione delle varie differenti interfacce realizzabili in seno al dispositivo microfluidico stesso.



Titolo definitivo Tesi: “Sviluppo di nuovi dispositivi microelettronici per la rilevazione di molecole di interesse biologico e manipolazione cellulare”

Supervisore: Ch.mo Prof. Enrico Zanoni

Pubblicazioni

International Journals

L. Bandiera, G. Cellere, S. Cagnin, A. De Toni, E. Zanoni, G. Lanfranchi, L. Lorenzelli, “A fully electronic sensor for the measurement of cDNA hybridization kinetics”, *Biosensors and Bioelectronics*, 22(9-10), 15 April 2007, pp. 2108-2114.

G. Cellere, L. Bandiera, M. Borgo, A. De Toni, L. Santoni, A. Paccagnella, L. Lorenzelli, “A purely electronic method to measure transfection efficiency in a single-cell electroporation biochip”, *ECS Transactions* 6, (15), pp.1-11, 2007.

Conference Proceedings

L. Bandiera, G. Cellere, S. Cagnin, A. De Toni, A. Paccagnella, G. Lanfranchi, L. Lorenzelli, “A silicon nitride sensor for electrical detection of cDNA hybridization kinetic”, *Euroensors2005*, paper WPa56.

L. Bandiera, G. Cellere, A. De Toni, A. Paccagnella, S. Cagnin, G. Lanfranchi, L. Lorenzelli, “A Novel Sensor For Cdna Hybridization Kinetics”, *AISEM2006*, pp.63-64.

S. Cagnin, A. De Toni, L. Bandiera, G. Cellere, L. Lorenzelli, E. Zanoni, G. Lanfranchi, “A Microelectronic Biochip Array To Detect Absolute Gene Expression”, *Biosensors2006*, p.334.

S. Cagnin, A. De Toni, L. Bandiera, G. Cellere, L. Lorenzelli, E. Zanoni, G. Lanfranchi, “A Multi Electrode Array (MEA) To Quantify DNA or RNA Hybridization To Probes Linked To The Electrodes Surface”, *Biosensors2006*, p.335.

L. Bandiera, A. DeToni, G. Cellere, S. Cagnin, L. Lorenzelli, “A fully electronics sensor for the measurement of cDNA hybridization kinetics”, *Biosensors2006*, p.332.

A. DeToni, L. Bandiera, G. Cellere, E. Zanoni, L. Lorenzelli, “Modelling of a positive charged polypeptide adsorption onto gold microelectrode by capacitance-voltage measurements”, *Biosensors2006*, p.335.



G. Cellere, L. Bandiera, A. DeToni, E. Zanoni, L. Lorenzelli, "Characterization and Modelling of Au, TiN, Pt High Density Microelectrode Arrays for Cell Stimulation", *Biosensors2006*, p.67.

L. Bandiera, M. Borgo, G. Cellere, A. De Toni, L. Santoni, C. Bersani, and A. Paccagnella, "Electrical modeling of a biochip for genetic manipulation of single cells", *2006 IEEE International Electron Devices Meeting (IEDM)*, pp.723-726.

A. De Toni, L. Santoni, L. Bandiera, G. Cellere, M. Borgo, E. Zanoni, "Electrical detection of cell adhesion in a single-cell electroporation biochip", *AISEM2007*.

G. Cellere, A. De Toni, L. Bandiera, M. Borgo, L. Santoni, and A. Paccagnella, "A purely electronic method to measure transfection efficiency in a single-cell electroporation biochip", *Electrochemical Society Meeting Abstract #497, 2007 (2007)*.

L. Bandiera, M.Borgo, G. Cellere, A. De Toni, L. Santoni, M. Dal Maschio, S. Girardi, L. Lorenzelli, and A. Paccagnella, "Electrical measurement of adhesion and viability of living cells with a silicon chip" *2007 IEEE International Electron Devices Meeting (IEDM) Tech. Digest*, pp.855-858.

A. De Toni, L. Bandiera, M.Borgo, G.Cellere, L. Santoni, M. Dal Maschio, S. Girardi, L. Lorenzelli, A. Paccagnella, "Electrical detection and equivalent model of single cell over gold microelectrode biochip used for cell stimulation", *accepted for presentation at Biosensors2008*.

A. De Toni, G.Cellere, A. Paccagnella, L. Bandiera, M.Borgo, L. Santoni, M. Dal Maschio, S. Girardi, L. Lorenzelli, "Electrical detection and equivalent model of single cell over gold microelectrode biochip used for cell stimulation", *accepted for presentation at AISEM2008*.

G. Cellere, M. Borgo, A. De Toni, L. Bandiera, L. Santoni, L. Biondato, A. Paccagnella, L. Lorenzelli, "Using a cell manipulation biochip to investigate the adhesion characteristics of single mammalian cells", *Proceedings of ULIS2008*, pp. 183-185.

A. DeToni, R. Pierobon, A. Ferrario, K. Fincati, G. Cellere, A. Paccagnella, L. Lorenzelli, "Extended Gate FET for the detection of DNA interactions", *accepted for presentation at AISEM2008*.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Alessandro De Toni 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



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

Negli anni accademici 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 il dottor Andrea Facchinetti ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXI ciclo, Indirizzo Bioingegneria, come vincitore di una borsa finanziata dalla Fondazione CARIPARO: "Predizione on-line della glicemia da dati di monitoraggio continuo (CGM) con sensori minimamente invasivi per la prevenzione delle ipoglicemie".

Parte 1 Didattica

- Elenco dei corsi di dottorato

- "Applied Linear Algebra". Instructor: Prof. Damm
- "Isotopic tracers in Kinetic Studies". Instructor: Prof. Gianna Toffolo, DEI, University of Padova
- "Dose, Effect and Threshold". Instructor: Prof. Trevisan, University of Padova
- "Applied functional analysis". Instructor: Prof. Paolo Ciatti, Dept. Metodi e modelli matematici per le scienze applicate, University of Padova
- "Statistical Methods". Instructor: Prof. Finesso, University of Padova
- "Identification Techniques". Instructor: Prof. Chiuso, DEI, University of Padova
- "Neuroingegneria". Instructor: Prof. Bertoldo, University of Padova

- Elenco dei seminari

- "Computational mass spectrometry for protein identification" - Claudio Garutti,
- "Metodi MCMC (Catene Markoviane e metodo di Monte Carlo) per la ricostruzione di segnali biomedici" - Paolo Magni
- "Non invasive multichannel electromyography: applications in neurophysiology, ergonomics and gynecology" - Roberto Merletti
- "Cellular microenvironment engineering for the development of in vitro models of functional tissues and diseases" - Nicola Elvassore

- Elenco delle scuole di dottorato

- XXV Scuola Annuale di Bioingegneria, "NEURO-ROBOTICA: neuroscienze e robotica per lo sviluppo di macchine intelligenti", Bressanone (BZ, Italia), 25 - 29 Settembre 2006.
- XXVI Scuola Annuale di Bioingegneria, "GENOMICA E PROTEOMICA COMPUTAZIONALE", Bressanone (BZ, Italia), 24 - 28 Settembre 2007.
- XXVII Scuola Annuale di Bioingegneria, "SISTEMI INDOSSABILI INTELLIGENTI PER LA SALUTE E LA PROTEZIONE DELL'UOMO", Bressanone (BZ, Italia), 15 - 19 Settembre 2008

- Attività didattica di supporto

- Assistenza al laboratorio del corso di *Analisi di Dati Biologici* (Prof. G. Sparacino) per il corso di laurea specialistica in Bioingegneria, A.A. 2006/2007. 10 ore di laboratorio, 2 ore di lezione frontale.



- Assistenza al laboratorio del corso di *Informatica Sanitaria* (Prof. G. Sparacino) per il corso di laurea specialistica in Bioingegneria, A.A. 2007/2008. 10 ore di laboratorio.
- Assistenza al laboratorio del corso di *Elaborazione di Segnali Biologici* (Prof.ssa G.M. Toffolo) per il corso di laurea specialistica in Bioingegneria, A.A. 2007/2008. 22 ore di laboratorio.
- Assistenza al laboratorio del corso di *Analisi di Dati Biologici* (Prof. G. Sparacino) per il corso di laurea specialistica in Bioingegneria, A.A. 2007/2008. 10 ore di laboratorio, 2 ore di lezione frontale.
- Correlatore di 3 tesi di laurea (Laurea Specialistica in Bioingegneria).
- Attività di Tutor Junior (sportello studenti e gruppo studio Matematica A settore Informazione), A.A. 2006/07 e A.A. 2007/08.

- Partecipazioni a conferenze nazionali

- *I Congresso Nazionale di Bioingegneria*, Pisa (Italy), 3 – 5 Luglio 2008.

- Partecipazioni a conferenze internazionali

- *28th IEEE Engineering in Medicine and Biology Conference (EMBC)*, New York City (NY, USA), 30 Agosto - 4 Settembre 2006.
- *6th Diabetes Technology Meeting (DTM)*, Atlanta (GA, USA), 2 - 4 Novembre 2006.
- *7th Diabetes Technology Meeting (DTM)*, San Francisco (CA, USA), 25 - 27 Ottobre 2007.
- *27th Workshop of the AIDPIT Study Group, 2nd European Diabetes Technology and Transplantation Meeting (EuDTT)*, Igls (Austria), 27 – 29 Gennaio 2008.
- *8th Diabetes Technology Meeting (DTM)*, Bethesda (MD, USA), 13 - 15 Novembre 2008.

- Permanenze all'estero

- Giugno 2007: *Visiting Scholar* presso il Professor Boris Kovatchev (PhD, University of Virginia, Charlottesville, VI) nell'ambito di una collaborazione per lo sviluppo di algoritmi predittivi da applicare a dati CGM, che ha portato alla realizzazione di abstract (Breton et. al) presentato con poster al *7th Diabetes Technology Meeting (DTM)*, San Francisco (CA, USA), 25 - 27 Ottobre 2007.

Parte 2 Ricerca

- Indicazione dell'argomento della ricerca e la descrizione dell'attività svolta

Nei soggetti affetti da diabete la prevenzione di episodi di ipo/iperglicemia è essenziale per evitare complicanze a breve e lungo termine. Negli ultimi anni sono stati sviluppati diversi sensori che consentono di effettuare un monitoraggio in “continuo” del glucosio (CGM) per alcuni giorni consecutivi (7-14 gg), visualizzando in tempo reale il valore di glicemia misurato (ogni 1-5 minuti). Tuttavia, l'accuratezza nelle misurazioni dei dispositivi CGM, essenziale per non fornire al paziente informazioni errate, è ancora sotto studio e necessita di essere migliorata.

Grazie all'utilizzo di due dataset a disposizione (29 soggetti Menarini GlucoDay e 28 soggetti Abbott Navigator), durante questi tre anni ho potuto indagare su diversi aspetti riguardanti i dispositivi GCM:



- **Filtraggio dei dati.** Si è riscontrato che le serie temporali CGM presentano un elevato livello di rumorosità, che varia non solo da soggetto a soggetto utilizzando lo stesso dispositivo, ma anche all'interno di uno stesso monitoraggio. Perciò è stata sviluppata di una metodologia on-line in grado di filtrare il segnale CGM in maniera ottimale, che si adatta alle caratteristiche del rumore presente nelle misurazioni. La nuova metodologia è implementata tramite il Filtro di Kalman e la continua adattabilità è stata garantita mediante una procedura stocastica di stima dei parametri del filtro basata sul criterio di Maximum Likelihood. I risultati sia su studi di simulazione che su dati reali hanno evidenziato un netto miglioramento nella qualità del segnale rispetto a quanto ottenuto applicando le consuete tecniche di filtraggio non-stocastico utilizzate all'interno dei dispositivi CGM. Il lavoro svolto in questo ambito ha portato a presentare più lavori a congressi internazionali e alla sottomissione di due papers, uno specifico (sottomesso ad *IEEE TMBE*) ed uno di review (Sparacino et al., 2008). La metodologia è stata inoltre depositata presso l'ufficio brevetti (n° di brevetto MI2008A000837).
- **Calibrazione del dispositivo.** La calibrazione dei dispositivi CGM è essenziale per il loro corretto funzionamento. Infatti, i sensori CGM misurano una corrente elettrica proporzionale alla concentrazione di glucosio presente nel sito, e questo valore deve essere convertito in glicemia. Le tecniche di calibrazioni attualmente utilizzate non riescono a garantire sempre un corretto funzionamento del sensore. Per questo motivo si sta sviluppando una metodologia per la calibrazione, basata sul Filtro Esteso di Kalman, che tenga in considerazione tutti gli aspetti critici che le tecniche attuali non considerano. I primi incoraggianti risultati su dataset simulati sono stati presentati al 8th *Diabetes Technology Meeting (DTM)*..
- **Predizione del livello glicemico.** Le complicanze a breve e lungo termine dovute agli episodi di ipo/iperglicemia possono esse drammaticamente ridotte se si cerca di evitare tali episodi piuttosto che limitarsi ad identificarli. A tale scopo, durante questi tre anni di attività sono stati sviluppati e testati diversi algoritmi per la predizione del profilo glicemico, alcuni basati su modelli (polinomiali, autoregressivi), altri basati sulle reti neurali, con lo scopo di generare "allarmi" prima dell'effettivo verificarsi. Il principale risultato ottenuto è stata la pubblicazione di un paper (Sparacino et al., 2007) su rivista internazionale.
- **Ricostruzione della glicemia plasmatica.** I dispositivi CGM misurano un valore che è proporzionale alla glicemia presente nel fluido interstiziale. Diversi studi mostrano come la concentrazione di glucosio tra plasma e fluido interstiziale sia soggetta ad un ritardo fisiologico. La possibilità di ricostruire il valore plasmatico consentirebbe di guadagnare qualche minuto nella prevenzione di episodi critici. L'attività di ricerca ha riguardato la ricostruzione tramite deconvoluzione del profilo plasmatico di glucosio a partire da dati forniti dal sensore. Il risultato più importante è stata la pubblicazione di un paper (Facchinetti et al., 2007) su una rivista internazionale.

- Titolo tesi di dottorato

"On-Line Filtering Algorithms for Continuous Glucose Monitoring",
supervisore Prof. Claudio Cobelli



Parte 3 Pubblicazioni

Regular papers

1. **Facchinetti A.**, Sparacino G., Cobelli C.. On-Line Filtering of Continuous Glucose Monitoring Sensor Data. *Submitted to IEEE Trans Biomed Eng.* (2008)
2. Sparacino G., **Facchinetti A.**, Maran A., Cobelli C.. Continuous Glucose Monitoring Time Series and Hypo/Hyperglycemia Prevention: Requirements, Methods, Open Problems. *Current Diabetes Reviews.* vol.4(3), pp. 182-191 (2008)
3. Sawacha Z., Cristoferi G., Guarneri G., Corazza S., Donà G., Denti P., **Facchinetti A.**, Avogaro A., Cobelli C.. Multisegment Model For Assessing Diabetic Foot Kinematics. *Submitted to Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* (2008)
4. **Facchinetti A.**, Sparacino G., Zanderigo F., Cobelli C.. Reconstruction of Glucose in Plasma from Interstitial Fluid Continuous Glucose Monitoring Data: Role of Sensor Calibration. *J Diabetes Sci Technol.* vol. 1(5), pp. 617-623 (2007).
5. Sparacino G., Zanderigo F., Corazza S., Maran A., **Facchinetti A.**, Cobelli C.. Glucose concentration can be predicted ahead in time from continuous glucose monitoring sensor time-series. *IEEE Trans Biomed Eng.* vol. 54(5), pp. 931-937 (2007).

Proceedings

1. **Facchinetti A.**, Sparacino G., Cobelli C.. Real Time Adaptive Kalman Filtering for Continuous Glucose Monitoring Noise Removal. Book of Abstracts, 8th *Diabetes Technology Meeting (DTM)*, Bethesda (MD, USA), 13 - 15 Novembre 2008. (**Poster Presentation**)
2. **Facchinetti A.**, Cappellotto P., Sparacino G., Cobelli C.. A New Online Method for Improving Calibration of Continuous Glucose Monitoring Sensors. Book of Abstracts, 8th *Diabetes Technology Meeting (DTM)*, Bethesda (MD, USA), 13 - 15 Novembre 2008. (**Poster Presentation**)
3. **Facchinetti A.**, Sparacino G., Cobelli C.. On-Line Bayesian Filtering to Improve Continuous Glucose Monitoring Time-Series. Proceedings, 1st *Congresso Nazionale di Bioingegneria*, Pisa (Italy), 3 – 5 Luglio 2008. (**Poster Presentation**)
4. **Facchinetti A.**, Sparacino G., Cobelli C.. An On-Line Bayesian Filtering Approach to Deal With SNR Variability of CGM Data. Book of abstracts, 1st *International Conference on Advanced Technologies and Treatments for Diabetes (ATTD)*, Praga (Repubblica Ceca), 27 Febbraio – 1 Marzo 2008. (**Poster Presentation**)
5. **Facchinetti A.**, Baruzzo T., Vio E., Sparacino G., Cobelli C.. On-Line Time-Series Prediction Models for Continuous Glucose Monitoring (CGM) Data. Book of Abstracts, 7th *Diabetes Technology Meeting (DTM)*, San Francisco (CA, USA), 25 - 27 Ottobre 2007. (**Poster Presentation**)



6. **Facchinetti A.**, Sparacino G., Cobelli C.. Hypoglycaemia Prevention Using CGM Time-Series: Relative Performance of Different Prediction Methods. Book of Abstracts, *27th Workshop of the AIDPIT Study Group, 2nd European Diabetes Technology and Transplantation Meeting (EuDTT)*, Igls (Austria), 27 – 29 Gennaio 2008. (**Poster Presentation**)
7. **Facchinetti A.**, Vio E., Baruzzo T., Sparacino G., Cobelli C.. On-Line Noise Removal of Continuous Glucose Monitoring (CGM) Data: Comparison of Filtering Techniques. Book of Abstracts, *7th Diabetes Technology Meeting (DTM)*, San Francisco (CA, USA), 25 - 27 Ottobre 2007. (**Poster Presentation**)
8. Breton M., Kovatchev B., **Facchinetti A.**, Patek S., Cobelli C.. Adaptive Algorithm Predicting Hypoglycemia in Continuous Glucose Monitoring. Book of Abstracts, *7th Diabetes Technology Meeting (DTM)*, San Francisco (CA, USA), 25 - 27 Ottobre 2007. (**Poster Presentation**)
9. **Facchinetti A.**, Sparacino G., Zanderigo F., Cobelli C.. Reconstruction by Deconvolution Plasma from Continuous Glucose Monitoring Sensor Data, *Proceedings of 28th IEEE Engineering in Medicine and Biology Conference (EMBC)*, New York City (NY, USA), 30 Agosto - 4 Settembre 2006. (**Oral Presentation**)
10. **Facchinetti A.**, Sparacino G., Zanderigo F., Cobelli C.. Prediction of Glucose Concentration from CGM Data through AR Time-Series Models: Role of Sampling Frequency and Other Design Variables. Book of Abstracts, *6th Diabetes Technology Meeting (DTM)*, Atlanta (GA, USA), 2 – 4 Novembre 2006. (**Poster Presentation**)
11. Sawacha Z., Cristoferi G., Guarneri G., Corazza S., Donà G., **Facchinetti A.**, De Nard C., Sommovilla M., Zaccaria M., Avogaro, A., Cobelli C. A method for the simultaneous assessment of gait and posture. Book of Abstracts, *Siamoc 2005*, Tirrenia (Pisa). (**Poster Presentation**)

Brevetti

1. **Facchinetti A.**, Sparacino G., Cobelli C.. Metodo e dispositivo per il trattamento di dati di livello glicemico tramite filtraggio auto-adattativo, predizione del livello glicemico futuro e generazione di allarmi. MI2008A000837, Università degli Studi di Padova (2008)

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Andrea Facchinetti 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



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Martino Fornasa** nell'ambito del XXI ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Bioelettromagnetismo e compatibilità elettromagnetica.

Negli anni accademici 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 il dottor Martino Fornasa ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXI ciclo, Indirizzo Bioelettromagnetismo e compatibilità elettromagnetica.

ATTIVITA' DI FORMAZIONE

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

Primo anno

Applied Linear Algebra, Docente: T. Damm

Renewal and semi-Markov random processes and their application to network protocol analysis,
Docente: M. Zorzi

Introduction to computer graphics, Docente: A. Fusiello.

Applied functional analysis, Docente: P. Ciatti

Secondo anno

Basic and advanced topics in broadband wireless, Docente: A. Acampora

Effects of ionizing radiation on electronic components, Docente: A. Paccagnella

Partecipazione a scuole:

Scuola nazionale dei dottorati di ricerca in Ingegneria Informatica, settembre 2006. Corsi seguiti e valutati:

- *Agenti Mobili*, Docente: B. Di Martino
- *Tecniche e strumenti ad agenti per l'interoperabilità del software*, Docente: A. Poggi

Altri seminari seguiti (principali):

- *At the Forefront of Modern Telecommunications*, prof. Anthony Acampora, aprile 2007.
- *Quantum Information and the Forgetfulness of Nature*, Charles H. Bennett, ottobre 2007.
- *Which Kind of Information Can Music Convey?*, prof. Claudio Ambrosini, DEI Distinguished Lecturer Series, febbraio 2008.
- *La Rete Web Click*, prof. Filippo Menczer, marzo 2008.
- *Studies on Androids and Humanoids*, prof., Prof. Hiroshi Ishiguro, DEI Distinguished Lecturer Series, novembre 2008.

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

- *10th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation*, Catania, Italia, settembre 2005 (relatore).
- *VISIONS EU project meeting*, Genova, Italia, gennaio 2006 (relatore).
- *Transport Research Arena 2006*, Goteborg, Svezia, giugno 2006.



- *9th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems*, Toronto, Canada, settembre 2006 (relatore).
- *OPUCE EU project plenary meeting*, Elche, Spagna, aprile 2008.
- *67th IEEE Vehicular Technology Conference: VTC2008-Spring*, Singapore, maggio 2008 (relatore).
- *72nd IETF Meeting*, Dublin, Ireland, luglio 2008.

Didattica Attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

- Supervisione tesi: Antonio Rigon, *Security support for Web Services provisioning in vehicular embedded services*, marzo 2006.
- “*Sistemi di elaborazione 1 A*”, Facoltà di statistica, prof. Nicola Zingirian, 20 ore, didattica integrativa, laboratorio di programmazione in linguaggio C, a.a. 2008/2009.
- “*Sistemi di elaborazione 1 B*”, Facoltà di statistica, prof. Massimo Maresca, 20 ore, didattica integrativa, laboratorio di programmazione in linguaggio C, a.a. 2008/2009.

ATTIVITÀ DI RICERCA

1) Service Oriented Architecture in ambito veicolare

Il tema di ricerca è inserito nel progetto europeo VISIONS, finalizzato alla creazione di un sistema informativo integrato tra veicoli in movimento e infrastrutture di terra (compagnie di trasporto, amministrazioni di strutture stradali, forze dell'ordine) e a studiarne la fattibilità tramite studi prototipali. Un sistema integrato, in grado cioè di combinare le informazioni riguardanti le infrastrutture stradali, i documenti e i dati diagnostici di bordo dei veicoli, può portare a un incremento del livello di sicurezza, qualità ed efficienza del trasporto.

Contributi:

1. *Realizzazione di una unità di bordo basata su tecnologia embedded x86, che implementa un sistema di ispezione remota dei dati diagnostici del veicolo basato su Web Services.* Tale sistema è stato testato con successo su strada e all'interno del tunnel del Monte Bianco [1, 3, 5].
2. *Caratterizzazione della copertura applicativa del sistema VISIONS sia all'aria aperta sia all'interno del tunnel* [1, 3]. I risultati della copertura applicativa all'interno del tunnel tengono conto delle tempistiche di handover tra più access point consecutivi e dimostrano che sarebbe possibile ottenere una copertura dell'intero tunnel posizionando un access point ogni 250 m.

2) Individuazione delle caratteristiche di latenza delle connessioni IP su GPRS su veicoli in movimento

La grande diffusione del GPRS (General Packet Radio Service) rende tale tecnologia di trasmissione dati su scala geografica il candidato ideale per la telemetria remota di mezzi stradali, rendendo possibile una implementazione relativamente poco dispendiosa di sistemi di fleet management (gestione della flotta di veicoli), supply chain management (approccio integrato al processo di logistica) e monitoraggio delle merci pericolose (trasporto di prodotti chimici, carburanti, ecc.).

I servizi di telemetria di mezzi in movimento si basano generalmente su messaggi di stato inviati dai mezzi su strada ad un server centrale, e sono caratterizzati dalle seguenti specifiche di massima:

- Tempo di generazione dei messaggi di qualche decina di secondi (es. da 20 a 60 secondi).
- Payload relativamente piccoli (ad esempio 50-100 bytes) contenenti le coordinate e la velocità ottenute da un ricevitore GPS e dei dati provenienti dalla sensoristica di bordo.



- Requisiti di bassa latenza nella trasmissione del messaggio al server (applicazioni realtime, allarmistica).
- Requisiti di costo critici.

Considerati tali requisiti, i sistemi di telemetria di mezzi in movimento su scala geografica vengono generalmente implementati con un semplice protocollo di tipo stop-and-wait basato su UDP/IP. Anche in questo semplice protocollo la caratterizzazione della latenza rappresenta un punto cruciale allo scopo di regolare il timeout di ritrasmissione per mantenere un overhead di ritrasmissione basso e un tempo di consegna del messaggio basso.

Contributi:

1. *Studio sperimentale su larga scala teso a quantificare le caratteristiche di latenza delle connessioni IP su GPRS effettuate da mezzi in movimento su scala geografica.* Lo studio è stato svolto su 49 terminali veicolari per un periodo di 110 giorni, per un totale di circa 125.000 pacchetti UDP ricevuti dai terminali. La campagna di misure ha reso possibile ottenere la distribuzione dei tempi di uplink dei pacchetti UDP su rete GPRS, anche in funzione della velocità del mezzo [2].
2. *Individuazione di un protocollo di telemetria remota basato sul meccanismo stop-and-wait dipendente dalla velocità del mezzo.* I dati relativi alla latenza in uplink raccolti nello studio sperimentale hanno permesso di valutare quantitativamente l'efficienza del protocollo stop-and-wait adottato nel sistema di telemetria preso in esame e di ricavare una variante dello stesso protocollo che migliori le performance utilizzando la conoscenza della velocità del mezzo ottenuta tramite il ricevitore GPS [2].

3) Stima passiva della banda di accesso a Internet

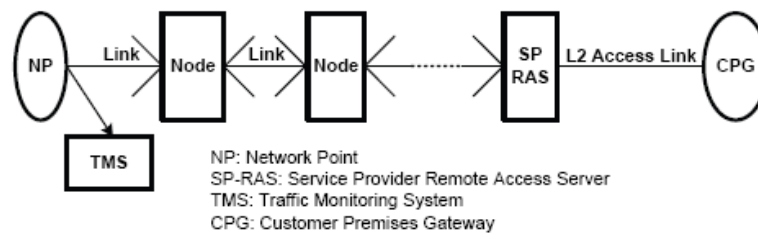
L'utente di una linea di accesso ad Internet (ad es. l'utente di una ADSL) è sensibile alla qualità del servizio. La qualità del servizio percepita dall'utente è determinata da vari aspetti, tra cui la banda disponibile; il lavoro di ricerca si è concentrato su tale aspetto, mirando a fornire un modello e degli strumenti atti a stimare in maniera passiva la banda di accesso ad Internet (vedi [6]).

La stima passiva della banda di accesso a Internet è un problema interessante sotto vari aspetti. In particolare:

1. La stima della banda di accesso è uno strumento fondamentale per la verifica delle condizioni minime di servizio che possono essere stipulate tra un Internet Service Provider ed un utente finale o tra il fornitore dell'accesso (access service provider) e il fornitore della connettività Internet (network service provider).
2. A nostra conoscenza non esistono in letteratura dei metodi di misura della banda di accesso che operino in maniera passiva, cioè senza inserire traffico sulla rete, e che si basino solamente sulle osservazione del traffico TCP all'interno della rete stessa.

Nel seguito chiameremo *capacità* di un path di rete la massima banda a livello IP che può transitare in tale path. La capacità di un path è determinata dalla velocità del suo link più lento, spesso chiamato collo di bottiglia, o più propriamente *narrow link*.

Lo scenario considerato è rappresentato nella figura:



Supponiamo che l'host che sta a valle di una linea di accesso (CPG, in figura) acceda ad un server in Internet. Supponiamo inoltre di poter misurare (nel punto marcato TMS in figura) i timestamp dei segmenti TCP che passano per un certo nodo del path che collega tale host con il server. Da tale misura si ottengono una serie di triple:

$$(s_0, t_0^s, t_0^a)$$

$$(s_1, t_1^s, t_1^a)$$

$$(s_2, t_2^s, t_2^a)$$

...

dove s_i è la dimensione del pacchetto, t_i^s è il tempo di passaggio del pacchetto dati che va verso il CPG e t_i^a è il tempo di passaggio del relativo pacchetto di acknowledgment.

Lo scopo dello studio è usare tali misure allo scopo di stimare la capacità in downlink della linea di accesso, che rappresenta il nostro narrow link.

In passato sono state proposte numerose tecniche di stima della capacità. La maggior parte di tali tecniche si basa sulla tecnica del *packet pair*. In tale tecnica, ogni link è modellato come una coda FIFO avente un certo rate; la distanza tra due pacchetti dati che vengono generati in un breve intervallo di tempo, detta *dispersione*, viene modificata dal passaggio per tale coda. In particolare, la dispersione (differenza di tempo tra l'ultimo bit del primo pacchetto e l'ultimo bit del secondo pacchetto) si può esprimere come:

$$d = w/r$$

dove w è la dimensione dei due pacchetti e r è la capacità del link. Dalla formula si può ricavare la capacità del link. La formula è valida solo se si assume che non ci sia traffico interferente, ovvero se non è presente del traffico che non passa per il punto di misura (TMS).

Le tecniche basate sul packet pair proposte in letteratura sono generalmente attive: un host genera una sequenza arbitrariamente lunga di coppie di pacchetti ravvicinati e misura il loro tempo di arrivo a valle della rete di accesso, oppure misura il tempo di arrivo dei relativi segmenti di acknowledgement.

Una misura di tipo passivo basata sul packet pair incontra una serie di problemi, che sono marginali nel caso attivo. In [6] vengono delineate le principali fonti di errore su tale misura. Esse sono:

1. Il fatto che uno o più pacchetti di traffico interferente possono inserirsi tra i due pacchetti oggetto della misura nella coda di downlink dell'accesso, causando una sovrastima della dispersione con conseguente sottostima della capacità di down link dell'accesso.
2. Il fatto che i pacchetti di ACK viaggiano sul backbone Internet. I diversi tempi di accodamento di tali pacchetti nelle code del backbone di uplink causano un rumore che può rendere problematica la misura.



3. Il fatto che una congestione nella coda di uplink dell'accesso possa causare un accodamento degli ACK nella coda stessa (ACK compression), che causa una modifica della dispersione degli ACK con conseguente stima erronea della capacità.

Contributi:

1. *Realizzazione di un modello matematico che descrive la dimensione della coda di down link dell'accesso e il RTT di ogni coppia pacchetto dati / pacchetto ACK in assenza di traffico interferente.* Dalla soluzione del modello matematico si ricava un algoritmo di stima della capacità di down link dell'accesso in assenza di traffico interferente. A questo scopo, è necessario sfruttare il fatto che il TCP tende a inviare burst di pacchetti ravvicinati, e identificare i cosiddetti *Packet Burst (PB)*, ovvero sequenze di pacchetti dati che sono abbastanza vicini da essere accodati nella coda di down link dell'accesso. Durante i PB il modello matematico può essere applicato per stimare la capacità del link di accesso.
2. *Caratterizzazione degli effetti del traffico interferente, ovvero del traffico che non passa per il punto di misura (TMS).* In particolare:
 - a. Il traffico interferente in down link può causare una sottostima della capacità.
 - b. Il traffico interferente in uplink può causare congestione nella coda di uplink dell'accesso, la quale può modificare la dispersione dei pacchetti di ACK e falsare la stima.
3. *Identificazione di appropriate euristiche allo scopo di individuare gli intervalli di tempo in cui c'è traffico interferente.* Tali euristiche possono essere usate per filtrare tutti gli intervalli in cui c'è stato traffico interferente, in modo da applicare in maniera corretta l'algoritmo di stima della capacità.
4. *Adattamento della tecnica di stima della capacità alle connessioni TCP che impiegano la tecnica del Delayed ACK,* ovvero le connessioni in cui il receiver spedisce un pacchetto di ACK ogni due pacchetti dati.

Titolo definitivo Tesi: "Network Access Capacity Estimation through Passive Traffic Measurement"
Supervisore: prof. Nicola Zingirian

PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

- [1] N. Zingirian, M. Maresca, M. Fornasa, P. Baglietto, *Vehicular information system interface for open network services: Experiments at the Mont Blanc Tunnel*, Tunnel Management International Journal, Volume 9, Issue 3-4, December 2006.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- [2] M. Fornasa, N. Zingirian, M. Maresca, *Extensive GPRS Latency Characterization in Uplink Packet Transmission from Moving Vehicles*, 67th IEEE Vehicular Technology Conference: VTC2008-Spring, Marina Bay, Singapore, May 2008.
- [3] M. Fornasa, N. Zingirian, M. Maresca, P. Baglietto, *VISIONS: a Service Oriented Architecture for Remote Vehicle Inspection*, 9th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems, Toronto - Canada, September 2006.



**Università degli Studi
di Padova**

**Scuola di Dottorato di Ricerca in
Ingegneria dell'informazione**

**Dipartimento di
Ingegneria dell'Informazione**



- [4] N. Zingirian, M. Maresca, M. Fornasa, P. Baglietto, *Vehicular information system interface for open network services: Experiments at the Mont Blanc Tunnel*, International Conference on Tunnel protection and security against fire and other hazards, Turin - Italy, May 2006.
- [5] M. Fornasa, M. Maresca, N. Zingirian, L. Ballardini, S. Bedin, *Development of a Service-Oriented Architecture for the dynamic integration of mobile remote software components*, 10th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation Proceedings, Catania - Italy, September 2005.

Lavori sottoposti

- [6] M. Maresca, M. Fornasa, N. Zingirian, *PACE: a network-based Passive Access Capacity Estimation method*.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Martino Fornasa 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



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Claudio Garutti** nell'ambito del XXI ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Bioingegneria.

Negli anni accademici 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 il dottor Claudio Garutti ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXI ciclo, Indirizzo Bioingegneria.

ATTIVITA' DI FORMAZIONE

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

Primo anno

- *Applied Linear Algebra*, Docente: T. Damm
- *Pattern Recognition and Machine Learning*, Docente: J. Rehg
- *Isotropic Trackers in Kinetic Studies*, Docente: G. Toffolo
- *Techniques for the Effective Transmission of Multimedia Signals*, Docente: G.A.Mian

Secondo anno

- *Applied Functional Analysis*, Docente: P. Ciatti

Corsi seguiti presso altre istituzioni:

- *Biostatistics*, Docente: B. Vidakovic
- *Algorithms for Bioinformatics and Computational Biology*, Docente: A. Apostolico

Partecipazione a scuole:

- *40th Crystallographic Meeting: From Molecules to Medicines*, May 29-June 8 2008, Ettore Majorana Foundation and Centre for Scientific Culture Erice, Italy
- *Lipari Summer School: Proteomes and Proteins*, July 9-22 2006, The Lipari International School for Computer Science Researchers, Lipari Island, Italy

Altri seminari seguiti:

2006:

- Colloquia, P. Di Trapani, "Recenti progressi nello studio delle onde coniche e della localizzazione spaziotemporale della luce in sistemi nonlineari", 21 Febbraio 2006.
- Colloquia, Valeria Bertacco, "Low maintenance verification", 2 Marzo 2006
- Colloquia, Takeaki Uno, "Approach to Data Mining from an Algorithms Perspective", 16 Marzo 2006.
- Colloquia, G. Ciriello, "Hi-performance computational grid: a case study for Bioinformatics", 11 Maggio 2006.
- Colloquia, T. La Porta, "Security and IP-Based 3G Wireless Networks", 18 Maggio 2006.
- Prof. Yongmin Kim, "Bioengineering, Entrepreneurship and Technology Commercialization", 19 Maggio 2006.
- Colloquia, R. De Santi, "L'uso della voce eufonica negli insegnanti", 22 Giugno 2006.

2007:

- Colloquia, Prof. Eli Upfal, "The Hiring Problem and the Stochastic Performance of "Lake Wobegon" Strategies", 12 Marzo 2007.



- Colloquia, Prof. Marcello Romano, "Sperimentazione in laboratorio del controllo e navigazione di un veicolo spaziale autonomo per operazioni di "docking and servicing", 21 Marzo 2007.
- Distinguished Lecturer Series, Prof. Anthony Acampora, "At the Forefront of Modern Telecommunications", 18 Aprile 2007.
- Colloquia, Simone Milani, "Robust Video Transmission using Distributed Source Coding", 26 Aprile 2007.
- Colloquia, Dr. Giuseppe Talli, "Bringing Metro and Access Network Together: Long-Reach PONs", 31 Maggio 2007.
- Distinguished Lecturer Series, Prof. Keshav Pingali, "Optimistic Parallelization using the Galois System", 21 Giugno 2007.
- Research Seminar at Reading University, UK, Christian Engelmann, "Service-Level High Availability in Parallel and Distributed Systems", 10 Ottobre 2007.
- Research Seminar at Reading University, UK, Roberto Turrin, "Optimal Resource Allocation in Grid Architectures", 17 Ottobre 2007.
- Research Seminar at Reading University, UK, Prof. Denis Noble, "Principles of Systems Biology, illustrated by modelling the Heart", 8 Novembre 2007

2008:

- Nobel Laureate Stanley B. Prusiner, "Discovering Prions - some personal reflections: part c the reality of prions", Imperial College London, 28 Febbraio 2008
- Distinguish, Prof. Eli Upfal, "The Multi-Armed Bandit Meets the Web Surfer", 17 Giugno 2008
- Distinguish, Prof. Richard De Millo, "Blighted Virtual Neighborhoods and Other Threats to Online Social Experiences", 1 Luglio 2008
- Colloquia, Prof. Roberto Merletti, "Non invasive multichannel electromyography: applications in neurophysiology, ergonomics and gynecology", 17 Luglio 2008
- Colloquia, Ing. Daniele Menon, "Color Image Reconstruction for Digital Cameras", 30 Ottobre 2008
- Distinguish, Prof. Hiroshi Ishiguro, "Studies on Androids and Humanoids", 6 Novembre 2008
- Colloquia, Prof. Nicola Bernardini, "Creatività Musicale e Ricerca Scientifica", 13 Novembre 2008
- Colloquia, Dott. Cristian Bonato, "Cancelling dispersion and aberrations in quantum interference", 20 Novembre 2008
- Colloquia, Prof. Arnold Rosenberg, "Cellular ANTomata", 27 Novembre 2008

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

- *EuroBio 2008*, Oct 7 - 9 2008, The Life Sciences Event of the European Union Presidency Paris, France
- *Computational Systems Bioinformatics Conference (CBS)*, 13 - 17 Agosto 2007, San Diego, USA
- *Joint Statistical Meetings (JSM)*, USA, 29 Luglio – 2 Agosto 2007, Salt Lake City, USA
- *Intermediate Congress of the Italian Statistical Society*, 6 - 8 Giugno 2007, Isola di San Servolo, Venezia, Italia
- *I-Biobank Conference: Biobanks for Functional Genomics*, 7-8 Marzo 2006, SSI/MPBA Group at ITC-irst Trento, Italia
- *3rd International Symposium of the Austrian Proteomics Platform*, 16-19 Gennaio 2006, Center of Excellence in Medicine and IT GmbH Seefeld, Austria
- *I FIMA International Conference*, 23-27 Gennaio 2006, Ayas-Champoluc, Italia



- *Research in Computational Molecular Biology Conference (RECOMB)*, 2-5 Aprile 2006, Venezia, Italia
- *Intelligent Systems for Molecular Biology Conference (ISMB)*, 25-29 Giugno 2005, Detroit, USA

Periodi di Attività all'Estero

- Sett. '07 - Dic '07: University of Reading, UK
- Ago. '06 - Feb. '07: Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA, US

Riconoscimenti:

- "Marenesi" Research Abroad Fellowship (2,500 euros) , 2007
- "Gini" Research Abroad Fellowship (4,000 euros) , 2006
- EMBRACE Travel Fellowship (1,000 euros) , 2006

Didattica Attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

- "*Reti di Calcolatori*", Prof.ssa Concettina Guerra, n.4 ore, valutazione progetti, a.a. 2004/2005
- "*Reti di Calcolatori*", Prof.ssa Concettina Guerra, n.4 ore, valutazione progetti, a.a. 2005/2006
- "*Elaborazione di dati Tridimensionali*", Prof.ssa Concettina Guerra, n.6 ore, lezioni frontali, a.a. 2004/2005
- "*Elaborazione di dati Tridimensionali*", Prof.ssa Concettina Guerra, n.6 ore, lezioni frontali, a.a. 2005/2006
- "*Elaborazione di dati Tridimensionali*", Prof.ssa Concettina Guerra, n.8 ore, laboratorio, a.a. 2006/2007
- "*Elaborazione di dati Tridimensionali*", Prof.ssa Concettina Guerra, n.8 ore, lezioni frontali, a.a. 2007/2008

ATTIVITA' DI RICERCA

Descrizione:

L'attività di ricerca svolta durante il mio dottorato ha riguardato la bioinformatica strutturale. In particolare, ho sviluppato algoritmi per il riconoscimento di superfici simili tra molecole e per l'individuazione automatica di cavità, algoritmi che riadattano e sviluppano modelli della Computer Vision e della Geometria Computazionale. I programmi sono implementati su un web server che sarà reso disponibile a breve all'indirizzo bcb.dei.unipd.it/MolLoc

Questi algoritmi hanno trovato applicazione in farmacologia e cristallografia. In farmacologia, sono stati utilizzati per confrontare la cavità principale dello chaperone Hsp90 con un database di ATPasi, al fine di trovare nuove classi di inibitori per Hsp90. In cristallografia, sono stati utilizzati per confrontare il modello di una transferasi di nuova determinazione con una famiglia di transferasi omologhe.

L'identificazione di sottostrutture simili in due proteine è rilevante in ambito biologico in quanto permette di inferire informazioni sulla funzione di una proteina, se tali informazioni sono note per l'altra; il metodo sviluppato per il riconoscimento molecolare è innovativo in quanto non richiede di specificare la sottostruttura di una proteina da ricercare nell'altra proteina, ma cerca la più estesa sottostruttura simile a partire dalle strutture complete delle due proteine. Il metodo è basato su una rappresentazione a spin-images delle superfici, e su un'euristica per l'individuazione di coppie di punti geometricamente consistenti sulle superfici delle due proteine.



Le cavità molecolari rappresentano siti privilegiati per il legame con altre molecole. Per lo sviluppo del metodo di riconoscimento delle cavità ho mantenuto la rappresentazione a spin-images della superficie molecolare, e osservato che i punti presenti nei siti di legame delle proteine sono associati a spin-images dalla struttura ricorrente e classificabile come blocked. Inoltre, i punti blocked (punti a cui sono associate spin-images blocked) costituiscono la maggior parte dei punti presenti in una cavità. La letteratura presenta metodi in cui le cavità sono identificate come cluster di sfere prodotte da punti che descrivono la superficie molecolare, il che ci ha suggerito di generare sfere per ciascun punto blocked e identificare una cavità come il clustering di tali sfere. Una volta costruita la rappresentazione a N spin-images di una proteina, il tempo necessario per generare tutte le sfere è $O(K \times B)$, dove B è il numero di punti blocked, e K è una costante moltiplicativa che dipende dall'estensione spaziale della superficie molecolare. Il tempo necessario per individuare i clusters di sfere si riconduce al problema di trovare le componenti connesse in un grafo non orientato, in cui i vertici sono i punti e un lato collega due punti se le sfere dei due punti hanno intersezione non nulla. Usando Breadth-first search, la complessità diventa $O(B+E)$, dove E è il numero di lati del grafo.

L'identificazione delle cavità rappresenta spesso il primo passo per un algoritmo di bioinformatica strutturale che abbia come obiettivo l'identificazione di strutture locali di interesse biologico. Per questo motivo, parte della ricerca ha avuto l'obiettivo di investigare l'integrazione di questa procedura in altre preesistenti, e di analizzare i miglioramenti in termini di tempo e accuratezza delle previsioni dell'algoritmo finale rispetto a quello preesistente. La scelta più naturale per provare tale integrazione è l'algoritmo per il riconoscimento di regioni simili su superfici molecolari, dal momento che entrambi i metodi utilizzano la stessa rappresentazione a spin-images delle superfici molecolari. I test hanno mostrato come i tempi di esecuzione si abbassano di un ordine di grandezza, e le regioni funzionalmente importanti delle due proteine vengono riconosciute come simili con un'accuratezza maggiore.

Titolo definitivo Tesi: "Prediction of Protein-Ligand and Protein-Protein Interactions based on Local Surface Similarity"

Supervisor: Prof.ssa Concettina Guerra e Prof.ssa Gianna Toffolo

PUBBLICAZIONI (per la stesura: N: Cognome, Titolo, estremi della pubblicazione)

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

- M.E. Bock, C. Garutti & C. Guerra (2008). Cavity Detection and Matching for Binding Site Recognition, Theoretical Computer Science, DOI:10.1016/j.tcs.2008.08.018
- M.E. Bock, C. Garutti & C. Guerra (2007). Discovery of Similar Regions on Protein Surfaces, Journal of Computational Biology, 14(3), 285-299

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- M.E. Bock, C. Garutti & C. Guerra (2007). Effective Labeling of Molecular Surface Points for Cavity Detection and Location of Putative Binding Sites, Computational Systems Bioinformatics Conference (CSB), 263-274

Elenco poster in convegno internazionale

- B. Vidakovic, O. Nicolis & C. Garutti (2007). 2-D Wavelet-Based Spectra with Applications in Analysis of Geophysical Images, Joint Statistical Meetings
- C. Garutti (2006). Protein Functional Recognition Using a Spin-Image Representation, Research in Computational Molecular Biology Conference (RECOMB)



- C. Guerra & C. Garutti (2006). Finding Protein Surface Cavities for Intermolecular Interactions, I FIMA International Conference
- C. Garutti & C. Guerra (2005). Image Descriptors for the Recognition of Protein Active Sites, Intelligent Systems for Molecular Biology Conference (ISMB)

Elenco pubblicazioni su convegno nazionali

- O. Nicolis, C. Garutti & B. Vidakovic (2007). 2-D Wavelet-Based Spectra Analysis for the Classification of Geophysical Images, Intermediate Congress of the Italian Statistical Society
- C. Garutti & C. Guerra (2007). Metodi Computazionali per l'Analisi Funzionale di Proteine, Capitolo del libro "Genomica e proteomica computazionale", Patron Editore

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Claudio Garutti 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



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Alberto Gasperin** nell'ambito del XXI ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo in Ingegneria Informatica ed Elettronica Industriali

Negli anni accademici 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 il dottor Alberto Gasperin ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXI ciclo, Indirizzo in Ingegneria Informatica ed Elettronica Industriali

ATTIVITA' DI FORMAZIONE

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

Primo anno

1. Applied linear algebra (DEI002) - Damn
2. Innovative Device Concepts in Electronics (DEI020) – A. Cester
3. Applied functional analysis (DEI015) – P. Ciatti
4. Electrostatic Discharge in Integrated Circuits (DEI019) – G. Meneghesso
5. Effects of Ionizing Radiation on Electronic Components: From Space Applications to Sea Level Effects (DEI018) – A. Paccagnella

Secondo anno

1. Physical models for the numerical simulation of semiconductor devices (DEI007) - G. Meneghesso

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

1. Microelettronica (512012) – G. Meneghesso

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

1. *14th Workshop on Dielectrics in Microelectronics - WODIM 2006*, pp. 48-49, Catania, June 2006.
2. *43rd IEEE - Nuclear and Space radiation Effects Conference - NSREC 2006*, Ponte Vedra, FL, USA, 17-21 July 2006.
3. *45th IEEE International Reliability Physics Symposium*, Phoenix, Arizona, April 2007.
4. *44th IEEE - Nuclear and Space radiation Effects Conference - NSREC 2007*, Waikiki, HI, USA, 24-27 July 2007
5. *9th European Conference on Radiation and Its Effects on Components and Systems – RADECS*, pp. F3-1-F3-7, Deauville, France, 10-14 Sept. 2007
6. *45th IEEE - Nuclear and Space radiation Effects Conference - NSREC 2008*, Tucson, AZ, USA, 14-18 July 2008.
7. *15th Workshop on Dielectrics in Microelectronics - WODIM 2008*, June 23 – 25, 2008 in Bad Saarow (Berlin), Germany, 2008.
8. *8th European Workshop on Radiation Effects on Components and Systems – RADECS 2008*, Jyväskylä, Finland, September 10-12, 2008.

Periodi di Attività all'Estero



Ho trascorso il periodo dal 20 Settembre al 20 Ottobre presso l'Università Autonoma di Barcellona (Barcellona, Spagna), sotto la supervisione di Prof. Monserrat Nafria. Durante questo periodo ho lavorato su simulazioni TCAD di celle di memorie a nanocristalli.

Riconoscimenti:

Best Student Presentation Award a *8th European Workshop on Radiation Effects on Components and Systems – RADECS 2008*, Jyväskylä, Finland, September 10-12, 2008.

Didattica Attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

Attività di Tutor Junior (100 ore di assistenza in laboratorio del corso di Circuiti Integrati Digitali)

ATTIVITA' DI RICERCA

L'attività di ricerca è stata incentrata nello studio dell'affidabilità di memorie non volatili di nuova generazione, con particolare interesse agli effetti di radiazione ionizzante su tali dispositivi. L'attività di ricerca è stata basata su un approccio sperimentale: numerose campagne di misure sono state effettuate per ottenere una completa e accurata caratterizzazione dei dispositivi. Gli esperimenti con radiazioni ionizzanti sono stati effettuati per la maggior parte ai Laboratori Nazionali di Legnaro (Padova) dell'INFN. In tali laboratori sono presenti numerose sorgenti ed è stato possibile irraggiare con ioni pesanti, protoni e raggi X i dispositivi.

Le memorie che sono state studiate durante il dottorato sono le memorie a cambiamento di fase (PCM), le memorie a switching resistivo (RRAM) e le memorie a nanocristalli. Inoltre, sono stati anche investigati gli effetti di irraggiamento su condensatori con un dielettrico composto da uno stack di Ossido/Nitruro/Ossido (ONO).

Memorie a cambiamento di fase

Per quel che riguarda questo tipo di memorie non volatili (meglio note con l'acronimo PCM, Phase Change Memories), è stata studiata la sensibilità a radiazioni ionizzanti di array multi-megabyte prodotti da STMicroelectronics (Agrate) con selettori di tipo MOSFET e di tipo BJT. In questo tipo di memorie il dato viene immagazzinato tramite la variazione strutturale del materiale calcogenuro (GST) tra amorfo e cristallino (Fig. 1). L'attività di studio degli effetti di radiazione è stata svolta nell'ambito del Progetto PRIN 2005 "Memorie non volatili nanometriche a cambiamento di fase" e progetto FIRB "Tecnologie innovative per lo sviluppo di memorie non volatili ad alta densità" in cui l'università di Padova è coinvolta. Su questo tipo di memorie sono stati condotti sia esperimenti volti ad investigare la sensibilità a Single-Event Effect (SEE) che a Total-Ionizing Dose (TID).

I risultati sperimentali ottenuti hanno dimostrato che i dispositivi con selettori BJT presentano una tolleranza maggiore agli effetti dell'irraggiamento. Infatti, dopo l'irraggiamento sono state misurate variazioni trascurabili delle correnti misurate nelle singole celle. Al contrario, le celle con selettore MOSFET hanno mostrato variazioni significative dopo l'irraggiamento. La causa di questa differenza è stata identificata nelle correnti parassite causate dall'irraggiamento nei MOSFET di selezione. Infatti, l'esposizione a radiazioni ionizzanti causa un accumulo di carica positiva negli ossidi, ed in particolare nel Shallow Trench Insulator (STI) dei transistor. Questa carica positiva forma una sorta di canale parassita che connette il source ed il drain e causa un passaggio di corrente tra i due terminali anche quando la tensione applicata al gate è

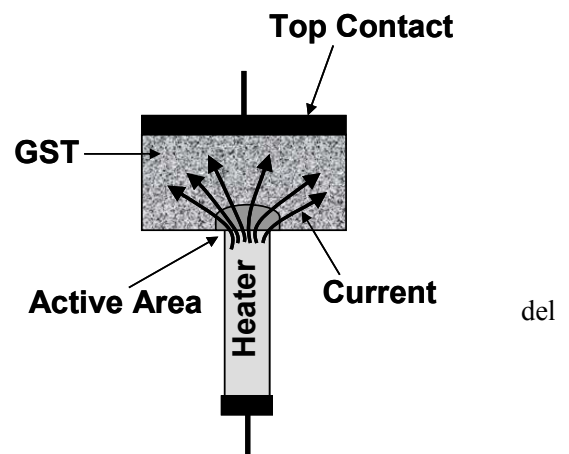


Fig. 1 Schema di una cella di memoria PCM.

negativa o nulla. Le correnti di leakage di tutti i selettori MOSFET connessi alla bit-line della cella letta comportano un forte aumento della corrente misurata. I selettori BJT non sono affetti da questo tipo di correnti di leakage e quindi le variazioni delle distribuzioni di celle sono molto contenute.

Per valutare l'effetto dell'irraggiamento sul tempo di ritenzione delle memorie (che in questi dispositivi è limitato dal processo di cristallizzazione del GST amorfo) i dispositivi irraggiati sono stati riscaldati a temperature elevate (180° C). Le dinamiche di cristallizzazione delle celle irraggiate e non irraggiate non hanno mostrato alcuna differenza indicando che eventuali difetti strutturali prodotti dai protoni all'interno del GST non causano variazioni del tempo di cristallizzazione del materiale.

Memorie resistive

Questi dispositivi immagazzinano il dato sfruttando il cambiamento della resistenza di uno strato di ossido di varia natura (NiO, TiO₂). Questo materiale è un isolante ma, quando sottoposto ad appropriate tensioni, è soggetto ad una sorta di Breakdown "controllato" e la sua resistenza può essere fatta variare di diversi ordini di grandezza. Questo studio è stato realizzato nell'ambito del progetto EMMA "Emerging Materials for Mass-storage Architectures".

Durante il dottorato ho studiato le caratteristiche elettriche di questi dispositivi. I risultati preliminari hanno dimostrato come tali dispositivi siano molto instabili. In particolare la corrente misurata nei condensatori è caratterizzata da un rumore di tipo telegrafico, che potrebbe essere dovuto all'attivazione/disattivazione di difetti che formano il cammino conduttivo all'interno dell'isolante. Abbiamo anche osservato che la resistenza elettrica dei dispositivi varia anche quando non sono applicate tensioni o correnti; questo fatto suggerisce che possano avvenire fenomeni di attivazione/disattivazione di difetti anche quando il dispositivo è lasciato floating a temperatura ambiente.

Sono stati anche effettuati degli esperimenti di irraggiamento con ioni ad alta energia ma la dispersione dei risultati ottenuti non ci ha permesso una comprensione chiara degli effetti.

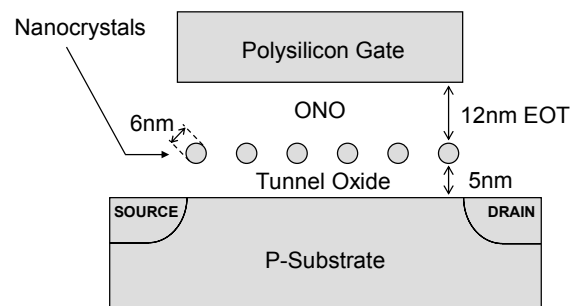


Fig. 2 Schema di una cella di memoria a nanocristalli.

Memorie a nanocristalli

Questo tipo di memorie sono molto simili alle memorie Flash a gate flottante convenzionali, che rappresentano oggi la tecnologia più diffusa nel campo delle memorie non volatili; la differenza sta nel fatto che nelle memorie a nanocristalli la carica non è immagazzinata in un gate flottante ma in uno strato di nanocristalli di silicio (Fig. 2).

Su tali dispositivi ho condotto uno studio approfondito sulle caratteristiche di ritenzione. In particolare, sono stati condotti svariati test accelerati di ritenzione per analizzare l'effetto di deboli tensioni di polarizzazione applicate al Gate di una cella di memoria a nanocristalli in stato programmato (cioè con i nanocristalli carichi negativamente) e in stato cancellato (cioè con i nanocristalli carichi positivamente). I risultati sperimentali hanno messo in luce uno strano comportamento di questi dispositivi. Infatti, sono state misurate variazioni della tensione di soglia del transistor non legate alla variazione della carica immagazzinata nei nanocristalli (in particolare, la tensione di soglia di celle programmate aumenta applicando una leggera tensione negativa al gate, in contrasto con i dati riportati in letteratura). Le variazioni misurate sono state interpretate come il risultato dello spostamento della carica intrappolata all'interno dello strato di nitrato (Si₃N₄) che costituisce l'ONO, cioè lo stack di dielettrici usato come dielettrico di controllo in tali dispositivi.

Parallelamente a questa attività, ho investigato gli effetti dell'impatto di ioni ad alta energia su una cella di memoria a nanocristalli. Tale studio ha messo in luce la grande robustezza di questi dispositivi rispetto agli effetti



di radiazione ionizzante, in particolare se confrontati con le memorie Flash a Gate flottante. E' stato dimostrato che un singolo ione non è sufficiente a provocare una variazione significativa della tensione di soglia di una cella di memoria. Solo quando la cella è colpita da tre ioni o più si misura una variazione della tensione di soglia dovuta alla neutralizzazione di parte della carica immagazzinata nei nanocristalli.

Inoltre ho studiato le caratteristiche elettriche delle celle di memoria a nanocristalli utilizzando un simulatore commerciale. In particolare ho investigato la proprietà peculiare di queste celle avere una differenza tra la finestra di programmazione misurata in zona lineare e quella misurata in zona di sottosoglia. Grazie all'uso del simulatore ho individuato la causa di questo fatto nella localizzazione della carica elettrica all'interno dei nanocristalli. Ciò causa un campo elettrico irregolare nel canale che è causa della differenza nelle finestre di programmazione. Complessivamente, ho ottenuto un ottimo accordo tra i risultati sperimentali e le simulazioni. Tramite le simulazioni è stato inoltre possibile controllare e variare tutti i parametri caratteristici della cella (ad esempio, il numero dei nanocristalli, la distanza reciproca, la posizione lungo il canale, lo stato di carica) e questo ha permesso una chiara identificazione dei fattori che concorrono a provocare la differenza della finestra di programmazione.

Questo studio è stato condotto in collaborazione con il gruppo di microelettronica dell'Universitat Autònoma de Barcelona, presso cui ho trascorso un mese nel 2007.

ONO

I risultati degli esperimenti che ho condotto hanno dimostrato per la prima volta come, sotto particolari condizioni, l'impatto di ioni ad alto LET possa provocare dei cammini conduttivi all'interno di tale stack che danno origine a correnti di leakage. Tale leakage è mediato da due diversi meccanismi di conduzione: una conduzione di tipo Multi-Trap Assisted Tunneling all'interno del layer di ossido e conduzione di tipo Poole-Frenkel nello strato di nitrato. Questo risultato riveste una certa importanza quanto si era sempre esclusa la possibilità che correnti di leakage potessero scorrere attraverso l'ONO.

Inoltre, per chiarire quale sia il fattore limitante la ritenzione di una cella di memoria Flash irraggiamento, sono stati condotti esperimenti di irraggiamento con ioni ad alta energia su condensatori composti da un substrato, uno strato di ossido, uno strato di polisilicio, l'ONO, ed uno strato di polisilicio (Fig. 3). I risultati hanno dimostrato come la corrente di leakage prodotta dall'irraggiamento (RILC, Radiation Induced Leakage Current) sia maggiore attraverso lo strato di ossido (corrispondente all'ossido di tunnel di una cella di memoria Flash) che nell'ONO. Inoltre, le correnti di leakage misurate nei due dielettrici mostrano la stessa decrescita nel tempo, indicando che i difetti responsabili del RILC hanno la stessa natura fisica.

Parallelamente, ho anche studiato il comportamento del RILC in funzione della temperatura, misurando i dispositivi irraggiati a temperature minori della temperatura ambiente. Questo ha mostrato come il RILC abbia un legame con la temperatura differente da quello della corrente di tunnel.

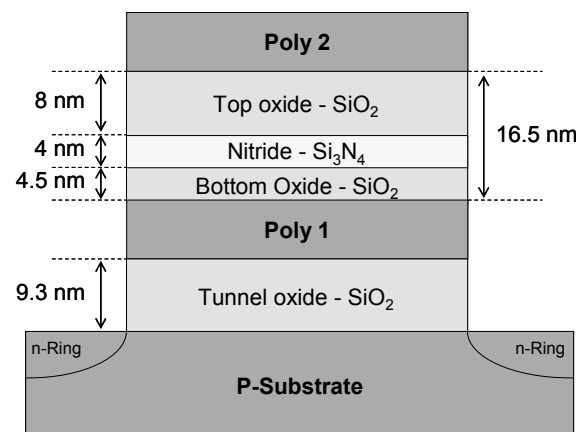


Fig. 3 Schema del condensatore ONO

una
in

dopo

Titolo definitivo Tesi: "Advanced non-volatile memories: reliability and ionizing radiation effects"
Supervisore: Prof. A. Paccagnella



PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale:

1. S. Gerardin, **A. Gasperin**, A. Cester, A. Paccagnella, G. Ghidini, A. Candelori, N. Bacchetta, D. Bisello, M. Glaser, "Impact of 24-GeV proton irradiation on 0.13- μ m CMOS devices", *IEEE - Transactions on Nuclear Science*, Vol. 53, Issue 4, pp. 1917-1922, August 2006.
2. A. Cester, **A. Gasperin**, N. Wrachien, A. Paccagnella, V. Ancarani, and C. Gerardi, "Impact of Heavy-Ion Strikes on Nanocrystal Non Volatile Memory Cell Arrays", *IEEE Transactions on Nuclear Science*, Vol. 53, Issue 6, pp. 3195-3202, December 2006.
3. **A. Gasperin**, A. Cester, N. Wrachien, A. Paccagnella, V. Ancarani, and C. Gerardi, "Radiation Induced Modifications of the Electrical Characteristics of Nanocrystal Memory Cells and Arrays", *IEEE Transactions on Nuclear Science*, Vol. 53, Issue 6, pp. 3693-3700, December 2006.
4. A. Cester, **A. Gasperin**, N. Wrachien, A. Paccagnella, V. Ancarani, and C. Gerardi, "Ionising Radiation and Electrical Stress on Nanocrystal Memory Cell Array", *Microelectronics Reliability*, Vol. 47, Issues 4-5, pp. 602-605, April-May 2007.
5. **A. Gasperin**, G. Ghidini, A. Cester, A. Paccagnella, "Oxide-Nitride-Oxide Capacitors Reliability Under Heavy-Ion Irradiation", *IEEE Transactions on Nuclear Science*, Vol. 54, Issue 6, pp. 1898-1905, December 2007.
6. A. Cester, N. Wrachien, **A. Gasperin**, A. Paccagnella, R. Portoghese, C. Gerardi, "Radiation Tolerance of Nanocrystal-Based Flash Memory Arrays Against Heavy Ion Irradiation", *IEEE Transactions on Nuclear Science*, Vol. 54, Issue 6, pp. 2196 – 2203, December 2007.
7. **A. Gasperin**, N. Wrachien, A. Paccagnella, F. Ottogalli, U. Corda, P. Fuochi, M. Lavallo, "Total Ionizing Dose Effects on 4Mbit Phase Change Memory Arrays", *IEEE Transactions on Nuclear Science*, Vol. 55, No. 4, August 2008.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

1. S. Gerardin, **A. Gasperin**, A. Cester, A. Paccagnella, G. Ghidini, A. Candelori, N. Bacchetta, D. Bisello, M. Glaser, "Impact of 24-GeV proton irradiation on 0.13- μ m CMOS decives", *8th European Conference on Radiation and Its Effects on Components and Systems – RADECS*, pp. F3-1-F3-7, Cap d'Agde, France, 19-23 September 2005
2. A. Cester, S. Gerardin, **A. Gasperin**, A. Paccagnella, E. Simoen, C. Claeys, A. Candelori, "Heavy Ion Damage in Ultra-Thin Gate Oxide SOI MOSFETs", *8th European Conference on Radiation and Its Effects on Components and Systems - RADECS*, pp. G4-1-G4-7, Cap d'Agde, France, 19-23 September 2005
3. A. Cester, **A. Gasperin**, N. Wrachien, A. Paccagnella, V. Ancarani, and C. Gerardi, "Ionising Radiation and Electrical Stress on Nanocrystal Memory Cell Array", *14th Workshop on Dielectrics in Microelectronics - WODIM 2006*, pp. 48-49, Catania, June 2006.
4. A. Cester, **A. Gasperin**, A. Paccagnella, V. Ancarani, and C. Gerardi, " Impact of Heavy-Ion Strikes on Nanocrystal Non Volatile Memory Cell Arrays", *43rd IEEE - Nuclear and Space radiation Effects Conference - NSREC 2006*, Ponte Vedra, FL, USA, 17-21 July 2006.



5. **A. Gasperin**, A. Cester, N. Wrachien, A. Paccagnella, V. Ancarani, and C. Gerardi, "Radiation Induced Modifications of the Electrical Characteristics of Nanocrystal Memory Cells and Arrays", *43rd IEEE - Nuclear and Space radiation Effects Conference - NSREC 2006*, Ponte Vedra, FL, USA, 17-21 July 2006
6. **A. Gasperin**, C. Ardito, E. Grisan, E. Menegatti, "Fourier Signature in Log-Polar Images" *International Workshop on Robot Vision in conjunction with 2nd International Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP07)*, Barcelona, Spain, pp. 87-96 March, 2007
7. **A. Gasperin**, A. Cester, N. Wrachien, A. Paccagnella, V. Ancarani, and C. Gerardi, "Role of Oxide/Nitride Interface Traps on the Nanocrystal Memory Characteristics", *45th IEEE International Reliability Physics Symposium*, Phoenix, Arizona, April 2007.
8. **A. Gasperin**, G. Ghidini, A. Cester, A. Paccagnella, "Oxide-Nitride-Oxide Capacitors Reliability Under Heavy-Ion Irradiation", *44th IEEE - Nuclear and Space radiation Effects Conference - NSREC 2007*, Waikiki, HI, USA, 24-27 July 2007
9. A. Cester, **A. Gasperin**, N. Wrachien, A. Paccagnella, R. Portoghese, C. Gerardi, "Radiation Tolerance of Nanocrystal-Based Flash Memory Arrays Against Heavy Ion Irradiation", *44th IEEE - Nuclear and Space radiation Effects Conference - NSREC 2007*, Waikiki, HI, USA, 24-27 July 2007
10. **A. Gasperin**, N. Wrachien, A. Cester, A. Paccagnella, F. Ottogalli, U. Corda, P. Fuochi, M. Lavalle, "Total Ionizing Dose Effects on 4Mbit Phase Change Memory Arrays", *9th European Conference on Radiation and Its Effects on Components and Systems – RADECS*, pp. F3-1-F3-7, Deauville, France, 10-14 Sept. 2007
11. **A. Gasperin**, N. Wrachien, A. Paccagnella, J. Schwank, G. Vizkelethy, F. Ottogalli, F. Pellizzer, "Analysis of Proton and Heavy-Ion Irradiation Effects on Phase Change Memories with MOSFET and BJT Selectors", *45th IEEE - Nuclear and Space radiation Effects Conference - NSREC 2008*, Tucson, AZ, USA, 14-18 July 2008.
12. **A. Gasperin**, E. Amat, M. Porti, M. Nafria, A. Paccagnella, "Peculiar Characteristics of Nanocrystal Memory Cells Programming Window", *15th Workshop on Dielectrics in Microelectronics - WODIM 2008*, June 23 – 25, 2008 in Bad Saarow (Berlin), Germany, 2008.
13. **A. Gasperin**, A. Paccagnella, G. Ghidini, A. Sebastiani, "Heavy Ion Irradiation Effects on Capacitors with SiO₂ and ONO as Dielectrics", *8th European Workshop on Radiation Effects on Components and Systems – RADECS 2008*, Jyväskylä, Finland, September 10-12, 2008. (Best Student Presentation Award)

Lavori accettati in corso di pubblicazione

1. **A. Gasperin**, A. Paccagnella, J. Schwank, G. Vizkelethy, F. Ottogalli, F. Pellizzer, "Analysis of Proton and Heavy-Ion Irradiation Effects on Phase Change Memories with MOSFET and BJT Selectors", *in press on IEEE Transactions on Nuclear Science*.
2. **A. Gasperin**, E. Amat, Javier Martin, M. Porti, M. Nafria, A. Paccagnella, "Peculiar Characteristics of Nanocrystal Memory Cells Programming Window", *in press on Journal of Vacuum Science Technology B*.



Lavori sottoposti

1. **A. Gasperin**, A. Paccagnella, G. Ghidini, A. Sebastiani, “Heavy Ion Irradiation Effects on Capacitors with SiO₂ and ONO as Dielectrics”, *submitted to IEEE – Transactions on Nuclear Science*.
2. **A. Gasperin**, E. Amat, M. Porti, M. Nafria, X. Aymerich, A. Paccagnella, “Effects of the Localization of the Charge in Nanocrystal Memory Cells”, *submitted to IEEE-Transactions on Electron Devices*.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Alberto Gasperin 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.



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Anahita Goljahani** nell'ambito del XXI ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo in Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni.

Negli anni accademici 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 la dott.ssa Anahita Goljahani ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXI ciclo, Indirizzo in Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni

1 Corsi seguiti

- Applied functional analysis, Prof. Paolo Ciatti;
- Applied linear algebra, Prof. Tobias Damm;
- Statistical Methods, Prof. Finesso;
- Integer Programming Methods for Design and Management of telecommunications networks, Prof. L. Brunetta;
- Applications of algebraic geometry Prof. A.Calabri, B.Chiarellotto;
- Cryptographic Engineering, prof. Koc;
- Modeling of Propagation Channels in Wireless Communication Systems, Prof. S. Pupolin;
- Error Control Coding: State of the art, Prof. Schlegel;
- Broadband Wireless Communications, Prof. Benvenuto, Prof. Pupolin, Prof. Tomasin.

2 Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi

- Scuola estiva Ingegneria dell'Informazione, Bressanone, 2006;
- Scuola estiva Ingegneria dell'Informazione, Bressanone, 2007;

3 Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

- Cellular ANTomata", Prof. Arnold L. Rosenberg ;
- Convergence of multi-agent systems towards consensus: some quantitative robust estimates", Prof. Pierre-Alexandre Bliman;
- Next Generation Network", Prof. Mitsuji Matsumoto;
- Routing in Outer Space: Fair Traffic Load in Multi-Hop Wireless Networks", Alessandro Mei;
- La Rete Web Click", di Prof. Filippo Menczer;
- "Power Semiconductors State-of-the-Art and future development trends", Leo Lorenz;
- A family of turbo-structured LDPC codes", Federica Garin.
- Free-Space-Optical Networks: Some Capacity Considerations" ;
- Optimization problems in planning and managing Wireless Mesh Networks" Prof. Federico Malucelli;



- Integer programming models for broadcasting networks planning" Fabrizio Rossi, Stefano Smriglio;
- Quality of Service control in soft real-time computing systems and wireless networks", Prof. Luigi Palopoli;
- Seminar on Codes", Calabri;
- "Cross-layer design in wireless data networks: concepts and application examples", Ing. Simone Merlin;
- Overhaul of IEEE 802.11 Modeling and Simulation in NS-2."Daniel Jiang (Mercedes-Benz Research & Development North America) e Felix Schmidt-Eisenlohr (University of Karlsruhe);
- Quality of Service control in soft real-time computing systems and wireless networks", Prof. Luigi Palopoli;
- "Evolutionary algorithm techniques for network optimization problems", Ing. A. Botta;
- "Multiple Description Coding for Video Applications", Ing. O. Campana;
- Wireless Underwater Communications and Networks: Current Achievements and Future Research Challenges," author M. Stojanovic
- Generalized zero-forcing for MIMO cellular networks," authors: H. Huand and F. Boccardi

4 Partecipazione a conferenze internazionali

10th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications, Jaipur, India, dec. 2007.

5 Ricerca

2008 L'attività di ricerca si è incentrata sullo studio di sistemi di trasmissione video digitale terrestre di nuova generazione, basati su modulazione OFDM/OQAM. Quest'ultima è una modulazione multiportante che, per la sua natura, non richiede l'utilizzo di prefisso ciclico, caratteristica che lascia presagire una maggiore efficienza spettrale, rispetto alla classica modulazione OFDM. Tuttavia, affinché i sistemi basati su modulazione OFDM/OQAM siano realmente efficienti, è necessario che le operazioni necessarie al funzionamento di un sistema di comunicazione, quali ad esempio la stima di canale, la sincronizzazione, etc. non utilizzino risorse che inficino il previsto guadagno di efficienza spettrale. L'OFDM/OQAM è purtroppo affetto da un'interferenza di intersimbolo *intrinseca* che rende inapplicabili le classiche tecniche di stima di canale dell'OFDM. Al fine di fronteggiare in modo efficace quest'ultimo inconveniente, una parte della mia attività di ricerca è stata incentrata sull'introduzione di una tecnica di stima con sequenze sovrapposte, già utilizzata in ambito OFDM, ma mai sperimentata in ambito OFDM/OQAM. Inoltre, al fine di prendere in considerazione condizioni che fossero il più realistiche possibile, la tecnica non è stata utilizzata come compare in letteratura, ma un rate converter è stato dimensionato e introdotto per permettere di trasmettere un segnale che soddisfacesse "mask constraints". È stata, altresì, parte dell'attività di

ricerca lo studio della convenienza e della validità dell'uso della medesima sequenza al fine della sincronizzazione di simbolo. L'efficacia della stima di canale e della sincronizzazione proposte sono stati quantificati in termini di efficienza spettrale di un sistema completo, comprensivo di codifica, stima di canale, sincronizzazione e equalizzatore 'linear minimum mean square error' (LMMSE), conforme alle specifiche dello standard di nuova generazione DVB-T2. Il sistema è stato messo a confronto con un altro basato su stima OFDM-CD3, il quale, non necessitando di pilot sparse nel frame, risulta tra i migliori in termini di efficienza spettrale. In figura 1 sono riportati i risultati riguardanti l'efficienza spettrale dei due sistemi presi in considerazione in condizioni di ricezione con antenna fissa sul tetto. I risultati simulativi confermano l'aspettativa di un aumento significativo di efficienza spettrale.

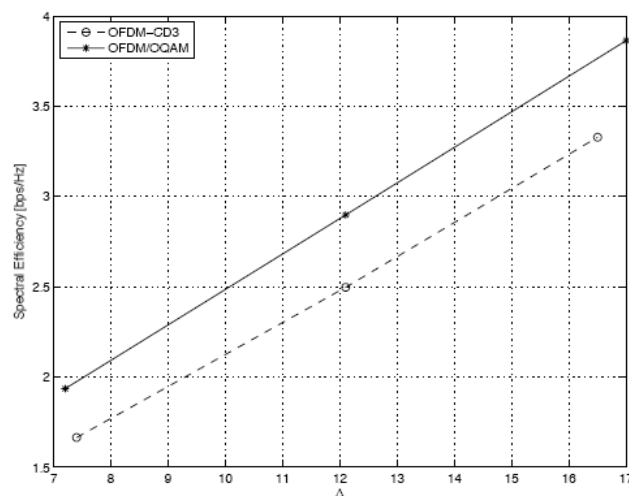


Fig. 1. Spectral efficiencies of OQAM and OFDM-

- 2007** L'attività di ricerca si è incentrata sullo studio delle tecniche di stima di canale con sequenze sovrapposte in sistemi OFDM. Lo studio ha portato a dimostrare che, la presenza di simboli OFDM di lunghezza significativa, come avviene, nello specifico, nel broadcasting video del digitale terrestre permette di ottenere prestazioni superiori rispetto a tecniche di stima con pilot di pari complessità. I risultati sono riportati nel seguente articolo: *Superimposed sequence channel estimation and pilot aided channel estimation: a throughput comparison*. N. Benvenuto, A. Goljahani, S. Tomasin, L. Vangelista, WPMC '07, Jaipur, India.
- 2006** L'attività di ricerca si è incentrata sullo studio dell'architettura V-BLAST in ambito di sistemi wireless multiple-input multiple-output (MIMO). In particolare, sono stati svolti lavori nell'ambito della selezione delle antenne in trasmissione e nell'ambito dell'ottimizzazione dell'ordine di decodifica degli stream in ricezione.



6 Titolo definitivo della tesi e nome del supervisore

OFDM/OQAM based terrestrial digital broadcasting.

Supervisore: Prof. L. Vangelista.

7 Pubblicazioni

- A. Goljahani, L. Vangelista, M. Maso, *Superimposed technique for OFDM/OQAM based digital terrestrial television broadcasting* in Proc. IEEEI '08, Eilat, Israel, Dec. 2008;
- *Superimposed Sequence vs Pilot Aided Channel Estimations for Next Generation DVB-T Systems*, A. Goljahani, N. Benvenuto, S. Tomasin, L. Vangelista: manuscript submitted to IEEE Transactions on Broadcasting, Apr. 2008; revised Nov. 2008;
- *Superimposed sequence channel estimation and pilot aided channel estimation: a through-put comparison*. N. Benvenuto, A. Goljahani, S. Tomasin, L. Vangelista, in Proc. WPMC '07, Jaipur, India.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato la dott.ssa Anahita Goljahani 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.



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Marco Levorato** nell'ambito del XXI ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo in Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni.

Negli anni accademici 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 il dott. Marco Levorato ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXI ciclo, Indirizzo in Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni

Didattica

Corsi seguiti

- 'Selected Topics in Optimization', prof. M. Pavon, votazione: A-;
- 'Applied linear algebra', prof. T. Damm, votazione: 30;
- 'Applied functional analysis', prof. P. Ciatti, votazione: 30;
- 'Statistical Method's, prof. L. Finesso, votazione: A-;
- 'Renewal and Semi-Markov Random Processes and their Application to Network Protocol Analysis', prof. M. Zorzi, votazione: 28/30;
- 'Distributed Applications and Protocols I', prof. A. Harris, votazione: 30/30;
- 'Error Control Coding: State of the Art', prof. C. Schlegel, (not for credit);
- 'Wireless Underwater Communications - A short course', prof. M. Stojanovic, (not for credit);

Seminari seguiti

- F. Boccardi, University of Padova, 'Precoding schemes for downlink transmissions with distributed MIMO: theoretical analysis and practical issues';
- D. Veronesi, University of Padova, 'Multifrequency offsets compensation and multiple access in cooperative diversity systems';
- L. Barbero, University of Edimburg, 'Rapid Prototyping of a Fixed-Throughput Sphere Decoder for MIMO Systems';
- prof. T. F. La Porta, Penn State University, 'Security and IP-based 3G Wireless Networks';
- prof. M. Stojanovic, MIT, Boston, 'Wireless Underwater Communications and Networks: Current Achievements and Future Research Challenges';
- prof. C. Schlegel, University of Alberta, 'Error Control Coding: State of the Art';
- V. Gaudet, University of Alberta, Canada, 'Analysis of Processing Energy for Error Control Codes';
- prof. G. Franceschetti, University of Napoli "Federico II", 'Schiere di antenne nel dominio del tempo: una teoria in pillole';
- '40 Anni di Telecomunicazioni a Padova';
- prof. A. S. Acampora, 'Free-Space Optical Networks: Some Capacity Considerations';
- prof. R. Kravets, University of Illinois at Urbana Champaign, 'Energy Conservation in Multi-hop Wireless Networks';
- P. Casari, University of Padova, 'On Cross-Layer Design of MIMO Ad Hoc Networks';



- prof. A. Acampora, University of California at San Diego, '*At the forefront of modern telecommunications*';
- prof. P. R. Kumar, University of Illinois at Urbana-Champaign, '*From wireless networks to sensor networks and onward to networked embedded control*';
- Prof. H. Bennet, IBM Research, '*Quantum Information and the Forgetfulness of Nature*';
- Pierre Chevillat, IBM Zurich, '*Intelligent Sensor Networks: the role of messaging middleware for end-to end business solutions*';
- Alessio Botta, IMT Lucca, '*Evolutionary algorithm techniques for network optimization problems*';
- S. Merlin, University of Padova, '*Cross-layer design in wireless data networks: concepts and application examples*';
- E. Fasolo, University of Padova, '*Efficient Data Dissemination in wireless pervasive networks*';
- C. Palazzi, '*Interactive Gaming in Wireless Environments*';

ho inoltre seguito numerosi seminari durante il mio periodo all'estero presso USC, tra cui interessanti tutorial del prof. Kramer e prof. Mingyan Liu.

Partecipazione a conferenze internazionali

- IEEE VTCspring 2006, Melbourne, Australia, presentando l'articolo "Analysis of Spatial Multiplexing for Cross-Layer Design of MIMO Ad Hoc Networks"
- International Workshop on Wireless Networks: Communication, Cooperation and Competition (WNC3) 2007, part of WiOpt, Limassol, Cyprus, presentando l'articolo "Strategies and Tradeoffs for Coded Cooperation in Wireless Networks"
- Information Theory and Applications (ITA) workshop (ITA2008), UCSD, San Diego, CA, January 27- February 1, 2008, presentando l'articolo "Recursive Analysis of Ad Hoc Networks with Packet Queueing, Channel Contention and Hybrid ARQ"
- 42nd Conference on Information Sciences and Systems (CISS2008), Princeton, NJ, March 19-21, 2008, presentando l'articolo "On Error Control Schemes for Ad Hoc Networks with Multiuser Detection and Rate Control"
- IEEE Communication Theory Workshop (CTW), St. Croix, Virgin Island, US, May 11-14.

Didattica attiva

- Esercitazioni del corso (2007): "*Modelli e analisi delle prestazioni nelle reti*", del prof. Michele Zorzi.
- Correlatore per le seguenti tesi specialistiche:
 - F. Librino, 'Tecniche Cooperative per l'Instradamento in Reti Ad Hoc con Sistemi MIMO'.
 - D. Mazzi, 'Soluzioni Cross-Layer per l'Instradamento in Reti Ad Hoc con Sistemi MIMO'.
 - S. Ledro, 'Modelli di Markov per l'analisi delle prestazioni di sistemi di telecomunicazioni con ARQ ibrido di tipo II'.
- Correlatore per le seguenti tesi triennali:
 - J. Framarin, 'Confronto di Strategie di Accesso e Cancellazione dell'Interferenza in Reti Ad Hoc con Sistemi MIMO'.
 - Rostellato, 'Studio Simulativo delle Prestazioni di una Rete Wireless Ad Hoc con Sistemi MIMO'.
- Permanenza all'estero: Per un periodo di sei mesi (dal 15/01/2008 al 15/07/2008) sono stato uno studente in visita alla University of Southern California (Los Angeles), ospite della prof. Urbashi



Mitra. In questi sei mesi ho collaborato con la professoressa Urbashi Mitra e il suo gruppo focalizzandomi in particolar modo sull'ottimizzazione della politica di accesso e di potenza trasmessa per reti ad hoc cognitive con multiuser detection.

Ricerca

Il titolo definitivo della mia tesi è "Ad Hoc Networks with Multiple Simultaneous access", svolta sotto la supervisione del Prof. Michele Zorzi.

La mia attività di ricerca è stata particolarmente focalizzata sullo studio delle reti wireless ad hoc con accesso multiplo simultaneo. In queste reti ad hoc, ancora poco trattate nella letteratura esistente, i nodi possono attivare link multipli nella stessa area geografica della rete. È noto come i protocolli attualmente impiegati nelle reti ad hoc, basati su meccanismi di carrier sense e di collision avoidance, cerchino sostanzialmente di evitare trasmissioni simultanee vicine. Questo per proteggere il ricevitore da un'eccessiva interferenza. La vulnerabilità dei ricevitori tradizionalmente usati in queste reti giustificano un modello a collisione delle comunicazioni, cioè dove comunicazioni svolte in contemporanea con altre trasmissioni falliscono con probabilità uno. Questo modello influenza inevitabilmente il progetto dei protocolli di rete, che infatti, implementa i meccanismi citati in precedenza proprio a causa di quest'assunzione.

Tuttavia, in questi ultimi anni è stato dedicato un ingente sforzo al progetto di architetture trasmettitore/ricevitore intrinsecamente resistenti all'interferenza, come le tecnologie di multiuser detection (MUD) e multiple-input multiple-output (MIMO). Queste architetture aumentano il grado di disaccoppiamento tra le

trasmissioni, tanto che un modello a collisione non è più giustificato né come mezzo di analisi che come strumento di progetto dei protocolli.

Una rete in cui i nodi fanno uso di MUD o MIMO è teoricamente capace di supportare l'attivazione simultanea di molteplici link. Questo crea problematiche

notevolmente diverse da quelle delle reti tradizionali dove i nodi accedono uno alla volta. Meccanismi di carrier sense o di collision avoidance non sono più soluzioni efficaci in questo scenario. Si consideri ad esempio un ricevitore con successive interference cancellation (SIC), che iterativamente decodifica e cancella dal segnale totale ricevuto i vari segnali in ingresso. In questo caso è evidentemente impossibile definire una soglia di potenza ricevuta per il carrier sense, visto che sono le potenze individuali dei singoli segnali, e non la loro somma, a determinare il SINR finale percepito dal ricevitore.

L'obiettivo della mia attività è stato quello di individuare le tematiche principali di questo particolare modello di rete, al fine di creare delle linee guida per il progetto dei protocolli di controllo.

L'argomento è stato affrontato da una prospettiva ampia, al fine di individuare prima i fattori fondamentali in gioco, per ottenere infine un quadro

generale del problema e poter proporre così soluzioni efficaci. Gli approcci che sono stati considerati in questi anni di ricerca nell'ambito della mia tesi possono essere divisi in due classi principali.

Nella prima classe di approcci, che definiamo come approcci di coordinazione, i nodi cercano di coordinare le loro trasmissioni sfruttando una struttura TDMA al fine di evitare un livello di interferenza troppo alto ai vari ricevitori attivi. Abbiamo definito questo approccio coordinazione perché i nodi sincronizzano le loro comunicazioni al fine di permettere l'acquisizione da parte degli stessi di informazioni riguardanti l'attività interferente che caratterizzerà la ricezione.

La seconda classe di approcci investiga invece uno scenario di comunicazioni asincrone, dove cioè i nodi possono iniziare una comunicazione senza riferimenti temporali comuni. In questo caso, una coppia



trasmettitore-ricevitore ha una conoscenza limitata sull'interferenza che caratterizzerà la comunicazione, dato che comunicazioni interferenti possono iniziare o finire durante la comunicazione stessa.

I due approcci sono completamente differenti e portano a problematiche molto diverse.

Nell'approccio di coordinazione la rete cerca di evitare situazioni di eccessiva interferenza ai vari ricevitori, e in particolare abbiamo proposto un sistema

distribuito di accesso controllato dai ricevitori. Quindi, una volta allocate le risorse, le comunicazioni possono essere effettuate con una limitata

incertezza derivante dalla conoscenza parziale di quali link saranno attivati. In ogni caso, una allocazione conservativa può garantire una considerevole

robustezza del sistema, e non è richiesta al sistema una forte adattabilità a variazioni improvvise e non prevedibili. Questo viene al prezzo di una struttura

più rigida per le comunicazioni e di un maggiore overhead per i segnali di controllo. Parte della mia attività di ricerca è stata dedicata allo studio e al

progetto di schemi di comunicazione e protocolli di gestione risorse per reti MIMO ad hoc basata su questo principio. In particolare, è stata considerata

un'architettura MIMO con spatial multiplexing al trasmettitore e ricevitore V-BLAST. Per compensare la rigidità della struttura TDMA di necessaria alla coordinazione è stata implementata un modello di gestione di attivazione dei link particolarmente versatile, in cui ogni trasmettitore può attivare link verso destinazioni multiple in ogni slot (dividendo il rate disponibile) e ogni ricevitore può simultaneamente ricevere dati da più sorgenti.

Nel secondo approccio l'adattabilità e la robustezza rispetto a variazioni veloci e impreviste delle condizioni di canale è un aspetto cruciale per la connettività della rete. È importante capire la caratterizzazione dell'interferenza e i meccanismi che la legano ai vari algoritmi di controllo. A tal fine è stata parte integrante del mio lavoro l'investigazione di come i protocolli di controllo dell'errore, che svolgono un ruolo chiave in uno scenario con condizioni di canale poco prevedibili, influenzino l'interferenza. Per rendere possibile questo studio è stato messo a punto un particolare

framework analitico ricorsivo che deriva la distribuzione dell'interferenza nella rete a seconda del meccanismo di controllo dell'errore. Il risultato più immediato di questo studio è stata l'individuazione di alcuni principi di progetto di algoritmi di controllo dell'errore nelle reti ad accesso multiplo simultaneo e alcune osservazioni sulla capacità dei diversi tipi di ricevitore di disaccoppiare le comunicazioni.

È evidente che in questo scenario l'efficienza è una metrica importantissima, dato che determina il carico di interferenza nel sistema. Quindi aumentare l'efficienza delle comunicazioni, diminuendo la loro durata ad esempio, può portare ad un beneficio globale delle prestazioni di tutti i nodi. Parte del mio lavoro è stato dedicato allo studio di protocolli di cooperazione per questo particolare scenario (e particolare attenzione è stata posta sull'integrazione della cooperazione con i meccanismi di controllo di rate ed errore necessari in questo particolare tipo di rete). La cooperazione, e cioè la possibilità di far trasmettere parte dell'informazione riferita ad un pacchetto di dati da nodi terzi alla comunicazione in corso, migliora le prestazioni in termini di diversità di canale in canali lentamente variabili. Per questo particolare filone d'indagine sono state utilizzate sia simulazioni dettagliate di rete (facente uso di sistemi MIMO-BLAST) che nuovi framework analitici. Si è dimostrato che la cooperazione può effettivamente migliorare il bilancio d'interferenza nella rete e garantire così prestazioni migliori.

Un'altro contributo importante è stato la derivazione della politica ottima di accesso e di potenza trasmessa in uno scenario di accessi multipli e una struttura TDMA slottizzata sotto l'assunzione di perfetta conoscenza e coordinazione dei nodi. Al di là del contributo tecnico, la struttura della soluzione permette di comprendere meglio le dinamiche di interferenza. In questo ambito è stato definito il concetto di distorsione di processo, una nuova misura di interferenza basata su quanto le trasmissioni di nodi interferenti influenzino il processo stocastico che modella lo stato e le operazioni di un nodo della rete.



E' inoltre in corso d'opera un framework analitico ricorsivo per modellare a bassa complessità le prestazioni di reti con accesso limitato che, una volta finito, contribuirà in modo decisivo alla comprensione delle dinamiche della rete.

Tutte le diverse tematiche e i diversi approcci seguiti dipingono un quadro complessivo molto complicato, ma anche evidenziano le grandi potenzialità dell'utilizzo di tecnologie MUD o MIMO nelle reti ad hoc al fine di diminuirne i problemi e aumentarne le prestazioni.

Il lavoro svolto è stato finalizzato in 31 pubblicazioni internazionali (di cui nove su rivista).

Pubblicazioni

Pubblicazioni su rivista internazionale

Articoli Pubblicati

- J1. Leonardo Badia, Marco Levorato and Michele Zorzi , "**Markov Analysis of Selective Repeat Type II Hybrid ARQ using Block Codes**", IEEE Trans. on Communications, vol. 56 no. 9, pp. 1434-1441, Sep. 2008.
- J2. Marco Levorato, Stefano Tomasin and Michele Zorzi , "**Cooperative spatial Multiplexing for Ad Hoc Networks with Hybrid ARQ: Design and Performance Analysis**", IEEE Trans. on Communications, vol. 56 no. 9, pp. 1545-1555, Sep. 2008
- J3. Marco Levorato, Paolo Casari, Stefano Tomasin and Michele Zorzi, "**Physical Layer Approximations for Cross-Layer Performance Analysis in MIMO-BLAST Ad Hoc Networks**", IEEE Trans. on Wireless Communications, vol. 6, no. 12, pp. 4390-4400, Dec. 2007

Articoli accettati:

- J4. Stefano Tomasin, Marco Levorato and Michele Zorzi, "**Steady state analysis of coded cooperative networks with HARQ protocols**", accepted for publication, IEEE Trans. on Communications
- J5. Leonardo Badia, Marco Levorato and Michele Zorzi, "**A Channel Representation Method for the Study of Hybrid Retransmission-Based Error Control**", accepted for publication, IEEE Trans. on Communications
- J6. Paolo Casari, Marco Levorato and Michele Zorzi , "**MAC/PHY Cross-Layer Design of MIMO Ad Hoc Networks with Layered Multiuser Detection**", accepted for publication, IEEE Trans. on Wireless Communications

Articoli in revisione:

- J7. Marco Levorato and Michele Zorzi , "**On the performance of Ad Hoc Networks with Multiuser Detection, Rate Control and Hybrid ARQ**", submitted to IEEE Trans. on Wireless Communications
- J8. Marco Levorato, Federico Librino and Michele Zorzi , "**Distributed Cooperative Routing and Hybrid ARQ in MIMO-BLAST Ad Hoc Networks**", submitted to IEEE Trans. on Communications
- J9. Marco Levorato, Urbashi Mitra and Michele Zorzi , "**On Optimal Cognitive Access with Packet Buffering and ARQ**", submitted to IEEE/ACM Trans. on Networking



Articoli su conferenze internazionali

Articoli pubblicati:

- C1. Michele Zorzi, Federico Librino and Marco Levorato, "**Cooperation in UMTS Cellular Networks: a Practical Perspective**", (*invited paper*), IEEE PIMRC, Cannes, France, 2008
- C2. Marco Levorato, Leonardo Badia and Michele Zorzi, "**Efficient Quantization for Feedback Controlled Networks with type II HARQ**", IEEE Rawnet, 2008
- C3. Paolo Casari, Marco Levorato, Daniele Mazzi and Michele Zorzi, "**On the Design of Routing Protocols in MIMO Ad Hoc Networks under Uniform and Correlated Traffic**", IWCMC, 2008
- C4. Marco Levorato and Michele Zorzi, "**On Error Control Schemes for Ad Hoc Networks with Multiuser Detection and Rate Control**", 42nd Conference on Information Sciences and Systems (CISS2008), Princeton, NJ, March 19-21, 2008
- C5. Marco Levorato and Michele Zorzi, "**Performance Analysis of Type II Hybrid ARQ with Low-Density Parity-Check Codes**", third International Symposium on Communications, Control and Signal Processing (ISCCSP 2008), St. Julians, Malta, March 12-14, 2008
- C6. Marco Levorato and Michele Zorzi, "**Recursive Analysis of Ad Hoc Networks with Packet Queueing, Channel Contention and Hybrid ARQ**", Information Theory and Applications Workshop (ITA 2008), UCSD, San Diego, CA, USA January 27- February 1, 2008
- C7. Federico Librino, Marco Levorato and Michele Zorzi, "**Distributed Cooperative Routing and Hybrid ARQ in MIMO-BLAST Ad Hoc Networks**", IEEE Globecom, Washington, DC, USA, November 26-30, 2007
- C8. Leonardo Badia, Marco Levorato and Michele Zorzi, "**An Improved Channel Quantization Method for Performance Evaluation of Incremental Redundancy HARQ Based on Reliable Channel Regions**", Allerton Conference, Monticello, USA, Sept. 26-28, 2007
- C9. Stefano Tomasin, Marco Levorato and Michele Zorzi, "**Analysis of Outage Probability for Cooperative Networks with HARQ**", IEEE ISIT, Nice, France, June 24-29, 2007
- C10. Marco Levorato, Stefano Tomasin and Michele Zorzi, "**Coded Cooperation for Ad Hoc Networks with Spatial Multiplexing**", IEEE ICC 2007, Glasgow, Scotland, UK, June 24-28, 2007
- C11. Marco Levorato, Stefano Tomasin and Michele Zorzi, "**Strategies and Tradeoffs for Coded Cooperation in Wireless Networks**", International Workshop on Wireless Networks: Communication, Cooperation and Competition (WNC³), part of WiOpt, Limassol, Cyprus, April 16-20, 2007
- C12. Paolo Casari, Marco Levorato and Michele Zorzi, "**DSMA: an Access Method for MIMO Ad Hoc Networks Based on Distributed Scheduling**", ACM IWCMC, Vancouver, Canada July 3-6, 2006
- C13. Leonardo Badia, Marco Levorato and Michele Zorzi, "**Analytical Investigation with Markov Models of Selective Repeat truncated Type II Hybrid ARQ**", IEEE Globecom 2006, San Francisco, California, USA, 27 November - 1 December, 2006
- C14. Marco Levorato, Paolo Casari and Michele Zorzi, "**On the Performance of Access Strategies for MIMO Ad Hoc Networks**", IEEE Globecom 2006, San Francisco, California, USA, 27 November - 1 December, 2006
- C15. Marco Levorato, Stefano Tomasin and Michele Zorzi, "**Analysis of Cooperative Spatial Multiplexing for Ad Hoc Networks with Adaptive Hybrid ARQ**", IEEE VTCfall, Montreal, Canada, Sept. 26-09, 2006
- C16. Marco Levorato, Paolo Casari, Stefano Tomasin, Michele Zorzi, "**An Approximate Approach for Layered Space-Time Multiuser Detection Performance and its Application to MIMO Ad Hoc Networks**", IEEE ICC, Istanbul, Turkey, Jun. 11-15, 2006



- C17. Marco Levorato, Paolo Casari, Stefano Tomasin, Michele Zorzi, "**Analysis of Spatial Multiplexing for Cross-Layer Design of MIMO Ad Hoc Networks**", IEEE VTCspring, Melbourne, Australia, May 7-10, 2006
- C18. Paolo Casari, Marco Levorato and Michele Zorzi, "**Some Issues Concerning MAC Design in Ad Hoc Networks with MIMO Communications**", WPMC, Aalborg, Denmark, Sep. 17-22, 2005
- C19. Paolo Casari, Marco Levorato and Michele Zorzi, "**On the Implications of Layered Space-Time Multiuser Detection on the Design of MAC Protocols for Ad Hoc Networks**", IEEE PIMRC, Berlin, Germany, Sep. 11-14, 2005
- C20. Michele Rossi, Paolo Casari, Marco Levorato, Michele Zorzi, "**Multicast Streaming over 3G Cellular Networks through Multi-Channel Transmissions: Proposals and Performance Evaluation**", IEEE WCNC, New Orleans, LA, Mar. 13-17, 2005

Articoli sottomessi:

- C21. Leonardo Badia, Marco Levorato and Michele Zorzi, "**Analysis of Selective Retransmission Techniques for Differentially Encoded Data**", submitted to ICC, Dresda, Germany, 2009
- C22. Federico Librino, Marco Levorato and Michele Zorzi, "**Performance Analysis and Resource Allocation in CDMA Cellular Networks with Relay Stations**", submitted to Workshop on Cooperative Mobile Networks (CoCoNet), part of IEEE ICC, Dresda, Germany, 2009

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Marco Levorato 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.



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Daniele Giovanni Menon** nell'ambito del XXI ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo in Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni.

Negli anni accademici 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 il dott. Daniele Giovanni Menon ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXI ciclo, Indirizzo in Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni

1. Didattica

Corsi seguiti

- *Selected Topics in Optimization*, prof. M. Pavon, 2006.
- *Applied Linear Algebra*, prof. T. Damm, 2006.
- *Renewal and Semi-Markov Random Processes and their Application to Network Protocol Analysis*, prof. M. Zorzi, 2006.
- *Statistical Methods*, prof. L. Finesso, 2006.
- *Applied Functional Analysis*, prof. P. Ciatti, 2006.
- *Pattern Recognition and Machine Learning*, prof. J. Rehg, 2007.

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi

- *Scuola di dottorato in ingegneria dell'informazione*, Università di Napoli Federico II, 20–24 febbraio 2006.
- *Summer School on Information Engineering*, Bressanone, 26–30 giugno 2006.

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

- *Imprenditori e DEI: storie di successo*, convegno, Padova 9 febbraio 2006.
- *Telecomunicazioni ed Elaborazione delle Immagini: lo stato dell'arte e le prospettive in Italia*, giornata di studio, Milano, 3 maggio 2006.
- *STreaming Day*, workshop, Pisa, 11 settembre 2006.
- R. De Santi, *L'uso della voce eufonica negli insegnanti*, Padova, 22 giugno 2006.
- *40 Anni di Telecomunicazioni a Padova*, seminario, Padova, 29 settembre 2006.
- M. Morari, *Control of Hybrid Systems: From Theory to Applications*, DEI Distinguished Lecturer Series, Padova, 24 novembre 2006.
- A. Ekert, *Ciphers, Quanta and Computers*, DEI Distinguished Lecturer Series, Padova, 15 febbraio 2007.
- J. K. Aggarwal, *Human Activity Recognition*, DEI Distinguished Lecturer Series, Padova, 13 marzo 2007.
- A. Pizzinat, *Evoluzione e Sviluppi Futuri della Rete d'Accesso*, Padova, 11 aprile 2007.
- A. Acampora, *At the Forefront of Modern Telecommunications*, DEI Distinguished Lecturer Series, Padova, 18 aprile 2007.
- S. Milani, *Robust Video Transmission using Distributed Source Coding*, DEI Colloquium, Padova, 26 aprile 2007.
- L. Cappellari, *Codifica Video Scalabile: Wavelets, Codifica Distribuita e Soluzioni Basate su H.264/AVC*, DEI Colloquium, Padova, 3 maggio 2007.



- *Politiche e Strategie della Ricerca*, Convegno, Padova, 19 ottobre 2007.
- C.H. Bennett *Quantum Information and the Forgetfulness of Nature*, DEI Distinguished Lecturer Series, Padova, 22 ottobre 2007
- *Workshop Toni Mian*, Padova, 26 ottobre 2007.
- O. Campana, *Multiple Description Coding for Video Applications*, DEI Colloquium, Padova, 15 novembre 2007.
- E. Fasolo, *Efficient Data Dissemination in Wireless Pervasive Networks*, DEI Colloquium, Padova, 22 novembre 2007.
- *Incontro Dottorandi e Unindustria*, workshop, Padova, 7 febbraio 2008.
- E. Rizzi, *Sistemi di comunicazione di nuova generazione: quantità, qualità dell'informazione, misure e interventi*, Padova, 8 febbraio 2008.
- C. Ambrosini, *Which Kind of Information Can Music Convey?*, DEI Distinguished Lecturer Series, Padova, 28 febbraio 2008.
- R. Schrimpf, *Radiation Effects and Soft Errors in Advanced Technologies*, DEI Distinguished Lecturer Series, Padova, 17 marzo 2008.
- *Vent'anni di Ingegneria dell'Informazione*, seminario, Padova, 20 marzo 2008.
- *Opening of the Nokia Research Center in Lausanne*, seminario, Lausanne, 5 giugno 2008.
- M. Franceschetti, *Information-theoretic and physical limits on the capacity*, Lausanne, 1 luglio 2008.
- L. Denis, *SAR Image Regularization*, Lausanne, 2 luglio 2008.
- C. Mennessier, *Introduction to unconstrained numerical optimization*, Lausanne, 2 luglio 2008.
- O. Pourtallier, *Interval Analysis for Solving Equation Systems and Optimization Problems*, Lausanne, 4 luglio 2008.
- T. Blu, *Multiresolution Image Denoising*, Lausanne, 10 luglio 2008.
- G. Finlayson, *From Pixels to Perception*, Lausanne, 11 luglio 2008.
- S. Hemami, *Incorporating Perception and Cognition into Image and Video Coding: A Task-based Approach*, EPFL I&C Seminar, Lausanne, 29 settembre 2008.
- D. Jones, *Biologically Inspired Beamforming*, Lausanne, 7 ottobre 2008.
- O. Hadar, *Optimal Video Stream Multiplexing through Linear Programming*, Lausanne, 10 ottobre 2008.
- H. Ishiguro, *Studies on Androids and Humanoids*, DEI Distinguished Lecturer Series, Padova, 6 novembre 2008.
- *Intelligenza Coraggiosa*, workshop, Padova, 28 novembre 2008.

Partecipazione a Conferenze Internazionali

- *14th European Signal Processing Conference (EUSIPCO)*, Firenze, Italia, 4-8 settembre 2006.
- *2007 IEEE International Conference on Image Processing*, San Antonio, USA, 16-19 settembre 2007.
- *IS&T/SPIE 20th Annual Symposium on Electronic Imaging, Science and Technology*, San Jose, USA, 26-31 gennaio 2008.
- *16th European Signal Processing Conference (EUSIPCO)*, Lausanne, Svizzera, 25-29 agosto 2006.

Didattica attiva

- 6 ore di lezione frontale nel corso di Elaborazione Numerica dei Segnali (prof. G. M. Cortelazzo), A.A. 2006-2007.



- Sorveglianza durante lo svolgimento delle prove degli Esami di Stato per l'abilitazione alla professione di Ingegnere, II^a sessione 2006, I^a sessione 2007 e II^a sessione 2008.

Permanenza all'estero

- Dal 15 aprile al 15 ottobre 2008 presso l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), in Lausanne, Svizzera, con referenti il prof. M. Vetterli e il dr. L. Sbaiz.

2. Ricerca

Demosaicking

La rappresentazione di un'immagine digitale a colori richiede la conoscenza di almeno tre campioni di colore per ogni pixel. Solitamente vengono utilizzati il rosso, il verde ed il blu, basi dello spazio di colore RGB. La maggior parte delle fotocamere e telecamere digitali non acquisisce direttamente l'immagine con tre componenti, bensì utilizza un solo sensore per pixel, ottenendo una griglia di valori corrispondenti ai diversi colori. Tale griglia, detta anche *Color Filter Array* (CFA) oppure mosaico, alterna campioni di rosso, verde e blu secondo alcune disposizioni specifiche, la più nota dalle quali viene chiamata *Bayer pattern*, dal nome del suo inventore.

L'immagine a colori viene ricostruita in un secondo momento attraverso un'interpolazione dei dati acquisiti dal sensore, comunemente chiamata *demosaicking*. Tale ricostruzione, se eseguita in maniera adeguata, è in grado di produrre un'immagine di buona qualità visiva. Essa però necessita di tecniche specifiche dal momento che i normali algoritmi di interpolazione di immagini non sono in grado di sfruttare a fondo l'informazione contenuta nella griglia di valori acquisiti dal sensore. Pertanto sono stati sviluppati diversi algoritmi in grado di ottenere ricostruzioni efficienti, con diversi compromessi tra complessità computazionale e prestazioni.

Demosaicking with directional filtering. E' stato sviluppato un algoritmo di demosaicking in grado di garantire buone performance e con complessità ridotta, in modo da permetterne l'applicazione anche in *real-time*. Esso si basa sull'utilizzo di due interpolazioni direzionali (rispettivamente orizzontale e verticale) della componente verde dell'immagine; in ogni pixel viene poi scelta la ricostruzione più corretta mediante una valutazione *a posteriori*. Sfruttando la correlazione con la componente verde appena ricostruita, si stimano anche le componenti rossa e blu. La descrizione di questa tecnica è stata pubblicata in [1].

Demosaicking mediante analisi wavelet della componente di luminanza. Un'altra tecnica proposta è basata sull'analisi mediante trasformazioni *wavelet* della componente di luminanza dell'immagine acquisita. Le trasformazioni wavelet applicate su un segnale bidimensionale come un'immagine permettono di analizzare l'andamento dei dettagli dell'immagine ed in particolare di determinare l'orientamento spaziale dei bordi tra diverse regioni di colore. La tecnica di demosaicking proposta effettua una stima LMMSE della componente di luminanza dai dati acquisiti e successivamente, tramite l'analisi con wavelet, calcola per ogni pixel due classificatori relativi alla quantità di dettagli, rispettivamente orizzontali e verticali, nell'intorno del pixel. Questi due classificatori vengono poi usati per ricostruire la componente del verde attraverso una somma pesata di due interpolazioni direzionali. A partire dalla componente di verde appena ottenuta ed utilizzando ancora i classificatori spaziali, vengono stimate anche le componenti di rosso e blu. Questo algoritmo offre buone prestazioni e ricostruisce con precisione anche i dettagli. Una sua versione preliminare è stata presentata in [5].

Approcci di demosaicking basati su metodi di regolarizzazione. I metodi di regolarizzazione vengono spesso usati in letteratura per trovare un'approssimazione della soluzione dell'inverso di un problema non



invertibile, sfruttando l'informazione disponibile a priori sul segnale originale. Noi abbiamo considerato due approcci di regolarizzazione per il progetto di alcune tecniche di demosaicking. Il primo approccio è di tipo quadratico ed utilizza due vincoli, uno per limitare la presenza di alte frequenze indesiderate (è noto che lo spettro di un'immagine ha un andamento prevalentemente passa-basso) e l'altro per imporre correlazione tra le alte frequenze delle diverse componenti di colore. Questo permette di utilizzare un procedimento lineare per la ricostruzione delle immagini, con filtri di diverse dimensioni a seconda della complessità computazionale desiderata. Il secondo approccio considerato aggiunge un termine non quadratico, al fine di rendere la ricostruzione adattiva al comportamento locale dell'immagine, migliorando l'interpolazione nei dettagli e nei bordi tra diverse regioni di colore. La complessità dell'algoritmo è maggiore rispetto al primo metodo non adattivo, tuttavia viene mantenuta limitata e non eccessiva, grazie ad un procedimento originale proposto per trovare la soluzione. Le prestazioni degli algoritmi progettati con i metodi di regolarizzazione sono buone e forniscono risultati in linea con quelli dati da altre tecniche di demosaicking più complesse. Una loro versione preliminare è descritta in [6].

Rimozione degli artefatti introdotti dal demosaicking. E' stato proposto un algoritmo per il post-processing di immagini ricostruite con metodi di demosaicking. Tale tecnica stima la direzione dei bordi all'interno di un'immagine mediante l'utilizzo di due operatori di Sobel ed effettua poi la correzione delle alte frequenze dei colori stimati, sfruttando la conoscenza delle alte frequenze del colore acquisito dal sensore in quel pixel. Questo algoritmo è stato presentato in [3].

Metodi congiunti di demosaicking e denoising

Inoltre il sensore introduce una componente rumorosa che viene solitamente rimossa con alcuni algoritmi di *denoising*. Tali algoritmi possono essere applicati prima oppure dopo il demosaicking; tuttavia entrambe queste soluzioni presentano alcuni inconvenienti. Pertanto è stata analizzata una tecnica per eseguire congiuntamente demosaicking e denoising, utilizzando alcuni metodi di image regularization precedentemente studiati e una decomposizione mediante trasformazioni wavelet al fine di rimuovere il rumore preservando i dettagli dell'immagine.

Tecniche di zooming

Un problema relativo alle immagini digitali è legato alla risoluzione. Generalmente i sensori di dispositivi quali telefoni cellulari o PDA presentano vincoli di costo restrittivi e la risoluzione acquisita è bassa. La qualità dell'immagine può essere migliorata utilizzando alcune procedure di interpolazione spaziale, in modo da permettere anche la visione dei dettagli presenti. Le tecniche per l'aumento della risoluzione vengono comunemente indicate col nome di *zooming* oppure *image magnification*. Esse sono solitamente basate su interpolazione bilineare, interpolazione bicubica oppure *splines*. Tuttavia questi approcci, per quanto efficaci nelle zone omogenee, producono effetti particolarmente visibili di *smoothing* nei bordi delle diverse regioni dell'immagine. Di conseguenza in letteratura sono stati analizzati diversi algoritmi adattivi in grado di fornire una buona qualità anche nei dettagli dell'immagine.

Nel corso del periodo di ricerca presso l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) è stata considerata una nuova tecnica di interpolazione basata su filtro ottimo e su un modello statistico che descrive il comportamento locale dell'immagine. E' stato proposto un metodo per stimare i parametri di questo modello statistico a partire dalla correlazione dell'immagine a bassa risoluzione. Utilizzando tali parametri è possibile calcolare i coefficienti del filtro ottimo per la stima dei pixel dell'immagine ad alta risoluzione. Inoltre è stato analizzato un metodo basato sui *bilateral filters* per migliorare la ricostruzione in corrispondenza dei dettagli e dei bordi delle diverse zone dell'immagine. Tale approccio fornisce buone prestazioni, superiori a quelle che si ottengono con gli altri metodi presentati in letteratura. La qualità delle immagini ottenute è molto buona. Pertanto è stato sottomesso per la pubblicazione alla rivista *IEEE Transactions on Image Processing*.



Tecniche di error concealment per codifica a descrizioni multiple

Un'altro argomento di ricerca analizzato è stato la ricostruzione dell'informazione persa in video codificati con descrizioni multiple e trasmessi su canali wireless. In questo contesto righe pari e righe dispari del video vengono codificate in pacchetti trasmessi su canali diversi. Se le trasmissioni su entrambi i canali hanno esito positivo, si ricompone semplicemente il video originario.

Nei casi in cui giunga al destinatario solo l'informazione relativa alle righe pari o alle righe dispari si applica un'interpolazione spaziale. A questo proposito si è sviluppato un approccio di ricostruzione adattivo, in grado di preservare la qualità del video ricevuto e di funzionare in real-time.

Titolo della tesi: **Color Image Reconstruction for Digital Cameras**

Supervisore: **prof. Giancarlo Calvagno**

3. Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

- Menon D., Andriani S., Calvagno G., *Demosaicing with Directional Filtering and a Posteriori Decision*, IEEE Transaction on Image Processing, vol. 16, no. 1, pp. 132-141, Jan. 2007. (paper).

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- [2] Menon D., Andriani S., Calvagno G., Erseghe T., *On the Dependency Between Compression and Demosaicing in Digital Cinema*, 2nd European Conference on Visual Media Production (CVMP), 2005 (proceeding).
- [3] Menon D., Andriani S., Calvagno G., *A Novel Technique for Reducing Demosaicing Artifacts*, 14th European Signal Processing Conference (EUSIPCO), 2006 (proceeding).
- [4] Andriani S., Calvagno G., Menon D., *Lossless Compression of Bayer Mask Images Using an Optimal Vector Prediction Technique*, 14th European Signal Processing Conference (EUSIPCO), 2006 (proceeding).
- [5] Menon D., Calvagno G., *Demosaicing Based on Wavelet Analysis of the Luminance Component*, IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), 2007 (proceeding).
- [6] Menon D., Calvagno G., *A Regularization Approach to Demosaicking*, IS&T/SPIE 20th Annual Symposium on Electronic Imaging, Visual Communication and Image Processing, 2008 (proceeding).

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Daniele Giovanni Menon 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.



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Alessandra Mior** nell'ambito del XXI ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo in Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni.

Negli anni accademici 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 la dott.ssa Mior Alessandra ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXI ciclo, Indirizzo in Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni

I. SCHOLARSHIP

My work is bound to the following theme: "OFDMA/CDMA techniques for wireless systems" ("Applicazione di tecniche OFDMA/CDMA a sistemi Wireless").

II. TRAINING ACTIVITIES

List of attended lectures:

- First year (2006):
 - “Multi-user Receivers for Wireless Communications on Fading Dispersive Channels,” Prof. M. Lops
 - “Applied linear algebra,” Prof. T. Damn
 - “Renewal and Semi-Markov Random Processes and their Application to Network Protocol Analysis,” Prof. M. Zorzi
 - “Applied functional analysis,” Prof. Ciatti
 - “Statistical Methods,” Prof. L. Finesso
 - “Broadband Wireless Communications,” Prof. S. Pupolin, N. Benvenuto, S. Tommasin
 - “Error Control Coding: State of the art,” Prof. C. Schlegel
- Second year (2007):
 - “Basic and Advanced Topics in Broadband Wireless Networks ,” Prof. A. Acampora

List of PhD Schools:

- Year 2006:
 - Summer School on Information Engineering, 26-30 June, 2006, Brixen, Italy.
- Year 2007:
 - Summer School on Information Engineering, 02-06 July, 2007, Brixen, Italy.



List of attended seminars:

- Year 2006:
 - “Analysis of Processing Energy for Error Control Codes,” author V. Gaudet
 - “Generalized zero-forcing for MIMO cellular networks,” authors: H. Huang and F. Boccardi
- Year 2007:
 - “On cross-layer design of MIMO ad-hoc networks,” author P. Casari
 - “At the forefront of modern telecommunications,” author: A. Acampora
 - “Quality of service control in soft real time computing systems and wireless networks,” author: L. Palopoli
 - “Cross layer design in wireless data networks: concepts and application examples,” author: S. Merlin
 - “Intelligent Sensor Networks: the role of messaging middleware for end-to-end business solutions,” author: P. Chevillat
 - “Tree Based Combinatorial Optimization Problems in Telecommunication Networks,” author: Prof. B. Gavish
 - “Evolutionary algorithm techniques for network optimization problem,” author: A. Botta
 - “Multiple Description Coding for Video Applications,” author: O. Campana
 - “Efficient data dissemination in wireless pervasive networks,” author: E. Fasolo
- Year 2008:
 - “TD-SCDMA 3G wireless standard,” speaker: Mr. Cui Hua, ZTE, China.
 - “Scheduling algorithm for multiple antenna wireless packet data systems,” speaker: Robert Elliott, University of Alberta, CA.
 - “Cooperative communication under adaptive transmission,” speaker: Tyler Nechiporenko, University of Alberta, CA.

Periods aboard:

- Year 2008:
 - **January-July:** University of Alberta and TRILabs, Edmonton, Alberta, Canada.

List of teaching activities:

- Year 2006:
 - Lecture on: “Simulink,” for the class: “Comunicazione con Mezzi Mobili,” 13 Oct. 2006
 - Lecture on: “S-function and an Introduction to channel estimation and synchronization in OFDM systems,” for the class: “Comunicazione con Mezzi Mobili,” 15 Nov. 2006.
- Year 2007:



- Lecture on: "Exercises about analog modulations," for the class: "Fondamenti di comunicazioni elettriche," third quarter, A.A. 2006-2007.
- Lecture on: "Exercises about digital modulations," for the class: "Fondamenti di comunicazioni elettriche," third quarter, A.A. 2006-2007.

III. RESEARCH ACTIVITIES

- **Thesis' title:** "Channel estimation and coding for improved performance in wireless systems"
- **Advisor:** Prof. Silvano Pupolin
- **Description:**

Channel estimation and coding for OFDM modulation are two of the most important issues in new generation wireless systems and these are the main topics of my research. Particular emphasis is on the proposal of new algorithms in the context of next-generation WiMAX deployments.

The two main topics can be grouped into different arguments. For the channel estimation we can distinguish two big issues: channel estimation in OFDM systems and joint channel estimation and data detection through the Expectation Maximization (EM) algorithm.

On the other side, for the channel coding, we considered the Low-Density Parity-Check (LDPC) codes and proposed a modification to their well known decoding algorithm: the Message Passing Algorithm (MPA). Then the Priority First Search Algorithm (PFS) and the Genetic Algorithm (GA) have been proposed as alternative decoding techniques. Still in the channel coding contest, we proposed the concatenation of short LDPC and turbo codes, with the aim of taking the advantages from both the codes and overcoming their drawbacks.

These arguments are described more in details following:

- *Channel estimation in OFDM systems:* the problem of the channel estimation has been addressed.

First of all we studied the known channel estimation algorithms in time and frequency domain. Then considering we were interested in their performance in an OFDM system we considered the channel estimation in the frequency domain for an OFDM system. Algorithm such as Least Square (LS), Minimum Mean Square Error (MMSE), Linear Minimum Mean Square Error (LMMSE) have been considered assuming the knowledge of all the transmitted symbols and only pilots. Also an adaptive algorithm in the frequency domain has been considered; this assumes to have an initial channel estimation and performs the tracking of the channel which is assumed slowly time-varying.

Aim of this study is the selection of a channel estimation algorithm which gives good performance, in terms of Bit Error Rate (BER), in a WiMAX system. To perform this selection we implemented a quasi-compliant WiMAX standard simulator¹ and valued the performance and the Mean Square Error (MSE) for the LS algorithm, two variations of the LMMSE algorithm, one dependent on the transmitted data and the other not, and the adaptive frequency algorithm. Results show that the LS and the LMMSE dependent on the transmitted data algorithms perform very well, whereas the adaptive one performs as well as the LS for speeds below 50 km/h, but for higher speeds it presents a floor due to the frequency Doppler spread. On the other side, the LMMSE independent on the transmitted data presents a floor of the BER at $2 \cdot 10^{-2}$ for all the speeds, thus it is not a good estimation algorithm. For example, if the speed is equal to 130 km/h the adaptive algorithm has a floor at BER equal to $3 \cdot 10^{-3}$. This is mainly due to the fact that at this speed the channel impulse response is no longer constant within an OFDM symbol. To make the reader understand how much larger is this loss, BER at 6 dB can be compared: the adaptive algorithm presents a BER equal to $4 \cdot 10^{-3}$, whereas the LS and LMMSE dependent on the transmitted data have BER equal to $4 \cdot 10^{-6}$.

¹ For quasi-compliant WiMAX standard simulator we mean a simulator with the parameters given in the standards 802.16 and 802.16e, but where we do not implement the subcarriers permutation and all the code-modulation combinations.



This study tells us that in a WiMAX system we can perform channel estimation through the LS algorithm, because this is the simpler one from a computational point of view and gives as good results as the LMMSE dependent on the transmitted data, in terms of BER. This result is different from what we expected, because we know from the theory that the LMMSE dependent on the transmitted data is more complicated from a computational point of view, but performs better than the LS. However, the result can be justified because the considered WiMAX system has 512 subcarriers and 60 of them are pilots and so we have a sufficient number of data which can be used for the estimation.

- *Expectation maximization algorithm for joint channel estimation and data detection*: an idea we had to improve the performance of the system considered is given by performing a joint channel estimation and data detection. This can be performed through the Expectation Maximization (EM) algorithm. First of all we studied the EM algorithm and then its application in an OFDM system to hit the mark of jointly estimate the channel and detect the data. This approach can be considered a semi-blind method because known and unknown symbols are simultaneously used to estimate the channel.

This algorithm is very complex and its usage would be accepted only if the gain over a separated estimation and detection is significant. Unfortunately results shown for this algorithm present only a very small gain if compared with the ones described above and this is not sufficient to justify the increment of the computational complexity.

- *Channel coding: Low-Density Parity-Check codes*: Coding for error correction is one of the many tools available for achieving reliable data transmission in communication systems. For a wide variety of channels, the noise channel coding theorem proves that, if properly coded, information transmitted at a rate below channel capacity exhibits a probability of error approaching zero exponentially with the information sequence length. In this part the channel coding problem has been addressed and in particular Low-Density Parity-Check (LDPC) codes and their decoding techniques have been analyzed.

After their discovery in the early 1960s the LDPC codes were largely forgotten, possibly because computer of the time could not simulate the performance of this codes with meaningful lengths. In our days, they have drawn much attention due to their near-capacity error correction performance. They have a big disadvantage and a big advantage: the first one is the lack of a good construction method and the second one is given by the decoding algorithm whose complexity is linear with the block length. In fact, the decoding operation is always performed with an Iterative Decoding based on a Belief Propagation (IDBP) algorithm which is a symbol-by-symbol soft-in soft-out decoding algorithm which iteratively processes the received symbol by using the parity-check sums computed from the hard decision of the received symbol. The algorithm is commonly known as Message Passing Algorithm (MPA).

- *Alternative algorithms for LDPC decoding*: The LDPC decoding algorithm has low complexity, if compared with the MAP decoding algorithm, used to decode the turbo codes which are the strongest LDPC code competitors, but actually is still quite complex. This is the reason why a modification to the MPA algorithm has been proposed in order to reduce the number of multiplications. Even if the not-a-number cases need to be handled, results are quite promising: if we know the type of application we are using (i.e. the reliability we need), we can reach a trade-off between computational complexity and system reliability, just choosing the correct threshold. A good choice for the threshold seems to allow also a reduction of the BER, but this performance is computed only on the words the proposed algorithm is able to decode, thus we cannot be sure about the performance gain. Observations made on this modification suggested the study of what would happen if the input to the MPA is quantized rather than the real valued.

Finally, about the LDPC decoding, we analyzed performance for two different algorithms which transform the decoding problem into a search problem. The first considered algorithm is the Priority First Search Algorithm (PFSA), proposed for the convolutional codes and more in general for all the codes which can be represented with trellis.

From the parity-check matrix of the LDPC code we can construct the trellis. The problem is that it is very big and the PFSA is not efficient. To deal with this problem we proposed a variation of the PFSA: assuming the trellis is unknown, the algorithm is performed only on the first k bits, i.e. on the systematic part, than the k bits are re-encoded and the codeword with the minimum distance from the found one is chosen.

In this case, to speed up the simulations, we considered a (15, 11) Hamming code and we found the proposed algorithm has the same performance, in terms of BER, of the standard one. This is not a good result, because in the modified PFSA we re-encode the words, operation very complex for the LDPC, thus it doesn't make sense to use the proposed algorithm if we don't observe any performance gain.

The second proposed algorithm is a genetic algorithm. It applies operations from natural genetics to guide the trek through the search space. The problem here is the definition of the parameters, which are code-based. For the moment a generalization to find out these parameters doesn't exist and our results for the moment are discouraging.



– *Concatenation of short LDPC and turbo codes*: LDPC codes have very good performance, but also turbo codes are very good, especially when the codewords are quite long.

Exactly, turbo codes perform very well for BER's above 10^{-4} (waterfall performance), however they have a significant weakened performance at BER's below 10^{-5} : this phenomenon is known as error floor. Another important observation, we need to keep in our mind, is that, in turbo decoding, only information bits are decoded and they cannot be used for error detection. The poor minimum distance and lack of error detection capability make these codes perform badly in terms of block error probability. Poor block error performance also makes these codes not suitable for many communication applications. On the contrary, finite geometry LDPC codes do not have all the above disadvantages of turbo codes, except that they may not perform as well as turbo codes for BER's above 10^{-4} . Other reasons, which could justify the choice of a LDPC rather than a turbo code are given by a very low complexity decoding, compared to the complexity of the MAP algorithm used for the turbo codes, and the fact that LDPC codes have an inherent interleaving effect and so, if it's concatenated with another code, interleaver is not required.

Straight conclusion from the above observation is that the advantages of extremely good error performance of turbo codes for BER's above 10^{-4} and the advantages of finite geometry LDPC codes such as no error floor, possessing error detection capability after decoding and good block error performance, can be combined to form a coding system that performs well for all ranges of SNR's.

Thus, the concatenation of short LDPC and turbo codes, as inner and outer codes, respectively, has been proposed. The choice of short codewords has two justifications: first both the codes perform well for long codewords, but this introduce some delay, which is not suitable for some kinds of system transmission, for example speech. Second, if the codeword is relatively short, we analyze the output at the turbo decoding and try to construct an "ad hoc" LDPC decoder which is suitable for decoding what the turbo code cannot correct. This idea is useful also to avoid the block interleaver usage, which is not suitable, because it introduces more delay.

Results for this concatenation scheme are represented for overall rates equal to 1/3, 5/16 and 1/4. The most promising ones are those for the rate 1/4, the other two cases don't show interesting results and for rate 1/3 obtained with a turbo code rate 1/2 and a LDPC code rate 2/3 we observe that the LDPC cannot recover the loss of the performance due to the turbo puncturing.

Observing results in details, for concatenation with overall rate 1/3 we observe that the proposed scheme outperforms turbo code with the same rate for SNR higher than 3.5 dB, but the LDPC with rate 1/3 always performs better than both the turbo and concatenation schemes.

Performance of this LDPC code with rate 1/3 is very interesting: the BER is equal to $2 \cdot 10^{-6}$ at 2.5 dB of SNR. If we compare this performance with the one of the LDPC with rate 1/4, used for the comparison with the concatenation with the overall rate 1/4, we find that, contrary to what we expect from the theory, it performs better. For example, at $2 \cdot 10^{-5}$ BER, the LDPC 1/3 has a gain of 1.1 dB and this is due to the strong dependance from the parity-check matrix. For both the LDPC codes, the parity-check matrices were chosen by using the same design criterion. The choice has been limited, for both codes, to a small number of parity-check matrices. The conclusion we tried is that for LDPC code with rate 1/3 we found a very good solution, while, for LDPC code with rate 1/4, the best solution we found is far away from the acceptability and the search must be continued.

Observing performance of the concatenation with overall rate 5/16 we can see it always outperforms the turbo code with rate 1/3, but for SNR higher than 3.5 dB the LDPC code with rate 5/16 performs better.

Finally, for the concatenation with overall rate 1/4, we can see that it always outperforms the turbo code with rate 1/3 and the LDPC code with rate 1/4, but it gains only 0.2 dB at a BER of $2 \cdot 10^{-5}$ over the LDPC 1/3.

Last observation: all the parity check matrices have been chosen with the design criterion described above, thus the remark made for LDPC code with rate 1/4 can be made also for the LDPC code of rate 5/16 and all the LDPC codes involved in the concatenation schemes.

IV. PUBLICATIONS

- Year 2006:

- G. Carnevale, D. Veronesi, A. Mior and S. Pupolin "On the successive interference cancellation in multi-cell systems," WiTeP, April 2006, Rome, Italy.



**Università degli Studi
di Padova**

**Scuola di Dottorato di Ricerca in
Ingegneria dell'informazione**

**Dipartimento di
Ingegneria dell'Informazione**



- Year 2008:
 - A. Mior and F. Maguolo, “Analysis of complexity for the message passing algorithm”, SoftCOM, September 25-27, 2008, Split-Dubrovnik, Croatia.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato la Dott.ssa Alessandra Mior 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.



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Vanni Peretti** nell'ambito del XXI ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo in Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni.

Negli anni accademici 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 il dott. Vanni Peretti ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXI ciclo, Indirizzo in Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni

ATTIVITA' DI FORMAZIONE

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

Primo anno

- *Applied linear algebra*, T. Dumm
- *Innovative Device Concepts in Electronics*, A. Cester
- *Effects of Ionizing Radiation on Electronic Components: From Space Applications to Sea Level Effects*, A. Paccagnella

Secondo anno

- *Applied functional analysis*, P. Ciatti
- *Electrostatic Discharge in Integrated Circuits*, G. Meneghesso
- *Physical models for the numerical simulation of semiconductor devices*, G. Meneghesso

Altri seminari seguiti:

- **"From wireless networks to sensor networks and onward to networked embedded control"** Prof. Panganamala R. Kumar, Franklin Woeltge Professor of Electrical and Computer Engineering, Aula Magna A. Lepschy (18-10-2007)
- **"Quantum Information and the Forgetfulness of Nature"** Charles H. Bennett, Aula Magna A. Lepschy (22-10-2007)
- **"More than Moore"** B. Murari, Aula Magna A. Lepschy (2006)
- **"TCAD and DFM in the sub-100nm era"** L. Sponton, Aula Magna A. Lepschy (15-06-2006)
- **"Seminario sulle tecniche di "peer review"** C. Ghezzi, Aula Magna A. Lepschy (2006)

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

- "HeTech 2007, 16th European Workshop on Heterostructure Technology, Fréjus, September 2-5, 2007"
- "Electronic Group Meeting, June 2006, Napoli, Italy"
- "6th ESA Round Table on Micro and Nano Technologies for Space Applications, October 2007"

Periodi di Attività all'Estero:

Dal 1 Febbraio 2008 al 31 Luglio 2008, Microsystem Technology group, KTH, Stockholm, Sweden.

Durante il mio periodo all'estero di 6 mesi presso il Microsystem Technology Group (MST) del Reale Istituto di Tecnologia (KTH) di Stoccolma (Svezia), ho sviluppato un sistema di misura automatico per una matrice 20x20 di switch RF-MEMS. Per realizzare questo sistema ho utilizzato vari generatori di segnale, schede digitali per acquisizione dati National Instruments e 10 multiplexer agilent divisi in due



rack per pilotare fino a 100 canali. Inoltre per pilotare il sistema ed eseguire diversi tipi di misura, ho implementato diversi programmi utilizzando il software LabView. Per l'elaborazione dati, mi sono affidato a delle macro, implementate in visual basic e utilizzate partendo da ambiente excel, per estrapolare i dati di interesse dai file generati dai programmi LabView e generare informazioni statistiche. Infine, per connettere la matrice di switch MEMS agli strumenti, ho disegnato, con software professionale (Protel DXP), una scheda elettrica dedicata, realizzata in seguito da un'azienda esterna.

Riconoscimenti:

- *Best Student Paper* con: "Transmission Line Pulse (TLP) Testing of Radio Frequency (RF) Micro-machined Micro-electromechanical Systems (MEMS) Switches", Proc. of 28th Electrical Overstress/Electrostatic Discharge Symposium Proc., EOS/ESD 2006, pp. 295-303, Westin La Paloma Tucson, Arizona, USA, September 10-15, 2006.
- *Best Poster* con: "Reliability issues of RF-MEMS switches", Electronic Group Meeting, 2006, Napoli, Italy.

ATTIVITA' DI RICERCA

Durante il periodo di dottorato la mia attività di ricerca si è orientata sullo studio dell'affidabilità di switch RF MEMS (Micro ElectroMechanical Structure).

I miei studi, condotti nell'ambito di un progetto nazionale (PRIN) e uno internazionale finanziato dall'ente spaziale europeo (ESA), ha comportato lo sviluppo di diversi setup di misura e stress per identificare una procedura di testing in grado di garantire l'affidabilità degli switch RF-MEMS per operazioni di net switching (progetto PRIN) e missioni spaziali (progetto ESA).

In primis è stato realizzato il setup per la caratterizzazione in DC dei dispositivi, essenziale per monitorare la bontà dei contatti ohmici fra trave sospesa e la linea di trasmissione sottostante nonché per evidenziare il caricamento parassita del dielettrico (dielectric charging) e il degrado da stress dei parametri S.

In seguito un gran numero di dispositivi sono stati sottoposti a cycling stress, accreditato come il parametro di stress più significativo per determinare l'affidabilità degli switch RF, ottenendo importanti informazioni sui fenomeni di charge trapping e sull'impatto della variazione della tensione di attuazione sul numero di cicli raggiungibili.

Come sviluppo del cycling stress, una prima analisi nel dominio del tempo sull'effetto di una polarizzazione impulsata su switch RF MEMS, ha evidenziato la presenza di rimbalzi non voluti nella fase di rilascio che potrebbero inficiare il funzionamento logico dei dispositivi.

Dopo tali risultati, e anche nell'ottica di uno studio per applicazione spaziale, uno studio più approfondito sul transiente di rilascio è stato eseguito. Infatti, le condizioni di lavoro tipiche di un ambiente spaziale comportano, oltre a continue variazioni di temperatura, alla presenza di radiazioni ionizzanti e fenomeni ESD (Electro Static Discharge), tempi di storage anche molto lunghi (fino a 15 anni) durante i quali il dispositivo deve mantenere invariate le proprie caratteristiche. A causa delle infinite possibilità di sviluppo e design delle strutture MEMS ed alla mancanza di processi produttivi standardizzati, a tutt'oggi non esiste una chiara procedura in grado di caratterizzare e garantire l'affidabilità di tali dispositivi.

Lo studio condotto sulla fase di rilascio ha evidenziato la presenza di un doppio meccanismo di fallimento elettrico (dielectric charging a diverse profondità) e uno meccanico (microfusioni). Tali risultati hanno spostato l'attenzione da stress universalmente accettati come i più significativi ed impegnativi per gli switch RF MEMS, come il cycling, verso nuovi stress (Long Term Actuation Stress)



che si sono rivelati fatali per un gran numero di dispositivi, ma al tempo stesso hanno aperto nuove vie per lo studio dei fenomeni legati alla carica intrappolata ed alle microfusioni. Inoltre, il Long Term Actuation Stress ha anche permesso di evidenziare la necessità di avere membrane con un'alta costante di molla, introducendo un importante regola di design che tende a sostituire le travi a meandro con travi dritte nei dispositivi MEMS in fase di progettazione.

Sempre nell'ambito di un futuro impiego satellitare, diversi dispositivi sono stati sottoposti a radiazione ionizzante con interessanti risultati. Si è notato infatti che l'esposizione a raggi X tende a deteriorare solo temporaneamente i dispositivi che riescono a recuperare nel giro di settimane le loro caratteristiche elettriche, mentre lo stress condotto con protoni accelerati ha evidenziato un danno strutturale che sembra progredire col tempo rivelandosi estremamente pericoloso per i dispositivi, anche perché le dosi usate per l'irraggiamento (10 Mrad) sono compatibili con quelle misurate in alcune missioni spaziali dall'ESA.

Dal punto di vista dell'overstress elettrico, diverse misure hanno evidenziato che tensioni di un 20-40% superiori a quella di attuazione possono portare alla rottura dell'ossido che isola la struttura di attuazione dalla membrana in alcuni punti critici dello switch con una conseguente fusione tra tale struttura e la membrana. In questo caso lo switch rimane in posizione attuata anche a tensione rimossa e il dispositivo diventa inutilizzabile.

Tali test sono attualmente in fase di esecuzione su un nuovo run di dispositivi recentemente consegnato per convalidare statisticamente i risultati precedentemente ottenuti.

Titolo definitivo Tesi:

"Development of Reliable RF-MEMS Switches for Antennas and Space Applications"

Supervisore:

G. Meneghesso

PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

A. Tazzoli, V. Peretti, G. Meneghesso, "Electrostatic Discharge and Cycling effects on Ohmic and capacitive RF-MEMS Switches", IEEE Transactions on Device and Materials Reliability, Vol. 7, No. 3, September 2007, pp. 429-437.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

A. Tazzoli, A. Gnudi, R. Gaddi, V. Peretti, E. Zanoni, G. Meneghesso, "Resistive RFMEMS Switches Characterization and Reliability" HETECH 2005-14th International Workshop on Heterostructure Technology.

A. Tazzoli, V. Peretti, R. Gaddi, A. Gnudi, E. Zanoni, G. Meneghesso, "Reliability issues in RF-MEMS switches submitted to cycling and ESD test", Proc. of IRPS 2006, 2006 IEEE International Reliability Physics Symposium - San Jose, California, March 26-30, 2006.



A. Tazzoli, V. Peretti, E. Zanoni, G. Meneghesso, "Transmission Line Pulse (TLP) Testing of Radio Frequency (RF) Micro-machined Micro-electromechanical Systems (MEMS) Switches", Proc. of 28th Electrical Overstress/Electrostatic Discharge Symposium Proc., EOS/ESD 2006, pp. 295-303, Westin La Paloma Tucson, Arizona, USA September 10-15, 2006.

A. Tazzoli, V. Peretti, D. Bozzato, E. Zanoni, G. Meneghesso, "Characterization Issues and ESD Sensitivity of RF-MEMS Switches", Joint Workshop On MEMS Reliability, ESREF 2006, Wuppertal, Germany, Oct. 2, 2006.

A. Tazzoli, V. Peretti, G. Meneghesso, "Long Term Actuation Issues of Ohmic RFMEMS Switches", HeTech 2007, 16th European Workshop on Heterostructure Technology, Fréjus, September 2-5, 2007, Mo 1.4.

A. Tazzoli, V. Peretti, G. Meneghesso, "Characterization Issues and Charge Trapping Effects on RF-MEMS switches", HeTech 2007, 16th European Workshop on Heterostructure Technology, Fréjus, September 2-5, 2007, Tu 2.5.

A. Tazzoli, V. Peretti, G. Cellere, G. Meneghesso, "RF-MEMS Switches Reliability for Long Term Spatial Applications", 6th ESA Round Table on Micro and Nano Technologies for Space Applications, 2007.

A. Tazzoli, V. Peretti, E. Autizi, G. Meneghesso, " Suspension Shape Impact on the Reliability of RF-MEMS Redundancy Switches", Proc. of IRPS 2008, 2008 IEEE International Reliability Physics Symposium.

A. Tazzoli, E. Autizi, V. Peretti, G. Meneghesso, "Stiction Induced by Dielectric Breakdown on rf-MEMS Switches", Memswave 2008, poster session.

A. Tazzoli, V. Peretti, E. Autizi, G. Meneghesso "EOS/ESD Sensitivity of Functional rf-MEMS", 30th EOS/ESD Symposium, September 2008.

Elenco pubblicazioni su convegno nazionali

V. Peretti, A. Tazzoli, E. Zanoni, G. Meneghesso, R. Gaddi, A. Gnudi, "Reliability issues of RF-MEMS switches", Electronic Group Meeting, 2006, Napoli, Italy.

Lavori accettati in corso di pubblicazione

A. Tazzoli, G. Cellere, E. Autizi, V. Peretti, A. Paccagnella, G. Meneghesso, "Radiation Sensitivity of Ohmic RF-MEMS Switches for Spatial Applications", IEEE MEMS 2009.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Vanni Peretti 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.



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

Negli anni accademici 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 il dott. Denis Peruzzo ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXI ciclo, Indirizzo in Bioingegneria

Parte 1. Didattica

Corsi seguiti:

- Applied Linear Algebra. *Instructor: Prof. Tobias Damm, University of Braunschweig*
- Isotopic tracers in Kinetic Studies. *Instructor: Prof.ssa Gianna Toffolo, DEI, University of Padova*
- Dose, Effect and Threshold. *Instructor: Prof. Andrea Trevisan, University of Padova*
- Applied functional analysis. *Instructor: Prof. Paolo Ciatti, Dept. Metodi e modelli matematici per le scienze applicate, University of Padova*
- Statistical Methods. *Instructor: Prof. Lorenzo Finesso, Istituto di Ingegneria Biomedica, ISIB-CNR, Padova*
- Identification Techniques. *Instructor: Prof. Alessandro Chiuso, DEI, University of Padova*
- Neuroingegneria. *Instructor: Prof.ssa Alessandra Bertoldo, University of Padova*
- Risonanza magnetica funzionale. *Instructor: Dr. Andrea Mechelli, Univeristy College, London*

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi:

- XXV Scuola Nazionale Annuale di Bioingegneria: "Neuro-Robotica: Neuroscienze e robotica per lo sviluppo di macchine intelligenti", Bressanone, 25-29 Settembre 2006.
- XXVI Scuola Nazionale Annuale di Bioingegneria: "Genomica e proteomica computazionale", Bressanone, 24-28 Settembre 2007.
- ESMRMB Lectures on MR course on Quantitative Perfusion Imaging, Freiburg, Germany, 10-12 Ottobre 2007.
- XXVII Scuola Nazionale Annuale di Bioingegneria: "Sistemi indossabili intelligenti per la salute e la protezione dell'uomo", Bressanone, 15-19 Settembre 2008.

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi:

- "Computational mass spectrometry for protein identification", Claudio Garutti, DEI, Università di Padova, Italy, 8 giugno 2006
- "Introduction to Population Analysis with the System for Population Kinetics", Paolo Vicini, Padova, Italy, 2-3 luglio 2007



Partecipazione a Conferenze Internazionali:

- ISMRM 14th Scientific Meeting and Exhibition, Seattle, Washington, USA, 6-12 Maggio 2006.
- ISMRM 15th Scientific Meeting and Exhibition, Berlin, Germany, 19-25 Maggio 2007.
- ISMRM 16th Scientific Meeting and Exhibition, Toronto, Canada, 3-9 Maggio 2008.
- Primo Congresso Nazionale di Bioingegneria, Pisa, Italia, 3-5 luglio 2008.

Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

- Laboratorio del corso di Modelli e Controllo di Sistemi Biologici per il corso di laurea triennale in Ingegneria Biomedica (Nuovo Ordinamento), A.A. 2006/2007 e 2007/2008
- Assistenza al laboratorio di Neuroingegneria per il corso di laurea specialistica in Bioingegneria (Nuovo Ordinamento), A.A. 2006/2007 e 2007/2008
- Coordinatore, come Tutor Junior, del Gruppo Studio di Matematica A per i corsi di laurea triennale in Ingegneria nel settore dell'Informazione, A.A. 2006/2007 e 2007/2008

Parte 2. Ricerca

Selezione automatica della funzione di ingresso arteriale da immagini di risonanza magnetica con l'utilizzo di agenti di contrasto

Le immagini di risonanza magnetica con l'utilizzo di un agente di contrasto intravascolare, come il Gadolinio (Gd-DTPA), permettono di quantificare in modo quasi completamente non invasivo parametri emodinamici di interesse medico, quali il flusso ematico cerebrale (CBF), il volume ematico cerebrale (CBV) e il tempo medio di transito (MTT). Il passaggio principale nella quantificazione di questi parametri è l'operazione di deconvoluzione che viene effettuata tra l'andamento della concentrazione tessutale di tracciante e la funzione di ingresso arteriale (AIF).

La AIF viene stimata dalle immagini acquisite mediando l'andamento di alcuni voxel completamente contenuti all'interno di uno dei principali vasi arteriali (AIF globale). La selezione di questi voxel può essere effettuata manualmente (uso di personale addestrato, non ripetibilità della selezione) o tramite l'uso di algoritmi di selezione automatica. All'interno del nostro gruppo di ricerca è stato sviluppato un algoritmo di selezione dei voxel arteriali che combina conoscenze fisiologiche tipiche della selezione manuale con considerazioni relative all'andamento del segnale nel voxel considerato, tipico degli algoritmi di selezioni automatica. Questo approccio ha permesso di ottenere un algoritmo più efficiente e robusto rispetto agli algoritmi proposti in letteratura.

Utilizzo di immagini di risonanza magnetica funzionale nella diagnosi di pazienti affetti da schizofrenia.

Le più recenti teorie sull'origine della schizofrenia ritengono che una disfunzione a livello di emodinamica cerebrale, probabilmente dovuto ad infiammazioni croniche di origine genetica, possa giocare un ruolo chiave nello sviluppo della malattia. Infatti in letteratura sono presenti numerosi studi in cui si riportano anomalie a livello strutturale in pazienti affetti da schizofrenia. La risoluzione spaziale fornita dalle immagini DSC-MRI può essere uno strumento utile nel verificare se effettivamente i pazienti schizofrenici sono caratterizzati da variazioni del flusso e del volume ematico e, nel caso, quali siano le regioni maggiormente colpite dalla patologia. In collaborazione con il Dipartimento di Medicina dell'Università di Verona stiamo portando avanti l'analisi di un numeroso data set di soggetti per valutare l'impatto che le immagini DSC-MRI possono avere sulla comprensione dei meccanismi che originano la schizofrenia e, successivamente, sulla sua diagnosi.



Applicazione di un metodo di deconvoluzione con approccio di popolazione per la quantificazione da immagini DSC-MRI:

L'immagine DSC-MRI è composta da numerosi voxel il cui comportamento è descritto dallo stesso modello. I normali approcci eseguono l'analisi di ogni voxel singolarmente, senza tener conto dei voxel adiacenti e dei risultati ottenuti per essi. All'interno di questo ambito di ricerca è stato sviluppato un algoritmo che applica un approccio di popolazione per stimare la componente di segnale dovuta alla popolazione e la variazione individuale di ciascun voxel. L'andamento così ottenuto è quello che consente di effettuare la deconvoluzione a minima varianza d'errore. L'algoritmo sviluppato ha complessità lineare e consente di dare una descrizione statistica del rumore che contenga degli iperparametri che verranno stimati dai dati. I risultati di questo studio hanno portato alla pubblicazione di un abstract al ISMRM, 16th Scientific Meeting & Exhibition, Toronto 2008.

Applicazione di un metodo di deconvoluzione sviluppato in ambito Bayesiano:

Il metodo presentato nel punto precedente è basato su un approccio di popolazione che consente di aumentare l'informazione a disposizione per effettuare l'operazione di deconvoluzione. D'altra parte un simile approccio non è sempre applicabile. In alcuni casi è necessario analizzare una piccola regione di encefalo o, in altri casi, è richiesta l'analisi solamente dell'andamento medio. E' stato quindi proposto un nuovo metodo di deconvoluzione sviluppato in un contesto completamente Bayesiano. In particolare è stato sviluppato un novo prior stocastico che include informazioni riguardanti la regolarità della funzione residuo e la sua BIBO stabilità. Infine la stima a minima varianza d'errore è stata ottenuta con uno stimatore di Tikhonov definito in uno spazio RKHS, che è stato completamente caratterizzato.

Il metodo è stato validato sia su un data set simulato che su dati reali. I risultati preliminari di questo studio hanno portato alla sottomissione di un abstract al ISMRM, 17th Scientific Meeting & Exhibition, Honolulu, 2009.

Tesi di dottorato

Titolo: Quantification of Cerebral Hemodynamic from Dynamic Susceptibility Contrast - Magnetic Resonance Imaging

Parte 3. Pubblicazioni

- Peruzzo D., Bertoldo A., Zanderigo F., Cobelli C. "Automatic selection of arterial input function on dynamic contrast-enhanced MRI images: comparison of different methods." Proceedings of ISMRM 14th Scientific Meeting and Exhibition. Seattle, Washington, USA, 6-12 Maggio 2006.
- Zanderigo F., Bertoldo A., Peruzzo D., Pillonetto G., Cosottini M., Cobelli C. "Assessment on clinical data of nonlinear stochastic deconvolution versus SVD and block-circulant SVD methods for quantitative DSC-MRI." Proceedings of ISMRM 15th Scientific Meeting and Exhibition. Berlin, Germany, 19-25 Maggio 2007.
- Bertoldo A., Zanderigo F., Peruzzo D., Cobelli C. "Use of white matter as reference region to quantify dynamic-susceptibility-contrast MRI images." Proceedings of ISMRM 15th Scientific Meeting and Exhibition. Berlin, Germany, 19-25 Maggio 2007.
- Peruzzo D., Bellani M., Zanderigo F., Dusi N., Rambaldelli G., Perlini C., Tansella M., Bertoldo A., Cobelli C., Brambilla P. "Assessment of cerebral hemodynamic in patients with schizophrenia by DSC-MRI quantitative imaging." Proceedings of ISMRM 15th Scientific Meeting and Exhibition. Berlin, Germany, 19-25 Maggio 2007.
- Peruzzo D., Pillonetto G., Bertoldo A., Cobelli C. "A novel nonparametric deconvolution for DSC-MRI quantification: assessment on simulated data" Proceedings of ISMRM 16th Scientific Meeting and Exhibition. Toronto, Canada, 3-9 Maggio 2008.



**Università degli Studi
di Padova**

**Scuola di Dottorato di Ricerca in
Ingegneria dell'informazione**

**Dipartimento di
Ingegneria dell'Informazione**



- Peruzzo D., Pilonetto G., Bertoldo A., Cobelli C. "DSC-MRI Quantification by Using a Population Deconvolution Method" Atti di Primo Congresso Nazionale di Bioningegneria. Pisa, Italia, 3-5 Luglio 2008.
- Peruzzo D., Bertoldo A., Zanderigo F., Cobelli C. "Automatic selection of arterial input function on dynamic contrast-enhanced MRI images: comparison of different methods." submitted to Radiology
- Peruzzo D., Pilonetto G., Bertoldo A., Cobelli C. "Improved Assessment of Regional Cerebral Blood Flow by Dynamic Susceptibility Contrast MRI Using a Kernel-based Deconvolution Approach" Submitted to ISMRM 17th Scientific Meeting and Exhibition. Honolulu (Hawaii), USA, 18-24 Aprile 2009.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Denis Peruzzo 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.



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Federico Ramponi** nell'ambito del XXI ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo in Ingegneria Informatica ed Elettronica Industriali

Negli anni accademici 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 il dott. Federico Ramponi ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXI ciclo, Indirizzo in Ingegneria Informatica ed Elettronica Industriali

ATTIVITA' DI FORMAZIONE

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

Primo anno

Selected Topics in Optimization, M. Pavon

Applied Linear Algebra, T. Damm

Renewal & semi-Markov Processes, M. Zorzi

Digital processing of measurement information, C. Narduzzi

Applied Functional Analysis, P. Ciatti

Statistical Methods, P. Ciatti

Secondo anno

Stochastic processes in biology, P. Kitsul

Probability, P. Dai Pra, T. Vargiolu

Processi di diffusione, P. Guiotto

Identification Techniques, A. Chiuso

Terzo anno

Design Patterns in Software Development, G. Manduchi

Monte Carlo Methods, A. Chiuso

Spectral Analysis and the Theory of Moments, T. Georgiou

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

Sistemi multivariabili, E. Fornasini

Identificazione dei modelli, G. Picci

Controllo dei processi, G. Picci

Partecipazione a scuole:

Scuola G. Zappa "Tecniche robuste e di ottimizzazione per sistemi di controllo ad alte prestazioni".
Parma, Nov. 17-18 2006.

Altri seminari seguiti:

Tutte le distinguished lectures del dip. di Ingegneria dell'Informazione.

Svariati seminari del gruppo di Automatica.

Svariati "Colloquia Patavina" (dip. di Matematica).

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali



18th International Symposium on Mathematical Theory of Networks and Systems (MTNS08), Virginia Tech, Blacksburg VA, USA, 2008.

16th ERNSI Workshop on System Identification, S. Servolo, Venice, Italy, October 1-3 2007 (poster session).

CASY Workshop "Advances in control theory and applications". Bertinoro, May 22-26 2006.

Didattica Attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

“Identificazione dei Modelli”, Titolare G. Picci, 6 ore, esercitazioni di laboratorio, a.a. 2006/07

“Controllo dei Processi”, Titolare G. Picci, 12 ore, esercitazioni di laboratorio, a.a. 2006/07

“Controllo dei Processi”, Titolare G. Picci, 12 ore, esercitazioni di laboratorio, a.a. 2007/08

Altre attività

Review di articoli per IEEE Trans Aut. Control e IEEE Conf. Decision and Control

ATTIVITA' DI RICERCA

Tutta l'attività di ricerca dei tre anni del mio dottorato è legata ad un problema inverso nato dai lavori di Byrnes, Georgiou, Lindquist e dei loro collaboratori. Si supponga che un processo $y(t)$ a tempo discreto, m -dimensionale e stazionario del second'ordine sia fornito in ingresso ad un sistema lineare asintoticamente stabile e raggiungibile con funzione di trasferimento $G(z) = (zI - A)^{-1}B$ nota. Si supponga inoltre di conoscere la varianza di stato S del sistema lineare a regime. Il problema inverso consiste nel descrivere la classe dei possibili spettri di y compatibili con S . Georgiou ha dimostrato una condizione necessaria e sufficiente per l'esistenza di tali spettri, ed ha fornito una parametrizzazione della loro famiglia.

La motivazione pratica che sta dietro al problema è il fatto che una stima di S può essere usata, risolvendo il problema inverso, per ricavare una stima dello spettro di y . A tale scopo è necessario eleggere una stima dello spettro fra le possibili soluzioni del problema inverso (quando esse esistono) secondo un certo criterio di ottimalità. Poiché si vuole che lo spettro sia utilizzabile in pratica, un fattore chiave della scelta di questo criterio è che esso conduca ad uno spettro *razionale* e con *grado di MacMillan limitato a priori*. La minimizzazione di funzionali logaritmici soddisfa tipicamente questi requisiti; in quest'ottica, Georgiou ha fornito un'espressione analitica dello spettro di *massima entropia* compatibile con S .

In un secondo lavoro, Georgiou e Lindquist hanno posto e risolto, *nel caso di y scalare e quindi di spettri scalari*, il problema di individuare, fra le soluzioni del problema inverso, quella che ha la minima *pseudo-distanza di Kullback-Leibler* (cioè ancora un funzionale logaritmico) da uno spettro “a priori” prefissato. Svariati tentativi di riformulare questo stesso problema, che chiameremo *approssimazione spettrale*, nel caso di spettri *multivariati*, non hanno condotto finora ad alcun risultato utile.

L'approssimazione spettrale è un problema di minimo vincolato, convesso e con vincolo lineare, che può essere risolto con il calcolo delle variazioni. La minimizzazione della lagrangiana, cioè la somma della distanza dallo spettro a priori e “del vincolo” moltiplicato per un opportuno parametro di Lagrange, avviene in uno spazio infinito-dimensionale e porta, per un fissato parametro di Lagrange, ad una forma esplicita dello spettro ottimo. Il motivo per cui l'analisi del caso multivariato fallisce è che non si riesce a pervenire a questa forma esplicita e quindi a passare al cosiddetto *problema duale*.



Il problema duale consiste nel trovare un parametro di Lagrange per cui lo spettro ottimo soddisfa il vincolo. A differenza del problema “primale”, però, il problema duale vive in uno spazio finito-dimensionale; questo fa sì che esso possa essere risolto con metodi numerici e nella fattispecie con algoritmi iterativi. In particolare M. Pavon e A. Ferrante in un articolo del 2002 hanno proposto un algoritmo per la risoluzione del problema duale, che si basa su un opportuno operatore, definito nello spazio dei parametri di Lagrange e “costruito sul vincolo”, e che dalle simulazioni numeriche sembra comportarsi localmente come una contrazione. Un punto fisso per tale “contrazione” è una soluzione del problema duale, e conduce immediatamente al migliore spettro approssimante.

La ricerca svolta durante il dottorato è consistita:

- Nel fornire una nuova dimostrazione dell'*esistenza* di una soluzione del problema duale.
- In vari tentativi, finora tutti con esito negativo, di dimostrare la convergenza almeno locale dell'algoritmo di Pavon-Ferrante. Si sa dimostrare che la direzione del passo di iterazione è una direzione di discesa per il funzionale duale, e si sanno dimostrare, ma solo per valori limitati della dimensione dello spazio del problema duale, alcune proprietà di stabilità della *linearizzazione* dell'operatore nell'intorno di un suo punto fisso.
- In vari tentativi, anch'essi con esito finora negativo, di trovare un'estensione della distanza di Kullback-Leibler al caso multivariato tale che del problema primale sia possibile calcolare una soluzione in forma chiusa. L'estensione naturale, “alla Von Neumann”, in questo senso non funziona.
- Nella formulazione e risoluzione del problema di approssimazione nella cosiddetta *distanza di Hellinger* (anziché nella pseudo-distanza di Kullback-Leibler), il che conduce ancora ad uno spettro *razionale* e di grado di MacMillan limitato a priori.
- Nell'estensione della distanza di Hellinger al caso multivariato, ossia nell'introduzione di una nuova distanza fra spettri multivariati consistente nella *distanza euclidea fra rispettivi insiemi di fattori spettrali*. Si può dimostrare che questa si riduce alla Hellinger ordinaria nel caso scalare.
- Nella formulazione e risoluzione del problema di approssimazione spettrale, questa volta per spettri multivariati, nella nuova distanza di Hellinger.
- Nel fornire una dimostrazione di *esistenza* di una soluzione del rispettivo problema duale.
- Nella costruzione di un algoritmo di Newton matriciale per la risoluzione di tale problema duale.
- Nella dimostrazione della convergenza globale dell'algoritmo.
- Nell'applicazione dell'approssimazione spettrale multivariata nella distanza di Hellinger alla *stima* di spettri.
- Nel chiarire il ruolo che l'insieme delle matrici varianza per cui il problema inverso ammette soluzioni assume, rispetto al fatto che il problema stesso sia ben posto secondo Hadamard.
- Nel dimostrare che la soluzione del problema inverso, fatta rispetto ad una stima *consistente* della varianza S , è uno stimatore consistente della soluzione fatta rispetto ad S .

La ricerca è stata presentata:

- In un seminario "Multivariate spectrum approximation in the Hellinger distance" tenuto presso il Dipartimento di Ingegneria dell'informazione
- Alla conferenza MTNS08.

Titolo definitivo della tesi:

Constrained approximation of spectral densities and spectrum estimation

Supervisore: Prof. Augusto Ferrante



PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

- Augusto Ferrante, Michele Pavon, Federico Ramponi, *Hellinger vs. Kullback-Leibler multivariable spectrum approximation*, IEEE Trans. Aut. Control, vol. 53, pp. 954-967, 2008.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- Augusto Ferrante, Michele Pavon, Federico Ramponi, *Constrained approximation in the Hellinger distance*, Proceedings of the European Control Conference 2007 (ECC'07), pp. 322-327, Kos, Greece, July 2007.
- Federico Ramponi, Augusto Ferrante, Michele Pavon, *Multivariate spectrum approximation in the Hellinger distance*, Proceedings of the 18th International Symposium on Mathematical Theory of Networks and Systems (MTNS08), Virginia Tech, Blacksburg VA, USA, 2008.

Capitoli di libri

- Augusto Ferrante, Michele Pavon, Federico Ramponi, *Further Results on the Byrnes-Georgiou-Lindquist Generalized Moment Problem*, in A. Chiuso, A. Ferrante, S. Pinzoni (eds.), *Modeling, Estimation and Control*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2007.

Lavori accettati in corso di pubblicazione

- Federico Ramponi, Augusto Ferrante, Michele Pavon, *A globally convergent matricial algorithm for multivariate spectral estimation*, accettato per pubblicazione su IEEE Trans. Aut. Control.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Federico Ramponi 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.



**Università degli Studi
di Padova**

**Scuola di Dottorato di Ricerca in
Ingegneria dell'informazione**

**Dipartimento di
Ingegneria dell'Informazione**



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Francesco Rossetto** nell'ambito del XXI ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo in Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni

Negli anni accademici 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 il dott. Francesco Rossetto ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXI ciclo, Indirizzo in Ingegneria Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni

Didattica

Attività di formazione

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

Primo anno

Nome del corso, Docente:

- Applied linear algebra, Tobias Damm
- Wireless Underwater Communications, Milica Stojanovic
- Techniques for the Effective Transmission of Multimedia Signals, Gianantonio Mian
- Renewal and Semi-Markov Random Processes and their Application to Network Protocol, Michele Zorzi
- Applied Functional Analysis, Paolo Ciatti
- Statistical Methods, Lorenzo Finesso

Partecipazione a scuole

First Annual Summer School on Information Theory, June 1st-June 5th, State College (PA, USA)

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

IEEE MILCOM 2008, 17-19 novembre 2008, San Diego (CA, USA)

IEEE SECON 2008, 16-20 giugno 2008, San Francisco (CA, USA)

IEEE MILCOM 2007, 29-31 ottobre 2007, Orlando (FL, USA)

Altri seminari seguiti

- A. L. Rosenberg, "Cellular ANTomata", 27-11-2008
- C. Palazzi "Interactive Gaming in Wireless Environments", 7-11-2008
- H. Ishiguro, "Studies on Androids and Humanoids", 6-11-2008
- P. Casari, "Fountain Codes and their Application to Broadcasting in Underwater Networks", 29-7-2008
- A. Shrokollahi, "The history of Raptor Codes", 13-6-2008
- R. Srikant, "Optimization and Algorithms for Resource Allocation in Wireless Networks", 30-5-2008
- S. Verdu, "6th Annual Shannon Memorial Lecture", 30-4-2008
- A. Jafar, "Exploiting the degrees of freedom in interference limited wireless networks", 15-4-2008
- C. Monteleoni, "Efficient Algorithms for Active Learning", 18-4-2008
- S. Avestimehr, "Information flow over wireless networks: a deterministic approach", 31-3-2008
- J. Baras, "Trust and Reputation in Communication, Social and Other Networks", 22-2-2008
- D. Micciancio, "Complexity of lattice problems: a cryptographic perspective", 13-2-2008
- A. Panconesi, "Searching Nearest Neighbours Through Cluster Pruning", 17-12-2007



- A. Botta; "Evolutionary algorithm techniques for network optimization problems", 08-11-2007
- E. Fasolo, "Efficient Data Dissemination in wireless pervasive networks", 22-11-2007
- B. Gavish, "Tree Based Combinatorial Optimization Problems in Telecommunication Networks", 25-10-2007
- P.R. Kumar, "From wireless networks to sensor networks and onward to networked embedded control", 18-10-2007
- P. Chevillat, "Intelligent Sensor Networks: the role of messaging middleware for end-to-end business solutions", 17-10-2007
- S. Merlin, "Cross-layer design in wireless data networks: concepts and application examples", 11-10-2007
- M. Rossi, "Control Techniques and Algorithms for Wireless Communication Systems: Theory, Examples and Practical Issues", 5-6-2007
- A. Acampora, "At the Forefront of Modern Telecommunications", 18-4-2007
- D. Tonesi, "The cost of security in B3G networks", 21-3-2007
- P. Casari, "PHY aware MAC protocol design for MIMO ad hoc networks", 18-1-2007
- P. Mohapatra, "Overview of the research activity of the networking team at UCD", 11-12-2006
- P. Mohapatra, "Wireless Mesh Networking", 15-12-2006
- P. Mohapatra, "Quail Ridge Wireless Mesh Network", 14-12-2006
- M. Morari, "Control of Hybrid Systems: From Theory to Applications", 24-11-2006
- F. Boccardi, "Precoding schemes for downlink MIMO transmissions: theoretical analysis and practical issues", 26-5-2006
- M. Stojanovic, "Wireless underwater communications", 27-4-2006
- T. La Porta, "Mobile IP", 21-3-2006
- T. La Porta, "TPC over wireless", 22-3-2006

Periodi di Attività all'Estero

gennaio-luglio 2008, UCSD, San Diego (CA, USA):

Sviluppo di modelli analitici per reti multihop.

giugno-settembre 2006, Ericsson Eurolabs, Aachen (Germania):

Ricerca su HARQ per reti cellulari.

Didattica Attiva

Tre lezioni su routing in reti wired/wireless per il corso di "Internet e laboratorio di telecomunicazioni", tenuto dal professor Michele Zorzi.

Attività di Ricerca

Descrizione

L'approccio che accomuna tutti i risultati ottenuti è stato lo studio di protocolli per reti wireless in congiunzione al livello fisico. Si è cercato di progettare i primi tenendo conto delle peculiarità del livello fisico adottato e viceversa si è scelto il tipo di livello fisico in funzione del protocollo di livello MAC/routing impiegato. I risultati si concentrano in tre grosse aree tematiche.

Nel primo filone, si studia come il signal processing MIMO possa essere impiegato per ottimizzare la disseminazione dati in una rete MIMO, per migliorare la robustezza del Network Coding in un ambiente wireless e infine per progettare protocolli cooperativi che ricompensino l'aiuto reciproco fra nodi tipico di questo approccio. In tutti questi casi, si pone una grossa enfasi sull'elaborazione del segnale e sulla



implementazione effettiva degli algoritmi. I risultati più importanti consistono nel design di una tecnica di handshaking efficiente per reti MIMO ad hoc, lo studio del parallelo fra MIMO e Network Coding (da cui prende le mosse un livello fisico più robusto ai problemi della propagazione radio) e infine la costruzione di un protocollo cooperativo altamente efficiente che risolve alcuni problemi di fairness della cooperazione classica attraverso il livello fisico appena discusso.

Nella seconda sezione, si analizza come il meccanismo del Carrier Sense possa essere ottimizzato in reti radio. Si sono costruiti algoritmi per trovare la soglia di carrier sense che massimizza il throughput aggregato in reti statiche (ovvero, la topologia è fissa e nota) ma anche quando la topologia è dinamica o non è nota a priori. Inoltre, il modello d'interferenza sviluppato per reti statiche è utilizzato per produrre uno scheduler per reti mesh a bassa complessità computazionale e ad alte prestazioni. In ogni caso, l'analisi dell'interferenza e le caratteristiche dell'ambiente di propagazione assumono un ruolo centrale nello studio del problema. La originalità di questa sezione si trova nello studio di un metodo per il carrier sense in reti MIMO, nella creazione di un nuovo metodo per l'ottimizzazione della soglia di carrier sense, nella scoperta della relazione fra soglia di carrier sense e densità della rete ed infine nel progetto di un protocollo per reti mesh che si riesce a ridurre il ritardo di consegna di un pacchetto quasi al minimo teorico.

Nell'ultima parte, si intraprende un approccio più teorico e si analizza in forma chiusa la performance di una rete wireless Aloha multihop in termini di throughput e ritardo, in saturazione o meno. Si analizza l'influenza di una varietà di parametri di livello fisico (come il rate, path-loss o l'SNR minimo di decodifica) sulle prestazioni della rete, stabilendo come debbano essere regolati certi parametri di progetto (per esempio, la probabilità che un nodo trasmetta in un certo slot, il rate, la lunghezza della rotta, l'admission control) di modo da ottimizzare le performance.

Titolo definitivo della Tesi

“Design of Multiple Access Techniques for Multihop Wireless Networks from a Physical Layer Point of View“

Supervisore

Michele Zorzi

Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

1) Andrea Munari, Francesco Rossetto and Michele Zorzi, "Cooperative Cross Layer MAC Protocols for Directional Antenna Ad Hoc Networks", *ACM MC2R*, vol. 12, no. 3, July 2008

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

1) Andrea Munari, Francesco Rossetto e Michele Zorzi,
"On the viability of a Cooperative-Network Coding Protocol in Clustered Networks",
IEEE MILCOM 2008, San Diego (CA, USA), 17-19 novembre 2008

2) Leonardo Badia, Alessandro Erta, Luciano Lenzini, Francesco Rossetto e Michele Zorzi, "A Physical Model Scheduler for Multi-Hop Wireless Networks Based on Local Information",
IEEE MASS 2008, Atlanta (GA, USA), 29 settembre - 2 ottobre 2008



- 3) Elena Fasolo, Andrea Munari, Francesco Rossetto e Michele Zorzi, "Phoenix: A Hybrid Cooperative-Network Coding Protocol for Fast Failure Recovery in Ad Hoc Networks", *IEEE SECON 2008*, San Francisco (CA, USA), 16-20 giugno 2008
- 4) Elena Fasolo, Francesco Rossetto e Michele Zorzi, "On encoding and rate adaptation for MIMO_NC", *IEEE 3rd International Symposium on Communications, Control and Signal Processing 2008*, Malta, 12-14 marzo 2008
- 5) Elena Fasolo, Francesco Rossetto e Michele Zorzi, "Network Coding meets MIMO", *IEEE NetCod 2008*, Hong Kong (China), 3-4 gennaio 2008
- 6) Francesco Rossetto e Michele Zorzi, "Enhancing spatial reuse in ad hoc networks by carrier sense adaptation", *IEEE MILCOM 2007*, Orlando, (FL, USA), 29-31 ottobre. 2007.
- 7) Francesco Rossetto e Michele Zorzi, "Gaussian approximations for Carrier Sense modeling in wireless ad hoc networks", *IEEE GLOBECOM 2007*, Washington, (DC, USA), 26-30 novembre. 2007.
- 8) Francesco Rossetto, M. Meyer e Michele Zorzi, "Packet Centric vs. Radio Centric Link Layer Approaches: a quantitative analysis", *IEEE VTC 2007 Fall*, Baltimore, (MD, USA), 30 settembre. - 3 ottobre. 2007.
- 9) Andrea Munari, Francesco Rossetto e Michele Zorzi, "A new Cooperative Strategy for Deafness Prevention in Directional Ad Hoc Networks", *IEEE ICC 2007*, Glasgow, (UK), 24-27 giugno 2007.
- 10) Francesco Rossetto e Michele Zorzi, "On gain asymmetry and broadcast efficiency in MIMO ad hoc networks", *IEEE ICC 2006*, Istanbul (Turchia), 11-15 giugno 2006.
- 11) Francesco Rossetto e Michele Zorzi, "A Space Time based Approach to Solving the Gain Asymmetry in MIMO ad hoc Networks", *IEEE VTC Spring 2006*, Melbourne (Australia), 7-10 maggio 2006.

Lavori accettati in corso di pubblicazione

- 1) Francesco Rossetto e Michele Zorzi, "A Low Delay MAC solution for MIMO ad hoc networks", *IEEE Transactions on Wireless Communications*
- 2) F. Rossetto and M. Zorzi; "On the sensitivity of MIMO NC to channel estimation errors", *EUCAP 2009*

Lavori sottoposti

- 1) F. Rossetto and M. Zorzi; "A new frontier of cross layer design: cooperative Network Coding", *IEEE Wireless Communications*
- 2) A. Munari, F. Rossetto and M. Zorzi; "A Novel MAC Protocol for Rewarding Cooperative Behavior with Network Coding in Wireless Networks", *IEEE Transactions on Wireless Communications*
- 3) E. Fasolo, F. Rossetto and M. Zorzi; "Network Coding meets MIMO: A look into the rate/diversity tradeoff in wireless Network Coding", *IEEE Transactions on Communications*



4) K. Stamatiou, F. Rossetto, M. Haenggi, T. Javidi, J. R. Zeidler and M. Zorzi; "Delay and throughput characterization of random multi-hop networks", IEEE INFOCOM 2009

5) E. Coviello, A. Bhorkar, F. Rossetto, B. D. Rao and M. Zorzi; "A Robust approach to Carrier Sense for MIMO ad hoc networks", IEEE ICC 2009.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Francesco Rossetto 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.



**Università degli Studi
di Padova**

**Scuola di Dottorato di Ricerca in
Ingegneria dell'informazione**

**Dipartimento di
Ingegneria dell'Informazione**



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

Negli anni accademici 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 il dott. Fabio Scarpa ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXI ciclo, Indirizzo in Bioingegneria

Parte 1 Didattica

Corsi seguiti

- Applied linear algebra
- Dose, effect, threshold
- Introduction to Computer Graphics
- Applied functional analysis
- Bioelectromagnetics
- Numerical Models for Fields Analysis in Biological Beings
- Identification Techniques
- Pattern Recognition and Machine Learning
- Statistical Methods

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi

- XXV Scuola Nazionale di Bioingegneria: "NEURO-ROBOTICA: neuroscienze e robotica per lo sviluppo di macchine intelligenti". Bressanone, Italia, 25 - 29 Settembre 2006.
- XXVI Scuola Nazionale di Bioingegneria: "Genomica e Proteomica Computazionale". Bressanone, Italia, 24 - 28 Settembre 2007.
- XXVII Scuola Nazionale di Bioingegneria: "Sistemi indossabili intelligenti per la salute e la protezione dell'uomo". Bressanone, Italia, 15 - 19 Settembre 2008.

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

- Distinguished Lectures (seminari organizzati dal DEI)
- Colloquia (seminari organizzati dal DEI)

Partecipazione a Conferenze Nazionali

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

Partecipazione a Conferenze Internazionali

- 29th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, Cité Internationale, Lyon, France, Aug 23 - 26, 2007.



- Investigative Ophthalmology & Visual Science, ARVO annual meeting, Fort Lauderdale, Florida, USA, April 27 – May 1, 2008.

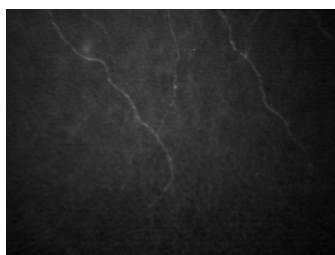
Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

- Laboratorio di Strumentazione Biomedica.

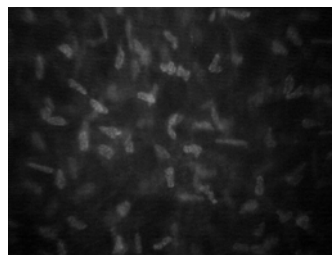
Parte 2 Ricerca

Descrizione dell'attività di ricerca durante il dottorato

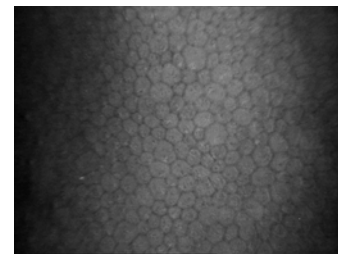
La mia attività di ricerca durante il dottorato ha riguardato l'elaborazione e l'analisi di immagini corneali da applicare nella diagnostica oftalmologica. Le immagini sono acquisite con il microscopio confocale, uno strumento che permette di acquisire in vivo immagini dei vari strati della cornea, tra cui lo strato sub-basale contenente le fibre nervose lo stroma che occupa l'85% della cornea e contiene i cheratociti, e l'endotelio (Figura).



Strato sub-basale



Stroma



Endotelio

In particolare, la mia attività si è concentrata su tre argomenti:

- Individuazione automatica delle strutture nervose;
- Ricostruzione 3D della cornea e stima della densità volumetrica dei cheratociti;
- Riconoscimento automatico dei bordi delle cellule endoteliali;

Individuazione automatica delle strutture nervose

Recenti studi clinici hanno dimostrato che l'analisi delle strutture nervose della cornea permette di effettuare diagnosi non solo su patologie della cornea stessa, ma anche su malattie sistemiche come il diabete. Queste strutture nervose hanno forma filiforme, appaiono chiare su uno sfondo scuro ed hanno un diametro di pochi μm . Un algoritmo in grado di riconoscere automaticamente questi nervi è uno strumento di notevole utilità clinica, oltre che una novità assoluta dato che non risultano pubblicazioni a riguardo. La mia attività ha riguardato lo sviluppo, l'implementazione e la validazione di tale algoritmo, partendo dal lavoro sviluppato durante la mia tesi di laurea e proseguito durante il dottorato.

La versione finale dell'algoritmo esegue il tracciamento dei nervi presenti nell'immagine (b/n, 576*768 pixel), attraverso i seguenti passi:



- Individuazione dei “seed points”, cioè i punti dai quali far partire “l’inseguimento” dei nervi;
- “Inseguimento” dei nervi, applicando un classificatore su profili perpendicolari all’attuale direzione del nervo individuato e ad una certa distanza da questo;
- Unione di segmenti che corrispondono allo stesso nervo;
- Eliminazione dei falsi positivi;

Successivamente si cerca di aumentare la percentuale di nervi individuati, analizzando non solo l’intera immagine ma anche una ROI selezionata manualmente ed utilizzando alcune tecniche di pre-elaborazione di immagini, come lo stretch dell’istogramma e il filtro di Gabor. Quest’ultimo in particolare sembra portare ad un sensibile miglioramento del tracing automatico.

L’algoritmo è stato sviluppato e valutato su un data set (fornitoci da Nidek Technologies), costituito da 90 immagini, sul quale abbiamo a disposizione il tracing automatico e manuale. Una ulteriore validazione è stata fatta grazie alla collaborazione con Mayo Clinic, Department of Ophthalmology, USA, prendendo in esame un data set di 180 immagini. Dal confronto tra il tracing automatico e quello manuale è emerso che l’attuale algoritmo individua correttamente l’80% circa dei nervi presenti nell’immagine, con una percentuale di falsi positivi di circa l’8%.

Ricostruzione 3D della cornea e stima della densità volumetrica dei cheratociti

Nelle immagini acquisite con il microscopio confocale, i cheratociti appaiono come ellissoidi chiari su uno sfondo scuro ed hanno un diametro di qualche decina di μm . La loro forma e, soprattutto, la loro densità, è un importante dato clinico, in particolare dopo interventi chirurgici (LASIK, PRK). Un algoritmo in grado di riconoscere automaticamente i cheratociti e di stimarne la densità sarebbe pertanto uno strumento di notevole utilità clinica.

Viene presa in esame l’intera sequenza di immagini fornite dal microscopio confocale, costituita da oltre 100 immagini che vanno dall’endotelio all’epitelio (cioè dallo strato più profondo a quello più superficiale della cornea). Ad ogni coppia di immagini viene applicato un algoritmo di registrazione per compensare i movimenti dell’occhio avvenuti durante l’acquisizione delle immagini. Tali movimenti sono dovuti a battito cardiaco, respirazione, etc. L’algoritmo di registrazione si basa sulla correlazione normalizzata, ed è in grado di registrare correttamente l’intera sequenza di immagini dello stroma. I risultati ottenuti sono tali che la differenza tra la registrazione automatica e quella manuale è del tutto simile alla differenza tra le registrazioni effettuate manualmente da due esperti diversi. Avendo a disposizione la posizione in x, y e z di ogni immagine, è stato possibile ottenere la ricostruzione 3D della cornea, con la possibilità di visualizzare sezioni nelle direzioni x, y e z.

Successivamente, su ogni immagine 2D vengono individuati i cheratociti ed infine viene applicata un’operazione di clustering tridimensionale in modo da individuare il centro di ogni cheratocita nel volume della cornea. A questo punto lo stroma viene suddiviso in 5 sottovolumi, cioè stroma anteriore, medio, posteriore e loro zone intermedie, e per ognuno viene calcolata la densità: è proprio la densità di questi sottovolumi dello stroma il dato clinicamente interessante.

Per validare l’algoritmo, è stata eseguita la conta manuale dei cheratociti su 3 sequenze: in ogni immagine sono stati individuati i singoli cheratociti e successivamente ogni cheratocita è stato messo in relazione con i cheratociti presenti nelle immagini precedenti e successive, in modo da avere i loro centri 3D. Su questo limitato dataset, l’algoritmo ottiene ottimi risultati: la differenza percentuale media tra la conta manuale e quella automatica è 1,8% (range -2,9% – 6,5%).



Riconoscimento automatico dei bordi delle cellule endoteliali

Le cellule endoteliali hanno un diametro di 22 μm ed una superficie di 250 μm^2 , sono per la maggior parte esagonali, ma possono avere un numero diverso di lati (generalmente tra 4 e 8). L'analisi delle cellule endoteliali è importante per capire lo stato di salute della cornea. In particolare, i clinici sono interessati a calcolare la loro densità, il polimegatismo (variazione dell'area) ed il pleomorfismo (percentuale di cellule esagonali). Ricavare manualmente questi parametri è molto complicato e soggetto ad errori, per cui un algoritmo in grado di ricavarli in modo completamente automatico sarebbe di grande utilità.

L'algoritmo sviluppato è composto da diversi moduli. Il primo modulo esegue una correzione della luminosità dell'immagine, descrivendo la luminosità dell'immagine con una parabola e sottraendola dall'immagine stessa, applicando successivamente un filtro passa-banda in frequenza. Il secondo modulo ha il compito di selezionare automaticamente una ROI nell'immagine, in modo da escludere le aree scure e sfuocate: la scelta di questa ROI si basa su un funziona costo basata su entropia e densità spettrale di potenza. Il modulo successivo è costituito da una rete neurale, che ha lo scopo di classificare ogni pixel dell'immagine in due classi: bordo cellula o interno cellula. Infine, un ulteriore modulo è stato aggiunto per correggere gli errori presenti nell'immagine segmentata, ed ha lo scopo di unire eventuali estremi flottanti e di dividere od unire le cellule erroneamente segmentate.

L'algoritmo è stato validato su un dataset di 27 immagini. In media, il 97,4% delle cellule endoteliali riconosciute automaticamente sono corrette. La differenza percentuale tra i valori automatici e manuali di densità, polimegatismo e pleomorfismo è 2%, -1%, 0% rispettivamente (3%, 9%, 8% considerando, per ogni immagine, il valore assoluto degli indici).

Titolo definitivo della tesi e nome del supervisore

Automatic analysis of confocal images of the cornea
Supervisore: prof Ruggeri Alfredo

Parte 3 Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

- F. Scarpa, E. Grisan, A. Ruggeri. "Automatic recognition of corneal nerve structures in images from confocal microscopy" Investigative Ophthalmology & Visual Science, vol 49, n° 11, pp 4801-4807, 2008.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- F. Scarpa, E. Grisan, A. Ruggeri. "Automatic detection and measurement of sub-basal nerves in confocal microscopy of the cornea". Proc. 18th Annual Meeting European Eye Bank Association, Venice, Italy, Jan 20 - 21, pp. 69, 2006.



- Ruggeri, F. Scarpa, E. Grisan. "Automatic Tracing of Subbasal Nerves in Confocal Microscopy Images." Investigative Ophthalmology & Visual Science, ARVO annual meeting, Fort Lauderdale, Florida, USA, April 30 – May 4, 2006.
- Ruggeri, F. Scarpa, E. Grisan. "Analysis of Corneal Images for the Recognition of Nerve Structures". Proc. 28th IEEE EMBS Annual International Conference, New York City, New York, USA, Aug 30 - Sept. 3, pp. 4739-4742, 2006.
- Ruggeri, F. Scarpa, E. Grisan, J.W. McLaren, J.C. Erie, W.M. Bourne. "Evaluation of automatic corneal nerve tracing in normal and refractive surgery subjects". Investigative Ophthalmology & Visual Science, ARVO annual meeting, Fort Lauderdale, Florida, USA, May 6 – 10, 2007.
- M. Martinello, P. Favaro, G. Muyo, A. Harvey, E. Grisan, F. Scarpa, A. Ruggeri. "3-D Retinal Surface Inference: Stereo or Monocular Fundus Camera?". Proc. 29th IEEE EMBS Annual International Conference, Cité Internationale, Lyon, France, Aug 23 - 26, pp. 896-899, 2007.
- F. Scarpa, D. Fiorin, A. Ruggeri. "In Vivo Three-Dimensional Reconstruction of the Cornea from Confocal Microscopy Images". Proc. 29th IEEE EMBS Annual International Conference, Cité Internationale, Lyon, France, Aug 23 - 26, pp. 747-750, 2007.
- Ruggeri, F. Scarpa. "Automatic Estimation of Keratocyte Density in Confocal Microscopy of the Cornea". Investigative Ophthalmology & Visual Science, ARVO annual meeting, Fort Lauderdale, Florida, USA, April 27 – May 1, 2008.

Elenco pubblicazioni su convegno nazionale

- F. Scarpa, E. Grisan, A. Ruggeri. "Automatic Tracing of Nerves in Confocal Images of the Cornea". 1st Nation Conference of Bioengineering, Pisa, Italy, July 3 – 5, 2008.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Fabio Scarpa 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.



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Francesco Silvestri** nell'ambito del XXI ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo in Ingegneria informatica ed elettronica industriali

Negli anni accademici 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 il dott. Francesco Silvestri ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXI ciclo, Indirizzo in Ingegneria informatica ed elettronica industriali

ATTIVITÀ DI FORMAZIONE

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

Primo anno:

- *Applied Functional Analysis*, Prof. P. Ciatti.
- *Applied Linear Algebra*, Prof. T. Damm.
- *Data Structures, Analysis of Algorithms and Data Compression*, Prof. R. Giancarlo.

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

Primo anno:

- *Gestione ed Elaborazione di Grandi Moli di Dati*, Prof. A. Pietracaprina.

Secondo anno:

- *Crittografia*, Prof. A. Languasco.

Partecipazione a scuole:

- *Combstru School of Computational Complexity*, Bertinoro (FC), Maggio 2006.
- *Proteomes and Proteins*, Lipari (ME), Luglio 2006.
- *Summer School on Algorithmic Data*, Helsinki (Finlandia), Giugno 2007.

Partecipazione a seminari:

- Colloquia/Distinguished Lectures del Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione: circa 15.
- Seminari del Dipartimento di Matematica: circa 3.
- Seminari presso l'Università del Texas ad Austin: circa 7.

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali:

- *Scalable Approaches to High Performance and High Productivity Computing*, Settembre 2006, Bertinoro (FC).
- *Symposium of Trustworthy Global Computing*, Lucca (LU), Novembre 2006.
- *International Parallel and Distributed Processing Symposium*, Long Beach, California, USA, Marzo 2007.
- *Scalable Approaches to High Performance and High Productivity Computing*, Bertinoro (FC), Settembre 2007.
- *International Parallel and Distributed Processing Symposium*, Miami, Florida, USA, Aprile 2008.



- *Aeolus Project Workshop*, Sophia Antipolis, Francia, Settembre 2008.

Periodi di Attività all'Estero:

- 1 Ottobre 2007 – 15 Aprile 2008: soggiorno presso il *Department of Computer Sciences* della *University of Texas at Austin*, sotto la supervisione della Prof.ssa Vijaya Ramachandran.

Premi:

- Premio di viaggio per la partecipazione a *IPDPS Ph.D. Forum*, Aprile 2008.
- Premio di viaggio per la partecipazione a *IPDPS*, Marzo 2007.

Didattica Attiva:

- Tutorato per la Facoltà di Ingegneria per un totale di 100 ore, suddivise tra: gruppi di studio di Matematica D (40 ore), assistenza per il laboratorio di *Dati e Algoritmi 1* tenuto dal Prof. A. Pietracaprina (35 ore), attività di sportello (25 ore).
- Didattica di supporto per *Gestione ed Elaborazione di Grandi Moli di Dati* tenuto dal Prof. A. Pietracaprina per un totale di 6 ore.

ATTIVITÀ DI RICERCA

Titolo definitivo Tesi: *Oblivious Computations on Memory and Network Hierarchies.*

Supervisore: Prof. Andrea Pietracaprina.

Descrizione:

Stato dell'arte

Una moderna architettura di calcolo è dotata di una gerarchia di memoria composta da molti livelli (e.g. cache, memoria, disco esterno). Questi differiscono tra loro sia in termini di capacità che di tempo di accesso: più un livello è vicino all'unità di calcolo, minore è il tempo di accesso allo stesso e minore è la sua capacità. La principale giustificazione di tale organizzazione è che un algoritmo generalmente riutilizza gli stessi dati in brevi intervalli di tempo, una proprietà nota come *località temporale di riferimento*. Un'altra caratteristica della gerarchia di memoria è che lo spostamento di dati tra livelli adiacenti avviene tramite segmenti (*blocchi*) contigui della memoria. La motivazione è che un algoritmo solitamente accede a dati residenti in posizioni contigue della memoria in brevi intervalli di tempo, una proprietà chiamata *località spaziale di riferimento*. È evidente che il modello ad accesso casuale (*RAM*) non è adatto a rappresentare questa realtà; tuttavia in letteratura esistono già molti modelli, generalmente parametrici, che contengono queste caratteristiche. Un esempio è il modello *Ideal Cache (IC)* di Frigo *et al.* che rappresenta la gerarchia a due livelli memoria centrale-cache.

In letteratura esistono molti algoritmi che utilizzano efficientemente le gerarchie di memoria. Questi, però, richiedono la conoscenza dei valori dei parametri che caratterizzano le piattaforme sulle quali vengono eseguiti. Ciò può limitare la portabilità di un algoritmo e non è desiderabile in certi scenari di calcolo, come l'*Overlay Computing* e il *Grid Computing*, dove questi parametri potrebbero non essere disponibili o la calibrazione dell'algoritmo rispetto a essi richiedere troppo tempo. Una soluzione a questo problema è stata proposta da Frigo *et al.* con gli algoritmi *cache-oblivious*, ovvero algoritmi progettati nel modello RAM ma la cui complessità, ovvero il numero di accessi alla memoria, è analizzata nel modello IC, che è descritto da due parametri (taglia della cache e lunghezza del blocco). Quindi, gli algoritmi *cache-oblivious* non utilizzano i parametri del modello IC e tuttavia riescono a ottenere, per molti problemi importanti, prestazioni asintoticamente equivalenti a quelle degli algoritmi *cache-aware*, ovvero di quegli algoritmi che utilizzano nelle loro specifiche i valori dei parametri dell'IC. Gli algoritmi *cache-oblivious* sono importanti anche perché la loro ottimalità nel modello IC implica, sotto alcune ipotesi, l'ottimalità in una gerarchia di memoria composta da un numero arbitrario di livelli. In alcuni casi, l'ottimalità degli algoritmi *cache-oblivious* nel modello IC è garantita solo per quelle cache



che soddisfano l'ipotesi di *tall cache*, ovvero la cui taglia è almeno il quadrato della lunghezza del blocco. Questa ipotesi è generalmente verificata dalle cache delle attuali architetture di calcolo, ma non sempre lo è nel *translation lookaside buffer*; è quindi utile e interessante eliminare questa assunzione. È stato però dimostrato da Brodal e Fagerberg che per l'ordinamento ciò non è possibile nel senso che non può esistere un algoritmo cache-oblivious per questo problema che sia ottimo per tutti i valori dei parametri del modello IC.

Analogamente alle gerarchie di memoria, in un'architettura di calcolo parallelo esiste un'organizzazione gerarchica della interconnessione di rete: piccole regioni della rete sono caratterizzate da bande elevate e latenze contenute. La motivazione è che generalmente un algoritmo parallelo confina le comunicazioni in piccole regioni, riducendone l'impatto sulle prestazioni; questa proprietà è chiamata *località di sotto-macchina*. In letteratura esistono molti modelli che esibiscono una tale gerarchia, come il *Decomposable Bulk Synchronous Parallel (D-BSP)* di De la Torre e Kruskal. Gli algoritmi paralleli generalmente richiedono la conoscenza dei valori dei parametri che caratterizzano le piattaforme su cui vengono eseguiti, come il numero di processori e le bande/latenze dell'interconnessione di rete. Ciò non è però desiderabile in quanto, come nelle gerarchie di memoria, può limitare la portabilità di un algoritmo.

Tematiche di ricerca affrontate

Come visto sopra, la portabilità di un algoritmo è di fondamentale importanza per architetture con gerarchie di memoria e della interconnessione di rete. Gli algoritmi definiti seguendo un approccio *oblivious* (che si contrappone a quello *aware*), ovvero quegli algoritmi che non fanno uso dei valori dei parametri caratterizzanti le piattaforme su cui vengono eseguiti e di cui gli algoritmi cache-oblivious sono un esempio, promettono una buona portabilità, senza compromettere le prestazioni.

Il lavoro di tesi si è focalizzato sullo studio dell'approccio oblivious ed ha avuto due obiettivi principali:

1. Lo studio delle potenzialità e limitazioni dell'approccio oblivious rispetto a quello aware.
2. l'introduzione della nozione di algoritmi oblivious in ambito parallelo.

In letteratura esistono pochi lavori riguardanti i limiti dell'approccio oblivious in confronto a quello aware, tra cui il già citato lavoro di Brodal e Fagerberg e un lavoro di Bilardi e Peserico. Seguendo l'approccio introdotto dal primo dei due lavori, ho dimostrato che qualsiasi algoritmo cache-oblivious per la trasposizione di matrici non può essere ottimo per tutti i valori dei parametri del modello IC; questo risultato è stato presentato in [C2]. Successivamente, ho ottenuto un risultato più generale per le permutazioni razionali che sono un sottoinsieme molto importante di permutazioni (ad esempio, appartengono a questa classe la trasposizione di matrici e il *bit-reversal* di un vettore). Più specificatamente, ho sviluppato un algoritmo cache-oblivious per la realizzazione di una qualsiasi permutazione razionale che esibisce prestazioni ottime sotto l'ipotesi di *tall cache*. Successivamente, ho dimostrato che per certe classi di permutazioni razionali (incluse la trasposizione di matrici e il *bit-reversal*) non può esistere un algoritmo cache-oblivious che sia ottimo per tutti i valori dei parametri dell'IC. Questi risultati che estendono e complementano quelli in [C2] sono stati pubblicati in [R1]. Gli algoritmi paralleli adottano in genere un approccio aware, ovvero utilizzano i valori dei parametri del modello. È naturale chiedersi se, almeno per qualche problema, possono essere progettati algoritmi paralleli che non utilizzano i parametri del modello, ovvero algoritmi paralleli oblivious. Alcune relazioni tra algoritmi paralleli e cache-oblivious sono state messe in evidenza nel lavoro [C1], con i Proff. A. Pietracaprina e G. Pucci, basato sulla mia tesi di laurea, in cui viene presentata una procedura di simulazione che permette di trasformare algoritmi ottimi per il modello D-BSP in algoritmi cache-oblivious ottimi.

In seguito, in collaborazione con i Proff. G. Bilardi, A. Pietracaprina e G. Pucci, ho definito e studiato la nozione di algoritmi *network-oblivious* e proposto alcuni algoritmi *network-oblivious* di esempio per problemi fondamentali (moltiplicazione e trasposizione di matrici, trasformata discreta di Fourier, ordinamento). Più in dettaglio, un algoritmo *network-oblivious* è definito in un modello (*modello di*



specifica) composto da n processori a memoria distribuita, dove n dipende solo dalla taglia dell'input. La complessità dell'algoritmo network-oblivious, ovvero il massimo numero di messaggi inviati da un processore, viene invece analizzata in un modello (*modello di valutazione*) simile al modello di specifica ma caratterizzato da due parametri, p e B , che rappresentano rispettivamente il numero di processori e la granularità della comunicazione. Un algoritmo network-oblivious è interessante in particolare perché è possibile dimostrare che l'ottimalità nel modello di valutazione implica, sotto alcune ipotesi, l'ottimalità dell'algoritmo nel modello D-BSP, che tramite la sua complessa gerarchia di rete rappresenta efficacemente molte piattaforme reali.

Come gli algoritmi cache-oblivious, gli algoritmi network-oblivious mostrano alcune limitazioni:

- Gli algoritmi network-oblivious per la trasposizione di una matrice e la trasformata discreta di Fourier sono ottimi nel modello di valutazione quando è verificata l'ipotesi di *small block*, ovvero quando i parametri p e B e il numero n di processori usati nel modello di specifica verificano la relazione $B^2 < n^2/p$. Questa ipotesi non è richiesta da algoritmi paralleli aware. L'ipotesi di small block richiama quella di tall cache descritta precedentemente, e come questa è generalmente verificata nelle attuali architetture di calcolo.
- Come per l'approccio cache-oblivious, nella tesi ho dimostrato che non può esistere un algoritmo network-oblivious per la trasposizione di matrici che sia ottimo per tutti i valori dei parametri p e B del modello di valutazione.

Questi risultati rafforzano l'idea che esistano delle limitazioni intrinseche a qualsiasi approccio oblivious, che devono essere considerate nello sviluppo di lower bound per algoritmi oblivious. La definizione di algoritmo network-oblivious, gli algoritmi e il risultato sulla trasposizione di matrici sono stati presentati in [C3,P1].

Molti problemi, come ad esempio il calcolo dei cammini minimi tra tutte le coppie di nodi in un grafo, la moltiplicazione di matrici, la triangolarizzazione e l'eliminazione gaussiana senza pivoting di una matrice, possono essere risolti con il paradigma di programmazione ad Eliminazione Gaussiana (*GEP*). Chowdhury e Ramachandran hanno proposto un algoritmo parallelo e cache-oblivious, chiamato I-GEP, che risolve molti di questi problemi, inclusi gli esempi citati. Partendo da questo lavoro, ho progettato un algoritmo network-oblivious ottimo, chiamato N-GEP, che calcola correttamente tutti i problemi risolvibili tramite I-GEP e che esibisce prestazioni ottime nel modello di valutazione sotto un'ipotesi sui parametri del modello. N-GEP si basa su I-GEP, ma i due algoritmi si differenziano principalmente per i seguenti motivi:

- N-GEP è oblivious del numero di processori.
- I-GEP è definito in un modello a memoria condivisa dove è possibile effettuare letture concorrenti, mentre N-GEP è definito in un modello a memoria distribuita (il modello di specifica) in cui è possibile effettuare solo comunicazioni *point-to-point*.
- Sebbene N-GEP eredita la struttura ricorsiva di I-GEP, l'ordine con cui i sottoproblemi sono risolti e i casi base sono diversi.

In questo modo, N-GEP utilizza una quantità ottima di spazio, mentre ciò non avviene con una semplice implementazione network-oblivious di I-GEP. Infine, N-GEP esibisce, sotto certe ipotesi, prestazioni ottime nel modello D-BSP; questo risultato non è stato ottenuto tramite il teorema di ottimalità descritto precedentemente, ma tramite una dimostrazione *ad hoc*. Oltre ad N-GEP, ho sviluppato un altro algoritmo network-oblivious equivalente ad I-GEP che deriva la sua struttura da quella di algoritmo sistolico. Questo algoritmo è ottimo nel modello di valutazione sotto l'ipotesi di small block, che è meno restrittiva rispetto a quella richiesta da N-GEP, ma non esibisce prestazioni



ottime nel D-BSP, contrariamente a N-GEP. Questi risultati sono stati sottomessi a [S1] e sono in attesa di valutazione.

PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale:

- Francesco Silvestri. *On the limits of cache-oblivious rational permutations*, Special issue della rivista *Theoretical Computer Science* dedicato al *2nd Symposium on Trustworthy Global Computing 2006*, volume 402, numero 2-3, pagine 221-233, Agosto 2008.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale:

- C1. Andrea Pietracaprina, Geppino Pucci e Francesco Silvestri. *Cache-Oblivious Simulation of Parallel Programs*. In Proc. of the 8th IPDPS Workshop on Advances in Parallel and Distributed Computational Models (APDCM), Isola di Rodi, Grecia, Aprile 2006.
- C2. Francesco Silvestri. *On the Limits of Cache-Oblivious Matrix Transposition*. In Proc. of the 2nd Symposium of Trustworthy Global Computing (TGC), LNCS 4661, pagine 233-243, Novembre 2006.
- C3. Gianfranco Bilardi, Andrea Pietracaprina, Geppino Pucci e Francesco Silvestri. *Network-Oblivious Algorithms*. In Proc of the 21st International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS), Long Beach, California, USA, Marzo 2007.

Elenco poster presentati a scuole/convegni:

- P1. Francesco Silvestri. *An Oblivious Approach to Parallel Algorithms*. Poster per TCPP PhD Forum of the 22nd International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS), Miami, Florida, USA, Aprile 2008.

Lavori sottoposti:

Rezaul A. Chowdhury, Vijaya Ramachandran e Francesco Silvestri. *Multicore-oblivious and network-oblivious algorithms for the Gaussian elimination paradigm*. Sottoposto a 23rd

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Francesco Silvestri 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.



**Università degli Studi
di Padova**

**Scuola di Dottorato di Ricerca in
Ingegneria dell'informazione**

**Dipartimento di
Ingegneria dell'Informazione**



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Marco Stellini** nell'ambito del XXI ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo in Bioelettromagnetismo e compatibilità elettromagnetica

Negli anni accademici 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 il dott. Marco Stellini ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXI ciclo, Indirizzo in Bioelettromagnetismo e compatibilità elettromagnetica

Indirizzo in Bioelettromagnetismo e Compatibilità Elettromagnetica

Corsi seguiti durante il I° anno:

- applied functional analysis - P. Ciatti
- applied linear algebra – T. Damm
- digital processing of measurement information – C. Narduzzi
- selected topics in analog integrated circuit design – A. Neviani

Corsi seguiti durante il II° anno:

- Pollution and Prevention – G.B. Bartolucci
- Dose, effect, threshold – A. Trevisan
- Bioelectromagnetics – T.A. Minelli

Corsi seguiti durante il II° anno (Laurea Specialistica):

- Progettazione e diagnostica EMC – A. Sona

Scuole di dottorato seguite durante i 3 anni:

- seminario di eccellenza 'Italo Gorini' 2-5 settembre 2008 (21 ore)
- seminario di eccellenza 'Italo Gorini' 10-14 settembre 2007 (21 ore)
- seminario di eccellenza 'Italo Gorini' 4-8 settembre 2006 (21 ore)

Seminari seguiti durante i 3 anni:

- Colloquia e Distinguished Lecturer, per un tot di 12 incontri.
- Compatibilità Elettromagnetica nell'Industria, Ottobre 2008.
- Filtri EMC, Aprile 2008.



**Università degli Studi
di Padova**

**Scuola di Dottorato di Ricerca in
Ingegneria dell'informazione**

**Dipartimento di
Ingegneria dell'Informazione**



- Novità nella Compatibilità Elettromagnetica, Padova, 20 Settembre 2007
- Fox VHDL Conference, Giugno 2006

Conferenze seguite durante i 3 anni:

- EMC 2008, EMC Europe Symposium, Amburgo, Germania, Settembre 2008.
- 16th IMEKO TC4 Symposium, Exploring New Frontiers of Instrumentation and Methods for Electrical and Electronic Measurements, Firenze, Settembre 2008.
- EMC 2007, International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility, Munich, Germany, 24-28 September 2007
- V Congresso Metrologia & Qualità, Torino, 14-16 Marzo 2007
- XXIII Congresso Nazionale GMEE 11-13 Settembre 2006

Periodi di Mobilità:

Maggio 2008 ÷ Agosto 2008, Università di Houston –TX- per un progetto di ricerca coordinato dal prof. Ji Chen presso il Dipartimento di 'Electrical and Computer Engineering' (www.egr.uh.edu/ECE). Il progetto, finanziato dalla TASER International, ha riguardato misure ed analisi di correnti indotte dal TASER mod. X26. Ho operato nel laboratorio di Compatibilità Elettromagnetica dove ho realizzato un particolare partitore di corrente per acquisire le forme d'onda ad alta tensione tramite oscilloscopio. Successivamente ho suggerito l'acquisto di sonde di campo vicino e realizzato un set up completo di test bed e software di acquisizione per effettuare misure comparative in differenti posizioni, simulando quanto più fedelmente la distribuzione di campo all'interno del corpo umano.

Riconoscimenti:

"MIGLIORAMENTO DELLE CARATTERISTICHE DI IMPEDENZA DI MODO COMUNE DELLE LISN E DEL RELATIVO METODO DI TARATURA" Lavoro premiato al congresso Metrologia & Qualità 2007, incluso fra i tre migliori lavori presentati.

Attività didattica svolta:

- Assistenza laboratorio di Misure Elettroniche (prof. Benetazzo) a.a. 2006/07 ore 10
- Assistenza laboratorio di Misure Elettroniche (prof. Benetazzo) a.a. 2007/08 ore 14
- Assistenza laboratorio di Misure Elettroniche (prof. Narduzzi) a.a. 2006/07 ore 16
- Assistenza laboratorio di Misure Elettroniche (prof. Narduzzi) a.a. 2007/08 ore 26
- Assistenza laboratorio EMC (prof. Bertocco) a.a. 2006/07 ore 8



Attività di Ricerca

Organizzare e valutare caratteristiche per una efficiente campagna di misure richiede la conoscenza dei parametri e degli effetti dovuti alla misura stessa. L'analisi dell'incertezza è un esempio di come il misurando sia spesso difficile da quantificare. Oltre all'incertezza tuttavia assume un ruolo chiave la ripetibilità, ovvero la possibilità di replicare il test e le relative misure in momenti e posti diversi tra loro. L'attività di ricerca ha riguardato proprio questo aspetto di analisi della ripetibilità dei test prendendo alcuni casi di studio specifici sia in ambito di Misure relative alla Sincronizzazione tra nodi di rete sia di Misure per la Compatibilità Elettromagnetica.

MISURE PER LA SINCRONIZZAZIONE

La sincronizzazione tra gli elementi di un sistema è un'esigenza particolarmente sentita quando si considerano strutture distribuite. I nodi di misura sviluppati per queste ricerche sono basati sia su PC dotati di sistema operativo Real Time (RTAI) sia su sistemi embedded linux based (Acme Systems FOX Board) interfacciati ad un modulo ausiliario su cui si trova un field-programmable gate array (FPGA) Actel A3P250 con 250.000 elementi logici in VHDL.

I test condotti hanno permesso di misurare e classificare l'incertezza dovuta al jitter nel meccanismo di Time Stamp, e conseguentemente di valutare la risoluzione della sincronizzazione raggiunta in diverse condizioni di traffico utilizzando un protocollo di sincronizzazione standardizzato con l'IEEE 1588 (PTPd). In assenza di traffico nella rete e utilizzando dei PC (PIII) come nodi di rete, lo scostamento tra i due timestamp ha un valore mediano pari a 170 μ s ed una variabilità inferiore ai 20 μ s. Introducendo un cross-traffic con rate di 1 ms e occupazione media di banda del 40% la sincronizzazione si assesta ancora attorno ai 170 μ s, tuttavia presenta una maggiore variabilità, oltre 100 μ s. Utilizzando i sistemi embedded analoghi risultati sono stati raggiunti ed è possibile mettere a confronto gli andamenti temporali sia in caso di rete 'scarica' sia in presenza di traffico sovrapposto. Dal confronto delle tracce si nota una diversa variabilità nella misura dovuta principalmente ai differenti tempi di risposta dei sistemi in rete.

La FPGA è stata utilizzata per realizzare un clock indipendente da quello della scheda madre, basato su un oscillatore al quarzo a 64 MHz presente sullo stesso modulo VHDL. I tempi di accesso ai registri del clock sono molto ridotti e permettono quindi ad un'applicazione di ottenere rapidamente un timestamp, con una risoluzione temporale pari all'incremento minimo di 15.625 ns. Il clock FPGA è stato inoltre caratterizzato riguardo alla stabilità rilevando un grafico della varianza di Allan da cui si rileva che, per intervalli di osservazione più lunghi di 10 s, la varianza di Allan è inferiore a 10^{-28} e si mantiene su questi valori anche per intervalli notevolmente più lunghi. La buona stabilità del clock realizzato, unita alla sua



programmabilità, permette di eseguire diversi tipi di esperimenti in una rete. Ad esempio, è possibile rilevare accuratamente il comportamento degli algoritmi che filtrano ed elaborano le informazioni di sincronizzazione ricevute.

ANALISI DI RIPETIBILITA' PER MISURE EMC

Il lavoro svolto si è concentrato sull'analisi della ripetibilità di alcune applicazioni pratiche in ambito EMC di seguito riassunte:

LISN: Analisi approfondita dei fenomeni parassiti e proposta di miglioramenti costruttivi al fine di ridurre i contributi di incertezza. Nella pratica si è osservato come, migliorando le caratteristiche del percorso di chiusura del segnale RF verso massa, vi è una riduzione dell'impedenza di ingresso Z_{IN} , sia in modulo sia in fase. Tale parametro è un fattore critico durante la taratura e si pone quindi il problema del contenimento degli effetti parassiti dovuti alle connessioni esterne alla LISN e del miglioramento della riproducibilità del metodo utilizzato, attualmente limitata dalle insufficienti prescrizioni sui cavi per la taratura. Sono state analizzate e proposte due possibili soluzioni sui sistemi di connessione. Dai test sperimentali si evince che utilizzando i connettori proposti vengono contenuti i valori misurati. L'effetto è tanto più evidente quanto più aumenta la frequenza: in prossimità di 30 MHz si riscontrano differenze di circa 1 dB per il modulo e 10° per la fase.

ESD: Indagine teorico-sperimentale sull'incertezza associata alla misura di immunità con generatore di scariche elettrostatiche e l'individuazione di possibili soluzioni. Il lavoro si è concentrato sulle scariche elettrostatiche (ESD) in aria in cui la ripetibilità dei test è maggiormente vulnerabile a causa dei numerosi elementi di variabilità. Un apposito *test bed* è stato realizzato e sono state condotte misure per verificare l'influenza della velocità di approccio del 'gun' al target, dell'angolo tra il generatore ESD ed il target e della possibile variazione di umidità relativa (RH) durante i test. Dai risultati emerge che il mancato controllo dei parametri analizzati può portare a variazioni sull'incertezza finale di oltre il 40%.

NSA: Avvio dello studio sulle prestazioni dei siti per le misure dei disturbi irradiati (camere anecoiche, *open-area test site*) mediante simulazioni teoriche e prove "in campo" al fine di valutare i limiti di impiego dei diversi siti e comparare i risultati ottenuti con "sorgenti" (radiator) di riferimento. Vengono in particolare analizzate le propagazioni in condizioni di campo vicino ed in presenza di 'sorgenti magnetiche'. I test hanno evidenziato una certa complessità nelle misure, gli andamenti si allineano alle predizioni teoriche in sito aperto. Le misure in camera mostrano che la risposta degli *absorber* gioca un ruolo chiave e necessita di ulteriori approfondimenti.

Titolo della tesi:



- Evaluation of Uncertainty and Repeatability in Measurement: two application studies in Synchronization and EMC Testing

Supervisore: ing. Michele Borsero – INRIM Torino –

Elenco pubblicazioni:

Congressi Internazionali

- M.Bertocco, A.Sona, M.Stellini, “*SIMPLIFIED APPROACH FOR THE ANALYSIS OF PCB RADIATED EMISSIONS IN THE NEAR FIELD REGION*” EMC 2008, EMC Europe Symposium, Amburgo, Germania, Settembre 2008.
- M.Borsero, S.Caniggia, A.Sona, M.Stellini, A.Zuccato, “*A NEW PROPOSAL FOR THE UNCERTAINTY EVALUATION AND REDUCTION IN AIR ELECTROSTATIC DISCHARGE TESTS*” EMC 2008, EMC Europe Symposium, Amburgo, Germania, Settembre 2008.
- L.Carretta, G.Giorgi, R.Napolitano, C.Narduzzi, M.Stellini, “*CHARACTERIZATION OF HV LINES FOR DIGITAL POWER LINE CARRIER OPERATION*” 16th IMEKO TC4 Symposium, Exploring New Frontiers of Instrumentation and Methods for Electrical and Electronic Measurements, Firenze, Settembre 2008.
- M.Borsero, A. Dalla Chiara, C.Pravato, A.Sona, M.Stellini, A.Zuccato, “*CONSIDERATIONS ABOUT RADIATED EMISSION TESTS IN ANECHOIC CHAMBERS THAT DO NOT FULFIL THE NSA REQUIREMENTS*” 16th IMEKO TC4 Symposium, Exploring New Frontiers of Instrumentation and Methods for Electrical and Electronic Measurements, Firenze, Settembre 2008.
- G.Giorgi, C.Narduzzi, M.Stellini, “*A TEST BED FOR SYNCHRONIZATION IN HETEROGENEOUS NETWORK ENVIRONMENTS*” I2MTC 2008, IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference, Victoria, BC, Canada, Maggio 2008.
- M.Borsero, C.Pravato, A.Sona, M.Stellini, A.Zuccato, “*IMPROVED ADAPTERS FOR THE ACCURATE CALIBRATION OF LISN INPUT IMPEDANCE*” EMC 2007, International Zurich Symposium on Electromagnetic Compatibility, Monaco, Germania, Settembre 2007.
- L.Benetazzo, C.Narduzzi, M.Stellini, “*ANALYSIS OF CLOCK TRACKING PERFORMANCES FOR A SOFTWARE-ONLY IEEE 1588 IMPLEMENTATION*” IMTC 2007, Instrumentation and Measurement technology Conference, Varsavia, Polonia, Maggio 2007.

Riviste Nazionali

- M.Stellini, “*VISITA AD UN LABORATORIO EMC*” Ingegneri del Veneto, n. 23 - Marzo 2008.
- M.Borsero, C.Pravato, A.Sona, M.Stellini, A.Zuccato, “*LA LISN, UNA RETE SEMPLICE MA NON TROPPO: PROPOSTE PER UNA TARATURA PIÙ ACCURATA*” Tutto_Misure n° 1/2008.

Congressi Nazionali

- M.Borsero, S.Caniggia, A.Sona, M.Stellini, A.Zuccato, “*CONSIDERAZIONI ED ANALISI DI RIPETIBILITÀ PER I TEST DI SCARICHE ELETTROSTATICHE (ESD) IN ARIA*” VI Congresso Metrologia & Qualità, Torino, Aprile 2009. Accettato per pubblicazione.



- C.Narduzzi, F.Sandri, T.Scremin, M.Stellini, “*CARATTERIZZAZIONE DELLA SINCRONIZZAZIONE IN RETE: NODO DI MISURA*” L.Benetazzo, Atti del XXV Congresso Nazionale GMEE, Roma, Settembre 2008.
- L. Benetazzo, G. Giorgi, C. Narduzzi, M. Stellini, “*STUDIO DI UN AMBIENTE DI PROVA PER MISURE DI NETWORKING*” Atti del XXIV Congresso Nazionale GMEE, Torino, Settembre 2007.
- M.Borsero, C.Pravato, A.Sona, M.Stellini, A.Zuccato “*MIGLIORAMENTO DELLE CARATTERISTICHE DI IMPEDENZA DI MODO COMUNE DELLE LISN E DEL RELATIVO METODO DI TARATURA*” Atti del V Congresso Metrologia & Qualità, Torino, Marzo 2007, pp. 58-63.
- L.Benetazzo, C.Narduzzi, M.Stellini “*MISURE DI SEGNALI BLUETOOTH MEDIANTE OSCILLOSCOPIO DIGITALE*” Atti del XXIII Congresso Nazionale GMEE, Aquila, Settembre 2006, pp.414-421.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Marco Stellini 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.



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Trevisanello Lorenzo-Roberto** nell'ambito del XXI ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo in Ingegneria elettronica e delle telecomunicazioni.

Negli anni accademici 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 il dott. Trevisanello Lorenzo-Roberto ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXI ciclo, Indirizzo in Ingegneria elettronica e delle telecomunicazioni.

ATTIVITA' DI FORMAZIONE

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

Primo anno

Applied linear algebra, T. Damm

Innovative Device Concepts in Electronics, A. Cester

Applied functional analysis, P. Ciatti

Effects of Ionizing Radiation on Electronic Components, A. Paccagnella

Secondo anno

Electrostatic Discharge in Integrated Circuits, G. Meneghesso

Pollution and Prevention, G. Bartolucci

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

Diffraction Theory with Application to Optics and Information Transmission, G. Nalesso – C. Someda

Corsi seguiti presso altre istituzioni:

Solid State Lighting Phosphors, C. Summers

Partecipazione a scuole:

Scuola Estiva di Ingegneria dell'Informazione, 26-30 giugno, 2006, Bressanone, Italia

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

“European Material Research Society Spring 2006 Meeting”, Nice (F)

“17th European Symposium on Reliability of Electron Devices, Failure Physics and Analysis”, 2006, Wuppertal (D)

“31st Workshop on Compound Semiconductor Devices and Integrated Circuits”, 2007, Venice (I)

“SPIE Optics+Photonics 2007”, San Diego (USA)

“17th European Heterostructure Technology Workshop”, 2008, Venice (I).

ATTIVITA' DI RICERCA

The three year Ph.D. project of Dr. Lorenzo Trevisanello has been focused on the analysis of the different aspects of the characterization and reliability of optoelectronics devices. In particular, during the Ph.D. period several different structures have been studied: InGaN/GaN based blue LEDs (low flux), InGaN based green LEDs, AlGaIn based UV LEDs and Phosphors Converted white LEDs (both high and low flux). The main aim of this work was the identification of the degradation mechanisms found in specific optoelectronic devices and in particular the impact of the temperature on the failure of these devices. The overall work has been performed in close collaboration with industrial and academic partners for, and the results have been submitted to international journals and presented at several international conferences.



The project can be subdivided in different topics, with specific goals and achieved results.

Electrical, optical and thermal characterization

In order to study the electrical, optical and thermal properties of devices and their modification during ageing, a few improvements on characterization techniques have been achieved.

In the electrical domain, the introduction of the current-voltage measurements at different temperatures permitted an in-depth analysis of electrical properties in the range of 20-360K. In addition, the availability of a cryostat system allowed the development of spectroscopic techniques as TAS and DLTS for deep level identification. These measurements have been widely used for parameters extrapolation used in simulation and for a comparison between untreated and aged devices.

Several new measurements setup for optical characterization have been adopted: EL spectra, EL vs. Temperature, EL versus emitting angle (spatial distribution of the spectrum). In addition, different tools for extrapolation of radiometric, photometric and chromatic quantities have been developed and transferred to the reliability study.

Finally, great efforts have been spent in the design and implementation of measurements techniques for thermal characterization. The characterization developed is based on indirect electrical measurement. The correct estimation of junction temperature is used to calculate (i) the steady state behaviour of devices (thermal resistance) and (ii) the dynamic behaviour. The dynamic thermal characterisation can provide more information on different contribution to total thermal resistance and heat capacitance of the device. These information can be extrapolated from fast temperature transient measured on device. During the project, a complete system for accurate thermal characterization both in steady state and dynamic condition has been developed. First results of the thermal characterization were found on HBLEDs submitted to thermal storage and accelerated current stress. Finally, most of thermal models have been investigated by means of simulation and validated with experimental results. In particular, FEA simulation was successfully performed in order to understand the heat distribution and the parameter involved in heat sink modelling. As well as thermal simulation, structural simulation was coupled in order to take in account of mechanical stress induced by thermal expansion of different materials.

Degradation of ohmic contacts in GaN/InGaN LEDs and reliability of LEDs

The reliability of InGaN/GaN MQW LEDs has been studied, submitting different devices to electrical and thermal ageing. The stress has been performed on different structures, with passivation deposited with different techniques (sputter and PECVD). The main result was the detection of the thermal activated optical power decay, well correlated to the modification of capacitance properties in PECVD processed LEDs. The degradation was ascribed to the generation of non-radiative recombination centers in the active layer and/or to the degradation of the ohmic contact. In order to discriminate the failure mechanism responsible for degradation, a study on TLM has been performed [J4,J10].

The Transfer Length Method (TLM) has been used as an instrument for the evaluation of the degradation of the ohmic contacts on p-GaN during high temperature stress. With submitting these structures to high temperature storage (250°C) it was possible to localize where the degradation took place (contact or bulk) during ageing and to determine how much hydrogen-rich passivation influenced the degradation process. It was possible to draw different conclusions from this work. First, the fingerprint of diffusion process found during storage confirmed that PECVD passivation has been ascribed to degradation of electrical characteristics of the contacts. An explanation of contact worsening due to the indiffusion was given. In this process, the passivation layer may have an important role. Hydrogen can diffuse from the passivation layer to the contact region: in this case the hydrogen deactivates acceptor dopant creating MgH complexes. To support this thesis, once the passivation layer was removed, the degradation mechanism was found to be reversible, probably due to outgassing. In



conclusion, the involvement of hydrogen or silicon in worsening suggested to proceed with other type of passivation, in order to find which particular species are concerned in degradation [J5-J8].

Reliability of Chip-On-Board White LED technology

The LED implemented in COB technology provides a great decrease in thermal resistance since the chip is directly attached to an aluminum board, that acts as a heat sink due to high heat capacity. In this case the attachment of a more efficient heat sink have a lower impact on the overall thermal resistance. During the Ph.D project, an extensive analysis of reliability of COB based HB-LEDs has been performed. A set of about 180 blue and white LEDs has been submitted to thermal and electro-thermal ageing conditions. The results obtained by the analysis confirmed the high reliability of such structures and provided the estimation of the degradation model. The work aimed at: providing a detailed thermal analysis on COB technology in order to investigate the benefits of such structures in terms of thermal resistance; finding the ALT setup able to provide both the accuracy of measurement and short time expense in measuring, fundamental for wide set of samples; developing the degradation model, starting from the literature examples, able to make an accurate lifetime prevision; identifying the degradation mechanisms responsible for luminous decay.

The lifetime analysis provided the following results: the technique used for fast thermal characterization can be time-saving when dealing with wide set of samples; the luminous flux degradation is activated by temperature and density current; we found degradation mechanisms related to different physical process; (encapsulation properties worsening, decrease in phosphors conversion efficiency, etc.) the current-activated degradation can be ascribed to other processes; the analysis revealed that the presence of different activation energy in different temperature ranges may lead to overrate the LEDs lifetime; the blue GaN based chip showed a good stability during operation at accelerated conditions.

An intrinsic result of this analysis is represented by the experimental setup, that permitted to obtain detailed information during ageing on several physical quantities (spectra, I-V, thermal resistance) on a large set of devices, giving the statistical approach of a reliability work on high brightness LEDs not yet described in the literature [J10, C9].

Reliability of Low-Flux White LEDs

A reliability analysis on low flux Phosphor Converted LEDs (PC-LEDs) for display application has been carried out. The analysis has been performed by means of an accelerated life testing framework on selected devices from different commercial manufacturer. The work aimed at comparing different technologies and materials used in the state of the art LEDs and investigating their impact on performances of devices; evaluating and implementing specific techniques for lifetime analysis, based on available reliability data provided by the manufacturer; finding any correlation between device parameters (optical-electrical-thermal) in order to monitor the degradation and give a feedback to the control system; extrapolating accurate degradation model by means of statistical methods applied to reliability, that can provide a lifetime prediction for operative conditions; identifying the degradation mechanisms that limit the lifetime of LEDs and the physical processes involved in the failures; experimenting novel failure analysis techniques not yet employed in LED reliability.

The work provided several original results: the development of a setup for fast and reliable characterization in terms of electrical, optical and thermal properties; a statistical analysis of thermal resistance of a wide set of samples; the detection of several failure modes (lumen decay, chromatic shift, thermal resistance increase), correlated to the stress temperature; the extrapolation of the exponential degradation model, suitable for lifetime prediction; the identification of the lens and package browning as responsible for lumen decay and chromatic shift; the identification of mechanism responsible for failures, as the detachment of the encapsulation and the generation of parasitic electrical paths. The work



presented in this chapter provided also relevant information on package reliability, useful for the improvement of the processes and the selection of materials employed in LED manufacturing [C14, 1].

Reliability of Deep-UV LEDs

The recent progresses in high quality AlGaIn-based hetero-structures make possible the demonstration of LED emitting in Deep UV region. The research activity on DUV LEDs was the lifetime analysis and degradation mechanisms identification, capable of fill the actual lack in knowledge of physical processes responsible for the degradation of AlGaIn-based LEDs. The work aimed at: improving the comprehension of radiative and non-radiative recombination mechanisms in AlGaIn based LEDs, on the basis of results available in the literature; studying the impact of ageing at nominal operating conditions on optical and electrical properties of DUV LEDs emitting at different wavelengths; identifying the degradation processes responsible for optical power decrease and finding a possible correlation with emitting wavelengths.

The relation between the different radiative emission processes, by evaluating the relative electroluminescence intensity of the three main emission bands of the LEDs has been analyzed in detail. It was also presented an analysis of the mechanisms that limit the reliability of these devices during dc stress: it has been shown that (i) OP degradation can be ascribed to the increase of the non-radiative recombination rate, and (ii) the degradation rate is related to the molar fraction of Al inside the QWs. C-V analysis provided further information on the degradation process, indicating that as a consequence of stress, the charge distribution in the active layer is modified, possibly due to the generation of defective states [C11].

Titolo definitivo Tesi: “*Analysis of the Temperature impact on reliability of GaN-based Light Emitting Diodes*”

Supervisore: Prof. Enrico Zanoni

PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

- J1. M. Meneghini, S. Podda, A. Morelli, R. Pintus, L. Trevisanello, G. Meneghesso, M. Vanzi, and E. Zanoni, “High brightness GaN LEDs degradation during dc and pulsed stress,” *Microelectronics Reliability*, vol 46, no. 9-11, pp. 1720-1724, Sept. 2006.
- J2. M. Meneghini, L. Trevisanello, S. Levada, G. Meneghesso, E. Zanoni, F. Rossi, M. Pavese, M. Manfredi, U. Zehnder, and U. Strauss, “High-temperature failure of GaN LEDs related with passivation,” *Superlattices and Microstructures*, vol. 40, no. 4-6, Sept. 2006.
- J3. M. Meneghini, L. Trevisanello, U. Zehnder, T. Zahner, U. Strauss, G. Meneghesso, and E. Zanoni, “High-Temperature Degradation of GaN LEDs Related to Passivation,” *IEEE Transaction on Electron Devices*, Vol. 53, no. 12, Dec. 2006.
- J4. M. Meneghini, L. Trevisanello, C. Sanna, G. Mura, M. Vanzi, G. Meneghesso, and E. Zanoni, “High temperature electro-optical degradation of InGaIn/GaN HBLEDs,” *Microelectronics Reliability*, vol. 47, no. 9-11, pp. 1625-1629, Sept. 2007.
- J5. M. Meneghini, L. Trevisanello, U. Zehnder, G. Meneghesso, and E. Zanoni, “Reversible degradation of ohmic contacts on p-GaN for application in high brightness LEDs,” *IEEE Trans. on Elec. Dev.*, vol. 54, no. 12, Dec. 2007.
- J6. L. Trevisanello, M. Meneghini, U. Zehnder, B. Hahn, G. Meneghesso, and E. Zanoni, “High temperature instabilities of ohmic contacts on p-GaN,” *Phys. Stat. Sol. (c)*, vol. 5, no. 2, pp. 435-440, Jan. 2008.



- J7. M. Meneghini, L. Rigutti, L. R. Trevisanello, A. Cavallini, G. Meneghesso, and E. Zanoni, "A model for the thermal degradation of metal/(p-GaN) interface in GaN-based light emitting diodes," *J. Appl. Phys.*, vol. 103, p. 063703, Mar. 2008.
- J8. M. Meneghini, L. Trevisanello, U. Zehnder, G. Meneghesso, and E. Zanoni, "Thermal degradation of InGaN/GaN LEDs ohmic contacts," *Phys. Stat. Sol. (c)*, vol. 5, no. 6, pp. 2250-2253, May 2008.
- J9. L. Trevisanello, M. Meneghini, G. Mura, M. Vanzi, M. Pavesi, G. Meneghesso, and E. Zanoni, "Accelerated Life Test of High Brightness Light Emitting Diodes," *IEEE Trans. on Dev. Mat. and Rel.*, vol. 8, no. 2, pp. 304-311, Jun, 2008
- J10. M. Meneghini, L. Trevisanello, G. Meneghesso, and E. Zanoni, "A review on the reliability of GaN-based LEDs," *IEEE Trans. on Dev. Mat. and Rel.*, vol. 8, no. 2, pp. 323-331, Jun, 2008

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- C1. M. Meneghini, L. Trevisanello, G. Meneghesso, E. Zanoni, "High temperature instabilities of GaN LEDs related to passivation", presented at the 43rd Annual Workshop on Compound Semiconductor Materials and Devices - WOCSEMMAD '07 (Invited)
- C2. M. Meneghini, L. Trevisanello, G. Mura, M. Vanzi, G. Meneghesso and E. Zanoni, "Study of the high-temperature reliability of GaN-based LEDs", *Proc. of the 6th International Workshop on Industrial Technologies for Optoelectronic Semiconductors: Reliability and Standardization of LED/Solid State Lighting*, Seoul, Corea, January 29, 2008, pp. 31-61, 2008 (Invited)
- C3. M. Meneghini, L.-R. Trevisanello, S. Levada, G. Meneghesso, G. Tamiazzo, E. Zanoni, T. Zahner, U. Zehnder, V. Harle and U. Strauss, "Failure mechanism of gallium nitride LEDs related with passivation," *Tech. Digest IEDM 2005, IEEE International Electron Device meeting*, Washington DC (USA), Dic. 2005.
- C4. M. Meneghini, L. Trevisanello, S. Levada, G. Meneghesso, E. Zanoni, "High temperature instabilities of GaN LEDs related to passivation," *Workshop on Comp. Semi. Dev. and Int. Circ. WOCSDICE 2006*, Göteborg (S), May 2006.
- C5. M. Meneghini, L. Trevisanello, S. Podda, S. Buso, G. Spiazzi, G. Meneghesso, and E. Zanoni, "Stability and performance evaluation of high-brightness light-emitting diodes under DC and pulsed bias conditions", *Proc. SPIE Vol. 6337, 63370R*, S. Diego (USA), Aug. 2006.
- C6. M. Meneghini, S. Podda, A. Morelli, R. Pintus, L. Trevisanello, G. Meneghesso, M. Vanzi, E. Zanoni, "High brightness GaN LEDs degradation during dc and pulsed stress," *ESREF 2006*, Wuppertal (D), Oct. 2006.
- C7. M. Meneghini, L. Trevisanello, R. Penzo, M. Benedetti, U. Zehnder, U. Strauss, G. Meneghesso, E. Zanoni, "Reversible degradation of GaN LEDs related to passivation," *IEEE - 45th Int. Rel. Phys. Symp. 2007*, pp. 457-471.
- C8. M. Meneghini, L. Trevisanello, U. Zehnder, G. Meneghesso, and E. Zanoni, "High temperature instabilities of ohmic contacts on Mg-doped gallium nitride". *Proc. of 31th Workshop on Com. Semic. Dev. and Int. Circ.*, WOCSDICE 2007, Venice (I).
- C9. L. Trevisanello, M. Meneghini, G. Mura, C. Sanna, S. Buso, G. Spiazzi, M. Vanzi, G. Meneghesso and E. Zanoni, "Thermal stability analysis of High Brightness LED during high temperature and electrical aging", *Proc. of SPIE 2007 Vol. 6669*, 2007, S. Diego (USA).
- C10. 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", *IEEE - 48th Int. Rel. Phys. Symp. 2008*, pp. 424-428, 2008.
- C11. M. Meneghini, N. Trivellin, L. Trevisanello, A. Lunev, J. Yang, Y. Bilenko, W. Sun, M. Shatalov, R. Gaska, E. Zanoni, G. Meneghesso, "Combined optical and electrical analysis of



- AlGaIn-based deep-UV LEDs reliability”, *IEEE – 48th Int. Rel. Phys. Symp.* 2008, pp. 441-445, 2008.
- C12. N. Trivellin, M. Meneghini, G. Meneghesso, *L. Trevisanello*, K. Orita, M. Yuri, D. Ueda, K. Yamanaka, and E. Zanoni, “Analysis Of The Degradation Of Blu-Ray Laser Diodes,” *Workshop on Comp. Semi. Dev. and Int. Circ.* 2008, Leuven.
- C13. 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 InGaIn-based laser diodes”, *Int. Workshop on Nitr. semicon. (IWN 2008)*, p. 267.
- C14. *L. Trevisanello*, M. Meneghini, N. Trivellin, E. Zanoni, G. Meneghesso, “Thermal-activated degradation mechanisms on Phosphor-Converted Light Emitting Diode”, *Hetech* 2008.

Lavori accettati in corso di pubblicazione

1. *L. Trevisanello*, F. De Zuani, M. Meneghini, N. Trivellin, E. Zanoni, and G. Meneghesso, “Thermally Activated Degradation and Package Instabilities of low-flux PC-LEDs,” accepted for *49th IEEE - Int. Rel. Phys. Symp.* 2009.
2. M. Meneghini, N. Trivellin, *L.-R. Trevisanello*, K. Orita, M. Yuri, D. Ueda, E. Zanoni, and G. Meneghesso, “Role of non-radiative recombination in the degradation of InGaIn-based laser diodes,” accepted for *IEEE – Int. Electr. Dev. Meet.* 2008.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Trevisanello Lorenzo-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.



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Trivellato Matteo** nell'ambito del XXI ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo in Ingegneria elettronica e delle telecomunicazioni.

Negli anni accademici 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 il dott. Trivellato Matteo ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXI ciclo, Indirizzo in Ingegneria elettronica e delle telecomunicazioni.

ATTENDED COURSES

- "Multi-user Receivers for Wireless Communications on Fading Dispersive Channels," Prof. M. Lops
- "Applied linear algebra," Prof. T. Damn
- "Renewal and Semi-Markov Random Processes and their Application to Network Protocol Analysis," Prof. M. Zorzi
- "Applied functional analysis," Prof. P. Ciatti
- "Statistical Methods," Prof. L. Finesso
- "Broadband Wireless Communications," Prof. S. Pupolin, N. Benvenuto, S. Tomasin
- "Symmetry in Constraint Programming," Prof. T. Walsh
- "Correlated Source Coding," Prof. G. Pierobon
- "Error Control Coding: State of the art," Prof. C. Schlegel

PH.D. SCHOOLS

- Summer School on Information Engineering, June 26-30, 2006, Brixen, Italy

ATTENDED WORKSHOPS/LECTURES

- Short course, "Wireless Underwater Communications and Networks: Current Achievements and Future Research Challenges," Prof. M. Stojanovic 2006.
- Lecture, "Analysis of Processing Energy for Error Control Cods," Prof. V. Gaudet, 2006.
- Lecture, "Generalized zero-forcing for MIMO cellular networks," H. Huang, distinguished member of Alcatel-Lucent research group, 2006.
- Internal meeting, "Long-Term Transmit Beamforming for E-MBMS in LTE," Dr. Angel Lozano, Bell Labs, June 2007.
- Internal meeting, "Idealized Relay Arrangements," Dr. G. J. Foschini (joint work with Reinaldo Valenzuela), Bell Labs, June 2007.
- Internal workshop, "Scheduling/MIMO workshop at Crawford Hill," Bell Labs, Holmdel, NJ, USA. May 2007.
- Lecture, "Gaussian (and General) Broadcast Channels: An Information Theoretic Perspective," Prof. S. Shamai (Shitz), University of Israel, Department of Information Engineering, Aug. 2007.
- Lecture, "Tutorial on the Interference and X Channel," Prof. S. A. Jafar, Electrical Engineering & Computer Science, University of California Irvine, Aug. 2007.
- Distinguished lecture, "From wireless networks to sensor networks and onward to networked embedded control" Prof. P.R. Kumar University Illinois Urbana-Champaign, Oct. 18th 2007.
- Colloquium, "Evolutionary algorithm techniques for network optimization problems," Dr. Alessio Botta, IMT Lucca Institute for Advanced Studies, Nov. 8th 2007.



- Colloquium, “Efficient Data Dissemination in wireless pervasive networks,” Eng. Elena Fasolo, University of Padova, Department of Information Engineering, Nov. 22nd 2007.
- Lecture, “La teoria dei giochi al lavoro fuori casa”, Prof. Fioravante Patrone, January 8th, 2008.
- Lecture, “A family of turbo-structured LDPC codes”, Dr. Federica Garin, February 21st, 2008.
- Lecture, “Linear Programming Based Analysis And Solution of Deterministic Infinite Horizon Optimal Control Problems (Discounting And Time Averaging Cases)”, Prof. Vladimir Gaitsgory, March, 12ve, 2008.
- Distinguished lecture, “Radiation Effects and Soft Errors in Advanced Technologies”, Prof. Ron Schrimpf, March 17th, 2008
- Opening of European Embedded Control Institute (EECI) Networked Control Systems Laboratory. University of L'Aquila, Italy, March 27th, 2008.
- Lecture, “Design and Control of Autonomous Systems”, Dr. Raffaello D'Andrea, ETH, Zurich, Switzerland, May 15th, 2008
- Lecture, “Power Semiconductors State-of-the-Art and future development trends”, Prof. Leo Lorenz, director of Infineon Technologies and Prof. at Erlangen e Ilmenau universities, May 23rd, 2008
- Lecture, “The Multi-Armed Bandit Meets the Web Surfer”, Prof. Eli Upfal, Brown University, USA, June 17th, 2008
- Lecture, “Next Generation Network”, Prof. Mitsuji Matsumoto from Waseda Univeristy, Tokyo, Japan, July 9th, 2008
- Lecture, “Presentazione dello standard DVB-T2”, Prof. Stefano Tomasin, Department of Information Engineering (DEI), University of Padova, June 26th, 2008
- Lecture, “A Predictive Power and Bitrate Control Scheme for State Estimation via Wireless Sensor Networks,” Prof. Daniel E. Quevedo, University of NewCastle, Australia, September 9th, 2008.

TALKS/CONFERENCES

- Internal meeting, “Multiuser Eigenmode Transmission (MET) with Limited Feedback,” Bell Labs, Holmdel, NJ, USA, May 2007.
- Internal workshop, “Multiuser MIMO with Limited Feedback,” Bell Labs, Holmdel, NJ, USA, May 2007.
- Conference, “Multiuser Eigenmode Transmission for MIMO Broadcast Channels with Limited Feedback,” *IEEE SPAWC'07*, Helsinki, Finland, June 2007.
- Internal meeting, “On Cell coordination in MU-MIMO Downlink Systems and the role of CSI in MIMO-MAC,” Bell Labs, Holmdel, NJ, USA, Sept. 2007.
- Post-doc interview, “Wireless Systems with Quantized Information: Multiuser MIMO and Networked Control Systems,” IBM Research Group, Zurich, Switzerland, Nov. 2008.
- Conference, “On Estimation in Networked Control Systems with Random Delays and Partial Observation Losses,” in *Intern. Symp. Info. Theory and its Applications (ISITA)*, Auckland, New Zealand, Dec. 2008.

TEACHING ACTIVITIES

- Lecture on: “The Forward Backward algorithm (FBA),” for the class: “Comunicazione con Mezzi Mobili,” Nov. 2nd, 2006



- Lecture on: "Some practical applications of the Forward Backward algorithm: decoding of convolutional and turbo codes," for the class: "Comunicazione con Mezzi Mobili," Nov. 22nd, 2006.

VISITING PERIOD

Alcatel-Lucent, Bell Laboratories, Crawford Hill, NJ

- *Period:* from Mar. 2007 to Sept. 2007.
- *Research Activities:* the research activities dealt with the study and proposal of Multiuser MIMO transmission techniques for downlink and uplink communications.
- *Advisor:* Dr. H. Huang, distinguished member in the technical staff of the Wireless Research Group.

RESEARCH ACTIVITIES

The research activities during the PhD focus on four main topics: i) multiple-input multiple-output (MIMO) broadcast channels (BCs) where a multi-antenna transmitter serves multiple users along spatially multiplexed channels ii) networked MIMO where transmission is coordinated among spatially distributed antennas, iii) networked control systems (NCSs) where spatially distributed sensors, controllers and actuators exchange information via a digital wireless network in order to estimate or control a dynamical system and iv) channel estimation and joint time/frequency synchronization in OFDM systems. The thesis deals with only the first three topics.

A. MIMO broadcast channels

The demand for higher speed communications in future wireless cellular networks motivated an intensive study of multiple antenna (MIMO) techniques with increasing attention to multiuser (MU) configurations, where a transmitter simultaneously serves multiple users over spatially multiplexed channels. Linear beamforming [J3] is a simple transmission scheme that, although suboptimum, has been shown to achieve a large part of the capacity achieving dirty paper coding (DPC) throughput, in case of perfect channel state information (CSI) at the transmitter. Under frequency-division duplexing (FDD), the base station (BS) must rely on uplink feedback (FB) from mobile terminals (MTs) to obtain CSI. In this context an optimization of the FB signalling is essential to limit its impact on the system achievable throughput, motivating a vast research activity especially in single carrier flat fading MIMO transmissions.

Either in case of single antenna or multi-antenna receivers the main contributions are: i) the design of novel linear transceiver strategies that account for limited CSIT, ii) the proposal of channel quantization techniques and FB strategies that exploit spatial and time correlation of the MIMO channel and iii) the derivation of efficient and robust user selection schemes for the maximization of the achievable throughput. In details user selection schemes for single antenna receivers are proposed in [C10], and the possibility of exploiting spatial and time correlation of the MIMO channel to reduce FB overhead is studied in [C8], [C7]. Interestingly [C7] also faces the problem of beamformer design based on MMSE optimization in networks with low-latency users when multiuser diversity is not exploitable. Moreover, generalized solutions that exploit the additional degrees of freedom provided by multiple antenna receivers are investigated in [C9], [C5], [J2], [C3]. In particular, under the assumption of at most one data stream per selected user we propose a technique based on ZF beamforming and maximum estimated signal-to-interference plus noise ratio (SINR) combiner (MESOC). An analytic characterization of the achievable throughput of the proposed combiner in case of many users show how additional receive



antennas or higher multiuser diversity can reduce the required feedback rate to achieve a target throughput. The potential gains of MU over more conventional single user (SU) transmission strategies are also evaluated in a multi-cell cellular network where system performance is limited by inter-sector and inter-cell interference [C3].

We underline that FB optimization might become even more relevant in broadband systems where the channel is dispersive. To reflect the operation of 4th generation wireless communication systems, we consider a MU MIMO orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) downlink system and divide the available bandwidth into resource blocks (RBs) whose number of subcarriers reflects the coherence bandwidth of the channel. In this context we have two main contributions. Firstly we provide joint conditions on the channel coherence bandwidth and the FB rate per RB that allow for a simpler quantization of the RB channel matrix (space-frequency) by a space vector, causing negligible performance loss in terms of system throughput. As a second contribution we investigate the trade-off between accurate channel knowledge and frequency/multiuser diversity. It is seen that even for a moderate number of users in the network, concentrating all the available FB bits in characterizing only one RB provides a significant gain in system throughput over a more classical distributed approach and this result is validated both analytically and by simulations [C6], [C2], [J1].

B. Network MIMO

In parallel to the rapid development of understanding in the fundamental information and communication theory of SU and MU-MIMO, there is a need to apply these techniques to real-world systems. The spectral efficiency performance of cellular networks is limited by co-channel interference generated by nearby cells. A novel class of techniques known as network MIMO [C4], [JS2] coordinates the transmissions among spatially distributed base stations for eliminating interference, leading to a significant improvement in system throughput. The tradeoff is that this technique requires user messages and channel state information to be shared among the coordinating bases, resulting in the need for enhanced backhaul capabilities. In this context higher order sectorization is another technique to reduce intercell interference [JS2], where parallel spatial channels are created physically rather than through beamforming.

C. Networked Control Systems

In NCSs where system measurements come from multiple spatially distributed sensors, the main contribution is the generalization of estimation and control techniques to account for wireless link inefficiencies: i) packet loss, ii) delays and iii) signal quantization. In particular sensors, controller and actuator share a common frequency resource motivating a cross layer optimization of i) signal/measurements quantization processes and ii) network resource allocation. Even with small transmission bandwidth, single-hop communication protocols with binary phase shift keying provide close to optimum performance in applications dealing with state estimation [C1] or state control [JS1], [CS1] of a stable system. This supports the widespread use of low-cost sensors for these applications.

D. Synchronization and Channel Estimation for OFDM systems

IEEE 802.11p systems are thought to provide Dedicated Short Range Communications (DSRC) in vehicular environment. The focus is on the analysis of critical aspects and design of effective receivers. Particular emphasis is on the proposal of joint time/frequency synchronization and channel estimation algorithms that exploit the structure of the packet preamble and give a good trade-off between system performance and computation complexity. Moreover to face the time variability of the vehicular environment new channel tracking algorithms that exploit initial channel



estimation, pilot subcarriers of each OFDM symbol, and tentative decisions as well have been investigated. Low complexity joint data detection and channel estimation techniques based on Kalman filtering and Expectation Maximization (EM) algorithm have been proposed.

PHD THESIS

- Title: Wireless Systems with Quantized Information: Multiuser MIMO and Networked Control Systems.
- Supervisor: Prof. Nevio Benvenuto.

LIST OF PUBLICATIONS

A. Journal Publications (*submitted*)

- [JS1] M. Trivellato and N. Benvenuto, "State Control in Networked Control Systems under Packet Drops and Limited Transmission Bandwidth," submitted to *IEEE Trans. Commun.*, June 2008.
- [JS2] H. Huang, M. Trivellato, A. Hottinen, M. Shafi, P. J. Smith, and R. Valenzuela, "Increasing downlink cellular throughput with limited network MIMO coordination," submitted to *IEEE Trans. Wireless Commun.*, Feb. 2008.

B. Conference Publications (*submitted*)

- [CS1] M. Trivellato and N. Benvenuto, "Cross-Layer Design of Networked Control Systems," submitted to *Intern. Conf. on Commun. (ICC)*, Dresden, Germany, June 2009.

C. Journal Publications (*accepted/published*)

- [J1] M. Trivellato, S. Tomasin, and N. Benvenuto, "On Channel Quantization and Feedback Strategies for Multiuser MIMO-OFDM Downlink Systems," accepted for publication in *IEEE Trans. Commun.*, Dec. 2008.
- [J2] M. Trivellato, F. Boccardi, and H. Huang, "On Transceiver Design and Channel Quantization for Downlink Multiuser MIMO Systems with Limited Feedback," in *IEEE J. Sel. Areas Commun.*, vol. 6, no. 8, pp. 1494-1504, Oct. 2008.
- [J3] F. Boccardi, H. Huang, and M. Trivellato, "A near-optimum precoding technique for downlink multiuser MIMO transmissions," accepted for publication in *Bell Labs Tech. Journal*, Mar. 2008.

D. Conference Publications (*accepted/published*)

- [C1] M. Trivellato and N. Benvenuto, "On Estimation in Networked Control Systems with Random Delays and Partial Observation Losses," to appear in *Intern. Symp. Info. Theory and its Applications (ISITA)*, Auckland, New Zealand, Dec. 2008.
- [C2] M. Trivellato, S. Tomasin, and N. Benvenuto, "Channel Quantization and Feedback Optimization in Multiuser MIMO-OFDM Downlink Systems," to appear in *IEEE Global Commun. Conf. (GLOBECOM)*, New Orleans, LA, Nov. 2008
- [C3] M. Trivellato, F. Boccardi, and H. Huang, "Zero-Forcing vs Unitary Beamforming in Multiuser MIMO Systems with Limited Feedback," in *Proc. IEEE Intern. Symp. Personal, Indoor and Mobile Radio Commun. (PIMRC)*, Cannes, France, Sept. 2008
- [C4] H. Huang and M. Trivellato, "Performance of multiuser MIMO and network coordination in downlink cellular networks," in *Proc. Workshop on Resource Alloc. in Wireless Networks (RAWNET)*, Berlin, Germany, Mar. 2008.



- [C5] M. Trivellato, H. Huang, and F. Boccardi, "Antenna Combining and Codebook Design for the MIMO Broadcast Channel with Limited Feedback," (invited paper), in *Proc. Asilomar Conf. on Signals, Systems, and Computers*, Pacific Grove, USA, Nov. 2007.
- [C6] N. Benvenuto, E. Conte, S. Tomasin, and M. Trivellato, "Low-rate Predictive Feedback for the OFDM MIMO Broadcast Channel," in *Proc. Tyrrhenian Intern. Workshop on Digital Commun. (TIWDC)*, Napoli, Italy, Sept. 2007.
- [C7] N. Benvenuto, E. Conte, S. Tomasin, and M. Trivellato, "Predictive Channel Quantization and Beamformer Design for MIMO-BC with Limited Feedback," in *Proc. IEEE Global Commun. Conf. (GLOBECOM)*, Washington, DC, Nov. 2007.
- [C8] N. Benvenuto, E. Conte, S. Tomasin, and M. Trivellato, "Joint Low-Rate Feedback and Channel Quantization for the MIMO Broadcast Channel," in *Proc. IEEE Africon'07*, Windhoek, Namibia, Sept. 2007.
- [C9] F. Boccardi, H. Huang, and M. Trivellato, "Multiuser Eigenmode Transmission for MIMO Broadcast Channels with Limited Feedback," in *Proc. IEEE Workshop on Signal Process. Advances in Wireless Commun. (SPAWC)*, Helsinki, Finland, June 2007.
- [C10] M. Trivellato, F. Boccardi, and F. Tosato, "User Selection Schemes for MIMO Broadcast Channels with Limited Feedback," in *Proc. Vehic. Techn. Conf. (VTC)*, Dublin, Ireland, April 2007.
- [C11] A. Assalini, M. Trivellato, and S. Pupolin, "Performance Analysis of OFDM-OQAM Systems," in *Proc. Wireless Personal Multimedia Commun. (WPMC)*, Aalborg, Denmark, Sept. 2005.

PATENTS

1. F. Boccardi, H. Huang, and M. Trivellato, "Method and Apparatus for Transmitting Information Simultaneously to Multiple Destinations over Shared Wireless Resources," United States Patent n. 11/790,045, April 23, 2007.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Trivellato 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.



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Leonora Ursini** nell'ambito del XXI ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo in Ingegneria elettronica e delle telecomunicazioni.

Negli anni accademici 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 la dott.ssa Leonora Ursini ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXI ciclo, Indirizzo in Ingegneria elettronica e delle telecomunicazioni come vincitrice di una Borsa a Tema Vincolato: PRIN2005091255 - "Trasmissione in fibra ottica su portante ottica caotica"

ATTIVITÀ DI FORMAZIONE

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

Primo Anno – 2006

- *Applied Linear Algebra*, prof. T. Damn, 16 ore, 4 crediti.
- *Digital Processing of Measurement Information*, prof. C. Narduzzi, 18 ore, 4 crediti.
- *Applied Functional Analysis*, prof. P. Ciatti, 28 ore, 7 crediti.

Secondo Anno – 2007

- *Dose, effect, threshold*, prof. A. Trevisan, 10 ore, 2 crediti.
- *Correlated source coding*, prof. G. Pierobon, 16 ore, 4 crediti
- *Statistical Methods*, prof. L. Finesso, 20 ore, 5 crediti.

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

Primo Anno – 2006

- *Laboratorio di circuiti ottici*, prof. L. Palmieri, 54 ore, 7 crediti.

Partecipazione a Scuole

- V SIEM PhD School, "Ultra Wide Band Systems", Genova, 21-23 settembre 2006.
- Scuola Estiva di Ingegneria dell'Informazione, Università di Padova, Bressanone, 02-06 luglio 2007.
- VI SIEM PhD School, "RFID Systems", Università di Padova, Padova, 10-11 settembre 2007.

Seminari seguiti

- "Flexible slow and fast light in optical fibers", prof. L. Thevenaz (Università di Losanna), Padova, DEI.
- "Performance Tradeoffs between spatial multiplexing and space division multiple access in cellular systems", prof. H. Hounig (Bell Labs), Padova, DEI.
- "Free space optics networks: some capacity considerations", prof. A. Acampora (University of California), Padova, DEI.
- "Quantum Information and the Forgetfulness of Nature", C.H. Bennet (IBM Research), Ottobre 2007, Padova, DEI.



Partecipazione a Convegni/Conferenze

- *Accademia Galieiana*, Padova, 4 maggio 2006.
- *XVI RiNEm (Riunione Nazionale di Elettromagnetismo)*, Genova, 18-21 settembre 2006.
- *AEIT FOTONICA 2007*, Mantova, 21-23 maggio 2007.
- *Optical Fiber Conference '08*, San Diego, CA, USA 24-28 Febbraio 2008.
- *XVII RiNEm (Riunione Nazionale di Elettromagnetismo)*, Lecce, 15-18 settembre 2008.

N.B. Le ultime 4 con presentazione di almeno una memoria.

Periodi di Attività all'estero

- Stage presso *France Telecom R&D*, sede di Lannion, Bretagna, Francia, nel periodo 03/03/2008-31/07/2008, sotto la supervisione dell'ing. Naveena Genay e nell'ambito di un progetto intitolato "Budget extension by means of amplification in optical access networks".

Didattica Attiva

- "Laboratorio di circuiti ottici", prof. L. Palmieri, 20 ore, esercitazioni di laboratorio, a.a. 2006/2007.

ATTIVITÀ DI RICERCA

L'obiettivo generale dell'attività è lo studio teorico, numerico e sperimentale di un sistema per la protezione dell'informazione nelle comunicazioni ottiche, mediante steganografia caotica. Tale tecnica si basa sull'utilizzo del principio di sincronizzazione di una coppia di laser, operanti nel regime caotico, mediante retroriflessione del segnale con uno specchio esterno. Il regime caotico con rapide ed apparentemente casuali oscillazioni, pur rimanendo un fenomeno deterministico, e provoca un allargamento dello spettro.

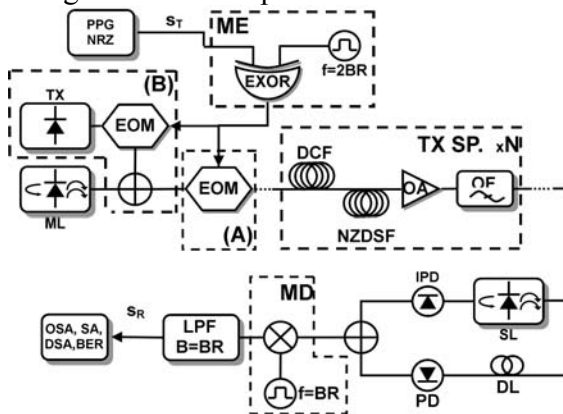


Fig. 1: Schema a blocchi completo: ML, SL: laser master, slave; TX: terzo laser; EOM: modulatore elettro-ottico; S_T , S_R : messaggio trasmesso, recuperato; DCF: fibra per la compensazione della dispersione cromatica; NZDSF: fibra a dispersione spostata; OA: amplificatore ottico; OF: filtro ottico; PD (IPD): fotodiodo (invertente); ME (MD): codificatore (decodificatore) Manchester; TX SP si riferisce a un blocco di propagazione, $N = 1, 2 \dots 10$; LPF: filtro a passabasso.

Nello schema di trasmissione, il messaggio da trasmettere viene sovrapposto al caos. Al ricevitore, l'estrazione del messaggio si basa sulla disponibilità di un altro laser, che generi una identica forma d'onda caotica da sottrarre al segnale trasmesso (sincronizzazione). Perché ciò sia possibile, data la forte dipendenza del caos dalle condizioni iniziali e dai valori dei parametri, è necessario disporre di una coppia di laser avente parametri molto simili; questo fatto, aggiunto a una efficiente mascheratura del messaggio, rende molto difficile la decodifica da parte di un ascoltatore non autorizzato.

Durante il primo anno, è stato messo a punto un simulatore numerico del sistema di trasmissione caotico su fibra ottica. Quindi, un simulatore dell'intero schema di Fig. 1 è stato implementato. La coppia di laser caotici (master-ML, slave, SL) viene modellata con le equazioni di Lang-Kobayashi, integrate con un metodo Runge-Kutta-Heun; il canale di trasmissione è formato da vari blocchi, ciascuno dei quali è costituito da 50km di fibra a dispersione

spostata (NZDSF), 2.3km di fibra a compensazione di dispersione cromatica (DCF), per compensare la dispersione cromatica del collegamento; la propagazione lungo le fibre è modellata con l'equazione di

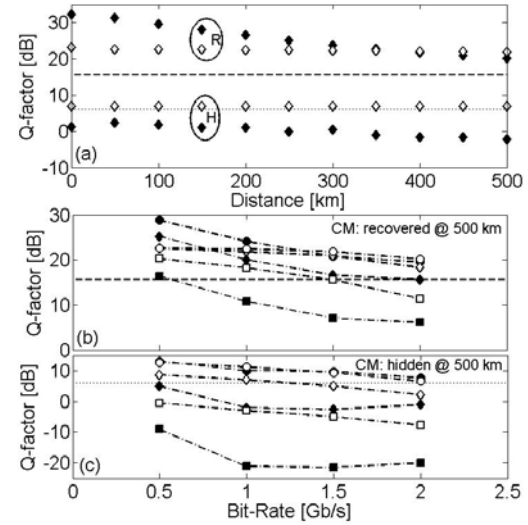
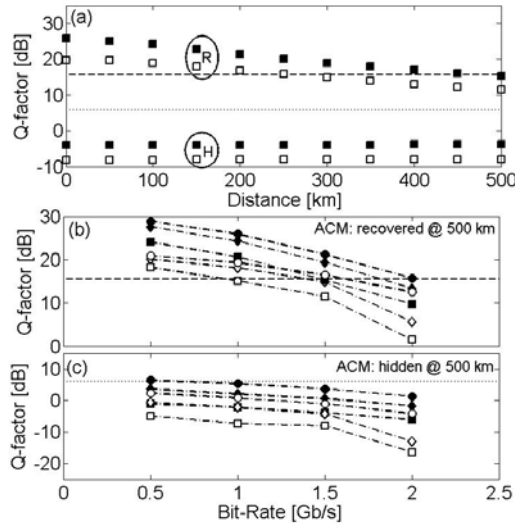


Fig. 3: Andamento del Q -factor per ACM: a). vs. distanza; b). c). vs. BR, dopo 500km, per la condizione di recupero e di mascheratura.

Schroedinger, risolta con un metodo Split-Step. Inoltre, al termine di ogni blocco è prevista la presenza di un amplificatore ottico di tipo EDFA seguito da un filtro per ridurre il rumore di emissione spontanea. Inoltre, è stato realizzato lo studio con amplificatori distribuiti di tipo Raman. Il messaggio s_T è modellato con sequenze NRZ di 128 bit pseudocasuali. Si sono considerati due metodi di sovrapposizione del caos sull'informazione da trasmettere: "chaos modulation" (CM, (A) in Fig. 1) in cui s_T modula l'ampiezza del caos del master e "additive chaos masking" (ACM, (B) in Fig. 1), in cui un laser (TX in Fig. 1), incoerente con il master, è usato come portante ottica per s_T .

Sono state, quindi, analizzate numericamente le prestazioni di sincronizzazione, in assenza di messaggio, in termini di errore di sincronizzazione e, poi, in presenza di messaggio, le prestazioni di copertura/recupero dell'informazione in termini di fattore Q , per varie situazioni (distanza, bit-rate, ampiezza del messaggio rispetto al caos). Dall'analisi numerica, si vuole ottenere lo scarto più grande possibile tra il valore di Q del messaggio nascosto e di quello recuperato; è stato evidenziato che, da un lato, la qualità della mascheratura viene dall'avere l'ampiezza del messaggio piccola rispetto a quella del caos del master; in caso contrario, si

influenza anche il processo di sincronizzazione; da un altro lato, invece, se l'ampiezza del messaggio è troppo piccola non si riesce a contrastare, in ricezione, il rumore residuo dopo la sincronizzazione e quindi non si recupera l'informazione. Inoltre, la prestazione dipende anche dal bit-

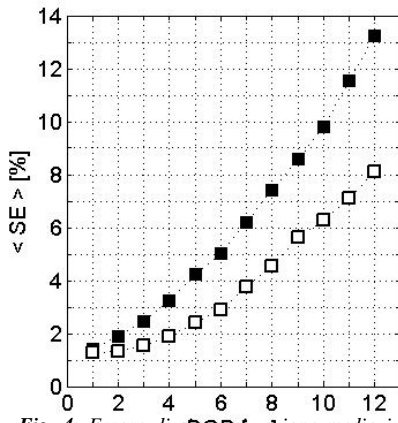


Fig. 4: Errore di sincronizzazione medio in funzione del DGD. Pieni: senza compensazione della PMD. Vuoti: con la compensazione della PMD.

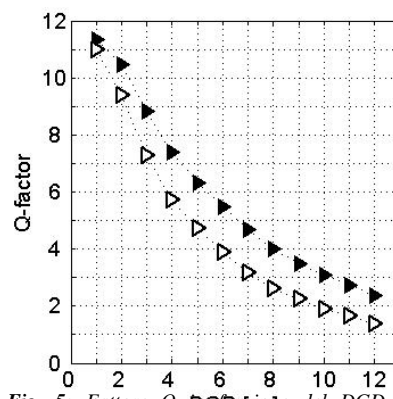


Fig. 5: Fattore Q in funzione del DGD. Pieni: senza compensazione della PMD. Vuoti: con la compensazione della PMD. Il bit-rate è pari a 2.5 Gb/s.



rate del messaggio: aumentare BR significa aumentare la capacità di copertura ma diminuire la qualità di recupero, perché si va a invadere una zona spettrale in cui è più difficile la cancellazione del caos. Ancora, è stato evidenziato da prove sperimentali con segnali digitali in banda base (NRZ), che la prestazione può non essere soddisfacente perché, alle frequenze prossime alla continua (dove il messaggio è più forte), è molto difficile coprire l'informazione con il caos, a causa della sua debolezza attorno alla frequenza nulla. Si è individuata, quindi, una nuova ed originale soluzione in uno spostamento dello spettro del segnale a più alte frequenze; questo è stato realizzato con una codifica Manchester sul messaggio², che centra il massimo dello spettro a frequenza non nulla. E' stato dimostrato che questa può aiutare, ad aumentare l'efficienza globale (maggior copertura e recupero). I risultati principali di questi studi, ottenuti durante il secondo anno, sono riassunti nelle Fig. 2-3.

Parallelamente a questa attività, nell'ultima parte del secondo anno e durante il terzo anno, si è studiato il sistema caotico tenendo conto degli effetti di polarizzazione. Lo studio si è svolto in collaborazione con l'Università dell'Aquila. In particolare, si è posta l'attenzione sulla sincronizzazione tra laser caotici collegati da un link in fibra affetta da Dispersione dei Modi di Polarizzazione (Polarization Mode Dispersion, PMD), pensando alle fibre reali. La PMD è il risultato dell'imperfezione delle fibre reali, che diventano birifrangenti, portando a due principali effetti: l'evoluzione aleatoria dello stato di polarizzazione del campo che si propaga e l'accumulo di un ritardo differenziale di gruppo (Differential Group Delay, DGD) tra le componenti del campo dirette lungo gli assi principali lento e veloce. E' stato, quindi, analizzato come la propagazione del caos e la relativa sincronizzazione siano influenzate dalla PMD. La coppia di laser caotici è stata modellata considerando la presenza dei due modi TE e TM in emissione. Il modello considera un'emissione al trasmettitore di tipo TE, e, durante la propagazione, l'accoppiamento modale dovuto alla PMD fa crescere una componente TM, distorcendo contemporaneamente quella TE; ciò porta a un degrado del processo di sincronizzazione. L'errore di sincronizzazione è stato quindi calcolato al variare del DGD, mostrando come la qualità di sincronizzazione cali velocemente. Un metodo di compensazione è stato proposto per cercare di ottenere prestazioni migliori, utilizzando all'uscita della fibra un rotatore che allinei lo stato di polarizzazione medio a quello di ingresso (TE). In Fig. 4, è rappresentato l'andamento dell'errore di sincronizzazione medio in funzione del DGD, con e senza la compensazione. Il degrado del processo di sincronizzazione influisce pesantemente sulla prestazione del sistema in presenza di messaggio, come mostrato in Fig.5, dall'andamento del fattore Q. A parità di DGD, l'uso del compensatore incrementa la prestazione al ricevitore. Nel caso considerato, la compensazione rende soddisfacente il recupero del messaggio fino a DGD pari a 7 ps in luogo di 4 ps.

Nel progetto di Ricerca, è stata inclusa anche un'attività sperimentale, in collaborazione con l'Università di Pavia. Precisamente, è stato implementato lo schema ACM, con lo scopo di ottenere una trasmissione di segnali digitali e cercare di ottenere la copertura e il recupero. Il primo passo è stato cercare di ottenere la sincronizzazione master-slave, fino a una distanza pari a 100km di fibra NZDFS. In un secondo momento, si è cercata l'efficienza nella copertura di un messaggio di tipo NRZ, effettuando prove di accoppiamento ACM tra messaggio d'informazione e caos del master, per ottenere un valore di BER sufficientemente alto per questo scopo. Successivamente, si è completata l'analisi del sistema, andando a recuperare il messaggio con la sincronizzazione.

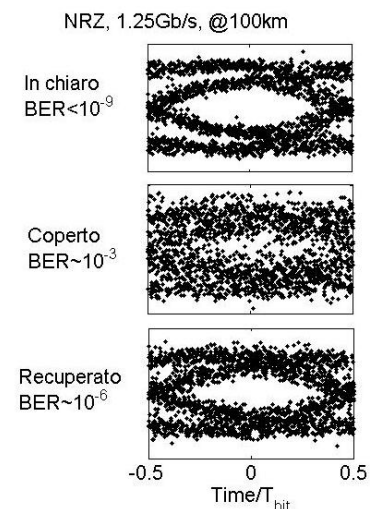


Fig. 6: diagrammi ad occhio, dopo 100km di fibra, per un BR=1.25 Gb/s, con relativi valori di BER.

² La codifica si realizza con un EXOR tra l'ingresso NRZ a frequenza pari al BR e un clock moltiplicazione del segnale codificato con un clock a frequenza BR, seguita da un filtraggio passa-basso di banda BR.



Nella Fig. 7, sono rappresentati i diagrammi ad occhio acquisiti dopo 100km di propagazione per la trasmissione di un segnale NRZ a BR=1.25Gb/s in tre situazioni: in alto, la trasmissione del messaggio in chiaro, con master e slave spenti ($BER < 10^{-9}$); in centro, la trasmissione del messaggio coperto, con master acceso e slave spento ($BER \approx 10^{-3}$); in basso, il recupero del messaggio dopo la sincronizzazione, con master e slave accesi ($BER \approx 10^{-6}$). Si può notare come con il caos del master si riesca a sporcare il diagramma ad occhio, per poi ripulirlo, almeno parzialmente, con la sincronizzazione.

Infine, durante l'intero triennio, è stata portata avanti in parallelo una ricerca parallela, indagando numericamente il fenomeno dell'amplificazione di tipo Raman in fibre ottiche influenzate dalla PMD. Durante tale studio, si sono evidenziati gli effetti dello "spinning" della fibra ottica (ovvero la torsione in fase calda, durante la filatura della fibra). Durante il 2008, questi studi sono stati approfonditi anche nel caso degli analoghi amplificatori di tipo Brillouin.

Titolo definitivo della Tesi: "Optical Chaotic Transmission Systems For Secure Data Communication".

Supervisore: prof. M. Santagiustina.

PUBBLICAZIONI

Riviste Internazionali

- A. Galtarossa, L. Palmieri, M. Santagiustina, **L. Ursini**, "Polarized Backward Raman Amplification in Randomly Birefringent Fibers", *IEEE Journal Of Lightwave Technology*, Vol. 24, No.11, pp. 4055-4063, November 2006.
- E. Bettini, A. Galtarossa, L. Palmieri, M. Santagiustina, L. Schenato, **L. Ursini**, "Polarized Backward Raman Amplification in Unidirectionally Spun Fibers", *IEEE Photonics Technology Letters*, Vol. 20, No. 1, pp. 27-29, January 2008.
- **L. Ursini**, M. Santagiustina, V. Annovazzi-Lodi, "Enhancing Chaotic Communication Performances by Manchester Coding", *IEEE Photonics Technology Letters*, Vol. 20, No. 6, pp. 401-403, March 2008.
- V. Annovazzi-Lodi, C. Antonelli, G. Aromataris, M. Benedetti, M. Guglielmucci, A. Mecozzi, S. Merlo, M. Santagiustina, **L. Ursini**, "Chaos Encrypted Optical Communication System", *Fiber and Integrated Optics*, Vol. 27, No. 4, pp. 308-316, July 2008.
- A. Galtarossa, L. Palmieri, M. Santagiustina, L. Schenato, **L. Ursini**, "Polarized Brillouin Amplification in Randomly Birefringent and Unidirectionally Spun Fibers", *IEEE Photonics Technology Letters*, Vol. 20, No. 8, pp. 1420-1422, August 2008.

Atti di convegni internazionali

- A. Galtarossa, M. Santagiustina, L. Palmieri, **L. Ursini**, "Backward Raman amplification in randomly-birefringent and spun fibers", *Tech. Digest Optical Fiber Conference '06*, Anaheim, California, USA, March 2006, OWD6.
- L. Palmieri, M. Santagiustina, L. Schenato, **L. Ursini**, "Stimulated Brillouin Scattering in Randomly Birefringent, Unidirectionally Spun Fibers", *Tech. Digest Optical Fiber Conference '08*, San Diego, CA, USA 24-28 February 2008, OWG1.
- **L. Ursini**, M. Santagiustina, V. Annovazzi-Lodi, "Enhancing the Performances of Digital Chaos-Based Optical Communications by Manchester Coding", *Tech. Digest Optical Fiber Conference '08*, San Diego, CA, USA 24-28 February 2008, JWA50.



- A.Galtarossa, L. Palmieri, M. Santagiustina, L. Schenato, **L. Ursini**, “Polarized nonlinear amplifiers in randomly birefringent and spun fibers”, Tech. Digest SIAM Conference On Nonlinear Waves and Coherent Structures '08, Roma, 21-24 July 2008.

Atti di convegni nazionali

- M. Santagiustina, **L. Ursini**, “Comunicazioni con forme d’onda caotiche”, *Accademia Galileiana*, Padova, 4 maggio 2006, Vol. CXVIII, pp. 143-160.
- **L. Ursini**, M. Santagiustina, L. Palmieri, A. Galtarossa, M. Guglielmucci, “Amplificazione Raman contro-propagante in fibre ottiche a birifrangenza aleatoria”, XVI RiNEm (Riunione Nazionale di Elettromagnetismo), Genova, 18-21 settembre 2006, pp. 885-888.
- E. Bettini, A. Galtarossa, L. Palmieri, M. Santagiustina, M. Guglielmucci, **L. Ursini**, “Amplificazione Raman co-propagante in fibre ottiche a birifrangenza aleatoria”, AEIT FOTONICA 2007, Mantova, 21-23 maggio, 2007, pp. 49-52.
- A.Galtarossa, L. Palmieri, M. Santagiustina, **L. Ursini**, “Amplificazione Brillouin in fibre ottiche a birifrangenza aleatoria e ditate di spin unidirezionale”, XVII RiNEm (Riunione Nazionale di Elettromagnetismo), #33, Lecce, 15-18 Settembre 2008.
- A.Galtarossa, D. Grosso, M. Guglielmucci, L. Palmieri, L. Schenato, C. G. Someda, **L. Ursini**, “Caratterizzazione quasi-completa della birifrangenza in fibre ottiche singolo modo attraverso tecnica riflettometrica”, XVII RiNEm (Riunione Nazionale di Elettromagnetismo), #38, Lecce, 15-18 Settembre 2008.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato la dott.ssa Leonora Ursini 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.



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Vladimir Vasconcelos Ribeiro Scarpa** nell'ambito del XXI ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo in Ingegneria Informatica ed elettronica industriali.

Negli anni accademici 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 il dott. Vladimir Vasconcelos Ribeiro Scarpa ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXI ciclo, Indirizzo in Ingegneria Informatica ed elettronica industriali vincitore di una Borsa: Alban – Comunità Europea (nessun tema vincolato)

Parte 1 Didattica

Corsi seguiti

Corsi della Laurea Specialistica:

1. Circuiti Integrati per Telecomunicazioni
Docente: Andrea Neviani
2. Microelettronica
Docente: Gaudenzio Meneghesso

Corsi della Scuola di Dottorato

1. Applied Linear Algebra
Docente: Tobias Damm
2. Applied Functional Analysis;
Docente: Paolo Ciatti
3. Power Supplies for Microprocessors: the Voltage-Regulation Module (VRM) Approach and Integration of Digital and Mixed-Signal Controllers;
Docente: Paolo Mattavelli
4. Innovative Concepts on Electronic Devices;
Docente: Andrea Cester
5. Digital Processing of Measurement Information;
Docente: Claudio Narduzzi

Partecipazione a Conferenze Internazionali

- 2007 Brazilian Power Electronics Conference (COBEP2007)**
Periodo: 30/09 – 04/10, Blumenau, Brasile
- 2008 Power Electronics Specialists Conference (PESC2008)**
Periodo: 14/06 – 20/06, Rhodes, Grecia



Titolo della Tesi:

“Control of the Generated Power in Photovoltaic Systems through the Maximum Power Point Locus Characterization”

Descrizione dell'attività di ricerca

Il presente lavoro discute alcune soluzioni nell'area dell'elettronica di potenza per applicazioni ai *sistemi fotovoltaici* (PV). Particolarmente, il lavoro svolto si è concentrato sulle strategie di controllo per il *raggiungimento del punto di massima potenza* (MPPT).

La tecnologia fotovoltaica è quella in grado di generare energia elettrica dall'assorbimento della luce. Commercialmente, le celle solari sono disponibili assemblate in moduli, entro i quali vengono di solito connesse in serie. Dal punto di vista elettrico, il modulo fotovoltaico è una sorgente di energia DC i cui valori di tensione e corrente generate dipendono dalle condizioni ambientali e dall'attuale punto di lavoro. Inoltre, la caratteristica tensione-corrente del modulo è non-lineare, avendo un punto di massima potenza (MPP) che varia a seconda dai valori di illuminazione e temperatura.

Considerando un sistema alimentato da uno o più moduli, nel caso in cui il generatore PV è l'unica sorgente di energia il sistema è detto *stand-alone*. Essendo il sole una sorgente di carattere intermittente, in questi casi l'energia generata viene spesso immagazzinata in una batteria. Altrimenti, nei sistemi *grid-connected*, l'energia fotovoltaica viene utilizzata per alimentare un carico locale e l'eccesso è iniettato alla rete elettrica. Qualunque sia la configurazione, resta evidente il fatto che, perché il carico sia alimentato con i valori adeguati di corrente e tensione, si rende necessaria un'interfaccia fra il generatore fotovoltaico e il carico.

Nella letteratura recente si trovano diverse soluzioni di interfaccia per i sistemi fotovoltaici formati da convertitori di potenza DC-DC e, per quelli *grid-connected*, da un ulteriore inverter AC. Questi convertitori sono incaricati non solo di processare l'energia generata, ma anche di garantire l'estrazione della massima potenza dal pannello fotovoltaico in ogni condizione operativa tramite un opportuno metodo di MPPT.

Durante la ricerca di dottorato, sono stati discussi due aspetti relativi al controllo dei convertitori DC-DC commutati per applicazioni fotovoltaica. Il primo aspetto tratta di un particolare tipo di metodi di MPPT che, al fine di portare il sistema al punto di massimo, devono perturbarne continuamente il punto di lavoro. Tra questi metodi si possono citare il *perturb and observe* (P&O) e la *conduttanza incrementale* (IncCond). Le perturbazioni, fatte ad una certa frequenza f_{MPPT} , devono continuare anche dopo che è stato raggiunto l'MPP, dato che solo così il metodo si può rendere conto degli spostamenti del punto di massimo causati dai cambiamenti ambientali. Quando invece le condizioni sono stabili, il sistema oscilla intorno all'MPP. Queste oscillazioni, chiamate oscillazioni di ciclo limite (LCO), non possono essere evitate nei metodi di MPPT discussi. Comunque, date le perdite di energia causate dalle LCO, l'algoritmo del metodo deve essere progettato in modo da minimizzare la loro ampiezza.



Una delle realizzazioni del progetto di ricerca, quindi, è stata stabilire il rapporto fra l'ampiezza della LCO e la f_{MPPT} , partendo dall'analisi a piccoli segnali del comportamento del sistema alle perturbazioni imposte dal metodo. Da questa analisi è stata derivata una regola di progetto che stabilisce il valore della f_{MPPT} nel metodo P&O come funzione dalla banda passante del sistema composto dal generatore fotovoltaico e del convertitore. Ciò garantisce che le oscillazione intorno al punto di massima potenza abbiano ampiezza minima, ovvero due volte quella del disturbo imposto dal metodo. Questa regola è stata poi testata in un convertitore DC-DC del tipo Boost alimentato da una serie di moduli fotovoltaici. I risultati ottenuti nel prototipo hanno comprovato l'analisi teorica.

Un ulteriore oggetto di ricerca è stata la caratterizzazione matematica del luogo dei punti di massima sulle curve I-V di un pannello PV. Questa caratterizzazione permette di approssimare il rapporto fra i valori ottimali di tensione e corrente tramite una semplice equazione lineare, valida per qualsiasi condizione di illuminazione e temperatura. Tuttavia, l'implementazione dell'equazione trovata è resa difficile da un aspetto pratico, cioè il fatto che uno dei termini dell'equazione è il valore di tensione a circuito aperto V_{OC} del modulo. Per acquisire il valore della V_{OC} , il modulo deve essere sconnesso momentaneamente del sistema, e perciò il processo non può essere realizzato ad una frequenza sufficientemente alta senza compromettere l'efficacia del sistema.

Questo problema ha motivato la derivazione di un'equazione alternativa, sempre lineare ma meno dipendente dal valore di V_{OC} . Le relative simulazioni ne hanno dimostrato l'accuratezza per le condizioni di maggiore illuminazione, che sono quelle dove maggior potenza è generata dal pannello. Questa equazione, denominata *voltage linear reference* (VLR), è stata quindi utilizzata come un metodo di stima del punto di massimo. L'aggiornamento della V_{OC} nella VLR, fatto a una frequenza ragionevolmente bassa, ha la sola funzione di compensare l'equazione di stima a seguito delle variazioni di temperatura. Inoltre, siccome la VLR ha fra i suoi termini alcuni parametri fisici che di solito non vengono forniti dai fabbricanti, è stata proposta una definizione grafica della VLR, a partire da misure off-line dal pannello.

Infine, il metodo di stima basato sulla VLR è stato testato in un prototipo da 55W alimentato da un pannello PV. Dopo la scelta dei componenti ed il progetto della parte di potenza, si è passati al progetto del circuito di controllo, nel quale viene implementata l'equazione di stima del punto di massima potenza mediante l'utilizzo di un microcontrollore a 8 bit. Un anello di corrente, comprendente un controllore integrale implementato analogicamente con degli amplificatori operazionali, porta il sistema al punto di lavoro stimato. Il metodo proposto ha presentato dei risultati soddisfacenti per ampie escursioni di illuminazione e temperatura sul modulo.

Parte 3 – Pubblicazioni

Pubblicazioni su rivista internazionale

2008

Articolo accettato per pubblicazione



Rivista: IEEE Transactions on Industrial Electronics

Titolo: Low Complexity MPPT Technique Exploiting the PV Module MPP Locus Characterization

Autori: Vladimir Scarpa, Giorgio Spiazzi e Simone Buso

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

2008

Conferenza: 23th Applied Power Electronics Specialists (APEC2008)

Titolo: Low Complexity MPPT Technique Exploiting the Effect of the PV Cell Series Resistance

Autori: Vladimir Scarpa, Giorgio Spiazzi e Simone Buso

Conferenza: 39th Power Electronics Specialists Conference (PESC2008)

Titolo: Analysis Of Limit Cycle Oscillations In Maximum Power Point Tracking Algorithms

Autori: Rosa Paola Venturini, Vladimir Scarpa, Simone Buso e Giorgio Spiazzi.

2007

Conferenza: Brazilian Power Electronics Conference (COBEP2007)

Titolo: Cost-Effective Maximum Power Point Tracking For Battery Charging Applications

Autori: Vladimir Scarpa, Giorgio Spiazzi e Simone Buso

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Vladimir Vasconcelos Ribeiro Scarpa 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.



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Franco Zanon** nell'ambito del XXI ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo in Ingegneria Elettronica e delle telecomunicazioni.

Negli anni accademici 2005/2006, 2006/2007 e 2007/2008 il dott. Franco Zanon ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXI ciclo, Indirizzo in Ingegneria Elettronica e delle telecomunicazioni

Parte 1 Didattica

Corsi seguiti:

Primo anno:

- *Applied Linear Algebra*, T.Damm
- *Innovative Device Concepts in Electronics*, A.Cester
- *Effects of Ionizing Radiation in Electronic Components*, A.Paccagnella
- *Electrostatic Discharge in Integrated Circuits*, G.Meneghesso
- *Applied Functional Analysis*, P.Ciatti

Secondo anno:

- *Physical models for the Numerical Simulation of Semiconductor Devices*, G.Verzellesi

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi:

- Dr. Eris Chinellato "Vision-based Robotic Grasping Inspired by Neuroscience"
- Takeaki Uno "Approach to Data Mining from an Algorithms Perspective"
- Ing. Elena Fasolo "Efficient Data Dissemination in wireless pervasive networks"
- Ing. Edoardo Rizzi "Sistemi di comunicazione di nuova generazione: quantità, qualità dell'informazione, misure e interventi"
- Prof. Ron Schrimpf "Radiation Effects and Errors in Advanced Technologies"
- Dr. Leo Lorenz "Power Semiconductors State-of-the-Art and future development trends"
- Prof. Hiroshi Ishiguro "Studies on Androids and Humanoids"

Partecipazione a scuole:

Summer school of Information Engineering, 26-30 Giugno 2006, Brixen (BZ)

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

- *30th Workshop on Compound Semiconductor Devices and Integrated Circuits held in Europe, WOCSDICE 2006, Fiskebäckskil, Sweden, May 14-17, 2006*
- *International Workshop on Nitride semiconductor, IWN 2006, Kyoto, Japan, 22-27 October 2006*
- *31st Workshop on Compound Semiconductor Devices and Integrated Circuits held in Europe, WOCSDICE 2007, Venice, Italy, May 20-23, 2007*
- *17th European Heterostructure Technology Workshop, HETECH 2008, Venice, Italy, November 2-5, 2008*

Parte 2 Ricerca



In recent years, with the expansions of wireless communication market the research units' activity has put a lot of effort in microwave transistors development, with ever-increasing performances requirement. Wider bandwidth and improved efficiency are required for future generation portable phones, while satellite communication systems and TV broadcasting need amplifiers working at higher frequencies (up to 30 – 40 GHz) and higher power, in order to reduce the size of the terminal user antenna. Semiconductor devices based on silicon (Si) are already pushed closed to their limit, working with a poor efficiency and requiring very large cooling systems. Under these circumstances, a lot of activity has been invested in the development of compound semiconductor transistors and amplifiers. The Johnson's figure of merit (JM), calculated to compare the power-frequency limits of different materials, allows to select which is the material preferable in terms of large breakdown voltage and high electron mobility, required for high power and high frequency operations. Therefore, wide bandgap materials with higher JM, like SiC and GaN, are the best candidates for the above-mentioned applications. These two semiconductors present almost similar breakdown fields and saturation electron velocities, but the ability of gallium nitride to form heterostructures make it superior compared to silicon carbide. In fact, GaN can be widely adopted for the fabrication of High Electron Mobility Transistors (HEMTs) whereas SiC can only be used to fabricate Metal Semiconductor Field Effect Transistors (MESFETs). High carrier concentration and high electron mobility can be achieved adopting a HEMT structure, due to reduced ionized impurity scattering. By combining high carrier concentration and high mobility, it is possible to realize devices with high current densities and low channel resistances, which are key points for high frequency operation and power switching applications.

Epitaxial growth of GaN HEMT devices usually takes place on three types of substrate: sapphire, silicon, and silicon carbide (SiC). The latter one is the preferred substrate due to its high thermal conductivity but, on the other hand, it is also the most expensive. During this PhD work, innovative solutions based on two types of "composite substrates" obtained from variants of the Smart Cut™ technology developed by SOITEC have been studied. These solutions come from the European HYPHEN project (Hybrid Substrates for Competitive High Frequency Electronics), which has the aim to develop and evaluate a new type of composite substrate based on Silicon and Silicon Carbide materials, able to provide a cost efficient solution that will leverage the use of advanced high power devices in wireless communication systems. This project develop and characterize the complete technology chain, from substrate manufacturing to device processing, relying on a European consortium composed of academic institutes and industrial partners. These new composite substrates are both made of a thin single crystal layer transferred onto a thick polycrystalline silicon carbide base. The top single crystal layer is made of silicon for "SopSiC" substrates (Silicon on polySiC), and made of silicon carbide for "SiCopSiC" (SiliconCarbide on polySiC) substrates. By combining the high quality SiC single crystal top layer with the high thermal conductivity of inexpensive polycrystalline SiC, the use of SiCopSiC composite substrates is expected to significantly decrease the cost of the GaN HEMT structures grown on it, while keeping device performances almost similar to those obtained using bulk SiC substrates. On the other hand, the adoption of SopSiC composite substrates could improve the large volume application of composite substrates devices, since large seed silicon substrate for device manufacturing are available (4 or 6 inches), with the advantages offered by the improved thermal conductivity of the polySiC with respect to bulk silicon.

During these three years of PhD, results concerning the electrical characterization and reliability analysis of AlGaIn/GaN High Electron Mobility Transistor (HEMTs) grown epitaxially on composite SiCopSiC, SopSiC and silicon substrate project have been reported. A full set of electrical characterization, DC, Pulsed and RF has been carried out. The main DC parameters (I_{DSS} , g_{m-max} , I_{Gleak} , V_{TH}) of last received wafers are approaching the values obtained in devices processed in more conventional substrates (SiC or Sapphire). Devices with reduced gate leakage current and limited current collapse have been obtained. Breakdown characterization demonstrates very promising values (beyond 100 V for SopSiC substrates



devices and about 90 V in SiCopSiC substrates devices). It must be noted that still some devices present current collapse; however the problem is much less severe than in the devices fabricated at the beginning of the project. In any case, we have found that current collapse is not related to a substrate issue, but it is probably related to a problem in the processing fabrication chain. The good electrical characteristics of the fabricated devices have also been highlighted by their RF power performances. Power densities up to 4 W/mm have been measured at 2 GHz for SopSiC devices. Very promising reliability performances has been observed in almost all tested devices by means of a short-term step-stress experiment, showing good devices stability up to $V_{DS} = 50$ V. Some SopSiC devices have been exposed to a 1000 hours long-term stress, showing no significant ageing effects. All these data confirm that the layer transfer based composite substrates are very promising for high performance low-cost RF GaN HEMT structures for power applications.

The "Parasitic effects" workpackage of the "Reliability" subproject of the KorriGaN project have been also studied during this PhD work. The "current slump" or "current collapse" effect have been studied by means of double pulse experiments, adopting a custom-made set-up. The current collapse is a decrease of drain current which takes place when the device is pulsed between pinch-off (typically $V_{DS} = 20$ V, $V_{GS} = -8$ V) and open channel conditions with respect to DC or to pulsed $I_D - V_{DS}$ measurements carried out from baseline ($V_{DS} = 0$ V, $V_{GS} = 0$ V). This current slump obviously reduces the RF power of the devices, and is usually attributed to trapping effects, which can take place at the device surface or within the epilayer and its interfaces. The highest contribution to current slump usually comes from traps at the surface, as demonstrated by the fact that suitable passivation using SiN or SiO/SiN greatly improves current collapse. Most KorriGaN devices preserve at least 80% of their DC current in pulsed conditions). The "kink" effect in the DC characteristics has been also studied. This phenomenon consists in a sudden, but reduced, increase in the drain current that take place during DC I_D vs V_{DS} measurements when a certain V_{DS_kink} value is exceeded. The kink effect is due to extremely slow traps within the epitaxial layers and/or their interfaces, and is not apparently related with the device surface. Concerning KorriGaN devices, only wafers adopting a certain epitaxy (i.e. QinetiQ) are affected by the kink, independently from the fabrication process. A photo-current experiment have confirmed the above mentioned statements, demonstrating that kink amplitude is strictly correlated with the wavelength of the monochromatic source that illuminated the devices. The study of the dependence of "KINK effect" on device geometry, together with measurements as a function of temperature, photocurrent spectroscopy, DLTS and cathodoluminescence spectroscopy within the adoption of a SEM have shown that kink effect is due to the presence of deep levels within the undoped GaN layer, possibly related with the observation of yellow luminescence in the CL spectra.

Titolo definitivo Tesi: *"Hybrid substrates employment for the development of Gallium Nitride HEMTs: study of reliability and failure modes"*

Supervisore: G.Meneghesso

Parte 3 Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

- F.Danesin, **F.Zanon**, S.Gerardin, F.Rampazzo, G.Meneghesso, E.Zanoni, and A.Paccagnella, "Degradation induced by 2-MeV Alpha Particles on AlGaIn/GaN High Electron Mobility Transistors" Microelectronic Reliability, Vol. 46, Issues 9-11, pp. 1750-1753
- G. Meneghesso, G. Verzellesi, F. Danesin, F. Rampazzo, **F. Zanon**, A. Tazzoli, M. Meneghini, and E. Zanoni "Reliability of GaN High-Electron-Mobility Transistors: State of the Art and



Perspectives", IEEE Transactions on Device and Materials Reliability, Vol. 8, Issue 2, June 2008, pp. 332 – 343

- A. Tazzoli, G. Meneghesso, **F. Zanon**, F. Danesin, P. Bove, R. Langer, J. Thorpe, and E. Zanoni "*Electrical Characterization and Reliability Study of HEMTs on Composite Substrates under High Electric Fields*", Microelectronic Reliability, Vol. 48, Issues 8-9, pp. 1370-1374
- F. Danesin, A. Tazzoli, **F. Zanon**, G. Meneghesso, E. Zanoni, A. Cetronio, C. Lanzieri, S. Lavanga, M. Peroni, and P. Romanini "*Thermal Storage Effects on AlGaIn/GaN HEMT*", Microelectronic Reliability, Vol. 48, Issues 8-9, pp. 1361-1365

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- **F. Zanon**, F. Danesin, S. Gerardin, F. Rampazzo, G. Meneghesso, E. Zanoni, and A. Paccagnella, "*Impact of 2-MeV Alpha Irradiation on AlGaIn/GaN High Electron Mobility Transistors*", 30th Workshop on Compound Semiconductor Devices and Integrated Circuits held in Europe, WOCSDICE 2006
- **F. Zanon**, F. Danesin, G. Montanari, G. Meneghesso, and E. Zanoni "*Investigation on charge trapping phenomena leading to kink effect on AlGaIn/GaN HEMTs*", 31st Workshop on Compound Semiconductor Devices and Integrated Circuits held in Europe, WOCSDICE 2007
- A. Tazzoli, F. Danesin, C. Ongaro, F. Rampazzo, **F. Zanon**, E. Zanoni, and G. Meneghesso "*High Voltage Electrical Characterization of Field-Plate Gate HEMT Devices*", 16th European Heterostructure Technology Workshop, HETECH 2007
- E. Zanoni, G. Meneghesso, G. Verzellesi, F. Danesin, M. Meneghini, F. Rampazzo, A. Tazzoli, and **F. Zanon**, "*A review of failure modes and mechanisms of GaN-based HEMT's*", invited paper at the 2007 IEEE International Electron Device Meeting, IEDM 2007
- G. Meneghesso, G. Verzellesi, F. Danesin, M. Meneghini, F. Rampazzo, A. Tazzoli, **F. Zanon**, and E. Zanoni, "*Degradation of GaN HEMT at high drain voltages*", 11st International Symposium on Microwave and Optical Technology, ISMOT 2007
- **F. Zanon**, F. Danesin, A. Tazzoli, G. Montanari, A. Chini, J. Thorpe, C. Gaquière, G. Meneghesso, and E. Zanoni "*High power performances of GaN HEMT on SopSiC substrate*", 32nd Workshop on Compound Semiconductor Devices and Integrated Circuits held in Europe, WOCSDICE 2008
- G. Meneghesso, F. Danesin, F. Rampazzo, **F. Zanon**, A. Tazzoli, M. Meneghini, and E. Zanoni "*Light emission in GaN HEMTs: a powerful characterization and reliability tool*", invited paper at the International Workshop on Nitride semiconductor, IWN 2008
- **F. Zanon**, F. Danesin, A. Tazzoli, M. Meneghini, N. Ronchi, A. Chini, P. Bove, E. Zanoni, and G. Meneghesso "*Reliability aspects of GaN-HEMTs on composite substrates*", invited paper at the 7th International Conference on Advanced Semiconductor Devices and Microsystems, ASDAM 2008
- **F. Zanon**, N. Ronchi, F. Danesin, P. Bove, R. Langer, J. Thorpe, A. Stocco, and G. Meneghesso "*An investigation of reliability on hybrid substrates GaN-HEMTs*", 17th European Heterostructure Technology Workshop, HETECH 2008
- F. Danesin, A. Tazzoli, **F. Zanon**, G. Meneghesso, E. Zanoni, A. Cetronio, C. Lanzieri, S. Lavanga, M. Peroni, and P. Romanini "*Correlation between traps location and dispersion effects in AlGaIn/GaN HEMTs*", 17th European Heterostructure Technology Workshop, HETECH 2008
- A. Chini, M. Esposto, M. Bonaiuti, G. Verzellesi, **F. Zanon**, E. Zanoni, and G. Meneghesso "*Influence of device self-heating on the activation energy extraction during current-DLTS measurement*", 17th European Heterostructure Technology Workshop, HETECH 2008



**Università degli Studi
di Padova**

**Scuola di Dottorato di Ricerca in
Ingegneria dell'informazione**

**Dipartimento di
Ingegneria dell'Informazione**



Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Franco Zanon 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.



**Università degli Studi
di Padova**

**Scuola di Dottorato di Ricerca in
Ingegneria dell'informazione**

**Dipartimento di
Ingegneria dell'Informazione**



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Cristian Bertocco** nell'ambito del XX ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo in Ingegneria Informatica ed elettronica industriali.

Negli anni accademici 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007 il dott. Cristian Bertocco ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XX ciclo, Indirizzo in Ingegneria Informatica ed elettronica industriali.

ATTIVITA' DI FORMAZIONE

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

Primo anno:

Applied Linear Algebra	K. Wimmer
Distributed Systems	C. Ferrari
Introduction to Coding Theory	F. Fagnani

Secondo anno:

Applied Functional Analysis	P. Ciatti
-----------------------------	-----------

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

Primo anno:

Elaborazione di dati tridimensionali	C. Guerra
--------------------------------------	-----------

Corsi seguiti presso altre istituzioni

UC Davis - University of California

Secondo anno:

Introduction to Software Engineering	P. Devanbu
Principles of Concurrent Programming	R. Olsson
Performance Evaluation	N. Matloff

Terzo anno:

Software Engineering	P. Devanbu
Computer Security: Intrusion Detection Based Approach	S. F. Wu
Modern Cryptography	P. Rogaway



Partecipazione a Scuole

Scuola Nazionale dei Dottorati di Ricerca in Ingegneria Informatica (GII), Università di Siena, 24 agosto - 2 settembre 2005.

Corsi:

Fuzzy sets e logica Fuzzy	Bonarini
teoria, pratica e applicazioni	
Quantum computing	Bacon
Modern computer architecture	McKee
evolution and revolution	

Altri seminari seguiti

"Scaling CMOS technology to its limits: a Physicist's perspective", Fischetti, 2005, DEI Distinguished Lecture
"Recent advances in Lift-and-Project", Balas, 2005, DEI Distinguished Lecture
"Design of an Annotation Service for Digital Library Management System", Dott. Ferro, 2005, DEI Colloquia
"Low degree connectivity in sensor networks", Kucera, 2005, DEI Colloquia
"Recenti attività di ricerca nel settore informatico", Avanzini, Menegatti, 2005, DEI Colloquia
"Reti di comunicazione interamente ottiche", Griggio, 2005, DEI Colloquia
"Recupero di immagini di documenti da biblioteche digitali", Marinai, 2005, DEI Colloquia
"Minimum Clique Routings in Rings and Reliable Routings in complex topologies", Stefanakos, 2005, DEI Colloquia
"Teamwork, Territoriality, and Congestion: on the Role of Scale in Mobile Multi-Agent Systems", E. Frazzoli, UCLA, 2006, DEI Colloquia
"Low Maintenance Formal Verification", V. Bertacco, 2006, DEI Colloquia
"Approach to Data Mining from Algorithms Perspective", H. Arimura, Hokkaido Univ. Japan, 2006, DEI Colloquia
"Modelli Evoluzionistici della Conoscenza", E. Bellone, 2006, DEI Colloquia
"More Than Moore", B. Murari, ST Microelectronics, 2006, DEI Colloquia
"Hi-Performance Computational Grid: a Case Study for Bioinformatics", G. Ciriello, 2006, DEI Colloquia
"Analyzing Human and Insect Movement with Switching Linear Dynamic Systems", J. Regh, Georgiatech, 2006, DEI Colloquia
"Bioengineering, Technology Commercialization and Entrepreneurship", Yongmin Kim, Washington Univ., 2006, DEI Colloquia
"Computational Mass Spectrometry Protein Identification", C. Garutti, 2006, DEI Colloquia
"Forensic Analysis Through Goal-Oriented Logging", S. Peisert, UC San Diego, 2006, UC Davis Colloquia
"Software networks and the biology of polymorphic design", C. Myers, Cornell University, 2006, UC Davis Colloquia
"Attack-Resistant Algorithms for Massive Networks", J. Saia, Univ. of New Mexico, 2007, UC Davis Colloquia
"e-Science and Cyberinfrastructure", T. Hey, Microsoft, 2007, UC Davis Colloquia
"Future Cyber Security", E. Talbot, Sandia National Labs, 2007, UC Davis Colloquia
"Copyright vs. Community in the Age of Computer Networks", R. Stallman, GNU Project, 2007, UC Davis Colloquia
"Unwanted traffic on the Internet", B. Krishnamurthy, AT&T Labs, 2007, UC Davis Colloquia
"Scheduling Under Uncertainty: Theory and Practice", G. Malewicz, Google, 2007, UC Davis Colloquia
"How Global-Scale Personal Lightwaves are Transforming Scientific Research", L. Smarr, Calit2, 2007, UC Davis Colloquia
"WiMAX (802.16) Security", J. Walker, Intel, 2007, UC Davis Colloquia
"New Approaches for Building Cryptographic Hash Functions", T. Ristenpart, UC San Diego, 2007, UC Davis Colloquia
"Deciphering Information Encoded in the Dark Matter of the Human Genome", X. Xie, The Broad Institute of MIT and Harvard, 2007, UC Davis Colloquia
"The Tensor Contraction Engine Domain-Specific Compiler/Runtime System", P. Sadayappan, Ohio State Univ., 2007, UC Davis Colloquia



"Scaling e-Science Impact", I. Foster, Argonne National Laboratory & University of Chicago, 2007, UC Davis Colloquia
"The Dark Side of Ajax", B. Chess, Fortify Software, 2007, UC Davis Colloquia
"My Database Does Grids: Generating Data Products in the GridField Model", D. Maier, Portland State Univ., 2007, UC Davis Colloquia
"Manycores in the Future", R. Schreiber, HP Labs, 2007, UC Davis Colloquia
"Simple and Efficient Fair Electronic Exchange", S. Micali, MIT, 2007, UC Davis Colloquia
"Capturing and Analyzing Internet Worms", J.R. Crandall, UC Davis, 2007, UC Davis Colloquia
"Fault-Tolerant Job Execution over Multi-Clusters Using Mobile Agents", M. Fukuda, Univ. of Washington, 2007, UC Davis Colloquia

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

2008 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence (WI-08) and the 2008 IEEE/WIC/ACM International Conference on Intelligent Agent Technology (IAT-08), University of Technology, Sydney, Australia, 9-12 December.

Periodi di Attività all'Estero

Da settembre 2006 a luglio 2007 ho trascorso un periodo di studi presso University of California, Davis, grazie al programma Education Abroad Program tra Università di Padova e California, in qualità di "ph.d. student non-degree". Ho seguito corsi per graduate students che non mi sono stati offerti durante la mia carriera accademica in Italia. Ho continuato il mio lavoro di ricerca sui Sistemi Multi Agente (MAS) lavorando presso l'Integration Engineering Laboratory, UC-Davis, diretto dal Prof. Harry Cheng, dove si occupano di sviluppo di sistemi che prevedono l'integrazione di tradizionali sistemi di ingegneria meccanica con tecnologie moderne derivanti dalle scienze informatiche. Il progetto al quale ho contribuito riguarda lo sviluppo di una piattaforma ad agenti mobili in linguaggio C: MobileC.

ATTIVITA' DI RICERCA

L'attività di ricerca si è focalizzata sui Sistemi Multi Agente (MAS), nell'ambito del settore dei Sistemi Distribuiti. I MAS rappresentano un paradigma di programmazione orientato al distributed computing. Un sistema distribuito è costituito da una collezione condivisa di risorse di sistemi indipendenti a disposizione di utenti anche remoti, sulle quali vengono eseguiti i propri task.

Gli agenti software sono caratterizzati dall'essere autonomi (indipendenti), reattivi agli eventi esterni, pro-attivi cioè che agiscono per loro volontà, e sociali cioè cooperano comunicando tra di loro. Gli agenti interagiscono con i sistemi operativi degli host attraverso un middleware che fornisce un livello di astrazione più elevato e maschera l'eterogeneità. Gli agenti mobili possono migrare da host ad host. La mobilità permette all'agente di trasferirsi e operare in un ambiente remoto, disponendo delle locali risorse a che possono risultare più favorevoli per portare a termine il task (network-centric programming). Questo offre notevoli vantaggi nei casi in cui le capacità computazionali locali siano limitate, o la banda di trasmissione sia ridotta.

L'architettura ad agenti delinea un nuovo modello di programmazione agent-oriented, che è una naturale evoluzione del paradigma di programmazione object-oriented. Il settore di ricerca sui MAS è collegato ad altre aree quali per esempio intelligenza artificiale, sicurezza, network computing, software engineering, machine learning. Uno sforzo significativo è rivolto alla definizione di standard per fornire piena compatibilità tra implementazioni differenti di sistemi ad agenti (per esempio specifiche FIPA).

La sicurezza è un aspetto fondamentale nei sistemi distribuiti in quanto le risorse computazionali che li compongono non appartengono ad un'unica organizzazione che svolge funzioni di controllo. Il paradigma ad agenti è stato concepito per architetture aperte, caratterizzate dalla mancanza di frontiere



marcate tra i diversi sistemi: risorse e servizi sono offerti ad utenti generici, di cui spesso non sono conosciute le identità. Un sistema ad agenti è costituito da untrusted agent che vengono eseguiti su untrusted agency, quindi la gestione della sicurezza diventa un obiettivo primario nei sistemi ad agenti. La protezione dei sistemi ad agenti richiede di garantire confidentiality, integrity, privacy, authentication, sia dal lato agente che da quello host. La sicurezza è spesso risolta in modo parziale nelle piattaforme ad agenti disponibili, e questo pone dei forti limiti all'adozione del paradigma per lo sviluppo di applicazioni commerciali.

Presso il laboratorio IEL - UC Davis sono state sviluppate funzionalità di gestione della sicurezza per MobileC: creazione di canali sicuri di comunicazione tra agenti con utilizzo di protocolli di crittazione a chiave simmetrica e costituzione di meccanismi di autenticazione con utilizzo di protocolli a chiave asimmetrica.

Un approccio alla sicurezza di questo tipo richiede la gestione di certificati da parte di una Certification Authority (CA) centralizzata, la quale però non si inserisce correttamente in un ambiente ad architettura distribuita costituito da comunità di peer quali sono i sistemi ad agenti.

Un approccio alla sicurezza fortemente basato sull'autenticazione e sulla conseguente autorizzazione all'accesso, definito in letteratura hard security, risulta quindi eccessivamente rigido. A questo si contrappone l'approccio soft security il quale fa uso di tecniche di gestione della sicurezza più flessibili per sistemi aperti (per esempio Web Service, P2P, social network, online community). Sono stati approfonditi nell'ambito della soft security i sistemi di gestione delle reputazioni allo scopo di sviluppare un modello che potesse corrispondere correttamente alla natura dei sistemi ad agenti.

I sistemi di reputazione utilizzano il concetto di trust derivato dalle scienze sociali per costituire in un sistema informatico una rete di relazioni (web of trust, social network). Il sistema di reputazione raccoglie opinioni sull'affidabilità, competenza, onestà, in generale sul comportamento di entità, allo scopo di fornire informazioni per la valutazione dei rischi connessi all'interazione con entità che non sono conosciute.

Tra i modelli di formazione della reputazione presenti in letteratura, a quelli statistico/probabilistici, i quali derivano un valore di reputazione dall'analisi di funzioni di densità di probabilità dei dati raccolti in passato, si sono preferiti quelli cognitivi, che derivano un grado di fiducia in base ad una valutazione razionale dei componenti che formano la disposizione mentale di un'opinione.

Si è voluto evidenziare, nella descrizione del modello di reputazione per un sistema ad agenti, la connotazione semantica delle informazioni coinvolte, potendo quindi rafforzare la dipendenza del concetto di reputazione e di fiducia dal contesto di valutazione (per esempio valutare le capacità di un investitore finanziario è molto diverso dal valutare le doti di un medico). Le potenzialità comunicative di cui sono dotati gli agenti secondo le specifiche FIPA (communicative act, ontologie, protocolli di interazione, linguaggi di comunicazione) permettono di inserire facilmente contenuti semantici nelle opinioni scambiate. Si è sviluppato un modello centralizzato di gestione delle reputazioni costituito da gruppi contestuali. Ogni gruppo è caratterizzato da un contesto specifico rispetto alle informazioni di reputazione raccolte (per esempio un settore particolare di e-commerce); esso è gestito in maniera centralizzata da un agente manager che riceve le opinioni, le elabora e diffonde informazioni di reputazione. Il gruppo di contesto si compone di agenti interessati alla condivisione di informazioni nello specifico contesto. Gli agenti acquisiscono il diritto di partecipare al gruppo se ottengono credenziali di affidabilità da un agente già membro. La gestione centralizzata è stata preferita, nonostante in letteratura si trovino molti esempi di sistemi decentralizzati, per ridurre al minimo le comunicazioni tra agenti in quanto essi non sono in questo modo costretti a cercare le informazioni dai loro pari attraverso la ripetizione di richieste, ma si rivolgono unicamente al manager centrale del gruppo. La gestione centralizzata permette pure un disaccoppiamento del sistema di reputazione dall'agente, in quanto l'agente non deve implementare funzionalità specifiche alla gestione delle informazioni escluse quelle per le semplici comunicazioni delle informazioni.

Ogni gruppo condivide una specifica ontologia che descrive gli attributi che devono essere valutati per la formazione di un'opinione, dando quindi valore semantico alle informazioni scambiate e riducendo la soggettività delle stesse. Un'ontologia comune invece a tutti i gruppi permette la comunicazione e lo scambio di informazioni tra manager di gruppi differenti.



Le opinioni raccolte dal manager riguardanti un agente contribuiscono alla formazione della sua reputazione attraverso una media pesata, il cui peso corrisponde alla reputazione dell'agente che ha dato l'opinione all'interno del gruppo.

Per affrontare il problema dell'unfair rating, cioè delle opinioni scorrette date al solo scopo di danneggiare o favorire l'agente valutato, la partecipazione al gruppo di contesto è permessa solo ad agenti con credenziali di agenti membri, ponendo quindi un blocco all'ingresso ad agenti non conosciuti; si è inoltre resa più consistente l'informazione che compone una valutazione di reputazione separando la sua componente negativa da quelle positiva. Nel nostro modello abbiamo ipotizzato che l'unfair rating è sbilanciato verso una sola valutazione, positiva o negativa, e che chi fornisce opinioni inconsistenti abbia una bassa reputazione. Non si è ricorsi a delle soglie di taglio, per lo scarto di opinioni che si discostino eccessivamente dal valore attuale della reputazione, in modo da rispettare il carattere dinamico della reputazione: la reputazione può modificarsi flessibilmente in quanto il comportamento di un'entità è flessibile.

Utilizzando i gruppi contestuali di reputazione, si è delineata una infrastruttura sociale per sistemi ad agenti che migliora l'organizzazione della società di agenti. Si sono definiti dei punti informativi che mantengono una lista dei gruppi di contesto esistenti, facendo così da supporto alla ricerca di informazioni sugli agenti attivi. Viene così rafforzato il carattere sociale degli agenti espandendo la loro visibilità nella società in cui operano.

Titolo definitivo Tesi: Context-Dependent Reputation Management in Multi-Agent Systems

Supervisore: Prof. Carlo Ferrari

Pubblicazioni:

Lavori accettati in corso di pubblicazione

C.Bertocco, C.Ferrari, "Context-Dependent Reputation Management for Soft Security in Multi-Agent Systems", Proceedings IEEE/WIC/ACM 2008 International Joint Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology, Sydney, Australia.

Lavori sottoposti

C.Bertocco, C.Ferrari, "A Social Structure Based on a Reputation System for Multi-Agent Systems", The Eight International Conference on Autonomous Agents and MultiAgent Systems AAMAS 2009.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Cristian Bertocco 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.



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Anna Paviotti** nell'ambito del XX ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo in Ingegneria Elettronica e delle telecomunicazioni.

Negli anni accademici 2004/2005, 2005/2006, 2006/2007 e parte del 2007/2008 come recupero di un periodo di sospensione per maternità, la dott.ssa Anna Paviotti ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XX ciclo, Indirizzo in Ingegneria Elettronica e delle telecomunicazioni.

Parte 1 Didattica

Corsi seguiti:

1. H. Wimmer, Applied Linear Algebra (16 h);
2. G.A. Mian, Elaborazione e Trasmissione delle immagini² (36 h);
3. K. R. Apt, Game Theory [presso il Dipartimento di Scienze Matematiche] (10 h);
4. C. Ferrari, Distributed Systems (18 h);
5. A. Fusiello, Elementi di Visione Computazionale (16 h);
6. P. Ciatti, Applied Functional Analysis (24 h);
7. L. Finesso, Statistical Methods (20 h).

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi:

1. Scuola invernale Eurographics 2005 Interactive Computer Graphics, 17-18 Febbraio 2005, Pisa;
2. Scuola estiva di Ingegneria dell'Informazione, 26-30 giugno 2005, Bressanone;
3. 6th VIPS Advanced School on Computer Vision, Pattern Recognition and Image Processing, 5-7 dicembre 2005, Verona;
4. 8a Scuola estiva di Visualizzazione Scientifica e Grafica Interattiva 3D, 16-27 giugno 2008, CINECA, Casalecchio di Reno, Bologna.

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi:

- D. Taubman, Principles of image and video compression (corso per dottorandi 29.11.04-09.12.04)
- R. Komiya, _Humanoid robotics applications to telecommunications, 26.04.05;
- S. Carmignato, Verifica di prestazioni per sistemi di misura a coordinate con sensori a contatto, 23.05.05;
- M. Benedetti, Crittografia ottica caotica, 26.05.05;
- Sergienko, Quantum communication and precise optical measurements with entangled photons, 01.06.05;
- M. Zuliani, Robust techniques for image registration, 10.06.05;
- V. Pascucci, _Cache-oblivious mesh layout, 15.06.05;
- Workshop LIMA 3D: topics in automatic modeling and processing, 17.03.06 (VIPS Verona);
- M. Stojanovic, Underwater Wireless Communications and Networks: Current Achievements and Future Research Challenges, 07.04.06;
- Y. Kim, Bioengineering, Entrepreneurship and Technology Commercialization, 19.05.2006;
- Fusiello, Introduction to Computer Graphics, June-July 2006 (PhD course);
- E. Chinellato, Vision-based Robotic Grasping Inspired by Neuroscience, 26.10.2006;
- Rinaldo, River networks and ecological corridors: reactive transport on fractals, migration fronts, hydrochory, 27.10.06 (Workshop Mathematical Systems Theory: where are we?, DEI);



- S. Rinaldi, Modeling love dynamics, 27.10.06 (Workshop Mathematical Systems Theory: where are we?, DEI);
- H. Dindo, Un approccio cognitivo all'apprendimento per imitazione, 16.11.2006;
- M. Morari, Control of Hybrid Systems: From Theory to Applications, 24.11.2006;
- E. Fasolo, Efficient Data Dissemination in wireless pervasive networks, 15.11.2007;
- C. Ambrosini, Which kind of information can music convey?, 20.02.2008.

Partecipazione a Conferenze Internazionali:

- International Conference on Image Processing 2005, Genoa, Italy, September 11-14, 2005;
- European Conference on Signal Processing 2006, Florence, Italy, September 4-8, 2006;
- European Conference on Signal Processing 2008, Lausanne, Switzerland, August 25-29, 2008.

Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori):

- Seminario Visualizzazione remota di modelli 3D per il corso Protocolli per la trasmissione Dati e le
- Comunicazioni Multimediali (prof. Zanella), 16.05.2006 (2h);
- Laboratorio del corso di Elaborazione numerica dei segnali (prof. Cortelazzo), 1° trimestre AA 2006-2007 (6h);
- Laboratorio del corso di Elaborazione numerica dei segnali (prof. Cortelazzo), 1° trimestre AA 2007-2008 (14h).

Parte 2 Ricerca

La mia tesi riguarda tre problematiche relative all'acquisizione ed elaborazione di immagini multispettrali, acquisite con lo scanner "Forma e Colore" messo a punto dal gruppo LTTM e dal gruppo Luxor nell'ambito dell'omonimo progetto CARIPARO [Riviste internazionali-2]. I tre problemi considerati possono essere descritti come segue:

1. Identificazione del setup ottimale di illuminazione per l'acquisizione delle immagini multispettrali [Conferenze internazionali-3]. Il lavoro è consistito nella quantificazione dell'accuratezza dello spettrometro SPECIM ImSpector V10 (finestra spettrale nominale 400-1000nm) nel misurare la riflettanza spettrale di superfici sotto diverse condizioni di illuminazione. La procedura sperimentale ha previsto l'acquisizione di un set di tavolette calibrate dai valori di riflettanza tabulati usando quattro diversi setup di illuminazione. L'incertezza di misura è stata espressa come errore medio e deviazione standard dell'errore medio di misura, calcolati a partire dai dati osservati (misure ripetute del segnale riflesso dalle tavolette e da un riferimento bianco) tramite formule di propagazione degli errori. Il setup di illuminazione ottimale è stato identificato come quello composto da una lampada a ioduri metallici per acquisire riflettanze da 420 a 600nm, e una lampada ad incandescenza per misurare le riflettanze da 600 a 800nm. Le caratteristiche del sensore impediscono di ottenere risultati affidabili al di sotto dei 420nm. Al di sopra degli 800nm non si posseggono dati quantitativi. Il contributo originale del lavoro consiste nel taglio metrologico, conforme agli standard internazionali, dato alla procedura di valutazione delle prestazioni. La metodologia proposta può essere generalizzata per caratterizzare in modo rigoroso sensori simili rispetto al variare di varie grandezze che influenzano il risultato della misurazione



- (ad esempio, contenuto spettrale dell'illuminazione, posizione dell'illuminazione, tipo di superficie acquisita).
2. Separazione di illuminazione e riflettanza a partire dal segnale di colore. Per “segnale di colore” si intende il segnale riflesso da una superficie, in cui sono presenti il contributo dell'illuminazione che colpisce la superficie stessa e quello delle proprietà intrinseche della superficie nel riflettere la luce. Le due grandezze, chiamiamole $I(p; \lambda)$ e $R(p; \lambda)$, sono funzioni sia della posizione spaziale sia della lunghezza d'onda, e in un framework semplificativo comunemente adottato in letteratura, si può considerare che il segnale di colore sia dato dalla moltiplicazione dei due segnali. Il problema di stimare illuminazione e riflettanza spettrale a partire dal segnale di colore è stato affrontato in letteratura, principalmente come parte di problemi di “color constancy”. Nelle soluzioni già proposte, la soluzione viene sempre trovata a meno di un fattore di scala, per esempio fissando ad un valore arbitrario uno dei coefficienti che esprimono l'illuminazione come combinazione lineare di opportune funzioni base. Nel nostro caso, a causa delle caratteristiche del setup di misura (illuminazione controllata, sorgenti note), il contributo spettrale dell'illuminazione è spazialmente costante e noto a priori, e l'unico fattore incognito è appunto il coefficiente di scala (intensità dell'illuminazione), spazialmente (e non spettralmente) variante. Questo problema non è stato precedentemente affrontato in letteratura. L'algoritmo proposto è di tipo probabilistico, e si basa sul fatto che riflettanza e illuminazione possono essere considerati come segnali rapidamente e lentamente varianti, rispettivamente, nello spazio. Il coefficiente di scala dell'illuminazione è stato quindi modellato come una funzione regolare delle coordinate spaziali (in questo caso un piano), i cui parametri sono stati stimati tramite una modifica dell'algoritmo di Random Sample Consensus Set (RANSAC). Stimata l'illuminazione, la riflettanza può essere facilmente ricavata dal segnale di colore usando l'ipotesi che tutte le funzioni di riflettanza appartengano ad uno spazio lineare di dimensione finita, e possano quindi essere espresse come combinazione lineare di funzioni base. L'algoritmo è stato testato su dati reali acquisiti nell'ambito di progetti in materia di beni culturali: una parte di un affresco del Castello del Buonconsiglio di Trento, e tre quadri di artisti contemporanei padovani. I risultati nella stima della riflettanza sono soddisfacenti in termini di errori medi (errori relativi 10-30%), mentre la norma infinito dell'errore presenta valori talvolta elevati (errori relativi 30-60%). I contributi originali di questo lavoro riguardano la posizione del problema, e l'aver utilizzato osservazioni precedentemente usate in letteratura (diverso comportamento spaziale di illuminazione e riflettanza, dipendenza del segnale di colore dal tipo di illuminazione) per formulare la soluzione come un problema di stima parametrica in un sistema mal condizionato.
 3. Calibrazione della camera multispettrale per texturizzare modelli 3D. Il problema che ci si è posti è quello di mappare immagini acquisite con la camera multispettrale del sistema “Forma e colore” su modelli 3D di oggetti acquisiti con scanner 3D non calibrati con lo spettrometro. L'interesse nel problema risiede nel fatto che la camera multispettrale non può essere modellata come una camera lineare pinhole. Il modello che descrive la camera è quello di una camera bicentrica, ed è stato studiato in letteratura in relazione a problemi di stereo da panoramiche. Nell'ambito di questi studi, sono stati proposti degli algoritmi per stimare i parametri intrinseci della camera, ma non i parametri estrinseci (la matrice di rototraslazione che esprime la posizione della camera rispetto al sistema di riferimento scelto). Il contributo originale di questo lavoro è quello di proporre un metodo per stimare i parametri estrinseci della camera a partire da corrispondenze 3D-2D (corrispondenze tra punti sul modello e punti sull'immagine) date.

Altri argomenti di ricerca che ho affrontato durante il Dottorato sono stati:



1. Acquisizione di modelli 3D con tessiture multispettrali di piccoli volumi architettureali. Ho realizzato la validazione metrologica del modello 3D della Scoletta del Carmine (Padova), acquisito con la versione prototipale dello scanner "Forma e Colore" [Riviste internazionali-2, Conferenze internazionali-6]. Recentemente, la nuova versione dello scanner è stata impiegata per ricostruire una cappella della Chiesa di San Francesco in Padova [Conferenze internazionali-2,4].
2. Caratterizzazione metrologica di un sensore ottico. In collaborazione col DIMEG, ho partecipato ad uno studio per mettere a punto una procedura sperimentale che permettesse di caratterizzare l'andamento degli errori sistematici e dell'incertezza di misura di un sensore laser a olografia conoscopica in funzione dell'angolo del fascio laser rispetto alla superficie da misurare (una sfera). Il mio contributo allo studio ha riguardato la scelta del misurando più opportuno per identificare tali errori, e la realizzazione della stima parametrica delle varie grandezze. Il risultato più sorprendente è stato la falsificazione del raggio della sfera, il misurando più comunemente usato in ambito metrologico in relazione alle sfere, come misurando ottimale. Abbiamo invece proposto un diverso misurando (l'errore sulla coordinata z), e presentato i primi risultati sperimentali [Conferenze internazionali-1].
3. Applicazioni biomediche della modellazione 3D. Ho realizzato estensive misure sperimentali per validare l'applicabilità di algoritmi di ricostruzione automatica di modelli 3D già presenti in letteratura al problema di identificare e quantificare l'evoluzione di edemi corporei. I campi di applicazione sono stati l'ortognatodonzia (quantificazione di edemi facciali a seguito dell'estrazione di ottavi inferiori [Conferenze Internazionali-5,7]), la flebologia (quantificazione di edemi agli arti inferiori) e la chirurgia plastica (monitoraggio dell'evoluzione di piaghe agli arti inferiori). Ho anche collaborato col gruppo di Meccanica del Movimento ad uno studio di fattibilità sull'utilizzo congiunto di modellazione 3D e analisi agli elementi finiti per analizzare le caratteristiche del piede diabetico [Conferenze nazionali-1].
4. Stima automatica della densità epiteliale corneale. Questo lavoro, effettuato in collaborazione con il gruppo di Bioimmagini, ha riguardato la stima della densità dell'epitelio corneale tramite l'identificazione del reticolo esagonale corrispondente all'epitelio. L'identificazione è stata effettuata stimando in frequenza la base del reticolo reciproco con tecniche di tipo Maximum likelihood [Conferenze internazionali-8].

Titolo definitivo della tesi: "Acquisition and processing of multispectral data for texturing 3D models"
Supervisore: prof. Guido M. Cortelazzo

Parte 3 Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale:

1. A. Paviotti, N. Brusco, G.M. Cortelazzo, "Full automation and true colors in 3D modeling of cultural heritage", Newsroom SPIE.org (electronic journal), DOI: 10.1117/2.1200705.0718, <http://spie.org/x14220.xml>, May 2007.
2. N. Brusco, S. Capeletto, M. Fedel, A. Paviotti, L. Poletto, G. M. Cortelazzo, G. Tondello, "A system for 3D modeling frescoed historical buildings with multispectral texture information", Machine Vision and Applications, Springer, Special Issue on Cultural Heritage, 2006.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale:



1. A. Paviotti, S. Carmignato, A. Voltan, N. Laurenti, G. M. Cortelazzo, "Estimating angle-dependent systematic error and measurement uncertainty for a conoscopic holography measurement system", 3D Imaging Metrology Conference, Proceedings of SPIE Vol. 7239, San Jose (California), January 2009 (accepted).
2. A. Paviotti, N. Brusco, G. Cortelazzo, M. Caldon, L. Poletto, G. Tondello, "Acquisition and monitoring of frescoed environments by joint acquisition of 3D geometry and multispectral textures", In Situ Monitorinig of Monumental Surfaces, Florence (Italy), October 2008.
3. A. Paviotti, L. Poletto, "Performance characterization of an imaging spectrograph for the acquisition and analysis of multispectral images", EUSIPCO 2008, Lausanne (Switzerland), August 2008.
4. M. Caldon, M. Fedel, L. Poletto, N. Brusco, G. Cortelazzo, A. Paviotti, "Simultaneous acquisition of 3-D shape and color texture from large frescoed areas", SPIE Proc. Vol. 6618, Optics for Arts, Architecture, and Archaeology, 66180J (2007).
5. A. Paviotti, N. Brusco, G. M. Cortelazzo, "3D detection and measurement of facial swellings", European Signal Processing Conference, Florence (Italy), September 2006.
6. N. Brusco, S. Capeleto, M. Fedel, A. Paviotti, E. Zanella, L. Poletto, G. M. Cortelazzo, G. Tondello, "A range camera collecting multi-spectral texture for architecture applications", 3D Data Processing Visualization and Transmission, Chapel Hill (USA), June 2006.
7. N. Brusco, G. Bardella, A. Paviotti, and G. M. Cortelazzo, "3d quantification of facial edemas", International Symposium on Signal and Image Processing and Analysis, Zagrab (Croatia), September 2005.
8. E. Grisan, A. Paviotti, N. Laurenti, and A. Ruggeri, "A lattice estimation approach for the automatic evaluation of corneal endothelium density", Proc. 27th Annual International Conference of IEEE-EMBS, New York, September 2005.

Elenco pubblicazioni su convegno nazionale:

1. Z. Sawacha, A. Paviotti, G. Cortelazzo, C. Cobelli, "Integrated kinematics, kinetics and plantar pressure foot analysis: toward a foot insole FEM model for diabetic foot prevention", 1° Congresso Nazionale di Bioingegneria, Pisa, 3-5 luglio 2008.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato la dott.ssa Anna Paviotti 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.



5. Programmazione didattica 2009

Il Direttore illustra al collegio il calendario dei corsi per l'anno 2009. Il calendario, organizzato dal prof. Augusto Ferrante è composto di 19 corsi per gli studenti della Scuola che ricoprono tutte le aree di interesse. 4 corsi hanno docenti provenienti da prestigiose istituzioni straniere, 3 sono in collaborazione con la scuola di dottorato di matematica ed altri 9 corsi sono offerti da docenti di altre Università o Centri di ricerca.

I dottorandi possono inoltre scegliere corsi anche dal Catalogo dei corsi 2009 della Scuola di Dottorato di Ricerca in Scienze Matematiche, Indirizzo "Matematica Computazionale".

I rappresentanti dei dottorandi fanno presente come la distribuzione nell'arco dell'anno dei corsi presenti alcune disuniformità e chiedono di poter valutare l'introduzione di correzioni al calendario.

Il Collegio recepisce le osservazioni e invita sia il Direttore che il Consiglio Direttivo a esplorare la richiesta dando loro mandato di apportare le variazioni di miglioramento ritenute necessarie.

I rappresentanti dei dottorandi chiedono di poter inserire nel proprio curriculum formativo anche corsi erogati da altre Scuole di dottorato dell'Università di Padova, con modalità consimili a quelle della nostra Scuola.

Il Collegio accoglie la richiesta e invita Consiglio Direttivo e Direttore a definire le modalità tecniche corrispondenti.

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 2009.

6. Pratiche studenti

Richiesta di autorizzazione attività lavorativa

La dott.ssa Francesca Paola Carli, XXIII ciclo, già autorizzata a svolgere attività lavorativa dal 15/01/2008 al 15/07/2008, nell'ambito di un contratto di collaborazione coordinata e continuativa con questo Dipartimento per attività di ricerca sul medesimo tema del Dottorato: Algoritmi di modellizzazione e simulazione di immagini mediante processi reciproci e produzione di software per stima e simulazione dei relativi modelli, chiede di poter prorogare l'autorizzazione fino al 14/07/2009.

Il Collegio approva.

Richiesta di sostituzione di supervisore

Il dott. Simone Del Favero, XXII ciclo, chiede di sostituire il proprio supervisore dal Prof. Giorgio Picci al Prof. Sandro Zampieri. I due colleghi sono d'accordo nella sostituzione.

Il Collegio approva.

Richiesta di autorizzazione alla stesura della tesi in lingua inglese

Sono pervenute le richieste dei dottori del XXI ciclo: Nicola Baldo, Luca Ballan, Martina Camarda, Francesca Danesin, Martino Fornasa, Stefano Gamba, Daniele Menon, Alessandra Mior, Vanni Peretti, Federico Ramponi, Silvia Soldà, Lorenzo-Roberto Trevisanello, Trivellato Matteo, Franco Zanon.

Il Collegio approva.

Richiesta di autorizzazione periodo all'estero



Il dottor Andrea Munari, XXII ciclo, chiede autorizzazione a trascorrere un periodo dal 01/01/2009 al 15/10/2009 presso IBM Zurich Research laboratori, Rueschlikon (ZH), Svizzera, sotto la supervisione del Dr. Pierre Chevillat, per studio di Wireless Sensor Networks.

Il Collegio approva.

Richiesta autorizzazione modifica piano di studio

Il dottor Saverio Bolognani, XXIII ciclo, chiede di aggiungere il corso “Spectral analysis and the moment problem” e di togliere i corsi “Applied functional analysis”, “The stochastic processes and their application”, “Probabilità”.

Il Collegio approva.

Il dottor Mattia Bruschetta, XXIII ciclo, chiede di togliere il corso “Applied functional analysis”.

Il Collegio approva.

La dott.ssa Francesca Paola Carli, XXIII ciclo, chiede di togliere il corso “Applied functional analysis”.

Il Collegio approva.

La dott.ssa Lucia Seno, XXIII ciclo, chiede di togliere il corso “Digital processing of measuring information”.

Il Collegio approva.

Il dott. Damiano Varagnolo, XXIII ciclo, chiede di inserire il corso “Monte Carlo methods” e di togliere i corsi “Sampling Counting mixing and balancing, advanced probabilistic methods”, e “The stochastic processes and their applications”.

Il Collegio approva.

Richiesta di autorizzazione a svolgere attività didattica di supporto

Assistenza esami di stato

Il dottor **Roberto Bizzotto**, XXIII ciclo, chiede di svolgere n. 2 ore di attività di sorveglianza agli esami di stato 2008, 2a sessione.

Dichiara di non aver già ottenuto nel presente anno accademico autorizzazione a svolgere attività didattica di supporto e di non aver avuto autorizzazione a svolgere attività di Tutor Junior.

Il Collegio approva.

La dott.ssa **Elena Ceseracciu**, XXIII ciclo, chiede di svolgere n. 2 ore di attività di sorveglianza agli esami di stato 2008, 2a sessione.

Dichiara di non aver già ottenuto nel presente anno accademico autorizzazione a svolgere attività didattica di supporto e di non aver avuto autorizzazione a svolgere attività di Tutor Junior.

Il Collegio approva.

Il dottor **Emiliano Dall'Anese**, XXIII ciclo, chiede di svolgere n. 2 ore di attività di sorveglianza agli esami di stato 2008, 2a sessione.

Dichiara di non aver già ottenuto nel presente anno accademico autorizzazione a svolgere attività didattica di supporto e di non aver avuto autorizzazione a svolgere attività di Tutor Junior.

Il Collegio approva.



La dott.ssa **Costanza D'Avanzo**, XXIII ciclo, chiede di svolgere n. 2 ore di attività di sorveglianza agli esami di stato 2008, 2a sessione.

Dichiara di aver già ottenuto nel presente anno accademico autorizzazione a svolgere n. 8 ore di attività didattica di supporto e di non aver avuto autorizzazione a svolgere attività di Tutor Junior.

Il Collegio approva.

Il dottor **Marco Levorato**, XXI ciclo, chiede di svolgere n. 2 ore di attività di sorveglianza agli esami di stato 2008, 2a sessione.

Dichiara di non aver già ottenuto nel presente anno accademico autorizzazione a svolgere attività didattica di supporto e di non aver avuto autorizzazione a svolgere attività di Tutor Junior.

Il Collegio approva.

Il dottor **Masiero Riccardo**, XXIII ciclo, chiede di svolgere n. 2 ore di attività di sorveglianza agli esami di stato 2008, 2a sessione.

Dichiara di non aver già ottenuto nel presente anno accademico autorizzazione a svolgere attività didattica di supporto e di non aver avuto autorizzazione a svolgere attività di Tutor Junior.

Il Collegio approva.

Il dottor **Daniele Menon**, XXI ciclo, chiede di svolgere n. 2 ore di attività di sorveglianza agli esami di stato 2008, 2a sessione.

Dichiara di non aver già ottenuto nel presente anno accademico autorizzazione a svolgere attività didattica di supporto e di non aver avuto autorizzazione a svolgere attività di Tutor Junior.

Il Collegio approva.

La dott.ssa **Alessandra Mior**, XXI ciclo, chiede di svolgere n. 2 ore di attività di sorveglianza agli esami di stato 2008, 2a sessione.

Dichiara di non aver già ottenuto nel presente anno accademico autorizzazione a svolgere ore di attività didattica di supporto e di non aver avuto autorizzazione a svolgere attività di Tutor Junior.

Il Collegio approva.

La dott.ssa **Sara Nasso**, XXIII ciclo, chiede di svolgere n. 2 ore di attività di sorveglianza agli esami di stato 2008, 2a sessione.

Dichiara di non aver già ottenuto nel presente anno accademico autorizzazione a svolgere ore di attività didattica di supporto e di non aver avuto autorizzazione a svolgere attività di Tutor Junior.

Il Collegio approva.

La dott.ssa **Giulia Ortolan**, XXIII ciclo, chiede di svolgere n. 2 ore di attività di sorveglianza agli esami di stato 2008, 2a sessione.

Dichiara di aver già ottenuto nel presente anno accademico autorizzazione a svolgere n. 8 ore di attività didattica di supporto e di non aver avuto autorizzazione a svolgere attività di Tutor Junior.

Il Collegio approva.

Il dottor **Giorgio Quer**, XXIII ciclo, chiede di svolgere n. 2 ore di attività di sorveglianza agli esami di stato 2008, 2a sessione.

Dichiara di non aver già ottenuto nel presente anno accademico autorizzazione a svolgere attività didattica di supporto e di non aver avuto autorizzazione a svolgere attività di Tutor Junior.

Il Collegio approva.



Il dottor **Mirco Rampazzo**, XXII ciclo, chiede di svolgere n. 2 ore di attività di sorveglianza agli esami di stato 2008, 2a sessione.

Dichiara di aver già ottenuto nel presente anno accademico autorizzazione a svolgere n. 4 attività didattica di supporto e di non aver avuto autorizzazione a svolgere attività di Tutor Junior.

Il Collegio approva.

Il dottor **Sandro Savino**, XXIII ciclo, chiede di svolgere n. 2 ore di attività di sorveglianza agli esami di stato 2008, 2a sessione.

Dichiara di aver già ottenuto nel presente anno accademico autorizzazione a svolgere n. 4 attività didattica di supporto e di non aver avuto autorizzazione a svolgere attività di Tutor Junior.

Il Collegio approva.

Il dottor **Fabio Scarpa**, XXI ciclo, chiede di svolgere n. 2 ore di attività di sorveglianza agli esami di stato 2008, 2a sessione.

Dichiara di aver già ottenuto nel presente anno accademico autorizzazione a svolgere n. 18 attività didattica di supporto e di non aver avuto autorizzazione a svolgere attività di Tutor Junior.

Il Collegio approva.

Il dottor **Francesco Silvestri**, XXI ciclo, chiede di svolgere n. 2 ore di attività di sorveglianza agli esami di stato 2008, 2a sessione.

Dichiara di aver già ottenuto nel presente anno accademico autorizzazione a svolgere n. 8 attività didattica di supporto e di non aver avuto autorizzazione a svolgere attività di Tutor Junior.

Il Collegio approva.

Il dottor **Francesco Zorzi**, XXII ciclo, chiede di svolgere n. 2 ore di attività di sorveglianza agli esami di stato 2008, 2a sessione.

Dichiara di aver già ottenuto nel presente anno accademico autorizzazione a svolgere n. 10 attività didattica di supporto e di non aver avuto autorizzazione a svolgere attività di Tutor Junior.

Il Collegio approva.

Didattica Frontale

Il dottor Riccardo Masiero, XXIII ciclo, chiede autorizzazione a svolgere attività didattica di supporto per n. 8 ore al corso "Sistemi e reti wireless", corso di laurea in ingegneria delle telecomunicazioni, sem. 2, a.a. 2008-2009, titolare del corso Prof. Michele Rossi.

Dichiara di aver già ottenuto nel presente anno accademico autorizzazione a svolgere n. 2 ore di attività didattica di supporto e di non aver avuto autorizzazione a svolgere attività di Tutor Junior.

Il Collegio approva.

7. Varie ed eventuali

In seguito all'erroneo inserimento del Dott. Vasconcelos Ribeiro Scarpa Vladimir nella Commissione n. 3, Indirizzo Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni, viene proposta

una modifica alla Commissione n. 3 e alla Commissione n. 4 per l'esame finale, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, 21 ciclo e 20 ciclo per i dottorandi in proroga.

Le Commissioni pertanto risultano così ridefinite:



COMMISSIONE N. 3

Indirizzo Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni:

Danesin Francesca, Peretti Vanni, Trevisanello Lorenzo Roberto, Ursini Leonora, Zanon Franco

Indirizzo Bioelettromagnetismo e compatibilità elettromagnetica:

Stellini Marco

Membri effettivi

Prof. Ing. Giovanni Verzellesi, Università di Modena e Reggio Emilia

Prof. Valerio Annovazzi-Lodi, Università di Pavia

Prof. Carlo Carobbi, Università di Firenze

Membri Supplenti

Prof. Luca Larcher, Università di Modena e Reggio Emilia

Ing. Paolo Cova, Università di Parma

Prof. Alessandra Flammini, Univ. di Brescia

COMMISSIONE N. 4

Indirizzo Ingegneria Informatica ed Elettronica Industriali:

Ballan Luca, Bertocco Cristian (XX ciclo), Pretto Alberto, Vasconcelos Ribeiro Scarpa Vladimir

Indirizzo Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni:

Menon Daniele Giovanni, Paviotti Anna (XX ciclo)

Membri Effettivi

Prof. Agostino Poggi, Università di Parma

Prof. Stefano Saggini, Università di Udine

Prof. Andrea Fusiello, Università di Verona

Membri Supplenti

Prof. Andrea Bonarini, Università di Milano

Prof. Sabina Merlo, Università di Pavia

Prof. Schettini Raimondo, Università di Milano

Il Collegio termina alle ore 16.30.

Il Segretario della Scuola

Il Direttore della Scuola