



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

del 10/12/2009

ore 13.00, Aula Magna "Antonio Lepschy", Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

PRESENZE

Presenti (25): Federico Avanzini, Silvana Badaloni, Matteo Bertocco, Simone Buso, Antonio D. Capobianco, Angelo Cenedese, Andrea Cester, Matteo Comin, Chiara Dalla Man, Augusto Ferrante, Andrea Galtarossa, Enrico Grisan, Tullio Minelli, Andrea Neviani, Ortolan Giulia (Dottoranda), Enoch Peserico, Andrea Pietracaprina, Geppino Pucci, Michele Rossi, Alfredo Ruggeri, Giovanni Sparacino, Stefano Tomasin, Lorenzo Vangelista, Andrea Zanella, Michele Zorzi.

Assenti giustificati (14): Maristella Agosti, Alessandro Beghi, Alessandra Bertoldo, Alessandro Chiuso, Claudio Cobelli, Barbara Di Camillo, Massimo Melucci, Gaudenzio Meneghesso, Nicola Orio, Enrico Pagello, Silvano Pupolin, Alessandro Sona, Gianna Toffolo, Andrea Trevisan.

Assenti (21): Gianfranco Bilardi, Giovanni De Poli, Fabrizio Dughiero, Lorenzo Finesso, Maria Carla Gilardi, Nicola Laurenti, Malaguti Massimo, Gabriele Manduchi, Emanuele Menegatti, Alessandro Paccagnella, Giorgio Picci, Gianluigi Pillonetto, Mariapia Saccomani, Francesco Ticozzi, Nicola Trivellin (dottorando), Stefano Vassanelli, Paolo Villoresi, Stefano Vitturi, Sandro Zampieri, 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 XXII ciclo – ammissione all'esame finale
5. Programmazione didattica 2010
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



- Co-advisor

Il Direttore ricorda che nella riunione del Consiglio Direttivo del 8 luglio 2009 è stata approvata la procedura per l'assegnazione del co-advisor (punto 4 all'o.d.g.).

In seguito a uno scambio di opinioni con la direzione del servizio formazione alla ricerca si è pervenuti alla conclusione che la figura del co-advisor non è contemplata dal regolamento di ateneo in materia di Scuole di dottorato di Ricerca; pertanto tale delibera deve ritenersi annullata.

Il Collegio prende atto.

Il Direttore illustra sinteticamente al Collegio i risultati della selezione di ingresso relativa al XXV ciclo e alcuni appuntamenti previsti per il primo trimestre del 2010.

Richiesta di proroga della presentazione della tesi

Dal Servizio Formazione alla ricerca sono pervenute le istanze di proroga della tesi presentate dai Dottori del XXII ciclo

Marco BRESSAN, indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione, istanza di proroga di 12 mesi (fino al 31/01/2011)

Stefano DAL TOSO, indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione, istanza di proroga di 6 mesi (fino al 31/07/2010)

Andrea MUNARI, indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione, istanza di proroga di 6 mesi (fino al 31/07/2010)

Il Collegio esprime parere favorevole.

Il Direttore comunica di aver autorizzato le seguenti richieste:

- Modifica piano di studio

dott.ssa Elisa Veronese, XIV ciclo, togliere il corso "Introduzione alla modellazione 3D" e inserire il corso "Design patterns in software development".

- Attività didattica di supporto

dott. Nicola Montecchio, XXIV ciclo, a svolgere attività didattica di supporto per n. 30 ore al corso "Laboratorio di fondamenti di informatica", corso di laurea triennale in scienze della comunicazione, sem. 1, a.a. 2009-2010, titolare del corso Prof. Nicola Orio.

dott. Federico Tramarin, XXIV ciclo, a svolgere attività didattica di supporto:

- per n. 26 ore al corso "Misure elettroniche", corso di laurea triennale in ingegneria dell'automazione, sem. 1, a.a. 2009-2010, titolare del corso Prof. Luigino Benetazzo.

- per n. 22 ore al corso "Misure per l'automazione e la produzione industriale", corso di laurea triennale in ingegneria elettronica, sem. 1, a.a. 2009-2010, titolare del corso Ing. Giada Giorgi.



dott.ssa Elisa Veronese, XXIV ciclo, a svolgere attività didattica di supporto per n. 25 ore al corso "Sperimentazione di Fisica I", corso di laurea Astronomia, sem. 1, a.a. 2009-2010, titolare del corso Prof. Enrico Grisan.

- Mobilità

dott. Davide Chiarotto, XXIII ciclo, a trascorrere un periodo da dicembre 2009 a giugno 2010 presso il "New Jersey Institute of Technology", Newark, NJ, USA, sotto la supervisione del Prof. Osvaldo Simeone, per motivi di studio e ricerca.

dott.ssa Giulia Ortolan, XXIII ciclo, a trascorrere un periodo da febbraio 2010 a agosto 2010 presso UCSD – Department of Mathematics, la Jolla, CA USA, sotto la supervisione del Prof. Osvaldo Simeone, per "Applicazione degli integratori variazionali su gruppi di LIE a problemi di controllo ottimo discreto"

dott. Giorgio Quer, XXIII ciclo, a trascorrere un periodo da gennaio 2010 a luglio 2010 presso University of California, San Diego, CA, USA, sotto la supervisione del Prof. Ramesh R. Rao, per motivi di studio e ricerca su "Algoritmi di cognitive control per protocolli di rete".

dott. Nicola Trivellin, XXIII ciclo, a trascorrere un periodo da dicembre 2009 a luglio 2010 presso EPFL, Losanna, Svizzera, sotto la supervisione del Prof. Nicolas Grandjean, per motivi di studio e ricerca.

2. Valutazione annuale dei dottorandi

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

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

I dottorandi del XXII ciclo: Manfredo Atzori, Marta Bagatin, Paolo Bertasi, Marco Bressan, Ermanna Conte, Paola Contessa, 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

hanno presentato la prescritta relazione annuale sull'attività svolta.

Nei giorni 1, 2 e 3 dicembre 2009 i dottorandi hanno presentato al collegio dei docenti l'attività svolta durante il 2009.



Per gli studenti del XXIII 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:

Asterjadhi Alfred presenta una relazione sul tema: "Network Coding for Cognitive Wireless Networks", Supervisore Prof. Michele Zorzi

Autizi Enrico presenta una relazione sul tema: "Reliability and failure analysis of RF-MEMS switches for space applications", Supervisore Prof. Gaudenzio Meneghesso

Bizzotto Roberto presenta una relazione sul tema: "PKPD Modeling per la valutazione dell'Effetto di Farmaci per il Trattamento dell'Insonnia", Supervisore Prof. Claudio Cobelli

Bolognani Saverio presenta una relazione sul tema: "Controllo coordinato della rete di distribuzione dell'energia - Smart Grids", Supervisore Prof. Sandro Zampieri

Bruschetta Mattia presenta una relazione sul tema: "Mechanical systems identification", Supervisore Prof. Giorgio Picci

Camponeschi Matteo presenta una relazione sul tema: "Progettazione di Circuiti Integrati a Radiofrequenza in Tecnologie CMOS Nanometriche", Supervisore Prof. Andrea Neviani

Carli Francesca presenta una relazione sul tema: "Modelizzazione di texture", Supervisore Prof. Giorgio Picci

Ceseracciu Elena presenta una relazione sul tema: "Sviluppo di metodologie per l'analisi cinematica di nuotatori a partire da sequenze video subacquee", Supervisore Prof. Claudio Cobelli

Chiarotto Davide presenta una relazione sul tema: "MAC and routing cross-layer protocol design in MIMO ad hoc networks", Supervisore Prof. Michele Zorzi

Dalla Chiara Andrea presenta una relazione sul tema: "Studio e ottimizzazione delle prestazioni di sistemi RFID", Supervisore Prof. Alessandro Sona

Dalla Libera Fabio presenta una relazione sul tema: "Programmazione di robot umanoidi mediante istruzioni tattili", Supervisore Prof. Emanuele Menegatti

Dall'Anese Emiliano presenta una relazione sul tema: "Geostatistics-inspired sparsity-aware cognitive spectrum sensing", Supervisore Prof. Silvano Pupolin

D'Avanzo Costanza presenta una relazione sul tema: "Metodi avanzati per lo studio dei processi cognitivi mediante EEG", Supervisore Prof. Giovanni Sparacino

Di Buccio Emanuele presenta una relazione sul tema: "Progettazione ed implementazione di una metodologia per l'utilizzo di diverse sorgenti di evidenza atta a supportare il processo di reperimento dell'informazione", Supervisore Prof. Massimo Melucci



Fiorin Diego presenta una relazione sul tema: “Tracking di vasi – estrazione assi”, Supervisore Prof. Alfredo Ruggeri

Grassi Angela presenta una relazione sul tema: “Metodi e modelli per l’analisi e la ricostruzione di reti di regolazione genica”, Supervisore Prof.ssa Gianna M. Toffolo

Mahmud Mufti presenta una relazione sul tema: “Neuronal Signal Analysis and Optimization of Stimulation Protocol for Bi-directional Brain-Chip Interface”, Supervisore Prof. Stefano Vassanelli

Marchetto Enrico presenta una relazione sul tema: “Riconoscimento automatico del parlatore ed applicazioni alla sicurezza ed intelligence”, Supervisore Prof. Federico Avanzini

Masiero Riccardo presenta una relazione sul tema: “Distributed Techniques for Data Collection in Wireless Sensor Networks”, Supervisore Prof. Michele Rossi

Miotto Riccardo presenta una relazione sul tema: “Study and development of different methodologies to allow for content-based access of music documents in large collections”, Supervisore Prof. Nicola Orio

Nasso Sara presenta una relazione sul tema: “Analisi dati LC-MS in Proteomica”, Supervisore Prof.ssa Barbara Di Camillo

Ortolan Giulia presenta una relazione sul tema: “Integrazione di sistemi meccanici non ρ -reversibili”, Supervisore Prof. Alessandro Beghi

Pinato Alessandro presenta una relazione sul tema: “OLEDs (Organic Light Emitting Diodes)”, Supervisore Prof. Enrico Zanoni

Quer Giorgio presenta una relazione sul tema: “Wireless Sensor Network Scenario”, Supervisore Prof. Michele Zorzi

Renna Francesco presenta una relazione sul tema: “Synchronization of Ultra Wideband Transmission; Physical layer security of OFDM systems”, Supervisore Prof. Nicola Laurenti

Rotoloni Marco presenta una relazione sul tema: “Stima di canale per sistemi OFDM”, Supervisore Prof. Lorenzo Vangelista

Sartori Massimo presenta una relazione sul tema: “Modellazione dell’arto umano inferiore per lo sviluppo di un esoscheletro”, Supervisore Prof. Enrico Pagello

Savino Sandro presenta una relazione sul tema: “La generalizzazione cartografica”, Supervisore Prof. Matteo Bertocco

Seno Lucia presenta una relazione sul tema: “Reti e protocolli di comunicazione real-time per l’automazione industriale”, Supervisore Prof. Stefano Vitturi



Sieni Elisabetta presenta una relazione sul tema: “Tecniche di ipertermia induttiva mediante nanoparticelle magnetiche per il rilascio controllato in loco di farmaci chemioterapici e il loro potenziamento terapeutico”, Supervisore Prof. Fabrizio Dughiero

Silvello Gianmaria presenta una relazione sul tema: “Digital Libraries, Digital Archives and Relational Database Systems, Supervisore Prof.ssa Maristella Agosti

Trivellin Nicola presenta una relazione sul tema: “Effetti di stress elettro-termici su dispositivi optoelettronici”, Supervisore Prof. Gaudenzio Meneghesso

Varagnolo Damiano presenta una relazione sul tema: “Identificazione non parametrica di modelli basata su spazi di Hilbert a kernels riproducibili”, Supervisore Prof. Sandro Zampieri

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

Il Collegio ammette al

- secondo anno di corso i dottorandi del XXIV ciclo
- al terzo anno di corso i dottorandi iscritti al XXIII ciclo.

4. Valutazione dell'attività svolta dai dottorandi XXII ciclo – ammissione all'esame finale

Sulla base delle presentazioni, delle relazioni finali sull'attività di ricerca svolta nel 2009 e del parere dei supervisori, il Collegio, dopo un'attenta discussione, delibera che gli studenti del XXII ciclo, esclusi coloro ai quali è stato espresso parere favorevole alla richiesta di proroga della presentazione della tesi finale: Bressan Marco, Dal Toso Stefano e Munari Andrea, 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 **Manfredo Atzori** nell'ambito del XXII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Bioingegneria

Negli anni accademici 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 il dottor Manfredo Atzori ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXII ciclo, Indirizzo Bioingegneria

PARTE 1 DIDATTICA

Corsi seguiti:

- **Applied Linear Algebra**, Prof. T. Damm, Dept. of Information Engineering, University of Padova
- **Bioelectromagnetics**, Prof. T. A. Minelli, Dept. of Information Engineering, University of Padova
- **Identification techniques**, Prof. A. Chiuso, Dept. of Information Engineering, University of Padova
- **Numerical Models for Fields Analysis in Biological Beings**, Prof. F. Dughiero, Dept. of Information Engineering, University of Padova
- **Pattern Recognition and Machine Learning**, Prof. J. M. Rehg, Dept. of Information Engineering, University of Padova
- **Applied Functional Analysis**, Prof. P. Ciatti, Dept. Metodi e Modelli Matematici per le Scienze Applicate, Università di Padova, Dept. of Information Engineering, University of Padova
- **Patents as a Protection of Creative Ideas and as a Base for the Development of New Products**, Ing. Paolo Piovesana, "Master di Alto Apprendistato in Ricerca e Sviluppo del prodotto", Dept. of Mechanical Engineering, University of Padova
- **Corso di Aggiornamento in Neuroimmagini**, Società Italiana di Neurologia, Padova, 11 aprile 2008-11-28
- **Spectroscopy MRI**, Prof. J. Stanley from Wayne State University July 7-10, 2008, Research Unit on Brain Imaging and Neuropsychology, Section of Psychiatry, University of Verona.

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi:

- **XXVI Annual School of Bio-Engineering: "GENOMICA E PROTEOMICA COMPUTAZIONALE"**, Bressanone, 24-28 settembre 2007
- **XXVII Annual School of Bio-Engineering: "SISTEMI INDOSSABILI INTELLIGENTI PER LA SALUTE E LA PROTEZIONE DELL'UOMO"**, Bressanone, 15 - 19 settembre 2008
- **XXVIII Annual School of Bio-Engineering: "BIOINGEGNERIA PER LE NEUROSCIENZE COGNITIVE"**, Bressanone, 7 - 11 settembre 2009

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi:

- **"Detecting Structural Complexity: New Results and Applications"**, Prof. R. Ricca (Univ. Milano Bicocca), Dept. of Mathematics, Università di Padova, 27/3/2007
- **"Update on Depression and Anxiety Disorder: from Neurobiology to Treatment"**, R.B. Sassi (Harvard University, Massachusetts, USA), Kinrys (Harvard Medical School, Massachusetts, USA), Dept. of Medicine and Public Health, University of Verona, 30/3/2007



- **"The role of Superior Temporal Lobe for Cognition in Humans and Patients with Schizofrenia"**, B.R.Buchsbaum (University of California, Berkeley), S.Buchsbaum (Mount Sinai School of Medicine, New York), Dept. of Medicine and Public Health, University of Verona, 18/5/2007
- **"Altered Neuroplasticity in ADHD and Schizophrenia: From Childhood to Adulthood"**, J.Stanley (Wayne State University School of Medicine, Detroit), Vaibhav Diwadkar (Western Psychiatric Institute and Clinic University of Pittsburgh, Pittsburgh) Dept. of Medicine and Public Health, University of Verona, 28/5/2007
- **"Clinical Application of fMRI"**, M. Banich (University of Colorado, Colorado, USA), Dept. of Neurological Sciences and Vision, University of Verona, 21/11/2007
- **"Principal component analysis for motor skills characterization and individual monitoring in sports science"**, Ing. Giulia Dona', DEI, Università di Padova, Dipartimento di Ingegneria dell'Infomazione, Università di Padova, 17 aprile 2008,
- **"Relationship of corpus callosum anatomy to intelligence in Neurologically-Intact young adults with and without ADHD? "**, Marie T.Banich, University of Colorado at Boulder, USA, Università di Verona, 12 giugno 2008
- **"Imaging Studies in Schizophrenia and Bipolar Disorder: The New Frontiers of Modern Psychopatology"**, Philip McGuire, IOP, London, UK, Dr. Stefano Marenco, NIMH, Bethesda, USA, Monte Buchsbaum, Mount Sinai School of Medicine, New York, USA, Andrew McIntosh, University of Edinburgh, Edinburgh, Scotland, Colm McDonald, National University of Ireland, Galway, Ireland, Paolo Brambilla, Inter-University Centre for Behavioural Neurosciences (ICBN), University of Udine & University of Verona, Dept. di Medicina e Salute Pubblica, Università di Verona, 20 giugno 2008
- **"Non invasive multichannel electromyography: applications in neurophysiology, ergonomics and gynecology"**, Roberto Merletti, Laboratory for Eng. of the Neuromuscular System (LISiN), Politecnico di Torino, 17 luglio 2008, Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Università di Padova
- **"Diffusion MR image analysis: towards in-vivo global brain connectivity analysis"**, Jean Philippe Thiran, Swiss Federal Institute of Technology (EPFL), Università di Verona, 22 ottobre 2008
- **"Topografia funzionale del corpo calloso nell'uomo"**, M. Fabri, Department of Neurological and Visual sciences. University of Verona, November 19, 2008.

Partecipazione a Conferenze Nazionali:

- **Congresso Nazionale di Bioingegneria**, Pisa, Italia, 2 – 5 luglio 2008

Partecipazione a Conferenze Internazionali:

- **International Society for Magnetic Resonance in Medicine 16th SCIENTIFIC MEETING & EXHIBITION**, Berlin, Germany, may,21–25, 2007
- **International Society for Magnetic Resonance in Medicine 18th SCIENTIFIC MEETING & EXHIBITION**, Honolulu, Hawai'i, U.S., april, 18–24, 2009

Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

Didattica Frontale:

- Lezione dal titolo **"Segmentazione di Scansioni NMR dei Tessuti Encefalici"** nel Corso di Neuroingegneria tenuto dalla Prof.Alessandra Bertoldo, 2008.
- Lezione dal titolo **"Segmentazione di Scansioni NMR dei Tessuti Encefalici"** nel Corso di Neuroingegneria tenuto dalla Prof.Alessandra Bertoldo, 2009
- Lezione dal titolo **"Esami Strumentali nelle Patologie Psichiatriche Maggiori: il Ruolo della Neuroradiologia"**, Convegno "La Medicina Nucleare in Neurologia e Psichiatria: Attualità e Prospettive", Pesaro, 26 settembre 2009



Assistenza in Laboratorio:

- Laboratorio dal titolo "**Segmentazione di Scansioni NMR dei Tessuti Encefalici**" nel Corso di Neuroingegneria tenuto dalla Prof. Alessandra Bertoldo, 2008.
- Laboratorio dal titolo "**Segmentazione di Scansioni NMR dei Tessuti Encefalici**" nel Corso di Neuroingegneria tenuto dalla Prof. Alessandra Bertoldo, 2009.

Altro:

- Assistenza studente in Tesi: Alessio Tallarita, Anno Accademico: 2008/2009.
Titolo della Tesi: "**Quantificazione dell'emodinamica cerebrale da immagini DSC-MRI in soggetti affetti da schizofrenia**"

PARTE 2 RICERCA

- **Design and implementation of an algorithm for automatic segmentation of the Brain, Grey and White Matter in MRI scans of the head.** The project consists in the creation of an automatic algorithm capable to identify and segment the brain, white matter and grey matter in MRI 3D data with very high precision. The aim of the project is to offer to researchers and radiologists a fast system to segment the structures in order to make statistical and medical analyses and to plan surgery operations. The project is realized in collaboration with the Dept. of Medicine and Public Health, University of Verona (Verona, Italy) and the Brain Imaging Unit of the Inter-university Centre of Brain Imaging and Neuro-psychology of the Universities of Udine and Verona (ICBN), (Udine-Verona, Italy).
- **Design and implementation of an algorithm for automatic segmentation of anatomical structures in MRI, CT and CTA.** The project consists in the creation of algorithms capable to identify and segment anatomical structures in MRI, CT and CTA 3D data with very high precision. The project is realized in collaboration with the Dept. of Medicine and Public Health, University of Verona (Verona, Italy) and the Brain Imaging Unit of the Inter-university Centre of Brain Imaging and Neuro-psychology of the Universities of Udine and Verona (ICBN), (Udine-Verona, Italy).
- **Study of Morphologic Alterations in Schizophrenia and Bipolar Disorder.** I am evaluating morphologic and functional differences between healthy controls and patients affected by Schizophrenia and Bipolar Disorder. The research is made through Structural MRI, Diffusion MRI, Perfusion MRI, BOLD fMRI, Spectroscopy MRI and Diffusion Tensor Imaging Analyses. The project is realized in collaboration with the Dept. of Medicine and Public Health, University of Verona (Verona, Italy) and the Brain Imaging Unit of the Inter-university Centre of Brain Imaging and Neuro-psychology of the Universities of Udine and Verona (ICBN), (Udine-Verona, Italy).
- **Voxel-Based Statistical Analysis of the Quantitative Dynamic Susceptibility Contrast MRI Perfusion Estimates** I am implementing an innovative semi-automatic method to perform voxel-based statistical analysis of the hemodynamic parameters estimated in DSC-MRI. We compared two different strategies to perform the required spatial co-registration and normalization steps: performing them on the original DSC-MRI data (method A) or on the perfusion maps (method B). Method B shows greater correlation with the quantification performed using the standard approach than method A. The project is realized in collaboration with the Dept. of Medicine and Public Health, University of Verona (Verona, Italy) and the Brain Imaging Unit of the Inter-university Centre of Brain Imaging and Neuro-psychology of the Universities of Udine and Verona (ICBN), (Udine-Verona, Italy).
- **Study of Quantitative Dynamic Susceptibility Contrast MRI Perfusion Estimates Alterations in Schizophrenia through Voxel-Based Statistical Analysis.** I am evaluating differences in the brain blood perfusion between healthy controls and patients affected by Schizophrenia. The research is made on the principal parameters of Dynamic Susceptibility Contrast MRI perfusion analyses (Cerebral Blood Flow,



Cerebral Blood Volume and Mean Transit Time). The project is realized in collaboration with the Dept. of Medicine and Public Health, University of Verona (Verona, Italy) and the Brain Imaging Unit of the Inter-university Centre of Brain Imaging and Neuro-psychology of the Universities of Udine and Verona (ICBN), (Udine-Verona, Italy).

- **Study of Cerebral Connectivity in Schizophrenia and Bipolar Disorder.** I am evaluating differences in the information transmission between the right and left hemisphere between healthy controls and patients affected by Schizophrenia and Bipolar Disorder. The research is made through functional magnetic resonance analyses. The project is realized in collaboration with the Dept. of Medicine and Public Health, University of Verona (Verona, Italy) and the Brain Imaging Unit of the Inter-university Centre of Brain Imaging and Neuro-psychology of the Universities of Udine and Verona (ICBN), (Udine-Verona, Italy).
- **Multi-centre Study on the Development of Schizophrenia and Bipolar Disorder.** The project is realized in collaboration with the Dept. of Medicine and Public Health, University of Verona (Verona, Italy), the Brain Imaging Unit of the Inter-university Centre of Brain Imaging and Neuro-psychology of the Universities of Udine and Verona (ICBN), (Udine-Verona, Italy), the Neuroradiology service of Ospedale Civile Maggiore (Verona, Italy), the Section of Psychiatry, University of Pavia (Pavia, Italy), the Neuroimmunology Unit of the San Raffaele Hospital (Milano, Italy), the Department of Pharmacological Sciences, University of Milan (Milan, Italy), the Niguarda Hospital (Milan, Italy) and the Ospedale Maggiore (Bologna, Italy).

Titolo definitivo della tesi:

A DETERMINISTIC AND DUCTILE SEGMENTATION ALGORITHM FOR MORPHOLOGIC MRI AND CTA IMAGES AND QUANTITATIVE ANALYSIS OF DYNAMIC SUSCEPTIBILITY-CONTRAST MAGNETIC RESONANCE IMAGING DATA

Supervisore: Alessandra Bertoldo

PARTE 3 PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale:

- **“Increased fronto-temporal perfusion in bipolar disorder”**, N. Agarwal, M. Bellani, C. Perlini, G. Rambaldelli, M. Atzori, R. Cerini, F. Vecchiato, R. Pozzi Mucelli, Nicola Andreone, M. Balestrieri, M. Tansella and P. Brambilla, Journal of Affective Disorders, 110 106-114, 2008

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale:

- **“Deterministic Automatic Segmentation in MRI, CT and CTA: A Robust Method Based on Anatomical Structures Modeling and Local Recursive Intensity Analysis.”**, M. Atzori, G. Rambaldelli, P. Brambilla, A. Bertoldo, 17th Joint Annual Meeting ISMRM-ESMRMB Scientific Proceedings, 2009, 357.
- **“A Hybrid Generative/Discriminative Method for Classification of Regions of Interest in Schizophrenia Brain MRI”**, D. S. Cheng, M. Bicego, U. Castellani, M. Cristani, S. Cerruti, M. Bellani, G. Rambaldelli, M. Atzori, P. Brambilla, V. Murino, Proc. of MICCAI09 workshop on Probabilistic Models for Medical Image Analysis, 2009
- **“Analysis of anatomical structures in MRI, CT and CTA: a robust identification and segmentation method based on anatomical structures features modelling and analysis”**, M. Atzori, G. Rambaldelli, C. Perlini, M. Bellani, N. Dusi, S. Sponda, A. Ferro, S. Cerruti, M. Tansella, P. Brambilla, Proceedings of the ESMRMB Annual Meeting, 2008, EPOS 711



- **"Automatic Segmentation of Human Brain, Grey and White Matter in MRI: A Robust and Accurate Algorithm Based on the Tissue Features Analysis"**, M. Atzori, G. Rambaldelli, C. Perlini, M. Bellani, N. Dusi, S. Sponda, M. Tansella, and P. Brambilla, 15th Joint Annual Meeting ISMRM-ESMRMB Scientific Proceedings, 2007, 412.
- **"A Learning by Example Approach for MRI Analysis of Human Brain in the Context of Mental Health"**, U. Castellani, L. Bazzani, D. Tosato, V. Murino, G. Rambaldelli, C. Perlini, M. Atzori, M. Tansella, and P. Brambilla, Joint Annual Meeting ISMRM-ESMRMB 2007 Scientific Proceedings, 2007, 434.

Elenco pubblicazioni su convegno nazionale:

- **"3D Segmentation of Human Anatomical Structures in MRI, CT and CTA: An automatic Algorithm"**, M. Atzori, A. Bertoldo, P. Brambilla, C. Cobelli, Atti del Congresso Nazionale di Bioingegneria, 2008, 651-652

Elenco Pubblicazioni sottomesse a convegni internazionali:

- **"Voxel-Based Statistical Analysis of the Quantitative Dynamic Susceptibility Contrast MRI Perfusion Estimates: Application to the Study of Schizophrenia"**, M. Atzori, D. Peruzzo, M. Tansella, P. Brambilla, A. Bertoldo, ISMRM 18th SCIENTIFIC MEETING & EXHIBITION, Stockholm, Sweden, 2010

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Manfredo Atzori** 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 **Marta Bagatin** nell'ambito del XXII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Negli anni accademici 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 la dott.ssa Marta Bagatin ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXII ciclo, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Attività didattica

Corsi offerti dalla scuola inseriti nel piano di studi e superati alla data attuale

- *Applied Functional Analysis* (Prof. P. Ciatti)
- *Applied Linear Algebra* (Prof. T. Damm)
- *Physical Models for the Numerical Simulation of Semiconductor Devices* (Prof. G. Meneghesso)
- *Effects of Ionizing Radiation on Electronic Components: from Space Applications to Sea Level Effects* (Prof. A. Paccagnella)

Scuole nazionali per dottorandi

- Aprile 2007: Scuola nazionale “*Rivelatori ed Elettronica per Fisica delle Alte Energie, Astrofisica, Applicazioni Spaziali e Fisica Medica*”, INFN, Laboratori Nazionali di Legnaro (Padova)
- Aprile 2009: Scuola nazionale “*Rivelatori ed Elettronica per Fisica delle Alte Energie, Astrofisica, Applicazioni Spaziali e Fisica Medica*”, INFN, Laboratori Nazionali di Legnaro (Padova)

Partecipazione a seminari

- Luglio 2007: Tutorial ‘*Soft Errors: Technology Trends, System Effects and Production Techniques*’ presso IEEE International On-Line Testing Symposium IOLTS 2007 (Heraklion, Crete)
- Aprile 2008: Seminari presso Interuniversity Master in Nanotechnologies organizzata dal CIVEN (Ca’ Tron, Venezia)
- Luglio 2008: Short Course “*Soft Errors: From the Ground Up*”, IEEE Nuclear and Space Radiation Effects Conference NSREC 2008 (Tucson, Arizona)
- Luglio 2009: Short Course “*Selection of Integrated Circuits for Space Systems*”, IEEE Nuclear and Space Radiation Effects Conference NSREC 2009 (Quebec City, Canada)
- Settembre 2009: Short Course “*Towards Modeling of Radiation Effects in Nano-Scale Systems*”, IEEE RADiation Effects on Components and Systems RADECS 2009 (Bruges, Belgio)

Partecipazione a conferenze internazionali

- 8-11 luglio 2007: IEEE International On-Line Testing Symposium IOLTS 2007, Hersonissos-Heraklion, Crete (Grecia)



- o 14-18 luglio 2008: IEEE Nuclear and Space Radiation Effects Conference NSREC 2008, Tucson (Arizona)
- o 10-12 settembre 2008: IEEE RADiation Effects on Components and Systems RADECS 2008, Jyväskylä (Finlandia)
- o 20-24 luglio 2009: IEEE Nuclear and Space Radiation Effects Conference NSREC 2009, Quebec City (Canada)
- o 14-18 settembre 2009: IEEE RADiation Effects on Components and Systems RADECS 2009, Bruges (Belgio)

Didattica attiva

Maggio-giugno 2008: Didattica di supporto all'insegnamento di "Elettronica Digitale" per il corso di laurea triennale in Ingegneria Elettronica tenuto dal Prof. Alessandro Paccagnella.

Attività di ricerca

Titolo della tesi: "Effects of Ionizing Radiation in Flash Memories"

Tutor: Prof. Alessandro Paccagnella

L'attività di ricerca di cui mi sono occupata durante il dottorato riguarda lo studio degli effetti delle radiazioni ionizzanti su memorie non volatili di tipo Flash e su memorie volatili SRAM. Ho effettuato irraggiamenti con vari tipi di particelle ionizzanti di memorie appartenenti a diversi nodi tecnologici (90nm, 70nm, 65nm, 48nm), reperite nel mercato dei semiconduttori, fornite da STMicroelectronics/Numonyx - una delle aziende leader nel mondo nella produzione di Flash - all'interno di un progetto di collaborazione, o fornite da NASA-Jet Propulsion Laboratory, sempre all'interno di una collaborazione.

Le due classi principali di effetti che si possono osservare sulle memorie Flash sono i Single Event Effect (SEE), dovuti a una singola particella ad elevato potere ionizzante, e il Total Ionizing Dose (TID), dovuto al progressivo accumulo di dose di radiazione. Al fine di studiare questi fenomeni, ho condotto irraggiamenti con neutroni alla linea ISIS, presso Rutherford Appleton Laboratory (Didcot, UK), in occasione dei quali ho passato diverse settimane presso i laboratori RAL, e alla linea ANITA (The Sweden Laboratories, Uppsala University); gli irraggiamenti con ioni pesanti sono stati effettuati presso la linea SIRAD ai Laboratori Nazionali di Legnaro (LNL, Padova) e alla Heavy Ion irradiation Facility (Louvain-le-Neuve, Belgio), con la collaborazione dell'Agenzia Spaziale Europea (ESA); irraggiamenti con una sorgente portatile di Americio, emettitore di particelle alfa, sono stati condotti con una sorgente di proprietà dei LNL e con una sorgente acquistata dal nostro gruppo; infine, irraggiamenti con protoni e con raggi X sono stati condotti ai LNL.

Ho proseguito e ampliato gli studi fatti in passato nel nostro gruppo sulle memorie Flash, estendendo il lavoro con esperimenti real-time [2], cioè irraggiando i dispositivi durante le operazioni di lettura, programmazione, cancellazione, oltre che in standby. In questo modo si sono evidenziati non solo gli effetti di perdita di carica delle celle Floating Gate (FG), ma anche altri tipi di errori dovuti al fallimento della circuiteria di controllo (per la lettura e la programmazione/cancellazione delle celle) e alcune caratteristiche degli errori nelle celle che non erano mai state studiate e modellizzate in passato (e.g. l'annealing degli errori nella matrice FG).

L'aspetto più innovativo della mia ricerca sui SEE nei vari blocchi funzionali del dispositivo è stato lo studio organico e il confronto dei diversi effetti osservabili sulle memorie Flash. E' stato possibile, incrociando le informazioni ottenute sulla sensibilità dei vari blocchi e sulle varie condizioni operative del dispositivo, trovare una 'sezione d'urto equivalente' che tiene conto, oltre alla probabilità d'errore nei



diversi blocchi, anche dell'impatto della condizione operativa sulla probabilità e tipologia degli errori [3],[13].

Per quanto riguarda gli effetti di dose totale, ho effettuato irraggiamenti con raggi X su memorie Flash NAND per studiare l'impatto del TID sulle prestazioni dei dispositivi. Anche in questo caso, mi sono concentrata non solo sulla sensibilità delle celle di memoria FG, ma soprattutto su quella dei vari blocchi funzionali (in particolare, le pompe di carica e il decoder per l'indirizzamento di riga), grazie a esposizioni selettive usando schermi metallici, contrariamente al tradizionale metodo di esporre alla radiazione l'intero chip di memoria. E' stato confermato che uno dei blocchi più sensibili del dispositivo sono le pompe di carica, a causa degli ossidi spessi e delle alte tensioni in gioco, ma si è evidenziato come fallimenti user-mode (cioè rilevabili dall'utente) nelle celle FG possano apparire a dosi anche minori rispetto alla rottura delle pompe [5],[15]. Questo studio è stato possibile grazie alla collaborazione con Numonyx, che ha fornito informazioni dettagliate sulla struttura dei dispositivi e routine di test-mode (e.g la lettura della tensione di uscita generata dalle pompe di carica usate per la programmazione).

Sia per irraggiamenti con ioni che con dose totale, è stato valutato sperimentalmente e modellizzato il fenomeno dell'annealing degli errori nelle celle Floating Gate (FG), immediatamente dopo l'esposizione al fascio ionico e nei mesi seguenti. Si sono quindi analizzati le caratteristiche, le dinamiche e i meccanismi fisici dell'evoluzione del numero di errori, ma anche delle tensioni di soglia dei transistori FG dopo l'irraggiamento. E' stato mostrato che anche gli errori osservati dopo l'esposizione a dose totale [7],[16] (e non solo a ioni pesanti) possono mostrare un'evoluzione nel tempo successivo all'irraggiamento, aspetto che non era mai stato descritto in letteratura. Alle memorie utilizzate per questo studio, grazie alla collaborazione con Numonyx, è stato possibile accedere con particolari routine riservate. In questo modo, si è studiata nel dettaglio l'evoluzione della tensione di soglia di ogni singola cella dopo l'irraggiamento, analizzando la dipendenza da fattori come il livello di programmazione e la temperatura. E' stato investigato il meccanismo fisico che sta alla base del fenomeno ed è stato sviluppato un modello che concilia le due principali teorie proposte in letteratura per spiegare gli effetti della radiazione ionizzante sulle celle Flash, cioè la perdita di carica dal FG e l'intrappolamento di carica negli ossidi circostanti il FG. L'aspetto forse più interessante emerso dallo studio è che non in tutti i casi i fail indotti dalla radiazione diminuiscono al passare del tempo. Diventa quindi fondamentale prevedere il numero di errori che possono comparire o scomparire per evitare di sovrastimare o sottostimare, a seconda dei casi, la sensibilità a dose totale della matrice di memoria FG. Oltre all'annealing dopo irraggiamenti con dose totale, ho studiato anche l'evoluzione dello stato delle celle dopo l'irraggiamento con ioni pesanti, giustificando teoricamente le osservazioni sperimentali di altri gruppi di ricerca. Ho analizzato come il fenomeno sia strettamente correlato al potere ionizzante (LET) dello ione incidente e al nodo tecnologico a cui appartiene la cella di memoria [9].

Un altro aspetto innovativo della mia attività di ricerca è connesso all'effetto dei neutroni atmosferici sulle memorie Flash. Anche se recentemente era stata teorizzata la possibilità che queste particelle (presenti in abbondanza a livello del mare) potessero impattare sullo stato logico di una cella FG, ciò non era mai stato verificato sperimentalmente. Per la prima volta in letteratura, sono stati mostrati e modellizzati gli effetti di perdita di carica indotti dai prodotti di reazione secondaria generati dai neutroni su memorie Flash, che pone interessanti e, allo stesso tempo, preoccupanti questioni sull'utilizzo di queste memorie a livello terrestre [6],[14]. Nell'ultimo anno, l'analisi è stata estesa a dispositivi ultra scalati (48nm), evidenziando come il tasso di errore stia pericolosamente aumentando con lo scaling della tecnologia [10]. I codici di correzione degli errori attualmente impiegati (e strettamente richiesti) nell'uso delle memorie NAND sono per il momento in grado di far fronte al problema, anche se è possibile che nelle generazioni future sia necessario intervenire con un irrobustimento di tali algoritmi.

Infine, un altro aspetto riguardante le memorie Flash di cui mi sono occupata è stata l'analisi di un fenomeno osservato negli ultimi anni su alcuni tipi di memorie NAND. Tali dispositivi (candidati per l'uso in missioni spaziali) durante l'esposizione a fasci ionici registrano dei picchi nella corrente di



alimentazione, anche in condizioni di standby, che non sono spiegabili con effetti di latch-up. Le caratteristiche originali di questi salti di corrente, che in alcuni casi si smorzano spontaneamente, hanno reso l'interpretazione del fenomeno tutt'altro che immediata. Lo studio del meccanismo alla base dell'effetto è stato quindi oggetto di una collaborazione con NASA-Jet Propulsion Laboratory, durante la quale sono stati raccolti ulteriori dati sperimentali ed è stata effettuata un'analisi teorica [8],[17].

Per quanto riguarda le memorie SRAM, mi sono occupata di un aspetto relativamente poco investigato in letteratura, cioè l'effetto della temperatura sulla sensibilità al soft error. Ciò ha interessanti applicazioni in ambito automotive, spaziale, etc. Lo studio è stato condotto su memorie SRAM, sia perché queste tradizionalmente rappresentano il benchmark per la valutazione della sensibilità alla radiazione di un dato nodo tecnologico CMOS, ma anche perché costituiscono parte della circuiteria periferica delle memorie Flash: il page buffer è un registro temporaneo dove vengono immagazzinati i dati durante la scrittura e la lettura dei dati dalla matrice FG. Sono stati usati campioni commerciali SRAM reperiti nel mercato, sui quali si sono raccolti dati con particelle alfa e neutroni, dopo aver realizzato il set up sperimentale. Poi, tramite simulazioni e modelli analitici, è stato studiato l'impatto della temperatura sui parametri fondamentali che influenzano la sensibilità a bit flip (carica critica, corrente di deriva e di diffusione). I risultati dello studio hanno evidenziato una notevole dipendenza del comportamento in temperatura dai parametri tecnologici (e.g. drogaggio) che rende difficoltosa un'analisi a livello generale. Infatti, componenti fabbricati da diversi produttori, anche appartenenti allo stesso nodo tecnologico, presentano comportamenti differenti tra loro [4]. In ogni caso, effettuare i test a temperatura ambiente può significare una sottostima fino al 20% della sensibilità al soft error.

Publicazioni

Convegni internazionali

- [1] S. Gerardin, M. Bagatin, P. Rech, A. Cester, A. Paccagnella, "Exploiting a Low-Energy Accelerator to Test Commercial Electronics with Low-let Proton Beams", *Proceedings of IEEE Radiation Effects on Components and Systems 2006* (Glyfada, Atene, Greece), pp. 42-46
- [2] M. Bagatin, G. Cellere, S. Gerardin, A. Paccagnella, A. Visconti, S. Beltrami, M. Maccarrone, "Single Event Effects in 1Gbit 90nm NAND Flash Memories under Operating Conditions", *13th IEEE International On-Line Testing Symposium Proceeding, IOLTS 2007*, 8-11 July 2007, pp. 146-151
- [3] M. Bagatin, S. Gerardin, G. Cellere, A. Paccagnella, A. Visconti, S. Beltrami, R. Harboe-Sørensen, A. Virtanen, "Key Contributions to the Cross Section of NAND Flash Memories Irradiated with Heavy Ions", presentato a *IEEE Nuclear and Space Radiation Effects Conference 2008* (Tucson, Arizona)
- [4] M. Bagatin, S. Gerardin, A. Paccagnella, C. Andreani, G. Gorini, A. Pietropaolo, S.P. Platt, C.D. Frost, "Factors Impacting the Temperature Dependence of Soft Errors in Commercial SRAMs", presentato a *IEEE RADiation Effects on Components and Systems 2008* (Jyväskylä, Finlandia)
- [5] M. Bagatin, G. Cellere, S. Gerardin, A. Paccagnella, A. Visconti, S. Beltrami, "TID Sensitivity of NAND Flash Memory Building Blocks", presentato a *IEEE Radiation Effects on Components and Systems 2008* (Jyväskylä, Finlandia)
- [6] G. Cellere, S. Gerardin, M. Bagatin, A. Paccagnella, A. Visconti, M. Bonanomi, S. Beltrami, P. Roche, G. Gasiot, R. Harboe Sorensen, A. Virtanen, C. Frost, P. Fuochi, C. Andreani, G. Gorini, A.



Pietropaolo, S. Platt, "Neutron-induced soft errors in advanced flash memories", *IEEE International Electron Devices Meeting, IEDM 2008*, pp.1-4, 15-17, Dec. 2008

- [7] M. Bagatin, S. Gerardin, G. Cellere, A. Paccagnella, A. Visconti, M. Bonanomi, S. Beltrami, "Error Instability in Floating Gate Flash Memories Exposed to TID", presentato a *IEEE Nuclear and Space Radiation Effects Conference 2009* (Quebec City, Canada), luglio 2009
- [8] F. Irom, D.N. Nguyen, M. Bagatin, G. Cellere, S. Gerardin, A. Paccagnella, "Catastrophic Failure in Highly Scaled Commercial Nonvolatile Flash Memories", presentato a *IEEE Nuclear and Space Radiation Effects Conference 2009* (Quebec City, Canada), luglio 2009
- [9] M. Bagatin, S. Gerardin, G. Cellere, A. Paccagnella, A. Visconti, S. Beltrami, M. Bonanomi, R. Harboe-Sørensen, "Annealing of Heavy-Ion Induced Floating Gate Errors: LET and Feature Size Dependence", presentato a *IEEE Radiation Effects on Components and Systems 2009* (Bruges, Belgio), settembre 2009
- [10] S. Gerardin, M. Bagatin, A. Paccagnella, G. Cellere, A. Visconti, S. Beltrami, G. Gorini, C.D. Frost "Scaling Trends of Neutron Effects in MLC NAND Flash Memories", accettato per presentazione a *IEEE International Reliability and Physics Symposium IRPS 2009*

Riviste internazionali

- [11] S. Gerardin, M. Bagatin, A. Cester, A. Paccagnella, B. Kaczer, "Impact of Heavy-Ion Strikes on Minimum-Size MOSFETs With Ultra-Thin Gate Oxide", *IEEE Transactions on Nuclear Science*, vol. 53, no. 6, Part 1, Dec. 2006, pp. 3675-3680
- [12] M. Violante, L. Sterpone, A. Manuzzato, S. Gerardin, P. Rech, M. Bagatin, A. Paccagnella, C. Andreani, G. Gorini, A. Pietropaolo, G. Cardarilli, S. Pontarelli, C. Frost, "A New Hardware/Software Platform and a New 1/E Neutron Source for Soft Error Studies: Testing FPGAs at the ISIS Facility", *IEEE Transactions on Nuclear Science*, vol. 54, no. 4, Part 2, Aug. 2007, pp. 1184-1189
- [13] M. Bagatin, S. Gerardin, G. Cellere, A. Paccagnella, A. Visconti, S. Beltrami, R. Harboe-Sørensen, A. Virtanen, "Key Contributions to the Cross Section of NAND Flash Memories Irradiated with Heavy Ions", *IEEE Transactions on Nuclear Science*, vol. 55, Issue 6, Part 1, Dec. 2008, pp. 3302-3308
- [14] G. Cellere, S. Gerardin, M. Bagatin, A. Paccagnella, A. Visconti, M. Bonanomi, S. Beltrami, R. Harboe-Sørensen, A. Virtanen, P. Roche, "Can Atmospheric Neutrons Induce Soft Errors in NAND Floating Gate Memories?", *IEEE Electron Device Letters*, vol. 30, no. 2, Feb. 2009, pp. 178-180
- [15] M. Bagatin, G. Cellere, S. Gerardin, A. Paccagnella, A. Visconti, S. Beltrami, "TID Sensitivity of NAND Flash Memory Building Blocks", *IEEE Transactions on Nuclear Science*, vol.56, no.4, Aug. 2009, pp.1909-1913
- [16] M. Bagatin, S. Gerardin, G. Cellere, A. Paccagnella, A. Visconti, M. Bonanomi, S. Beltrami, "Error Instability in Floating Gate Flash Memories Exposed to TID", *IEEE Transaction on Nuclear Science*, in stampa



- [17] F. Irom, D.N. Nguyen, M. Bagatin, G. Cellere, S. Gerardin, A. Paccagnella, “Catastrophic Failure in Highly Scaled Commercial Nonvolatile Flash Memories”, *IEEE Transaction on Nuclear Science*, in stampa

Capitolo di libro in pubblicazione:

- o M. Bagatin, G. Cellere, S. Gerardin, A. Paccagnella, “Ionizing Radiation Effects on NAND Flash Memories”, *Springer-Verlag*, in stampa

Awards:

- o Outstanding Student Paper Award:
M. Bagatin, S. Gerardin, G. Cellere, A. Paccagnella, A. Visconti, S. Beltrami, R. Harboe-Sørensen, A. Virtanen, “Key Contributions to the Cross Section of NAND Flash Memories Irradiated with Heavy Ions” *IEEE NSREC 2008*, Tucson (USA) , luglio 2008
- o Award for the Best Student Presentation:
M. Bagatin, G. Cellere, S. Gerardin, A. Paccagnella, A. Visconti, S. Beltrami, “TID Sensitivity of NAND Flash Memory Building Blocks” *IEEE RADECS 2008*, Jyväskylä, Finland, settembre 2008
- o NPPS Phelps Award:
Paul Phelps Continuing Education Award 2009, IEEE Nuclear and Plasma Sciences Society
- o Outstanding Student Paper Award:
M. Bagatin, S. Gerardin, G. Cellere, A. Paccagnella, A. Visconti, M. Bonanomi, S. Beltrami, “Error Instability in Floating Gate Flash Memories Exposed to TID”, *IEEE NSREC 2009*, Quebec City, Canada, luglio 2009.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato la dott.ssa **Marta Bagatin** 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 Bertasi** nell'ambito del XXII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Negli anni accademici 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 il dott. **Paolo Bertasi** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXII ciclo, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

1 Didattica

1.1 Didattica attiva

2007 Ho svolto attività di tutor per la teledidattica, a Padova, per il corso di Reti di Calcolatori del Prof. E. Peserico, per un totale di 50 ore.

2008 Ho svolto attività di tutor per la teledidattica, a Treviso, per il corso di Reti di Calcolatori della Prof.ssa C. Guerra, per un totale di 54 ore.

2009 Sto svolgendo come tutor junior assistenza al laboratorio di Reti di Calcolatori del Prof. E. Peserico, per un totale di 50 ore.

1.2 Conferenze e Workshop Internazionali

CISIS-2007 First International Conference on Complex, Intelligent and Software Intensive Systems, April 10 - 13, 2007 - Vienna, Austria.

ScalPerf'07 Scalable Approaches to High Performance and High Productivity Computing, September 02 - 06, 2007 - Bertinoro (Forlì-Cesena), Italy

AEOLUS SP6 AEOLUS technical meeting on SP6, June 26 - 27, 2008 - Rome, Italy.

ISPCS 2009 International IEEE Symposium on Precision Clock Synchronization for Measurement, Control and Communication 2009, October 12 - 16, 2009, University of Brescia, Brescia, Italy.

1.3 Scuole

AESS Aeolus School on Security of Global Computers: Challenges and Approaches September 18 - 20, 2007 - Salerno, Italy

SRA School on Randomized Algorithms, February 4 - 8, 2008 - Pisa, Italy.

1.4 Corsi della scuola di dottorato

- _ Distributed Applications and Protocols.
- _ Applied Linear Algebra.
- _ Functional Analysis.
- _ Statistical Methods.

1.5 Seminari

T. Funato Biology-based Controller via Structural Transition of Nonlinear Oscillator Network.

P. Casari On Cross-Layer Design of MIMO Ad Hoc Networks.

A. Panconesi Searching Nearest Neighbours Through Cluster Pruning.

E. Upfal The Multi-Armed Bandit Meets the Web Surfer.

C. Bennet Quantum Information and the Forgetfulness of Nature.

E. Upfal The Hiring Problem and the Stochastic Performance of "Lake Wobegon" Strategies.



M. Bianco STAPL: A High Productivity Programming Infrastructure for Parallel Computing.
A. Bertoldo FEMS: un solutore parallelo per applicazioni agli Elementi Finiti.
R. Glauber A Century of Light Quanta.
F. Gioachin Debugging Large Scale Applications with Virtualization.
U. Bardi Crescita e collasso di sistemi economici e sociali complessi.

2 Ricerca

2.1 Titolo della tesi

PARIPARI: DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A RESILIENT MULTI-PURPOSE
PEER-TO-PEER NETWORK.

2.2 Advisor

ENOCH PESERICO STECCHINI NEGRI DE SALVI

2.3 Sommario

Nel corso di questo triennio mi sono impegnato soprattutto nel campo delle reti peer-to-peer. In particolare, ho continuato a gestire il progetto PariPari. Questo progetto che attualmente impegna una sessantina di studenti, in massima parte della facoltà di Ingegneria, ha coinvolto quasi una centinaia di laureandi. Parallelamente, grazie alla partecipazione al progetto europeo AEOLUS (Algorithmic Principles for Building Efficient Overlay Computers), ho potuto approfondire i problemi inerenti alla scrittura di microbenchmark relativi alle gerarchie di memoria e alla progettazione di allocatori distribuiti. Questa seconda linea di ricerca mi ha anche permesso di acquisire competenze sfruttabili nello sviluppo di PariPari e di collaborare alla progettazione di pSort: una libreria per sorting esterno.

Nelle prossime sezioni, illustrerò brevemente quanto finora accennato.

2.3.1 PariPari

PariPari è una piattaforma p2p in sviluppo al DEI molto diversa da altre ben note applicazioni p2p come eMule, Skype o Azureus. Infatti, è disegnata per essere multifunzionale ed estensibile e in grado di offrire già da subito diverse applicazioni (come ad esempio file sharing, backup distribuito, instant messaging, web server . . .) in un ambiente di lavoro integrato. Inoltre, PariPari fornisce un insieme di API utili agli sviluppatori terzi per scrivere le loro applicazioni.

PariPari offre, quindi, un gran numero di servizi eterogenei e la possibilità di estendere la piattaforma, in futuro, con applicazioni non ancora definite. Per produrre questi due risultati, la progettazione di PariPari ha dovuto affrontare diverse interessanti sfide tra cui un uso efficiente di Java, la possibilità di coordinare diversi servizi e la studio di nuovi algoritmi per DHT.

Caratteristiche peculiari di tale rete sono la sicurezza, l'estensibilità e la semplicità. Sicurezza PariPari è sicura perché permette ai nodi (e agli utenti che li utilizzano) di comunicare tra loro garantendo la loro privacy. Più precisamente le comunicazioni possono essere crittografate e nascondere l'identità di mittente e/o destinatario.

PariPari è anche robusta, grazie a un sistema transitivo di crediti, che regola le interazioni tra i nodi e tra i plug-in di un unico nodo. In questo modo eventuali



comportamenti scorretti vengono isolati facilmente.

Estensibilità L'architettura modulare (a plug-in) di PariPari determina la sua estensibilità. Stiamo infatti lavorando a un insieme minimo di funzionalità da offrire ma, ogni qualvolta si renderà necessario, sarà possibile, in maniera semplice, aggiungere nuovi plug-in. I plug-in, grazie a questo tipo di progettazione e allo sforzo profuso nella documentazione possono venire scritti anche da terze parti. **Semplicità** PariPari si propone di essere semplice per l'utente finale, grazie all'uso della tecnologia Java Web Start e per lo sviluppatore indipendente. L'utente finale infatti potrà usare PariPari senza doversi preoccupare di scaricare, installare, configurare l'applicazione e potrà contare, anche se inconsapevolmente, sulla totale adesione agli standard già esistenti. In questo modo, sarà possibile per chiunque sfruttare i servizi messi a disposizione dalla rete anche non facendone parte, usando applicazioni già conosciute. Ad esempio sarà possibile consultare pagine web mantenute sulla rete con un normale browser come Firefox o chattare su server distribuiti con Mirc.

Lo sviluppatore inoltre potrà sempre scrivere il proprio plug-in contando su una struttura ad interfacce che permette comunicazioni semplici ed evita di riscrivere parti comuni a tutti i plug-in. Ogni nuovo plug-in non avrà quindi bisogno di gestire ex novo le comunicazioni, gli accessi al disco e altre operazioni caratteristiche di una rete peer-to-peer.

La chiave del successo dello sviluppo di PariPari è sicuramente la gestione del gruppo. Negli ultimi tre anni, più di un centinaio di studenti hanno lavorato allo sviluppo di PariPari. Per coordinare tanti contributi abbiamo adottato tecniche tipiche dell'ingegneria del software come l'eXtreme Programming e il Test Driven Development. Questi paradigmi, tuttavia, hanno subito pesanti modifiche per essere adattati al nostro gruppo di sviluppatori dalle peculiari caratteristiche: gli studenti, sebbene motivati, non hanno né il rendimento né la preparazione di un professionista. La gestione è stata complessa ma estremamente appagante ed ha prodotto molti interessanti spunti che possono essere studiati ed applicati ad altri progetti che coinvolgono molti sviluppatori non professionisti con alto turnover. Un primo riconoscimento al nostro lavoro è giunto con la pubblicazione di un articolo che descrive il funzionamento di un plug-in di PariPari. Più in particolare a ISPCS 2009 abbiamo mostrato come funziona in nostro modulo di sincronizzazione: PariSync.

2.3.2 AEOLUS

La conoscenza della topologia della rete è un requisito fondamentale per l'allocazione efficiente delle risorse. Potremmo definire topologia il modo in cui sono disposti, collegati ed equipaggiati i nodi presenti sulla rete. La mia ricerca per il progetto AEOLUS ha avuto come obiettivo la progettazione di sistemi per ottenere in modo efficiente questo tipo di informazioni in un ambiente distribuito. In particolare, ho studiato come misurare in un ambiente p2p potenza di calcolo, larghezza di banda, e latenza. Successivamente ho progettato, sotto la supervisione del prof. Pucci e del prof. Pietracaprina un tool capace di ottenere queste informazioni. Questa attività è culminata nella pubblicazione di un articolo a CISIS-2007 e di un journal paper su IJCIR.

2.3.3 pSort

pSort è un software per ordinamento su memoria esterna. È disponibile come eseguibile e come libreria. Permette di ordinare chiavi di dimensioni arbitrarie



contenute in stringhe di qualsiasi lunghezza. Non necessita di particolare hardware per dare ottime prestazioni infatti è risultato il vincitore, per due anni di seguito, alla più famosa gara internazionale del settore: PennySort. Un paper che descrive dettagliatamente il funzionamento di pSort è stato pubblicato a SEA 2009.

3 Pubblicazioni

3.1 Pubblicazioni Internazionali

_ P. Bertasi, M. Bianco, A. Pietracaprina, and G. Pucci. Obtaining Performance Measures through Microbenchmarking in a Peer-to-Peer Overlay Computer. In Proc. 1st International Workshop on P2P, Parallel, Grid and Internet Computing, 3PGIC-2007.

_ P. Bertasi, M. Bianco, A. Pietracaprina, and G. Pucci. Obtaining Performance Measures through Microbenchmarking in a Peer-to-Peer Overlay Computer. In Special issue International Journal of Computational Intelligence Research, IJCIR.

_ P. Bertasi, M. Bressan, E. Peserico. psort, yet another fast stable sorting software. In 8th International Symposium on Experimental Algorithms, SEA 2009.

_ P. Bertasi, M. Bonazza, N. Moretti, and E. Peserico. PariSync: Clock Synchronization in P2P Networks. In Proc. International IEEE Symposium on Precision Clock Synchronization for Measurement, Control and Communication, ISPCS 2009.

3.2 Technical Report

_ P. Bertasi, M. Bianco, A. Pietracaprina, and G. Pucci. Microbenchmarking software package: design report. Deliverable D3.2.2, EU Integrated Project (FP6) IST-015964, Algorithmic Principles for Building Efficient Overlay Computers.

3.3 Premi

2008 P. Bertasi, M. Bressan and E. Peserico. psort, yet another fast stable external sorting software.

WINNER OF PENNYSORT (INDY AND DAYTONA) SORT BENCHMARK.

2009 P. Bertasi, M. Bressan and E. Peserico. psort, yet another fast stable external sorting software.

WINNER OF PENNYSORT (INDY AND DAYTONA) SORT BENCHMARK.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Paolo Bertasi** 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 **Ermanna Conte** nell'ambito del XXII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Negli anni accademici 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 la dott.ssa **Ermanna Conte** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXII ciclo, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Parte 1 Didattica

Corsi seguiti:

- Integer Programming Methods for Design and Management of Telecommunications Networks (DEI040);
- Distributed Applications and Protocols I (DEI039);
- Applied linear algebra (DEI002);
- Applied Functional Analysis (DEI033).

Totale unità formative: 21.

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi:

- scuola estiva di Bressanone, Jul 2008;
- Emerging Topic Workshop, Bressanone, July 2008, dove ho presentato il lavoro:
N. Benvenuto, E. Conte, S. Tomasin and M. Trivellato, "Channel Prediction and Quantization Methods for MIMO-BC with Limited Feedback" CNIT Emerging Topic Workshop, Bressanone, July 2008.
- scuola estiva di Bressanone, Jul 2009.

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi:

Primo anno:

- Distinguished lecture 13 marzo ore 15.30: "Human Activity Recognition", Prof. J. K. Aggarwal, Cullen Professor, Department of Electrical and Computer Engineering, University of Texas at Austin;
- Distinguished lecture 18 aprile ore 14.30: "At the Forefront of Modern Telecommunications" Prof. Anthony Acampora, Dept of Electrical and Computer Engineering University of California, San Diego;
- "Optimization problems in planning and managing Wireless Mesh Networks" Prof Federico Malucelli Dipartimento di Elettronica e Informazione del Politecnico di Milano, 11 giugno ore 16 DEI/G; ;
- "Integer programming models for broadcasting networks planning" Prof Carlo Mannino, Dipartimento di Informatica e Sistemistica, Università di Roma "La Sapienza" e Proff Fabrizio Rossi e Stefano Smriglio, Dipartimento di Informatica, Università di L'Aquila, 12 giugno ore 11 DEI/G; ;
- Corso su FPGA, tenuto da Donna Maurizio, Xilinx, 14-15 giugno ;
- Distinguished lecture 21 giugno 2007 ore 15.00: "Optimistic Parallelization using the Galois System", Prof. Keshav Pingali, University of Texas, Austin;



- Distinguished lecture 18 ottobre 2007 ore 15.00: "From wireless networks to sensor networks and onward to networked embedded control" Prof. P.R. Kumar University Illinois Urbana-Champaign;
- Distinguished lecture 22 ottobre 2007 ore 15.00: "Quantum Information and the Forgetfulness of Nature", Prof. Charles H. Bennett (IBM Research, Yorktown Heights)
- convegno "Digital: mito o realtà?", 24 ottobre 2007
- workshop Toni Mian, 26 ottobre 2007.

Secondo anno:

- - "Radiation Effects and Soft Errors in Advanced Technologies", Ron Schrimpf, 17/3/2008 h 14.30;
- "Next Generation Network" Prof. Mitsuji Matsumoto, 09/07/2008

Terzo anno:

- Seminari interni in Philips Research;
- "Network Code Design for Two-hop Wireless Networks with a Relay and Constrained Resources," Prof. Farshad Lahouti, University of Tehran, Jun 22, 2009;
- Giornata Toni Mian, Fondazione Bruno Kessler, Trento, Nov 6 2009.

Partecipazione a Conferenze Internazionali:

- Personal, Indoor and Mobile Radio Communications Symposium 2008 (PIMRC'08), Cannes, France, Sept. 2008;
- International Symposium on Bioelectronics and Bioinformatics (ISBB2009), Melbourne, Australia, Dec. 2009.

Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

- tutor junior: 50 ore di laboratorio al corso di comunicazioni con mezzi mobili aa 2007/08, e 50 ore di esercizi per il corso di matematica A, area industriale, aa 2007/08

Permanenza all'estero

Dal 1 ottobre 2008 al 31 maggio 2009 in Philips Research, Eindhoven, the Netherlands.

Parte 2 Ricerca

Titolo definitivo della tesi:

Multiuser MIMO-BC system with limited feedback and Remote sensing of vital signs

Nome del supervisore: Dr. Stefano Tomasin.



Come suggerisce il titolo della mia tesi di dottorato, l'attività di ricerca condotta in questo triennio è divisa in due parti principali. La prima riguarda l'argomento di ricerca che ho seguito sin dall'inizio del mio dottorato sui sistemi di downlink Multiuser MIMO con feedback limitato; è parte di un ampio filone di ricerca finalizzato alla progettazione della quarta generazione di sistemi cellulari, e più in generale di futuri sistemi di comunicazioni wireless con terminali mobili.

In particolare, i miei studi si sono concentrati sui sistemi cellulari in cui le base station sono provviste di antenne multiple; la presenza di più antenne alla base station fornisce dei gradi di libertà nelle comunicazioni di downlink, ovvero nelle comunicazioni dalla base station ai terminali mobili, che possono essere utilizzati per servire più di un utente simultaneamente e ottenere un rate più elevato rispetto al caso singola antenna. A tal fine è però necessario fornire alla base station la conoscenza dei canali di downlink per ciascuno degli utenti che intende servire; tanto più fine è la stima del canale in possesso della base station, tanto maggiore è il rate raggiungibile in questo schema di downlink. La progettazione di strategie di feedback, con cui i terminali trasmettono su un canale dedicato informazioni sul canale di downlink alla base station è quindi un aspetto di grande interesse, essendo il canale di feedback a rate limitato (dell'ordine di qualche bit/simbolo). In particolare, mi sono occupata della scelta del quantizzatore e delle strategie di feedback che tenessero conto della correlazione temporale del canale.

All'inizio del triennio (gennaio 2007) la maggior parte delle analisi teorica era stata sviluppata; di conseguenza, il mio lavoro è incentrato sull'ottimizzazione dei parametri del sistema, tenendo conto delle limitate risorse disponibili in uno scenario realistico.

I contributi principali riguardano la progettazione del canale di feedback a rate limitato e algoritmi di scheduling subottimali a bassa complessità, sia per sistemi single carrier [3,4] che in uno scenario OFDM [1,2,5].

In particolare, i contributi riguardanti la progettazione del canale di feedback a rate limitato traggono vantaggio dalla correlazione temporale del canale, utilizzando sistemi di quantizzazione con memoria.

È stato inoltre proposto un algoritmo di scheduling a bassa complessità, e si sono studiate le prestazioni in confronto con i principali algoritmi presenti in letteratura.

Tale confronto evidenzia che a parità di condizioni, l'algoritmo da noi proposto è caratterizzato da prestazioni analoghe alle altre soluzioni e molto vicine all'ottimo, sia in termini di throughput che di outage throughput, ma con una minor complessità. La seconda e più recente parte della tesi affronta l'argomento della stima di segnali vitali, ovvero la respirazione e il battito cardiaco, attraverso un sistema remoto, dove non c'è contatto tra il sensore ed il target a distanza. Questo argomento è stato affrontato, in collaborazione con Philips Research, Eindhoven (NL), dove sono stata come Visiting Student da ottobre 2008 a maggio 2009. Abbiamo studiato la tecnologia ultra wide band per il rilevamento remoto dei segni vitali, con il vincolo di rispettare i limiti di potenza imposti dalla legislazione vigente. Lo studio è stato condotto sia analiticamente, che tramite simulazioni, ed infine attraverso l'allestimento di una demo e la raccolta di risultati sperimentali.

In particolare, abbiamo proposto un modello generico per il segnale ricevuto e descritto analiticamente la modulazione che i segnali vitali operano sui principali parametri del segnale ricevuto [7].

Sulla base di questo modello, abbiamo studiato le tecniche di rilevazione del respiro e del cuore periodi di battere; in particolare, abbiamo proposto un metodo di stima del periodo a bassa complessità, che migliora le prestazioni di altre soluzioni proposte in letteratura, sia in termini di errore quadratico medio che di complessità richiesta [6].

Questo argomento di ricerca è attualmente in corso, in collaborazione con Philips Research, ed un ulteriore contributo sarà prossimamente proposto e inserito nella tesi.

A margine di questi due filoni di ricerca principali, mi sono occupata per brevi periodi di altri argomenti, come la sincronizzazione per sistemi OFDM e scheduling per comunicazioni sottomarine.



Parte 3 Pubblicazioni

lavori presentati a convegni internazionali:

- E. Conte, S. Tomasin and N. Benvenuto, "[Scheduling Strategies for Multiuser MIMO OFDM Systems with Limited Feedback](#)," in Proc. *PIMRC'09*, Cannes, France, Sept. 2008.
- N. Benvenuto, E. Conte, S. Tomasin, and M. Trivellato, "[Low-rate Predictive Feedback for the OFDM MIMO Broadcast Channel](#)," in Proc. *TIWDC'07*, Napoli, Italy, Sept. 2007.
- N. Benvenuto, E. Conte, S. Tomasin, and M. Trivellato, "[Predictive Channel Quantization and Beamformer Design for MIMO-BC with Limited Feedback](#)," in Proc. *IEEE GLOBECOM'07*, Washington, USA, Nov. 2007.
- 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.

lavori accettati per pubblicazione su riviste:

- E. Conte, S. Tomasin, and N. Benvenuto, "A Simplified Greedy Algorithm for Joint Scheduling and Beamforming in Multiuser MIMO OFDM," to appear in *IEEE Communications Letters*, 2009.

lavori accettati per pubblicazione su convegni internazionali:

- E. Conte, A. Filippi and S. Tomasin, "Heart Rate Estimation Using Ultra Wide Band Pulse Radar," in Proc. *BioMed2010*, Innsbruck, Austria, Feb. 2010.
- E. Conte, A. Filippi and S. Tomasin, "On the Modulation of Ultra Wide Band Pulse Radar Signal by Target Vital Signs," in Proc. *International Symposium on Bioelectronics and Bioinformatics (ISBB2009)*, Melbourne, Australia, Dec. 2009.

lavori sottomessi per pubblicazione su riviste:

- E. Conte, S. Tomasin, and N. Benvenuto, "A Comparison of Scheduling Strategies for MIMO Broadcast Channel with Limited Feedback on OFDM Systems" submitted to *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato la dott.ssa **Ermanna Conte** 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 **Paola Contessa** nell'ambito del XXII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Bioingegneria

Negli anni accademici 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 la dott.ssa **Paola Contessa** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXII ciclo, Indirizzo Bioingegneria

PARTE 1 – DIDATTICA

A) Corsi seguiti

- Applied Linear Algebra. **Docente: Prof. Tobias Damm. Comune, 16 ore 4 crediti.**
- Identification techniques. **Docente: Prof. Alessandro Chiuso. Specifico, 20 ore 5 crediti.**
- Pollution and Prevention. **Docente: Prof. Giovanni Battista Bartolucci. Interindirizzo, 8 ore 2 crediti.**
- Bioelectromagnetics. **Docente: Prof. Tullio A. Minelli. Interindirizzo, 12 ore 3 crediti.**
- Applied functional analysis. **Docente: Prof. Paolo Ciatti. Comune, 28 ore 7 crediti.**

B) Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi

- XXVI Scuola Nazionale Annuale di Bioingegneria: **“Genomica e proteomica Computazionale”, Bressanone, 24-28 Settembre 2007.**

C) Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

- **Colloquia e Distinguished Lectures** al Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione.
- **International Workshop on Motor Learning in Stroke Recovery**, Università Campus Bio-medico, Roma, 19-20 Marzo 2007.
- **Workshop “Non invasive emg in Health and Disease”**, LISIN (Laboratorio di Ingegneria del Sistema Neuromuscolare), Politecnico di Torino, Torino, 31 ottobre 2007.
- **Bioday, incontro organizzato dal gruppo di Bioingegneria sulla ricerca svolta nel settore “Imaging Biomedico”, 2 Novembre 2009.**
- **Bioday, incontro organizzato dal gruppo di Bioingegneria sulla ricerca svolta nel settore “Modeling of Physiological System”, 16 Novembre 2009.**

D) Partecipazione a Conferenze Nazionali

- **VIII Congresso Nazionale SIAMOC (Società Italiana di Analisi del Movimento in Clinica, Centro Incontri della Provincia, Cuneo, 24-27 Ottobre 2007.**

E) Partecipazione a Conferenze Internazionali



- 13th Annual Gait and Clinical Movement Analysis Society (GCMAS), **Richmond, Virginia, USA, 2-5 Aprile 2008.**
- 14th Annual Gait and Clinical Movement Analysis Society (GCMAS) Meeting, **Denver, Colorado, USA, 10-13 Marzo 2009.**
- Neuroscience 2009 (SfN), **Chicago, Illinois, USA, 17-21 Ottobre 2009.**

F) Tesi di laurea supervisionate

- **2008: correlatrice di una tesi di laurea specialistica in Scienze Motorie, Università degli studi di Padova.**

G) Permanenza all'estero

- **Marzo 2008 - Agosto 2008: Neuromuscular Research Center, Boston University, Boston, MA, USA, sotto la supervisione del prof. Carlo J. De Luca.**
- **Ottobre 2008 – Settembre 2009: Neuromuscular Research Center, Boston University, Boston, MA, USA, sotto la supervisione del prof. Carlo J. De Luca.**

PARTE 2 – RICERCA

1- Modello di forza muscolare

Scopo del progetto (sviluppato al Neuromuscular Research Center, Boston University, USA) era quello di creare un modello della generazione di forza muscolare che fosse in grado di descrivere i meccanismi attraverso cui il Sistema nervoso Centrale e Periferico controllano le unità motorie (MUs) allo scopo di produrre una determinata forza. In modo particolare, si voleva creare un nuovo modello che, a differenza di quelli già esistenti in letteratura, si basasse sul concetto di Common Drive (eccitazione comune a tutte le MUs e comportamento oscillatorio a 0.8 Hz), che simulasse il cambiamento nel tempo delle proprietà meccaniche del muscolo con il fenomeno della fatica muscolare e che introducesse una retroazione per simulare contrazioni con feedback di forza.

Una prima parte del lavoro ha riguardato lo studio delle proprietà elettriche e meccaniche delle MUs in condizioni di affaticamento, durante l'esecuzione di contrazioni isometriche (con il muscolo Vasto Laterale del quadricipite) al 20% della forza massima di contrazione volontaria (MVC) e mantenute il più a lungo possibile. Si è potuto osservare come la forza muscolare diventi più irregolare con l'affaticamento e come questo aumento nella variabilità sia probabilmente collegato ad un numero maggiore di unità motorie attive e ad un aumentato livello di common drive. Al contrario, la sincronizzazione e la variabilità nella frequenza di scarica delle unità motorie non sembrano collegate alle modifiche riscontrate nella forza. Questo studio preliminare è stato molto importante sia per approfondire i meccanismi alla base della



produzione di forza muscolare durante l'affaticamento, sia in quanto ha fornito dati utili per testare il comportamento del modello di forza nella simulazione di contrazioni muscolari prolungate.

Al termine di questo progetto preliminare è quindi cominciato lo sviluppo di un modello fisiologico della produzione di forza muscolare, che simulasse sia le proprietà elettriche che le proprietà meccaniche del muscolo e includesse nuove recenti scoperte sul comportamento delle unità motorie. Una parte consistente del lavoro ha riguardato lo studio e la modellazione della relazione esistente tra il livello di eccitazione che viene ricevuto a livello dei motoneuroni e la risultante frequenza di scarica delle unità motorie attivate. A questo scopo, sono stati effettuati esperimenti su sei soggetti e, per ciascun soggetto, su tre diversi muscoli: il Vasto Laterale del quadricipite, il Primo Interosseo Dorsale della mano e il Bicipite del braccio. I partecipanti dovevano contrarre i muscoli in maniera isometrica seguendo una traiettoria visualizzata su uno schermo in cui la forza veniva fatta aumentare linearmente da zero fino al livello massimo a diverse velocità. I segnali EMG acquisiti sono stati decomposti nei vari treni contenenti tutte le scariche delle diverse unità motorie attive, sono stati analizzati diversi parametri relativi al comportamento delle unità motorie, e si è potuta ricavare una semplice equazione per legare la frequenza di scarica delle unità motorie all'eccitazione ricevuta dai motoneuroni. Successivamente, si è passati al modello meccanico per la produzione effettiva di forza. Il risultato meccanico di un impulso elettrico, ovvero la risposta meccanica della fibra muscolare ad una singola scarica, viene indicato con il termine "twitch". Si sono quindi generati i diversi twitch caratteristici delle diverse unità motorie e la loro dipendenza temporale, grazie a informazioni ricavate dalla letteratura e grazie ad alcuni esperimenti precedentemente svolti sui muscoli Vasto Laterale e Primo Dorsale Interosseo. Sono state inserite nel modello anche altre caratteristiche della generazione di forza, quali il rumore nella frequenza di scarica delle varie unità motorie e le oscillazioni comuni tipiche del comportamento di tutte le unità. E' stata inoltre inserita una retroazione per permettere la simulazione di contrazioni sostenute ad un determinato target di forza. Il modello è stato sviluppato interamente in Matlab 7.1 e Simulink. La fase di simulazione è stata incentrata sull'analisi di contrazioni muscolari sostenute ad un livello di forza costante pari al 20% MVC (come da esperimenti precedentemente effettuati) nel muscolo Vasto Laterale e Primo Dorsale Interosseo. Il modello ha dimostrato di essere in grado di riprodurre fedelmente alcune caratteristiche sperimentalmente osservate, quali l'aumento delle oscillazioni della forza e del numero di unità motorie attivate col tempo di contrazione e l'accoppiamento tra modifiche nel comportamento meccanico ed elettrico delle MUs durante contrazioni prolungate nel tempo. Il modello si è rivelato quindi uno strumento utile allo scopo di modellare in maniera accurata e fisiologica il processo di produzione della forza muscolare.

2- Analisi del cammino in pazienti con emiparesi post-ictus

All'interno del laboratorio di Bioingegneria del Movimento, è stato avviato nel 2007 un progetto finalizzato allo studio della deambulazione di soggetti colpiti da emiparesi post-ictus e valutazione



dell'efficacia di un ciclo di trattamento riabilitativo standard mediante gait analysis. A questo scopo, è nata una collaborazione con il Servizio di Riabilitazione (Dipartimento di Specialità Medico-Chirurgiche, Università-Azienda Ospedaliera di Padova). L'analisi del cammino, abbinata all'analisi EMG, si è rivelata un valido strumento per l'analisi delle alterazioni nella locomozione di questa categoria di pazienti.

3- Progetto piede diabetico.

Da diversi anni al Laboratorio di Bioingegneria del Movimento si porta avanti uno studio sul piede diabetico che si propone di investigare gli effetti della neuropatia periferica sul piede e sullo svolgimento del passo e di individuare un metodo di prevenzione della formazione delle ulcere nel piede del paziente diabetico. Mi sono inserita in questo progetto partecipando attivamente alle acquisizioni sui soggetti e all'analisi dati. In modo particolare, ho sviluppato un'interfaccia grafica in Matlab per gestire i segnali elettromiografici di superficie, utilizzabile in maniera semplice sia per l'analisi dei dati sia per l'osservazione e la diagnosi da parte dei medici. Il programma consente di visualizzare, elaborare, analizzare i segnali (particolari analisi di interesse, sia nel dominio del tempo che della frequenza) e visualizzare i risultati.

Titolo definitivo della tesi: **A muscle-force model with physiological bases.**

Nome del supervisore: **Prof. Claudio Cobelli**

PARTE 3 - PUBBLICAZIONI

A) *Elenco pubblicazioni su rivista internazionale*

- Motor unit control and force fluctuation during fatigue. **Contessa P, Adam A, and De Luca CJ. *Journal of Applied Physiology*, 107:235-243, 2009.**

B) *Elenco pubblicazioni su convegno internazionale*

- A model for muscle force with a physiological basis. **De Luca CJ, Contessa P. 22nd International Society of Biomechanics (ISB), Cape Town, Sud Africa, 5-9 Luglio 2009.**
- Control properties of motor units during fatiguing contractions: What causes the force to become unstable? **De Luca CJ, Contessa P, Adam A. International Workshop and Conference on Human Reflexes “Wiring and Firing of Motoneurons”, Izmir, Turchia, 11-15 Maggio 2009.**
- Assessment of diabetic neuromuscular disorder through surface EMG. **Sawacha Z, Venturin A, Guarnieri G, Contessa P, Spolar F, Ursino S, Avogaro A, Cobelli C. *Book of Abstracts of the 17th Annual Meeting***



of the Gait and Clinical Movement Analysis Society (GCMAS), Denver, Colorado, USA, 10-13 Marzo 2009.

- Automatic detection of postural sway characteristics in diabetics, post-stroke and ankylosing spondylitis based on cluster analysis. **Sawacha Z, Guiotto A, Carraro E, Guarnieri G, Contessa P, Masiero S, Avogaro A, Cobelli C. *Book of Abstracts* of the 19th International Society of Posture and Gait Research Conference (ISPGR), Bologna, Italia, 21-25 Giugno 2009.**
- Motor unit control and force fluctuation during fatigue. **Contessa P, Adam A, De Luca CJ. *Book of Abstracts* of the 39th Annual Meeting of the Society for Neuroscience (SfN), Chicago, USA, 17-21 October 2009.**
- Hemiparetic post stroke chronic patient: a case study. **Contessa P, Carraro E, Postal V, Masiero S, Donà G, Cobelli C. *Book of Abstracts* of the 17th Annual Meeting of the European Society of Movement Analysis for Adults and Children (ESMAC), Antalya, Turchia, 8-13 Settembre 2008.**
- Correlation between surface EMG and kinematics-kinetics-plantar pressure analysis of diabetic neuropathic foot. **Sawacha Z, Venturin A, Guarnieri G, Contessa P, Zanardo C, Ursino S, Centenaro S, Avogaro A, Cobelli C. *Book of Abstracts* of the 1st International Foot and Ankle Biomechanics Congress (i-FAB), Bologna, Italia, 4-6 Settembre 2008.**
- Surface EMG: a clinical tool in investigating diabetic neuropathy. **Sawacha Z, Venturin A, Guarnieri G, Contessa P, Scutari A, Zanardo C, Cristoferi G, Avogaro A, Cobelli C. *Book of Abstracts* of the 13th Annual Gait and Clinical Movement Analysis Society (GCMAS), Richmond, Virginia, USA, 2-5 Aprile 2008.**
- Foot deformities characterization through integrated kinematic, kinetics and plantar pressure analysis in neuropathic patients. **Sawacha Z, Guarnieri G, Contessa P, Cristoferi G, Avogaro A, Cobelli C. *Book of Abstracts* of the 13th Annual Gait and Clinical Movement Analysis Society (GCMAS), Richmond, Virginia, USA, 2-5 Aprile 2008.**

C) *Elenco pubblicazioni su convegno nazionale*

- L'analisi EMG di superficie può giocare un ruolo predittivo per la diagnosi di neuropatia diabetica? **Sawacha Z, Guarnieri G, Venturin A, Contessa P, Ursino S, Zanardo C, Spolar F, Avogaro A, Cobelli C. *Book of Abstracts*, 9° Congresso della Società Italiana di Analisi del Movimento in Clinica (SIAMOC), Potenza Picena (MC), 2-4 Ottobre 2008.**
- Gait Analysis in patients with post-stroke hemiparesis: a pilot study. **Contessa P, Carraro E, Postal V, Masiero S, Sawacha Z, Donà G, Cobelli C. 8° Congresso della Società Italiana di Analisi del Movimento in Clinica (SIAMOC), Cuneo, Italia, 24-27 Ottobre, 2007.**



- The role of surface emg in diabetic foot treatment. **Sawacha Z, Venturin A, Guarneri G, Contessa P, Scutari A, Zanardo C, Cristoferi G, Avogaro A, Cobelli C.** 8° Congresso della Società Italiana di Analisi del Movimento in Clinica (SIAMOC), Cuneo, Italia, 24–27 Ottobre, 2007.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato la dott.ssa **Paola Contessa** 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 **Alberto Corradin** nell'ambito del XXII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Bioingegneria

Negli anni accademici 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 il dott. **Alberto Corradin** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXII ciclo, Indirizzo Bioingegneria

Parte 1 Didattica

Corsi seguiti

- i. Applied linear algebra (DEI002)
- ii. Identification Techniques (DEI008)
- iii. Pattern Recognition and Machine Learning (DEI041)
- iv. Applied Functional Analysis (DEI033)
- v. Statistical Methods (DEI026)
- vi. Pollution and Prevention - 2008-2009 (DEI053)
- vii. Dose, effect, threshold - 2008-2009 (DEI048)
- viii. Deconvolution of Physiological Signals (DEI046)

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

Colluquia e Distinguished Lectures organizzati dal Dipartimento.

Partecipazione a Conferenze Nazionali

In qualità di primo autore di paper/abstract accettati e pubblicati nei proceedings della conferenza:

- i. Italian National Congress of Bioengineering. July 3-5, 2008. Pisa, Italy.

Partecipazione a Conferenze Internazionali

In qualità di primo autore di paper/abstract accettati e pubblicati nei proceedings della conferenza:

- i. Pacific Symposium on Biocomputing. January 4-10, 2010. The Big Island of Hawaii
- ii. The 10th International conference on systems Biology. August 30-September 4, 2009. Stanford, California.
- iii. ENFIN Symposium at the Functional Genomics & Disease Conference: Synergy of Experimental and Computational Research in Systems Biology. October 2-4, 2008. Innsbruck, Austria
- iv. European Conference of Computational Biology. September 22-26. Sardinia, Italy.
- v. ENFIN-DREAM Conference on Assessment of Computational Methods in Systems Biology. April 28-29, 2008. Madrid, Spain (invited speaker)

In qualità di co-autore di paper/abstract accettati e pubblicati nei proceedings della conferenza:

- i. Miltenyi Workshop 1 Dic. 2009, Bologna
- ii. The 21st International Workshop on Retroviral Pathogenesis, 13-17 Sett. 2009, Lucca.
- iii. The 14th ICHR: HTLV and Related Viruses. July 1-4, 2009. Salvador, Brazil.
- iv. HTLV European Research Network meeting. June 1-2, 2008. Bruges, Belgium.
- v. European Conference in Mathematical and Theoretical Biology. June 22-26, 2008. Edinburgh, Scotland.
- vi. ESF Functional Genomics Workshop 'Non-Coding RNAs: Computational Challenges and Applications'. April 2008. Antalya, Turkey.

Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

Permanenza all'estero

Stage



Parte 2 Ricerca

L'attività di ricerca si è sviluppata su più fronti: lo sviluppo ed analisi di un circuito genico virale, da un lato, l'individuazione di nuovi miRNAs, ovvero di sequenze brevi di RNA aventi ruolo nella regolazione cellulare, la cui scoperta è molto recente, dall'altro. Un terzo argomento concerne lo sviluppo di un modello matematico atto a spiegare, quantitativamente, la secrezione d'insulina da parte delle cellule β del pancreas a seguito di stimoli canonici; quest'ultimo si è concluso agli inizi del secondo anno di dottorato con pubblicazione su rivista scientifica internazionale.

Per quanto riguarda il primo argomento di ricerca, è stato sviluppato un modello matematico atto a descrivere la cinetica di geni e proteine del retrovirus HTLV-1. Questo retrovirus è endemico in ampie zone del globo (Giappone e Sudamerica in primis), e può causare malattie di tipo neurodegenerativo (TSP/HAM), o leucemie (ATLL); in particolare, in quest'ultimo caso la prospettiva di vita è di un paio d'anni al massimo. Fortunatamente, solo raramente il paziente infetto sviluppa malattia; infatti, la latenza del retrovirus può durare anche più di vent'anni. Questa durata sorprendentemente lunga spinge la ricerca alla comprensione dei meccanismi di attivazione virale connessi alla regolazione delle cinetiche di geni e proteine. Infatti, conoscere questi meccanismi potrebbe permettere di prolungare lo stato di latenza, salvando molte vite.

Partendo da un background biologico ben consolidato, è stato sviluppato un modello matematico (di equazioni differenziali) che esprime la cinetica di geni e proteine virali, la quale è caratterizzata dalla presenza di un feedback positivo e di uno negativo: il primo è dovuto alla transattivazione, ovvero all'incremento nella trascrizione virale causato dall'interazione del promotore virale con una proteina sintetizzata dal retrovirus stesso (Tax); il secondo al processo di splicing alternativo, indotto anch'esso da una proteina virale (Rex), che impedisce la sintesi di tax/rex a favore di altre geni, tradotti in proteine strutturali e utili alla costruzione di un nuovo retrovirus.

Siccome la presenza di questi due feedback è il presupposto necessario per la realizzazione di un noto circuito oscillatorio (relaxation oscillator) si è studiato il sistema deterministico e non lineare sviluppato per capire se i pattern di espressione di geni e proteine potessero presentare periodicità, che caratterizzano molti processi biologici. Una volta individuate (mediante analisi delle biforcazioni) le condizioni necessarie per ottenere moti oscillatori, si è proceduto alla verifica di queste dinamiche in presenza fenomeni stocastici dovuti alle interazioni tra molecole, che sono in quantità discrete mentre il sistema deterministico tratta quantità continue, mediante il ben noto algoritmo di Gillespie. Una quantità elevata di simulazioni, ciascuna corrispondente ad una singola cellula con i circuiti virali inseriti, ha evidenziato l'appiattimento dei pattern oscillatori causato dal casuale sfasamento delle oscillazioni nelle varie cellule e, di conseguenza, la necessità di operare a livello della singola cellula qualora si volesse misurare l'espressione di geni o proteine virali.

In alternativa ai moti periodici, il sistema deterministico cadrebbe in uno steady state; sempre mediante l'algoritmo di Gillespie, sono state rilevate delle importanti deviazioni stocastiche nell'espressione di geni e proteine, che potrebbero raggiungere livelli molto più elevati rispetto alla soluzione deterministica. Questi transienti di espressione elevata sono stati osservati sperimentalmente per la proteina Tat, che induce la transattivazione nel retrovirus HIV. Inoltre, recenti studi hanno dimostrato come la durata di questi transienti influenzi il passaggio del retrovirus dalla latenza all'attivazione (e quindi allo sviluppo della malattia) e sia legata alla forza della transattivazione, intesa come un aggregato di parametri caratterizzanti la cinetica di geni e proteine coinvolti nel feedback positivo, all'interno di un modello matematico di HIV.

Di conseguenza, si è voluto verificare se simili fenomeni potevano riproporsi anche per il retrovirus HTLV-1, limitandosi però ad uno studio *in silico* condotto utilizzando il modello matematico sviluppato in precedenza per effettuare uno studio analitico, e l'algoritmo di Gillespie quale surrogato della validazione biologica. Le due metodologie hanno fornito risultati concordanti evidenziando il fondamentale ruolo della costante di transattivazione, il parametro di sistema che pesa l'incremento nella trascrizione virale indotto dal feedback positivo, nel determinare il rapporto segnale-rumore (SNR), considerando l'espressione della proteina



transattivatrice Tax come segnale d'uscita del circuito virale, e di altri parametri, quali il rate di degradazione di Tax e il suo guadagno in traduzione, nell'influenzare la durata dei suoi transienti stocastici di elevata espressione. In particolare, da un lato, l'alterazione della costante di transattivazione permette di cambiare solo l'SNR, dall'altro, variando il guadagno in traduzione cambia la durata dei transienti (mentre l'SNR cambia in modo limitato). Tali osservazioni suggeriscono come sia possibile preparare opportuni esperimenti atti a osservare *in vitro* la percentuale di cellule infettate che mostrano attivazione del virus (o, viceversa, che rimangono latenti) variando in modo esclusivo o l'SNR o la durata dei transienti, e arrivando quindi a capire quale dei due fenomeni sia cruciale per l'attivazione virale.

A questi studi sono conseguiti tre articoli: il primo, pubblicato sui Proceedings di conferenza internazionale, concernente l'utilizzabilità del genoma di retrovirus HTLV-1 per la costruzione di un circuito sintetico psicatore per eucarioti (realizzato finora solo per i procarioti); il secondo, in corso d'opera, focalizzato sul ruolo della transattivazione indotta dalla proteina Tax, nell'attivazione del virus; il terzo, concernente la stima dei parametri del modello matematico del retrovirus mediante fit di dati di espressione di svariati geni virali, effettivamente misurata tramite un esperimento biologico ad hoc. Quest'ultimo manoscritto è pronto, ma si attende la pubblicazione biologica del gruppo di ricerca medico con cui collaboriamo, che renda pubblici i dati biologici fittati.

Il secondo argomento di ricerca ha riguardato l'individuazione di nuove sequenze di miRNA, che sono RNA più brevi dei ben noti RNA messaggeri e svolgono un'attività post-trascrizionale inibendo la traduzione di uno o più RNA messaggeri in proteina. Siccome la loro scoperta è molto recente, non tutti i miRNA esistenti in natura sono noti; di conseguenza, da parte della comunità scientifica medica è in corso il tentativo di identificarne il maggior numero possibile. Tuttavia, questo obiettivo non può essere raggiunto solo tramite procedure biologiche, ma necessita di tecnologie atte a identificare rapidamente una elevata quantità di sequenze estratte dal materiale biologico (pyrosequencing), e di tecniche bioinformatiche rivolte alla selezione di quelle aventi idonee dimensioni e caratteristiche. Tra queste, la formazione di una struttura secondaria a forcina, a seguito di chiusura delle basi azotate posizionate in adiacenza del miRNA sul genoma umano o murino, secondo la specie di provenienza della sequenza. Per l'effettuazione di tali operazioni, è stata realizzata una opportuna pipeline comprensiva anche del confronto delle sequenze trovate con vari database di sequenze brevi note, quali RNA ribosomiali, virali, mitocondriali, etc., di modo da escluderli *a priori*. Infatti, la struttura secondaria a forcina è condizione necessaria affinché una sequenza sia miRNA (secondo le attuali conoscenze), ma può caratterizzare anche altre sequenze brevi, di natura e funzione completamente diversa.

Il materiale biologico oggetto dello studio sono state le cellule T del sistema immunitario umano e murino mirando alla definizione di un "miRNoma" delle cellule T, ovvero una sorta di carta d'identità basata sui miRNA.

Completata la fase di identificazione di putativi nuovi miRNA, dato l'alto numero di sequenze e a seguito di un'analisi costi-benefici, si è optato per una "validazione di massa" tramite la costruzione (su nostra indicazione) di microarray custom da parte di una multinazionale del settore, anziché attraverso le usuali tecnologie (PCR), che avrebbero richiesto tempi più lunghi e costi maggiori. Questa validazione, attualmente in corso d'opera, sta fornendo risultati positivi confermando la presenza di buona parte dei miRNA putativi. Tuttavia, sono attualmente allo studio fenomeni di cross-ibridazione delle sonde atte a rilevare la presenza di ciascun singolo miRNA, che potrebbero indurre alla necessità di verificare comunque alcuni miRNA tramite PCR.

Entrambi gli argomenti di ricerca qui citati sono stati sviluppati in collaborazione con il dipartimento di Scienze Oncologiche e Chirurgiche dell'Università di Padova. Il secondo vede la partecipazione anche della Columbia University, che ha condotto uno studio parallelo, ma focalizzato sulle cellule B umane.

Titolo tesi: Modeling and analysis of a retroviral gene circuit

Supervisore: Claudio Cobelli

Parte 3 Pubblicazioni



Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

- i. An Ariadne's thread to the identification and annotation of noncoding RNAs in eukaryotes. Soldà G, Makunin IV, Sezerman OU, Corradin A, Corti G, Guffanti A. Brief Bioinform. 2009 Sep;10(5):475-89.
- ii. DNA copy number alterations correlate with survival of esophageal adenocarcinoma patients. Pasello G, Agata S, Bonaldi L, Corradin A, Montagna M, Zamarchi R, Parenti A, Cagol M, Zaninotto G, Ruol A, Ancona E, Amadori A, Saggiaro D. Mod Pathol. 2009 Jan;22(1):58-65.
- iii. A subcellular model of glucose-stimulated pancreatic insulin secretion. Pedersen MG, Corradin A, Toffolo GM, Cobelli C. Philos Transact A Math Phys Eng Sci. 2008 Oct 13;366(1880):3525-43.
- iv. The side population of ovarian cancer cells is a primary target of IFN-alpha antitumor effects. Moserle L, Indraccolo S, Ghisi M, Frasson C, Fortunato E, Canevari S, Miotti S, Tosello V, Zamarchi R, Corradin A, Minuzzo S, Rossi E, Basso G, Amadori A. Cancer Res. 2008 Jul 15;68(14):5658-68.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

Papers:

Retrovirus HTLV-1 gene circuit is a potential tunable oscillator for eukaryotes

Alberto Corradin¹, Barbara Di Camillo¹, Donna D'Agostino², Vincenzo Ciminale², Gianna Toffolo¹, Claudio Cobelli¹

¹ Department of Information Engineering, University of Padua, Italy;

² Department of Oncology and Surgical Sciences, University of Padua, Italy.

Pacific Symposium on Biocomputing. January 4-10, 2010. The Big Island of Hawaii (accepted).

Abstracts:

Retrovirus HTLV-1 gene circuit is a potential tunable oscillator for eukaryotes

Alberto Corradin¹, Barbara Di Camillo¹, Donna D'Agostino², Vincenzo Ciminale², Gianna Toffolo¹, Claudio Cobelli¹

¹ Department of Information Engineering, University of Padua, Italy;

² Department of Oncology and Surgical Sciences, University of Padua, Italy.

The 10th International conference on Systems Biology. August 30-September 4, 2009. Stanford, California.

Temporal regulation of htlv-1 expression following viral reactivation

Francesca Rende¹, Ilaria Cavallari¹, Micol Silic-Benussi¹, Alberto Corradin², Frederic Toulza³, Valerio W. Valeri^{4,5}, Luigi Chieco-Bianchi¹, Donna M. D'Agostino¹, Genoveffa Franchini^{4,5}, Charles R.M. Bangham³, and Vincenzo Ciminale¹

¹Department of Oncology and Surgical Sciences, University of Padova, Italy.

²Department of Information Engineering, University of Padova, Italy

³Department of Immunology, Imperial College, London, U.K.

⁴Viral Immunology Section, Neuroimmunology Branch, NINDS, NIH, Bethesda, MD

⁵Animal Models and Retroviral Vaccines Section, NCI, NIH, Bethesda, MD

Proceedings of the 14th ICHR: HTLV and Related Viruses. July 1-4, 2009. Salvador, Brazil.

A bistable motif in HTLV-1 retrovirus activation

Corradin A.¹, Rende F.², Di Camillo B.¹, D'Agostino D.M.², Toffolo G.M.¹, Bangham C.R.M.³, Cobelli C.¹, Ciminale V.²

¹ Department of Information Engineering, University of Padua, Italy

² Departments of Oncology and Surgical Science, University of Padua, Italy



³ Department of Immunology, Imperial College, London

Proceedings of the ENFIN Symposium at the Functional Genomics & Disease Conference: Synergy of Experimental and Computational Research in Systems Biology. October 2-4, 2008. Innsbruck, Austria.

Reverse engineering: role of network complexity and multi-experiment design in network reconstruction and hub detection

Corradin A., Di Camillo B., Toffolo G.M., Cobelli C.

Department of Information Engineering, University of Padua

Proceedings of the European Conference of Computational Biology. September 22-26. Sardinia, Italy.

Viral and cellular gene expression in HTLV-1 infection

Francesca Rende¹, Katia Ruggero¹, Alberto Corradin², Ilaria Cavallari¹, Micol Silic-Benussi¹, Frederic Toulza³, Luigi Chieco-Bianchi¹, Vincenzo Bronte¹, Genoveffa Franchini³, Charles R.M. Bangham⁴, Donna M. D'Agostino¹ and Vincenzo Ciminale¹

¹ Department of Oncology and Surgical Sciences

² Department of Information Engineering², University of Padua, Italy

³ Animal Models and Retroviral Vaccines Section, National Cancer Institute, NIH, Bethesda, MD

⁴ Department of Immunology, Imperial College, London, U.K.

Proceedings of the HTLV European Research Network meeting. June 1-2, 2008. Bruges, Belgium.

Modeling insulin secretion patterns - the threshold hypothesis revisited

Morten G. Pedersen, Alberto Corradin, Gianna M. Toffolo, Claudio Cobelli

Department of Information Engineering, University of Padua

Proceedings of the European Conference in Mathematical and Theoretical Biology. June 22-26, 2008. Edinburgh, Scotland.

In silico assessment of four reverse engineering algorithms: role of network complexity and multi-experiment design in network reconstruction and hub detection

Corradin A., Di Camillo B., Toffolo G.M., Cobelli C.

Department of Information Engineering, University of Padua

Proceedings of the ENFIN-DREAM Conference on Assessment of Computational Methods in Systems Biology. April 28-29, 2008. Madrid, Spain (invited speaker).

A genome-oriented bioinformatic analysis pipeline for detecting putative microRNAs from 454 large-scale sequencing experiments'

Guffanti A¹, Corti G¹, Bordoni R¹, Corradin A², Sonda N², D'Agostino D², Ciminale V², Ruggero K², Bronte V², De Bellis G¹.

¹ Institute of Biomedical Technologies, National Research Council, Milano, Italy

² Istituto Oncologico Veneto, University of Padua, Padua, Italy

Proceedings of the ESF Functional Genomics Workshop 'Non-Coding RNAs: Computational Challenges and Applications'. April 2008. Antalya, Turkey.

microRNAs in T-cells transformed by human T-cell leukemia virus type-1

Katia Ruggero¹, Vincenzo Ciminale^{1,2}, Paola Dalla Pria¹, Alberto Corradin³, Alessandro Guffanti^{4*}, Gianluca De Bellis⁴, Giorgio Corti⁴, Vincenzo Bronte², Donna M. D'Agostino^{1,2}

1. Department of Oncology and Surgical Sciences, University of Padova, Italy; 2. Istituto Oncologico Veneto-IRCCS, Padova, Italy; 3. Department of Information Engineering, University of Padova, Italy; 4. Institute of Biomedical Technologies, National Research Council, Milan, Italy; *AG's current address: GenomnIA srl, Lainate, Italy



Miltenyi Workshop 1 Dic. 2009, Bologna (poster)

Analysis of miCRORNA expression in T cells at different stages of maturation.

Ghisi M¹, Mukherjee S¹, Basso K⁵, Corradin A³, Guffanti A^{4*}, De Bellis G⁴, Corti G.⁴, Bordini R.⁴, Frasson C⁶, Bonanno L², Gerosa G⁷, Stellin G⁷, Bronte V², D'Agostino DM^{1,2}, Indraccolo S², Amadori A^{1,2} and Zanovello P^{1,2}.

1. Department of Oncology and Surgical Sciences, University of Padova, Italy; 2. Istituto Oncologico Veneto-IRCCS, Padova, Italy; 3. Department of Information Engineering, University of Padova, Italy; 4. Institute of Biomedical Technologies, National Research Council, Milan, Italy; *AG's current address: Genomnial srl, Lainate (MI), Italy; 5. Department of Cancer Genetics, Columbia University, New York, USA; 6. Department of Pediatrics, University of Padova, Italy; 7. Department of Cardiology, Thoracic and Vascular Sciences, University of Padova, Italy.

Miltenyi Workshop 1 Dic. 2009, Bologna (poster)

microRNAs in T-cell activation and transformation by human T-cell leukemia virus type-1

Katia Ruggero¹, Vincenzo Ciminale^{1,2}, Paola Dalla Pria¹, Alberto Corradin³, Alessandro Guffanti^{4*}, Gianluca De Bellis⁴, Giorgio Corti⁴, Vincenzo Bronte², Donna M. D'Agostino^{1,2}

1. Department of Oncology and Surgical Sciences, University of Padova, Padova (PD), Italy; 2. Istituto Oncologico Veneto-IRCCS, Padova (PD), Italy; 3. Department of Information Engineering, University of Padova, Padova (PD), Italy; 4. Institute of Biomedical Technologies, National Research Council, Milan (MI), Italy; *AG's current address: Genomnial srl, Lainate (MI), Italy

Proceedings of the 21st International Workshop on Retroviral Pathogenesis, 13-17 Sett. 2009, Lucca.

Elenco pubblicazioni su rivista nazionale

Elenco pubblicazioni su convegno nazionale

Abstracts:

A bistable motif in HTLV-1 retrovirus activation

Corradin A.¹⁺, Rende F.²⁺, Di Camillo B.¹, D'Agostino D.M.², Toffolo G.M.¹, Bangham C.R.M.³, Cobelli C.¹, Ciminale V.²

¹ Department of Information Engineering, University of Padua, Italy

² Departments of Oncology and Surgical Science, University of Padua, Italy

³ Department of Immunology, Imperial College, London

⁺ These authors contributed equally to this work.

Proceedings of the Italian National Congress of Bioengineering. July 3-5, 2008. Pisa, Italy.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Alberto Corradin** 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 **Simone Del Favero** nell'ambito del XXII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Negli anni accademici 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 il dott. **Simone Del Favero** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXII ciclo, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

1. Didattica

1.1. Corsi Seguiti

Ho seguito i seguenti corsi sostenendo e superando l'esame:

Primo anno

- Distributed Applications and Protocols I
Prof. A F. Harris 20 ore, 5 crediti
- Identification techniques
Prof. A. Chiuso 20 ore, 5 crediti
- Applied Linear Algebra
Prof. T. Damm 16 ore, 4 crediti
- Applied Functional Analysis
Prof. P. Ciatti 28 ore, 7 crediti

Secondo anno

- Spectral Analysis and the Theory of Moments,
Prof. T. T. Georgiou 20 ore, 5 crediti
- Monte Carlo Methods,
Prof. A. Chiuso 20 ore, 5 crediti

Maturando pertanto 31 crediti e sostenendo i 2 esami obbligatori, come specificato nel catalogo. Ho inoltre seguito i seguenti corsi senza sostenerne l'esame finale

Primo anno

- Statistical Methods
Prof. L. Finesso, 16 ore, 4 crediti
- Analysis and Design of Nonlinear Control Systems
Prof. L. Marconi 16 ore, 4 crediti
- Identificazione dei Modelli
(Corso di Laurea Specialistica) prof G.Picci
- Visione Computazionale
(Corso di Laurea Specialistica) prof R. Frezza

Secondo anno

- Probabilità
Prof. Paolo Dai Pra', 16 ore
- Numerical Linear Algebra: tools and methods
Prof. Claude Brezinski, 10 ore



Terzo anno

- Computation of Game and Market Equilibria,
Prof. Bruno Codenotti, 20 ore, 5 crediti

1.2. Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi

- **Scuola CIRA** (ex SIDRA, Società Italiana Docenti e Ricercatori in Automatica),
Bertinoro, 9-14 Luglio 2007
 - **Prima Sessione:** Identificazione di sistemi nonlineari
Coordinatore Organizzatori: Mario Milanese
Docenti Organizzatori: Simone Paoletti, Felice Andrea Pellegrino, Diego Regruto,
Michele Taragna, Carlo Novara.
 - **Seconda Sessione:** Networked Embedded Control: Controllo e Stima Coordinata
Multiagente.
Organizzatori: Antonio Bicchi e Sandro Zampieri
- **HYCON (HYbrid CONtrol) PhD School on Hybrid Systems** (Siena, 16-19 Luglio 2007)
Organizzatori: Alberto Bemporad e Maurice Heemels.
- **HYGEIA PhD School on Hybrid Systems Biology** (Siena 20 Luglio 2007)
Organizzatori: Giancarlo Ferrari Trecate e John Lygeros
- **Cooperative multi agent systems: distributed computation, estimation and control**
(Pisa, 3-7 dicembre 2007)
Organizzatori: Francesco Bullo, Fabio Fagnani, Sanjoy Mitter e Sandro Zampieri

1.3 Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

Ho seguito la maggior parte dei seminari proposti all'interno dei cicli **Distinguished Lecturer Series** proposti in questi 3 anni.

Ho partecipato anche ad un gran numero di seminari, conferenze e presentazioni che si sono svolte in questi tre anni al DEI ed al dipartimento di Matematica. Alcune di queste erano della serie "Colloquia".

Non elenco tutti i titoli per ragioni di brevità.

1.4 Partecipazione a Conferenze e Workshops

- **16th ERNSI Workshop on System Identification**
(Venezia, 1-3 Ottobre 2007)
Organizzatori: G. Picci, L. Gerencsér, Anders Lindquist.
- **International Conference on Modeling, Estimation and Control**
(Venezia, 4-5 Ottobre 2007)
Organizzatori: A. Chiuso, A. Ferrante, S. Pinzoni.
- Presenza ed esposizione del lavoro alla **Forty-Sixth Annual Allerton Conference on Communication, Control, and Computing**
September 23 - September 26, 2008 Allerton Retreat Center, Monticello, Illinois.
- **Convegno Nazionale SIDRA** (Società Italiana Docenti e Ricercatori Di Automatica)
2008 11-13 Settembre, Vicenza.
- **Feednetback Meeting 2009**



25-26/03/2009, Padova, Italy

- **FeedNetback Workshop 2009**,
23 Settembre 2009 enice, Italy
- **Partecipazione al Workshop NecSys 2009**,
24-26 Settembre 2009 Venice, Italy
- Presenza ed esposizione del lavoro **alla combined 48th IEEE Conference on Decision and Control and 28th Chinese Control Conference**, Shanghai 2009 December 16-18.

1.4 Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

- Primo trimestre (Ottobre 2008-Gennaio 2009) Assistente responsabile del laboratorio del corso di Segnali e Sistemi del prof A. Chiuso per Ingegneria Meccatronica presso la sede staccata di Vicenza.
- Secondo trimestre (Gennaio-Aprile 2008) assistente per il corso Laboratorio di Controlli I, del prof L. Schenato per Ingegneria dell'Automazione.

2. Ricerca

Supervisore: **Sandro Zampieri**

Titolo della Tesi: **Analysis and Development of Consensus-based Estimation Schemes.**

Grazie alla crescente disponibilità di sensori a basso costo diviene sempre più interessante e concreta la possibilità di utilizzare reti di tali sensori con funzioni di monitoraggio, stima, filtraggio e controllo. Nelle applicazioni di stima e di filtraggio distribuito si vuole evitare di dover rendere tutto il data-set disponibile a tutti i nodi, evitando così una fase di estensive comunicazioni di dati tra i nodi. Si vogliono piuttosto considerare algoritmi in cui ogni nodo gestisce solo il data-set da lui raccolto ed è autorizzato a scambiare informazione solo con i suoi vicini. In questo settore esistono molte problematiche aperte, sia dal punto di vista dello sviluppo di nuovi algoritmi che dal punto di vista dell'analisi delle soluzioni esistenti.

La mia ricerca si inserisce in questo settore ed i contributi del mio lavoro sono stati:

- **Sviluppo ed implementazione di algoritmi distribuiti per la calibrazione dei sensori in applicazioni di localizzazione e tracking.**

La localizzazione ed il tracking di un oggetto che si muove è una delle applicazioni più importanti delle reti di sensori. Una possibilità è quella di sfruttare l'intensità del segnale radio ricevuto dall'oggetto in movimento, che decresce esponenzialmente con la distanza tra il ricevitore e la sorgente, consentendo quindi di ricostruire una stima di tale distanza. La posizione assoluta dell'oggetto può poi essere determinata per triangolazione. Il nostro contributo è legato a due problemi connessi a questa applicazione. Il primo è che i parametri con cui si modella l'attenuazione del canale devono essere identificati sul campo poiché essi cambiano notevolmente a seconda dell'ambiente. Inoltre variazioni orarie o giornaliere dell'ambiente (variazioni nell'affollamento, arredamento ecc.) costringono a ripetere la procedura di identificazione, che deve pertanto essere effettuata in maniera distribuita. Si è proposto ed implementato pertanto un algoritmo per la stima ai minimi quadrati di parametri di



canale basato sul consensus e pertanto distribuito. Inoltre, dalla teoria del consensus esso eredita immediatamente risultati di convergenza e di analisi della velocità. Il secondo problema affrontato è il fatto che il chip radio che misura l'intensità del segnale ricevuto è afflitto da un forte offset. Si è quindi proposto un algoritmo di rimozione degli offset, anch'esso basato sul consensus. Tali algoritmi sono stati poi testati su dei dati sperimentali che ci sono stati forniti all'interno del progetto Cariparo.

- **Analisi di algoritmi randomizzati basati sul consensus per l'implementazione del filtro di Kalman distribuito.**

Un algoritmo di filtraggio distribuito proposto recentemente prevede una strategia a due fasi: la prima, locale, prevede l'aggiornamento della stima corrente con le informazioni provenienti dalla misura, tramite un update alla Kalman. La seconda prevede la fusione delle stime locali con alcuni passi di consensus. In questo articolo viene proposta un'analisi dell'algoritmo nel caso in cui le iterazioni di consensus siano tempo-invarianti. Questo tuttavia è un modello piuttosto grossolano delle comunicazioni in una rete di sensori, vero quando la distanza tra due misure è sufficientemente grande. Se invece le misure sono fitte allora è necessario considerare algoritmi di consensus randomizzati, che ben modellano l'attivarsi casuale di alcuni link di comunicazione, tipico delle reti di sensori. Il nostro contributo sta proprio nell'analizzare questo caso e fornire un upper-bound sulla varianza dell'errore di stima. Si mostra inoltre che il problema di ottimizzazione di trovare la probabilità d'attivazione dei link che minimizza detto upper-bound è convesso e pertanto intrinsecamente facile.

- **Formulazione di un risultato di algebra lineare utile nell'analisi di algoritmi lineari randomizzati**

La formulazione dell'upper-bound precedentemente menzionato è legato ad un risultato di linear algebra più generale che abbiamo provato.

- **Sviluppo ed analisi di un algoritmo per la stima distribuita di Gauss Markov random fields**

Gran parte della ricerca nel ramo della stima distribuita si è fino ad ora concentrata sul caso in cui tutti i sensori sono interessati a stimare una stessa quantità. Un altro tipo di problematica sorge nel caso in cui i sensori debbano stimare variabili tra loro diverse ma spazialmente correlate. E' chiaro che, in forza di questa correlazione, un sensore può sfruttare la misura rumorosa della variabile del suo vicino per migliorare la propria. Si consideri ad esempio il problema di stimare il profilo di temperatura in una stanza. Ogni sensore deve stimare la temperatura del punto in cui si trova traendo vantaggio dalla misura di temperatura effettuata in un punto vicino. In questa direzione si propone un algoritmo per lo smoothing distribuito e se ne conduce un'analisi, caratterizzando l'evoluzione dell'errore di stima.

3. Pubblicazioni

3.1 Pubblicazioni su rivista

Accettato: Consensus-based distributed sensor calibration and least-square parameter identification in WSNs.

Saverio Bolognani, Simone Del Favero, Luca Schenato, Damiano Varagnolo.



Submitted: A majorization inequality and its application to distributed Kalman filtering.
S. Del Favero. and S. Zampieri.
Submitted to Automatica

3.2 Pubblicazioni a convegno

Apparso: Distributed Sensor Calibration and Least-Square Parameter Identification in WSNs Using Consensus Algorithms.
Saverio Bolognani, Simone Del Favero, Luca Schenato, Damiano Varagnolo.
Forty-Sixth Annual Allerton Conference on Communication, Control, and Computing September 23 - September 26, 2008 Allerton Retreat Center, Monticello, Illinois

Apparso: A distributed solution to estimation problems in wireless sensor networks leveraging broadcast communication..
Simone Del Favero, Federico Librino, Michele Zorzi, Francesco Zorzi and Albert Harris III.
WONS 2009, The Sixth International Conference on Wireless On-demand Network Systems and Services, February 2-4, 2009. Snowbird, Utah, USA

Accettato: Distributed estimation through randomized gossip Kalman filter.
S. Del Favero and S. Zampieri.
Combined 48th IEEE Conference on Decision and Control and 28th Chinese Control Conference, Shanghai 2009 December 16-18.

3.3 Seminari di presentazione della propria attività di ricerca

- Presentazione al meeting del progetto Cariparo del lavoro:
Consensus-based distributed sensor calibration and least-square parameter identification in WSNs. Saverio Bolognani, Simone Del Favero, Luca Schenato, Damiano Varagnolo.
- Presentazione al Signet meeting del lavoro:
Distributed Solution to Estimation problems in Wireless Sensor Networks using Broadcast Communication among nodes. Simone Del Favero, Federico Librino, Michele Zorzi, Francesco Zorzi and Albert Harris III.
- Presentazione del lavoro al gruppo di Automatica.
A majorization inequality and its application to distributed Kalman filtering. S. Del Favero. and S. Zampieri

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Simone Del Favero** 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 **Emanuela Formaggio** nell'ambito del XXII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Bioingegneria

Negli anni accademici 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 la dott.ssa **Emanuela Formaggio** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXII ciclo, Indirizzo Bioingegneria

Parte 1 Didattica

Corsi seguiti

I ANNO

Numerical Models for Fields Analysis in Biological Beings (DEI010)

Applied linear algebra (DEI002)

Applied Functional Analysis (DEI033)

Statistical Methods (DEI026)

II ANNO

“Image Registration- 2D, 3D, Rigid and Deformable Scenes”, Verona 28 Aprile-2 Maggio 2008.

III ANNO

“Introduzione ad un ambiente per il calcolo scientifico”, Scuola di Dottorato di Scienze Ingegneria Medicina, Verona, 13-22 Gennaio 2009.

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi

I ANNO

Partecipazione alla XXVI scuola annuale “*Genomica e Proteomica computazionale*” del Gruppo Nazionale di Bioingegneria, Bressanone 24-28 settembre 2007.

III ANNO

Partecipazione alla XXVIII scuola annuale “*Bioingegneria per le neuroscienze cognitive*” del gruppo nazionale di Bioingegneria, Bressanone 7-11 settembre 2009.

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

I ANNO

- *Human Activity Recognition* (Prof. J.K. Aggarwal, Department of Electrical and Computer Engineering, University of Texas at Austin). Distinguished Lecturer, DEI.
- *Biology-based Controller via Structural Transition of Nonlinear Oscillator Network* (Dr. T. Funato, Tokyo Institute of Technology).
- *Robust Video Transmission using Distributed Source Coding* (S. Milani, DEI).
- *Codifica video scalabile: wavelets, codifica distribuita e soluzioni basate su H.264/AVC* (L.Cappellari, DEI).
- *High Resolution Electric Source Imaging in Epilepsy* (Prof. Christoph M. Michael, Functional Brain Mapping Laboratory Neurology Clinic, University Hospital and Dept. of Fundamental Neurosciences, University Medical School Geneva, Switzerland). Dipartimento di Neurochirurgia, Verona.

II ANNO



- Workshop internazionale: “*Dense Array EEG and Epilepsy*”, Policlinico G.B. Rossi, Verona 26 Gennaio 2008.
- *CyberRat, a Brain-Chip Interface for High-resolution Bi-directional Communication*. European Community Seventh Framework Program Bio-ICT Convergence. Istituto di Fisiologia, Padova; 12 Febbraio 2008.
- Giornata di studio sull'epilessia: *Le Epilessie Temporal, Processo diagnostico-terapeutico e nuovi criteri classificativi*. Policlinico G.B. Rossi, Verona 16 Febbraio 2008.
- *Introduzione alla Neuroeconomia*. Prof. Giorgio Corriceli, Università di Lione. Liceo Ginnasio "Scipione Maffei", Verona. Ciclo di conferenze: *Liberi di scegliere: realtà o illusione? Incontro con le neuroscienze*. Verona 27 Marzo 2008.
- 1° Workshop interdipartimentale “*Addiction & Neuroscience*”, Verona 10 Aprile 2008
- *Corso di aggiornamento in Neuroimmagini*, organizzato dalla SIN (Società Italiana di Neurologia), gruppo di studio Neuroimmagini. Crowne Plaza Hotel, Limena (PD), 11 Aprile 2008.
- Convegno “*Coregistration EEG-fMRI and Epilepsy*”, Policlinico G.B. Rossi, Verona 30 Maggio 2008.
- Seminario internazionale di ricerca: *Imaging studies in schizophrenia and bipolar disorder: The new frontiers of modern psychopathology*. Policlinico G.B. Rossi, Verona 20 Giugno 2008.
- *Nanotecnologie e Neuroscienze: applicazioni delle nanotecnologie al sistema nervoso*. Prof. Laura Ballerini, Università di Trieste. Istituti Biologici, Verona; 10 Luglio 2008.
- *Non invasive multichannel electromyography: applications in neurophysiology, ergonomics and gynecology*. Prof. Roberto Merletti, Laboratory for Eng.of the Neuromuscular System (LISiN), Politecnico di Torino. DEI. 17 Luglio 2008.
- *Diffusion MR image analysis: towards in-vivo global brain connectivity analysis*. Prof. Jean Philippe Thiran, Signal Processing Lab. (LTS5), School of Engineering (STI), Swiss Federal Institute of Technology (EPFL). Dipartimento di Informatica, Università di Verona; 22 Ottobre 2008.
- Conference Workshop: Brain Computer Interface durante International Conference on Simulation, Modeling and Programming for Autonomous Robots (SIMPAN 2008), Venezia, 4 Novembre 2008.

III ANNO

- *Metodologie single-trial per l'analisi di potenziali evocati durante task cognitivi*. Prof. Giovanni Sparacino, Costanza D'Avanzo, Elisabetta Pasqualotto, Filippo. Seminari di approfondimento scientifico 2009; Centro Interdipartimentale di Ricerca sulla Modellistica delle Alterazioni Neuropsichiche in Medicina Clinica (C.I.R.M.A.N.ME.C). DEI, 22 Gennaio 2009.
- *Il ruolo dell'elettrocorticografia nel mappaggio neurofisiologico intraoperatorio (limiti e vantaggi)*. Riccardo Budai, Dip. di Neuroscienze, Azienda Ospedaliera Universitaria S.M. della Misericordia, Udine. Ospedale Civile di Borgo Trento, Verona; 22 Aprile 2009.
- *Robustness in Biological Networks: From Genes to Cells to Systems*. Prof. Francis J. Doyle III, University of California, Santa Barbara. DEI, 7 Maggio 2009.
- *Incontro con Federico Faggin: Conferimento Laurea Honoris Causa. Tavola rotonda: La ripresa. Competitività, Ricerca e Innovazione*. Polo Zanolto, Università di Verona, 20 Maggio 2009.



- *Sistema motorio e linguaggio. Studi con stimolazione magnetica transcranica.* Dott. Emanuele Lo Gerfo, Laboratorio di neuropsicologia sperimentale, Fondazione “S. Lucia”, IRCSS, Roma. Istituti Biologici, Verona, 28 Maggio 2009.
- *Seminario sulla proprietà intellettuale.* Avv. F. Seno (Studio legale Seno & associati), Ing. M. Citron (Studio APTA), DEI, 5 Giugno 2009.
- *Coscienza e cervello.* Prof. Giovanni Berlucchi, Dipartimento di Scienze Neurologiche e della Visione, Università di Verona. Istituti Biologici, Verona, 8 Giugno 2009.
- *Quali nuove prospettive offre la co-registrazione TMS/EEG nelle neuroscienze cognitive.* Prof. Carlo Miniussi, Department of Biomedical Science and Biotechnologies Physiology Section, Faculty of Medicine, Università di Brescia, Cognitive Neuroscience Section, IRCSS “Centro San Giovanni di Dio (FBF)”. Istituti Biologici, Verona 10 giugno 2009.
- Lettura Magistrale: *"Intraoperative Neurophysiology in Modern Neurosurgery"*. Prof. Vedran Deletis (New York), Dipartimento di Neurochirurgia, Centro Marani, Università di Verona, 22 Luglio 2009.
- *Come si scrive un curriculum vitae.* Prof.ssa Bonacina Maria Pia, seminario metodologico della scuola di Dottorato di Scienze, Ingegneria e Medicina. Verona, 4 settembre 2009.
- *Detection of axonal damage and plasticity during epileptogenesis with MRI.* Prof. Asla Pitkänen, Epilepsy Research Laboratory, A.I. Virtane Institute for Molecular Sciences, University of Kuopio, Finland. Università di Verona, 6 Ottobre 2009.
- *High density EEG and source localization in epilepsy and neurosurgery.* Prof. Christoph M. Michel, Functional Brain Mapping Laboratory, Neurology Clinic, University Hospital Geneva, Suisse. Centro Mariani, Verona, 12 Ottobre 2009.
- EEG/fMRI Workshop at Organization for Human Brain Mapping (OHBM): *“EEG/fMRI: Methods and Practice”*. Speakers: Don Tucker Ph.D., CEO and Chief Scientist of EGI; Stacey Crane Ph.D., Scientist, EGI; Mark Cohen Ph.D., Semel Institute for Neuroscience and Human Behavior, UCLA. San Francisco Marriott, San Francisco, 18 Giugno 2009.

Partecipazione a Conferenze Nazionali

I ANNO

- Partecipazione al **XXXVIII Congresso Nazionale della Società italiana di Neurologia**, Firenze 13-17 Ottobre 2007, dove ho presentato come poster due lavori dal titolo: *“fMRI and somatosensory evoked potential coregistration in the human cortex in normal and presurgical evaluation in patients”* e *“Combining EEG and fMRI to investigate the cortical oscillatory activities during fingers movement”*.
- Partecipazione al **VII Congresso Nazionale della Società Italiana di Analisi del Movimento**, Cuneo 24-27 Ottobre 2007, dove ho presentato come poster un lavoro dal titolo: *“Combining EEG and fMRI to investigate the cortical oscillatory activities during fingers movement”*.

II ANNO

- 1° **Workshop** interdipartimentale **“Addiction & Neuroscience”**, Dipartimento delle Dipendenze, Verona 10 Aprile 2008, dove ho tenuto una presentazione dal titolo *“Coregistrazioni fMRI e movimento e potenziali evocati”*.
- Partecipazione al **“Congresso Nazionale della Società Italiana di Neurofisiologia Clinica”**, Lido di Venezia 15-17 maggio 2008, dove ho presentato come poster due lavori sulla coregistrazione EEG-fMRI dal titolo: *“Studio dell’attività oscillatoria corticale durante movimento della mano destra: Coregistrazione EEG-EMG ed fMRI”*, e *“Effetto del campo magnetico (1.5T) sull’attività oscillatoria del cervello in una condizione di resting state”*.



- Partecipazione al **“Primo Congresso Nazionale di Bioingegneria”**, Pisa 3-5 luglio 2008, dove ho presentato come poster un lavoro dal titolo: *“EEG and fMRI coregistration to investigate the cortical oscillatory activities during finger movement”*.

Partecipazione a Conferenze Internazionali

II ANNO

- Workshop **“Coregistration EEG-fMRI and Epilepsy”**, Policlinico G.B. Rossi, Verona 30 Maggio 2008; dove ho tenuto una presentazione dal titolo: *“BOLD activation during electrical stimulation of median nerve in normal and presurgical evaluation”*.
- Partecipazione al **XIII “European Congress of Clinical Neurophysiology”**, Istanbul 4-8 maggio 2008, dove ho presentato come comunicazione orale un lavoro sulla coregistrazione EEG-fMRI dal titolo: *“Combining EEG and fMRI to investigate the cortical oscillatory activities during finger movement”*.

III ANNO

- Partecipazione al **XV Congresso Internazionale “The Human Brain Mapping”**, San Francisco, CA, USA, 18-23 giugno 2009, dove ha presentato come poster i lavori: *“EEG and fMRI coregistration to investigate the cortical oscillatory activities during finger movement”* e *“Steady state activation in primary somatosensory cortex after changes in stimulus rate during median nerve stimulation”*.

Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

I ANNO

- didattica frontale:

- ✓ Elaborazione Dati, Segnali, Immagini Biomediche (prof. G.M. Toffolo): 2 ore, il 14/03/2007.
- ✓ Neuroingegneria (prof. A. Bertoldo): 2 ore, il 1/03/2007.

Ho seguito l'attività di tesi di:

- Laurea in Ingegneria Elettronica (vecchio ordinamento) di Storti Silvia Francesca dal titolo: *“Metodi e modelli per la generazione di mappe di attivazione da immagini fMRI”*.

II ANNO

- didattica frontale

- ✓ Neuroingegneria (Laurea Specialistica in Bioingegneria) (prof. A. Bertoldo): 2 ore, il 19/02/2008.
- ✓ Elaborazione Dati, Segnali, Immagini Biomediche (Laurea Triennale in Ingegneria Biomedica) (prof. G.M. Toffolo): 2 ore, il 4/03/2008.

Ho seguito le attività di tesi di:

- Laurea Specialistica in Bioingegneria di Casarin Agnese dal titolo: *“Analisi tempo-frequenza tramite wavelets di segnali corticografici acquisiti durante stimolazione elettrica bipolare e monopolare”*;
- Laurea Triennale in Ingegneria Biomedica di Pizzolato Marco dal titolo: *“Generazione di mappe topografiche EEG da co-registrazioni EEG-fMRI”*;

III ANNO



- didattica frontale:

- ✓ Neuroingegneria (Corso di Laurea Specialistica in Bioingegneria) (prof. A. Bertoldo): 2 ore, il 18/12/2008.
- ✓ Elaborazione di Segnali Biologici (Corso di Laurea Specialistica in Bioingegneria) (prof. G.M. Toffolo): 2 ore, il 30/04/2009.
- ✓ Misura, Analisi ed Interpretazione di dati EEG e fMRI nell'ambito del Master FSE "Elaborazione informatica di dati biomedici, microrobot e nanotecnologie in medicina", Università di Verona, anno accademico 2008/2009: 6 ore il 28 e 29/10/2009.
- ✓ Neuroingegneria (Corso di Laurea Specialistica in Bioingegneria) (prof. A. Bertoldo): 2 ore, il 19/11/2009.

Ho seguito/sto seguendo le attività di tesi di:

- Laurea Specialistica in Bioingegneria di Sartori Elisa dal titolo: "Metodi di rimozione dell'artefatto da gradiente per co-registrazioni EEG/fMRI"; di cui sono correlatore.
- Laurea Specialistica in Bioingegneria di De Massari Daniele dal titolo: "Analisi di coerenza del segnale EEG durante stimolazione magnetica transcranica"; di cui sono correlatore.
- Laurea Specialistica in Bioingegneria di Nordio Roberta dal titolo: "Generazione di mappe di attivazione da immagini fMRI di resting state tramite Independent Component Analysis".
- Laurea Specialistica in Bioingegneria di Candeo Lara dal titolo: "Caratterizzazione della risposta emodinamica per la generazione delle mappe di attivazione da immagini fMRI"; di cui sono correlatore.
- Laurea Specialistica in Bioingegneria di Zamboni Alessandro riguardante lo studio del segnale EEG in seguito a stimolazione magnetica transcranica.

Awards:

Avesani M., Formaggio E., Storti S.F., Milanese F., Gasparini A., Baraldo A., Cerini R., Bongiovanni L.G., Pozzi Mucelli R., Fiaschi A., Manganotti P. vincitori del premio per la presentazione orale al **13th European Congress of Clinical Neurophysiology** con il seguente titolo: "*Continuous EEG-fMRI study in patients with partial epilepsy and focal interictal slow-rate discharges on EEG*" 9 Maggio 2008, Istanbul, Turchia.

Parte 2 Ricerca

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

L'attività di ricerca è svolta in collaborazione con il Dipartimento di Scienze Neurologiche e della Visione del Policlinico G.B Rossi di Borgo Roma a Verona in qualità di assegnista di ricerca seguendo un progetto dal titolo: *Coregistrazione di tecniche di neurofisiologia e risonanza magnetica funzionale nel settore biomedico (riabilitazione neurologica ed epilessia)*. Tale progetto riguarda l'analisi di segnali neurofisiologici ed elaborazioni di immagini di risonanza magnetica funzionale (fMRI).



L'attività di ricerca, tema del dottorato, riguarda l'analisi integrata dei segnali elettroencefalogramma (EEG) e fMRI per riabilitazione neurologica. L'obiettivo del nostro lavoro è quello di individuare, grazie all'utilizzo delle due tecniche, le aree di attivazione legate all'esecuzione di task (motori, sensitivi) e all'attività spontanea EEG, testando il protocollo sui soggetti normali per poi utilizzarlo sia nei pazienti affetti da epilessia farmaco resistenti sia nei pazienti con lesione cerebrovascolare.

La registrazione simultanea fra EEG e fMRI è un importante strumento nel campo del neuroimaging funzionale che unisce l'alta risoluzione spaziale delle immagini fMRI (mm) con l'alta risoluzione temporale dell'EEG (ms). Registrare il segnale EEG durante l'acquisizione di immagini fMRI permette di identificare l'attività cerebrale e di ottenere informazioni localizzatorie sui generatori di tale attività. Nonostante i numerosi problemi legati alla presenza di artefatti sul segnale e sulle immagini, dovuti all'interazione fra le due apparecchiature, tale metodica si sta affermando e rafforzando all'interno delle neuroscienze.

I campi di applicazioni sono diversi e in particolare la coregistrazione EEG-fMRI può essere utilizzata per studiare e descrivere l'attività elettrica spontanea durante una condizione di riposo (resting state), durante il sonno o causata da forme di epilessia. Molti pazienti con una forma di epilessia farmaco-resistente non possono sottoporsi ad un intervento chirurgico, in quanto la semplice risonanza magnetica non permette l'individuazione della sorgente epilettogena. In questo senso la registrazione simultanea dell'EEG e della fMRI permetterebbe l'identificazione di una possibile sorgente, legata direttamente all'attività elettrica del paziente. Il cambiamento dell'attività neuronale, infatti, è associato ad un cambiamento del rapporto di concentrazione nel sangue fra l'emoglobina ossigenata e quella deossigenata e tale cambiamento può essere misurato attraverso l'effetto BOLD (Blood Oxygen Level Dependent).

In genere l'fMRI è usata in studi in cui è presente una condizione sperimentale che differisce da una condizione di riposo, entrambe controllate da un operatore. Il principio base dell'analisi fMRI è il confronto tra un'attività basale cerebrale ed un'attività dovuta ad un evento da studiare (spontaneo o evocato), al fine di ottenere una variazione relativa di flusso ematico. Nello studio dell'epilessia si può considerare l'EEG a riposo come condizione di controllo mentre come condizione sperimentale può essere usato il segnale EEG caratterizzato dalla presenza di eventi parossistici (crisi o attività intercritica). Nell'analisi convenzionale i dati fMRI vengono accoppiati con le informazioni temporali fornite dall'EEG (il neurologo sceglie gli intervalli temporali d'interesse), successivamente il dato EEG viene utilizzato come regressore nell'analisi General Linear Model (GLM), producendo così mappe di elevata risoluzione spazio-temporale delle aree cerebrali che generano l'evento patologico osservato.

Il primo passo verso l'integrazione è stato quello di acquistare maggior confidenza con l'analisi del segnale BOLD.

- **Metodologia**

Ho sviluppato una parte di software, implementato in Matlab, che rende possibile l'adattamento della risposta emodinamica (HRF), correlata all'attività neuronale, al singolo soggetto. I risultati ottenuti dalla sua applicazione sono stati confrontati con quelli ottenuti impiegando due software tipicamente utilizzati in ospedale (BrainVoyager, SPM).

- **Applicazioni**

Tale metodologia è stata applicata allo studio delle aree di attivazione fMRI durante stimolazione del nervo mediano in soggetti sani e in pazienti con stroke in fase acuta.

Il passo successivo è stato quello di analizzare in maniera più approfondita il segnale EEG registrato in risonanza. In particolare mi sono concentrata sulla rimozione degli artefatti prodotti



dall'acquisizione fMRI cercando anche di capire quali parametri dell'attività oscillatoria possono essere utili per l'integrazione con il segnale fMRI.

- **Metodologia**

Ho sviluppato un metodo, implementato in Matlab, utile per la rimozione dell'artefatto da gradiente di campo magnetico, prodotto dalla variazione dei gradienti durante acquisizione fMRI sul segnale EEG. La validazione del metodo è stata fatta attraverso una simulazione, usando le tecniche convenzionali dell'analisi EEG: tecniche di averaging e spettri in frequenza.

- **Applicazioni**

Tale metodologia è stata applicata per il filtraggio del segnale EEG di soggetti sani e attualmente per il filtraggio di tracciati EEG di pazienti con epilessia parziale.

L'ultimo passo, riguardante l'integrazione fra i due segnali, è stato quello di sviluppare un metodo semi-automatico, basato sull'analisi delle componenti indipendenti (ICA), per individuare l'attività intercritica del paziente con epilessia parziale, al fine di utilizzare il segnale EEG in toto per la generazione di mappe di attivazione fMRI.

- **Metodologia**

Il metodo sfrutta l'analisi ICA per la caratterizzazione delle componenti legate all'attività intercritica del paziente. Il punto cruciale è stata la scelta delle componenti ottenuta applicando la trasformata tempo-frequenza wavelet continua e scegliendo le componenti con potenza maggiore. L'attività intercritica infatti ha un'ampiezza ed una potenza più elevata rispetto ad un'attività EEG basale. Dopo aver ricostruito il segnale EEG utilizzando solo il contributo delle componenti scelte, è stata applicata un'analisi FFT ad epoche di durata pari al tempo di acquisizione di un volume di fMRI; la potenza ottenuta è stata convoluta con la risposta emodinamica scelta ottenendo un modello chiamato 'regressore' usato successivamente nella stima GLM dell'analisi fMRI.

- **Applicazioni**

Questo metodo è stato validato utilizzando dati simulati, ed in seguito applicato a due dataset: il primo composto da due soggetti sani a cui è stata fatta la coregistrazione EEG-fMRI durante apertura e chiusura degli occhi, il secondo composto da 5 pazienti con epilessia parziale a cui è stata fatta la registrazione simultanea durante condizione di riposo.

L'applicazione del metodo ai dati simulati ha portato alla sua validazione. In tutte e tre le simulazioni il metodo ha portato alla costruzione di un regressore EEG molto simile al regressore "vero" costruito con componenti scelte in partenza. Un'ulteriore validazione del metodo è stata ottenuta analizzando i dati EEG-fMRI di due soggetti sani, che hanno svolto un task di apertura e chiusura degli occhi. L'analisi ha prodotto un'attivazione degli occhi ed una deattivazione occipitale, in accordo con i network ormai noti dalla letteratura. Per quanto riguarda i pazienti, l'integrazione dei due segnali ha portato ad attivazioni concordi con l'attività elettrica e con il loro quadro clinico in 4 pazienti su 5. Le componenti scelte in base al metodo rispecchiano visivamente l'attività parossistica visibile nel tracciato EEG registrato durante acquisizione fMRI e confrontato con l'EEG standard.



In conclusione, l'obiettivo finale dell'attività di ricerca è stato lo sviluppo di un nuovo metodo di integrazione fra un segnale neurofisiologico (EEG) e dati di neuroimaging funzionale (fMRI), basato sull'analisi delle componenti indipendenti. L'attività interictale del paziente è stata isolata ed utilizzata per pilotare l'analisi GLM, al fine di ottenere delle mappe di attivazione fMRI legate all'attività elettrica in esame.

Uno degli scopi futuri sarà quello di aumentare il numero dei pazienti e di testare il metodo anche su altre tipologie di segnale EEG, come ad esempio quello legato alla condizione di resting state. Anche in questo caso, infatti, manca la presenza di un task che possa pilotare l'analisi fMRI, e l'EEG risulta l'unico strumento di informazione per poter arrivare a delle mappe di attivazione. Un ulteriore progetto futuro è legato alla scelta della risposta emodinamica. Tale risposta potrebbe non essere identica a quella ottenuta in seguito ad un task o ad uno stimolo esterno; il suo picco e la sua forma potrebbero infatti essere diversi nella zona epilettogena. In questo senso la sensibilità degli studi EEG-fMRI nell'epilessia potrebbe migliorare utilizzando diversi modelli di HRF.

Titolo definitivo della tesi e nome del supervisore

Titolo: Integrating electroencephalography (EEG) and functional magnetic resonance imaging (fMRI) in epilepsy.

Supervisore: Prof. G.M. Toffolo

Parte 3 Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

1. M. Avesani, E. Formaggio, S. Storti, F. Alessandrini, L.G. Bongiovanni, C. Cordioli, A. Beltramello, A. Fiaschi, P. Manganotti. *fMRI in epilepsy with spike and wave activity evoked by eye closure: different BOLD activation in a patient with idiopathic partial epilepsy with occipital spikes and a control group.* **The Neuroradiology Journal**, 21(2): 159-165, April 2008.
2. M. Avesani, E. Formaggio, F. Milanese, A. Gasparini, R. Cerini, L.G. Bongiovanni, R. Pozzi Mucelli, A. Fiaschi, P. Manganotti. *Continuous EEG-fMRI in presurgical evaluation of a patient affected by symptomatic seizures: BOLD activation linked to interictal epileptic discharges caused by cavernoma.* **The Neuroradiology Journal**, 21(2): 183-191, April 2008.
3. M. Avesani, E. Formaggio, G. Fuggetta, A. Fiaschi, P. Manganotti. Corticospinal excitability in human subjects during nonrapid eye movement sleep: single and paired-pulse transcranial magnetic stimulation study. **Experimental Brain Research**, 187(1): 17-23, May 2008.
4. P. Manganotti, E. Formaggio, A. Gasparini, R. Cerini, L.G. Bongiovanni, S.F. Storti, R. Pozzi Mucelli, A. Fiaschi, M. Avesani. Continuous EEG-fMRI study in patients with partial epilepsy and focal interictal slow-wave discharges on EEG. **Magnetic Resonance Imaging**, 26(8): 1089-100, Jun 2008.
5. E. Formaggio, S.F. Storti, M. Avesani, R. Cerini, F. Milanese, A. Gasparini, M. Acler, R. Pozzi Mucelli, A. Fiaschi, P. Manganotti. *EEG and fMRI coregistration to investigate the cortical oscillatory activities during finger movement.* **Brain Topography**, 21(2):100-111, 2008.
6. E. Formaggio, M. Avesani, S.F. Storti, R. Cerini, F. Milanese, A. Gasparini, M. Acler, R. Pozzi Mucelli, A. Fiaschi, P. Manganotti. *Effect of a magnetic field (1.5T) on brain oscillatory activities.* **The Neuroradiology Journal**, 21(5): 629-635, 2008.
7. A. Del Felice, T. Zanoni, M. Avesani, E. Formaggio, S. Storti, A. Fiaschi, G. Moretto, P. Manganotti. *EEG-fMRI coregistration in non-ketotic hyperglycemic occipital seizures.* **Epilepsy Research**, 85(2-3): 321-4, 2009.
8. P. Manganotti, E. Formaggio, M. Avesani, S. F. Storti, M. Acler, F. Sala, S. Magon, G. Zoccatelli, F. Pizzini, F. Alessandrini, A. Fiaschi, A. Beltramello. *Steady state activation in somatosensory cortex after changes in stimulus rate during median nerve stimulation.* **Magnetic Resonance Imaging**, 27(9): 1175-86, 2009.
9. S.F. Storti, E. Formaggio, A. Beltramello, A. Fiaschi, P. Manganotti. *Wavelet analysis as a tool for investigating movement-related cortical oscillations in EEG-fMRI coregistration.* **Brain Topography**, in press.



Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

1. Formaggio E., Avesani M, Milanese F, Baraldo A, Cerini R, Pozzi Mucelli R, Manganotti P, Fiaschi A. “*Oscillatory activities over the left primary motor area during hand finger movement: a coregistration EEG and fMRI study.*” NeuroImage, Supplement 1-Volume 31-June 2006, pag. S149.
2. E. Formaggio, M. Avesani, S.F. Storti, M. Acler, F. Milanese, A. Gasparini, R. Cerini, R. Pozzi Mucelli, A. Fiaschi, P. Manganotti. “*Combining EEG and fMRI to investigate the cortical oscillatory activities during finger movement*” Clinical Neurophysiology, Supplement 1 - Volume 119 – May 2008, pag. S10.
3. M. Avesani, E. Formaggio, S.F. Storti, F. Milanese, A. Gasparini, A. Baraldo, R. Cerini, L.G. Bongiovanni, R. Pozzi Mucelli, A. Fiaschi, P. Manganotti. “*Continuous EEG-fMRI study in patients with partial epilepsy and focal interictal slow-wave discharges on EEG*” Clinical Neurophysiology, Supplement 1 - Volume 119 – May 2008, pag. S18.
4. E. Formaggio, M. Avesani, S.F. Storti, M. Acler, F. Milanese, S. Magon, G. Zoccatelli, F. Pizzini, F. Alessandrini, A. Fiaschi, A. Beltramello, P. Manganotti. “*Effect of stimulus rate during median nerve stimulation on BOLD activity: a 3T fMRI study*” Clinical Neurophysiology, Supplement 1 - Volume 119 – May 2008, pag. S114.
5. P. Manganotti, A. Talacchi, A. Casarin, V. Tramontano, E. Formaggio, S.F. Storti, G.M. Toffolo, F. Sala. “*Effects of bipolar and monopolar stimulation on brain oscillatory activity during intraoperative electrocorticography: Wavelet analysis study*”. Awake surgery and cognitive Mapping, Consensus Meeting. Verona, 25-27 Settembre 2008.
6. S.F. Storti, E. Formaggio, M. Acler, M. Avesani, F. Pizzini, F. Alessandrini, A. Beltramello, G. Moretto, P. Bovi, A. Bertoldo, G.M. Toffolo, A. Fiaschi, P. Manganotti. “*Functional magnetic resonance imaging study: choice among linear basis set for hemodynamic response functions in acute stroke patients*”. International Journal of Stroke, Supplement 1 - Volume 3 – September 2008, pag. 214.
7. M. Acler, M. Avesani, A. Fiaschi, E. Formaggio, S.F. Storti, P. Manganotti. “*Levodopa improve motor function in chronic stroke by modulating motor cortex excitability. A single-blind placebo-controlled crossover pilot study*”. International Journal of Stroke, Supplement 1 - Volume 3 – September 2008, pag. 336.
8. P. Borelli, M. Avesani, T. Zanoni, P. Manganotti, R. Cerini, E. Formaggio, S.F. Storti, G. Moretto, A. Fiaschi. “*Isolated speech arrest associated with bilateral secondary synchtony on the EEG as electroclinical epileptic feature related to the involvement of the supplementary motor cortex: a case investigated with EEG-fMRI*”. From the 8 th European Congress on Epileptology, Berlin 21 st-25st September 2008, pag. 166.
9. M. Avesani, E. Formaggio, R. Cerini, F. Milanese, A. Gasparini, L.G. Bongiovanni, S.F. Storti, R. Pozzi Mucelli, A. Fiaschi, P. Manganotti. “*Continuous EEG-fMRI in patients with partial epilepsy and focal interictal slow-wave discharges on EEG*”. From the 8 th European Congress on Epileptology, Berlin 21 st-25st September 2008, pag. 235.
10. A. Del Felice, P. Manganotti, M. Avesani, E. Formaggio, T. Zanoni, G. Moretto. “*fMRI-EEG coregistration in non ketotic hyperglycemic seizures*”. From the 8 th European Congress on Epileptology, Berlin 21 st-25st September 2008, pag. 237.
11. E. Formaggio, S.F. Storti, M. Avesani, R. Cerini, F. Milanese, A. Gasparini, M. Acler, R. Pozzi Mucelli, A. Fiaschi, P. Manganotti, A. Bertoldo, G.M. Toffolo. “*EEG and fMRI Coregistration To Investigate The Cortical Oscillatory Activities During Finger Movement*”. 18-23 giugno 2009, Human Brain Mapping, San Francisco, CA, USA. NeuroImage, Supplement 1-Volume 47, pag. S148.
12. S.F. Storti, E. Formaggio, M. Acler, M. Avesani, F. Pizzini, F. Alessandrini, A. Beltramello, G. Moretto, P. Bovi, A. Fiaschi, P. Manganotti, A. Bertoldo, G.M. Toffolo. “*Selection of optimal hemodynamic response function for fMRI analysis on acute stroke patients*”. 18-23 giugno 2009, Human Brain Mapping, San Francisco, CA, USA. NeuroImage, Supplement 1-Volume 47, pag. S78.
13. S.F. Storti, E. Formaggio, M. Avesani, M. Acler, F. Alessandrini, F. Pizzini, A. Beltramello, P. Manganotti, A. Fiaschi. “*Wavelet analysis as a tool for investigating movement-related cortical oscillations in EEG signals acquired during 3T fMRI recordings*”. 18-23 giugno 2009, Human Brain Mapping, San Francisco, CA, USA. NeuroImage, Supplement 1-Volume 47, pag. S170.
14. P. Manganotti, E. Formaggio, S.F. Storti, M. Avesani, M. Acler, F. Sala, S. Magon, G. Zoccatelli, F. Pizzini, F. Alessandrini, A. Fiaschi, A. Beltramello. “*Steady state activation in primary somatosensory cortex after changes in stimulus rate during median nerve stimulation*”. 18-23 giugno 2009, Human Brain Mapping, San Francisco, CA, USA. NeuroImage, Supplement 1-Volume 47, pag. S108.
15. E. Sartori, E. Formaggio, S.F. Storti, A. Bertoldo, P. Manganotti, A. Fiaschi and G.M. Toffolo. “*Gradient Artifact Removal in Co-registration EEG/fMRI*”. Medical Physics and Biomedical Engineering World Congress 2009, 11th International Congress of the IUPESM, 7–12 Settembre 2009, Munich, Germany. IFMBE Proceedings 25/IV, pp. 1143-1146, 2009.



16. S.F. Storti, E. Formaggio, A. Bertoldo, P. Manganotti, A. Fiaschi and G.M. Toffolo. "Selection of Optimal Hemodynamic Response Function for fMRI Analysis on Acute Stroke Patients". Medical Physics and Biomedical Engineering World Congress 2009, 11th International Congress of the IUPESM, 7-12 Settembre 2009, Munich, Germany. IFMBE Proceedings 25/IV, pp. 253-256, 2009.

Elenco pubblicazioni su convegno nazionale

1. Formaggio E, Manganotti P, Avesani M, Baraldo A, Milanese F, Gasparini A, Gaioni B, Cerini R, Pozzi Mucelli R, Fiaschi A. "Effect of a magnetic field on brain oscillatory activities during eyes open and close conditions: a coregistration EEG and fMRI study." Neurological Sciences, Supplement-Volume 27-October 2006, pag. S332.
2. Avesani M, Formaggio E, Milanese F, Baraldo A, Acler M, Gasparini A, Gaioni B, Cerini R, Bongiovanni L.G, Pozzi Mucelli R, Fiaschi A, Manganotti P. "*Continuous EEG-fMRI co-registration in patients affected by partial seizures: an year of study experience.*" Neurological Sciences, Supplement-Volume 27-October 2006, pag. S333.
3. M. Avesani, E. Formaggio, L.G Dongiovanni, A. Casano, A. Salvati, R. Cerini, R. Pozzi Mucelli, A. Fiaschi. "*Continuous EEG-fMRI in cortical myoclonus.*". Neurological Sciences, Supplement-Volume 28-October 2007, pag. S106.
4. P. Manganotti, E. Formaggio, M. Avesani, M. Acler, F. Milanese, G. Zoccatelli, S. Magon, F. Pizzini, F. Alessandrini, A. Talacchi, F. Sala, A. Beltramello, A. Fiaschi. "*fMRI and somatosensory evoked potential coregistration in the human cortex in normal and presurgical evaluation in patients.*". Neurological Sciences, Supplement-Volume 28-October 2007, pag. S323.
5. E. Formaggio, P. Manganotti, M. Avesani, F. Milanese, A. Gasparini, R. Cerini, R. Pozzi Mucelli, A. Fiaschi. "*Combining EEG and fMRI to investigate the cortical oscillatory activities during fingers movement.*". Neurological Sciences, Supplement-Volume 28-October 2007, pag. S330.
6. S. Magon, E. Formaggio, P. Manganotti, G. Ricciardi, F. Pizzini, G. Zoccatelli, F. Alessandrini, A. Beltramello. "*The source of alpha rhythm. EEG-fMRI study.*". Neurological Sciences, Supplement-Volume 28-October 2007, pag. S329.
7. E. Formaggio, P. Manganotti, M. Avesani, F. Milanese, A. Gasparini, R. Cerini, R. Pozzi Mucelli, A. Fiaschi. "*Studio dell'attività oscillatoria corticale durante movimento della mano destra: coregistrazione EEG/EMG ed fMRI.*". VIII Congresso Nazionale Siamoc, Ottobre 2007, pag. 120.
8. E. Formaggio, S.F. Storti, M. Avesani, R. Cerini, F. Milanese, A. Gasparini, M. Acler, R. Pozzi Mucelli, A. Bertoldo, G.M. Toffolo, A. Fiaschi, P. Manganotti. "*Studio dell'attività oscillatoria corticale durante movimento della mano destra: Coregistrazione EEG-EMG ed fMRI.*" Congresso SINC, Maggio 2008, pag. 190.
9. E. Formaggio, M. Avesani, S.F. Storti, F. Milanese, A. Gasparini, M. Acler, R. Cerini, R. Pozzi Mucelli, A. Bertoldo, G.M. Toffolo, A. Fiaschi, P. Manganotti. "*Effetto del campo magnetico (1.5T) sull'attività oscillatoria del cervello in una condizione di restino state.*" Congresso SINC, Maggio 2008, pag. 191.
10. S.F. Storti, E. Formaggio, M. Acler, M. Avesani, F. Pizzini, F. Alessandrini, A. Beltramello, G. Moretto, P. Bovi, A. Bertoldo, G.M. Toffolo, A. Fiaschi, P. Manganotti. "*Studio fMRI: scelta della HRF tra un set di risposte lineari in pazienti con stroke in fase acuta con attivazione dell'area sensitivo-motoria durante la stimolazione elettrica del nervo mediano.*" Congresso SINC, Maggio 2008, pag. 258.
11. P. Borelli, M. Avesani, T. Zanoni, P. Manganotti, R. Cerini, E. Formaggio, S. Storti, G. Moretto, A. Fiaschi. "*Crisi di arresto del linguaggio isolate associate a pattern EEG tipo "bisincronia secondaria" come quadro elettroclinico secondario a focus epilettico originante dalla Area Supplementare Motoria: un caso studiato con EEG fMRI.*" 31° Congresso Nazionale LICE, Venezia, 04-07 giugno 2008.
12. E. Formaggio, S.F. Storti, M. Avesani, R. Cerini, F. Milanese, A. Gasparini, M. Acler, R. Pozzi Mucelli, A. Fiaschi, P. Manganotti, A. Bertoldo, G.M. Toffolo. "*EEG and fMRI coregistration to investigate the cortical oscillatory activities during finger movement.*". Congresso Nazionale di Bioingegneria 2008 Atti, pag. 531.
13. S.F. Storti, E. Formaggio, M. Acler, M. Avesani, F. Pizzini, F. Alessandrini, A. Beltramello, G. Moretto, P. Bovi, A. Fiaschi, P. Manganotti, A. Bertoldo, G.M. Toffolo. "*fMRI study: choice among linear basis set for HRF in acute stroke patients with activation in motor-sensory cortex during median nerve electrical stimulation.*". Congresso Nazionale di Bioingegneria 2008 Atti, pag. 541.
14. E. Formaggio, E. Sartori, S.F. Storti, A. Bertoldo, P. Manganotti, A. Fiaschi, G.M. Toffolo. "*Gradient Artifact Removal in Co-registration EEG/fMRI.*". XL Congresso della Società Italiana di Neurologia, Padova 21-25 Novembre 2009.



15. P. Manganotti, D. De Massari, E. Formaggio, S. Storti, A. Bertoldo, A. Fiaschi, G. Toffolo. “*Wavelet analysis of EEG signal during transcranial magnetic stimulation*”. XL Congresso della Società Italiana di Neurologia, Padova 21-25 Novembre 2009.
16. S. Storti, E. Formaggio, R. Cerini, A. Fiaschi, P. Manganotti. “*EEG-fMRI coregistration to investigate the cortical oscillatory activities during the imagination of finger movement*”. XL Congresso della Società Italiana di Neurologia, Padova 21-25 Novembre 2009.

Capitolo di un libro:

- A. Bertoldo, E. Formaggio, S.F. Storti, Costruzione e analisi delle mappe di attivazione e risposta funzionale, “Bioingegneria per le Neuroscienze Cognitive”. Pàtron, Bologna, 2009, pag. 113.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato la dott.ssa **Emanuela Formaggio** 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 **Giovanni Gamba** nell'ambito del XXII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Negli anni accademici 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 il dott. **Giovanni Gamba** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXII ciclo, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Didattica

Corsi Seguiti

1. Basic and Advanced Topics in Broadband Wireless Networks, Prof. A. Acampora, 2007.
2. Applied linear algebra, Prof. T. Damm, 2007.
3. Applied Functional Analysis, Prof. P. Ciatti, 2007.
4. Digital processing of measuring information, Prof. C. Narduzzi, 2007.

Partecipazione a scuole di dottorato

Gorini 2009 Scuola di Dottorato "Italo Gorini", Perugia, 31 Agosto-4 Settembre 2009.

Scuola di dottorato organizzata dal Gruppo di Misure Elettriche ed Elettroniche italiano sul tema: metodologie e dispositivi di misura nei diversi ambiti industriali, della qualità e della metrologia.

Gorini 2008 Scuola di Dottorato "Italo Gorini", Gaeta/Minturno, 1-5 Settembre 2008.

Tema: metodologie e dispositivi di misura nei diversi ambiti industriali, dei servizi, della qualità.

Gorini 2007 Scuola di Dottorato "Italo Gorini", Anacapri, 10-14 Settembre 2007. Tema: metodologie e dispositivi di misura nei diversi ambiti industriali, dei servizi, della qualità.

Seminari seguiti

Seminari DEI 1. Management and Policy in Mission-Oriented Sensor Networks, Tom La Porta, 18 marzo 2009.

2. Deployment and Localization in Target Tracking Oriented Wireless Sensor Networks, Dr. Yan Huang, 8 maggio 2009.

3. Employment of wireless sensor networks for domestic applications, Dr. Andreas Willig, 17 giugno 2009.

4. Spectrum leasing via cooperation, Prof. Osvaldo Simeone, 18 giugno 2009.

5. Crescita e collasso di sistemi economici e sociali complessi, Prof. Ugo Bardi, 30 settembre 2009.

6. RFID: stato attuale e ruoli dei laboratori universitari, Prof. Luca Mari, 23 novembre 2009.

7. Sistemi di comunicazione di nuova generazione, 8 febbraio 2008.

8. Seminario Agilent, 27 febbraio 2008.

9. Seminario Cisco, 28 febbraio 2008.

10. Which Kind of Information Can Music Convey, 28 febbraio 2008.

11. Filtraggio spaziale e temporale per sistemi di comunicazione a singolo fotone e applicazioni all'astronomia, 13 marzo 2008.

12. Radiation Effects and Soft Errors in Advanced Technologies, marzo 2008.

13. Convegno Venti anni di Ingegneria dell'Informazione, 20 marzo 2008.

14. 3-dimensional Video: Technology and Applications, 3 giugno 2008.

15. Seminario Keithley, 10 giugno 2008.

16. Routing in Outer Space: Fair Traffic Load in Multi-Hop Wireless Networks.

17. Full-optical wireless communication (FOWC) system for NGN, 9 luglio 2008.



18. Non invasive multichannel electromyography: applications in neurophysiology, ergonomics and gynecology, 17 luglio 2008.

19. The Google Story, 22 ottobre 2008.

20. At the Forefront of Modern Telecommunications, Prof. A. Acampora, 2007.

21. From wireless networks to sensor networks and onward to networked embedded control, Prof. P. R. Kumar, 2007.

Non DEI 1. Esposizione a campi elettromagnetici alla luce del Decreto Legislativo 257/2007. Aspetti metodologici e applicativi (Padova, 23 maggio 2008).

2. IEEE Reliability Society Workshop (Padova, 29, 30 maggio 2008).

Partecipazione a conferenze internazionali

ETFA 2009 Partecipazione alla conferenza internazionale IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, ETFA 2009, Palma di Maiorca, 22-26 Settembre, 2009. Presentazione orale del paper [I2].

ETFA 2008 Partecipazione alla conferenza internazionale IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, ETFA 2008, Amburgo, 15-18 Settembre, 2008. Presentazione orale del paper [I9] e presentazione del poster [I8].

EMC 2008 Partecipazione alla conferenza internazionale IEEE International Symposium on Electromagnetic Compatibility, EMC EUROPE 2008, Amburgo, 8-12 Settembre, 2008. Presentazione orale del paper [I7].

Didattica Attiva

Lab. A.A. 2009/10 _ Assistenza Laboratorio di Misure di compatibilità elettromagnetica e sicurezza elettrica, docente prof. Matteo Bertocco.

_ Assistenza Laboratorio di Misure per l'automazione e la produzione industriale, docente prof. Giada Giorgi.

_ Assistenza Laboratorio di Misure Elettroniche, docente prof. Luigino Benetazzo.

Lab. A.A. 2008/09 _ Assistenza Laboratorio di Misure Elettroniche, prof. Luigino Benetazzo.

_ Assistenza Laboratorio di Misure per l'automazione e la produzione industriale, prof. Claudio Narduzzi.

_ Assistenza Laboratorio di Misure per l'automazione, docente prof. Alessandro Sona.

Lab. A.A. 2007/08 _ Assistenza Laboratorio di Misure di compatibilità elettromagnetica e sicurezza elettrica, docente prof. Matteo Bertocco.

_ Assistenza Laboratorio di Telecomunicazioni, prof. Claudio Narduzzi.

Lezioni Lezione introduttiva (2h) sull'analizzatore di spettro analogico, corso di misure di compatibilità elettromagnetica e sicurezza elettrica, docente prof. Matteo Bertocco.

Tesisti _ Assistenza tesisti Lab. EMC.

_ Correlatore per la tesi Sensori di potenza: caratterizzazione e algoritmo di taratura. Laureando: Mirco Ponzin, Relatore: prof. Luigino Benetazzo.

Ricerca

Descrizione attività di ricerca

L'attività di ricerca svolta durante i tre anni di dottorato è stata diretta principalmente ad investigare problematiche di interferenza in sistemi wireless operanti nella banda libera ISM a 2.4 GHz. L'approccio utilizzato è pesantemente orientato alle misure sul campo, senza trascurare un' integrazione teorico-simulativa utile ad incrementare il rigore scientifico del lavoro svolto. L'approccio seguito è di tipo cross-layer: viene presentata un'analisi congiunta degli effetti delle interferenze a livello fisico e a livello di accesso al mezzo, fondendo nozioni di propagazione radio, protocolli di comunicazione e misure a radiofrequenza. I principali standard di comunicazione studiati sono IEEE 802.15.4 e IEEE 802.11b/g specialmente per applicazioni di controllo e monitoraggio industriale. Di seguito si introducono alcuni dettagli sulla ricerca svolta.



Interferenze su sistemi basati sul protocollo CSMA/CA

L'attività di ricerca principale svolta durante il dottorato si basa su risultati e sistemi progettati durante il periodo di tesi. Il lavoro di tesi, dal titolo "Sviluppo e test di una rete di sensori in tecnologia IEEE 802.15.4 per monitoraggio industriale", discute l'implementazione e alcuni risultati preliminari ottenuti su un sistema di monitoraggio industriale wireless. Tale sistema è costituito da un master (connesso a un PC) e alcuni nodi slave connessi via radio al master in una topologia a stella. Vengono gestite due tipi di funzioni: un task ciclico di polling, in cui il master interroga secondo una politica round-robin ogni slave e un task aciclico in cui gli slave, in maniera asincrona, inviano degli allarmi al master.

Tale sistema, opportunamente migliorato e testato, è stato utilizzato come base per molteplici studi. I primi risultati, raccolti nell'articolo [I13], hanno definito alcuni limiti di prestazione di tale sistema quando utilizzato in un canale libero da interferenti. Il passo successivo è stata la valutazione del degrado delle prestazioni (pacchetti persi e latenze) con l'introduzione di interferenze. Tali disturbi sono stati sintetizzati con generatori di segnali di laboratorio. Il lavoro presentato in [I13] è stato notevolmente ampliato con lo studio dell'effetto delle interferenze su tempi di ciclo e latenze degli allarmi; la trattazione matematica è stata espansa, pervenendo all'articolo da rivista [R1].

Sono state analizzate le problematiche di coesistenza tra reti di comunicazione conformi allo standard IEEE 802.11b (Wi-Fi) e reti di sensori wireless in standard IEEE 802.15.4, operanti nella medesima banda ISM centrata a 2.4 GHz. In particolare, si sono raccolti alcuni risultati sperimentali ottenuti mediante un approccio di tipo cross-layer e utilizzando un opportuno testbed di misura. Le prove sono state eseguite sia a livello fisico, attraverso misurazioni di potenza nel canale e di rapporto segnale interferente (SIR), sia a livello rete, mediante stime della percentuale di pacchetti persi [N18].

Sulla scorta di questi risultati iniziali si sono studiati in maniera approfondita gli effetti della tecnica di accesso al mezzo utilizzata da dallo standard IEEE 802.15.4 (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance, CSMA/CA) sul sistema di monitoraggio.

Il meccanismo di accesso al mezzo basato sul CSMA/CA prevede l'ascolto del canale prima della trasmissione. La valutazione dello stato del canale, libero o occupato, viene detta fase di Clear Channel Assessment (CCA). Si è utilizzato il testbed già studiato in [I13, R1] per analizzare approfonditamente l'effetto di interferenze di vario genere (principalmente rumore AWGN) sul meccanismo di CCA e in particolare per ottimizzare la scelta del valore della soglia che discrimina lo stato del canale (CCA threshold). A tal fine si sono svolte numerose misure congiunte sia a livello fisico (rapporto segnale/ interferente), sia a livello di perdita di pacchetto dovuta al meccanismo di accesso al mezzo, pervenendo alla pubblicazione [I14].

In un successivo lavoro, è stato sviluppato un modello delle prestazioni di reti wireless basate su tecnica di accesso al mezzo CSMA/CA. Il modello sviluppato lega, con un approccio cross-layer, le interferenze a livello fisico (basso rapporto segnale/interferente, SIR) alle interferenze a livello di accesso al mezzo (dovute al CSMA/CA). I risultati sono delle curve parametriche, funzioni del rumore termico, dell'interferenza, della soglia CCA e della potenza del segnale, utili soprattutto in fase di progetto e installazione di una rete wireless [I10].

Parallelamente è stato studiato il problema delle interferenze fuori banda su reti di tipo IEEE 802.15.4 [I11]. L'analisi è stata svolta sulla base dell'hardware tipico di un sensore IEEE 802.15.4: dopo aver presentato un modello semplificato del ricevitore, sono stati analizzati, sia a livello simulativo che sperimentale, gli effetti delle interferenze fuori banda sulla perdita di pacchetti del sistema.

Direttamente legato a tale problema è l'articolo [I7], in cui vengono analizzati gli effetti di interferenti fuori banda sulla stima della potenza ricevuta (RSSI) dai sensori IEEE 802.15.4. Tale lavoro ha mostrato come l'hardware a basso costo tipico di questi sensori presenti notevoli effetti di non-linearità e errori di misura, con conseguente errata valutazione dello stato del canale.

Nell'articolo [I9], insignito del Best Paper Award, il testbed di base è stato utilizzato per investigare la diversa risposta del sistema a interferenti reali (WiFi, Bluetooth, ZigBee). In tale lavoro si sono analizzati alcuni indici di prestazione, quali perdita di pacchetti, tempi di ciclo e latenze degli allarmi al variare delle modalità di CCA disponibili. L'evidenza



sperimentale ha chiaramente sottolineato come in applicazioni real-time di monitoraggio industriale il Carrier Sensing debba essere disattivato per ottenere le prestazioni migliori. Nella stessa conferenza è stato presentato un articolo su base simulativa, in cui la coesistenza di reti IEEE 802.15.4 e IEEE 802.11 è stata analizzata mediante un simulatore scritto in Omnet++ [18]. Tale simulatore valuta pacchetto per pacchetto se vi sono interferenze tra reti o meno. Alcuni risultati successivi relativi al simulatore sono stati presentati in [N17].

I circuiti di rilevazione della potenza nel canale (RSSI) sono tipicamente non perfettamente lineari. L'articolo [13] investiga la fattibilità di misuratori di potenza a radiofrequenza mediante l'utilizzo di circuiti di RSSI a basso costo. In questo articolo è stato presentato un algoritmo di taratura automatica per linearizzare la trascurata caratteristica dei sensori di RSSI e una serie di risultati sperimentali. Attualmente è in fase di studio un miglioramento di tale algoritmo che possa migliorare le prestazioni ottenute.

Da marzo a giugno 2009 il Dr. Andreas Willig della Technische Universitaet Berlin è stato Visiting Professor presso il Dipartimento. Tale periodo è stato un momento di intenso e fruttuoso scambio culturale che ha portato alla scrittura di un articolo da conferenza [12]. Tale lavoro è stato insignito del Best Paper Award. Inoltre è stata richiesta dal comitato tecnico della conferenza un'estensione di tale lavoro per la "Special Section on Industrial Communication Systems" delle IEEE Transactions on Industrial Informatics.

Gli ultimi mesi del dottorato sono stati concentrati sulla stesura di tale estensione [S20] che ha richiesto modifiche sostanziali al test-bed. L'articolo da conferenza, e di riflesso, l'articolo da rivista, sono impostati su una duplice analisi (simulativa e sperimentale) di alcune politiche di ritrasmissione per il polling ciclico su canali wireless in presenza di interferenze. Tale lavoro ha richiesto l'implementazione di un test-bed di Tmote Sky e lo svolgimento di molteplici campagne di misura. L'estensione sottomessa per pubblicazione su rivista ha visto una sostanziale modifica dell'articolo presentato alla conferenza in quanto sono state analizzate diverse politiche di polling e diverse metriche di prestazione.

Sincronizzazione e Misure distribuite

Il contratto di collaborazione (ottobre-dicembre 2006) con il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione sotto la supervisione del Prof. Luca Schenato ha portato alcuni interessanti risultati nell'ambito di un protocollo di sincronizzazione distribuita mediante algoritmi di consenso. Tale approccio compensa sia lo skew che l'offset dei clock dei vari nodi attraverso semplici operazioni di somma/prodotto. Il lavoro svolto si è configurato come scrittura del software per sistemi Tmote Sky (IEEE 802.15.4 compliant) e test di tale algoritmo mediante campagna sperimentale. I risultati di questo lavoro sono stati pubblicati in [12].

L'esperienza maturata nel laboratorio di compatibilità elettromagnetica e in particolare nel gruppo di Misure Elettroniche, congiuntamente allo studio di sistemi wireless realtime, ha portato alla scrittura di un invited paper [16] che analizza criticamente le esigenze di un sistema di misura wireless distribuito.

DVB-T, RFID e Analisi Spettrale

Durante il periodo di tesi la metodologia cross-layer per l'analisi di prestazioni di sistemi wireless è stata applicata a misure su televisione digitale terrestre (DVB-T). Sono stati analizzati parametri fisici quali Rapporto Segnale Interferente (SIR) e Modulation Error Ratio (MER) e parametri di valutazione percettiva della qualità dell'immagine. Questo lavoro, ha portato alla pubblicazione di un articolo su conferenza nazionale [N19]. Durante il secondo anno di dottorato sono state affrontate analoghe problematiche di prestazioni riguardo i sistemi di radio-identificazione passiva RFID operanti nella banda UHF. Tale lavoro, prettamente sperimentale, si è configurato come background di partenza: sono stati definiti opportuni indici di prestazione e sono state rilevate le tipologie di interferenza che maggiormente impattano su un sistema RFID. I risultati di tale studio sono stati pubblicati su [15].

Un argomento tipico per il gruppo di ricerca in cui si è operato (gruppo di misure elettroniche e compatibilità elettromagnetica) è l'analisi spettrale mediante strumentazione. Sulla scorta di vari lavori di tesi seguiti sono state comparate diverse architetture di analizzatori di spettro, sia analogici che digitali (real-time). I risultati di tale lavoro mostrano che gli analizzatori su base PXI e real-time hanno prestazioni nettamente superiori



soprattutto nell'analisi di segnali fortemente tempo-varianti e digitali, come riportato in [N16, I4].

A seguito di una tesi seguita nel laboratorio EMC è stato prodotto un articolo in cui si confrontano, su base simulativa, diversi approcci per la radio-copertura cellulare [N15]. In tale lavoro vengono descritti i pregi della copertura mediante micro-celle rispetto all'utilizzo di macro-celle sotto il profilo dell'impatto elettromagnetico.

Attività di revisione

WFCS 2010-TPC Membro del comitato tecnico della conferenza IEEE Workshop on Factory Control Systems, 2010.

VTC 2010 Revisore per la conferenza internazionale IEEE International Conference on Vehicular Technology, 2010.

EURASIP Revisore per la rivista EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking.

ETFA 2009 Revisore di full paper e work-in-progress papers per la conferenza internazionale IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, 2009.

ETFA 2008 Revisore di full paper e work-in-progress papers per la conferenza internazionale IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, 2008.

Premi

ETFA 2009 James Hung Best Paper Award in Factory Automation, IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, ETFA 2009.

ETFA 2008 Fumio Harashima Best Paper Award in Emerging Technologies, IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, ETFA 2008.

Associazioni

CNR Associato di ricerca per il 2009 del Consiglio Nazionale delle Ricerche-Istituto di Elettronica e di Ingegneria dell'Informazione e delle Telecomunicazioni.

CNIT Membro Consiglio Nazionale Interuniversitario per le Telecomunicazioni dal 2007.

IEEE Graduate Student Member dell'Institute of Electrical and Electronics Engineers dal 2007.

Elenco Pubblicazioni

Rivista [R1] M. Bertocco, G. Gamba, A. Sona, and S. Vitturi, "Experimental characterization of wireless sensor networks for industrial applications," Instrumentation and Measurement, IEEE Transactions on, vol. 57, pp. 1537–1546, Aug. 2008.

Conf. Internaz. [I2] G. Gamba, F. Tramarin, and A. Willig, "Retransmission strategies for cyclic polling over wireless channels in the presence of interference," in Emerging Technologies and Factory Automation, 2009.

ETFA 2009. IEEE International Conference on, Sept. 2009.

[I3] L. Benetazzo, M. Bertocco, A. Chiara, G. Gamba, A. Sona, and M. Ponzin, "Enhanced use of RSSI-based wireless network nodes for power measurement purposes," in Instrumentation and Measurement Technology Conference, 2009. I2MTC '09. IEEE, pp. 1037–1042, May 2009.

[I4] M. Bertocco, A. Dalla Chiara, G. Gamba, and A. Sona, "Experimental comparison of spectrum analyzer architectures in the diagnosis of RF interference phenomena," in Instrumentation and Measurement Technology Conference, 2009. I2MTC '09. IEEE, pp. 765–770, May 2009.

[I5] M. Bertocco, A. Dalla Chiara, G. Gamba, and A. Sona, "Experimental analysis of UHF RFID impairments and performance," in Instrumentation and Measurement Technology Conference, 2009. I2MTC '09. IEEE, pp. 759–764, May 2009.

[I6] L. Benetazzo, M. Bertocco, G. Gamba, and A. Sona, "Challenges



and design issues in a distributed measurement scenario,” in Proceedings of INGRID 2008: 3-rd International Workshop on Distributed Cooperative Laboratories - Instrumenting the GRID, Sept. 2008.

[17] L. Angrisani, M. Bertocco, G. Gamba, and A. Sona, “Effects of RSSI impairments on IEEE 802.15.4 wireless devices performance susceptibility to interference,” in Electromagnetic Compatibility - EMC Europe, 2008 International Symposium on, pp. 1–6, Sept. 2008.

[18] M. Bertocco, G. Gamba, A. Sona, and F. Tramarin, “Investigating wireless networks coexistence issues through an interference aware simulator,” in Emerging Technologies and Factory Automation, 2008. ETFA 2008. IEEE International Conference on, pp. 1153–1156, Sept. 2008.

[19] M. Bertocco, G. Gamba, and A. Sona, “Is CSMA/CA really efficient against interference in a wireless control system? an experimental answer,” in Emerging Technologies and Factory Automation, 2008. ETFA 2008. IEEE International Conference on, pp. 885–892, Sept. 2008.

[110] L. Angrisani, M. Bertocco, G. Gamba, and A. Sona, “Modeling the performance of CSMA-CA based wireless networks versus interference level,” in Instrumentation and Measurement Technology Conference Proceedings, 2008. IMTC 2008. IEEE, pp. 376–381, May 2008.

[111] M. Bertocco, G. Gamba, and A. Sona, “Assessment of out-ofchannel interference effects on IEEE 802.15.4 wireless sensor networks,” in Instrumentation and Measurement Technology Conference Proceedings, 2008. IMTC 2008. IEEE, pp. 1712–1717, May 2008.

[112] L. Schenato and G. Gamba, “A distributed consensus protocol for clock synchronization in wireless sensor network,” in Decision and Control, 2007 46th IEEE Conference on, pp. 2289–2294, Dec. 2007.

[113] M. Bertocco, G. Gamba, A. Sona, and S. Vitturi, “Performance measurements of CSMA/CA-based wireless sensor networks for industrial applications,” in Instrumentation and Measurement Technology Conference Proceedings, 2007. IMTC 2007. IEEE, pp. 1–6, May 2007.

[114] M. Bertocco, G. Gamba, and A. Sona, “Experimental optimization of CCA thresholds in wireless sensor networks in the presence of interference,” in Proc. of IEEE EMC Europe 2007 Workshop on Electromagnetic Compatibility, June 2007.

Conf. Nazionale [N15] M. Bertocco, A. Dalla Chiara, G. Gamba, and A. Sona, “Analisi simulativa della disposizione a minimo impatto elettromagnetico ambientale di una rete cellulare,” in Atti del XXV Congresso Nazionale GMEE. Roma, pp. 225–226, Sept. 2008.

[N16] L. Benetazzo, A. Dalla Chiara, G. Gamba, and A. Sona, “Analizzatore di spettro su architettura PXI per analisi di segnali wireless e delle telecomunicazioni,” in Atti del XXV Congresso Nazionale GMEE. Roma, pp. 227–228, Sept. 2008.

[N17] M. Bertocco, G. Gamba, G. Giorgi, A. Flammini, E. Sisinni, and F. Tramarin, “Simulatore per reti di sensori wireless per l'automazione,” in Atti del XXV Congresso Nazionale GMEE. Roma, pp. 229–230, Sept. 2008.

[N18] L. Angrisani, M. Bertocco, G. Gamba, G. Marcati, and A. Sona, “Analisi teorica e sperimentale di problematiche d'interferenza tra reti wireless in standard IEEE 802.11b e IEEE 802.15.4,” in Atti del XXIV Congresso Nazionale GMEE. Torino, pp. 343–352, Sept. 2007.

[N19] M. Bertocco, M. Farias, D. Fortin, G. Gamba, and A. Sona, “Misure per l'ottimizzazione di un sistema di trasmissione DVB-T



tramite canale di ritorno,” in Atti del XXIII Congresso Nazionale

GME. L'Aquila, pp. 169–170, Sept. 2006.

Sottomessi [S20] G. Gamba, F. Tramarin, and A. Willig, “Retransmission strategies
for cyclic polling over wireless channels in the presence of interference,”

in Submitted for Acceptance for Special Section of the IEEE

Transactions on Industrial Informatics on Industrial Communication

Systems, Nov. 2009.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Giovanni Gamba** 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 **Alessio Griffoni** nell'ambito del XXII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Negli anni accademici 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 il dott. **Alessio Griffoni** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXII ciclo, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

PARTE 1: DIDATTICA

Corsi seguiti

Primo anno:

- Applied Linear Algebra - Prof. T. Damm
- Applied Functional Analysis – Prof. P. Ciatti
- Effects of Ionizing Radiation on Electronic Components: From Space Applications to Sea Level Effects – Prof. A. Paccagnella
- Physical Models for the Numerical Simulation of Semiconductor Devices – Prof. G. Meneghesso

Secondo anno:

- Electrostatic Discharge in Integrated Circuits – Prof. G. Meneghesso

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi

- Scuola Nazionale di Rivelatori ed Elettronica per Fisica delle Alte Energie, Astrofisica ed Applicazioni Spaziali - INFN Laboratori Nazionali di Legnaro, 26 - 30 Marzo 2007

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

- At the Forefront of Modern Telecommunications - Prof. A. Acampora
Padova, 18 Aprile 2007
- Radiation Effects, from Material to System: a Multi-Scale Approach - Short Courses di 2007 RADECS Conference
Deauville (Francia) – 10 Settembre 2007
- Quantum Information and the Forgetfulness of Nature - Dr. C.H. Bennett
Padova, 22 Ottobre 2007
- High-Resolution RBS: A Powerful Tool for Atomic Level Characterization - Prof. K. Kimura (Kyoto University, Giappone)
Leuven (Belgio), 10 Marzo 2008
- The Ultimate Transistor: Device Physics, Limits, and New Possibilities - Prof. M. Lundstrom (Purdue University, Indiana, USA)
Leuven (Belgio), 21 Marzo 2008
- Seminari e Keynotes dell'International ESD Workshop - Domaine de Pinsolle, Port D'Albret (Francia), 12-13 Maggio 2008
 - Package Influence on ESD Robustness - C. Duvvury (Texas Instruments, Dallas, TX, USA)



- Advanced Failure Analysis with respect to ESD Failures - P. Perdu (CNES, Francia)
- Pulsed Characterization in the ESD Domain - E. Grund (Grund Technical Solutions LLC, USA)
- ESD simulation and verification of complex HV analog blocks in Smart Power IC's" - A. Andreini e L. Cerati (STMicroelectronics, Agrate Brianza (MI), Italia)
- Challenges and solutions for ESD protection in advanced logic and RF CMOS - Prof. G. Groeseneken (IMEC e KU Leuven, Belgio)
- Silicon Processing for Sub-90nm Circuit Fabrication - IMEC Training Leuven (Belgio), 11-13 Giugno 2008
- Automotive Interferences: EMC, ESD and Transients - Dr. H. Casier Leuven (Belgio), 19 Giugno 2008
- Reliability of Future Advanced CMOS Circuits and Technologies - Prof. G. Groeseneken (IMEC and KU Leuven, Belgium) Leuven (Belgio), 27 Giugno 2008
- Soft Errors: From the Ground Up - Short Courses di 2008 NSREC Conference Tucson, AZ, USA, 14 Luglio 2008
- Next-Generation Wireless RF Transceivers in Nanometer CMOS Technologies - J. R. Long, (TU Delft, Paesi Bassi), J. Craninckx (IMEC, Belgio), B. Nauta (Universiteit Twente, Paesi Bassi), P. Reynaert (KU Leuven, Belgio) Luogo e data: Leuven (Belgio), 26 Agosto 2008
- TLP Systems Design and Very-Fast TLP Applications - Relatore: H.A. Gieser (Fraunhofer IZM, Germania) Tucson, AZ, USA, 11 Settembre 2008
- Carbon Nanotubes: Current and Future Application, and Safety for Success - Prof. M. Endo (Shinshu University, Giappone) Padova, 23 Ottobre 2008
- 22 nm CMOS Technology - Short Courses di 2008 IEDM Conference San Francisco, CA, USA, 14 Dicembre 2008
- TCAD support for semiconductor manufacturing - Francis Benistant, Deputy Director TCAD, Chartered SemiConductor Singapor, Singapore IMEC (Leuven, Belgio) 28 Gennaio 2009
- On-chip electronic detection of DNA hybridation - Prof. Denis Flandre, UCL, Belgio IMEC (Leuven, Belgio) 17 Marzo 2009
- The ultimate nanoscience: control and application of the quantum behaviour of single particles - Prof. Ronald Hanson, TU Delft, Paesi Bassi KU Leuven (Leuven, Belgio) 24 Marzo 2009
- Nanocarriers for drug delivery systems: applications, challenges, main products, toxicological issues - Prof. Christian Grandfils, Université de Liège, Belgio Campus Library, K.U. Leuven (Leuven, Belgio) 21 Aprile 2009



- Single wall CNT and spectroscopic methods - Prof. Etienne Goovaerts, University of Antwerp, Belgio
IMEC (Leuven, Belgio) 30 Aprile 2009
- Carbon nanotubes, an on-going revolution or just an other hype? - Competing with the world, how can an SME attempt to defeat the big ones? The example of Nanocyl - Dr. Frédéric Luizi, Nanocyl, Belgio
KU Leuven (Leuven, Belgio) 12 Maggio 2009
- Biomolecular Motors at Work: Nanoscopic tools to study their performance by optical microscopy - Dr. Stefan Diez, Max Planck Institute, Dresden, Germania
KU Leuven (Leuven, Belgio) 19 Maggio 2009
- Statistical Static Timing Analysis and Optimization - François Thomas
Luogo e data: IMEC (Leuven, Belgio) 24 Febbraio 2009
- 3-D and Hetero Integration Technologies at Tohoku University - Takafumi Fukushima (Tohoku University, Japan)
IMEC (Leuven, Belgio) 10 Marzo 2009
- ESD and Latchup - Michel Zecri (SOFRADIR, Francia)
IMEC (Leuven, Belgio) 11 Maggio 2009
- Exploration of (sub-) 45nm CMOS for Analog, RF and mm-wave Applications - A. Mercha (IMEC), B. Parvais (IMEC), D. Linten (IMEC), A. Scholten (NXP), M. Homayouni (KUL), D. Siprak (Infineon), P. Wambacq (IMEC) e M. Ferndahl (Chalmers University)
IMEC (Leuven, Belgio) 17 Marzo 2009
- Low power CMOS 65 and 45 nm industrial technologies - Thomas Skotnicki (ST Fellow, Director Advanced Devices Program)
IMEC (Leuven, Belgio) 7 Maggio 2009

Partecipazione a Conferenze Internazionali

- 9th European Conference on Radiation and its Effects on Components and Systems - RADECS 2007 - Deauville, Francia, 10-14 Settembre 2007
- RADFAC 2008 - Mol, Belgio, 19 Marzo 2008
- 2008 International ESD Workshop - Domaine de Pinsolle, Port D'Albret, Francia, 12-15 Maggio 2008
- 45th IEEE - Nuclear and Space Radiation Effects Conference - NSREC 2008 - Tucson, AZ, USA, 14-18 Luglio 2008
- 30th Electrical Overstress / Electrostatic Discharge Symposium 2008 - Tucson, AZ, USA, 7-12 Settembre 2008
- 17th European Heterostructure Technology Workshop - HETECH 2008 - Venice, Italy, 2-5 Novembre 2008
- 2008 IEEE International Electron Devices Meeting - IEDM - San Francisco, CA, USA, 14-17 Dicembre 2008

- 46th IEEE - Nuclear and Space Radiation Effects Conference - NSREC 2009 - Quebec City, Canada, 20-24 Luglio 2009
- 31st Electrical Overstress / Electrostatic Discharge Symposium 2009 - Anaheim, CA, USA, 30 Agosto – 4 Settembre 2009
- 10th European Conference on Radiation and its Effects on Components and Systems - RADECS 2009 - Bruges, Belgio, 14-18 Settembre 2009
- Reliability Center for Electronic Components of Japan Symposium- RCJ Symposium - Tokyo, Giappone, 22-23 Ottobre 2009

Permanenza all'estero

Ho trascorso i periodi dal 7 Gennaio 2008 al 28 Giugno 2008, dal 8 Agosto 2008 al 29 Agosto 2008 e dal 7 Novembre 2008 al 31 Maggio 2009 presso l'Interuniversity MicroElectronics Center (IMEC), Leuven, Belgio, sotto la supervisione di Prof. Guido Groeseneken. Durante questo periodo ho lavorato sulla progettazione e caratterizzazione di strutture di protezione a ESD realizzate in tecnologia multiple gate FinFET.

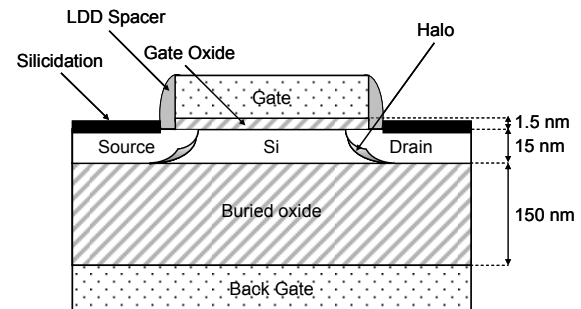


Fig. 1: Schema di un UTB SOI MOSFET.

PARTE 2: RICERCA

L'attività di ricerca è stata incentrata nello studio dell'affidabilità di dispositivi Complementary Metal Oxide Semiconductor (CMOS) di nuova generazione, con particolare interesse allo sviluppo di strutture di protezione a scariche elettrostatiche (ElectroStatic Discharge, ESD) ed agli effetti di radiazione ionizzante su tali tecnologie. L'attività di ricerca è stata basata su un approccio sperimentale: numerose campagne di misure sono state effettuate presso i Laboratori di Microelettronica del DEI e IMEC (Leuven, Belgio) 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'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN). I dispositivi (MOSFET e diodi) che sono stati studiati durante il dottorato sono stati realizzati nelle tecnologie convenzionale planare bulk, Ultra Thin Body (UTB) Silicon On Insulator (SOI) e bulk e SOI multiple gate Fin Field Effect Transistor (FinFET).

Robustezza a ESD: tecnologia UTB SOI

La tecnologia Ultra Thin Body SOI è tra le principali candidate, assieme a quella FinFET, a continuare lo scaling a partire dal nodo tecnologico dei 22 nm. Questi dispositivi, la cui cross section è mostrata in Fig. 1, presentano un ridotto spessore di silicio (solo 15 nm), basse capacità di giunzione, assenza di drogaggio del canale (assicurando così maggiore mobilità dei portatori e assenza di spread statistico dovute al drogaggio) e ottimo controllo

degli effetti di canale corto. Tuttavia, la presenza degli ossidi di isolamento laterali (Shallow Trench Isolation, STI) e verticali (Buried Oxide, BOX) tendono a limitare la dissipazione di calore generato durante un evento ESD nel ridotto volume di silicio.

I risultati sperimentali mostrano che UTB SOI MOSFET operanti in modo bipolare (grounded gate MOS, ggMOS), in cui l'impulso ESD viene scaricato attraverso il BJT parassita, possono avere una robustezza ESD fino a $1 \text{ mA}/\mu\text{m}$. Tale valore risulta essere confrontabile con i valori ottenuti in letteratura, che variano tra i $3.5 \text{ mA}/\mu\text{m}$ and $1.1 \text{ mA}/\mu\text{m}$, per SOI MOSFET con maggiore spessore di silicio. Pertanto, è possibile realizzare strutture di protezione a ESD anche in tecnologia UTB SOI. Inoltre, si è dimostrato che l'uso dello strain, utilizzato per aumentare la mobilità dei portatori, aumenta la robustezza ESD fino al 20 % nel caso di strain uniassiale e 44 % nel caso di strain biassiale. Infine, per i dispositivi con strain uniassiale il guasto può essere attribuito alla formazione di dislocazioni nella regione di drain, a causa della risonanza tra il locale stress termico dovuto a ESD e il residuo stress meccanico indotto dallo strato di nitrurio (capping layer) usato per indurre lo strain.

Robustezza a ESD: tecnologia FinFET

Contrariamente alla tecnologia planare convenzionale e a quella UTB SOI, la tecnologia FinFET presenta un gate orizzontale e due gate verticali (Fig. 2). Questo permette di ottenere un eccellente controllo degli effetti di canale corto, un swing di sottosoglia ideale, assenza di drogaggio e un processo di fabbricazione molto simile a quello dei dispositivi convenzionali planari. I dispositivi FinFET possono essere realizzati sia su substrato SOI che su substrato bulk.

Durante il dottorato si sono studiate le prestazioni ESD di MOS operati in modo bipolare e in modo attivo e diodi realizzati in tecnologia sia SOI FinFET che bulk FinFET. Rispetto alle tecnologie bulk planari, ggNMOS e diodi in tecnologia SOI FinFET mostrano un'efficienza ESD (per layout area) del 50 % e 30 %, rispettivamente. ggNMOS e diodi in tecnologia bulk FinFET mostrano invece un'efficienza (per layout area) del 50 % e 90 %, rispettivamente. I parametri ESD dipendono dalla geometria dei dispositivi, come ad esempio lunghezza di gate e larghezza del fin. A seconda del substrato considerato (SOI vs. bulk), per ggNMOS esiste una diversa dipendenza dai parametri ESD in funzione della lunghezza di gate e, indipendentemente dal substrato, la dissipazione di calore è più efficiente nei dispositivi con fin stretto a causa gate verticali. Inoltre, bulk FinFET ggNMOS mostrano una robustezza ESD fino a 2.5 volte superiore rispetto ai SOI FinFET, a causa dell'assenza del BOX e di una diversa forma del Per quanto riguarda i diodi, diodi bulk FinFET mostrano una robustezza fino a 9 volte superiore rispetto a quelli SOI FinFET. Per quanto riguarda prestazioni ESD-RF, diodi bulk FinFET hanno simili prestazioni ESD-RF indipendentemente dalla larghezza del fin, le quali sono confrontabili con le migliori prestazioni ESD-RF ottenute per diodi SOI FinFET. Le prestazioni ESD dipendono

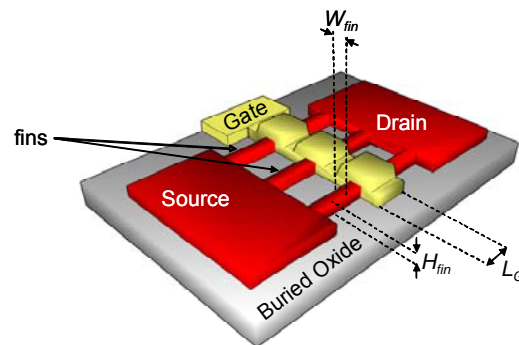


Fig. 2: Schema tridimensionale di un SOI FinFET.

pesantemente anche dal processo utilizzato. L'uso della crescita epitassiale di silicio (Selective Epitaxial Growth, SEG) aumenta il volume di silicio del fin e di conseguenza la robustezza ESD del 50 %. Infine, l'uso dello strain layer migliora la robustezza ESD in ggNMOS SOI FinFET fino al 30 %, grazie a una riduzione del potenza dissipata e a una migliore uniformità della corrente ad alti livelli di iniezione.

Effetti da microdose in dispositivi UTB SOI

Durante il dottorato si sono studiati gli effetti indotti da ioni pesanti in MOSFET UTB SOI. Sono stati osservati interessanti cambiamenti immediatamente dopo irraggiamento e durante stress elettrici in tali dispositivi utilizzando anche tecniche strain: mancanza di rottura dell'ossido di gate anticipata a causa dello spessore molto ridotto (solo 1.5 nm) e dipendenza delle cinetiche di degradazione dallo strain utilizzato.

Effetti da microdose in dispositivi FinFET

Gli effetti permanenti indotti da ioni pesanti sulle caratteristiche elettriche di SOI FinFET con ossido di gate ad alta permittività dielettrica (high-k) dipendono pesantemente dagli effetti di microdose nell'ossido sepolto, dalla rottura dell'ossido di gate, e dalla generazione di stati trappola all'interfaccia ossido di gate/silicio. Contrariamente ai risultati ottenuti in esperimenti di Single Event Gate Rupture di solito eseguiti su grandi condensatori anche con ossidi high-k, dispositivi multiple gate mostrano soft breakdown e una considerevole variazione delle caratteristiche elettriche.

Ioni pesanti possono indurre difetti nei dispositivi FinFET con un ampio spread statistico. La distribuzione della variazione di tensione di soglia e dell'inverso della corrente di perdita dell'ossido di gate seguono la distribuzione di Weibull. Tuttavia, si è dimostrato che il reciproco della corrente di perdita non segue la cosiddetta Poisson area scaling. Un nuovo modello statistico è stato sviluppato, trovando che una maggiore generazione di difetti si verifica negli ossidi di gate verticali rispetto a quello orizzontale e che la traccia dello ione utile a creare difetti nell'ossido di gate è di circa 30 nm. Pertanto, un ulteriore scaling dei dispositivi multi gate può portare a drammatiche conseguenze per applicazioni spaziali poiché la traccia dello ione può risultare più grande del dispositivo stesso. Infine, si è valutata anche l'affidabilità di tali dispositivi mediante stress di vita accelerati ad alti campi elettrici e si è trovato una riduzione del tempo al breakdown nei dispositivi irraggiati.

Dose enhancement in MOSFET planari bulk

Per quanto riguarda i MOSFET planari bulk si è studiato l'impatto della presenza della prima metal di interconnessione in prossimità dell'area attiva del dispositivo (Fig. 3). Si è dimostrato che la sensibilità a raggi X dipende fortemente dalla posizione della metal di interconnessione, specialmente se fatta in rame.

Titolo definitivo della tesi e nome del supervisore

"ESD and Ionizing Radiation Effects on Ultrathin Body SOI and Multiple Gate Technologies"

Supervisore: Prof. G. Meneghesso

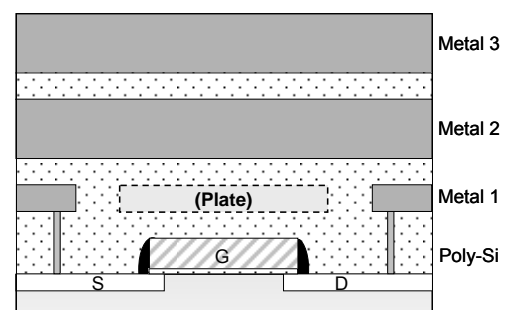


Fig. 3: Schema di un MOSFET planare bulk con relative interconnessioni.



Co-supervisore: Prof. G. Groeseneken (IMEC e Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, Belgio)

PARTE 3: PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

- [1] A. Griffoni, S. Gerardin, G. Meneghesso, A. Paccagnella, E. Simoen, and C. Claeys, "Angular and Strain Dependence of Heavy-Ions Induced Degradation in SOI FinFETs", *IEEE Transaction on Nuclear Science* [submitted].
- [2] S. Thijs, C. Russ, D. Trémouilles, A. Griffoni, D. Linten, M. Scholz, N. Collaert, R. Rooyackers, M. Jurczak, and G. Groeseneken, "Methodology for Design Optimisation of SOI FinFET Grounded Gate NMOS Devices", *IEEE Transaction on Device and Materials Reliability* [submitted].
- [3] A. Griffoni, S. Thijs, C. Russ, D. Trémouilles, D. Linten, M. Scholz, E. Simoen, C. Claeys, G. Meneghesso, and G. Groeseneken, "Electrical-Based ESD Characterization for Ultrathin Body SOI MOSFETs", *IEEE Transaction on Device and Materials Reliability* [in press].
- [4] A. Griffoni, S. Gerardin, P.J. Roussel, R. Degraeve, G. Meneghesso, A. Paccagnella, E. Simoen, and C. Claeys, "A Statistical Approach to Microdose Induced Degradation in FinFET Devices", *IEEE Transaction on Nuclear Science* [in press].
- [5] A. Griffoni, M. Silvestri, S. Gerardin, G. Meneghesso, A. Paccagnella, B. Kaczer, M. de Potter de ten Broeck, R. Verbeeck, and A. Nackaerts, "Dose Enhancement due to Interconnects in Deep-Submicron MOSFETs Exposed to X-Rays", *IEEE Transaction on Nuclear Science*, vol. 56, no. 4, pp. 2205 – 2212, August 2009.
- [6] A. Griffoni, S. Gerardin, G. Meneghesso, A. Paccagnella, E. Simoen, S. Put, and C. Claeys, "Microdose and Breakdown Effects Induced by Heavy Ions on sub 32-nm Triple-Gate SOI FETs", *Transaction on Nuclear Science*, vol. 55, no.6, pp. 3182-3188, December 2008.
- [7] S. Thijs, D. Trémouilles, C. Russ, A. Griffoni, N. Collaert, R. Rooyackers, D. Linten, M. Scholz, C. Duvvury, H. Gossner, M. Jurczak, and G. Groeseneken, "Characterization and Optimization of Sub-32nm FinFET Devices for ESD Applications", *IEEE Transaction on Electron Devices*, vol. 55, no. 12, pp. 3507-3516, December 2008.
- [8] A. Griffoni, S. Gerardin, A. Cester, A. Paccagnella, E. Simoen, and C. Claeys, "Effects of Heavy-Ion Strikes on Fully Depleted SOI MOSFETs with Ultra-Thin Gate Oxide and Different Strain-Inducing Techniques", *IEEE Transaction on Nuclear Science*, vol. 54, no. 6, pp. 2257-2263, December 2007. S. Gerardin, A. Griffoni, A. Tazzoli, A. Cester, G. Meneghesso, and A. Paccagnella, "Electrostatic Discharge Effects in Irradiated Fully Depleted SOI MOSFETs with Ultra-Thin Gate Oxide", *IEEE Transaction on Nuclear Science*, vol. 54, no. 6, pp. 2204-2209, December 2007.



- [10] S. Gerardin, A. Griffoni, A. Cester, A. Paccagnella, G. Ghidini, "Degradation of Static and Dynamic Behavior of CMOS Inverters during Constant and Pulsed Voltage Stress", *Microelectronics Reliability*, vol. 46, no 9-11, pp. 1669-1672, Sept. – Nov. 2006.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- [11] A. Griffoni, S.Thijs, A. Tazzoli, D. Linten, M. Scholz, G. Groeseneken, and G. Meneghesso, "An Insight into the Parasitic Capacitances of SOI and Bulk FinFET Devices", *18th European Heterostructure Technology Workshop - HETECH 2009*, Günzburg / Ulm, Germany, November 2-4, 2009.
- [12] A. Griffoni, S. Thijs, C. Russ, D. Trémouilles, D. Linten, M. Scholz, N. Collaert, L. Witters, G. Meneghesso, and G. Groeseneken, "ESD Constraints of Bulk FinFET in Comparison with SOI FinFET Structures", *Reliability Center for Electronic Components of Japan Symposium - RCJ Symposium*, Tokyo, Japan, pp. 41-51, October 22-23, 2009.
- [13] D. Linten, P. Roussel, M. Scholz, S. Thijs, A. Griffoni, M. Sawada, T. Hasebe, and G. Groeseneken, "Calibration of Very Fast TLP Transients", *Reliability Center for Electronic Components of Japan Symposium - RCJ Symposium*, Tokyo, Japan, pp. 63-68, October 22-23, 2009.
- [14] M. Scholz, D. Linten, S. Thijs, A. Griffoni, M. Sawada, T. Nakaei, T. Hasebe, D. Lafontese, V. Vashchenko, G. Vandersteen, P. Hopper, G. Meneghesso, and G. Groeseneken, "On-Wafer Human Metal Model Measurements for System-Level ESD Analysis on Component Level", *Reliability Center for Electronic Components of Japan Symposium - RCJ Symposium*, Tokyo, Japan, pp. 53-62, October 22-23, 2009.
- [15] A. Griffoni, S. Gerardin, G. Meneghesso, A. Paccagnella, E. Simoen, and C. Claeys, "Angular and Strain Dependence of Heavy-Ions Induced Degradation in SOI FinFETs", *10th European Conference on Radiation and its Effects on Components and Systems - RADECS 2009*, Bruges, Belgium, September 14- 18, 2009.
- [16] A. Griffoni, S. Thijs, C. Russ, D. Trémouilles, D. Linten, M. Scholz, N. Collaert, L. Witters, G. Meneghesso, and G. Groeseneken, "Next Generation Bulk FinFET Devices and Their Benefits for ESD Robustness", *2009 Electrical Overstress / Electrostatic Discharge Symposium*, Anaheim, California, USA, pp. 59-68, August 30 – September 4, 2009.
- [17] S. Thijs, D. Trémouilles, A. Griffoni, C. Russ, D. Linten, M. Scholz, C. Duvvury, and G. Groeseneken, "Electrical and Thermal Scaling Trends for FinFET ESD Design", *2009 Electrical Overstress / Electrostatic Discharge Symposium*, Anaheim, California, USA, pp. 69-75, August 30 – September 4, 2009.
- [18] S. Thijs, K. Raczkowski, D. Linten, M. Scholz, A. Griffoni, and G. Groeseneken, "CDM and HBM Analysis of ESD Protected 60 GHz Power Amplifier in 45 nm Low-Power Digital CMOS", *2009 Electrical Overstress / Electrostatic Discharge Symposium*, Anaheim, California, USA, pp. 329-334, 30 – September 4, 2009.



- [19] D. Linten, P. Roussel, M. Scholz, S. Thijs, A. Griffoni, M. Sawada, T. Hasebe, and G. Groeseneken, "Calibration of Very Fast TLP Transients", *2009 Electrical Overstress / Electrostatic Discharge Symposium*, Anaheim, California, USA, pp. 152-157, August 30 – September 4, 2009.
- [20] A. Griffoni, S. Gerardin, P.J. Roussel, R. Degraeve, G. Meneghesso, A. Paccagnella, E. Simoen, and C. Claeys, "A Statistical Approach to Microdose Induced Degradation in FinFET Devices", *46th IEEE - Nuclear and Space Radiation Effects Conference - NSREC 2009*, Quebec City, Canada, July 20-24, 2009.
- [21] A. Griffoni, S. Thijs, C. Russ, D. Trémouilles, M. Scholz, D. Linten, N. Collaert, R. Rooyackers, C. Duvvury, H. Gossner, G. Meneghesso, and G. Groeseneken, "Impact of Strain on ESD Robustness of FinFET Devices", *2008 IEEE International Electron Devices Meeting - IEDM*, San Francisco, CA, USA, pp. 341-344, December 15-17, 2008.
- [22] A. Griffoni, E. Simoen, N. Collaert, C. Claeys, A. Paccagnella, and G. Meneghesso, "Multi-Gate Devices for the 32-nm Node and Beyond: Advantages and Issues", *17th European Heterostructure Technology Workshop - HETECH 2008*, Venice, Italy, November 2-5, 2008.
- [23] A. Griffoni, A. Tazzoli, S. Gerardin, E. Simoen, C. Claeys, and G. Meneghesso, "Electrostatic Discharge Effects in Fully Depleted SOI MOSFETs with Ultra-Thin Gate Oxide and Different Strain-Inducing Techniques", *2008 Electrical Overstress / Electrostatic Discharge Symposium*, Tucson, AZ, USA, pp. 59-66, September 7-12, 2008.
- [24] S. Thijs, C. Russ, D. Trémouilles, A. Griffoni, D. Linten, M. Scholz, N. Collaert, R. Rooyackers, M. Jurczak, M. Sawada, T. Nakaei, T. Hasebe, C. Duvvury, H. Gossner, and G. Groeseneken, "Design Methodology of FinFET Devices that Meet IC-Level HBM ESD Targets", *2008 Electrical Overstress / Electrostatic Discharge Symposium*, Tucson, AZ, USA, pp. 295-303, September 7-12, 2008.
- [25] A. Griffoni, M. Silvestri, S. Gerardin, G. Meneghesso, A. Paccagnella, B. Kaczer, M. de Potter de ten Broeck, R. Verbeeck, and A. Nackaerts, "Dose Enhancement due to Interconnects in Deep-Submicron MOSFETs Exposed to X-Rays", *8th European Workshop on Radiation Effects on Components and Systems*, Jyväskylä, Finland, September 10-12, 2008.
- [26] A. Griffoni, S. Gerardin, G. Meneghesso, A. Paccagnella, E. Simoen, S. Put, and C. Claeys, "Microdose and Breakdown Effects Induced by Heavy Ions on sub 20-nm Triple-Gate SOI FETs", *45th IEEE - Nuclear and Space Radiation Effects Conference - NSREC 2008*, Tucson, AZ, USA, July 14-18, 2008.
- [27] A. Griffoni, A. Tazzoli, S. Gerardin, G. Meneghesso, E. Simoen, and C. Claeys, "ESD Sensitivity of 65-nm Fully Depleted SOI MOSFETs With Different Strain-Inducing Techniques", *2008 International ESD Workshop*, Domaine de Pinsolle, Port D'Albret – France, May 12-15, 2008.



- [28] A. Griffoni, G. Meneghesso, and A. Paccagnella, "Ionizing Radiation Effects on Advanced CMOS Devices and on ESD Protection Structures for CMOS Technology", *RADFAC 2008*, Mol - Belgium, March 19, 2008.
- [29] A. Griffoni, S. Gerardin, A. Cester, A. Paccagnella, E. Simoen, and C. Claeys, "Effects of Heavy-Ion Strikes on 65-nm Fully Depleted SOI MOSFETs with Strain-Inducing Techniques: New and Old Concerns", *44th Nuclear and Space Radiation Effects Conference - NSREC 2007*, Honolulu, Hawaii, USA, July 23-27, 2007.
- [30] S. Gerardin, A. Cester, A. Tazzoli, A. Griffoni, G. Meneghesso, and A. Paccagnella, "Electrostatic Discharge Effects in Irradiated Fully Depleted SOI MOSFETs with Ultra-Thin Gate Oxide", *44th Nuclear and Space Radiation Effects Conference - NSREC 2007*, Honolulu, Hawaii, USA, July 23-27, 2007.
- [31] S. Gerardin, A. Griffoni, A. Cester, A. Paccagnella, G. Ghidini, "Degradation of Static and Dynamic Behavior of CMOS Inverters during Constant and Pulsed Voltage Stress", *17th European Symposium Reliability of Electron Devices, Failure Physics and Analysis - ESREF*, Wuppertal - Germany, October 3-6, 2006.

Elenco pubblicazioni su rivista nazionale

- [32] A. Griffoni, S. Gerardin, G. Meneghesso, A. Paccagnella, E. Simoen, S. Put, and C. Claeys, "Microdose and Breakdown Effects Induced by Heavy Ions on sub 32-nm Triple-Gate SOI FETs", *LNL Annual Report 2008*, pp. 118-119, 2009.
- [33] A. Griffoni, M. Silvestri, S. Gerardin, G. Meneghesso, A. Paccagnella, B. Kaczer, M. de Potter de ten Broeck, R. Verbeeck, and A. Nackaerts, "Dose Enhancement due to Interconnects in Deep-Submicron MOSFETs Exposed to X-Rays", *LNL Annual Report 2008*, pp. 120-121, 2009.
- [34] A. Griffoni, S. Gerardin, A. Paccagnella, E. Simoen, and C. Claeys, "Effects of Heavy-Ion Strikes on 65-nm Fully Depleted SOI MOSFETs: New and Old Concerns", *LNL Annual Report 2007*, pp. 85-86, 2008.
- [35] S. Gerardin, A. Griffoni, A. Tazzoli, G. Meneghesso, and A. Paccagnella, "Electrostatic Discharge Sensitivity of Fully Depleted SOI MOSFETs Struck by Heavy Ions", *LNL Annual Report 2007*, pp. 87-88, 2008.

Riconoscimenti

- [36] Coautore del Best Student Paper Awards all'EOS/ESD Symposium 2008, per il lavoro:
S. Thijs, C. Russ, D. Trémouilles, A. Griffoni, D. Linten, M. Scholz, N. Collaert, R. Rooyackers, M. Jurczak, M. Sawada, T. Nakaei, T. Hasebe, C. Duvvury, H. Gossner, and G. Groeseneken, "Design Methodology of FinFET Devices that Meet IC-Level HBM ESD Targets", *2008 Electrical Overstress / Electrostatic Discharge Symposium*, Tucson, AZ, USA, pp. 295-303, September 7-12, 2008.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Alessio Griffoni** 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 Librino** nell'ambito del XXII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Negli anni accademici 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 il dott. **Federico Librino** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXII ciclo, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

1 Didattica

1.1 Elenco dei corsi seguiti

- **Distributed Applications and Protocols**, Prof. A. Harris (for credit). Crediti: 5.
- **Basic and Advanced Topics in Broadband Wireless Networks**, Prof. A. Acampora (for credit) Crediti: 5.
- **Applied Linear Algebra**, Prof. T. Damm. (for credit). Crediti: 4.
- **Applied Functional Analysis**, Prof. P. Ciatti (for credit). Crediti: 7.
- **Statistical Methods**, Prof. L. Finesso (not for credit). Crediti: 5.
- **Montecarlo Methods**, Prof. A. Chiuso. Crediti: 5.

1.2 Elenco dei seminari seguiti

- Colloquia Patavina, tenuti da dottorandi e docenti del dipartimento;
- Distinguished (and Impact) Lectures, tenute da esponenti di spicco della ricerca nazionale ed internazionale.

1.3 Partecipazione a Conferenze Internazionali

- IEEE Pimrc 2008, Cannes (Francia), 15-18 settembre 2008;
- IEEE WiOpt 2009, Seoul (Corea del Sud), 23-27 giugno 2009;
- IEEE ISIT 2009, Seoul (Corea del Sud), 29 giugno - 3 luglio 2009;



1.4 Scuole estive

- Scuola Estiva di Dottorato a Bressanone (01/07/2007 – 07/07/2007)
- Scuola Estiva di Dottorato a Bressanone, in congiunzione con la scuola estiva di Newcomm++ (30/06/2008 – 04/07/2008)

1.5 Attività didattiche di supporto

Ho svolto l'attività di Tutor Junior, che è consistito nello svolgimento di 50 ore di attività didattica di supporto. Esse hanno avuto luogo nel corso del terzo trimestre dell'Anno Accademico 2007-2008, e sono consistite nell'assistenza alle lezioni in laboratorio del corso di Laboratorio di Internet.

1.6 Periodo di mobilità

Nel corso del terzo anno parte della mia attività di ricerca è stata svolta presso Qualcomm Inc., sede di San Diego. L'attività è stata svolta sotto forma di internship, a partire dal giorno 30 marzo 2009 e fino al giorno 18 settembre 2009. Il lavoro svolto ha avuto come obiettivo lo studio dei benefici garantiti in reti cellulari dall'uso di Relay Stations, focalizzato sulle trasmissioni in Uplink.

2 Attività di ricerca

Il mio lavoro di ricerca è stato principalmente orientato all'analisi delle prestazioni di tecniche cooperative in reti wireless.

Le tecniche cooperative si fondano sulla possibilità di avvalersi della presenza di nodi in grado di ricevere trasmissioni tra terminali vicini. Nell'ipotesi che questi nodi cooperatori dispongano delle risorse necessarie da investire in traffico non proprio, essi possono metterle a disposizione per garantire una maggiore qualità a comunicazioni tra nodi vicini.

La cooperazione permette di incrementare la robustezza della trasmissione sfruttando la diversità spaziale dei canali tra sorgente e destinazione e tra cooperatore e destinazione, in maniera simile a quanto avviene nei sistemi MIMO (condizionatamente però alla separazione tra le antenne). Tuttavia, tale incremento richiede la presenza di un numero maggiore di trasmissioni, e può comportare pertanto un aumento dell'interferenza generata all'interno della rete. Inoltre, è necessario che i singoli nodi gestiscano in modo bilanciato le proprie risorse suddividendole tra traffico proprio e cooperazione.

Scopo della mia ricerca è stato perciò di valutare l'impatto della cooperazione sia in reti ad hoc sia in reti di tipo cellulare, focalizzandomi sulle performance che possono essere ottenute sfruttando schemi di tipo differente, nonché sui tradeoff necessari a garantire un'efficace applicazione delle tecniche cooperative.

2.1 Cooperazione in reti Ad Hoc

In questo ambito, la mia ricerca è stata incentrata principalmente sul design di protocolli cross-layer cooperativi. Obiettivo del lavoro è stato osservare come la cooperazione possa essere applicata in sistemi

più complessi dei largamenti utilizzati modelli a tre nodi. Analizzare l'impatto a livello di rete, dovuto all'incremento del numero di trasmissioni e dunque dell'interferenza, è un prerequisito per lo studio dei tradeoff che devono essere tenuti in considerazione nello sviluppo di protocolli cooperativi.

Più specificamente, il mio lavoro si è concentrato sull'applicazione della Coded Cooperation in reti dotate di tecnologia MIMO, tale da permettere la coesistenza di più trasmissioni, la cui mutua interferenza può essere ridotta con l'utilizzo di appositi algoritmi di tipo LASTMUD (Layered Space-Time Multi-User Detection), applicati a ricevitori di tipo MMSE. In tal modo, non solo è possibile incrementare il riuso spaziale, ma è possibile implementare meccanismi cooperativi con un elevato grado di trasparenza, laddove la trasmissione da parte di uno o più operatori non debba necessariamente richiedere una complessa fase di coordinazione.

Nel protocollo sviluppato, la cooperazione si innesta sull'utilizzo di un meccanismo di ARQ ibrido. La ridondanza aggiuntiva, che viene trasmessa in caso di mancata ricezione del pacchetto originario, può essere inviata sia dalla sorgente del pacchetto che da quei nodi che abbiano le risorse e la possibilità di cooperare. L'interferenza risulta accresciuta, in particolare con la presenza di picchi in corrispondenza delle trasmissioni cooperative, ma il tempo di consegna risulta ridotto, incrementando il throughput locale e limitando la durata della trasmissione, e dunque dell'interferenza da essa generata. L'analisi del tradeoff ha mostrato che, tuttavia, l'uso della cooperazione può garantire un significativo incremento del throughput end-to-end.

Un secondo aspetto che si è voluto investigare riguarda la possibilità di sfruttare la presenza di operatori a livello di routing. Sulla base della conoscenza della topologia della rete, i operatori possono non solo investire le loro risorse per garantire la ricezione del pacchetto ad una data destinazione, ma anche selezionare un percorso diverso, e più vantaggioso, verso la destinazione finale del pacchetto stesso, possibilmente aggirando i link meno affidabili.

L'analisi, basata su una campagna di simulazioni a tutti i livelli, da quello fisico a quello di rete, ha dimostrato come la sovrapposizione di meccanismi di Coded Cooperation e di Opportunistic Routing permetta di incrementare i benefici, in termini di tempo di consegna, throughput e probabilità di successo, delle comunicazioni multihop. Un ulteriore sviluppo, che non è ancora stato avviato, prevede lo studio di protocolli cooperativi di questo tipo dal punto di vista energetico, dove il tradeoff tra gestione del traffico proprio e allocazione di risorse per la cooperazione può risultare decisamente più incisivo.

2.2 Cooperazione in reti cellulari

Parte importante della mia attività di ricerca è stata costituita dallo studio della cooperazione nell'ambito di reti cellulari di tipo CDMA. In reti cellulari, la cooperazione va inserita all'interno di standard esistenti. Inoltre, data la struttura gerarchica della rete, gestita da operatori, una cooperazione tra terminali mobili appare difficilmente realizzabile. Per questo motivo il mio studio si è concentrato su uno schema cooperativo che si avvalga di Relay Station fisse, collocate attorno alla Base Station. Tali Relay Station possono quindi sfruttare meccanismi di tipo A&F o D&F per migliorare la qualità delle trasmissioni di terminali mobili lontani dalla Base Station o limitati da cattive condizioni di canale.

Lo studio si è concentrato sui canali di uplink, avendo come riferimento lo standard UMTS. Una prima analisi, limitata ad uno scenario semplice a tre nodi, ha portato a confrontare differenti strategie



cooperative, ed ha fornito le prime indicazioni circa l'impatto delle caratteristiche e della posizione del cooperatore sulle performance complessive. Tecniche differenti sono richieste per ottimizzare le performance: mentre le tecniche A&F sono più facilmente realizzabili e richiedono una minore complessità al cooperatore, esse risultano anche meno efficaci nell'incrementare la capacità del sistema. Al contrario, il D&F, pur richiedendo una più complessa decodifica al cooperatore, può avvantaggiarsi dell'utilizzo di tecniche di cancellazione dell'interferenza, oltre ad una selezione dei segnali da ritrasmettere.

Anche il meccanismo di power control, in una trasmissione cooperativa, necessita di opportune modifiche, poiché sia la potenza della sorgente che quella del cooperatore devono essere controllate in base alla qualità dei tre canali ora coinvolti (i canali da e verso il cooperatore, oltre a quello diretto). Il lavoro, in questa direzione, ha portato allo sviluppo di alcuni possibili algoritmi di Power Control che tengano in considerazione questi aspetti, differenziati in base alla conoscenza dei canali disponibile alla Base Station.

Altro aspetto importante della mia ricerca è costituito dall'analisi dell'interferenza in reti cellulari cooperative, che facciano uso cioè di Relay Stations. Poiché una singola Relay Station può dover supportare più di un terminale mobile, i parametri di trasmissione devono essere ottimizzati per garantire il massimo beneficio a tutti i terminali ad essa associati. Inoltre, non solo i differenti terminali allocati alla medesima Relay Station interferiscono tra di loro, ma anche i terminali che non si appoggino ad alcun Relay possono generare una notevole interferenza ai Relay collocati in loro prossimità.

Nella mia ricerca, ho applicato un semplice meccanismo A&F, abbinato ad uno schema di tipo TDMA per separare le trasmissioni cooperative da quelle non cooperative. I parametri utilizzati, così come le capacità dei terminali e delle Base Station, sono stati fissati seguendo gli standard 3GPP, ed il lavoro è stato realizzato col contributo di Qualcomm Incorporated. I risultati mostrano come lo schema cooperativo proposto permetta di ottenere un incremento del raggio di copertura, una riduzione della potenza media di trasmissione dei terminali mobili e della probabilità che si verifichi un evento di drop (ovvero che una trasmissione in corso debba essere interrotta).

Un'ulteriore analisi ha avuto come obiettivo lo studio dei benefici della cooperazione, in termini di raggio di copertura, al variare dell'allocazione dei terminali tra le varie Relay Station. La dislocazione dei Relay, così come il numero di terminali ad essi associati, si è dimostrata di notevole peso nel determinare la capacità della singola cella e l'incremento delle prestazioni garantite dalla cooperazione.

Tale analisi, come risultato collaterale, ha richiesto lo studio e lo sviluppo di un algoritmo per il calcolo delle aree di intersezione tra un numero arbitrario di cerchi, il cui utilizzo può essere immediatamente esteso a molte altre applicazioni nell'ambito delle reti di telecomunicazioni. L'algoritmo iterativo è basato su una struttura a trellis e su due teoremi geometrici derivati e dimostrati a tal scopo.

Il lavoro, svolto presso l'università di Padova, è stato proseguito anche durante il periodo di mobilità svolto, in forma di internship, presso Qualcomm Inc., sede di San Diego¹.

¹I risultati ottenuti in tale sede sono tuttora confidenziali e perciò attualmente non divulgabili.

2.3 Titolo definitivo della tesi finale

La tesi finale avrà titolo: "Cooperative Techniques for Wireless Ad Hoc and Cellular Networks: Protocol Design and System Analysis"

3 Pubblicazioni

- M. Levorato, F. Librino, M. Zorzi, "**Distributed Cooperative Routing and Hybrid ARQ in MIMO-BLAST Ad Hoc Networks**", presentato alla conferenza *GLOBECOM 2007*, tenutasi a Washington (Washington DC, USA) nei giorni 26-30 Novembre 2007.
- S. Del Favero, F. Librino, A. Harris, F. Zorzi, M. Zorzi, "**A Distributed Solution to Estimation Problems in Wireless Sensor Networks Leveraging Broadcast Communications**", presentato alla conferenza *Wons 2009*, tenutasi a Salt Lake City (Utah, USA), nei giorni 2-4 Febbraio 2009;
- M. Levorato, F. Librino, M. Zorzi, "**Cooperation in UMTS Cellular Networks: a Practical Perspective**", presentato alla conferenza *Pimrc 2008*, tenutasi a Cannes nei giorni 15-18 settembre 2008.
- M. Levorato, F. Librino, M. Zorzi, "**Performance Analysis and Resource Allocation in CDMA Cellular Networks with Relay Stations**", presentato alla conferenza *ICC 2009*, tenutasi a Dresda (Germania) nei giorni 14-18 giugno 2009.
- M. Levorato, F. Librino, M. Zorzi, "**An Algorithmic Solution for Computing Circles Intersection Areas and its Applications to Wireless Communications**", presentato alla conferenza *WiOpt 2009*, tenutasi a Seoul (Corea del Sud) nei giorni 23-27 giugno 2009.

I seguenti articoli sono stati accettati per prossima pubblicazione:

- L. Badia, M. Levorato, F. Librino, M. Zorzi, "**Cooperation Techniques for Wireless Systems from a Network-wide Perspective**", accettato per pubblicazione sulla rivista *Wireless Communication Magazine*;
- M. Levorato, F. Librino, M. Zorzi, "**Integrated Cooperative Opportunistic Packet Forwarding and Distributed Error Control in MIMO Ad Hoc Networks**", accettato per pubblicazione sulla rivista *Transactions on Wireless Communications*;

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Federico Librino** 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 **Erica Manesso** nell'ambito del XXII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Bioingegneria

Negli anni accademici 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 la dott.ssa **Erica Manesso** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXII ciclo, Indirizzo Bioingegneria

DIDATTICA

CORSI

Ho frequentato i seguenti corsi offerti dalla Scuola di Dottorato:

- *Applied Linear Algebra* (4 crediti) del Prof. Damn;
- *Identification Techniques* (5 crediti) del Prof. Chiuso;
- *Applied Functional Analysis* (7 crediti) del Prof. Ciatti;
- *Statistical Methods* (5 crediti) del Prof. Finesso.

SEMINARI

Ho preso parte a:

- 2007 e 2009: seminari offerti dal Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione;
- 2008: *Combine Endocrine Grand Rounds* offerti dalla *David Geffen School of Medicine at UCLA* di Los Angeles (California, USA);
- 2008: "Friday Seminars" presso il *Larry L. Hillblom Islet Research Center - David Geffen School of Medicine at UCLA* di Los Angeles (California, USA);
- 2008: incontri bi-mensili del *LHIRC Journal Club* (presso il *Larry L. Hillblom Islet Research Center*) in cui venivano discussi gli articoli più recenti pubblicati su riviste di prestigio come *Nature*, *Cell* e *Diabetes*;
- 2009: *Bioday* proposti dal gruppo di Bioingegneria.

SCUOLE E WORKSHOPS

- 2-3 luglio 2007: *RFPK Introductory Population Kinetics Workshop using SPK*, Padova, Italy.
- 25-28 settembre 2007: *Computational Genomics and Proteomics*. XXVI Scuola Nazionale Annuale di Bioingegneria, Bressanone, Bolzano, Italy.
- 17-18 febbraio 2009: *Systems biology of Regulated Exocytosis in pancreatic beta cells (REx)*, Carlsberg Academy, Copenhagen, Denmark.

CONFERENZE INTERNAZIONALI

- 22-26 giugno 2007: *American Diabetes Association, 67th Scientific Sessions*, Chicago, Illinois, U.S.A.
- 6-10 giugno, 2008: *American Diabetes Association, 68th Scientific Sessions*, San Francisco, California, U.S.A.



- 7-11 settembre, 2008: *44th European Association for the Study of Diabetes Annual Meeting*, Roma, Italy.
- 4 ottobre 2008: *2008 Department of Medicine Research Day, David Geffen School of Medicine at UCLA*, Los Angeles, California, U.S.A.
- 19 dicembre 2008: *4th Birthday & Annual Review/Audit. of the Larry L. Hillblom Islet Research Center, David Geffen School of Medicine, Division of Endocrinology, Diabetes, and Hypertension, UCLA*. Shutters on the Beach Hotel, Santa Monica, California, U.S.A.

TUTOR JUNIOR

In qualità di *tutor junior* ho prestato assistenza ai laboratori di:

- A.A. 2006-2007: "Modelli e Controllo di Sistemi Biologici 2" per la laurea specialistica in Bioingegneria (secondo anno) , Prof. Claudio Cobelli;
- A.A. 2008-2009: "Modelli e Controllo di Sistemi Biologici" per la Laurea Magistrale in Bioingegneria (primo anno), Prof. Claudio Cobelli;
- A.A. 2008-2009: "Modelli e Controllo di Sistemi Biologici 2" per la laurea specialistica in Bioingegneria (secondo anno) , Prof. Claudio Cobelli;
- A.A. 2008-2009: "Elaborazione di Segnali Biologici" per la laurea specialistica in Bioingegneria (secondo anno), Prof. Gianna Maria Toffolo.

ATTIVITÀ di co-relatrice

In qualità di co-relatrice ho seguiti i seguenti tesisti:

- Compostella Loris, titolo Tesi: "*I Modelli del Sistema Glucosio-Insulina nello Studio della Tolleranza Giornaliera al Glucosio e sull'Effetto del Sonno*", relatore: Prof. Claudio Cobelli, Laurea in Ingegneria Elettronica – Vecchio Ordinamento;
- Schiavon Andrea, titolo Tesi: "*Un Modello Compartimentale per la Stima del Turnover di Proteine*", relatrice: Prof.ssa Gianna Maria Toffolo, Laurea Triennale in Ingegneria Biomedica;
- Trifoglio Emanuele, titolo Tesi: "*Modello Precursore-Prodotto per la Stima del Turnover di Proteine*", relatrice: Prof.ssa Gianna Maria Toffolo, Laurea Triennale in Ingegneria Biomedica;
- Privitera Alessandro Giuseppe, titolo Tesi: "*Un Modello Compartimentale per lo Studio del Turnover di Lipoproteine*", relatrice: Prof.ssa Gianna Maria Toffolo, Laurea Triennale in Ingegneria Biomedica;
- Prendin Alberto, titolo tesi: "*Modelli d'Organo di Sistemi Metabolici*", relatore: Prof. Claudio Cobelli, Laurea Triennale in Ingegneria Biomedica;
- Gasperi Matteo, titolo tesi: "*Modelli per la stima del profilo dell'estrazione epatica di insulina nell'arco di una giornata*", relatrice: Prof.ssa Gianna Maria Toffolo, Laurea in Ingegneria Elettronica – Vecchio Ordinamento.

PERIODO ALL'ESTERO

Gennaio-Dicembre 2008: *Larry L. Hillblom Islet Research Center - David Geffen School of Medicine at UCLA* di Los Angeles (California, USA), supervisore: Dr. Peter Butler.



RICERCA

Da oltre due anni porto avanti una ricerca riguardante lo studio delle dinamiche delle beta cellule pancreatiche in collaborazione con il Dr. Butler del *Larry L. Hillblom Islet Research Center - David Geffen School of Medicine at UCLA* di Los Angeles (California, USA). Le beta cellule pancreatiche sono responsabili, attraverso la secrezione di insulina, del mantenimento dei livelli di glucosio nel plasma in un *range* molto ristretto. Sia il diabete di tipo 1 che quello di tipo 2 sono caratterizzati da un deficit della massa beta cellulare, da un incremento della frequenza di apoptosi e da un aumento di deposito di amiloide nelle isole pancreatiche. Lo studio del *turnover* delle beta cellule è quindi molto importante per capire i meccanismi che lo regolano, come l'abilità delle beta cellule di adattarsi all'obesità, gli effetti dell'età sulla loro massa, la capacità rigenerativa delle beta cellule nei soggetti diabetici, lo sviluppo della massa beta cellulare nell'infanzia. Partendo dal principio di Fick del bilancio di massa, abbiamo messo a punto un modello dinamico che stima il *turnover* delle beta cellule a partire dal loro numero (legato alla massa) e dalle frequenze di mitosi e apoptosi. In dettaglio, i dati di frequenze sono stati convertiti in *rate* in modo da poter esprimere i contributi nel tempo di mitosi ed apoptosi alle variazioni temporali nel numero di beta cellule. I fattori che permettono di convertire le frequenze in *rate* sono stati ottenuti da rette di calibrazione tra frequenze misurate tramite immunofluorescenza su alcune isole pancreatiche e *rate* ottenute con la tecnica *Time-Lapse Video Microscopy* sulle stesse. Il lavoro riguardante le conversioni è stato di pubblicato quest'anno sulla rivista *American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism*. Il modello applicato ai dati di ratti normali e transgenici (i.e. ratti di tipo HIP, modello biologico del diabete di tipo 2) ha evidenziato la presenza di cause dell'aumento/mantenimento del numero di beta cellule alternative alla mitosi, chiamate *OSB* (*Other Sources of Beta cells*); il modello ed i risultati sui ratti sono stati pubblicati quest'anno sulla rivista *American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism*. Il dominio di validità del modello è stato poi verificato attraverso l'applicazione dello stesso a dati di:

- scimmie normali e *STZ* (modello biologico del diabete di tipo 1) per capire gli effetti del diabete di tipo 1; il modello ha rivelato che il meccanismo principale della formazione di nuove beta cellule è *OSB*, presente anche nelle scimmie *STZ*, ma con un contributo minore rispetto a quello dato nelle scimmie normali;
- individui normali di età compresa tra due settimane e 40 anni per capire gli effetti dell'età; il modello ha permesso di capire che il principale contributo alla formazione di nuove beta cellule è la mitosi nell'infanzia, *OSB* in età adulta;
- individui normali e obesi di età compresa tra 20 anni e 40 anni per valutare l'effetto dell'obesità; il modello ha rivelato che la massa cellulare ed il *turnover* beta cellulare aumentano nei soggetti obesi.

Inoltre abbiamo da poco messo a punto un modello statistico basato sull'equazione di McKendrick-von Foerster per stimare l'età media e l'aspettativa di vita media delle beta cellule. In breve, il modello considera le beta cellule come una popolazione variegata di cellule che differiscono l'una dall'altra per la loro età. La densità di probabilità delle beta cellule di età a in un individuo di età t viene espressa in funzione delle componenti del *turnover* stimate dal modello dinamico e dalla densità vengono ricavate l'età media e l'aspettativa di vita media delle beta cellule. Il modello applicato ai vari *set* di dati ha rivelato che l'età media delle beta cellule



è: 1-4 mesi nei ratti, 2-5 mesi nelle scimmie, 6 mesi-2 anni negli umani. L'aspettativa di vita media è invece: 1-5 mesi nei ratti, 2-5 mesi nelle scimmie, 6 mesi-6 anni negli umani. Attualmente stiamo lavorando alla stesura dei manoscritti riguardanti questi risultati. Pensiamo che i risultati ottenuti avranno un grande impatto dal punto di vista clinico considerando che: a) l'origine delle beta cellule è causa di accesi dibattiti: alcuni suggeriscono come origine principale la duplicazione delle beta cellule esistenti, altri la formazione di nuove beta cellule da svariate fonti diverse dalla mitosi; b) il ripristino del controllo glicemico sia nel diabete di tipo 1 sia in quello di tipo 2 attraverso una rigenerazione interna potrebbe essere una potenziale strategia alternativa al trapianto di pancreas, dato il numero insufficiente di pancreas disponibili per il trapianto e i rischi di una prolungata terapia immunosoppressiva; c) l'unico approccio sperimentale che consente di identificare le fonti di nuove beta cellule diverse dalla mitosi beta cellulare è la *cell-lineage tracing*, non disponibile negli studi clinici.

Ho inoltre preso parte alle seguenti attività di ricerca:

- stima della secrezione di insulina da misure prelevate in arteria femorale ed in vena epatica durante un pasto in collaborazione con il Dott. Rizza del *College of Medicine – Mayo Clinic* di Rochester (Minnesota, USA);
- valutazione del metabolismo del glucosio nei bambini in collaborazione con la Dott.ssa Agneta Sunehag del *Children's Nutrition Research Center - Baylor College of Medicine* di Houston (Texas, USA);
- studio degli effetti dell'insulina sul *turnover* di proteine nel muscolo in collaborazione con il Dott. Nair del *College of Medicine – Mayo Clinic* di Rochester (Minnesota, USA) e il Dott. Barazzoni del Dipartimento di Scienze Cliniche, Morfologiche e Tecnologiche - Università di Trieste (Trieste, Italy);
- studio della legge che lega la saturazione arteriosa alla pressione parziale di O₂ nei neonati e stima del metabolismo del surfactante in collaborazione con la Dott.ssa Cogo del Dipartimento di Pediatria - Università degli Studi di Padova (Padova, Italy);
- studio della tolleranza giornaliera al glucosio, sull'effetto del sonno, e sull'estrazione epatica nell'arco di una giornata in collaborazione con la dott.ssa Eve Van Cauter del *Department of Medicine at University of Chicago* di Chicago (Illinois, USA).
- studio del *turnover* di proteine in collaborazione con il prof. Paolo Tessari del Dipartimento di Medicina Clinica e Sperimentale - Università degli Studi di Padova (Padova, Italy).

TITOLO TESI e sUPERVISORE

Titolo: *Dynamics of Pancreatic Beta Cells: Evidence for Beta Cell Turnover and Attempted Regeneration in Diabetes from Sources of Beta Cells other than Beta Cell Replication in Rats, Monkeys, and Humans.*

Supervisore: Prof. Chiara Dalla Man.

Co-supervisore: Prof. Claudio Cobelli.



LECTURES

- 17 ottobre 2007: *"Models on Beta Cell Turnover in Rats and Young Humans"*. Larry L. Hillblom Islet Research Center, David Geffen School of Medicine, Division of Endocrinology, Diabetes, and Hypertension, UCLA, Los Angeles, California, U.S.A.
- 8 settembre 2008: *"Attempted Beta Cell Regeneration from Replication Independent Sources in a Rat Model of Type 2 Diabetes."* 44th European Association for the Study of Diabetes Annual Meeting, Roma, Italy.
- 19 dicembre 2008: *"A Dynamic Model for Beta Cell Turnover"*. Larry L. Hillblom Islet Research Center, 4th Birthday & Annual Review/Audit. Shutters on the Beach Hotel, Santa Monica, California, U.S.A.

PREMIO

Best Graduate Student Award 2008: Larry L. Hillblom Islet Research Center, David Geffen School of Medicine, Division of Endocrinology, Diabetes, and Hypertension, UCLA, 4th Birthday & Annual Review/Audit. Shutters on the Beach Hotel, Santa Monica, California, U.S.A.

PUBBLICAZIONI

PAPERS

- Saisho Y., **Manesso E.**, Gurlo T., Huang C., Toffolo G.M., Cobelli C., and Butler P.C. "Development of Factors to Convert Frequency to Rate for Beta Cell Replication and Apoptosis Quantified by Time Lapse Video Microscopy and Immunohistochemistry." *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 2009 Jan;296(1):E89-96.
- **Manesso E.**, Toffolo G.M., Saisho Y., Butler A.E., Matveyenko A.V., Cobelli C., and Butler P.C. "Dynamics of Beta Cell Turnover; Evidence for Beta Cell Turnover and Regeneration from Sources of Beta Cells other than Beta Cell Replication in the HIP Rat." *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 2009 Aug;297(2):E323-30.
- Saisho Y., Butler A.E., **Manesso E.**, Galasso R., Zhang L., Gurlo T., Toffolo G.M., Cobelli C., Kavanagh K., Wagner J.D., and Butler P.C. Relationship between Fractional Pancreatic Beta Cell Area and Fasting Plasma Glucose Concentration in Monkeys. *Diabetologia*. 2009 Aug 27. [Epub ahead of print]
- van der Heijden G.J., Toffolo G.M., **Manesso E.**, Sauer P.J., and Sunehag A.L. "Aerobic Exercise Increases Peripheral and Hepatic Insulin Sensitivity in Sedentary Adolescents." *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 2009 Oct 6. [Epub ahead of print]

ABSTRACTS

- **Manesso E.**, Toffolo G. M., Rizza R., Basu R., and Cobelli C. "An Organ Model to Measure Insulin Secretion during a Meal from Arteriovenous Hepatic Catheter Measurements." Sixth Annual Diabetes Technology Meeting, Atlanta, Georgia, U.S.A., November 2-4, 2006, pg. 384.
- **Manesso E.**, Toffolo G. M., Basu R., Rizza R., and Cobelli C. "Validation of Whole Body C-Peptide Minimal Model During a Meal from Arteriovenous Hepatic Catheter Measurements." *Diabetes*(2007) 56: (Suppl1) A387.



- **Manesso E.**, Toffolo G.M., Saisho Y., Butler A. E., Galasso R., Butler P. C., and Cobelli C. "Attempted Beta cell Regeneration from Replication Independent Sources in a Rat Model of Type 2 Diabetes." *Diabetologia*(2008) 51: (Suppl1) S18.
- Saisho Y., Butler A.E., **Manesso E.**, Galasso R., Toffolo G.M., Cobelli C., Rizza R.A., and Butler P.C. "Beta Cells are Formed throughout Adult Life in Humans Primarily from Sources Independent from Duplication of Existing Beta Cells." *Diabetes*(2009).

INTERNATIONAL CONFERENCE PROCEEDINGS

- Saisho Y., Butler A.E., **Manesso E.**, Toffolo G.M., Galasso R., Meier J.J., Cobelli C., Rizza R., and Butler P.C. "Modeling of Beta Cell Turnover in Rodents and Humans." 2007 Department of Medicine Research Day, December, 1st 2007, UCLA, Los Angeles, CA, USA.
- **Manesso E.**, Butler A.E., Toffolo G.M., Saisho Y., Galasso R., Cobelli C., and Butler P.C. "Beta Cell Turnover in a Rat Model of Type 2 Diabetes provides evidence for attempted Regeneration from Putative Pancreatic Stem Cells." 2008 Department of Medicine Research Day, October, 4th 2008, UCLA, Los Angeles, CA, USA.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato la dott.ssa **Erica Manesso** 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 **Andrea Manuzzato** nell'ambito del XXII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Negli anni accademici 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 il dott. **Andrea Manuzzato** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXII ciclo, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Didattica

Corsi offerti dalla scuola inseriti nel piano di studi e superati alla data attuale

- **Effects of Ionizing Radiation on Electronic Components:
From Space Applications to Sea Level Effects**
Prof. Alessandro Paccagnella
- **Physical models for the numerical simulation of semiconductor devices**
Prof. Gaudenzio Meneghesso
- **Applied Functional Analysis**
Prof. Paolo Ciatti
- **Applied Linear Algebra**
Prof. Tobias Damm

Scuole nazionali per dottorandi e seminari

- Aprile 2007: II Scuola nazionale "Rivelatori ed Elettronica per Fisica delle Alte Energie, Astrofisica, Applicazioni Spaziali e Fisica Medica", presso INFN, Laboratori Nazionali di Legnaro (Padova)
- Settembre 2007 Short Course: "Radiation effects, from material to system: A multi-scale approach" presso la conferenza Radiation and its effects on component and system (RADECS), Deauville, Francia
- Aprile 2008 - Seminari dalla scuola Interuniversity Master in Nanotechnologies organizzato da CIVEN (Coordinamento Interuniversitario Veneto per le Nanotechnologie), Ca' Tron, VE
- Luglio 2008, Short Course: "Short Course with a theme of "Soft Errors: From the Ground Up", presso la conferenza Nuclear and Space Radiation Effects Conference (NSREC), Tucson (Arizona), Stati Uniti
- Aprile 2009: III Scuola nazionale "Rivelatori ed Elettronica per Fisica delle Alte Energie, Astrofisica, Applicazioni Spaziali e Fisica Medica", presso INFN, Laboratori Nazionali di Legnaro (Padova)

Conferenze internazionali

- Settembre 2007, Radiation and its effects on component and system (RADECS), Deauville, Francia, - Presentazione poster;
- Luglio 2008, Nuclear and Space Radiation Effects Conference, NSREC, Tucson (Arizona), Stati Uniti – Presentazione poster;
- Settembre 2008, Military and Aerospace Programmable Logic Devices (MAPLD) Conference, Annapolis (Maryland), Stati Uniti – Presentazione orale;



- Settembre 2009, LANSCE User Group Meeting, Santa Fe (New Mexico), Stati Uniti – Presentazione orale.

Periodo all'estero:

- Maggio – Ottobre 2009: Internship a Los Alamos National Laboratory, Los Alamos (New Mexico, Stati Uniti). Supervisore: Dr. Heather Quinn, Space Data System (ISR-3) group.

Attività di ricerca svolta

La mia tematica di ricerca riguarda gli effetti della radiazione ionizzante su componenti logici programmabili quali le Field Programmable Gate Array (FPGA). L'estrema flessibilità e la possibilità di riprogrammazione anche nel sistema finale che questi dispositivi permettono hanno portato a una loro larga diffusione e a un loro utilizzo nei più svariati ambiti. Purtroppo questi dispositivi sono sensibili alla radiazione ionizzante e quindi l'utilizzo per particolari applicazioni come quelle "safety-critical" e spaziali pone problematiche riguardanti l'affidabilità. In questi dispositivi logici programmabili tutte le informazioni per la configurazione delle risorse, al fine di implementare il circuito desiderato, vengono mantenute in una memoria di configurazione. In base al tipo di tecnologia utilizzata per mantenere le informazioni di configurazione, possiamo suddividere le FPGA in due grandi famiglie: quelle basate su memoria di tipo flash non volatile e quelle basate su RAM statica. Il differente tipo di memoria impiegata determina una differente sensibilità alla radiazione ionizzante e una differente tipologia di effetti indotti che si possono riscontrare.

Per i componenti basati su RAM statica è dimostrata la sensibilità degli elementi di memoria agli effetti della radiazione ionizzante: il rilascio di carica dovuta al passaggio di uno ione può indurre la commutazione dello stato del bistabile che mantiene immagazzinata l'informazione. Questo fenomeno prende il nome di Single Event Upset (SEU) e poiché ogni elemento della memoria di configurazione controlla delle risorse del dispositivo, una variazione non desiderata si può tradurre nella modificazione del circuito implementato, portando così a possibili conseguenze catastrofiche per la corretta funzionalità del circuito.

Nel corso del dottorato ho studiato gli effetti indotti da ioni pesanti, particelle alfa e neutroni su dispositivi Xilinx. In particolare, ho analizzato la sensibilità delle varie risorse contenute nelle celle configurabili dei dispositivi Xilinx prodotti con tecnologia a 90 nm come le Spartan-3. Sono emerse notevoli differenze per ogni singola risorsa come pure si sono riscontrate differenze in base al valore memorizzato nell'elemento di memoria. Questo si traduce nella differente sensibilità dei circuiti in base alle differenti risorse utilizzate. L'analisi della sensibilità delle risorse ha permesso la formulazione di un modello per predire la sensibilità di un circuito implementato data l'utilizzazione delle risorse della FPGA per realizzarlo.

Un'altra problematica analizzata è il fenomeno dei Multiple Bit Upset (MBU). Con questo termine ci si riferisce al fenomeno della variazione di più elementi di memoria dovuti al passaggio di un singolo ione. Lo scaling tecnologico sta accentuando questa tipologia di eventi che purtroppo risultano critici per l'efficacia di tecniche di protezione come la ridondanza tripla. Infatti, se non si adottano opportuni criteri di piazzamento delle risorse, può accadere che un MBU riesca a corrompere simultaneamente più domini di ridondanza, vanificando il mascheramento dell'errore. I risultati ottenuti sono stati presentati alla conferenza Nuclear and Space Radiation Effects Conference.

Riguardo allo studio di MBU e tecniche d'irrobustimento, sono stato partecipe di una collaborazione con il Politecnico di Torino ed EADS (Francia) per fornire loro una parte del setup sperimentale per compiere test con laser su FPGA. L'utilizzo del laser permette di ottenere la mappatura fisica della memoria di configurazione del dispositivo oltre alla possibilità di determinare le aree sensibili di un dispositivo agli effetti di radiazione grazie alla correlazione del comportamento con gli ioni. La mappatura fisica del



dispositivo è fondamentale per individuare i bit nella memoria di configurazione che possono essere coinvolti da Multiple Bit Upset. Utilizzando queste informazioni, il Politecnico di Torino è stato in grado di mettere a punto un tool per lo studio dell'impatto di MBU in circuiti protetti da TMR. Lo strumento realizzato permette la verifica dell'efficacia di specifiche tecniche di piazzamento per evitare che errori nella memoria di configurazione corrompano simultaneamente due (o più) domini ridondanti.

Con la collaborazione del Politecnico di Torino e l'Agenzia Spaziale Europea è stata condotta un'attività di ricerca sugli effetti indotti dalla radiazione su FPGA basate su tecnologia Flash. È dimostrato che questi dispositivi sono immuni da SEU nella memoria di configurazione (almeno al presente nodo tecnologico), mentre rimangono sensibili agli eventi di Single Event Transient (SET). Infatti, il rilascio di carica dovuto al passaggio di uno ione può generare dei glitch di tensione che si possono propagare attraverso la logica combinatoria. Questi transitori possono poi essere campionati in registri trasformandosi in una condizione di errore del tutto simile a un SEU. Sono state irraggiate FPGA prodotte da Actel, in particolare sono stati usati dispositivi della famiglia ProASIC3. Campagne d'irraggiamento con ioni pesanti hanno avuto luogo presso l'acceleratore Heavy Ion Irradiation Facility (Louvain la Neuve, Belgio) e presso la linea SIRAD (INFN Legnaro, Padova). Lo scopo dei test è stato la caratterizzazione di questo fenomeno, determinandone la durata dei transienti indotti e individuando i fattori che possono portare a un loro allungamento o filtraggio. I dati raccolti hanno rivelato come la durata di questi transienti possa essere ben maggiore di quanto presentato in letteratura. Queste differenze sono state imputate al ruolo del routing nella propagazione di questi transitori. I circuiti di test utilizzati sono basati sul circuito classico per lo studio di questi eventi: una catena di inverter. Successivi esperimenti hanno focalizzato lo studio dell'impatto dei transienti su strutture più simili ai circuiti reali. Infatti, al momento della scrittura, per lo studio di questi fenomeni, sono sempre stati utilizzati circuiti allo scopo di enfatizzare i transienti. Il circuito proposto è composto di logica combinatoria attornata da elementi di memoria come registri. Nello specifico, è stato implementato un circuito emulante un moltiplicatore a pipeline. Per verificare l'impatto dei transitori abbiamo testato il circuito variando la frequenza di funzionamento e i dati ottenuti hanno rivelato come da una certa frequenza l'impatto dei transitori influisce pesantemente sul tasso di errore del circuito. I risultati finora ottenuti sono stati presentati alle conferenze Military and Aerospace Programmable Logic Devices (MAPLD) e OnLine Testing Symposium (IOLTS).

Parallelamente, durante i tre anni di dottorato, ho condotto studi riguardo all'efficienza di tecniche d'irrobustimento a livello di design implementate in FPGA (basate su RAM statica). In particolare ho testato l'affidabilità di filtri implementati sfruttando i sistemi Redundant Residue Number System (RRNS). Questa tecnica d'irrobustimento a livello di design sfrutta le proprietà dell'aritmetica modulare ai fini del rilevamento e della correzione degli errori. Sono stati eseguiti test d'irraggiamento con particelle alfa sul comportamento di un filtro irrobustito. I risultati di quest'attività sono il frutto della collaborazione con l'università Tor Vergata (Roma). L'innovazione introdotta è costituita da una nuova struttura di conversione dal dominio RRNS con capacità di rivelamento e correzione. In particolar modo, la nuova struttura presenta un notevole risparmio di risorse utilizzate rispetto a precedenti approcci. I nostri test hanno provato l'efficacia di questa strategia di irrobustimento, provando come il filtro



implementato abbia una totale capacità di mascherare guasti indotti da radiazione¹. I risultati ottenuti sono stati presentati alla conferenza Military and Aerospace Programmable Logic Devices (MAPLD). Un'altra tecnica d'irrobustimento sulla quale mi sono focalizzato è la Ridondanza Tripla Modulare (TMR). Con questa tecnica, la logica viene triplicata e delle strutture chiamate "voter" mascherano la propagazione di un errore votando le uscite di ogni modulo. Esperimenti d'irraggiamento sono stati condotti per studiare la risposta di questa tecnica alla presenza di accumulo di errori nella memoria di configurazione. In particolare, è stato analizzato il tasso di errore di un circuito in funzione del livello di partizionamento del design. I risultati ottenuti possono dare importanti indicazioni per definire il tasso di riconfigurazione (scrubbing) di un dispositivo.

Ho trascorso la seconda metà del terzo anno di dottorato presso le strutture del Los Alamos National Laboratory (Los Alamos, NM, US) sotto la supervisione di Dr. Heather Quinn. In questa esperienza ho studiato gli effetti della radiazione su vari dispositivi elettronici quali logiche programmabili, microprocessori e memorie dinamiche. In particolar modo, ho preparato e condotto esperimenti con neutroni a LANSCE, per studiare problemi di affidabilità a livello terrestre e avionico. Interessanti informazioni sono state raccolte per le nuove generazioni di memorie dinamiche, per le quali risulta sempre maggiore la probabilità di soft error indotti sulla circuiteria di controllo. Tali eventi, generando una notevole quantità di errori, non sono mitigabili da codici di correzione. In questa esperienza, sono stato coinvolto anche dal gruppo di calcolo ad alte prestazioni per test di affidabilità in ambito terrestre su macchine multiprocessore. A tale scopo ho creato particolari programmi di test per verificare il comportamento dinamico sotto irraggiamento di alcune risorse di un microprocessore.

Titolo della Tesi di dottorato

Single Event Effects on FPGAs, supervisore prof. Alessandro Paccagnella

Pubblicazioni

- Sterpone L.; Violante M.; Bocquillon A.; Miller F.; Buard N.; Manuzzato A.; Gerardin S.; Paccagnella A., "Layout-Aware Multi-Cell Upsets Effects Analysis on TMR circuits implemented on SRAM-based FPGAs", presented at Radiation and Its Effects on Components and Systems, 2009. RADECS 2009. 10th European Conference on , September 2009 Bruges, Belgium (in press)
- Sterpone L.; Battezzati N.; Violante M.; Merodio D.; Poivey C.; Manuzzato A.; Paccagnella A.; Gerardin S.; Vogrig D., "a Study of the Frequency Impact on SEE Sensitiveness in Flash-Based FPGAs", Nuclear and Space Radiation Effects Conference, 2009 IEEE, Quebec City, Canada (in press)
- Pontarelli S.; Cardarilli G.C.; Salsano A.; Gerardin S.; Manuzzato A.; Paccagnella A., "Hardening-by design techniques using residue number system in SRAM-based FPGAs: an experiment on a FIR filter," Military and Aerospace Programmable Logic Devices (MAPLD) Conference 2008, http://nepp.nasa.gov/mapld_2008/
- Battezzati N.; Sterpone L.; Violante M.; Gerardin S.; Manuzzato A.; Paccagnella A.; Rezgui S.; Merodio D.; Sorensen R.; Poivey C., "On the Enlargement of Single Event Transients' Width in Flash-based FPGAs", Military and Aerospace Programmable Logic Devices (MAPLD) Conference 2008, http://nepp.nasa.gov/mapld_2008/
- Manuzzato, A.; Gerardin, S.; Paccagnella, A.; Sterpone, L.; Violante, M., "Effectiveness of TMR-Based Techniques to Mitigate Alpha-Induced SEU Accumulation in Commercial SRAM-Based FPGAs," *Nuclear Science, IEEE Transactions on* , vol.55, no.4, pp.1968-1973, Aug. 2008

¹ Escludendo situazioni di SEFI in cui si ha un malfunzionamento globale a livello di device. Queste condizioni possono essere mitigate ricorrendo a ridondanze a livello di device



- Manuzzato, A.; Gerardin, S.; Paccagnella, A.; Sterpone, L.; Violante, M., "On the Static Cross Section of SRAM-Based FPGAs," *Radiation Effects Data Workshop, 2008 IEEE* , vol., no., pp.94-97, 14-18 July 2008
- Battezzati, N.; Gerardin, S.; Manuzzato, A.; Paccagnella, A.; Rezugui, S.; Sterpone, L.; Violante, M., "On the Evaluation of Radiation-Induced Transient Faults in Flash-Based FPGAs," *On-Line Testing Symposium, 2008. IOLTS '08. 14th IEEE International* , vol., no., pp.135-140, 7-9 July 2008
- Manuzzato, A.; Rech, P.; Gerardin, S.; Paccagnella, A.; Sterpone, L.; Violante, M., "Sensitivity evaluation of TMR-hardened circuits to multiple SEUs induced by alpha particles in commercial SRAM-based FPGAs," *Defect and Fault-Tolerance in VLSI Systems, 2007. DFT '07. 22nd IEEE International Symposium on* , vol., no., pp.79-86, 26-28 Sept. 2007
- Manuzzato, A.; Gerardin, S.; Paccagnella, A.; Sterpone, L.; Violante, M., "Effectiveness of TMR-based techniques to mitigate alpha-induced SEU accumulation in commercial SRAM-based FPGAs," *Radiation and Its Effects on Components and Systems, 2007. RADECS 2007. 9th European Conference on* , vol., no., pp.1-7, 10-14 Sept. 2007
- Violante, M.; Sterpone, L.; Manuzzato, A.; Gerardin, S.; Rech, P.; Bagatin, M.; Paccagnella, A.; Andreani, C.; Gorini, G.; Pietropaolo, A.; Cardarilli, G.; Pontarelli, S.; Frost, C., "A New Hardware/Software Platform and a New I/E Neutron Source for Soft Error Studies: Testing FPGAs at the ISIS Facility," *Nuclear Science, IEEE Transactions on* , vol.54, no.4, pp.1184-1189, Aug. 2007

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Andrea Manuzzato** 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 **Fabio Alessio Marino** nell'ambito del XXII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Negli anni accademici 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 il dott. **Fabio Alessio Marino** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXII ciclo, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Didactics

Courses attended:

Applied Functional Analysis
Applied Linear Algebra
Physical models for the numerical simulation of semiconductor devices
Effects of Ionizing Radiation on Electronic Components From Space Applications to Sea Level Effects
Electrostatic discharge on integrated circuits
Organic semiconductor devices
Monte Carlo Methods
Biochips: Microdevices for Life Sciences
Semiconductor Optoelectronics (Arizona State University)
Introduction to solid state electronics (Arizona State University)
Advanced device simulations (Arizona State University)

National conferences attended

Patents Presentation (with JRC European Commission, ENEA, University of Padova), Vicenza, Italy, November 12, 2007

International conferences attended

International Electrostatic Discharge Workshop - IEW 2007, Stanford Sierra Conference Centre, California, USA, May 14 - 18, 2007

Heterostructure Technology - HETECH 2007, Fréjus, France, September 2 - 5, 2007

Workshop on Compound Semiconductor Devices and Integrated Circuits - WOCSDICE 2007, Venice, Italy, May 20-23, 2007

International Electron Devices Meeting - IEDM 2007, Washington, DC, USA, December 10-12, 2007

International Semiconductor Device Research Symposium - ISDRS 2007, University of Maryland, Maryland, USA, December 12-14, 2007

International Electrostatic Discharge Workshop - IEW 2008, Port d'Albret, France, May 12 - 15, 2008



International Symposium on Compound Semiconductor – ISCS 2009, Santa Barbara, California, 30 August – 2 September, 2009

Lectures

Electromagnetic field (2 lectures, Arizona State University)

Mobility period

August 2008 – December 2009
Arizona State University, Tempe, Az

Research

Research activity

The main purpose of my Ph.D. was to characterize and develop new silicon based device structures and perform an accurate analysis on state-of-the-art high-frequency and high-power HEMT devices, through both commercial simulation tools and the full band Cellular Monte Carlo (CMC) simulator kindly provided by Prof. Marco Saraniti of Arizona State University, in order to investigate what are the more important factors that allow improvements in reliability and manufacturability of both silicon based device and *AlGaIn/GaN* HEMTs at mm-wave frequencies.

A complete characterization of several device has been performed using experimental data to calibrate the few adjustable parameters of the simulator. Drift diffusion and hydrodynamic simulations were also carried out with commercial software in order to operate the corrections needed to model thermal effects and transient phenomena related to charge and discharge trap effects.

The spectrum of topics covered in my work is quite broad.

During a collaboration with STMicroelectronics my research's group have developed and characterized a new Silicon Controlled Rectifier Low Voltage Triggered (SCR-LVT), to be adopted as protection structure against electrostatic discharge (ESD) events. A high holding voltage has been obtained thanks to the insertion of two parasitic bipolar transistors, achieved adding a n-buried region to a conventional SCR structure. These two parasitic transistors partially destroy the loop feedback gain of the two main npn and pnp BJTs, resulting in an increase of the sustaining (holding) voltage during the ESD event. A strong dependence of the holding voltage with the ESD pulse width has also been observed, caused by self-heating effects.

2D device simulations (DESSIS Synopsys) have been performed obtaining results that perfectly fit the measurements over a wide temperature range (25°C-125°C). Using device simulation results, the factors that influence the holding voltage, in terms of temperature dependence, but also in the behavior of the parasitic BJTs, have been explained. A guideline to change the SCR holding voltage, related to the SCR design layout without any change to process parameters, have been also proposed.

We presented this work to *European Symposium Reliability on Electron Devices, Failure - ESREF 2007*, Arcachon, France, October 8 - 12, 2007 and we won the Best Paper Award (This work will be also an Invited Papers at International Reliability Physics Symposium-IRPS 2008)



During a collaboration with STMicroelectronics, new SCRs to be adopted as protection structure against ESD events, have been developed and characterized. With respect to traditional SCRs, where the holding voltage is determined by the intrinsic feedback of two BJTs, we have developed and characterized a new SCR LVT structure, where the holding voltage is adjustable provided that some layout parameters are changed. This flexibility allows to adapt the same protection device to many different technologies in an easy way.

We presented this work to *European Symposium Reliability on Electron Devices, Failure - ESREF 2007*, Arcachon, France, October 8 - 12, 2007 and we won the Best Paper Award (This work was also an Invited Papers at the International Reliability Physics Symposium-IRPS 2008)

In collaboration with the BCD development group of STMicroelectronics, a study of a Lateral-NPN transistor in the BCD6s OFFLINE technology was also performed. The Lateral-NPN was used as ESD protection structures for low voltage (5 V) and high voltage (25 V) classes. This study allowed to reduce the number of mask required for the process from 18 to 16 only. DC and TLP 100 ns pulsed regime characterizations were performed and their results were used to calibrate the physical parameters of the simulator, in order to closely reproduce the measurement data with the simulation results. Finally an optimization activity was carried out.

An alternative approach to continue the speed and density increasing in the modern IC circuits was developed. This new approach is based on increasing the functions of a single device rather than shrinking the dimensions of a classical MOSFET or add more control gates with a very complicated process technology. In fact in all solutions proposed in literature as the double gateMOS, only the device carrier transport is enhanced, all these new technologies still keep a "normal switch" as the basic element. Right now, at Arizona State University we are processing the first prototypes of these devices.

In collaboration with the Arizona State University, we perform a complete and detail study on high electron mobility transistors (HEMTs), which show excellent performance as microwave power devices. We first investigate the effects of polarization charge on the electrostatic potential distribution across the heterostructure of a *GaN* HEMT device. The experimental extraction of the potential profiles across the device was carried out by electron holography on samples prepared with the backside ion milling method combined with the focused ion beam technique.

It was possible to obtain potential profiles of a large field of view with low surface damage and gradually changing thickness.

Quantitatively, the potential profile was estimated by using the phase information from electron holography and the thickness information from electron energy-loss spectroscopy.

The experimental results have then been compared with simulations performed with our full band Cellular Monte Carlo (CMC) simulator. Through simulations, we were able to explain the difference between theoretical predictions and experimental evidence, gaining a deep understanding of the device physics.

Subsequently, we have performed an intensive characterization on more than 10 wafers, in order to identify parastic effects related to charge trapping phenomena, such as: slump ratio (*SR*), threshold voltage shift (*DVTH*) and the decrease in the maximum of transconductance (*gmslump*), typical of each wafer and technology.



In another collaboration, we studied effects of threading edge dislocations on electron transport properties of GaN HEMT devices. The approach of Weimann based on the results of Read, Bonch-Bruevich and Glasko, and Podor was used to model with the CMC code the dislocation effects.

In Collaboration with Northrop Grumman Space Technology, a lot of studies have been performed also on N-Face and Ga-face structures (both enhancement and depletion mode).

Scaling effects on the RF performance of these devices has been also deeply investigated.

An N-face device with a cut-off frequency greater than 500 GHz has been designed inside that project.

Finally, with the aim to obtain a more realistic description of the physics involved in HEMT devices, I implemented in the CMC code the quantum-mechanical effect of tunneling.

Thesis title

Advanced simulation methods for new devices development and characterization

Advisor:

Meneghesso Gaudenzio

Publications:

Journals:

A. Tazzoli, F. A. Marino, M. Cordoni, A. Benvenuti, P. Colombo, E. Zanoni, G. Meneghesso, “*Holding Voltage Investigation of Advanced SCR-based Protection Structures for CMOS Technology*”, Microelectronics Reliability, Vol. 47, No. 9-11, September-November 2007, Pages 1444-1449.

F. A. Marino, N. Faralli, T. Palacios, D. K. Ferry, S. M. Goodnick and M. Saraniti, “*Effects of Threading Dislocations on AlGaIn/GaN High Electron Mobility Transistors*”, IEEE Transaction on Electron Device.

F. A. Marino, D. K. Ferry, S. M. Goodnick and M. Saraniti, “*RF and DC characterization of State-of-the-art GaN HEMT devices through Cellular Monte Carlo simulations*”, Physics Status Solidi

F. A. Marino, M. Saraniti, D. A. Cullen, D. J. Smith, and M. R. McCartney, “*Simulation of polarization charge on AlGaIn/GaN high electron mobility transistors - comparison with electron holography*”, Journal of Applied Physics.

Proceedings:

A. Tazzoli, F. A. Marino, M. Cordoni, A. Benvenuti, P. Colombo, E. Zanoni, G. Meneghesso, “*Holding Voltage Investigation of Advanced SCR-based Protection Structures for CMOS Technology*”, European Symposium Reliability on Electron Devices, Failure - ESREF 2007, Arcachon, France, October 8 - 12, 2007 (**Best Paper Award and Invited Papers** to International Reliability Physics Symposium-IRPS 2008)



F. A. Marino, G. Meneghesso, “*Alternative Schottky contact based ESD Protection Structure in CMOS Technology for the Manufacture of High-Density Integration Circuits*”, *European Heterostructure Technology*, - *HETECH 2007*, Fréjus, France, September 2 - 5, 2007

F. A. Marino, G. Meneghesso, “*Alternative MOS Devices for the Manufacture of High-Density ICs*”, *International Semiconductor Device Research Symposium - ISDRS 2007*, University of Maryland, Maryland, USA, December 12-14, 2007

G. Meneghesso, A. Tazzoli, F. A. Marino, M. Cordoni, P. Colombo, “*Development of a New High Holding Voltage SCR-Based ESD Protection Structure*”, *International Reliability Physics Symposium-IRPS 2008*, Phoenix, Arizona, April 27 - May 1, 2008

F. A. Marino, G. Meneghesso, “*Alternative GGNMOS triggered SCR ESD Protection Structure in CMOS Technology for the Manufacture of High-Density Integration Circuits*”, *International Electrostatic Discharge Workshop - IEW 2008*, Port d’Albret, France, May 12 - 15, 2008

F. Danesin, F. A. Marino, A. Tazzoli, F. Zanon, G. Meneghesso, E. Zanoni, A. Cetronio, C. Lanzieri, S. Lavanga, M. Peroni, and P. Romanici, “*Passivation degradation induced by thermal storage on AlGaIn/GaN HEMTs*” *European Heterostructure Technology*, - *HETECH 2008*, Venice, Italy, September 2 - 5, 2008

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 Signatures Induced By Buffer Traps In ALGAN-GAN Hemts*”, *International Reliability Physics Symposium-IRPS 2009*, Montreal, Quebec, Canada, April 26 - April 30, 2009

F. A. Marino, N. Faralli, D. K. Ferry, S. M. Goodnick and M. Saraniti, “*Figures of merit in high-frequency and high-power GaN HEMTs*”, *Electron Dynamics in Semiconductors, Optoelectronics and Nanostructures – EDISON 2009*, Montpellier, France, 24-28 August, 2009

F. A. Marino, D. K. Ferry, S. M. Goodnick and M. Saraniti, “*RF and DC characterization of State-of-the-art GaN HEMT devices through Cellular Monte Carlo simulations*”, *International Symposium on Compound Semiconductor – ISCS 2009*, Santa Barbara, California, 30 August – 2 September, 2009

National Conferences:

F. A. Marino, G. Meneghesso, “*Sviluppo di una nuova tecnologia CMOS per circuiti ad alta scala di integrazione*”, *Patents Presentation (with JRC European Commission, ENEA, University of Padova)*, Vicenza, Italy, November 12, 2007

Patents:

F. A. Marino, G. Meneghesso, “*Transistore ad effetto di campo con giunzione metallo semiconduttore*” [PATENT Ns. rif.: 019201/SS/cab](#)

F. A. Marino, A. Paccagnella, “*Porta logica a ridotto numero di interruttori, particolarmente per applicazioni su circuiti integrati*” **PATENT Ns. rif.: 019667/SS/cab**



F. A. Marino, G. Meneghesso, “Field Effect Transistor With Metal-Semiconductor Junction”
PATENT Ns. rif.: PCT/EP2008/052005

F. A. Marino, A. Paccagnella, “Logic gate with a reduced number of switches, especially for applications in integrated circuits” PATENT Ns. rif.: PCT/IT2008/000711

F. A. Marino, G. Meneghesso, “CMOS Structures For High-Density Integrated Circuits”
PROVISIONAL Ns. rif.: 61/273,793

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Fabio Alessio Marino** 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 **Enea Poletti** nell'ambito del XXII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Bioingegneria

Negli anni accademici 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 il dott. **Enea Poletti** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXII ciclo, Indirizzo Bioingegneria

Titolo della tesi finale (progetto a tema vincolato)

Progettazione, realizzazione e valutazione clinica di uno strumento ad ottica adattiva per l'analisi automatica della retina.

PARTE I: Didattica

Corsi seguiti

Bioelectromagnetics, Prof. T. A. Minelli - DEI030 (12 ore, 3 crediti)

Applied Linear Algebra, Prof. T. Damm – DEI002 (16 ore, 4 crediti)

Algorithms and methods for bioinformatics, Prof. N. Cristianini SCH30 (15 ore, 4 crediti).

Pattern Recognition and Machine Learning, Prof. J. M. Rehg - DEI041 (12 ore, 3 crediti)

Applied Functional Analysis, Prof. P. Ciatti – DEI033 (28 ore, 7 crediti)

A vademecum of pattern recognition techniques with applications to image and video analysis, Prof. M. Piccardi – Ferrara (18 ore)

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi

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

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

Distinguished Lecturer Series (DEI).

Partecipazione a Conferenze Nazionali

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

Partecipazione a Conferenze Internazionali



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

Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

Attività in qualità di correlatore per tesi di laurea:

“Metodi per il riconoscimento di cromosomi singoli da immagini”, Jole Costanza, laurea triennale in ingegneria biomedica, 2006/2007.

“Metodi per l'estrazione features e classificazione per la cariotipizzazione automatica”, Francesca Finotello, laurea triennale in ingegneria biomedica, 2006/2007.

“Sviluppo di Algoritmi per la cariotipizzazione automatica: Segmentazione e Classificazione”, Jenny Ceccarini, laurea in ingegneria informatica, 2005/2006.

“Algoritmi Swarm per l'analisi di immagini biomediche”, Clemens Romata, laurea triennale in ingegneria biomedica, 2007/2008.

“Sviluppo di algoritmi per il filtraggio ottimale di immagini di cariotipi in banda Q”, Gianluca Callegari, laurea triennale in ingegneria biomedica, 2008/2009.

“Algoritmi per identificazione di falsi vasi nell'analisi vascolare di immagini retiniche”, Marco Mardegan, laurea triennale in ingegneria biomedica, 2008/2009.

“Identificazione di posizione e contorno del disco ottico in immagini della retina”, Davide Perina, laurea triennale in ingegneria biomedica, 2008/2009.

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

Attività didattica di supporto svolta

Assistenza didattica di laboratorio (40 ore equivalenti) per il corso “Informatica per biotecnologie” per il corso di laurea triennale in Biotecnologie, tenuto dal prof. Enrico Grisan.

Assistenza didattica di laboratorio (50 ore equivalenti) per il corso “Strumentazione Biomedica 1” per il corso di laurea triennale in Ingegneria Biomedica, tenuto dal prof. Alfredo Ruggeri.

Assistenza didattica di laboratorio (10 ore equivalenti) per il corso “Elaborazione Dati, Segnali e Immagini Biomediche” per il corso di laurea triennale in Ingegneria Biomedica, tenuto dal prof. Enrico Grisan.

Assistenza didattica di laboratorio (40 ore equivalenti) per il corso “Sperimentazioni di Fisica I Modulo A” per il corso di laurea triennale in Astronomia, tenuto dal prof. Enrico Grisan.



PARTE II: Ricerca

Descrizione dell'attività di ricerca durante il dottorato

L'attività di ricerca svolta durante il dottorato ha riguardato diversi temi nell'ambito dell'elaborazione delle bioimmagini, con particolare attenzione a sistemi di algoritmi di segmentazione e classificazione per la cariotipizzazione automatica e algoritmi per l'analisi automatica della retina e l'estrazione di parametri clinici per la diagnosi ed il monitoraggio delle patologie associate.

Analisi automatica di vasi in immagini retiniche

L'analisi automatica delle immagini retiniche si pone come obiettivo l'estrazione di importanti parametri clinici per la diagnosi delle retinopatie, con particolare attenzione a quelle ipertensiva e diabetica. Gli algoritmi sviluppati si focalizzano sulle lesioni a carico dell'apparato vascolare: essi ricavano il reticolo dei vasi con lo scopo di misurare i loro principali descrittori geometrici (lunghezza, direzione, calibro, presenza di biforcazioni, etc.).

Il sistema di *sparse tracking* dell'albero vascolare parte dall'estrazione di *seed point*, punti notevoli dell'immagine del fondo retinico che corrispondono alla presenza di vasi sanguigni. L'individuazione di un numero adeguato di seed points permette di escludere l'impiego di algoritmi di segmentazione globali basati sul filtraggio multiscala mediante template a orientazione variabile, notoriamente molto esigenti dal punto di vista computazionale e molto critici da dimensionare in maniera opportuna. Per estrarre tali seed point vengono definite delle griglie regolari sull'immagine, dimensionate e posizionate in modo tale che le linee possano disporsi intersecando vasi sanguigni perpendicolarmente. Per ognuna di tali linee viene estratto il corrispondente profilo di luminosità dell'immagine e, tramite opportuna trasformazione, definita la funzione a singola coordinata parametrica. Un *matched filter*, avente come profilo il laplaciano della gaussiana a diverse scale di ampiezza, viene convoluto con i profili: le regioni in cui la risposta del filtro supera un'opportuna soglia individuano la presenza di un vaso.

E' a partire da questi seed che l'asse dei vasi viene stimato. Si considera l'immagine retinica come un grafo connesso non orientato: i cammini a costo minimo che connettono ogni *seed point* ad un altro, pesando opportunamente lunghezza totale e luminosità dei pixel sottesi al cammino, definiscono in prima approssimazione l'albero vascolare. I bordi dei vasi vengono poi trovati applicando filtri matched monodimensionali efficienti: la direzione del kernel è scelta perpendicolarmente agli assi trovati e la scala viene stimata mediante un'analisi preliminare dei profili trasversali ai vasi. Un modulo di correzione adattiva permette infine di modificare i diametri non consistenti allo scopo di ottenere una morfologia vascolare regolare e continua.

Lo strumento di acquisizione delle immagini previsto nel progetto (fundus camera ad ottica adattiva montata su un banco ottico) si è rivelato non possedere la potenza necessaria per illuminare il fondo retinico in modo adeguato. Questa circostanza e l'improvvisa indisponibilità del componente ad ottica adattiva (specchio deformabile), hanno motivato la decisione di utilizzare per le attività del progetto alcuni dataset di immagini retiniche resi pubblicamente disponibili da vari gruppi di ricerca operanti nel settore. Pur non acquisite con lo strumento inizialmente designato allo scopo, queste immagini si prestano ugualmente all'analisi automatica con gli algoritmi sviluppati, con il beneficio di poter confrontare i risultati ottenuti con quelli ottenuti da altri studi scientifici.

Sviluppo di un ambiente software *computer-aided* per l'estrazione dei parametri clinici



A partire dalle strutture vascolari estratte da immagini retiniche è possibile calcolare alcuni parametri clinici, utili sia alla diagnosi precoce che alla valutazione della gravità di alcune patologie retiniche. E' stata sviluppata quindi un'interfaccia grafica per facilitare l'interazione tra il software e l'utente, in modo da rendere intuitiva e diretta l'estrazione di parametri clinici da immagini retiniche opportunamente processate. Una prima console permette di selezionare dai drive del client un insieme di immagini da analizzare. Una volta confermata la scelta viene avviato un batch che elabora iterativamente le immagini. Per ognuna di queste viene salvato un file contenente informazioni relative alla struttura vascolare estratta. Una seconda console permette di caricare un'immagine pre-elaborata e associata alle corrispondenti strutture vascolari identificate. L'interfaccia permette all'utente di selezionare la regione di interesse, di correggere eventuali errori del tracking automatico e di confermare la classificazione dei vasi nelle classi arteria/vena. Dopo pochi interventi di controllo da parte dell'utente il programma restituisce in uscita i parametri clinici relativi all'immagine analizzata: CRVE, CRAE, AVR.

A breve sarà ultimata la stesura di un protocollo per la definizione univoca delle regole da seguire per l'analisi di immagini retiniche mediante il software sviluppato e lo studio di accuratezza e ripetibilità dei parametri clinici stimati mediante tale software.

Il software riguardante l'identificazione delle strutture vascolari retiniche è al momento oggetto di valutazione clinica presso il Department of Ophthalmology and Visual Sciences, University of Wisconsin, USA, il cui Fundus Photograph Reading Center ha espressamente dichiarato la sua volontà nell'acquisire il programma come standard per la determinazione di features diagnostiche, quali gli indici CRAE, CRAE e AVR, come indicatori del "generalized arteriolar narrowing".

Sempre per quanto riguarda i metodi di identificazione della struttura vascolare della retina, la corrente collaborazione con il Department of Twin Research & Genetic Epidemiology, del King's College London Division of Genetics and Molecular Medicine, St Thomas' Hospital, UK, si è recentemente concretizzata nell'accordo che prevede che un numero superiore alle 3500 immagini di fundus retinico (più 10 nuove immagini a settimana) vengano analizzate per scopi clinici con il software da noi sviluppato.

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

Segmentazione e classificazione di cromosomi in immagini in banda Q

L'analisi del kariogramma è un esame molto diffuso in citogenetica, in quanto permette ai citologi di diagnosticare patologie riguardanti la macrostruttura proteica dei cromosomi. La procedura di cariotipizzazione manuale è però lenta e tediosa, richiede impegno e concentrazione per intervalli di tempo molto lunghi, comportando un elevato rischio di erronea valutazione dei dettagli. L'automatizzazione di questo processo si propone come soluzione a questi problemi.

L'algoritmo di segmentazione provvede all'individuazione dei singoli cromosomi anche qualora essi siano coinvolti in agglomerati di adiacenze o sovrapposizioni. Un thresholding spazio-variante iniziale esclude background, rumore e corpi estranei.

Sui cluster di cromosomi vengono eseguite ricorsivamente operazioni di *disentangling*, i cui risultati vengono memorizzati in una struttura ad albero. Una funzione di fitness valuta, per ogni ramo completo dell'albero di ricorsione, il numero di operazioni effettuate e la bontà dei singoli cromosomi ottenuti, permettendo l'individuazione della combinazione di operazioni ottima secondo un criterio di parsimonia



prestabilito. L'impiego di una funzione di fitness che rappresenta un'euristica consistente permette l'utilizzo della tecnica *branch&bound* per ottimizzare la complessità computazionale dell'algoritmo.

Il sistema di classificazione si propone di assegnare ad ogni cromosoma una delle 24 classi di appartenenza, operando sulla base delle feature estratte mediante l'individuazione dell'asse mediano del cromosoma (quest'ultima effettuata utilizzando un algoritmo proposto per il tracking di vasi retinici). Il primo passo consiste nel polarizzare i cromosomi, ovvero disporli secondo un'orientazione uniforme di lettura delle features: tale processo viene effettuato da un *Alternating Decision Tree* allenato con un algoritmo *AdaBoost*. Successivamente, si può procedere con una serie di normalizzazioni e rescaling delle features polarizzate, ai fini di diminuirne la varianza intra-classe e aumentare quella inter-classe. Il labeling dei cromosomi viene effettuato da una rete neurale opportunamente allenata; il risultato in uscita dalla rete viene ulteriormente elaborato da un algoritmo greedy di riassegnazione, al fine di rispettare i vincoli intrinseci della conformazione del cariotipo umano e allo stesso tempo aumentare l'accuratezza dell'intero processo di classificazione.

PARTE III: Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

E. Poletti, E. Grisan, A. Ruggeri, "A Modular Framework for the Automatic Classification of Chromosomes in Q-Band Images", submitted to IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, under review.

E. Grisan, E. Poletti, A. Ruggeri. "Automatic segmentation and disentangling of chromosome in Q-band prometaphase images", IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, 13(4):575-81, Jul 2009.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

E. Poletti, D. Fiorin, E. Grisan, A. Ruggeri, "Retinal Vessel Axis Estimation through a Multi-Directional Graph Search Approach" IFMBE Proceedings WC 2009 "World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering", Vol. 25, 2009, Munich, Germany

D. Fiorin, E. Poletti, E. Grisan, A. Ruggeri, "Fast adaptive axis-based segmentation of retinal vessels through matched filters", IFMBE Proceedings WC 2009 "World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering", Vol. 25, 2009, Munich, Germany

E. Grisan, E. Poletti, A. Ruggeri: "An Improved Segmentation of Chromosomes in Q-Band Prometaphase Images Using a Region Based Level Set", IFMBE Proceedings WC 2009 "World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering", Vol. 25, 2009, Munich, Germany

E. Poletti, E. Grisan, A. Ruggeri, "Automatic classification of chromosomes in Q-band images" Proc. 30th Annual International IEEE EMBS Conference, Vancouver, British Columbia, Canada, August 20-24, 2008 - Int. Conf. Proceedings



E. Grisan, E. Poletti, C. Tomelleri, and A. Ruggeri. Automatic segmentation of chromosomes in Q-band images. Proc. 29th Annual International Conference of IEEE-EMBS, pp. 5513-6, IEEE, New York, 2007.

Elenco pubblicazioni su convegno nazionale

E. Poletti, E. Grisan, A. Ruggeri “A framework for a fully automatic karyotyping system” Proc. 1st National Conference of Bioengineering, Pisa, Italy, July 3-5, 2008.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Enea Poletti** 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 **Mirco Rampazzo** nell'ambito del XXII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Negli anni accademici 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 il dott. **Mirco Rampazzo** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXII ciclo, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Attività didattica

Corsi seguiti

Primo anno

- Analysis and Design of Nonlinear Control Systems. Prof. L. Marconi.
- Applied Functional Analysis. Prof. P. Ciatti.
- Applied Linear Algebra. Prof. T. Damm.
- Statistical Methods. Prof. L. Finesso.

Secondo anno

- Algoritmi e software per il Calcolo Scientifico. Prof. Michela Redivo-Zaglia.
- Probabilità. Prof. Paolo Dai Pra.

Terzo anno

- Computation of Game and Market Equilibria. Prof. Bruno Codenotti.
- Identification techniques. Prof. A. Chiuso.
- Stabilità numerica di sistemi dinamici descritti da equazioni differenziali con ritardo. Prof. Rosanna Vermiglio.

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

- Control Design Seminar National Instruments. CNR Padova, 4 luglio 2007.
- COMSOL Multiphysics Modeling Workshop. Padova, 9 Novembre 2007.
- Which Kind of Information Can Music Convey? Prof. Claudio Ambrosini.
- Radiation Effects and Errors in Advanced Technologies. Prof. Ron Schrimpf.
- The Multi-Armed Bandit Meets the Web Surfer. Prof. Eli Upfal.



- Power Semiconductors State-of-the-Art and future development trends. Dr. Leo Lorenz.
- Blighted Virtual Neighborhoods and Other Threats to Online Social Experiences. Prof. Richard De Millo .
- Studies on Androids and Humanoids. Prof. Hiroshi Ishiguro.
- Identification of Wiener-Hammerstein systems. Prof. Tohru Katayama.
- Modelli di struttura e funzionamento delle reti ecologiche. Prof. Marino Gatto.
- The analysis and design of the steady-state behavior of nonlinear systems: Taming nonlinear excursions in the spirit of Lagrangia and Liapunov. Prof. Christopher I. Byrnes.
- Towards categorization in sensory systems. Prof. Pietro Perona.
- Polyhedral Approaches to Integer Programming. Prof. Gerard Cornuejols.
- Robustness in Biological Networks: From Genes to Cells to Systems. Prof. Francis J. Doyle III.
- Parsimonious Flooding in Dynamic Graphs. Prof. Pierluigi Crescenzi.
- Management and Policy in Mission-Oriented Sensor Network. Prof. Tom La Porta.
- Deployment and Localization in Target Tracking Oriented Wireless Sensor Networks. Dr. Yan Huang.
- Crescita e collasso di sistemi economici e sociali complessi. Prof. Ugo Bardi.

Partecipazione a Conferenze

- International Conference on Modeling, Estimation and Control. Venezia, 4-5 Ottobre 2007.
- 4th Italian Research Conference on Digital Library Systems, Padova, Italy, 24-25 Jan. 2008.
- Smart and Efficient Energy Council (SEEC'2009). October 8-9, 2009 Trento, Italy.

Attività didattica attiva

- Componente della commissione di vigilanza per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere (terza commissione, prima sessione 2008 e prima e seconda sessione 2009).
- Seminario: Strumenti e linguaggi di programmazione per il calcolo scientifico, la simulazione di processi termodinamici e l'acquisizione di dati sperimentali. Programmazione in ambiente Matlab/Simulink®. Scuola di Dottorato in Ingegneria Industriale. Università degli Studi di Padova.
- Supporto ad attività di svolgimento tesi.

Attività di ricerca

L'attività di ricerca² svolta ha riguardato i seguenti temi:

² Le attività 1 e 2 sono state svolte in collaborazione con Rhoss S.p.A., Codroipo (UD). L'attività 3 è stata condotta in collaborazione con Carel S.p.A., Brugine (PD) .



1. Nell'ambito dei sistemi HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning), si è analizzato il problema dell'ottimizzazione del funzionamento di sistemi con più refrigeratori in parallelo. Per raggiungere ottime prestazioni in termini di riduzione sia del consumo di energia che dei costi di esercizio, garantendo nello stesso tempo un buon inseguimento del carico richiesto, è necessario risolvere contemporaneamente i problemi della ripartizione ottimale del carico (OCL) tra i chiller e della loro sequenza ottima di accensioni/spengimenti (OCS), giovandosi dell'informazione circa il reale carico termico applicato dell'impianto. Questa informazione è ottenuta da misurazioni sulla struttura del sistema, attraverso un osservatore lineare, che è progettato sulla base di un modello dinamico che descrive l'andamento nel tempo del carico. Una volta resa disponibile la stima del carico, è possibile ottimizzare il funzionamento del sistema minimizzando il consumo di energia. Il problema di ottimizzazione risultante, combinatoria, non lineare e vincolata, con variabili sia continue sia discrete, è stato risolto con successo utilizzando un innovativo algoritmo genetico multi-fase. Ci sono diversi vantaggi associati a questa scelta: l'efficienza computazionale, che garantisce l'implementazione in tempo reale su piattaforme commerciali e la possibilità di una facile estensione dell'approccio inserendo ulteriori termini di penalizzazione nell'indice delle prestazioni. L'approccio può anche essere esteso per includere la gestione di sistemi più complessi, comprendenti unità di trattamento d'aria e sistemi ventilconvettori e radianti. Inoltre, i dati dai modelli di previsione del carico possono essere facilmente sfruttati attraverso semplici modifiche dello schema di stima del carico e dell'indice di prestazione per la gestione economica ed energetica di eventuali accumuli termici. Altresì, la generalità del metodo sviluppato (algoritmo MCM) garantisce che esso possa essere applicato con successo anche al controllo di sistemi con più chiller in parallelo in cui siano contemporaneamente presenti o macchine di taglia diversa o macchine con compressori di tipo diverso (unità scroll e vite, ad esempio). Si tratta di soluzioni assai efficienti sia nel caso di nuove installazioni che in relazione ad interventi di riqualificazione o adeguamento della potenza di impianti esistenti. Infine, la stima del carico termico dell'edificio permette di introdurre nell'algoritmo MCM anche delle strategie per l'adeguamento della temperatura dell'acqua di mandata ai sistemi di emissione dell'edificio in ragione del reale fabbisogno degli ambienti da climatizzare. Il risparmio energetico di questa soluzione combinata può raggiungere valori compresi tra il 10% ed il 15% nella stagione di climatizzazione estiva. Altresì si sono impiegati gli algoritmi genetici per la fase di progettazione di impianti HVAC. La definizione di una funzione obiettivo che conta il costo dei chiller nonché dei termini per la manutenzione, oltre ad un termine relativo al consumo energetico ed ai costi di esercizio, è stata utilizzata da un algoritmo di minimizzazione genetico per determinare le classi di macchine più convenienti (dal punto di vista energetico ed economico) per un particolare impianto. Questo rappresenta un valido strumento per i progettisti che possono selezionare in modo intelligente le macchine da impiegare in uno specifico impianto nell'ottica del loro effettivo utilizzo.



2. Nell'ambito dei sistemi HVAC si è condotta l'analisi e la modellizzazione matematica di un impianto multi-zona di climatizzazione radiante. Il sistema di climatizzazione radiante, sia in riscaldamento sia in raffrescamento, è quello che più si avvicina alla fisiologia umana e quindi consente di ottenere ottimi livelli di comfort. Il modello sviluppato è stato implementato in ambiente Matlab/Simulink®; questo consente di disporre di un ambiente di simulazione dinamica, con tutti i vantaggi che ne derivano. Utilizzando un approccio di tipo model-based si sta attualmente progettando un controllore locale basato su indici di comfort per un sistema di climatizzazione radiante a pannelli.
3. Nell'ambito della refrigerazione commerciale si è sviluppato un algoritmo di controllo adattativo di un evaporatore che impiega una valvola di espansione elettronica (EEV). A tale scopo si è usato un modello di simulazione sviluppato in Matlab/Simulink. Lo schema di controllo proposto è costituito da due loop annidati. Il loop più interno rappresenta il processo, quello più esterno è formato da un controllore PID. Si assume che la struttura del modello del processo sia nota ma con parametri sconosciuti. Il loop esterno aggiorna i parametri del PID in base ai risultati di una procedura di identificazione on-line. L'algoritmo di controllo sviluppato esibisce performance superiori rispetto alle strategie tradizionalmente impiegate.
4. Nell'ambito del progetto RareNoise (<http://www.rarenoise.lnl.infn.it/>), che studia i fenomeni di non-equilibrio indagando le proprietà statistiche delle perdite in oscillatori meccanici in stati di equilibrio non stazionario, è stato sviluppato (ricorrendo ad un'analogia elettro-termica) ed implementato, in ambiente Matlab/Simulink®, un modello relativo agli scambi energetici che avvengono tra un sistema di test, costituito da un supporto e da un oscillatore meccanico, e l'ambiente circostante. Al fine di poter controllare la temperatura del supporto dell'oscillatore nonché il gradiente di temperatura dell'oscillatore rispetto al supporto stesso si sono impiegati in combinazione un faro riscaldante ed una cella di Peltier. Si è altresì progettato un controllore per il sistema MIMO risultante che consente di soddisfare le specifiche richieste (gradiente di temperatura da 10K a 30K con errore inferiore ai 10mK).
5. Le unità di Generazione Distribuita (DG) sono sorgenti di potenza fluttuante e possono causare la fluttuazione della tensione nel punto di accoppiamento comune (PCC) con la rete, determinando l'insorgere di flickers. Per contrastare tale fenomeno, la regolazione della tensione nel punto PCC risulta cruciale. Nella connessione dell'unità DG alla rete, tramite un sistema di conversione statica dell'energia elettrica con flusso bidirezionale di potenza (AFE), la qualità della potenza (PQ) dipende dal contenuto armonico della corrente fornita al punto PCC. Si è sviluppata una strategia, basata sul controllo della tensione nel punto PCC nonché della corrente nell'induttanza del filtro di rete LC e della tensione del bus in DC, che permette di ottenere una potenza fornita o assorbita dall'AFE di elevata qualità, migliorando pure l'impatto che ha la DG sul profilo della tensione di rete.



Titolo definitivo della tesi

Efficient Management of HVAC systems.

Elenco delle pubblicazioni

• Lavori presentati a convegni internazionali/nazionali:

- A. Beghi, M. Bertinato, L. Cecchinato, and M. Rampazzo. A multi-phase genetic algorithm for the efficient management of multi-chiller systems. In Proceedings of the 7th Asian Control Conference, Hong Kong, China, August 27-29, 2009.
- M. Albieri, A. Beghi, L. Cecchinato e M. Rampazzo. Gestione ottima di sistemi con refrigeratori in parallelo mediante un algoritmo genetico multi-fase. 47th AICARR International Conference, Roma-Tivoli, October 8-9, 2009.

• Lavori accettati per pubblicazione su riviste e convegni:

- A. Beghi, L. Cecchinato and M. Rampazzo. On-line, auto-tuning regulation of Electronic Expansion Valve for evaporator control. Accepted to the 7th IEEE International Conference on Control & Automation (ICCA'09), December 9-11, 2009, Christchurch, New Zealand.

• Lavori sottomessi per pubblicazione su riviste e convegni:

- A. Beghi, L. Cecchinato, and M. Rampazzo. A multi-phase genetic algorithm for the efficient management of multi-chiller systems. Submitted to Energy Conversion and Management, May 9, 2009.
- M. Albieri, A. Beghi, L. Cecchinato e M. Rampazzo. Gestione ottima di sistemi con refrigeratori in parallelo mediante un algoritmo genetico multi-fase. Sottomesso a CDA - Condizionamento dell'aria, Riscaldamento, Refrigerazione, Novembre, 2009.
- A. Beghi, L. Cecchinato and M. Rampazzo. On-line, auto-tuning control of Electronic Expansion Valve. Submitted to International Journal of Refrigeration, November, 2009.
- F. Gambato e M. Rampazzo. Generazione Distribuita: Efficiente Condizionamento della Potenza Scambiata. Sottomesso a AEI - Federazione Italiana di Elettrotecnica, Elettronica, Automazione, Informatica e Telecomunicazioni, Novembre, 2009.

• Brevetti:

- M. Albieri, A. Beghi, M. Bertinato, L. Cecchinato, M. Rampazzo e A. Zen. Metodo e sistema per controllare una pluralità di macchine frigorifere di un impianto di climatizzazione. Submitted patent, September, 2009.



Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Mirco Rampazzo** 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 **Paolo Rech** nell'ambito del XXII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Negli anni accademici 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 il dott. **Paolo Rech** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXII ciclo, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Didattica

Corsi offerti dalla scuola inseriti nel piano di studi e superati alla data attuale

- Effects of Ionizing Radiation on Electronic Components:
From Space Applications to Sea Level Effects
Prof. Alessandro Paccagnella
- Physical models for the numerical simulation of semiconductor devices
Prof. Gaudenzio Meneghesso
- Applied Functional Analysis
Prof. Paolo Ciatti
- Applied Linear Algebra
Prof. Tobias Damm

Scuole nazionali per dottorandi

- Aprile 2007: II Scuola nazionale “Rivelatori ed Elettronica per Fisica delle Alte Energie, Astrofisica, Applicazioni Spaziali e Fisica Medica”, presso INFN, Laboratori Nazionali di Legnaro (Padova)
- Aprile 2009: III Scuola nazionale “Rivelatori ed Elettronica per Fisica delle Alte Energie, Astrofisica, Applicazioni Spaziali e Fisica Medica”, presso INFN, Laboratori Nazionali di Legnaro (Padova)

Seminari

- Aprile 2008: Seminari dalla scuola Interuniversity Master in Nanotechnologies organizzato da CIVEN (Coordinamento Interuniversitario Veneto per le Nanotechnologie), Ca' Tron, VE
- Settembre 2009: Short Course of the 2009 RADECS conference “Towards modeling of radiation effects in nano-scale systems”, Bruges, Belgium
- Settembre 2009: Distinguished Lecture, DEI Prof. Umesh K. Mishra, “The next dominant semiconductor after Silicon

Conferenze internazionali



- Settembre 2007: IEEE International Symposium on Defect and Fault Tolerance in VLSI Systems (DFT 2007), Rome, Italy
- Maggio 2009: IEEE VLSI Test Symposium (VTS 2009), Santa Cruz, CA
- Giugno 2009: IEEE International On-Line Testing Symposium (IOLTS 2009), Sesimbra, Portugal
- Settembre 2009: IEEE RADiation and its Effect on Components and Systems (RADECS 2009), Bruges, Belgium

Didattica attiva

- Didattica di supporto (lezione frontale) all'insegnamento di "Elettronica Digitale" per il corso di laurea triennale in Ingegneria Elettronica, aa 2007-2008

Attività di ricerca svolta

L'attività di ricerca che mi ha visto impegnato durante questi anni di dottorato riguarda principalmente lo studio degli effetti indotti dalla radiazione ionizzante nei System on Chip (SoC). Grazie alle più moderne tecnologie di realizzazione di dispositivi elettronici è possibile integrare moduli di varia natura creando dei veri e propri sistemi all'interno di un unico chip. Il numero e la natura dei moduli dipende strettamente dal tipo di applicazione cui il SoC è destinato, ma anche dalla disponibilità di area e di risorse. Tipicamente in un SoC sono presenti dei moduli di memoria (SRAM il più delle volte), dei moduli logici (come moltiplicatori, sommatore, ecc) e almeno un microprocessore o microcontrollore.

Qualunque dispositivo elettronico è perennemente esposto a radiazione ionizzante. In ambito spaziale l'elettronica è colpita da ioni pesanti, da protoni e altre particelle che formano i raggi cosmici e il vento solare. Al livello del mare neutroni ad alta energia e termici generati dall'interazione fra i raggi cosmici e l'atmosfera terrestre e particelle alfa emesse dai materiali che compongono il chip o il suo package possono generare diverse tipologie di errori nei dispositivi che colpiscono. Nel caso di memorie, le particelle ionizzanti possono generare dei bit-flip, ovvero la corruzione del dato memorizzato, noti anche come Soft Error. Nel caso di circuiti logici, la radiazione può causare degli impulsi di tensione ai nodi che, se propagati e memorizzati, portano ad un errore transitorio, noto come Single Event Transient. Nel caso di un microprocessore, in cui sono presenti risorse sia di memoria (memoria codice, memoria utente, registri interni) che logiche (unità di calcolo), la radiazione può causare sia Soft Error che Single Event Transient e i loro effetti sulle uscite possono essere diversi e molto complessi da studiare.

L'elevato grado di integrazione dei vari core rende molto difficile la loro accessibilità e la possibilità di testarli singolarmente oltre che nella loro interazione. Per permettere il test di SoC sono state introdotte le tecniche di test Design for Testability (DfT) che si basano su alcuni circuiti hardware integrati nel chip che hanno l'unico scopo di verificare la funzionalità del SoC: catene di scan, Infrastructure-IP, moduli Built-In Self-Test (BIST), adeguati wrapper e interfacce. Con opportune modifiche, sono riuscito ad applicare le tecniche DfT ai test di SoC esposti a radiazione. Grazie alla collaborazione fra ST e Politecnico di Torino è stato progettato e realizzato un SoC per applicazioni automotive che include un array di 64Kx8 bit di memoria SRAM, un moltiplicatore 16 x 16 bit (c6288) e un microprocessore (8051). Per verificare il funzionamento di questi moduli sono stati inseriti delle I-IP per l'esecuzione di procedure software (sBIST) con lo scopo di testare il microprocessore, un BIST programmabile per il test della memoria (pBIST) e un BIST parametrico per il test del moltiplicatore (lBIST). L'interfaccia JTAG IEEE 1149.1 e i wrappers IEEE 1500 mi hanno permesso di programmare e



di controllare tutti i circuiti di test da un host PC o hardware esterno dedicato. Grazie al JTAG è possibile una comunicazione a bassa frequenza fra dispositivo da testare e hardware di controllo, rendendo molto più semplice e meno costoso il setup di test. Il dispositivo è comunque stimolato ad alta frequenza dai moduli BIST integrati. Infine abbiamo realizzato un setup in grado di modificare real-time in maniera molto fine alcuni parametri di lavoro del chip come la tensione di alimentazione e la frequenza operativa, per vedere come la variazione di questi parametri influenzi la sensibilità dei vari moduli.

Nel primo anno di dottorato ho preso confidenza con i protocolli di test di radiazione con dispositivi come le FPGA, cercando di capire le varie problematiche per avere una stima il più precisa possibile della sensibilità del dispositivo. Quando il SoC è stata prodotta, durante il secondo anno di dottorato, ho effettuato numerosi test con Americio (che produce particelle alfa) sul modulo SRAM integrato nel SoC. Questi test si svolgono scrivendo un pattern noto nell'array, lasciando la memoria esposta a radiazione per un periodo prestabilito e rileggendo l'array individuando eventuali errori. Grazie al BIST programmabile mi è stato sufficiente creare dei March test semplici (w_0 ; r_0 oppure w_1 ; r_1) e lasciare al BIST il compito di scrivere il pattern, leggerlo, individuare eventuali errori e inviarli all'host-PC per la rielaborazione. Il BIST è integrato nel chip quindi può lavorare ad alta frequenza, accorciando di molto i tempi di preparazione e controllo del test: gli unici dati da inviare a bassa frequenza fra host-PC e chip sono il codice per il BIST e gli eventuali errori individuati.

Ho poi completato e testato il setup per la caratterizzazione del moltiplicatore c6288, un circuito quindi puramente combinatorio in cui la radiazione quindi può causare dei SET. Ho usato il BIST parametrico per diminuire al minimo la comunicazione fra host-PC e dispositivo sotto test. Il BIST, una volta programmato, controlla il moltiplicatore ad alta frequenza e, dopo un numero di passi impostabile, invia al PC una firma contenente l'informazione sui risultati delle moltiplicazioni svolte. La frequenza di funzionamento può essere modificata grazie al nostro setup, permettendo quindi una completa caratterizzazione del dispositivo. Una prima campagna di test è stata fatta alla facility SIRAD, a Legnaro, esponendo il chip ad un fascio accelerato di Nichel e poi ad un fascio di Iodio e poi di Bromo. Non si sono visti SET, probabilmente a causa delle ridotte dimensioni del moltiplicatore. Durante i test però si è notata la comodità e l'affidabilità della strategia adottata.

L'ultimo anno di questo dottorato è stato dedicato al test del microcontrollore 8051. Il primo passo per avere una stima esaustiva della sensibilità di un microcontrollore alla radiazione ionizzante è capire la sensibilità di ogni risorsa disponibile e quali errori compromettano la funzionalità del dispositivo e quali invece vengano mascherati. In primo luogo abbiamo effettuato un test statico per capire la sensibilità dei registri interni, della memoria codice e memoria utente. Ancora una volta il nostro setup ha semplificato i test. I risultati mostrano che il tasso di errore dei registri interni è inferiore rispetto a quello della memoria. Questo risultato è fondamentale per caratterizzare il microcontrollore e predire il tasso di errore di un'applicazione generica e deve essere preso in considerazione quando si costruisce un sistema di fault injection. Ho anche valutato la sensibilità dinamica del microprocessore studiando uno stesso algoritmo implementato con due filosofie diverse, una che massimizzi l'utilizzo della memoria codice (codice sequenziale) e l'altra che massimizzi l'utilizzo dei registri (codice ciclico). Dai test risulta chiaro che il tasso di errore dell'algoritmo sequenziale è più del doppio di quello dell'algoritmo ciclico, a dimostrare che in un'applicazione reale è consigliabile minimizzare l'utilizzo della memoria codice in cui gli errori possono accumularsi prima dell'esecuzione. Non solo, abbiamo anche dimostrato che non tutti gli errori causati dalla radiazione nei registri o nella memoria codice provocano un errore all'uscita del sistema. Infatti i bit corrotti possono essere non utilizzati, obsoleti, oppure mascherati. Con questi dati si può predire la sensibilità del dispositivo e il tasso di fallimento di un programma. Inoltre, sapere quali risorse sono più sensibili e il modo con cui gli errori si propagano da indicazioni importanti sulle tecniche di progettazione sia software che hardware da seguire per diminuire la sensibilità del dispositivo e del programma.



Infine abbiamo valutato l'efficacia di alcune tecniche di irrobustimento sia a livello di layout che di design. Per la prima volta grazie ai nostri test è stato dimostrato che l'applicazione delle ottimizzazioni Design For Manufacturing (DFM) oltre ad aumentare la resa in fase di produzione del dispositivo rispetto al Design Rule Manual (DRM), diminuisce il tasso di errore del microprocessore. Questo risultato è di fondamentale importanza per i costruttori di dispositivi elettronici perché pone un'ulteriore variabile nel difficile trade-off fra costi di progettazione e produzione, resa e affidabilità. Negli ambiti safety critical come l'automotive e il biomedicale non è più possibile trascurare gli errori indotti da radiazione, ecco quindi che il nostro risultato può essere molto utile per riformulare le ottimizzazioni DFM per massimizzare la loro efficacia nell'irrobustire il dispositivo nei confronti della radiazione ionizzante. A livello di design è possibile irrobustire il circuito attraverso la Triple Modular Redundancy (TMR), aumentando considerevolmente l'area necessaria per realizzare il dispositivo. Non è stato possibile fabbricare un SoC irrobustito tramite TMR, abbiamo però valutato l'efficacia e i costi di questa tecnica su una FPGA. L'irrobustimento del TMR dipende dal numero di stati introdotti e dal numero di errori indotti dalla radiazione che si accumulano nel circuito. Grazie ai nostri test abbiamo costruito un modello per poter predire l'efficacia del TMR in qualunque tipo di dispositivo. Con questo modello e con i dati sperimentali ottenuti si può capire se l'applicazione del TMR è veramente efficace nella particolare configurazione in cui il SoC deve essere utilizzato.

Titolo della tesi

Soft Errors Induced by Neutrons and Alpha Particles in System on Chips

Supervisore

prof. Alessandro Paccagnella

Pubblicazioni e atti di conferenza

S. Gerardin, M. Bagatin, P. Rech, A. Cester, A. Paccagnella, "Exploiting a Low-Energy Accelerator to Test Commercial Electronics with Low-let Proton Beams", IEEE RADiation Effects Conference (RADECS) 2006, Glyfada, Athens, Greek, September 2006

M. Violante, L. Sterpone, A. Manuzzato, S. Gerardin, P. Rech, M. Bagatin, A. Paccagnella, C. Andreani, A. Pietropaolo, G. Cardarilli, S. Pontarelli, C. Frost, "A new hardware/software platform and a new 1/E neutron source for soft error studies: testing FPGAs at the ISIS facility" IEEE Transactions on Nuclear Science, 2007, Volume 54, Issue 4, Part 2, August 2007, pp. 965 – 970

A. Manuzzato, P. Rech, S. Gerardin, A. Paccagnella, L. Sterpone, M. Violante, "Sensitivity evaluation of TMR-hardened circuits to multiple SEUs induced by alpha particles in commercial SRAM-based FPGAs" Defect and Fault Tolerance in VLSI Systems (DFT) 2007 proceedings, Rome, Italy pp. 79 - 86

D. Appello, P. Bernardi, M. Grosso, P. Rech, M. Sonza Reorda, D. Appello, S. Gerardin, A. Paccagnella "DfT Reuse for Low-Cost Radiation Testing of SoCs: a case study" IEEE VLSI Test Symposium 2009 proceedings, Santa Cruz, California pp. 276 - 281

P. Rech, S. Gerardin, A. Paccagnella, P. Bernardi, M. Grosso, M. Sonza Reorda, and D. Appello "Evaluating Alpha-induced Soft Errors in Embedded Microprocessors" IOLTS 2009 proceedings, Lisbon, Portugal pp. 69 - 74

P. Rech, A. Paccagnella, P. Bernardi, M. Grosso, M. Sonza Reorda, F. Melchiori, and D. Appello "Evaluating the



Impact of DFM Library Optimizations on Alpha-induced SEU Sensitivity in a Microprocessor Code” to be presented at RADECS 2009, Bruges, Belgium

P. Rech, A. Paccagnella, P. Bernardi, M. Grosso, M. Sonza Reorda, F. Melchiori and D. Appello “Alpha-induced SEU Sensitivity Dependancies on Logic Cells Layout Configurations”, presented at International Workshop on Design for Reliability and Variability (DRVW'09), Austin, TX

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Paolo Rech** 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 Sambo** nell'ambito del XXII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Negli anni accademici 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 il dott. **Francesco Sambo** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXII ciclo, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Parte 1 - Didattica

Corsi seguiti

Corsi offerti dalla scuola:

- Distributed Applications and Protocols I
- Pattern Recognition and Machine Learning
- Applied linear algebra
- Applied Functional Analysis:

Corsi offerti da altre scuole

Algorithms and methods for bioinformatics: corso tenuto dal Professor Nello Cristianini, presso la Scuola di Dottorato in Matematica Pura e Applicata

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi

Scuola Estiva in Computazione Evolutiva e Vita Artificiale SECEViTA 2007, Sampieri (Rg), organizzata dal Dipartimento di Matematica e Informatica dell'Università di Catania e patrocinata dall'Associazione Italiana per l'Intelligenza Artificiale AI*IA. Agosto 2007.

Scuola in Genomica e Proteomica Computazionale, Bressanone (Bz), organizzata dal Gruppo Nazionale di Bioingegneria. Settembre 2007.

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

Colloquia e Distinguished Lectures organizzati dal dipartimento, più i seguenti seminari seguiti presso IRIDIA, Institut de Recherche et de Développement en Intelligence Artificielle, Bruxelles (BE)

- Fri 17 Oct, 2008 Social Learning: Potential Mechanisms Compared in a Simple Environment Jason Noble
- Mon 03 Nov, 2008 The Sum-over-Paths Covariance Kernel : a novel covariance measure between nodes of a graph Mantrach Amin
- Thu 11 Dec, 2008 Three examples of Darwinian approaches in science and industry Mark Bedau Tue 18 Nov, 2008 A Model for the Cognitive Map Formation : Application of the Retroaxonal Theory Utku Salihoglu
- Fri 06 Mar, 2009 An Evolutionary Approach for the Design of Experiments Matteo Borrotti
- Fri 03 Apr, 2009 Working Towards the Automated Design and Manufacture of Self-assembling Systems Navneet Bhalla

Partecipazione a Conferenze Nazionali

- NETTAB 2008 Bioinformatics Methods for Biomedical Complex System Applications, May 19-21, 2008, Varenna, Como Lake.



- WIVACE 2008 Workshop Italiano di Vita Artificiale e Computazione Evolutiva Venezia, 8-10 Settembre 2008

Partecipazione a Conferenze Internazionali

- 11th International Conference on Artificial Intelligence in Medicine (AIME 07) 07-11 July 2007, Amsterdam, The Netherlands
- 10th International Conference on Intelligent Autonomous Systems (IAS 08) 23 - 25 July 2008, Baden Baden, Germany
- 6th International Conference on Ant Colony Optimization and Swarm Intelligence (ANTS 08) September 22-24 2008, Brussels, Belgium
- 7th European Conference on Computational Biology (ECCB 08) 22-27 September 2008, Cagliari, Italy
- 12th International Conference on Artificial Intelligence in Medicine (AIME'09) 18-22 July 2009, Verona, Italy
- 2nd International Workshop on Engineering Stochastic Local Search Algorithms (SLS 09) 3-5 September 2009, Brussels, Belgium
- 9th International Conference on Artificial Evolution (EA'09) 26-28 October, Strasbourg, France

Doctoral Symposia e Consortia

- Doctoral Consortium at the AIME07 International Conference, 07 July 2007, Amsterdam, the Netherlands
- Doctoral Symposium at the SLS09 International Workshop, 04 September 2009, Brussels, Belgium

Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

AA. 07/08 e 08/09: Attività di Tutor Junior presso il laboratorio didattico del corso di Intelligenza Artificiale, II anno della Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica:

- Lezione introduttiva al laboratorio: Apprendimento Automatico e Reti Neurali Artificiali
- Esperienze di laboratorio: Introduzione alle Reti Neurali – Riconoscimento di cifre scritte a mano tramite Reti Neurali
- Assistenza agli studenti nella preparazione delle tesine di fine corso e nel reperimento di materiale bibliografico

AA. 09/10: Didattica di supporto presso il laboratorio didattico del corso di Intelligenza Artificiale, II anno della Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica:

- Lezione introduttiva al laboratorio: Apprendimento Automatico e Reti Neurali Artificiali
- Esperienze di laboratorio: Introduzione alle Reti Neurali – Riconoscimento di cifre scritte a mano tramite Reti Neurali
- Assistenza agli studenti nella preparazione delle tesine di fine corso e nel reperimento di materiale bibliografico
- Seminario “Algoritmi metaeuristici per problemi di ottimizzazione”

Correlatore delle tesi di Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica (in corso):

Adapting Heterogeneous Particle Swarm Optimization (P. Spanevello)

Ottimizzazione dello scheduling real time del flusso di pazienti in uno ospedale (G. Saggioro)

Ragionamento qualitativo su dati di genomica (D. Vaccari)



Permanenza all'estero

Dal 15 ottobre 2008 al 15 luglio 2009, come Visiting Scientist presso l'Institut de Recherche Interdisciplinaire et de Développements en Intelligence Artificielle (IRIDIA) dell'Università Libera di Bruxelles, sotto la supervisione dei Professori Marco Dorigo e Thomas Stützle. Scopo del periodo di studio e ricerca è stato l'applicazione al problema dell'inferenza di relazioni causa-effetto fra geni di tecniche metaeuristiche e di stochastic local search, per le quali IRIDIA può essere considerato il centro più avanzato a livello europeo e fra i più competitivi a livello mondiale.

Parte 2 - Ricerca

Obbiettivi principali dell'attività di ricerca sono stati lo studio e l'applicazione di algoritmi avanzati, provenienti dai diversi ambiti dell'Intelligenza Artificiale, al problema del Reverse Engineering di Reti di Regolazione Genica. Il problema consiste nell'inferenza di relazioni causa-effetto fra i geni del DNA, a partire dall'osservazione del tasso di espressione di ogni gene in diverse condizioni sperimentali o in istanti temporali consecutivi. Le relazioni causali, altresì dette di *regolazione genica*, vanno poi rappresentate in una Rete di Regolazione, un grafo in cui i nodi rappresentano i geni e gli archi rappresentano le relazioni di regolazione.

Un primo elemento di innovazione della presente ricerca è stata la progettazione e il testing dell'algoritmo CNET, per l'analisi di serie temporali di espressione genica. L'algoritmo si fonda su principi provenienti dalla teoria dell'informazione e utilizza una funzione euristica per valutare le potenziali relazioni causa-effetto fra i geni. La funzione è accuratamente progettata per inferire le relazioni di causalità anche in presenza di rumore e di ritardi variabili nella regolazione, entrambe caratteristiche intrinseche dei dataset di esperimenti biologici. L'algoritmo ha dato risultati confrontabili con lo stato dell'arte su dati simulati e ha esibito performance più elevate di uno dei migliori algoritmi di Reverse Engineering su un dataset reale. Il progetto dell'algoritmo CNET ha portato alle pubblicazioni [4] e [7].

L'algoritmo CNET, in parallelo con un approccio Bayesiano, è stato poi utilizzato in uno studio dei legami che intercorrono fra le performance degli algoritmi di Reverse Engineering e le caratteristiche strutturali e topologiche delle reti di regolazione genica da inferire. L'analisi ha prodotto nuova conoscenza, che potrebbe rivelarsi utile per la progettazione di nuovi algoritmi: si è scoperto, infatti, che vi sono parti della rete di regolazione intrinsecamente difficili da inferire, e che la difficoltà è legata alla distanza da un eventuale stimolazione esterna della rete, al numero di cause di ogni gene e alla presenza di percorsi alternativi per il segnale di regolazione. Inoltre, si è scoperto che particolari sottostrutture di rete sono intrinsecamente più semplici da inferire, a parità di tutte le altre condizioni. I risultati dell'analisi sono stati presentati nelle pubblicazioni [2], [3] e [8].

Nei mesi di ricerca presso IRIDIA (Institut de Recherche Interdisciplinaire et de Développement en Intelligence Artificielle), sotto la supervisione del Prof. Thomas Stützle e in collaborazione col Dott. Marco A. Montes de Oca, il problema biologico è stato trattato come il fit di un sistema di equazioni differenziali non lineari alle serie temporali di espressione genica, con lo scopo di inferire, oltre alla presenza di relazioni causa-effetto fra i geni, un insieme di descrizioni analitiche delle relazioni fra i profili temporali. Dopo aver scelto come modello della regolazione i sistemi di equazioni non lineari noti in letteratura come Dynamic Recurrent Neural Networks, l'approccio utilizzato è stato quello



dell'ottimizzazione dei parametri del sistema al fine di minimizzare lo scarto quadratico medio fra i profili reali e i profili predetti dal sistema. Un primo studio del panorama di fitness attorno alla configurazione ottima del sistema, pubblicato in [6], ha portato al progetto di un algoritmo di ottimizzazione mista, costituito di due componenti interagenti: una componente di ricerca discreta nello spazio delle strutture di rete e una componente di ricerca continua nello spazio dei parametri del sistema. L'algoritmo ha esibito risultati competitivi con lo stato dell'arte su dati simulati e un articolo che riassume la presente ricerca è in fase di scrittura.

Un altro approccio innovativo, basato sul ragionamento qualitativo, è stato infine utilizzato per l'analisi di esperimenti di perturbazione sistematica dei singoli geni e successiva misurazione della risposta del sistema in stato stazionario. L'algoritmo è stato progettato per derivare un insieme di relazioni di regolazione a partire dalle differenze osservabili fra la risposta dei geni alle singole perturbazioni e la risposta in evoluzione libera: tre tipi di relazioni di regolazione, di complessità crescente, vengono inferite analizzando qualitativamente gli effetti osservabili di ogni perturbazione, la coerenza fra le risposte dei geni e tenendo conto della propagazione del segnale di regolazione attraverso la rete. L'algoritmo, testato su dati simulati, ha la capacità di ricostruire un sottoinsieme delle relazioni di regolazione con elevata accuratezza, esibendo una percentuale di falsi positivi estremamente bassa anche per problemi di grande taglia. Un articolo sul presente algoritmo è in fase di scrittura.

Titolo definitivo della tesi: Advanced algorithms for genomic data analysis

Nome del supervisore: Prof.ssa Silvana Badaloni

Parte 3 - Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale:

- [1] Badaloni S., Falda M., Sambo F., Zanini L. **Addressing temporally constrained Delivery Problems with the Swarm Intelligence approach.** In: *10th International Conference on Intelligent Autonomous Systems IAS2008*. IOS Press. Baden Baden, Germany. July 2008. pp. 264-271
- [2] Sambo F., Di Camillo B., Toffolo G. **Role of network structure and experimental design on the performance of two Reverse Engineering methods.** In: *7th European Conference on Computational Biology ECCB2008*. Cagliari, Italy. September 2008.
- [3] Sambo F., Di Camillo B., Falda M., Toffolo G., Badaloni S. **Evaluation of local reliability of gene networks inferred from time series expression data.** In: *RECOMB Satellite on Regulatory Genomics and Systems Biology*. Boston, MA. Oct 29 - Nov 2 2008. Abstract Book, p. 121.
- [4] Sambo F., Di Camillo B., Falda M., Toffolo G., Badaloni S. **CNET: an algorithm for the inference of gene regulatory interactions from gene expression time series.** In: *Proceedings of the 14th Workshop on Intelligent Data Analysis in medicine and Pharmacology IDAMAP09*, Verona, Italy, July 19, 2009. pp. 23-28.
- [5] Badaloni S., Falda M., Massignan P., Sambo F. **Fuzzy Mutual Information for Reverse Engineering of Gene Regulatory Networks.** *Proceedings of the International Conference on Fuzzy Computation ICFC09*, Studies in Computational Intelligence, Springer Berlin / Heidelberg. Madeira, Portugal, Oct. 5-7 2009. pp. 25-30.
- [6] Sambo F., Montes de Oca M. A., Di Camillo B., and Stützle T. **On the difficulty of inferring gene regulatory networks: A study of the fitness landscape generated by relative squared error.** To



appear in: *Proceedings of the 9th International Conference on Artificial Evolution AE09*, Lecture Notes in Computer Science, Springer. Strasbourg, France, Oct. 26-28 2009.

Elenco pubblicazioni su convegno nazionale:

- [7] Sambo F., Di Camillo B., Toffolo G. **CNET: an algorithm for Reverse Engineering of Causal Gene Networks.** In: *Bioinformatics Methods for Biomedical Complex Systems Applications. 8th Workshop on Network Tools and Applications in Biology NETTAB2008*. Varenna, Italy. May 19-21 2008. (pp. 134-136).
- [8] Badaloni S, Falda M, Sambo F. **Scale-free structure and topological properties in Reverse Engineering of Gene Regulatory Networks.** In: *Workshop Italiano di Vita Artificiale e Computazione Evolutiva WIVACE2008*. Venezia, Italy. September 2008.

Pubblicazioni in doctoral symposia e consortia:

- Sambo F. **Advanced Algorithms for Genomic Data Analysis.** In: *11th Conference on Artificial Intelligence in Medicine AIME07 - Doctoral Consortium - Working Notes*. Amsterdam, the Netherlands, 07-11 July 2007, p. 1-8
- Sambo F. **Stochastic Local Search Strategies for Reverse Engineering of Gene Regulatory Networks.** In: *SLS-DS 2009: Doctoral Symposium on Engineering Stochastic Local Search Algorithms*. Technical Report IRIDIA/2009-024. Brussels, Belgium, 4 September 2009, p. 61-65

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Francesco Sambo** 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 Silletti** nell'ambito del XXII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Negli anni accademici 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 il dott. **Alberto Silletti** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXII ciclo, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

1 Didattica

1.1 Corsi seguiti

- Applications of Algebraic Geometry (in common with the Graduate School in Mathematics), Prof. A. Calabri, and Prof. B. Chiarellotto (2007)
- Applied Functional Analysis, Prof. P. Ciatti (2007)
- Distributed Applications and Protocols I, Prof. A F. Harris - *Corso seguito, non in piano di studi, esame non dato*
- Applied Linear Algebra, Prof. T. Damm (2007)
- Integer Programming Methods for Design and Management of Telecommunications Networks, Prof. L. Brunetta (2007)
- Pattern Recognition and Machine Learning, Prof. J. M. Rehg (2007)
- Statistical Methods, Prof. L. Finesso (2007)
- 3D Computer Vision, Prof. F. Dellaert (2008)
- Optimization Libraries, Prof. Brunetta (2008)
- Statistical Methods, Prof. L. Finesso (2008)

1.2 Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi

- Corsi della Scuola di dottorato di Siena - Non Linear Filtering (F. Gustafsonn) (2007)

1.3 Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

Elenco di seguito alcuni di essi, i piu' importanti.

- Human Activity Recognition - J.K. Aggarwal (2007)
- Sperimentazione in laboratorio del controllo e navigazione di un veicolo spaziale autonomo per operazioni di docking and servicing - Marcello Romano, Naval Postgraduate School di Monterey (2007)
- The 4D Cities Project - Frank Dellaert, Georgia Tech (2007)
- At the Forefront of Modern Telecommunications - Anthony Acampora (2007)
- Data Transmission with Hidden Information: Methods and Algorithms for Steganography - Andrei Foeldi e Alexandru Soceanu (2007)
- Optimistic Parallelization using the Galois System - Keshav Pingali (2007)
- From wireless networks to sensor networks and onward to networked embedded control - Panganamala R. Kumar (2007)
- Quantum Information and the Forgetfulness of Nature - Charles H. Bennett (2007)
- Esoscheletri e Robotica per la riabilitazione - Christian Fleischer, Technische Universitt Berlin (2007)
- Which of kind of inormation Can Music Convey? Prof. Claudio Ambrosini (2008)
- Radiation Effects and Errors in Advanced Technologies. Prof. Ron Schrimpf. (2008)
- The Multi-Armed Bandit Meets the Web Surfer. Prof. Eli Upfal. (2008)
- Power Semiconductors State-of-the-Art and future development trends. Dr. Leo Lorenz. (2008)
- Blighted Virtual Neighborhoods and Other Threats to Online Social Experiences. Prof. Richard De Millo. (2008)
- Studies on Androids and Humanoids, prof. Hiroshi Ishiguro. (2008)
- Identification of Wiener-Hammerstein systems, prof. Tohru Katayama. (2008)



1

- Modelli di struttura e funzionamento delle reti ecologiche. Prof. Marino Gatto. (2008)
- Prof. Christopher I. Byrnes - The analysis and design of the steady-state behavior of nonlinear systems: Taming nonlinear excursions in the spirit of Lagrangia and Liapunov (2009)
- Prof. Pietro Perona - Towards categorization in sensory systems (2009)
- Prof. Gerard Cornuejols - Polyhedral Approaches to Integer Programming (2009)
- Prof. Francis J. Doyle III - Robustness in Biological Networks: From Genes to Cells to Systems (2009)

1.4 Partecipazione a Conferenze Internazionali

(vedi: sec Pubblicazioni)

1.5 Permanenza all'estero

Da Febbraio a Maggio 2009 ho collaborato con il Prof. Claire J. Tomlin (Aeronautics and Astronautics Department presso UC Stanford e Electrical Engineering and Computer Sciences Department presso UC Berkeley) e con il Prof. Jeff Axelrod (Axelrod Lab - Department of Patology presso Stanford University School of Medicine).

A Luglio 2009 ho collaborato con l'Ass. Prof. Alessandro Abate (Delft University of Technology)

1.6 Attività didattica di supporto

Coordino un gruppo di studenti di Ingegneria Biomedica nel progetto "Melanoma", seguito dal Prof. Peserico Enoch. Ho avuto modo di contribuire alla crescita di questi ragazzi, anche dal punto di vista prettamente didattico. Ogni settimana tengo delle lezioni di Ingegneria del Software e di programmazione, pensate per le specifiche necessita' del gruppo. La didattica non e' regolamentata dai meccanismi dipartimentali, segue piuttosto le tempistiche e le esigenze di formazione dei partecipanti stessi.

2 Ricerca

Titolo tesi: Dynamic shape detection and analysis of deformable structures in biomedical imaging

Advisor: Prof. Cenedese Angelo

Il lavoro inizia nel 2007 con lo studio del concetto di forma (*shape*, Φ) e affronta tematiche relative alla *shape detection* con particolare riferimento all'ambito biomedico. Il problema e' affrontato nella sua formulazione piu' generale, ponendo la detection come un problema di minimizzazione di un funzionale energetico E sullo spazio di "tutte le possibili forme" S :

$$\Phi = \arg \min_{\Phi \in S} E(I, \Phi_c) \quad (1)$$

La formula 1 di volta in volta raffinata a seconda della tipologia di forma da catturare, siano esse forme su immagini statiche [4], sequence video [6,5] o immagini

2

reticolari [5]. Il lavoro triennale fornisce nuove soluzioni algoritmiche, come anche estensioni di lavori precedenti.

Dopo la fase di *shape detection*, la forma viene analizzata (*shape analysis*) per estrarre caratteristiche salienti [2], oppure a scopo di classificazione, o di matching

con altre forme [1,3,4].

La fase di analysis e' seguita dalla fase di *shape o model synthesis*, che prevede la costruzione di un modello. Il modello da una parte valida le osservazioni fatte, dall'altra permette di inferire "in silico" comportamenti altrimenti molto dispendiosi da riprodurre nella realt. La tesi propone in particolare un modello meccanico per l'epitelio della drosophila, ispirato alla simulazione dei tessuti e volto a spiegare in dettaglio la morfogenesi del sopracitato insetto [unpublished work].

Di seguito mostriamo schematicamente alcuni risultati di shape detection, anche con lo scopo di illustrare i diversi case studies.

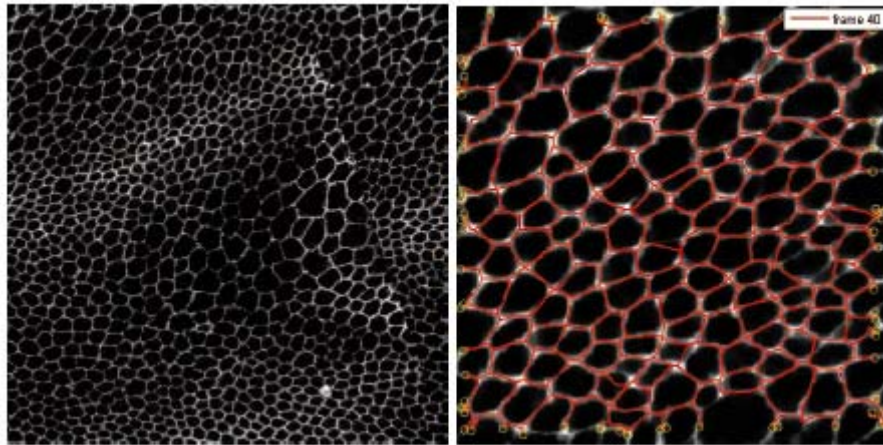


Figure 1: **Epitelio della Drosophila.** *Epitelio della Drosophila visto da un microscopio confocale. Le immagini si riferiscono a due fasi embrionali, a destra il risultato della shape detection su strutture reticolari*

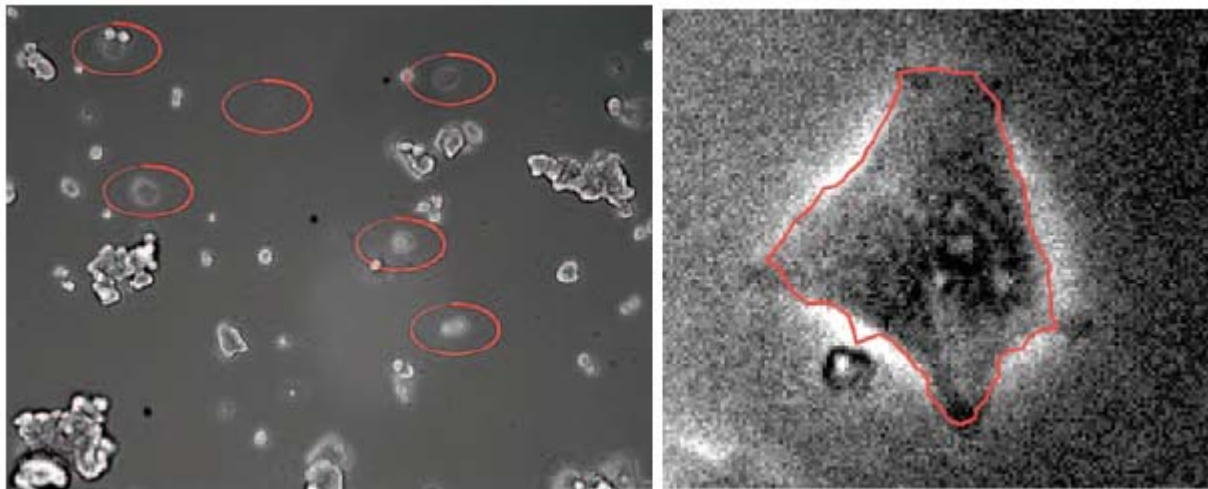


Figure 2: **Cellule di miocardio.** *Le cellule sono evidenziate in rosso, i punti bianchi sono bolle di aria. Le cellule aderiscono alla superficie e diventano semitrasparenti. A destra, il risultato della shape detection su strutture singole*

Non stato possibile inserire in tesi una consistente parte del lavoro del terzo anno, classificabile come *shape analysis* e relativa a studi su lesioni melanocitiche,

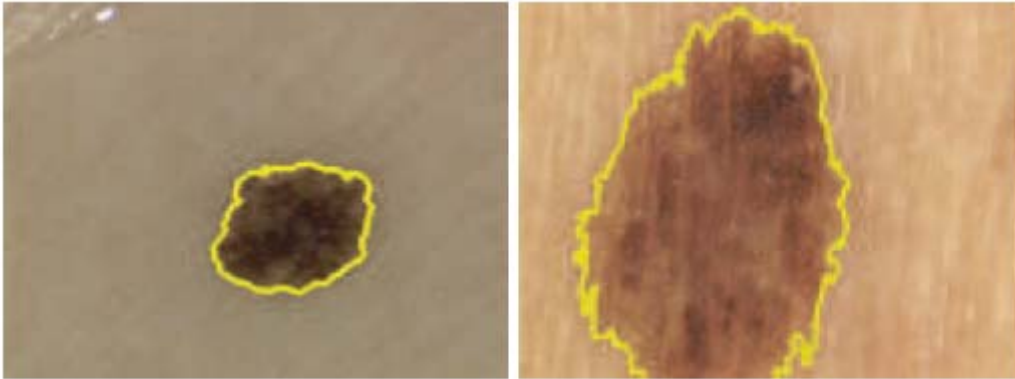


Figure 3: **Color segmentation di lesioni melanocite** *Una versione modificata dell'algoritmo C-fuzzy qui usato per la shape detection di melanomi*

in quanto facenti parti di un progetto industriale in attesa di brevetto. L'anno accademico 2009/2010 vedrà sicuramente molte pubblicazioni relative a questi argomenti. Di seguito mostriamo anche alcuni risultati tratti dalla fase di shape analysis, in particolare riguardanti cellule di miocardio (fig: 4 e 5).

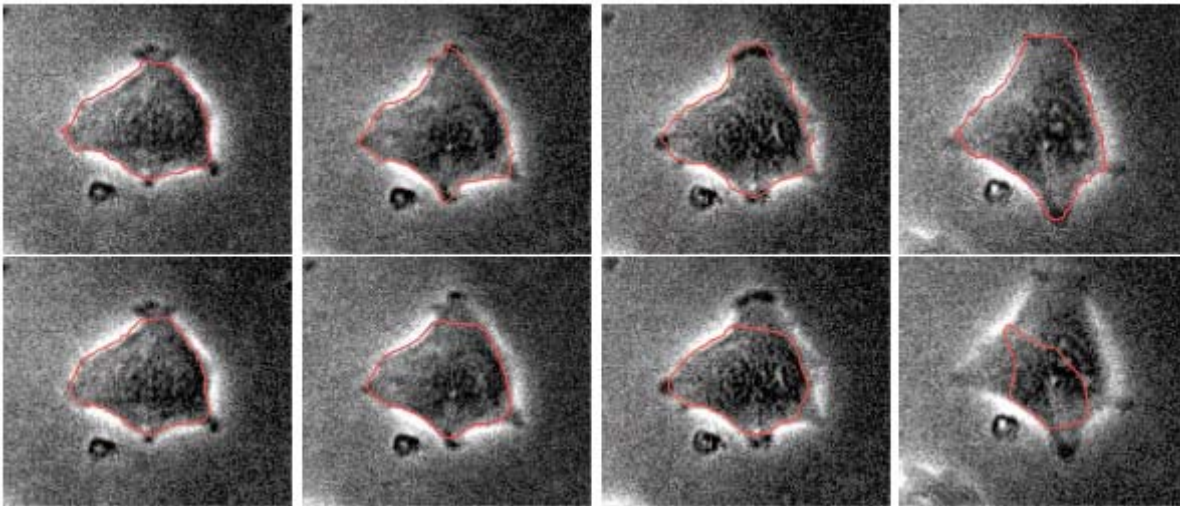


Figure 4: **Miocardial cell shape detection**
Metrics **Generalized Active Contour Classical Active Contour**

Metrics	Generalized Active Contour			Classical Active Contour		
	<i>frame 55</i>	<i>frame 135</i>	<i>frame 185</i>	<i>frame 55</i>	<i>frame 135</i>	<i>frame 185</i>
Area	3092.0	3540.0	3852.0	2921.0	2984.0	2707.0
Perimeter	227.37	256.84	295.59	210.53	210.82	196.70
Area / Perimeter	13.60	13.78	13.03	13.87	14.15	13.76
Sphericity	0.751	0.674	0.554	0.828	0.843	0.879
Ellipticity	0.779	0.739	0.602	0.855	0.865	0.887
Ellipticity Variance	0.981	0.967	0.967	0.983	0.981	0.988
Total Curvature	483.1	485.7	877.8	334.1	258.0	220.16
Average Curvature	2.12	1.89	2.96	1.58	1.22	1.11
Spikeness	2.43	2.61	4.91	1.08	0.82	0.49
Cell Boundary Activity	28.38	54.53	497.11	24.23	28.12	98.49

4

Figure 5: Metriche di forma. Evolutione di “spikeness” e “boundary activity”

3 Pubblicazioni

3.1 Pubblicazioni su rivista internazionale

[1] A. Silletti, A. Abate **Versatile Spectral Methods for Point Set Matching**, Elsevier letters on pattern recognition

- under review

[2] E. Peserico, A. Silletti **Is (N)PRI suitable for evaluating automated segmentation of melanocytic lesions?**,

Elsevier Pattern Recognition - under review

[3] A. Belloni, E. Peserico, A. Silletti, E. Zattra **Where's the nevus?**, Journal of Investigative Dermatology -

under review

3.2 Pubblicazioni su convegno internazionale

[4] A. Silletti, E. Peserico, A. Mantovan, E. Zattra, A. Peserico, A. Belloni Fortina, **Variability in human and**

automatic segmentation of melanocytic lesions, 31th Annual International Conference of the IEEE Engineering

in Medicine and Biologicy society - EMBS09, September, 2-6, 2009, Minneapolis, Minnesota

[5] A. Silletti, E. Cenedese, A. Abate **The emergent structure of the drosophila wing, A Dynamic Model**

Generator, 4th International Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP2009), February, Lisbon

[6] A. Cenedese, A. Silletti **A robust active contour approach for studyin cell deformation from noisy**

images, 1st International Conference on Mathematical and Computational Biomedical Engineering - CMBE2009, June 29 - July 1, 2009, Swansea, UK.

[7] Belloni Fortina A., Zattra E., Silletti A., Mantovan A., Peserico E., Alaibac M. **Where is the nevus? Interoperator**

variability in melanocytic lesion border identification, 7th World Congress of Melanoma - EADO2009, May 2009, Vienna

3.3 brevetti



1. Sistema di avviso turno acquisito 01 - VRA000099
2. Sistema di avviso turno acquisito 02 - VRA000098
3. more on...)

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Alberto Silletti** 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 **Marco Silvestri** nell'ambito del XXII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

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

1. Attività Didattica

1.1. Corsi seguiti

Durante il primo anno della Scuola di Dottorato ho svolto attività didattiche per un totale di 20 unità formative come previsto dal regolamento della scuola:

- Effects of ionizing radiation on electronic components: from space applications to sea level effects
- Physical models for the numerical simulation of semiconductor devices
- Applied Functional Analysis
- Applied Linear Algebra
- Statistical Monte Carlo Methods (Uditore)

1.2. Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

Durante lo svolgimento dell'attività di ricerca ho frequentato i seguenti corsi e seminari:

- 19 – 21 Marzo 2007, CERN, Ginevra, Svizzera
“Common ATLAS/CMS Workshop on Electronics for the SLHC”
- 26 – 30 Marzo 2007, Laboratori Nazionali di Legnaro – INFN, Italia
“Rivelatori ed Elettronica per Fisica delle Alte Energie, Astrofisica ed Applicazioni Spaziali”
- 10 Settembre 2007, Deauville, Francia
Short Course of the 9th European Conference RADECS 2007
“Radiation effects, from material to system: a multi-scale approach”
- 28 Febbraio 2008, Distinguished Lecture, DEI
Prof. Claudio Ambrosini: “Which Kind of Information Can Music Convey?”
- 17 Marzo 2008, Distinguished Lecture, DEI
Prof. Ron Schrimpf: “Radiation Effects and Errors in Advanced Technologies”
- 23 Maggio 2008, Distinguished Lecture, DEI
Dr. Leo Lorenz: “Power Semiconductors State-of-the-Art and future development trends”
- 3 Giugno 2008, Distinguished Lecture, DEI
Prof. Marcus Gross: “3-dimensional Video: Technology and Applications”
- 4 Luglio 2008, Tucson, Arizona, USA
Short Course of the 2008 NSREC conference
“Soft Errors: From the Ground Up”
- 23 Settembre 2008, Padova
Prof. Morinobu Endo: “Carbon nanotubes: current and future application, and safety for success”
- 3 Aprile 2009, Vanderbilt University, Nashville, USA
“Recent Advances in Material Physics”



- 20 Luglio 2009, Quebec City, Canada
Short Course of the 2009 NSREC conference
“Selection of Integrated Circuits for Space Systems”
- 14 Settembre 2009, Bruges, Belgium
Short Course of the 2009 RADECS conference
“Towards modeling of radiation effects in nano-scale systems”
- 25 Settembre 2009, Distinguished Lecture, DEI
Prof. Umesh K. Mishra: “The next dominant semiconductor after Silicon

1.3. Partecipazione a conferenze internazionali

Durante la mia attività di ricerca ho presentato il mio lavoro alle seguenti conferenze internazionali:

- *9th European Conference on Radiation and Its Effects on Components and Systems (RADECS)* 10 - 15 Settembre 2007, Dueville, Francia.
- *2008 IEEE Nuclear and Space Radiation Effects Conference (NSREC)*
14 - 18 Luglio 2008, Tucson-AZ, USA.
- *8th European Workshop on Radiation and Its Effects on Components and Systems (RADECS)*
10 – 12 Settembre 2008, Jyväskylä, Finlandia.
- *2009 IEEE Nuclear and Space Radiation Effects Conference (NSREC)*
20 - 24 Luglio 2008, Québec City, Canada.
- *10th European Conference on Radiation and Its Effects on Components and Systems (RADECS)*
14 - 18 Settembre 2009, Bruges, Belgio.

1.4. Permanenza all'estero

Dal mese di Ottobre 2008 fino ad Aprile 2009 ho svolto attività di ricerca presso il Dipartimento di Ingegneria Elettronica e Informatica dell'Università di Vanderbilt, Nashville-TN, USA, sotto la supervisione del Prof. Ron Schrimpf, mio attuale co-supervisore di tesi.

L'attività ha riguardato lo studio e l'utilizzo di un simulatore Monte Carlo progettato per simulare dispositivi al nitruro di gallio (GaN) e impiegato per effettuare studi di affidabilità. Inoltre ho avuto la possibilità di studiare le basi del calcolo DFT utilizzato per studiare i difetti a livello atomico all'interno del reticolo cristallino.

2. Attività di ricerca

2.1. Interazione tra raggi X e portatori caldi

Il mio ambito di ricerca è incentrato sugli effetti sinergici tra radiazione ionizzante e stress elettrico di dispositivi in tecnologia CMOS 130 nm da impiegare nell'elettronica di lettura dei rivelatori al Super Large Hadron Collider (SLHC), upgrade di LHC attualmente in fase di avvio presso i laboratori del CERN a Ginevra.

Il primo studio riguardava gli effetti sinergici tra polarizzazione durante irraggiamento e successivo stress elettrico accelerato di tipo Channel Hot Carrier (CHC). Mi sono perciò focalizzato su transistor standard CMOS a canale *n* che ho irraggiato con raggi X, presso il CERN, mantenendo i contatti di gate a diverse tensioni di polarizzazione. Successivamente sono stati eseguiti sui dispositivi irraggiati gli stress CHC che permettono di riprodurre in modo accelerato gli effetti di invecchiamento del transistor.



Mantenendo una polarizzazione adeguata durante lo stress, grazie alla generazione di hot carrier, vi è una generazione di stati interfacciali localizzati che degradano le prestazioni elettriche dei dispositivi con successiva rottura permanente. Da questo studio sono emersi risultati sperimentali molto interessanti che evidenziano una correlazione tra le modalità di irraggiamento e la post-degradazione da invecchiamento CHC. Si è trovato che la polarizzazione che degrada maggiormente i dispositivi durante l'esposizione a radiazioni X è quella che al contrario produce una minor degradazione dopo gli stress elettrici. Viceversa, nei campioni dove la polarizzazione, durante l'irraggiamento, meno impatta le caratteristiche elettriche, l'invecchiamento è più marcato. A completamento del lavoro sperimentale è stata svolta un'intensiva campagna di simulazioni fisiche del dispositivo per verificare i dati sperimentali. I risultati perfettamente in linea con le evidenze sperimentali hanno permesso di confermare il fenomeno dal punto di vista fisico. Ho presentato i risultati di questo studio alla 9th *European Conference on Radiation and Its Effects on Components and Systems (RADECS)* svoltasi dal 10 al 15 Settembre 2007 a Deauville in Francia vincendo l'outstanding paper.

Un secondo studio invece riguardava transistor 130 nm progettati per essere robusti alle radiazioni (rad-hard). La tecnologia rad-hard impiega transistor progettati specificatamente (Enclosed Layout Transistor) per eliminare qualsiasi effetto indotto dalla carica generata dalle radiazioni che rimane intrappolata negli ossidi isolanti. Sebbene questa tecnologia non riscontri un grosso interesse a livello industriale/commerciale è al contrario necessaria per l'utilizzo in ambienti ostili come quelli presenti negli esperimenti di fisica delle alte energie o nello spazio. I risultati sperimentali dimostrano come questi transistor siano estremamente robusti anche dopo pesanti irraggiamenti ma nessun lavoro congiunto con stress elettrici accelerati era mai stato fatto. Lo scopo quindi di questo lavoro è stato quello di studiare come degradano questi dispositivi agli stress elettrici dopo pesanti irraggiamenti con raggi X per diverse geometrie e diversi spessori di ossido di gate. Inoltre si è studiato come la temperatura influisca sulla degradazione eseguendo gli stress accelerati a 27 °C e 80 °C. Sono state svolte sia misure sperimentali in laboratorio che simulazioni fisiche del dispositivo. I risultati mostrano come gli effetti indotti dalle radiazioni e dagli stress siano sostanzialmente additivi per gli ossidi sottili mentre si delinea un interazione per gli ossidi più spessi. La radiazione come la temperatura diminuisce l'effetto dei portatori caldi sull'ossido di gate. Si è inoltre trovato che gli ELT degradano più velocemente durante gli stress rispetto ai transistor classici open layout (OLT) considerati nel lavoro precedente. Questo fenomeno è stato attribuito ad una diversa diffusione dell'idrogeno causato dalla diversa geometria del dispositivo. Ho presentato i risultati di questo studio alla 2008 *IEEE Nuclear and Space Radiation Effects Conference (NSREC)* svoltasi dal 14 al 18 Luglio 2008 a Tucson, Arizona-USA.

2.2. Rottura dell'ossido di gate indotta da ioni pesanti

La rottura istantanea dell'ossido di gate al passaggio di uno ione pesante (Single Event Gate upset) è un fenomeno che si sviluppa in presenza di alti campi elettrici. Lo scopo di questo lavoro in collaborazione con Numonyx è stato quello di capire come la polarizzazione e quindi il modo di funzionamento del transistor abbia effetti sull'instaurarsi di un evento di SEGR. Inoltre si vuole studiare l'influenza, per mezzo di effetti di bordo, di geometrie di cella differenti. Ho utilizzato particolari condensatori CMOS forniti da Numonyx aventi struttura classica e a multi-gate con ugual area costruiti in substrato di tipo *p* e *n*. Ho svolto irraggiamenti con ioni pesanti, accelerati presso la linea SIRAD dei Laboratori Nazionali di Legnaro, mantenendo i campioni in inversione e accumulazione durante l'irraggiamento. Al contatto di gate ho applicato una tensione a scaletta crescente con passi da 100 mV ogni 25 secondi fino alla rottura dell'ossido di gate; questo ha permesso di capire a che campo elettrico si instaura la rottura e che tipo di fenomeni si creano durante l'esperimento. I risultati sperimentali uniti alla simulazione fisica dei dispositivi hanno mostrato come le zone di overlap tra gate e diffusioni siano caratterizzate da un maggiore campo elettrico rispetto al centro del canale. Inoltre la polarizzazione in



inversione e l'influenza dell'effetto funnel sulla rottura e/o la degradazione dell'ossido di gate è più marcata rispetto all'accumulazione. Questo lavoro è stato presentato all' *8th European Workshop on Radiation and Its Effects on Components and Systems (RADECS) 2008*, svoltosi dal 10 al 12 Settembre 2008 a Jyväskylä, Finlandia.

Un secondo lavoro è stato svolto in collaborazione con il CERN di Ginevra che ha progettato i chip congiuntamente con il nostro gruppo. Lo scopo di questo studio è quello di capire se un irraggiamento con raggi X fino ad alte dosi (100 Mrad) possa influire sull'evento di SEGR. Inoltre in questi esperimenti i dispositivi utilizzati sono condensatori costituiti da molti MOSFET collegati in parallelo (array) per studiare le differenze con i classici condensatori. L'irraggiamento X è stato eseguito presso il CERN mentre tutte le caratterizzazioni elettriche sono state svolte nei laboratori del DEI e nei laboratori presso cui si sono irraggiati i campioni con ioni pesanti. Una campagna di irraggiamenti è stata eseguita nella prima settimana di luglio 2008 presso l'acceleratore di ioni pesanti a Louvain-la-Neuve in Belgio. I campioni sono stati polarizzati in inversione durante l'irraggiamento applicando al contatto di gate la tensione a scaletta crescente in modo simile al lavoro precedente. I risultati sono stati inaspettati in quanto i dispositivi irraggiati con X a basse dosi sono risultati essere quelli con una tensione di rottura minore durante l'esposizione agli ioni pesanti. Al contrario gli array irraggiati fino a 100 Mrad non hanno mostrato nessun fenomeno di rilievo durante l'esposizione agli ioni. La diversa distribuzione di difetti indotta dalle due diverse dosi accumulate con i raggi X può infatti influenzare diversamente il campo elettrico nell'ossido di gate condizionando anche l'occorrenza del SEGR. Questo lavoro è stato presentato alla *10th European Conference on Radiation and Its Effects on Components and Systems (RADECS) 2009* svoltasi dal 14 al 18 Settembre 2009, Bruges, Belgio.

2.3. Influenza delle metallizzazioni di back-end sulla dose totale assorbita

Questo lavoro è stato portato a termine in collaborazione con il laboratorio di microelettronica IMEC in Belgio che ha fornito i dispositivi. Si è investigata l'influenza delle metallizzazioni di back-end sulla risposta all'irraggiamento con raggi X. Dalla letteratura è noto come i diversi materiali presenti in un chip possano reagire in maniera diversa quando attraversati da radiazioni. Infatti l'alluminio, il rame o il tungsteno utilizzati per fabbricare le interconnessioni e i contatti, hanno un peso atomico molto superiore al silicio. I fotoni X con energia di 10 keV interagiscono con la materia tramite processo fotoelettrico generando elettroni secondari a causa dell'eccitamento degli atomi soprattutto in elementi con più alto numero atomico. Gli elettroni secondari riescono in media a percorrere 500 nm in SiO₂ producendo un aumento della degradazione del dispositivo. Dal momento in cui il primo livello di metallizzazione nelle moderne tecnologie si trova ad una distanza media di 150-200 nm dal transistor attivo, durante l'irraggiamento è possibile che vi sia un aumento intrinseco della dose ricevuta.

Questo lavoro si proponeva quindi di investigare questo fenomeno tramite strutture progettate appositamente con diversi layout delle metallizzazioni di livello 1. I risultati si sono rivelati estremamente interessanti e hanno mostrato come la vicinanza delle metallizzazioni provochi un aumento della carica intrappolata negli ossidi isolanti del dispositivo producendo degradazioni diverse a seconda del tipo di layout utilizzato. Anche in questo lavoro l'utilizzo delle simulazioni è stato fondamentale per capire i principi primi che governano la degradazione osservata. Infatti si è potuto posizionare la carica intrappolata nei diversi ossidi per capire quali fossero interessati dall'aumento di dose totale. Questo lavoro è stato presentato all' *8th European Workshop on Radiation and Its Effects on Components and Systems (RADECS) 2008*, svoltosi dal 10 al 12 Settembre 2008 a Jyväskylä, Finlandia.

2.4. Impatto della polarizzazione durante irraggiamento sui tempi di vita dei dispositivi

Le interazioni tra radiazione e stress elettrico sono state studiate oltre che dal punto di vista dei portatori caldi anche dal punto di vista dei tempi di vita. Normalmente gli esperimenti di dose totale



prevedono la presenza di una polarizzazione “worst case” costante durante l’irraggiamento. Questo studio esamina l’influenza della polarizzazione non solo sulla degradazione pre e post irraggiamento, ma anche su come impatta i successivi test sul tempo di vita. Ho pertanto irraggiato, presso il CERN di Ginevra, MOSFET a canale p e canale n polarizzati nel “worst case” e non polarizzati. Questa condizione di non polarizzazione è spesso scelta per l’impossibilità di contattare i dispositivi sul wafer di silicio. I risultati sono stati inaspettati ma in linea con quanto trovato negli esperimenti svolti durante il secondo anno. Infatti la condizione di polarizzazione che porta i dispositivi a degradarsi maggiormente durante l’irraggiamento è quella che al contrario allunga i tempi di vita durante i successivi stress, specialmente nei PMOSFET. Infatti i danni prodotti dai raggi X modificano le condizioni di stress (la corrente di stress viene diminuita) modificando di conseguenza i risultati sui tempi di vita. Il confronto fra i due tipi di canale (canale n o canale p) ha permesso di individuare il meccanismo di degradazione che è stato attribuito ad una diversa diffusione dell’idrogeno all’interno dei transistor. Di conseguenza, questi nuovi effetti introdotti con lo scaling dei transistor MOSFET vanno tenuti in considerazione affinché gli studi affidabilistici siano il più possibile realistici senza sovrastimare o sottostimare la degradazione a lungo termine. Ho presentato i risultati di questo studio alla *2009 IEEE Nuclear and Space Radiation Effects Conference (NSREC)* svoltasi dal 20 al 24 Luglio 2008, Québec City, Canada.

2.5. Tesi di dottorato

Titolo della tesi: AGEING AND IONIZING RADIATION SYNERGETIC EFFECTS IN DEEP-SUBMICRON CMOS TECHNOLOGIES

Supervisore: Prof. Alessandro Paccagnella

Co-Supervisore: Prof. Ron Schrimpf, Department of Electrical Engineering and Computer Science
Vanderbilt University, Nashville-TN, USA

3. Pubblicazioni

Contributi a conferenze:

- 1) L. Gonella, **M. Silvestri**, S. Gerardin on behalf of DACEL-CERN collaboration, “Total Ionizing Dose Effects in 130-nm commercial CMOS technologies for HEP experiments”, *Vertex2006 workshop*, Perugia, Italy.
- 2) **M. Silvestri**, S. Gerardin, A. Paccagnella, F. Faccio, L. Gonella, D. Pantano, V. Re, M. Manghisoni, L. Ratti, A. Ranieri, “Channel Hot Carrier Stress on Irradiated 130-nm MOSFETs: Impact of Bias Conditions During X-ray Exposure”, *9th European Conference on Radiation and Its Effects on Components and Systems (RADECS) 2007*.
- 3) **M. Silvestri**, S. Gerardin, A. Paccagnella, F. Faccio, “Degradation induced by X-ray irradiation and Channel Hot Carrier Stresses in 130-nm MOSFETs With Enclosed Layout”, *2008 IEEE Nuclear and Space Radiation Effects Conference (NSREC)*.
- 4) **M. Silvestri**, S. Gerardin, A. Paccagnella, G. Ghidini, “Gate Rupture in Ultra-thin Gate Oxides Irradiated with Heavy Ions”, *8th European Workshop on Radiation and Its Effects on Components and Systems (RADECS) 2008*.



- 5) A. Griffoni, **M. Silvestri**, S. Gerardin, G. Meneghesso, A. Paccagnella, B. Kaczer, Muriel de Potter de ten Broeck, R. Verbeeck, and A. Nackaerts “Dose Enhancement due to Interconnects in Deep-Submicron MOSFETs Exposed to X-Rays”, *8th European Workshop on Radiation and Its Effects on Components and Systems (RADECS) 2008*.
- 6) Y. S. Puzyrev, M. J. Beck, B. Tuttle, **M. Silvestri**, R. D. Schrimpf, D. M. Fleetwood, S.T. Pantelides, “Interaction of hydrogen with defects in GaN”, *Applied Physics Symposium*, March 2009.
- 7) Aditya Kalavagunta, **Marco Silvestri**, Matthew J. Beck, Sriram Dixit, Ronald D. Schrimpf, Robert Reed, Daniel M. Fleetwood, Likun Shen, Umesh K. Mishra, “Dose Impact of Proton Irradiation-Induced Bulk Defects on Gate-lag in GaN HEMTs”, *2009 IEEE Nuclear and Space Radiation Effects Conference (NSREC)*.
- 8) **M. Silvestri**, S. Gerardin, F. Faccio, R. D. Schrimpf, D. M. Fleetwood, and A. Paccagnella, “The Role of Irradiation Bias on the Time Dependent Dielectric Breakdown of 130-nm MOSFETs Exposed to X-rays”, *2009 IEEE Nuclear and Space Radiation Effects Conference (NSREC)*.
- 9) **M. Silvestri**, S. Gerardin, F. Faccio, A. Paccagnella, “Single Event Gate Rupture in 130-nm CMOS Transistor Arrays Subjected to X-ray Irradiation”, *10th European Conference on Radiation and Its Effects on Components and Systems (RADECS) 2009*.

Pubblicazioni su rivista internazionale:

- 1) L. Gonella, F. Faccio, **M. Silvestri**, S. Gerardin, D. Pantano, V. Re, M. Manghisoni, A. Ranieri, “Total Ionizing Dose Effects in 130-nm commercial CMOS technologies for HEP experiments”, *Nucl. Instr. And Meth. A*, vol. 582, pp. 750-754, 2007.
- 2) **M. Silvestri**, S. Gerardin, A. Paccagnella, F. Faccio, L. Gonella, “Channel Hot Carrier Stress on Irradiated 130-nm NMOSFETs”, *Transactions on Nuclear Science*, vol.55, no. 4, pp. 1960-1967, August 2008.
- 3) **M. Silvestri**, S. Gerardin, A. Paccagnella, F. Faccio, “Degradation induced by X-ray irradiation and Channel Hot Carrier Stresses in 130-nm MOSFETs With Enclosed Layout”, *Transactions on Nuclear Science*, vol. 55, no. 6, pp. 3216-3223, December 2008.
- 4) **M. Silvestri**, S. Gerardin, A. Paccagnella, G. Ghidini, “Gate Rupture in Ultra-thin Gate Oxides Irradiated with Heavy Ions”, *Transactions on Nuclear Science*, vol.56, no. 4, August 2009.
- 5) Alessio Griffoni, **Marco Silvestri**, Simone Gerardin, Gaudenzio Meneghesso, Alessandro Paccagnella, Ben Kaczer, Muriel de Potter de ten Broeck, Rita Verbeeck, and Axel Nackaerts “Dose Enhancement due to Interconnects in Deep-Submicron MOSFETs Exposed to X-Rays”, *Transactions on Nuclear Science*, vol. 56, no. 4, pp. 2205 – 2212, August 2009.
- 6) Aditya Kalavagunta, **Marco Silvestri**, Matthew J. Beck, Sriram Dixit, Ronald D. Schrimpf, Robert Reed, Daniel M. Fleetwood, Likun Shen, Umesh K. Mishra, “Dose Impact of Proton Irradiation-Induced Bulk Defects on Gate-lag in GaN HEMTs”, *Transactions on Nuclear Science*, in press.
- 7) **M. Silvestri**, S. Gerardin, F. Faccio, R. D. Schrimpf, D. M. Fleetwood, and A. Paccagnella, “The Role of Irradiation Bias on the Time Dependent Dielectric Breakdown of 130-nm MOSFETs Exposed to X-rays”, *Transactions on Nuclear Science*, vol.56, no. 6, December 2009.
- 8) **M. Silvestri**, S. Gerardin, F. Faccio, A. Paccagnella, “Single Event Gate Rupture in 130-nm CMOS Transistor Arrays Subjected to X-ray Irradiation”, *Transactions on Nuclear Science*, in review.



Atti di conferenza:

- 1) **M. Silvestri**, S. Gerardin, A. Paccagnella, F. Faccio, L. Gonella, D. Pantano, V. Re, M. Manghisoni, L. Ratti, A. Ranieri, "Channel Hot Carrier Stress on Irradiated 130-nm MOSFETs: Impact of Bias Conditions During X-ray Exposure", Proceedings of the 9th European Conference on Radiation and Its Effects on Components and Systems (RADECS) 2007.
- 2) **M. Silvestri**, S. Gerardin, A. Paccagnella, G. Ghidini, "Gate Rupture in Ultra-thin Gate Oxides Irradiated with Heavy Ions", Proceedings of the 8th European Workshop on Radiation and Its Effects on Components and Systems (RADECS) 2008.
- 3) A. Griffoni, **M. Silvestri**, S. Gerardin, G. Meneghesso, A. Paccagnella, B. Kaczer, M. de P. de ten Broeck, R. Verbeeck, and A. Nackaerts "Dose Enhancement due to Interconnects in Deep-Submicron MOSFETs Exposed to X-Rays", Proceedings of the 8th European Workshop on Radiation and Its Effects on Components and Systems (RADECS) 2008.
- 4) **M. Silvestri**, S. Gerardin, F. Faccio, A. Paccagnella, "Single Event Gate Rupture in 130-nm CMOS Transistor Arrays Subjected to X-ray Irradiation", Proceedings of the 10th European Conference on Radiation and Its Effects on Components and Systems (RADECS) 2009.

Awards:

RADECS 2007 Outstanding paper:

M. Silvestri, S. Gerardin, A. Paccagnella, F. Faccio, L. Gonella, D. Pantano, V. Re, M. Manghisoni, L. Ratti, A. Ranieri, "Channel Hot Carrier Stress on Irradiated 130-nm MOSFETs: Impact of Bias Conditions During X-ray Exposure"

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



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Giovanni Vadalà** nell'ambito del XXII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Negli anni accademici 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 il dott. **Giovanni Vadalà** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXII ciclo, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Didattica

Corsi seguiti

- Distributed Applications and Protocols I (DEI039), Ore 20, Tipologia Interindirizzo, Crediti 5, Voto 28/30.
- Applied linear algebra (DEI002), Ore 16, Tipologia Comune, Crediti 4, Voto 24/30.
- Effects of Ionizing Radiation on Electronic Components: From Space Applications to Sea Level Effects (DEI018), Ore 20, Tipologia Interindirizzo, Crediti 5, Voto S
- Applied Functional Analysis (DEI033), Ore 28, Tipologia Comune, Crediti 7, Voto 30/30 lode

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi

- Summer School and Workshop on Emerging Topics of Information Engineering, 29/06-03/07/2009, "Wireless Communications and Photonics", presso Università di Padova, Bressanone

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

- Lecture, 13/03/2007, "Human Activity Recognition", Prof. J. K. Aggarwal, Cullen Professor, Department of Electrical and Computer Engineering, University of Texas at Austin, presso DEI, Padova
- Seminar, 24/09/2007, "Control of radiation emission from three-dimensional photonic crystals in nanocomposites", Prof. Min Gu, Director of Centre for Micro-Photonics, Faculty of Engineering and Industrial Sciences Swinburne University of Technology, Melbourne, presso DEI, Padova
- Lecture, 18/10/2007, "From wireless networks to sensor networks and onward to networked embedded control", Prof. P.R. Kumar, University Illinois Urbana-Champaign, presso DEI, Padova
- Lecture, 22/10/2007, "Quantum Information and the Forgetfulness of Nature", Prof. Charles H. Bennett, IBM Research, Yorktown Heights, presso DEI, Padova
- ESF Exploratory Workshop, 8-9/10/2007, "Slow And Fast Light: Fundamental Issues And Applications", 8-9 ottobre 2007, Venezia
- Lecture, 15/04/2008, 11.00, "Quantum dots growth and devices", Dayong Zhou, presso DTU Fotonik, Copenhagen
- Lecture, 20/05/2008, 15:00, "Robust decoy-state quantum key distribution with a heralded single-photon source", Qin Wang, presso DTU Fotonik, Copenhagen
- Lecture 17/10/2008, 10:00, "Ultrafast Nonlinear Optics on a Chip", Prof. Benjamin J. Eggleton, presso DTU Fotonik, Copenhagen
- Nanophotonics Group Seminar, 20-21/10/2008, Copenhagen
- Lecture, 21/01/2009, "Metamaterials", Prof. Liang Peng Zhejiang University (ZJU), China, presso DTU Fotonik, Copenhagen
- Lecture, 05/03/2009, "Optoelectronic devices for on-chip optical interconnect with III-V-on-silicon", Dr. Liu Liu, presso DTU Fotonik, Copenhagen
- Seminar, 31/03/2009, "Cloaking Conference", con le seguenti presentazioni: "Introduction to Cloaking", di S. Maci, "Alternative Derivation of Cloaking", di A. D. Yaghjian, e



"Bianisotropic Cloaking without Compression of Coordinates", di S. Maci presso DTU Fotonik, Copenhagen

- Seminar, 02/04/2009, "Seminar: Photonic Glasses: a step beyond white paint", presso DTU Fotonik, Copenhagen
- Lecture, 28/04/2009, "Non-Zero-Order Light: Beams that can do what a Gaussian cannot", Dr. S. Ramachandran, presso DTU Fotonik, Copenhagen
- Seminar, 29/04/2009, "Photonic Band Gap Materials: Light Trapping Crystals", presso DTU Fotonik, Copenhagen
- Opening symposium and reception NATEC, 04/05/2009, "Light-matter interaction in quantum dots with 2D/3D photonic crystals" del Prof. Yasuhiko Arakawa, University of Tokyo, e "Overview of NATEC activities", del Prof. Jesper Mørk, presso DTU, Copenhagen
- Workshop, 06/05/2009, "NanoDay 2009", presso DTU, Copenhagen
- Lecture, 07/05/2009, "Optical properties of semiconductor quantum-dots: microscopic modelling of carrier scattering, dephasing and lasing" del Dr. M. Lorke, presso DTU, Copenhagen
- Lecture, 27/05/2009, "Selfassembled 3D photonic structures: crystals and glasses", Prof. Cefe Lopez, dell'Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, presso DTU Fotonik, Copenhagen
- Lecture, 02/06/2009, "Stochastic Routing for Delay Tolerant Networks", Prof. Zygmunt J. Haas, presso DTU Fotonik, Copenhagen
- PhD defense, 04/06/2009, "Liquid crystals in photonic crystal fibers: fabrication, characterization and devices", Lara Scolari, presso DTU Fotonik, Copenhagen
- Lecture, 16/06/2009, "Fabrication and applications of Black Silicon", Prof. E. Mazur, Harvard University, presso DTU Fotonik, Copenhagen
- Seminar, 19/06/2009, "Fundamentals and Applications of Slow Light", Prof. R. B. Boyd, dell'Institute of Optics, University of Rochester, presso DTU, Copenhagen
- Lecture, 15/09/2009, "Towards High-Performance and Reconfigurable Optical Communication Networks", Prof. A. E. Willner, presso DEI, Padova
- Lecture, 25/09/2009, "Gallium Nitride: the next dominant semiconductor after silicon", Prof. U. Mishra (ECE, UCSB), presso DEI, Padova
- Seminario, 30/09/2009, "Crescita e collasso di sistemi economici e sociali complessi", Prof. Ugo Bardi, presso DEI, Padova

Permanenza all'estero

- 18 Aprile - 31 Agosto 2007 presso T.R.T. Thales Research and Technology, France, a Parigi (Francia). Si è svolto uno studio teorico del disordine nelle guide d'onda a cristalli fotonici per il controllo del ritardo di gruppo, sotto la supervisione del Dr. Alfredo De Rossi.
- 1 Marzo - 27 Luglio 2008 presso il Dipartimento di Fotonica dell'Università Tecnica di Danimarca (DTU Fotonik), Copenhagen, Danimarca. Si sono svolte nel FemtoLab della struttura ospitante delle misure di propagazione di impulsi di durata di circa 180 fs in guide d'onda a cristallo fotonico, a quantum dot e a quantum well, sotto la supervisione del prof. Mike van der Poel.
- 29 Settembre 2008 - 19 Giugno 2009 presso il Dipartimento di Fotonica dell'Università Tecnica di Danimarca (DTU Fotonik), Copenhagen, Danimarca. Sono state continuate le misure iniziate durante la precedente permanenza presso la stessa struttura e si è svolto uno studio teorico delle proprietà di propagazione e di alcuni effetti lineari e non nelle guide a cristallo fotonico, sotto la supervisione del Prof. Mike van der Poel, fino al 31 Dicembre 2008, e successivamente del Prof. Jesper Mørk.

Ricerca

Il campo di ricerca scelto per il mio dottorato è stato quello delle nanotecnologie fotoniche, verso le



quali, negli ultimi anni, vi è stato un graduale aumento di interesse, per la loro sempre maggiore efficienza e affidabilità e la grande crescita del campo dell'*information technology*, di cui Internet è certamente l'espressione più visibile.

Una delle nanotecnologie fotoniche più studiate è quella dei cristalli fotonici, meta materiali semiconduttori con la particolare proprietà di avere una struttura a bande con intervalli di frequenza nei quali alla luce non è permesso propagarsi. Sono numerose le applicazioni basate sui cristalli fotonici, ma la mia ricerca si è concentrata sulle guide d'onda, ovvero guide ottenute modificando parzialmente un

cristallo fotonico bidimensionale; in tal modo, si introducono all'interno di una delle bande proibite alcuni modi, che permettono la propagazione della luce.

Dopo aver studiato le proprietà generali dei cristalli fotonici, ed in particolare quelli bidimensionali, il lavoro si è concentrato sulle proprietà delle guide. Inizialmente, l'attenzione è stata posta sulla loro relazione di dispersione, che è possibile modificare agendo sulle caratteristiche fisiche del cristallo, quali, ad esempio, la lunghezza del periodo. Modificare la relazione di dispersione significa controllare il ritardo di gruppo dell'impulso luminoso che si propaga e quindi la sua velocità di gruppo; quando il rapporto tra tale velocità di gruppo e la velocità della luce nel substrato è superiore a 40 si parla di luce lenta (*slow light*). Una delle problematicità di queste guide è però il disordine strutturale, ovvero l'insieme dei difetti di fabbricazione della guida, che introduce perdite di diffusione (principalmente retrodiffusione). Durante la permanenza in TRT France si è svolto, quindi, un lavoro di modellizzazione teorica di questo fenomeno per minimizzare l'impatto del disordine sulla membrana a cristalli fotonici, che costituisce la struttura fisica delle guide d'onda usate in TRT France. A questa fase è seguita una fase di modellizzazione, l'adattamento del modello alla particolare tecnologia di fabbricazione utilizzata in TRT France e la sua implementazione in un software MatLab, che permette di calcolare le perdite legate al disordine strutturale, attraverso una trattazione di tipo stocastico. Di fondamentale importanza per una corretta comprensione e modellizzazione del disordine strutturale è stata la possibilità di visitare il reparto di produzione delle guide d'onda su membrane a cristalli fotonici, sempre presso TRT France.

La collaborazione con il Dr. Alfredo De Rossi, supervisore durante la permanenza in TRT France, è proseguita anche dopo la fine della permanenza, portando allo sviluppo di una particolare tecnica per la caratterizzazione delle guide d'onda a cristallo fotonico, le mappe di riflettanza tempo-lunghezza d'onda, che permettono di valutare le proprietà di propagazione della guida in funzione della lunghezza d'onda permettendo una visione approfondita del ruolo del disordine per quanto riguarda le perdite e i fenomeni di retrodiffusione.

L'attività di ricerca è quindi proseguita studiando le caratteristiche di propagazione delle guide a cristallo fotonico. Tale attività in collaborazione con il dipartimento di Fotonica dell'Università Tecnica di Danimarca (DTU Fotonik), Copenhagen, Danimarca, ha puntato alla comprensione di fenomeni lineari e non lineari coinvolti nella propagazione di impulsi luminosi in guide d'onda. Poiché i fenomeni non lineari presentano tempi di vita molto brevi, è stato utilizzato un laser a lunghezza d'onda variabile tra gli 800 nm e i 1800 nm, capace di produrre un treno di impulsi di circa 170 fs di durata a 250 kHz, e si è fatto ricorso alla *Heterodyne pump-probe technique* per avere una risoluzione sufficiente a distinguere tali fenomeni. Per prendere confidenza con tale tecnica sono state eseguite inizialmente delle misure su dispositivi fotonici per luce lenta basati su quantum well e quantum dot in collaborazione con Per L. Hansen, dottorando presso DTU Fotonik.

Le misure sulle guide hanno puntato a due obiettivi: una serie di misure del ritardo dell'impulso che si propaga nella guida al variare della lunghezza d'onda centrale dell'impulso, e una serie di misure sulla distorsione indotta dalla dispersione e dagli effetti non lineari presenti nella guida.

I dispositivi caratterizzati sono stati realizzati su wafer di silicio con la tecnica *Silicon-on-Insulator* (SOI) e sono stati fabbricati direttamente nelle camere bianche di DTU Fotonik.



Per le misure di luce lenta, i dispositivi erano degli interferometri Mach-Zehnder con guide rettangolari in Silicio, con i bracci di lunghezze diverse e con una guida a cristallo fotonico inserita nel braccio più lungo. In tal modo, l'impulso iniziale è spezzato in due impulsi idealmente di pari potenza, uno dei quali è distorto minimamente dalla guida in silicio, mentre l'altro è ritardato dalla guida a cristallo fotonico in funzione della lunghezza d'onda centrale dell'impulso. Usando il primo impulso come riferimento è, quindi, possibile misurare il ritardo indotto dalla guida a cristallo fotonico e confrontarlo con i valori teorici, precedentemente calcolati. Sono state caratterizzate tre strutture differenti in base alla lunghezza della guida a cristallo fotonico: 10 μm , 50 μm e 100 μm .

Per le misure di distorsione, le guide erano rettilinee con parti strutturate a cristallo fotonico, di tre possibili lunghezze (10 μm , 50 μm e 100 μm), per misurare l'importanza della lunghezza nella manifestazione degli effetti lineari e non. La lunghezza d'onda centrale dell'impulso è stata fissata a 1550 nm, e la sua durata intorno ai 180 fs.

Le misure effettuate hanno evidenziato una serie di criticità nel setup di misura, che hanno impedito di ottenere tutti i risultati sperati. Dopo alcune prove, in cui sono stati sostituiti alcune parti del setup con altre di maggior qualità, si è quindi deciso di studiare meglio come realizzare le diverse misure; in particolare, durante le ultime settimane del periodo presso DTU Fotonik, si è studiata la possibilità di riprogettare i vari tipi di dispositivi (interferometri e guide) sotto test, per ovviare ad alcuni limiti riscontrati nei dispositivi precedentemente realizzati.

In contemporanea con le misure, è stato condotto uno studio teorico degli effetti lineari e non; particolare attenzione è stata prestata alla dispersione al terzo ordine (TOD), che svolge un ruolo non trascurabile nella distorsione della forma dell'impulso nel tempo, e alla Dispersione agli ordini superiori per avere una maggiore comprensione dei fenomeni in gioco.

A questa fase di studio è seguita una fase di modellizzazione, implementazione e simulazione del modello delle guide attraverso l'utilizzo del software ComSol.

Negli ultimi mesi, inoltre, in collaborazione con il Dr. Alfredo De Rossi di TRT France ci si è concentrati sulla possibilità del *Four Wave Mixing* nelle guide a cristallo fotonico e sullo sviluppo di un modello basato su equazioni non lineari a coefficienti efficaci valido per guide e cavità a cristallo fotonico.

Titolo definitivo della tesi: "Disorder, Propagation and Non-Linear Effects in Photonic Crystal Waveguides"

Nome del supervisore: Ch.mo Prof. Andrea Galtarossa

Pubblicazioni

1. A. Parini, P. Hamel, A. De Rossi, S. Combrié, N. Tran, Y. Gottesman, R. Gabet, A. Talneau, Y. Jaouën, e G. Vadalà, "Time-Wavelength Reflectance Maps of Photonic Crystal Waveguides: A New View on Disorder-Induced Scattering," *Journal of Lightwave Technology*, Vol. 26, No. 23, Dic. 2008.
2. G. Vadalà, A. De Rossi, S. Combrié, A. Parini, e Y. Jaouën, "Effetti del disordine in guide d'onda a cristallo fotonico", *Fotonica* 2009.
3. L. Schenato e G. Vadalà, "Generazione di luce lenta in cristalli fotonici e amplificatori parametrici in fibra ottica", XVII RiNEm (Riunione Nazionale Elettromagnetismo), 2008.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Giovanni Vadalà** 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 **Fabio Vandin** nell'ambito del XXII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Negli anni accademici 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 il dott. **Fabio Vandin** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXII ciclo, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Attività di Formazione

Corsi seguiti

1. Applied functional analysis, Prof. P. Ciatti; 7 crediti.
2. Applied linear algebra, Prof. T. Damm; 4 crediti.
3. Distributed Applications and Protocols I, Dr. Albert F. Harris III; 5 crediti.
4. Integer Programming Methods for Design and Management of Telecommunications Networks, Prof. L. Brunetta; 5 crediti.
5. Sampling, Counting, Mixing, and Balancing: Advanced Probabilistic Methods in Algorithms, Prof. E. Upfal; 4 crediti.

Partecipazione a scuole per dottorandi

1. MADALGO Summer School on DATA STREAM ALGORITHMS, Center for Massive Data ALGORITHmics (MADALGO), 20-23 Agosto 2007.
2. \BiCi-SNS 2008, International PhD School on Randomized Algorithms", 4-8 Febbraio 2008, Centro di Ricerca Matematica Ennio De Giorgi, Pisa. Vincitore di una delle borse per la partecipazione alla scuola.
3. \Algorithms, Science and Engineering", 20th International School for Computer Science Researchers, 13-26 Luglio 2008, Lipari.

Seminari seguiti

Alcuni di questi seminari sono stati seguiti all'Università di Padova, altri invece sono stati seguiti durante il periodo di permanenza presso la Brown University.

1. Which Kind of Information Can Music Convey?, Prof. C. Ambrosini, 28-02-2008. (U. Padova)
2. Radiation Effects and Errors in Advanced Technologies, Prof. R. Schrimpf, 17-03-2008. (U. Padova)
3. Power Semiconductors State-of-the-Art and future development trends, Dr. L. Lorenz, 23-05-2008. (U. Padova)
4. The Multi-Armed Bandit Meets the Web Surfer, Prof. E. Upfal, 17-06-2008. (U. Padova)
5. STAPL: A High Productivity Programming Infrastructure for Parallel Computing, Dr. M. Bianco, 19-06-2008. (U. Padova)
6. Routing in Outer Space: Fair Traffic Load in Multi-Hop Wireless Networks, Prof. A. Mei, 23-06-2008. (U. Padova)
7. Approximation Algorithms: A Tour d'Horizon, Prof. M. Goemans, 26-02-2009. (Brown U.)
8. Non-malleable Extractors and Symmetric Key Cryptography from Weak Secrets, Prof. Y. Dodis, 03-03-2009. (Brown U.)
9. Consensus Ranking and Exponential Models, Prof. M. Meila, 04-09-2009. (Brown U.)
10. Human Genome Sequencing: Disease and Discovery, R. K. Wilson, Ph.D., 15-04-2009. (Brown U.)
11. Gene Regulation and Individual Genetic Variation: From Networks to Mechanisms, Prof. D. Koller, 04-09-2009. (Brown U.)
12. LEGO for Two Party Secure Computation, Dr. C. Orlandi, 09-2009. (Brown U.)
13. Randomized Shellsort: A Simple Oblivious Sorting Algorithm, Prof. M. Goodrich, 10-2009. (Brown U.)
14. Taming the Complexity Monster, Prof. H. H. Hoos, 10-2009. (Brown U.)
15. Efficiently Learning to Behave Efficiently, Prof. M. Littman, 10-2009. (Brown U.)



16. Censored Exploration and the Dark Pool Problem, J. W. Vaughan, Ph.D., 6{11{2009. (Brown U.)

17. Path-Quality Monitoring in the Presence of Adversaries, S. Goldberg, Ph.D., 16{11{2009. (Brown U.)

18. Can Complexity Theory Ratify the Invisible Hand of the Market?, Prof. V. V. Vazirani, 19{11{2009. (Brown U.)

Partecipazione a Workshop/Conferenze Internazionali

1. Scalable Approaches to High Performance and High Productivity Computing (ScalPerf 2007). Bertinoro, 3{6 Settembre 2007.

2. ACM Symposium on Principles of Database Systems (PODS'09). Providence (RI, USA) , 29 Giugno{2 Luglio 2009.

3. 9th Workshop on Algorithms in Bioinformatics (WABI 2009), Philadelphia (PA, USA), 12{13 Settembre 2009.

4. RECOMB Regulatory Genomics/Systems Biology/DREAM5, Boston (MA, USA), 2{6 Dicembre 2009 (da tenersi).

Didattica attiva

1. Tutor junior (50 ore) per il corso di Dati e Algoritmi 1, Corso di Laurea in Ingegneria dell'Informazione, prof. A. Pietracaprina, A.A. 2008{2009.

Periodi di ricerca all'estero

Visiting research assistant presso il Department of Computer Science, Brown University (Providence, RI, USA) nei periodi Settembre 2008{Luglio 2009 e Settembre 2009{Dicembre 2009.

Attività di ricerca

I recenti progressi tecnologici permettono la raccolta e la memorizzazione di enormi quantit_ a di dati in aree che vanno dal marketing e gestione aziendale alla biologia molecolare, all'epi- demologia. L'analisi di questi dati ed in particolare la valutazione della signi_ cativit_ a dei pattern scoperti e delle previsioni basate su questi pattern _e di vitale importanza per molte applicazioni e rappresenta un importante problema aperto di ricerca. La ricerca che ho svolto in questi tre anni di dottorato si _e concentrata sullo sviluppo di tecniche rigorose per l'analisi di grandi moli di dati che risultino e_ cienti ed e_ caci sia dal punto di vista teorico che da quello pratico.

Nel contesto sopra descritto, l'attiv_ a da me svolta nel triennio di dottorato ha perseguito due linee di ricerca. La prima linea riguarda il problema dell'estrazione di itemset frequenti, una delle primitive fondamentali utilizzata nel mining delle regole associative e in molti altri problemi di data mining mining. Per questo problema, i contributi originali della mia ricerca sono:

_ studio di aspetti algoritmici relativi al problema della estrazione dei top-K item/itemset pi_ u frequenti.

Il primo problema a_ rontato _e l'estrazione dei top-K itemset frequenti e chiusi. In col- laborazione con il Prof. A. Pietracaprina, abbiamo fornito la prima evidenza analitica dell'e_ cacia di tale approccio, fornendo un limite superiore stretto al rapporto tra il nu- mero di itemset chiusi prodotti in output e il numero K richiesto in input. Quindi, abbiamo sviluppato un algoritmo e_ ciente per l'estrazione dei top-K itemset frequenti e chiusi in ordine di supporto decrescente, che supera per prestazioni il miglior algoritmo sviluppato in precedenza, ottenendo miglioramenti sostanziali in alcuni casi. Una carateristica pecu- liare del nostro algoritmo _e che permette all'utente di aumentare dinamicamente il valore K senza alcun bisogno di ricominciare la computazione da capo. Questi risultati sono stati pubblicati in [A1], ed una versione estesa di tali risultati _e presentata in [A6]. Sempre nel- l'ambito dell'estrazione dei top-K item/itemset pi_ u frequenti, in collaborazione con il Prof. A. Pietracaprina (Universit_ a di Padova), il Dr. M. Riondato ed il Prof. E. Upfal (Brown University), abbiamo sviluppato un framework algoritmico basato sul progressive sampling per l'estrazione di una approssimazione all'insieme dei top-K item/itemset pi_ u frequenti. In particolare, abbiamo fornito un limite stretto al numero di transazioni che _e su_ ciente considerare nel sampling per approssimare i top-K item/itemset frequenti fornendo allo stesso tempo delle garanzie probabilistiche sulla qualit_ a dell'output, ed abbiamo sviluppa- to un algoritmo per ottenere tale approssimazione tramite sampling. Questi risultati sono



descritti in [A7].

__ metodologia rigorosa per l'identi_cazione di una soglia di supporto per il mining di itemset statisticamente signi_cativi con controllo del FDR.

In collaborazione con il Dr. A. Kirsch ed i Pro_. M. Mitzenmacher (Harvard University), A. Pietracaprina, G. Pucci ed E. Upfal (Brown University) ho studiato il problema dell'identi_cazione di una soglia di supporto signi_cativa per un dataset transazionale, tale che il numero di itemset estratti utilizzando tale soglia possa essere considerato signi_cativo controllando allo stesso tempo il False Discovery Rate (FDR), cio_e il rapporto atteso tra il numero di itemset erroneamente riportati come signi_cativi ed il numero totale di itemset indicati come signi_cativi. Abbiamo sviluppato un nuova metolodogia per identi_care una soglia di supporto __ per un dataset tale che il numero di itemset di supporto almeno __ rappresenti una deviazione sostanziale da quanto ci si pu_o attendere in un dataset random con lo stesso numero di transazioni e le stesse frequenze dei singoli item. Questi itemset possono quindi essere indicati come signi_cativi con un basso FDR. Un caratteristica cruciale del nostro approccio _e che, diversamente da molti lavori precedenti, la signi_cativit_a _e de_nita tenendo conto delle caratteristiche globali del dataset. Grazie a tale caratteristica il nostro approccio riesce quindi a distinguere osservazioni signi_cative e uttuazioni casuali. Questi risultati sono stati pubblicati in [A2].

Per quanto riguarda la seconda parte, essa _e dedicata allo studio di due problemi di biologia computazionale. A tali problemi sono state applicate alcune delle tecniche sviluppate per l'estrazione degli itemset frequenti, e sono state inoltre sviluppate nuove soluzioni speci_che ai problemi di interesse. Per questa parte, i contributi originali della mia ricerca sono: __ strategia e_ciente per l'identi_cazione di pattern frequenti e potenzialmente signi_cativi dal punto di vista biologico all'interno di sequenze genomiche, catturati dalla nuova nozione di motif densi massimali.

Il problema dell'estrazione di pattern frequenti, chiamati motif, in sequenze biologiche, che ha suscitato grande interesse negli ultimi anni, dato che la similarit_a a livello di sequenza _e spesso una condizione necessaria per avere una correlazione a livello funzionale. Tali pattern sono costituiti da sottosequenze con eventuali caratteri jolly (wildcard), che occorrono nella sequenza un numero di volte maggiore o uguale ad una soglia s passata in input. In collaborazione con i i Pro_. A. Pietracaprina, G. Pucci (Universit_a di Padova), E. Upfal (Brown University), R. Grossi e N. Pisanti (Universit_a di Pisa) ho sviluppato un nuovo tool, chiamato madmx, che estrae i motif frequenti da sequenze biologiche. Il nostro lavoro introduce la nozione di densit_a di un motif, una misura semplice e essibile per limitare il numero di wildcard in un motif, de_nita come il rapporto tra il numero di caratteri solidi (i.e., diversi dal carattere wildcard) e la lunghezza del motif. Producendo in output solamente motif densi massimali, madmx riduce la taglia dell'output, con conseguente miglioramento delle prestazioni, ed allo stesso tempo aumenta la qualit_a dei motif scoperti. L'e_cienza del nostro approccio _e basata su una nuova operazione tra motif, che abbiamo chiamato fusione. Questa operazione permette la costruzione di motif densi massimali in maniera bottom-up, eliminando la generazione di motivi densi non massimali. Il nostro studio dimostra l'e_cienza del nostro approccio e la qualit_a dei motif scoperti da madmx, confrontandoli con ripetizioni biologiche gi_a note disponibili in un database di sequenze genomiche molto conosciuto, e con i motif estratti da un tool, varun, sviluppato recentemente [Apostolico et al. 2009] utilizzando la stessa misura di signi_cativit_a statistica adottata dagli autori di varun per valutare la signi_cativit_a dei motif. Questi risultati sono stati pubblicati in [A3].

__ framework computazionale per l'identi_cazione de novo di sottoreti mutate in modo statisticamente signi_cativo all'interno di reti di interazione di geni e proteine.

In collaborazione con i Pro_. B. J. Raphael ed E. Upfal (Brown University) ho de_nito il problema di identi_cazione dei pathway mutati signi_cativamente in reti di interazioni di geni e proteine, un problema che sta diventando di sempre maggior interesse data la recente scoperta dell'eterogeneit_a delle mutazioni associate alle malattie causata da alterazioni genetiche (i.e., cancro). Per nostra conoscenza, il framework computazionale dai noi sviluppato _e il primo a proporre una strategia e_ciente per l'identi_cazione de novo di sottoreti mutate in maniera statisticamente signi_cativa. Il nostro lavoro propone due algoritmi per identi_care pathway mutati in maniera signi_cativa, entrambi basati su una



misura di influenza tra coppie di geni ottenuta attraverso un processo di disamina della rete di interazione delle proteine. Tali algoritmi fanno uso di un test statistico, simile a quello sviluppato in [A2], che permette la valutazione della significatività dei pathway identificati ed una stima della FDR dei risultati. Abbiamo testato tali algoritmi utilizzando una rete di interazione proteica relativa all'uomo contenente un gran numero di proteine, utilizzando dati di mutazioni ottenuti da studi recenti riguardanti due diversi tipi di cancro (glioblastoma multiforme e adenocarcinoma polmonare). I nostri algoritmi producono alcuni pathway che sono noti per essere rilevanti nei tipi di cancro considerati, ed inoltre identificano altri pathway che sono stati precedentemente associati al cancro ma non sono ancora stati segnalati come significativamente mutati nei dati di mutazioni considerati. Questi risultati sono descritti in [A4,A5].

Titolo definitivo della tesi di dottorato: Mining of Significant Patterns: Theory and Practice.

Supervisore: Prof. A. Pietracaprina.

Pubblicazioni

Lavori presentati/accettati a conferenze

[A1] A. Pietracaprina, and F. Vandin. Efficient Incremental Mining of Top-K Frequent Closed Itemsets. In Proc. Discovery Science (DS) 2007, LNCS 4755, pages 275-280, Sendai, Japan, October 2007.

[A2] A. Kirsch, M. Mitzenmacher, A. Pietracaprina, G. Pucci, E. Upfal, and F. Vandin. An Efficient Rigorous Approach for Identifying Statistically Significant Frequent Itemsets. In Proceeding 28th ACM Symposium on Principles of Database Systems (PODS'09), Providence, RI, July 2009.

[A3] R. Grossi, A. Pietracaprina, N. Pisanti, G. Pucci, E. Upfal, and F. Vandin. MADMX: A Novel Strategy for Maximal Dense Motif Extraction. In Proceeding 9th Workshop on Algorithms in Bioinformatics (WABI 2009), Philadelphia, PA, September 2009.

[A4] F. Vandin, E. Upfal, and B. J. Raphael. Identification of Significantly Mutated Pathways in Cancer. (Abstract) RECOMB Regulatory Genomics/Systems Biology/DREAM5, 2009.

Lavori sottomessi a conferenze/riviste ed in preparazione

[A5] F. Vandin, E. Upfal, and B. J. Raphael. Algorithms for Detecting Significantly Mutated Pathways in Cancer. Submitted to 14th International Conference on Research in Computational Molecular Biology (RECOMB), Lisbon (Portugal), 2010.

[A6] A. Kirsch, M. Mitzenmacher, A. Pietracaprina, G. Pucci, E. Upfal, and F. Vandin. An Efficient Rigorous Approach for Identifying Statistically Significant Frequent Itemsets. Submitted to Journal of the ACM (JACM).

[A7] A. Pietracaprina, M. Riondato, E. Upfal, and F. Vandin. Mining top-k frequent itemsets through sampling. Manuscript, 2009.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Fabio Vandin** 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 Versaci** nell'ambito del XXII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Negli anni accademici 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 il dott. **Francesco Versaci** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXII ciclo, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione, come vincitore di una borsa finanziata dalla Fondazione CARIPARO sul tema vincolato: "Calcolo Autonomico"

1 Corsi Seguiti

- Integer Programming Methods for Design and Management of Telecommunications Networks (DEI040, 5 crediti)
- Applied Linear Algebra (DEI002, 4 crediti)
- Applications of Algebraic Geometry (DEI043, 5 crediti)
- Applied Functional Analysis (DEI033, 7 crediti)
- Sampling, Counting, Mixing and Balancing: Advanced Probabilistic Methods in Algorithms (DEI055, 4 crediti)

2 Attività Formative

- Partecipazione ai workshop **ScalPerf '07, '08 e '09**: Scalable Approaches to High Performance and High Productivity Computing, Bertinoro.
- Partecipazione alla **School on Randomized Algorithms** (Upfal, Panconesi, Dubhashi), 4-8 Febbraio 2008, Pisa.
- Partecipazione al **Cell Cluster Meeting**, 9-13 Maggio 2007, Jülich.
- Partecipazione al **Cell Broadband Engine Architecture Workshop**, 7-8 maggio 2008, Milano.
- Partecipazione al corso di **Ottimizzazioni su Matroidi** (Conforti, Zambelli), 19-22 Marzo 2007, Padova.
- Partecipazione al **Festival della Città Impresa**, 2-5 Aprile 2009, Rovereto.

3 Seminari Seguiti

- **C. Bennet**: Quantum Information and the Forgetfulness of Nature
- **C. Brezinski**: These strange fractions which never end... The history of continued fractions
- **E. Upfal**: The Hiring Problem and the Stochastic Performance of "Lake Wobegon" Strategies
- **A. Soceanu**: Data Transmission with Hidden Information: Methods and Algorithms for Steganography
- **A. Ekert**: Ciphers, Quanta and Computers
- **M. Bianco**: STAPL: A High Productivity Programming Infrastructure for Parallel Computing
- **K. Pingali**: Optimistic Parallelization using the Galois System
- **P. Kraniuskas**: From Communicating to Imaging with Waves
- **A. Bertoldo**: FEMS: un solutore parallelo per applicazioni agli Elementi Finiti
- **E. Witten**: LHC and String Theory



- **M. Citron:** L'ingegnere e i brevetti: metodologie e strumenti nel lavoro quotidiano
- **F. Doyle:** Robustness in Biological Networks: From Genes to Cells to Systems
- **F. Gioachin:** Debugging Large Scale Applicatons with Virtualization
- **R. Glauber:** A Century of Light Quanta
- **U. Bardi:** Crescita e collasso di sistemi economici e sociali complessi
- **S. Poles:** Metodi numerici e strumenti per l'ottimizzazione multidisciplinare
- **G. Vallone:** Multi-qubit entangled photon states
- **N. Holtkamp:** The ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) Project
- **M. Gatto:** Modelli di struttura e funzionamento delle reti ecologiche
- **U. Endriss:** Computational Social Choice and Manipulation in Approval Voting

4 Attività Didattica di Supporto

- **26 Maggio 2008 – Lezione** introduttiva al Linguaggio C per il corso di Calcolo Parallelo (Slide disponibili all'indirizzo <http://www.dei.unipd.it/~cyberto/C-lang.pdf>)
- **Tutor Junior 2007-2008:** Valutazione tesine di programmazione parallela MPI su IBM RS/6000 per il corso di Calcolo Parallelo
- **5-6-19-20 Maggio 2009 – Lezioni** su programmazione parallela C in ambiente MPI per il corso di Calcolo Parallelo (slide disponibili su <http://www.dei.unipd.it/~versacif/calcolab>)
- **Tutor Junior 2008-2009:** Valutazione tesine di programmazione parallela MPI su IBM RS/6000 per il corso di Calcolo Parallelo

5 Attività di ricerca svolta

5.1 Calcolo autonomico – Generalità

Obiettivo a lungo termine

L'obiettivo a lungo termine è la formulazione di un framework per lo sviluppo e l'analisi di sistemi informatici che ottimizzino autonomamente l'uso delle proprie risorse, quando queste risorse e i carichi di lavoro sono soggetti a cambiamenti. L'approccio al problema combina i campi dell'algoritmica avanzata e del controllo ottimo. Come applicazione specifica è stato ideato un gestore di memorie gerarchiche autonomico, che potrebbe migliorare le prestazioni di molti sistemi di calcolo attuali.

Introduzione

I sistemi informatici forniscono un'infrastruttura essenziale a molte istituzioni e aziende nel mondo e stanno diventando sempre più complessi, sia a causa del numero, delle dimensioni e dell'eterogeneità delle loro componenti interne che della molteplicità delle interazioni con altri sistemi resa possibile da internet e da altre reti.

In questo scenario il mantenimento dei sistemi informatici da parte di operatori umani diventa sempre più difficile e costoso ed è stato identificato come un serio ostacolo all'ulteriore sviluppo della tecnologia informatica da diversi studi di mercato. Per superare questo ostacolo, nel 2001 è stata lanciata l'iniziativa per il Calcolo Autonomico, supportata principalmente da IBM ma anche da altre aziende e istituzioni accademiche. Questa iniziativa mira a sviluppare i concetti fondamentali necessari ad ottenere un più alto



grado di gestione autonoma nei sistemi informatici. Sono state identificate quattro aree funzionali in particolare:

Auto-Configurazione La configurazione automatica delle componenti

Auto-Riparazione Il rilevamento e la correzione automatica dei guasti

Auto-Ottimizzazione Il monitoraggio e la gestione automatica delle risorse per assicurare una funzionalità ottimale rispetto ai requisiti definiti

Auto-Protezione L'identificazione proattiva e la protezione dagli attacchi

La ricerca effettuata può essere situata nel contesto generale del Calcolo Autonomico e, più in dettaglio, nell'area dell'auto-ottimizzazione, con particolare riferimento all'adattività al carico nei gestori di memoria gerarchica.

5.2 Auto-ottimizzazione della gestione delle gerarchie di memoria

Gerarchia a due livelli

Un generatore produce degli indirizzi di memoria ad ogni istante temporale. Inizialmente tutte le pagine sono in una memoria esterna, di grande dimensione (V) e lenti tempi di accesso. Per servire il generatore le pagine devono essere copiate in memoria interna, più piccola (dimensione C) e con tempi di accesso molto minori. Se una pagina richiesta si trova nella memoria interna abbiamo un *hit*, se invece si deve prelevare da quelle esterna abbiamo un *miss*. Se accade un miss quando la memoria interna è piena dobbiamo fare un'*eviction*, cioè scegliere una pagina da scartare fra quelle presenti in memoria interna, basandoci su un'opportuna *eviction policy*.

Panoramica

Un attenta gestione delle gerarchie di memoria è indispensabile per ottenere alte prestazioni da un calcolatore. Allo stato attuale manca però un solido framework teorico che descriva le proprietà dinamiche dei carichi di lavoro e permetta un'analisi approfondita delle diverse eviction policy: molti dei risultati sulle eviction policy on-line sono finora di natura euristica. La nostra ricerca mira sia realizzare un framework teorico, che riesca a descrivere le statistiche dei carichi e permetta di ottenere policy di eviction ottime e analizzare in dettaglio altre policy esistenti, che realizzare poi in pratica algoritmi efficienti che riescano ad essere implementati su sistemi operativi reali per la gestione della memoria virtuale dei calcolatori.

Descrizione probabilistica nello stack LRU

Ordiniamo le pagine in uno stack (LRU) in base al tempo del loro ultimo accesso, in modo che in cima allo stack ci sia la pagina usata più recentemente. Nel nostro modello immaginiamo che ogni pagina abbia una probabilità di subire un accesso dipendente unicamente dalla posizione in cui si trova nello stack LRU e che queste probabilità siano stazionarie e indipendenti.

5.3 Risultati ottenuti

- Derivazione della politica gain-optimal nell'LRU Stack Model.
- Algoritmo efficiente (*lineare* nel numero di pagine) per calcolare i parametri che caratterizzano la policy ottima per *qualunque* dimensione della memoria interna.
- Analisi in orizzonte temporale finito dei casi con probabilità di accesso allo stack LRU monotona: ottimalità di LRU e MRU.



- Analisi del caso $C=2$: impostazione e soluzione dell'equazione di Bellman e ottenimento della politica bias-optimal.
- Confronto della politica ottima online ottenuta con l'ottimo offline (Belady/OPT): competitività dell'ottimo online per C/V fissato.
- Partizionamento ottimo di un buffer condiviso da più processi.
- Dimostrazione che la politica bias-optimal nell'LRU Stack Model non possiede, in generale, l'inclusion property.

5.4 Controllo del parallelismo nel sistema Galois

Introduzione

Galois è un framework di programmazione Java sviluppato alla University of Texas at Austin, che ha come obiettivo la parallelizzazione automatica di programmi che presentino un certo parallelismo irregolare (*amorphous data-parallelism*, tipico di algoritmi su grafi), tramite una parallelizzazione ottimistica: vengono lanciati in maniera concorrente dei calcoli su diversi nodi e, se vengono rilevati dei conflitti sui dati al termine dell'esecuzione, le operazioni che li hanno generati vengono annullate, tramite meccanismi di roll-back.

Attività svolta

Nell'ambito di un periodo di visita di 4 mesi (Novembre 2008–Febbraio 2009) alla University of Texas at Austin studio della gestione automatica, usando tecniche adattive di controllo, del numero ottimo di processori paralleli da usare nel sistema Galois per garantire alte prestazioni limitando il numero di conflitti.

5.5 Pubblicazioni e seminari

- BILARDI, G., AND VERSACI, F. An optimal control approach to replacement policies for the memory hierarchy. *Submitted for conference publication*.
- **4 Febbraio 2009 – Seminario** *Controlling Parallelism in the Galois System*, University of Texas at Austin. Seminario di presentazione della ricerca effettuata durante il periodo di mobilità. I risultati ottenuti, riguardanti un algoritmo di controllo per l'allocazione dei processori nel quadro dell'*amorphous data-parallelism* usando il sistema Galois, sono in fase implementativa da parte del gruppo di sviluppo texano e verranno inclusi nella versione finale del loro software.

5.6 Titolo finale della tesi

APPLICATIONS OF CONTROL THEORY TO COMPUTER SYSTEMS OPTIMIZATION

6 Periodi di Mobilità

- **27 Ottobre 2008 – 28 Febbraio 2009** Periodo come *visiting research assistant* alla University of Texas at Austin, sotto la supervisione del Prof. Keshav Pingali, al Center for Distributed and Grid Computing.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Francesco Versaci** si è impegnato nella sua attività di ricerca e di studio, evidenziando capacità di lavorare sia in maniera autonoma che all'interno di un gruppo di ricerca. Il Collegio valuta con cura l'esigua produzione scientifica del candidato e chiede al direttore le



motivazioni che hanno spinto il candidato a non presentare richiesta di proroga. In assenza del supervisore, i proff. Pietracaprina, Pucci e Peserico, quali esperti della materia, testimoniano al collegio l'attività svolta. Sentite le corrispondenti osservazioni il Collegio approva l'ammissione all'esame finale.



Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Alberto Vigato** nell'ambito del XXII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Negli anni accademici 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 il dott. **Alberto Vigato** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXII ciclo, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Parte 1: Didattica

Corsi seguiti

Corsi offerti dalla scuola per la didattica obbligatoria - crediti: 24

Integer Programming Methods for Design and Management
of Telecommunications Networks (DEI040)

Docente: prof. Lorenzo Brunetta
Durata: 5 marzo - 11 aprile 2007 (20 ore / 5 crediti)
Accertamento: Homeworks e presentazione di articoli - *Approvato*.

Digital Processing of Measurement Information (DEI005)

Docente: prof. Claudio Narduzzi
Durata: 7 - 30 maggio 2007 (16 ore / 4 crediti)
Accertamento: Implementazione progetto - *Approvato con 30/30*.

Applied Linear Algebra (DEI002)

Docente: prof. Tobias Damm
Durata: 4 - 27 settembre 2007 (16 ore / 4 crediti)
Accertamento: Homeworks - *Approvato con 30/30*.

Applied Functional Analysis (DEI033)

Docente: prof. Paolo Ciatti
Durata: 2 ottobre - 22 novembre 2007 (28 ore / 7 crediti)
Accertamento: Homeworks - *Approvato con 30/30 e lode*.

Modelling of Propagation Channels in Wireless Communication Systems (DEI050)

Docente: prof. Silvano Pupolin
Durata: 4 - 29 febbraio 2008 (16 ore / 4 crediti)
Accertamento: Homeworks - *Approvato con 24/30*.

Corsi extra

Designing with Ethernet MAC Controllers

Tipologia: Corso su FPGA design
Docente: ing. Maurizio Donna, Xilinx



Presso: DEI, Padova
Periodo: 14 - 15 giugno 2007 (12 ore)

Modern Coding Theory (and Beyond)

Tipologia: Corso per la scuola di dottorato
Docente: prof. Rüdiger Urbanke, EPFL Lousanne, Svizzera
Presso: Politecnico di Torino, Italy
Durata: 15 - 22 aprile 2008 (10 ore)

Laboratorio di RefWorks

Tipologia: Corso di laboratorio
Docente: prof. Gianna Toffolo
Presso: DEI, Padova
Durata: 22 maggio 2008 (2 ore)

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi

Summer School of Information Engineering, SIEE 2007

Presso: Bressanone, BZ, 2 - 6 luglio 2007.

Summer School of Information Engineering, SIEE 2009

Presso: Bressanone, BZ, 29 giugno - 3 luglio 2009.

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

- 15 febbraio 2007, distinguished lecture: "Ciphers, quanta and computers", prof. Artur Ekert, University of Cambridge, UK;
- 13 marzo 2007, distinguished lecture: "Human activity recognition", prof. J. K. Aggarwal, Cullen Professor, Department of Electrical and Computer Engineering, University of Texas, Austin, TX, USA;
- 18 aprile 2007, distinguished lecture: "At the forefront of modern telecommunications", prof. Anthony Acampora, Department of Electrical and Computer Engineering University of California, San Diego, CA, USA;
- 11 giugno 2007, lecture: "Optimization problems in planning and managing wireless mesh networks", prof. Federico Malucelli, Dipartimento di Elettronica e Informazione del Politecnico di Milano;
- 12 giugno 2007, lecture: "Integer programming models for broadcasting networks planning", prof. Carlo Mannino, Dipartimento di Informatica e Sistemistica, Università La Sapienza di Roma e proff. Fabrizio Rossi e Stefano Smriglio, Dipartimento di Informatica, Università di L'Aquila;
- 21 giugno 2007, distinguished lecture: "Optimistic parallelization using the galois system", prof. Keshav Pingali, University of Texas, Austin, TX, USA;
- 8 ottobre 2007, distinguished lecture: "From wireless networks to sensor networks and onward to networked embedded control", prof. P.R. Kumar, University Illinois Urbana-Champaign, IL, USA;
- 22 ottobre 2007, distinguished lecture: "Quantum information and the forgetfulness of nature", prof. Charles H. Bennett, IBM Research, Yorktown Heights, NY, USA;



- 24 ottobre 2007, convegno: “Digital: mito o realtà?”, palazzo Bò, Padova;
- 26 ottobre 2007, workshop: “Toni Mian”, DEI -- Università di Padova;
- 20 febbraio 2008, lecture: “Telemetry laser satellitare e lunare per studi di Geodinamica e Fisica Fondamentale”, Prof. Giuseppe Bianco, Direttore della Stazione di Geodesia Spaziale “G. Colombo” dell'Agenzia Spaziale Italiana a Matera;
- 21 febbraio 2008, lecture: “A family of turbo-structured LDPC codes”, Dr. Federica Garin, DEI - Università di Padova;
- 28 febbraio 2008, distinguished lecture: “Which kind of information can music convey?”, Mo. Claudio Ambrosini, Composer;
- 12 marzo 2008, lecture: “The web click network”, prof. Filippo Menczer, Indiana University, Bloomington, IN, USA;
- 17 marzo 2008, distinguished lecture: “Radiation effects and soft errors in advanced technologies”, prof. Ron Schrimpf, Vanderbilt University, Nashville, TN, USA;
- 15 maggio 2008, lecture: “Design and control of autonomous systems”, Raffaello D'Andrea, ETH, Zürich, Svizzera;
- 23 maggio 2008, distinguish lecture: “Power semiconductors state-of-the-art and future development trends”, prof. Leo Lorenz, dirigente di Infineon Technologies e docente alle Università di Erlangen e Ilmenau, Germania;
- 3 giugno 2008, distinguish lecture: “3-dimensional video: technology and applications”, prof. Marcus Gross, ETH Zürich, Svizzera;
- 17 giugno 2008, distinguish lecture: “The multi-armed bandit meets the web surfer”, prof. Eli Upfal, Brown University, Providence, RI, USA;
- 9 luglio 2008, lecture: “Full-optical wireless communication (FOWC) system for NGN”, prof. Mitsuji Matsumoto, Waseda University, Giappone.
- 20 agosto 2008, lecture in QFT: “Multilayering-in slow fading communications systems: overview and perspectives”, prof. Shlomo Shamai, Department of Electrical Engineering, Technion-Israel Institute of Technology, Israele;
- 17 novembre 2008, lecture in QFT: “Polarization codes and the rate of polarization”, Prof. Emre Telatar, EPFL - Lousanne, Svizzera;
- 5 dicembre 2008, lecture in QFT: “Multiuser MIMO systems with quantized feedback”, Prof. Stefano Tomasin, DEI -- Università di Padova;
- 18 febbraio 2009, workshop: “Qualcomm Flarion Technologies - Technical Conference”, Bridgewater, NJ, USA;
- 7 aprile 2009, lecture in QFT: “Application of compressive sensing to multiuser detection”, Prof. Robert Calderbank from University of Princeton, Princeton, NJ;
- 18 giugno 2009, lecture: “Spectrum leasing via cooperation”, Prof. Osvaldo Simeone, New Jersey Institute of Technology, Newark, NJ, USA;
- 22 giugno 2009, lecture: “Network code design for two-hop wireless networks with a relay and constrained resources”, Prof. Farshad Lahouti, University of Tehran, Iran;
- 15 settembre 2009, distinguished lecture: “Optical communication: innovation (and their needs) abound”, Prof. Alan E. Willner from University of South California, Los Angeles, CA, USA;
- 25 settembre 2009}, distinguished lecture: “Gallium nitride: the next dominant semiconductor after silicon”, Prof. Umesh Mishra from University of California, Santa Barbara, Electrical & Computer Engineering Department Engineering and Sciences, CA, USA.

Partecipazione a Conferenze Internazionali

IEEE International Conference on Communication, ICC 2007



Luogo: Glasgow, Scotland, UK

Periodo: 24 - 28 giugno 2007

Lavoro: G. Cariolaro, A. Vigato, "Representation of a CPM Modulator through a Finite-State Sequential Machine".

Didattica attiva

Teoria dei Fenomeni Aleatori (*Laurea Magistrale in ing. Elettronica*)

Tipologia: Esercitazioni agli studenti del corso

Docente: prof. Lorenzo Vangelista

Durata: 14 e 26 febbraio 2008 (4 ore)

Stage e permanenza all'estero

Cariolaro Scholarship @ Qualcomm 2008

Azienda: Qualcomm Flarion Technologies

Luogo: Bridgewater, NJ, USA

Periodo: 4 agosto 2008 # 1 maggio 2009 (9 mesi)

Supervisori: Dr. Tom Richardson, Dr. Junyi Li

Parte 2: Ricerca

Descrizione dell'Attività di Ricerca

La parte più significativa della mia attività di ricerca ha riguardato nello sviluppo del digital video broadcasting terrestre di nuova generazione (DVB-T2). Questa attività ha occupato più di un anno e mezzo del mio dottorato.

Partendo dagli aspetti fondamentali già sviluppati per lo standard DVB-T l'obiettivo è stato quello di capire verso quali direzioni orientarsi al fine di migliorarne l'applicabilità e le prestazioni. Nello specifico la mia ricerca si è focalizzata sui problemi di livello fisico. In particolar modo ho indagato sistemi multi-antenna (MIMO, VBLAST) dove la dimensione spaziale introduce nuovi gradi di libertà. Sono state rivisitate le più note tecniche di codifica a blocchi spazio-tempo per sistemi MIMO. È seguito uno studio dettagliato delle codifiche a blocco con matrice di parità a bassa densità (LDPC), già utilizzate nello standard satellitare di seconda generazione DVB-S2. Tramite algoritmi basati sull'informazione "soft" al ricevitore, questi codici consentono di raggiungere prestazioni prossime al limite di Shannon. Alle ben più diffuse tecniche di codifica di antenna, come Alamouti e Golden Code, le cui prestazioni in ambito non codificato sono ben note in letteratura, abbiamo aggiunto uno studio di prestazioni combinate con codifica LDPC che richiede "soft output" cercando di comprendere al dettaglio quali siano i comportamenti in tale scenario. Il punto critico di questo tipo di sistemi si trova al punto di decisione la cui complessità per il metodo esaustivo ha una crescita esponenziale con i dati del sistema. Per questo si sono indagate tecniche che consentissero di funzionare in tempi ragionevoli conducendo studi approfonditi sulle tecniche di "Sphere Decoding" capace di preservare l'ottimalità della decisione in tempi significativamente ridotti. Considerato principalmente nella sua versione complessa che garantisce maggior flessibilità, lo sphere decoder è un potente



strumento che si presta anche nell'ambito della “soft detection” su cui è stato perfezionato un algoritmo più efficiente e veloce. Tale algoritmo è basato su un'implementazione efficiente dello sphere decoder complesso, in grado di calcolare l'informazione soft dei bit su sistemi che adottano modulazioni e mappature multidimensionali. Si è riscontrato che, nei casi di interesse, i tempi di esecuzione del nuovo algoritmo sono quasi dimezzati se confrontati con le tecniche già esistenti.

Con l'ausilio di questi potenti strumenti ulteriori indagini sono state condotte sull'uso di particolari mappature di natura multidimensionale con lo scopo specifico di incrementare la diversità di modulazione proponendosi di migliorare le prestazioni in trasmissione su canali di tipo Rayleigh fading. Tra essere troviamo: ripetizione con diversa mappatura, rotazione su multi-portanti e QAM multidimensionale ruotato. Queste tecniche di mappatura ben si combinano con la tecnologia OFDM, già presente nello standard DVB-T. Abbiamo perciò condotto un'analisi combinata di queste strategie con la codifica LDPC valutandone ancora una volta le prestazioni globali ed evidenziandone i limiti. Inoltre, altre tecniche già presenti in altri standard del DVB sono state indagate congiuntamente alla codifica LDPC: interleaver, demultiplexer e mappatura dei bit. Le loro performance sono state studiate sia su canali AWGN che su canali Rayleigh fading.

Ho collaborato a un progetto per la realizzazione di un simulatore di un OFDM a singola antenna e multiantenna in trasmissione (MISO) con elevato numero di portanti che utilizzasse i codici LDPC e la tecnica CD3 per la stima del canale al fine di valutarne le prestazioni per vari rate di codice con varie tipologie di canale statico e canale tempo variante afflitto da effetto Doppler e phase noise. Ho dato un contributo in piccola parte allo sviluppo di un simulatore di un sistema che implementa lo standard DVB-T2 giunto alla sua stesura definitiva nella primavera del 2008.

Nella seconda parte del mio dottorato, come vincitore della “Cariolaro Scholarship @ Qualcomm 2008”, ho trascorso nove mesi presso la Qualcomm Flarion Technologies come periodo di mobilità all'interno del programma di dottorato. L'azienda è una divisione della Qualcomm ed è situata a Bridgewater, New Jersey, negli Stati Uniti. All'interno di QFT mi è stato assegnato un supervisore, responsabile dell'internship, e un mentore che mi seguisse direttamente nello sviluppo delle attività. Qui ho fatto parte del gruppo di ricerca, progettazione e sviluppo per le tecnologie wireless di nuova generazione, occupandomi maggiormente tematiche inerenti ancora una volta al livello fisico. Grazie all'apprendimento di nuove tecniche, metodologie e strumenti teorici per affrontare le problematiche inerenti al mio progetto di ricerca e alla grande flessibilità nell'organizzazione del lavoro, ho potuto ottenere risultati interessanti su aspetti di discovering in scenari densi ad accesso multiplo, occupandomi fondamentalmente di stima di canale e decodifica congiunta di segnali interferenti. Le molte collaborazioni aperte e consulenze con università americane rendono QFT un ambiente molto vivo che favorisce la crescita intellettuale organizzando lecture e workshop tenuti da personaggi di fama mondiale.

Il tempo successivo riservato alla ricerca è stato dedicato maggiormente alla rifinitura e la pubblicazione di alcuni lavori. In seguito mi sono dedicato alla stesura della tesi di dottorato.

Titolo della tesi

Advanced Coding and Modulation for Digital Terrestrial Broadcasting and Cellular Systems

Parte 3: Pubblicazioni

- G. Cariolaro and A. Vigato “Representation of a CPM modulator through a finite-state sequential machine,” in *ICC '07, Proc. IEEE Int. Conf. on Commun.*, pp. 2625-2629, Glasgow, UK, July 2007.



- A. Vigato, S. Tomasin, L. Vangelista, N. Benvenuto, and V. Mignone, "Soft detection of modulation diversity schemes for next generation digital terrestrial television," *ISSSTA '08, Proc. Int. Spread Spectrum Tech. and App.*, pp. 349-353, Bologna, Italy, Aug. 2008.
- A. Vigato, S. Tomasin, L. Vangelista, V. Mignone, N. Benvenuto, and A. Morello, "Coded decision direct demodulation for second generation digital video broadcasting standard," in *IEEE Trans. Broadcast.*, vol. 55, no. 3, pp. 607-615, Sept. 2009.
- A. Vigato, N. Benvenuto, S. Tomasin, and L. Vangelista, "On hard and soft detection of space-time block codes by a novel soft output sphere decoder," in *Proc. Int. Conf. Ultra Modern Telecom. ICUMT '09*, St.-Petersburg, Russia, Oct. 2009.
- A. Vigato, L. Vangelista, C. Measson, and X. Wu, "Joint Discovery in Wireless Networks," *European Wireless 2010*, Lucca, Italy, *in revisione*.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Alberto Vigato** 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 **Nicola Wrachien** nell'ambito del XXII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Negli anni accademici 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 il dott. **Nicola Wrachien** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXII ciclo, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Parte 1 – Didattica

Corsi seguiti

1. Applied Linear Algebra, Prof. T. Damm.
2. Applied Functional Analysis, Prof. P. Ciatti.
3. Effects of Ionizing Radiation on Electronic Components: From Space Applications to Sea Level Effects, Prof. A. Paccagnella.
4. Physical Models for the Numerical Simulation of Semiconductor Devices, Prof. G. Meneghesso.
5. Electrostatic Discharge in Integrated Circuits, Prof. G. Meneghesso

Attività didattica di supporto svolta

1. Laboratorio del corso “Circuiti Integrati Digitali 1”, prof A. Cester, AA 2007-2008, 48 ore.
2. Laboratorio del corso “Circuiti Integrati Digitali 1”, prof A. Cester, AA 2008-2009, 48 ore.

Partecipazione a conferenze internazionali

1. *45th IEEE - Nuclear and Space radiation Effects Conference* - NSREC 2008, Tucson, AZ, USA, 14-18 July 2008.
2. *17th European Heterostructure Technology Workshop*, HETECH 2008, Venice, Italy, November 2-5, 2008.
3. *2009 IEEE International Reliability Physics Symposium*, Montreal, Canada, April 26 - 30, 2009.

Parte 2 – Ricerca

L'attività di ricerca svolta nei 3 anni di dottorato ha avuto come tema principale lo studio degli effetti di radiazione ionizzante su memorie non volatili avanzate. Inoltre, grazie a recenti collaborazioni instaurate con la Slovak University of Technology (Bratislava, Slovacchia) ed il centro di ricerca IMEC (Leuven, Belgio), è stata iniziata una nuova linea di ricerca basata su dispositivi a semiconduttore organico.

Effetti di radiazione ionizzante su memorie non volatili avanzate

Lo scaling aggressivo operato sulle memorie non volatili (NVM), ha portato la tecnologia dei transistor a gate flottante verso i limiti fisici. Per questo motivo, la comunità scientifica sta analizzando diverse alternative, che prendono il nome di memorie non volatili avanzate.

Lo studio della loro robustezza alle radiazioni ionizzanti è dovuto essenzialmente a due motivi. Da un lato, i dispositivi consumer sono molto più economici e reperibili di quelli resistenti alle radiazioni (radiation-hardened), e questo spiega la recente tendenza da parte delle industrie del settore, di usare dispositivi consumer anche in applicazioni dove possono esserci elevati tassi di radioattività (come applicazioni militari/aerospaziali/scientifiche/mediche/ecc...). Dall'altro, col ridursi delle dimensioni dei dispositivi, sempre meno energia è necessaria per corrompere l'informazione. Da questo punto di vista, anche le applicazioni consumer possono essere seriamente compromesse a causa di contaminanti alfa



emettitori che non possono essere completamente eliminati dai materiali che compongono il dispositivo o il suo incapsulamento.

Le NVM avanzate sono dispositivi ancora poco studiati, soprattutto per quanto riguarda la loro resistenza alle radiazioni ionizzanti. L'approccio adottato è stato di tipo sperimentale, effettuando caratterizzazioni, stress elettrici, e irraggiamenti. Le misure di tipo elettrico sono state effettuate presso i laboratori di Microelettronica del Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova, mentre gli irraggiamenti (raggi X, elettroni, protoni e ioni pesanti) sono stati effettuati in varie facility esterne tra cui LNL Legnaro, l'ISOF-CNR di Bologna, i Sandia National Laboratories (Albuquerque, NM). Sono stati inoltre sviluppati modelli validati dai dati sperimentali ottenuti dagli irraggiamenti.

Le tipologie di memorie analizzate sono

- Memorie a nanocristalli di silicio (NCM)
- Memorie a cambiamento di fase (PCM).
- Memorie Ferroelettriche.

Memorie a nanocristalli di silicio

Le memorie a nanocristalli sono la naturale evoluzione del transistor a gate flottante; esse sostituiscono al floating gate monolitico una matrice di nanodot in silicio isolati, nei quali la carica viene immagazzinata. L'attività sperimentale è stata effettuata su dispositivi allo stato dell'arte. Sono stati condotti irraggiamenti con protoni e raggi X per analizzare gli effetti di dose totale, e irraggiamenti con ioni pesanti (rame, nickel, bromo, iodio), per analizzare gli effetti di evento singolo. Gli esperimenti sono stati inoltre effettuati anche su memorie a floating gate realizzate con la stessa tecnologia, in modo da quantificare direttamente il miglioramento introdotto dalla tecnologia delle NCM. I principali parametri analizzati sono stati:

- 1) La perdita immediata di carica, indotta dalla radiazione.
- 2) Le modifiche permanenti indotte dalla radiazione sulle caratteristiche elettriche della cella.
- 3) La riprogrammabilità della cella in seguito ad esposizione a radiazione.
- 4) La ritenzione, cioè la capacità di mantenere il dato inalterato nel tempo.

Da questi dati, è stato inoltre sviluppato e pubblicato un modello che consente di quantificare separatamente la perdita immediata di carica e la degradazione permanente indotta da radiazione. Grazie a questo modello, inoltre, è stato possibile quantificare la maggior robustezza delle celle di memoria a nanocristalli rispetto alla loro controparte a floating gate, e il differente impatto dei raggi X rispetto ai protoni, a parità di dose assorbita.

Lo studio degli effetti di evento singolo ha anch'esso evidenziato l'enorme miglioramento introdotto dalle NCM e, per la prima volta, è stato sviluppato e pubblicato un modello in grado di quantificare la perdita di carica indotta da ioni pesanti.

Memorie a cambiamento di fase

Le memorie a cambiamento di fase associano l'informazione allo stato microstrutturale di un calcogenuro. Lo stato, amorfo o cristallino, può essere variato riscaldando il materiale tramite un impulso di corrente.

I dispositivi, oggetto dell'attività di ricerca, sono array indirizzabili da 4 e 8 Megabit. L'attività di ricerca ha inoltre richiesto lo sviluppo e la realizzazione di uno strumento per la caratterizzazione elettrica dei campioni, sottoposti ad irraggiamento (usando raggi X, elettroni e protoni).

I risultati hanno evidenziato una buona robustezza agli effetti di dose totale, limitata essenzialmente dalla circuiteria periferica. In particolare è stato evidenziato che la variazione indotta dalla radiazione nella corrente di lettura della cella non è imputabile ad una degradazione del calcogenuro, ma alla



degradazione dei transistor selettori di cella e di bitline, dovuta a intrappolamento di carica nell'ossido di gate, generazione di stati di interfaccia e aumento della corrente di perdita.

Memorie a ferroelettriche

Le memorie ferroelettriche associano l'informazione alla polarizzazione elettrica residua di un materiale ferroelettrico che costituisce il dielettrico di un condensatore.

Sono stati effettuati irraggiamenti con raggi X e protoni su memorie ferroelettriche commerciali. Per la prima volta in questo tipo di memorie è stato anche considerato l'effetto combinato di temperatura e radiazione, effettuando irraggiamenti tra -20°C e 160°C. A tale scopo, è stato inoltre sviluppato e realizzato un sistema stand-alone di controllo della temperatura.

È stato dimostrato che il meccanismo principale di guasto consiste in stuck-bits, dovuto a fenomeni di imprinting e affaticamento del ferroelettrico indotti da radiazione. Sono stati analizzati anche gli effetti della temperatura e dei cicli di riprogrammazione sulle cinetiche di recupero del danno indotto da radiazione. Infine, è stato per la prima volta sviluppato e pubblicato un modello in grado di descrivere le cinetiche di degradazione indotte da radiazione, in funzione della temperatura di irraggiamento.

Thin-film-transistor organici

I dispositivi a semiconduttore organico hanno di recente attratto molta attenzione da parte della comunità internazionale di ricerca grazie alle ultime innovazioni e miglioramenti, soprattutto in termini di prestazioni. Ad esempio i thin-film-transistor organici hanno raggiunto valori di mobilità tali da renderli competitivi rispetto alle loro controparti inorganiche basate su silicio amorfo. A ciò si unisce la compatibilità di molti semiconduttori organici con materiali plastici flessibili (più leggeri, economici e resistenti del vetro) e l'esistenza di diverse tecniche di deposizione economiche.

Tuttavia l'affidabilità di questi dispositivi è ancora un problema aperto. L'attività di ricerca instaurata con la Slovak University of Technology e IMEC s'è rivolta allo studio della stabilità delle caratteristiche elettriche dei dispositivi a diverse condizioni operative i cui parametri principali sono il bias, l'illuminazione e temperatura.

Sono state inoltre analizzate le prestazioni del dispositivo in funzione del dielettrico di gate impiegato e la stabilità temporale delle caratteristiche elettriche in funzione dello spessore del materiale di incapsulamento.

È stata stabilito il ruolo dell'illuminazione e del bias nei fenomeni di intrappolamento e detrappolamento di carica. È stata valutata la correlazione tra temperatura cinetiche di recupero della corrente di drain in seguito a stress elettrico.

Dalle attività di ricerca sopra elencate, sono stati prodotti i lavori elencati nella sezione successiva.

Parte 3 – Pubblicazioni

PUBBLICAZIONI SU CONVEGNI INTERNAZIONALI

Lavori già presentati:

1. **Ionising Radiation and Electrical Stress on Nanocrystal Memory Cell Array**
14th Workshop on Dielectrics in Microelectronics - WODIM 2006, Catania, Italy, June 26-28, 2006.
Autori: A. Cester, A. Gasperin, **N. Wrachien**, A. Paccagnella, V. Ancarani, and C. Gerardi.
2. **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.

Autori: A. Gasperin, A. Cester, **N. Wrachien**, A. Paccagnella, V. Ancarani, and C. Gerardi.

3. Radiation Tolerance of Nanocrystal-Based Flash Memory Arrays Against Heavy Ion Irradiation

44th IEEE - Nuclear and Space radiation Effects Conference - NSREC 2007, Honolulu, HI, USA, 23-27 July 2007.

Autori: A. Cester, **N. Wrachien**, A. Gasperin, A. Paccagnella, R. Portoghese, C. Gerardi.

4. Total Ionizing Dose Effects on 4Mbit Phase Change Memory Arrays

9th European Conference Radiation and Its Effects on Components and Systems, - Deauville, France, September 10-14, 2007.

Autori: A. Gasperin, **N. Wrachien**, A. Cester, A. Paccagnella, F. Ottogalli, U. Corda, P.G. Fuochi, M. Lavallo.

5. Role of Oxide/Nitride Interface Traps on the Nanocrystal Memory Characteristics

Proceedings of IEEE - International Reliability Physics Symposium - IRPS 2007, Phoenix, Arizona, USA, April 15-19, 2007.

Autori: A. Gasperin, A. Cester, **N. Wrachien**, A. Paccagnella, C. Gerardi, and V. Ancarani.

6. Modeling of Heavy Ion Induced Charge Loss Mechanisms in Nanocrystal Memory Cell

45th IEEE - Nuclear and Space radiation Effects Conference - NSREC 2008, Tucson, AZ, USA, 14-18 July 2008.

Autori: A. Cester, **N. Wrachien**, J. Schwank, G. Vizkelethy, R. Portoghese, and C. Gerardi.

7. Investigation of Proton and X-Ray Irradiation Effects on Nanocrystal and Floating Gate Memory Cell Arrays

45th IEEE - Nuclear and Space radiation Effects Conference - NSREC 2008, Tucson, AZ, USA, 14-18 July 2008.

Autori: **N. Wrachien**, A. Cester, R. Portoghese, and C. Gerardi.

8. Ionizing Radiation Effects on Ferroelectric Non Volatile Memories and its Dependence on the Irradiation Temperature

45th IEEE - Nuclear and Space radiation Effects Conference - NSREC 2008, Tucson, AZ, USA, 14-18 July 2008.

Autori: M. Zanata, A. Cester, and **N. Wrachien**.

9. 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.

Autori: A. Gasperin, **N. Wrachien**, A. Paccagnella, J. Schwank, G. Vizkelethy, F. Ottogalli, F. Pellizzer

10. Charge Trapping in Organic Thin Film Transistors

17th European Heterostructure Technology Workshop, HETECH 2008, Venice, Italy, November 2-5, 2008.



Autori: **N. Wrachien**, A. Cester, A. Pinato, M. Meneghini, A. Tazzoli, G. Meneghesso, J. Kovac, J. Jakabovic, D. Donoval.

11. **Indium Zinc Oxide as an alternative to Indium Tin Oxide in OLEDs Technology**
17th European Heterostructure Technology Workshop, HETECH 2008, Venice, Italy, November 2-5, 2008.
Autori: A. Pinato, M. Meneghini, A. Tazzoli, A. Cester, **N. Wrachien**, E. Zanoni, G. Meneghesso, B. D'Andrade, J. Esler, S. Xia, J. Brown.
12. **Threshold Voltage Instability in Organic TFT with SiO₂ and SiO₂/parylene-stack dielectrics**
2009 IEEE International Reliability Physics Symposium, April 26 - 30, 2009.
Autori: **N. Wrachien**, A. Cester, A. Pinato, M. Meneghini, A. Tazzoli, G. Meneghesso J. Kovac, J. Jakabovic, D. Donoval.
13. **Improved Reliability of Organic Light-Emitting Diodes with Indium-Zinc-Oxide Anode Contact**
2009 IEEE International Reliability Physics Symposium, April 26 - 30, 2009.
Autori: A. Pinato, M. Meneghini, A. Cester, **N. Wrachien**, A. Tazzoli, E. Zanoni, G. Meneghesso, B. D'Andrade, J. Esler, S. Xia, J. Brown.
14. **Growth morphologies and electrical properties of pentacene organic TFT with SiO₂/parylene dielectric layer**
33rd Workshop on Compound Semiconductor Devices and Integrated Circuits, WOCSDICE 2009, 17-20 May 2009.
Autori: J. Kovac, J. Jakabovic, R. Srnanek, J. Kovac jr, D. Donoval, **N. Wrachien**, A. Cester, G. Meneghesso.
15. **Organic TFT with SiO₂-Parylene Gate Dielectric Stack and Optimized Pentacene Growth Temperature**
39TH European Solid-State device research Conference, ESSDERC 2009, 14 - 18 September 2009, Athens.
Autori: **N. Wrachien**, A. Cester, A. Pinato, M. Meneghini, A. Tazzoli, G. Meneghesso J. Kovac, J. Jakabovic, D. Donoval.
16. **Nanocrystal memories: an evolutionary approach to Flash memory scaling and a class of radiation tolerant devices**
CMOS Emergine Technologies, September 23-25, 2009, Vancouver, BC.
Autori: A. Cester, **N. Wrachien**, Cosimo Gerardi.

Lavori accettati per la presentazione in futuri convegni internazionali:

17. **Light, Bias, And Temperature Effects On Organic TFTs**
Accettato per la presentazione alla conferenza *IEEE International Reliability Physics Symposium 2010, May 2-6, 2010.*
Autori: **N. Wrachien**, A. Cester, N. Bellaio, A. Pinato, M. Meneghini, A. Tazzoli, G. Meneghesso, K. Myny, S. Smout, J. Genoe.



PUBBLICAZIONI SU RIVISTE O LIBRI INTERNAZIONALI

Lavori pubblicati su rivista:

1. **Radiation Induced Modifications of the Electrical Characteristics of Nanocrystal Memory Cells and Arrays**
IEEE Transaction on Nuclear Science Volume 53, Issue 6 November-December 2006.
Autori: A. Gasperin, A. Cester, **N. Wrachien**, A. Paccagnella, V. Ancarani, and C. Gerardi.
2. **Impact of Heavy-Ion Strikes on Nanocrystal Non Volatile Memory Cell Arrays**
IEEE Transaction on Nuclear Science Volume 53, Issue 6, November-December 2006.
Autori: A. Cester, A. Gasperin, **N. Wrachien**, A. Paccagnella, V. Ancarani, and C. Gerardi.
3. **Ionising radiation and electrical stress on nanocrystal memory cell array** *Microelectronics Reliability*, Vol. 47, Issues 4-5, April-May, Pages 602-605, 2007
Autori: A. Cester, A. Gasperin, **N. Wrachien**, A. Paccagnella, V. Ancarani and C. Gerardi.
4. **Radiation Tolerance of Nanocrystal-Based Flash Memory Arrays Against Heavy Ion Irradiation**
IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. 54 Issue 6, Pages 2196 - 2203, 2007
Autori: A. Cester, **N. Wrachien**, A. Gasperin, A. Paccagnella, R. Portoghese, C. Gerardi.
5. **Readout drain current dependence of programming window in nanocrystal memory cells**
Electronics Letters. Vol., Issue 6, Pages 445 - 446, March 13 2008.
Autori: **N. Wrachien**, W. Autizi, A. Cester, R. Portoghese, C. Gerardi.
6. **Total Ionizing Dose Effects on 4 Mbit Phase Change Memory Arrays**
IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. 55 Issue 4, Pages 2090-2097, Aug. 2008.
Autori: A. Gasperin, **N. Wrachien**, A. Paccagnella, F. Ottogalli, U. Corda, P. Fuochi, M. Lavallo.
7. **Modeling of Heavy Ion Induced Charge Loss Mechanisms in Nanocrystal Memory Cell**
IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. 55 Issue 6, Pages 2895 - 2903, Dec 2008..
Autori: A. Cester, **N. Wrachien**, J. Schwank, G. Vizkelethy, R. Portoghese, and C. Gerardi.
8. **Investigation of Proton and X-Ray Irradiation Effects on Nanocrystal and Floating Gate Memory Cell Arrays**
IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. 55 Issue 6, Pages 3000 - 3008, Dec 2008.
Autori: **N. Wrachien**, A. Cester, R. Portoghese, and C. Gerardi.
9. **Ionizing Radiation Effects on Ferroelectric Non Volatile Memories and its Dependence on the Irradiation Temperature**
IEEE Transactions on Nuclear Science, Vol. 55 Issue 6, Pages 3237 - 3245, Dec 2008.
Autori: M. Zanata, **N. Wrachien**, and A. Cester.

Lavori accettati per la pubblicazione su rivista:

10. **Impact of trapped charge and interface defects on the degradation of the optical and electrical characteristics in NPD/Alq₃ OLEDs**



Accettato per la pubblicazione su *IEEE Transactions on Electron Devices (Special Issue)*.
Autori: A. Pinato, A. Cester, M. Meneghini, **N. Wrachien**, A. Tazzoli, S. Xia, J. Brown,
E. Zanoni, G. Meneghesso.

Lavori su invito, in press:

11. (INVITED) Nanocrystal memories: an evolutionary approach to Flash memory scaling and a class of radiation tolerant devices

Capitolo del Libro “*Electronic Circuits for Radiation Detection*”, in press.

Editore: Kris Iniewski

Autori: C. Gerardi, A. Cester, **N. Wrachien**, R. Portoghese.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Nicola Wrachien** 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 Zorzi** nell'ambito del XXII ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Negli anni accademici 2006/2007, 2007/2008 e 2008/2009 il dott. **Francesco Zorzi** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXII ciclo, Indirizzo Scienza e tecnologia dell'informazione

Titolo della tesi

“Localization and network management in radio and underwater networks”

ATTIVITA' DIDATTICA SEGUITA

Corsi seguiti

- *Distributed Applications and Protocols* (prof. A. Harris) – 5 crediti
Il corso si è svolto nei mesi di gennaio-marzo 2007 e ha visto come prova finale la scrittura di un articolo in gruppo. La votazione finale è stata di 30/30.
- *Basic and advanced topics in broadband wireless networks* (prof. A. Acampora) – 5 crediti
Il corso si è svolto nel periodo marzo-maggio 2007 e ha visto come prova finale la stesura di un articolo strutturato come un tutorial, che riassume cinque articoli importanti riguardo ad un argomento. Il mio articolo verteva sulla coesistenza dei protocolli di trasmissione wireless IEEE 802.11 e IEEE 802.16. La votazione finale è stata A.
- *Applied Linear Algebra* (prof. T. Damm) – 4 crediti
Il corso si è svolto nel periodo settembre-ottobre 2007 e aveva come prove di valutazione homework proposti durante il corso. La votazione è stata di 30/30.
- *Applied Functional Analysis* (prof. P. Ciatti) – 7 crediti
Il corso si è svolto nel periodo ottobre-novembre 2007 e aveva come prove di valutazione homework proposti durante il corso. La votazione è stata di 26/30.
- *Statistical Methods* (prof. Finesso) – 5 crediti
Il corso si è svolto nel periodo novembre-dicembre 2007. Il corso non è stato inserito nel piano di studi avendo già maturato i crediti necessari per il primo anno.
- *Monte-Carlo Methods* (prof. A. Chiuso) – 5 crediti
Il corso si è svolto nei mesi di aprile-maggio e ha visto come prova finale la presentazione di un articolo inerente al proprio tema di ricerca. L'articolo presentato è stato: Luca Marchetti, Giorgio Grisetti, Luca Iocchi, “A Comparative Analysis of Particle Filter based Localization Methods”. La votazione finale è stata B.

Scuole di dottorato

- Partecipazione alla Scuola di Dottorato di Napoli dal 19 al 23 febbraio 2007. Non ho presentato alcun lavoro, visto che il mio percorso di dottorato era appena agli inizi.
- Partecipazione alla Scuola di dottorato di Bressanone, periodo 30 giugno-4 luglio 2008. Il tema della scuola era “Wireless Sensor Networks”



Seminari seguiti al DEI

Durante questi tre anni sono stati seguiti numerosi seminari al DEI, in particolare

- Colloquia e seminari presentati da dottorandi del DEI, da ospiti di altre universita' o dal mondo delle imprese
- Distinguished Lectures proposte dal dipartimento con esponenti di spicco su alcune tematiche

Partecipazione a Conferenze Internazionali

- IEEE PIMRC 2007 ad Atene - Presentazione dell'articolo "Efficient Packet Converge-Casting: Relieving the Sink Congestion in Wireless Sensor Networks"
- REALWSN Workshop 2008 in ACM Eurosys 2008 a Glasgow - Presentazione dell'articolo "Experimental comparison of RSSI-based localization algorithms for indoor wireless sensor networks"

Didattica attiva

- Correlatore delle seguenti tesi di laurea specialistica:
 - Matteo Lazzarin - "Posizionamento ottimale di beacon per la localizzazione in reti di sensori" – 2007
 - Marco Chemello - "Analysis of opportunistic localization techniques in wireless networks" – 2008
 - Andrea Bardella - "Implementazione e analisi di protocolli per localizzazione opportunistica nelle wireless sensor network" - 2009
- Tutor Junior nell'anno accademico 2007-2008: ho seguito i gruppi studio di Matematica 1 per ingegneria dell'area industriale e il laboratorio di Reti di Calcolatori con il Prof. Peserico Enoch.
- Didattica di supporto: didattica frontale nel corso di Reti di Telecomunicazioni tenuto dal Prof. Andrea Zanella nell'anno accademico 2008-2009.

Permanenze all'estero

- 23 febbraio - 30 settembre 2009: periodo di collaborazione presso Northeastern University a Boston, sotto la supervisione della prof. Milica Stojanovic. Il tema di ricerca sviluppato durante questo periodo e' stato relativo allo studio e allo sviluppo di tecniche di efficienza energetica in reti di sensori sottomarine.

ATTIVITA' SCIENTIFICA

L'attivita' di ricerca di questi anni si e' sviluppata soprattutto all'interno di diversi progetti nazionali e internazionali.

RAMSES2

Il progetto di ateneo RAMSES2, che coinvolge il gruppo SIGNET e il gruppo IAS, si propone di migliorare l'affidabilita' e le funzionalita' di una rete di sensori utilizzando un robot all'interno della rete. Il ruolo che il SIGNET ha nel progetto, riguarda la parte di localizzazione, di networking e di know-how sui nodi sensori. Grazie a questa collaborazione e' stato scritto l'articolo "Range-only SLAM with a Mobile Robot and a Wireless Sensor Network" [5], congiunto tra laboratorio SIGNET e laboratorio IAS, accettato e presentato alla conferenza ICRA 2009. Il lavoro studia le performance della tecnica di Simultaneous Localization and Tracking (SLAM) utilizzando un robot mobile e facendolo interagire con una rete di sensori. Partendo da uno scenario in cui tutti i nodi non hanno alcuna informazione sulla propria posizione, e' possibile ottenere risultati di posizionamento molto buoni in termine di accuratezza.



CARIPARO

Il progetto CARIPARO coinvolge all'interno del dipartimento diversi gruppi di ricerca: il SIGNET, quello di Automazione e quello di Elettronica. Lo scopo del progetto e' quello di studiare e implementare reti di sensori in uno scenario di larga scala. In questo progetto, si e' portato avanti uno studio sistematico sulle prestazioni della localizzazione indoor, raccolto in un articolo "Experimental comparison of RSSI-based localization algorithms for indoor wireless sensor networks" [2] presentato a EuroSYS 2008 all'interno del Workshop REALWSN. In questo contesto, si e' proseguito lo studio, iniziato lo scorso anno, sul posizionamento ottimo dei beacon in un sistema di localizzazione indoor. L'analisi ha evidenziato che una disposizione dei beacons effettuata in maniera poco accurata puo' peggiorare in modo sensibile le performance medie di localizzazione. Dall'interazione con il gruppo di Automazione e' stato presentato e accettato l'articolo "A Distributed Solution to Estimation Problems in Wireless Sensor Networks leveraging Broadcast Communications" [3] a WONS 2009, su un protocollo di rete per fare stima distribuita in una rete di sensori tramite filtro di Kalman distribuito.

NEWCOM++

Il progetto europeo NEWCOM++ coinvolge 17 istituzioni universitarie europee e si propone di creare una Rete di Eccellenza in campi di ricerca avanzati. Il gruppo SIGNET e' inserito nel WPR.11 che ha come argomento le Reti Opportunistiche. In questo contesto si e' aperto un nuovo fronte di ricerca, avente per oggetto la "Localizzazione Opportunistica". L'obiettivo e' studiare strategie opportunistiche per la localizzazione di nodi mobili in una rete eterogenea e cooperativa.

Questo approccio al problema, si pone in maniera diversa rispetto alle tecniche proposte in letteratura, dove le reti sono di tipo omogeneo o studiate appositamente per favorire la cooperazione tra i nodi della rete.

All'inizio dello studio, ci si e' focalizzati sulla creazione di un modello matematico in modo da riuscire a definire in maniera rigorosa il problema. Si e' inoltre proposto un algoritmo Maximum Likelihood per migliorare la stima di posizione dei nodi, basato sulle stime delle posizioni e sulla stima di ranging tra due nodi. Questo lavoro e' stato raccolto nell'articolo "Opportunistic localization: Modeling and Analysis" [4] che e' stato accettato e presentato alla conferenza VTC Spring 2009. L'algoritmo e' stato poi studiato anche a livello implementativo e sperimentale durante il lavoro di tesi specialistica di Andrea Bardella. Questo ulteriore sviluppo ha permesso di avere una visione piu' organica del problema e di considerare nuovi algoritmi adatti alle limitazioni date dai nodi sensore. E' stato cosi' sviluppato GOAL, un algoritmo euristico computazionalmente molto semplice e che riesce ad avere risultati molto soddisfacenti quando lo scenario e' abbastanza favorevole. I risultati ottenuti sono stati raccolti e sottomessi alla conferenza IEEE Infocom 2010 con l'articolo "Theoretical and Experimental Analysis of Opportunistic Localization Algorithms in Wireless Networks" [7] che e' attualmente sotto revisione.

Il progetto ha inoltre visto la collaborazione con altre universita' europee quali CNRS - Toulouse e RWTH Aachen. In particolare con CNRS - Toulouse si e' studiata un'applicazione della localizzazione opportunistica basata su Linear Matrix Inequality. Questo studio che e' stato approfondito durante tutto l'anno ha portato alla presentazione dell'articolo "Opportunistic Localization Scheme Based on Linear Matrix Inequality" [4], prima all'interno del NEWCOM++/ACoRN Joint Workshop svoltosi a Barcellona dal 30 marzo al 1 aprile 2009 e poi alla conferenza IEEE WISP 2009 all'interno della Special Session su "Localization in Smart Environments". Un'ulteriore analisi del problema ha portato alla sottomissione dell'articolo "Analysis of Opportunistic Localization Algorithms Based on the Linear Matrix Inequality Method" [8], attualmente sotto revisione.

Con RWTH Aachen e' in corso una collaborazione riguardante modelli statistici di performance di localizzazione per diverse tecnologie.

Nell'ultimo periodo si e' iniziata anche una collaborazione con l'ISMB di Torino, partecipante del WPB che si occupa di localizzazione, in merito alla condivisione di dati sperimentali e alla cooperazione su tecniche di localizzazione.



UNDERWATER NETWORKS

Durante il periodo di collaborazione con la prof. Milica Stojanovic presso Northeastern University a Boston, si e' portato avanti uno studio nell'ambito delle reti di sensori sottomarine. Le reti sottomarine sono state molto studiate negli ultimi anni e molti algoritmi e schemi di comunicazione sono stati proposti. Le notevoli differenze del canale trasmissivo, che nello scenario sottomarino e' acustico, rendono la ricerca molto interessante.

Nel progetto, il principale problema affrontato e' stato quello dell'efficienza energetica. Lo scenario studiato prevede un'area quadrata in cui sono dispiegati dei nodi che trasmettono dati verso un sink posto al centro della rete. I nodi hanno la capacita' di utilizzare il power control, cioe' sono in grado di usare diversi livelli di potenza in modo da raggiungere i nodi con una potenza proporzionale alla distanza, incrementando cosi' l'efficienza energetica. Si e' quindi affrontato il problema studiando due diversi schemi.

Il primo studio si e' focalizzato sull'utilizzo di uno schema duty-cycle. Si e' effettuata un'analisi simulativa sull'impatto energetico di questo schema in diversi scenari in termini di densita' di nodi e di potenze in trasmissione, ricezione e listening. L'utilizzo del duty-cycle porta dei benefici in termini di efficienza in ricezione e in listening, ma peggiora le prestazioni energetiche in trasmissione. E' dunque necessario trovare un trade-off che dipende molto dai valori di potenza associati agli stati di trasmissione, ricezione e listening.

Il secondo approccio propone invece un utilizzo dinamico della banda a disposizione. Facendo leva sulla risposta in frequenza del canale acustico sottomarino e sulla capacita' del power control dei nodi, abbiamo studiato un algoritmo che sceglie in maniera completamente distribuita il canale su cui trasmettere il segnale per ottimizzare il consumo di energia in trasmissione. Questi lavori, che sono ancora in fase di sviluppo e di studio, dovrebbero essere sottomessi alla conferenza IEEE Oceans 2010 entro la fine dell'anno.

ALTRI ARGOMENTI

Oltre a quelli inseriti in progetti di ricerca, sono stati portati avanti altri lavori durante questi tre anni.

Durante il primo anno di dottorato, e' stato portato a termine il lavoro svolto durante la tesi di laurea specialistica. Si e' studiato il problema della congestione al sink proponendo un protocollo, EPC², per migliorare le condizioni di traffico nelle vicinanze del sink. Alcuni aspetti interessanti dell'algoritmo proposto sono: un aumento della complessita' necessaria limitato ai vicini del sink, una completa trasparenza rispetto ad altre tecniche, un miglioramento della distribuzione del traffico nella rete.

Termine di questo lavoro e' stata la sottomissione dell'articolo "Efficient Packet Converge-Casting: Relieving the Sink Congestion in Wireless Sensor Networks" [1], alla conferenza PIMRC 2007, conferenza a cui e' stato presentato.

Inoltre, durante gli studi di localizzazione, e' stato portato avanti uno studio sulla modellizzazione del canale wireless indoor, basato sulle numerose misure di potenza collezionate nei vari esperimenti effettuati sui testbed. Sono stati presi in considerazione diversi aspetti: la simmetria del canale, l'impatto della anisotropia dell'antenna, la diversita' che si puo' ottenere utilizzando diversi canali wireless. Questi studi, che non sono stati oggetto di pubblicazioni, sono comunque stati molto importanti per ottimizzare gli algoritmi sviluppati per la localizzazione.

L'attivita' di ricerca e' stata presentata a seminari interni del gruppo SIGNET e del gruppo di Underwater Network alla Northeastern University.

- Presentazioni settimanali interne al gruppo SIGNET
- Presentazioni interne al gruppo D.GT
- Presentazioni settimanali interne al gruppo UNDERWATER NETWORKS – Northeastern University



Pubblicazioni

Lavori apparsi in atti di convegni internazionali

- [1] Paolo Casari, Francesco Zorzi, and Michele Zorzi - Efficient Packet Converge-Casting: Relieving the Sink Congestion in Wireless Sensor Networks - PIMRC 2007 – Athens
- [2] Zanca G., Zorzi F., Zanella A., Zorzi M. - Experimental comparison of RSSI-based localization algorithms for indoor wireless sensor networks - REALWSN Workshop 2008 – Glasgow
- [3] Librino F, Del Favero S., Zorzi F., Harris III A.F., Zorzi M. - A Distributed Solution to Estimation Problems in Wireless Sensor Networks leveraging Broadcast Communications - IEEE WONS 2009 – Snowbird
- [4] Zorzi F., Zanella A. - Opportunistic localization: Modeling and Analysis - IEEE VTC spring 2009 – Barcelona
- [5] Menegatti E., Zanella A., Zilli S., Zorzi F., Pagello E. - Range-only SLAM with a Mobile Robot and a Wireless Sensor Network - IEEE ICRA 2009 – Kobe
- [6] Zorzi F., Kang G., Perennou T., Zanella A. - Opportunistic Localization Scheme Based on Linear Matrix Inequality - IEEE WISP 2009 - Special session on “Localization in Smart Environments” - Budapest

Lavori sottomessi per revisione

- [7] Zorzi F., Bardella A., Zanella A. - Theoretical and Experimental Analysis of Opportunistic Localization Algorithms in Wireless Networks - IEEE Infocom 2010 - San Diego CA
- [8] Zorzi F., Bardella A., Perennou T., Kang G., Zanella A. - Analysis of Opportunistic Localization Algorithms Based on the Linear Matrix Inequality Method. - ACM MobiOpp 2010 - Pisa

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



5. Programmazione didattica 2010

Il Direttore illustra al collegio il calendario dei corsi per l'anno 2010. Il calendario, organizzato dal prof. Augusto Ferrante è composto di 19 corsi per gli studenti della Scuola che ricoprono tutte le aree di interesse. 2 corsi hanno docenti provenienti da prestigiose istituzioni straniere, 5 sono in collaborazione con la scuola di dottorato di matematica ed altri 4 corsi sono offerti da docenti di altre Università o Centri di ricerca.

I dottorandi possono inoltre scegliere corsi anche dal Catalogo dei corsi 2010 della Scuola di Dottorato di Ricerca in Scienze Matematiche, Indirizzo "Matematica Computazionale".

Fatte salve le istanze di revisione espresse e il mandato al Direttore e al Consiglio Direttivo ad applicare eventuali correzioni, il Collegio approva la programmazione didattica 2010.

6. Pratiche studenti

Richiesta di autorizzazione alla stesura della tesi in lingua inglese

Sono pervenute le richieste dei dottori del XXII ciclo: Paolo Bertasi, Ermanna Conte, Paola Contessa, Simone Del Favero, Andrea Manuzzato, Andrea Munari, Enea Poletti, Rampazzo Mirco, Francesco Sambo, Giovanni Vadalà, Francesco Versaci, Alberto Vigato.

Il Collegio approva.

Richiesta autorizzazione modifica piano di studio

La dott.ssa Elisabetta Sieni, XXIII ciclo, chiede di togliere il corso "Applied functional analysis".

Il Collegio approva.

Richiesta autorizzazione mobilità

Il dott. Alfred Asterjadhi, XXIII ciclo, chiede di trascorrere per studi e ricerca il periodo da Gennaio ad Agosto 2010 presso il Department of Computer Science and Engineering, The Pennsylvania State University, University Park, USA, sotto la supervisione del Prof. Thomas La Porta.

Il Collegio approva.

7. Varie ed eventuali

- Invio Tesi definitiva al Revisore

Nella riunione del Consiglio Direttivo del 8 ottobre u.s. è stata approvata in forma sperimentale per l'anno corrente l'attivazione della nuova procedura riguardante l'invio della tesi finale al revisore esterno.

(Verbale disponibile all'indirizzo)

<http://www.dei.unipd.it/wdyn/?IDsezione=6145&preview=1&lingua=it>

Il Collegio approva la nuova procedura. In particolare invita il Direttore a perfezionare una proposta per il meccanismo di revisione del lavoro dei dottorandi utile alla formazione del giudizio del passaggio da



un anno al successivo e per l'ammissione all'esame finale che valorizzi sia la presentazione che i dottorandi svolgono alla scuola, sia la raccolta di suggerimenti per i dottorandi.

Il Collegio termina alle ore 16.00.

Il Presidente

Il Segretario