



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

del 11/12/2007

ore 15.00, Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

PRESENZE

Presenti (23): Silvana Badaloni, Matteo Bertocco, Silvio Bicciato, Simone Buso, Giancarlo Calvagno, Antonio D. Capobianco, Claudio Cobelli, Barbara Di Camillo, Fabrizio Dughiero, Nicola Laurenti, Tullio Minelli, Andrea Neviani, Andrea Pietracaprina, Alfredo Ruggeri, Mariapia Saccomani, Marco Santagiustina, Giovanni Sparacino, Gianna Toffolo, Lorenzo Vangelista, Paolo Villoresi, Nicola Zingirian, Michele Zorzi, Martino Fornasa.

Assenti giustificati (25): Maristella Agosti, Giovanni B. Bartolucci, Alessandro Beghi, Nevio Benvenuto, Alessandra Bertoldo, Gianfranco Bilardi, Alessandro Chiuso, Guido Maria Cortelazzo, Augusto Ferrante, Carlo Ferrari, Andrea Galtarossa, Maria Carla Gilardi, Concettina Guerra, Gaudenzio Meneghesso, Claudio Narduzzi, Enoch Peserico, Giorgio Picci, Silvano Pupolin, Carlo Giacomo Sameda, Alessandro Sona, Giorgio Spiazzi, Stefano Tomasin, Andrea Trevisan, Andrea Zanella, Enrico Zanoni.

Assenti (10): Lorenzo Brunetta, Gianfranco Cariolaro, Andrea Cester, Lorenzo Finesso, Ruggero Frezza, Massimo Malaguti, Alessandro Paccagnella, Enrico Pagello, Gianfranco Pierobon, Sandro Zampieri, Matteo Meneghini.

ORDINE DEL GIORNO

1. Approvazione verbale seduta precedente
2. Comunicazioni
3. Valutazione annuale dei dottorandi
4. Ammissione dei dottorandi del primo e secondo anno all'anno di corso successivo
5. Richieste di proroga della consegna della tesi di dottorato
6. Valutazione dell'attività svolta dai dottorandi – ammissione all'esame finale
7. Programmazione didattica 2008
8. Pratiche studenti
9. Varie ed eventuali

Presiede la riunione il Vice Direttore prof. Andrea Neviani.

Svolge le funzioni di Segretario il Prof. Giancarlo Calvagno

Il Presidente chiede al Collegio di portare la discussione del punto 8: Pratiche studenti dopo il punto 2. Comunicazioni.



Il Collegio approva l'Ordine del Giorno così modificato

1. Approvazione verbale seduta precedente
2. Comunicazioni
8. Pratiche studenti
3. Valutazione annuale dei dottorandi
4. Ammissione dei dottorandi del primo e secondo anno all'anno di corso successivo
5. Richieste di proroga della consegna della tesi di dottorato
6. Valutazione dell'attività svolta dai dottorandi – ammissione all'esame finale
7. Programmazione didattica 2008
9. Varie ed eventuali

1. Approvazione verbale seduta precedente

Il verbale viene approvato.

2. Comunicazioni

La Dott.ssa Silvia Soldà, XXI Ciclo, ha ripreso in data 26 novembre 2007 l'attività di dottorato dopo la sospensione per maternità.

8. Pratiche studenti

Richiesta di autorizzazione attività didattica di supporto

I dottori Paolo Bertasi, Paola Contessa, Mirco Rampazzo, Alberto Vigato, XXII ciclo, chiedono di svolgere attività di sorveglianza agli esami di stato, 2a sessione 2007, per n. 2 ore.

Il Collegio ratifica le approvazioni del Direttore e del Vice-Direttore.

I dottori Francesca Danesin, Alessandra Mior, Alberto Pretto, Francesco M. Rossetto, Fabio Scarpa, Giampaolo Tomasi, Matteo Trivellato, Franco Zanon, XXI ciclo, chiedono di svolgere attività di sorveglianza agli esami di stato, 2a sessione 2007, per n. 2 ore.

Il Collegio ratifica le approvazioni del Direttore e del Vice-Direttore.

I dottori Cristian Bertocco, Giulia Donà, Anna Paviotti, XX ciclo, chiedono di svolgere attività di sorveglianza agli esami di stato, 2a sessione 2007, per n. 2 ore.

Il Collegio ratifica le approvazioni del Direttore.

Il Dottor Ottavio Campana, XX ciclo, chiede di svolgere attività di sorveglianza agli esami di stato, 2a sessione 2007, per n. 4 ore.

Il Collegio ratifica l'approvazione del Direttore.

Il Dottor Tullio Coppotelli, XXII ciclo, chiede di poter integrare la precedente richiesta di svolgere n. 35 ore di attività didattica per il corso di Fondamenti di Informatica, Trim. I, a.a. 2007-2008, Corso di laurea



in Storia e Tutela dei Beni Culturali, titolare del corso Prof. Nicola Orio, approvata dal Consiglio Direttivo in data 8/11/2007, con ulteriori 15 ore.

Il Collegio approva la richiesta.

Il Dottor Nicola Wrachien, XXII ciclo, chiede di svolgere attività didattica di supporto per il corso di Circuiti Integrati Digitali 1, corso di laurea in Ingegneria Elettronica, 2 Trim., a.a. 2007-2008, titolare del corso Prof. A. Cester per n. 24 ore di assistenza al laboratorio.

Chiede inoltre di partecipare alle Commissioni d'esame dei Corsi Circuiti integrati digitali 1 e Nanoelettronica il cui titolare è il Prof. A. Cester.

Il Collegio approva la richiesta.

Richieste di modifica del piano di studi

Il Dottor Paolo Bertasi, XXII ciclo, chiede di togliere dal piano di studi i corsi: "Distributed Applications and Protocols II" e "Integer Programming Methods for Design and Management of Telecommunications Networks" e di inserire "Statistical Methods".

Il Collegio approva la richiesta.

Il Dottor Cristian Bonato, XX ciclo, chiede di inserire il corso "Effects of ionizing radiations on electronic devices: from space applications to sea-level effects", Prof. A. Paccagnella, di cui ha già sostenuto l'esame finale con esito positivo.

Il Collegio approva la richiesta.

Il Dottor Simone Merlin, XX ciclo, chiede di togliere dal piano di studi gli esami di "Wireless Underwater Communications" e "Global Constraints".

Il Collegio ratifica l'approvazione della commissione del 26/11/2007.

La Dott.ssa Anahita Goljahani, XXI ciclo, chiede l'assegnazione dei crediti relativi alla frequentazione delle Scuole estive di Dottorato di Ingegneria dell'informazione tenutesi a Bressanone nel 2006 e nel 2007.

Il Collegio approva la richiesta assegnando 1 credito specifico per ciascuna delle Scuole estive frequentate.

Il Dottor Francesco Sambo, XXII ciclo, chiede di togliere dal piano di studi il corso "Statistical Methods".

Il Collegio approva la richiesta.

Il Dottor Matteo Trivellato, XXI ciclo, chiede di togliere dal piano di studi il corso "Wireless Underwater Communications" e di inserire "Correlated Source Coding".

Il Collegio approva la richiesta.

La Dott.ssa Leonora Ursini, XXI ciclo, chiede di aggiungere al piano di studi i corsi "Dose, effect, threshold", "Correlated Source Coding", "Statistical Methods" (Catalogo)

Il Collegio approva la richiesta.



Richiesta di autorizzazione periodo all'estero

La dott.ssa Erica Manesso, XXII ciclo, chiede di poter trascorrere il periodo: Gennaio 2008 - Dicembre 2008, presso il Larry L. Hillblom Islet Research Center – University of California, Los Angeles (CA, USA), sotto la supervisione del Prof. Peter Butler, per lo Studio del turnover delle Beta cellule.

Il Collegio approva la richiesta.

Il dottor Enrico Pretto, XXI ciclo, chiede di poter trascorrere il periodo: Febbraio 2008 - Maggio 2008, presso l'University of Freiburg – Department of Computer Science, sotto la supervisione del Prof. Wolfram Burgard per attività di ricerca.

Il Collegio approva la richiesta.

La dott.ssa Leonora Ursini, XXI ciclo, chiede di poter trascorrere il periodo: Febbraio 2008 - Luglio 2008, presso France Telecom, Lannion, Francia, sotto la supervisione di Naveena Genay, per un progetto dal titolo "Budget extension by means of amplification in optical access networks".

Il Collegio approva la richiesta.

Richiesta di autorizzazione alla stesura della Tesi di Dottorato in Lingua inglese

È pervenuta la richiesta del Dottor Massimo De Luca, XX ciclo, di essere autorizzato alla stesura della Tesi in lingua inglese.

Il Collegio approva la richiesta.

3. Valutazione annuale dei dottorandi

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

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

I dottorandi del XX Ciclo

Cristian Bertocco, Cristian Bonato, Stefano Bonora, Luca Burelli, Ottavio Campana, Ivan Capraro, Ruggero Carli, Paolo Casari, Luca Corradini, Massimo De Luca, Giulia Donà, Elena Fasolo, Ioana Florea, Daniele Fortin, Cristiano Greggio, Matteo Meneghini, Simone Merlin, Maura Pasquotti, Paolo Santesso, Gianluca Tamiazzo, Giampaolo Tomasi, Alessio Vallese

hanno presentato la prescritta relazione scritta sull'attività svolta nell'ultimo anno. Inoltre nei giorni 6 dicembre 2007 e nella mattinata del 11 dicembre 2007 i dottorandi hanno presentato a tutto il



Dipartimento l'attività svolta durante il 2007.

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

- Nicola Baldo presenta una relazione sul tema: "Cognitive Radio Networks", Supervisore prof. Michele Zorzi
- Luca Ballan presenta una relazione sul tema: "Sistemi di acquisizione e trasmissione di scene 3D dinamiche", Supervisore prof. Guidomaria Cortelazzo
- Martina Camarda presenta una relazione sul tema "Detection of transient signals from multichannel recordings with applications", Supervisore prof. Alessandro Beghi
- Giovanni Ciriello presenta una relazione sul tema "The Geometry of Life: a complete tridimensional characterization of RNA molecules", Supervisore prof. Concettina Guerra
- Francesca Danesin presenta una relazione sul tema "Reliability and characterization of AlGaIn/GaN HEMT", Supervisore prof. Gaudenzio Meneghesso
- Paolo Denti presenta una relazione sul tema "Approccio dfi popolazione alla stima parametrica del modello minimo del glucosio", Supervisore prof. Claudio Cobelli
- Alessandro De Toni presenta una relazione sul tema "Sviluppo di nuovi dispositivi microelettronici per la rilevazione di molecole di interesse biologico e la manipolazione cellulare", Supervisore prof. Enrico Zanoni
- Andrea Facchinetti presenta una relazione sul tema "Real-Time Processing of Continuous Glucose Monitoring Sensor Data for Hypo/Hyperglycemia Prevention", Supervisore prof. Claudio Cobelli
- Martino Fornasa presenta una relazione sul tema "GPRS Network-layer Characterization in a Vehicular Environment", Supervisore prof. Nicola Zingirian
- Stefano Gamba presenta una relazione sul tema "Nonlinear state observer for motorcycle dynamics analysis", Supervisore prof. Ruggero Frezza
- Claudio Garutti presenta una relazione sul tema "Computational Methods for Protein Function Prediction", Supervisore Proff. Concettina Guerra e Gianna Toffolo
- Alberto Gasperin presenta una relazione sul tema "Next generation non-volatile memories: reliability and ionizing radiation effects", Supervisore prof. Alessandro Paccagnella
- Anahita Goljahani presenta una relazione sul tema "OFDM/OQAM in terrestrial video broadcasting environment (DVB-T)", Supervisore prof. Lorenzo Vangelista
- Marco Levorato presenta una relazione sul tema "Gestione delle risorse e controllo dell'errore in reti ad hoc con multiuser detection", Supervisore prof. Michele Zorzi
- Federico Maguolo presenta una relazione sul tema "Performance enhancement for IEEE 802.11 based network", Supervisore prof. Michele Zorzi
- Daniele Giovanni Menon presenta una relazione sul tema "Reconstruction of color images for digital cameras", Supervisore prof. Giancarlo Calvagno
- Alessandra Mior presenta una relazione sul tema "Channel decoding algorithms for WiMAX systems", Supervisore prof. Silvano Pupolin
- Elena Pancera presenta una relazione sul tema "Analisi di antenne per sistemi Ultra Wide Band", Supervisore proff. Tomaso Erseghe, Nicola Laurenti
- Vanni Peretti presenta una relazione sul tema "Development of Reliable RF-MEMS Switches for Antennas and Space Application", Supervisore prof. Gaudenzio Meneghesso
- Denis Peruzzo presenta una relazione sul tema "Quantification of cerebral hemodynamics from DSC-MRI images by using automatic arterial input function extraction", Supervisore prof. C. Cobelli



- Alberto Pretto presenta una relazione sul tema “Visual SLAM for humanoids robots”, Supervisore prof. Enrico Pagello
- Federico Ramponi presenta una relazione sul tema “Approssimazione vincolata di spettri”, Supervisore Prof. Augusto Ferrante
- Francesco M. Rossetto presenta una relazione sul tema “Routing in MIMO ad hoc networks“, Supervisore prof. Michele Zorzi
- Fabio Scarpa presenta una relazione sul tema “Elaborazione ed analisi di immagini corneali da applicare nella diagnostica oftalmologica”, Supervisore prof. Alfredo Ruggeri
- Vladimir Scarpa presenta una relazione sul tema “Convertitori di Potenza a Commutazione per Applicazioni Fotovoltaiche”, Supervisore prof. Giorgio Spiazzi
- Francesco Silvestri presenta una relazione sul tema “Network-Oblivious and Cache-Oblivious Algorithms”, Supervisore prof. Andrea Pietracaprina
- Silvia Soldà presenta una relazione sul tema “Analog Decoding for Data Storage Applications”, Supervisore prof. Andrea Neviani
- Marco Stellini presenta una relazione sul tema “Characterization of distributed measurement systems”, Supervisore prof. Claudio Narduzzi
- Lorenzo R. Trevisanello presenta una relazione sul tema “Characterization and Reliability of New Generation Gallium Nitride Optoelectronic Devices”, Supervisore prof. Enrico Zanoni
- Matteo Trivellato presenta una relazione sul tema “Multiuser MIMO for Downlink Transmissions”, Supervisore prof. Nevio Benvenuto
- Leonora Ursini presenta una relazione sul tema “Optical Chaotic Transmission systems for Secure Data Communication”, Supervisore prof. Marco Santagiustina
- Franco Zanon presenta una relazione sul tema “Characterization of current collapse phenomena and aging effects related to Gallium Nitride devices”, Supervisore prof. Gaudenzio Meneghesso

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

Sulla base delle presentazioni, delle relazioni annuali e dei pareri dei Supervisor, il Collegio dei docenti all'unanimità decide di ammettere al secondo anno di corso i dottorandi iscritti al XXII ciclo e al terzo anno di corso i dottorandi iscritti al XXI ciclo.

5. Richieste di proroga della consegna della tesi di dottorato

Dal Servizio Formazione alla Ricerca sono pervenute al Direttore della Scuola le istanze di proroga di 6 mesi (fino al 31/07/2008) della presentazione della tesi, dei dottori: Cristian Bertocco, Cristian Bonato, Luca Burelli, Ruggero Carli, Maura Pasquotti, invitando il Collegio dei Docenti ad esprimere un parere in merito.

Il Collegio dei docenti valutate le richieste di proroga di consegna della tesi di dottorato presentate dai dottori Cristian Bertocco, Luca Burelli, Ruggero Carli, Maura Pasquotti, e dal fatto che non hanno illustrato il contenuto della tesi di dottorato ritiene di accogliere le loro richieste di proroga.

Il Collegio ha valutato la richiesta di proroga di consegna della tesi di dottorato da parte del dott. Cristian Bonato. Sulla base del parere espresso sulla bozza delle tesi del dott. Bonato da parte del dott. Marco Bellini, Istituto Nazionale di Ottica Applicata (INOA-CNR), Sesto Fiorentino, FI, il vice Direttore ha sentito il candidato, analizzando con lui in dettaglio la situazione dello stato della tesi e dei tempi ancora



disponibili per la sua stesura finale. A conclusione di questa valutazione critica, in accordo con il dott. Bonato, il vice Direttore propone al Collegio di respingere la richiesta del dott. Bonato in quanto dall'analisi dei fatti è emerso che la tesi può essere completata nei tempi previsti entro il 31 gennaio 2008. Il vice Direttore propone pertanto al Collegio di respingere la richiesta di proroga di consegna della tesi di dottorato del dott. Bonato. Il Collegio unanime accoglie la richiesta del vice Direttore.

6. Valutazione dell'attività svolta dai dottorandi - ammissione all'esame finale

Sulla base delle presentazioni, delle relazioni finali sull'attività di ricerca svolta nel 2007 e del parere dei supervisori, il Collegio, dopo un'attenta discussione, delibera che gli studenti del XX ciclo, esclusi coloro ai quali è stato espresso parere favorevole alla richiesta di proroga della presentazione della tesi finale, e la dott.sa Anna Paviotti che deve recuperare 5 mesi perchè ha interrotto il corso di studi per maternità, siano ammessi all'esame finale e predispone la presentazione di ciascuno di essi come di seguito riportato.



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

Negli anni accademici 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007 il dottor Cristian Bonato ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XX ciclo, Indirizzo Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni, come vincitore di una borsa finanziata dalla Fondazione CARIPARO sul tema vincolato: "Optica per la Comunicazione Quantistica".

ATTIVITÀ DI FORMAZIONE

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

Primo anno

- *Applied Linear Algebra*, Docente: Prof. H. Wimmer
- *Applied Functional Analysis*, Docente: Prof. P. Ciatti
- *Diffraction Theory with Applications to Optics and Information Processing*, Docenti: Proff. Nalesso e Someda

Terzo Anno

- *Effects of Ionizing Radiation on Electronic Components: from Space Applications to Sea-Level Effects*, Docente: Prof. A. Paccagnella

Corsi seguiti presso altre istituzioni:

Secondo Anno

- *Nonlinear and Ultrafast Optics*, Docente: Prof. M. Teich (Boston University)
- *Semiconductor Photonic Devices and Quantum Structures*, Docente: Prof. R. Paiella (Boston University)
- *Advanced Research Topic Laboratory*, Docente: Prof. A. Sergienko (Boston University)

Altri seminari seguiti:

- Electrical and Computer Engineering colloquia (Boston University)
 - F. Omenetto (Tufts Univ.), *Guiding light through glass and holes (Nonlinear optics in conventional and photonic crystal fibers)* (13/03/2006)
 - H. Altug (Stanford Univ.), *Photonic Crystal Devices for Nano- and Bio-photonics* (03/04/2006)
 - J. Mertz (Boston Univ.), *New Techniques in Biomicroscopy* (17/11/2006)
 - D. Pacifici (CalTech), *Plasmonic Excitation of CdSe Quantum Dots: A Novel Approach to Ultra-Low Power All-Optical Modulation* (30/11/2006)
 - I. Gerhardt (Swiss Federal Institut of Technology), *Nano-Optics with Single Molecules* (01/02/2007)
 - C. Metzger (Ludwig-Maximillian Univ., Munich), *Laser cooling of micro-mirrors* (15/03/2007)
 - R. Osgood (Columbia Univ.), *Making Photonics Systems Ultracompact: Scaling Si for Lightwave Control* (23/04/2007)



Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

- CLEO/QELS 2007, Baltimore (USA) 10-17 maggio 2007

Periodi di Attività all'Estero

- Gennaio 2006 – Maggio 2007, Boston University, Department of Electrical and Computer Engineering (supervisore prof. Sergienko)

Didattica Attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

“Laboratorio di Ottica e Laser”, prof. Paolo Villoresi, preparazione esperimenti didattici, a.a. 2004-2005

ATTIVITÀ DI RICERCA

L'attività di ricerca è stata svolta nel campo dell'ottica non-lineare e quantistica, in particolare nello studio dell'entanglement e nella sua applicazione alla comunicazione quantistica e alla metrologia.

Generazione di stati entangled multiparametrici con ottica deformabile

Nel campo dell'ottica quantistica la tecnica più utilizzata per la generazione di fotoni entangled è la *spontaneous parametric downconversion* (SPDC), un processo ottico nonlineare del secondo ordine in cui un fotone di pompa si divide in due fotoni con lunghezza d'onda doppia. Le condizioni di conservazione di energia e momento fanno sì che i fotoni generati siano entangled contemporaneamente in frequenza, vettore d'onda e polarizzazione.

Nel nostro lavoro abbiamo ingegnerizzato la componente spaziale mediante un opportuno sistema ottico comprendente uno specchio deformabile a membrana, andando a studiare gli effetti sull'interferenza quantistica in frequenza e polarizzazione. I risultati della nostra attività, teorica e sperimentale, sono stati:

- uno studio quantitativo degli effetti dell'entanglement multiparametrico. È stato elaborato e testato sperimentalmente un modello analitico del fenomeno.
- in interferometri con SPDC di tipo II, aumentando l'angolo di raccolta della luce (per incrementare il numero di fotoni a disposizione e la banda) diminuisce la visibilità dell'interferogramma a causa del walk-off spaziale. Le tecniche da noi proposte e verificate consentono di mantenere alta la visibilità del pattern di interferenza.
- È stato previsto teoricamente e studiato numericamente un fenomeno quantistico di cancellazione delle aberrazioni di ordine pari, analogo al fenomeno spettrale di cancellazione della dispersione.

Caratterizzazione di stati entangled frequenza-polarizzazione

Per la caratterizzazione di stati entangled in polarizzazione a banda larga abbiamo introdotto la matrice di coerenza spettrale a due fotoni, studiandone le proprietà e proponendo uno schema di misura. Tale quantità consentirà di misurare le proprietà dell'entanglement in frequenza e polarizzazione di radiazione broadband, dopo che questa ha subito manipolazioni ottiche, per esempio riflessioni da una superficie o propagazione attraverso mezzi materiali, o nello studio dell'entanglement multiparametrico.

Applicazione di stati entangled a misure di dispersione

Una delle tecniche sperimentali più utilizzate nelle misure di dispersione è l'interferometria in luce bianca: utilizzando un interferometro di Michelson con luce a larga banda si può ricavare la fase spettrale acquisita nella propagazione attraverso il campione. Quanto più larga è la banda della luce utilizzata, tanto più precisa sarà la misura; d'altro canto, però, il fenomeno stesso da studiare, ossia la dispersione, in caso di luce broadband allarga l'interferogramma, riducendo via via il rapporto segnale-rumore. Da simulazioni numeriche da noi effettuate risulta che se il SNR scende oltre un certo limite, l'algoritmo di



phase retrieval inizia a dare problemi: all'allargarsi della banda l'errore che si commette nella misura dei coefficienti di dispersione aumenta.

Abbiamo studiato le possibilità di utilizzare il fenomeno quantistico della cancellazione di termini di ordine pari dello sviluppo in serie di Taylor della fase spettrale per risolvere il problema: eliminando i termini di ordine pari, si riesce a ridurre l'allargamento del picco di interferenza, mantenendo il SNR a livelli accettabili, tali per cui aumentando la banda della luce utilizzata, l'errore della misura sugli ordini dispari via via diminuisce, dando risultati sempre più accurati.

Dimostrazione della fattibilità dello scambio di singoli fotoni fra un satellite LEO ed una stazione a Terra

L'entanglement può essere una risorsa importante nella condivisione sicura di chiavi crittografiche, mediante protocolli che consentono di scoprire l'eventuale presenza di spie nel canale. Link ottici di crittografia quantistica sono stati realizzati in fibra e spazio libero fino a distanze superiori a 100 Km; soltanto l'utilizzo di tecnologie spaziali, però, consentirebbe di realizzare lo scambio di chiavi crittografiche su scala globale.

L'attività sperimentale svolta nel corso della presente tesi di dottorato ha portato, per la prima volta, a verificare la possibilità di effettuare uno scambio di singoli fotoni tra un satellite in orbita LEO (Ajisai, 1495 Km di altitudine) e una stazione ottica a Terra (MLRO).

È stata sfruttata la retroriflessione di un debole impulso laser da un cornercube del satellite geodetico Ajisai, attenuato dalle inevitabili perdite dovute alla diffrazione e all'efficienza dei sistemi ottici, per simulare una sorgente di singoli fotoni a bordo del satellite. Cruciale in questo esperimento è stato il filtraggio spaziale, temporale e spettrale imposto dall'apparato di raccolta, per consentire la discriminazione dei fotoni di segnale dall'intenso rumore di background. L'analisi dei dati raccolti, ha evidenziato la rivelazione di eventi attribuibili a fotoni-segnale, pari a 5 fotoni al secondo per alcuni secondi.

Titolo Tesi: *“Generation, characterization and applications of optical entangled states”*

Supervisore: Prof. Paolo Villorosi (co-supervisor: Prof. A. V. Sergienko, Boston University)

PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

- **C. Bonato**, M. Aspelmeyer, T. Jennewein, C. Pernechele, P. Villorosi, A. Zeilinger, “Influence of satellite motion on polarization qubits in a Space-to-Earth quantum communication link”, *Optics Express* **14**, 10050-10059 (2006)
- **C. Bonato**, C. Pernechele, P. Villorosi, “Influence of all-reflective optical systems in the transmission of polarization-encoded qubits”, *Journal of Optics A: Pure and Applied Optics* **9**, 899-906 (2007)

Elenco presentazioni a convegno internazionale

- **C. Bonato**, M. Aspelmeyer, T. Jennewein, C. Pernechele, P. Villorosi, A. Zeilinger, “Polarization transformation induced on qubits in a Space-to-Earth quantum communication link”, 10-17 May 2007, CLEO/QELS 2007, Baltimore, USA (oral presentation)
- **C. Bonato**, A. V. Sergienko, B. E. A. Saleh, M. C. Teich, “Two-photon Spectral Coherency Matrix and Multiparameter Optical Entanglement”, CLEO/QELS 2007, Baltimore, USA, 10-17 May 2007 (poster presentation)



- **C. Bonato**, A. V. Sergienko, P. Villoresi, "Spectral entanglement and precise measurement of optical dispersion", CLEO Europe 2007, Munich, 17-22 June 2007 (oral presentation)
- **C. Bonato**, A. V. Sergienko, B. E. A. Saleh, M. C. Teich, "Two-photon Spectral Coherency Matrix and Multiparameter Optical Entanglement", CLEO Europe 2007, 17-22 June 2007, Munich (poster presentation)

Lavori sottoposti

- P. Villoresi, T. Jennewein, F. Tamburini, M. Aspelmeyer, **C. Bonato**, R. Ursin, C. Pernechele, G. Bianco, V. Luceri, A. Zeilinger, C. Barbieri, *Experimental verification of the feasibility of single photon exchange between a LEO satellite and Earth* (submitted to New Journal of Physics)
- **C. Bonato**, P. Villoresi, A. V. Sergienko, *Two-photon spectral coherence matrix and characterization of multiparameter entanglement* (submitted to Physics Letters A)
- **C. Bonato**, A. V. Sergienko, P. Villoresi, *Dispersion measurement with broadband frequency-anticorrelated photons* (submitted to Optics Express)
- **C. Bonato** et al, *Multiparameter entangled state engineering with adaptive optics* (in preparation, to be submitted to Physical Review A)
- P. Villoresi, T. Jennewein, F. Tamburini, M. Aspelmeyer, **C. Bonato**, R. Ursin, C. Pernechele, G. Bianco, V. Luceri, A. Zeilinger, C. Barbieri, *Experimental study of a Quantum Channel from a LEO satellite to the Earth* (submitted to CLEO/QELS 2008 conference)

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Cristian Bonato 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 **Stefano Bonora** nell'ambito del XX ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni.

Negli anni accademici 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007 il dottor Stefano Bonora ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XX ciclo, Indirizzo Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni, senza godere di borsa di studio.

ATTIVITÀ DI FORMAZIONE

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

Primo anno

Applied functional analysis, Prof. Paolo Ciatti

Applied Linear Algebra, Prof. Harald Wimmer,

Secondo anno

Introduction to Computer Graphics, Andrea Fusiello,

Diffraction theory with applications to optics and information transmission Prof. Gianfranco Nalesso and Prof. Carlo Giacomo Smeda

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

Terzo anno

Nanotecnologie ottiche e laser Prof. P. Villorosi

Scienza delle Superfici (Mod. B: Tecniche di Caratterizzazione), Prof. Berti

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

SPIE Photonics Europe 2006, Strassbourg

6th International Workshop on Adaptive Optics for Industry and Medicine proceedings NUI, Galway, Ireland 12-15th June 2007

Periodi di Attività all'Esteri

1 Ottobre 2006 – 31 dicembre 2006 Clarendon Laboratori, Department of Physics, University of Oxford, supervisor Prof. Andrea Cavalleri.

1 gennaio 2007 – 30 settembre 2007 Central Laser Facility, Rutherford Appleton Laboratory (Oxford), supervisor dott. John Collier

Didattica Attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

ATTIVITÀ DI RICERCA

Ottica adattiva: realizzazione del primo prototipo di specchio deformabile elettrostatico di tipo push pull. Ho progettato e realizzato uno specchio deformabile per la correzione dei ritardi di fase in laser ad impulsi ultrabrevi. In particolare questo dispositivo è stato utilizzato con grande successo nella compressione di impulsi ultrabrevi ad 1.6µm realizzando impulsi da 8.52fs che sono prossimi al valore di transform limit dello spettro e che non sono mai stati raggiunti in precedenza da altri gruppi di ricerca. Il risultato di questa ricerca è di notevole importanza in quanto è uno strumento che permetterà analisi



spettroscopiche ultraveloci con risoluzioni temporali non possibili precedentemente. I primi esperimenti sono in corso in questi giorni.

Titolo Tesi: *Adaptive optics for industry and science*

Supervisore: Prof. Paolo Villoresi

References

Patents

- [1] S.Roman, S.Bonora, P.Villoresi, G.Marulli, M.Schiavon, F.Rea, F.Calabrese, Laser technique for lung aerostasy, PCT Patent Pending 2006
- [2] S.Bonora, P.Villoresi A surgical apparatus for treating biological hard tissues based on fiber laser, PCT Patent Pending 2006, PCT/IB2006/054738
- [3] S.Bonora, P.Villoresi Patent Pending: Beam Shaping device for high power diode lasers with constant optical paths 2005 TO2005A000727. INFM.

Publications

International review articles

- [4] G. Naletto, F. Frassetto, N. Codogno, E. Grisan, S. Bonora, V. Da Deppo, and A. Ruggeri, *No wavefront sensor adaptive optics system for compensation of primary aberrations by software analysis of a point source image* Appl Opt. 2007 Sep 1;46 (25):6427-33 17805383
- [5] S. Bonora and P. Villoresi, *Diode laser beam shaping by optical paths equalisation*, J. Opt. A: Pure Appl. Opt. 9 441-445
- [6] S. Bonora, *All-reflective compact beam-shaping system for high-power semiconductor lasers* J. Opt. A: Pure Appl. Opt. 9 380-386, 2006.
- [7] S. Bonora, L.Poletto, *Push-pull membrane mirrors for adaptive optics*, Optics Express 2006, Vol. 14 No. 25
- [8] S.Bonora, P.Villoresi, *Advanced optics expands diode laser capabilities*, SPIE Newsroom 10.1117, 2006
- [9] S. Bonora, I. Capraro, L. Poletto, M. Romanin, C. Trestino, P. Villoresi *Fast wavefront active control by a simple DSP-Driven deformable mirror* Review of Scientific Instruments 2006, September, 77
- [10] L. Poletto, S. Bonora, M. Pascolini, and P. Villoresi *Gratings in the conical diffraction mounting for an EUV time-compensated monochromator* Applied Optics 2006, May 15, Vol. 45, No. 14

Proceedings and presentations

- [11] E.Turcu, E.Springate, J.Collier, A.Cavalleri, J.Marangos, J.Tisch, S.Dhesi, E.Seddon, G.Hirst, H.Fielding, M.McCoustra, C.Froud, A.Langley, S.Bonora, Astra-Artemis Facility Development for Ultrafast Time Resolved Science, QUANM IV September 10-13 2007. UCL London.



- [12] S.Bonora *Evolutionary algorithm for scientific experiments*. Central Laser Facility, Rutherford Appleton Laboratory September 2007. Invited oral presentation.
- [13] Ivan Capraro, Stefano Bonora, Paolo Villoresi, *Fast Correction of Atmospheric Turbulence using a Membrane Deformable Mirror*, To be published on the 6th International Workshop on Adaptive Optics for Industry and Medicine proceedings NUI, Galway, Ireland 12-15th June 2007
- [14] S.Bonora, L.Poletto, *Electrostatic push pull mirror improvements in visual optics*, To be published on the 6th International Workshop on Adaptive Optics for Industry and Medicine proceedings NUI, Galway, Ireland 12-15th June 2007
- [15] S Bonora, C J Hooker, S J Hawkes, J L Collier, C Spindloe, *25cm Bimorph mirror for Petawatt laser*, To be published on the 6th International Workshop on Adaptive Optics for Industry and Medicine proceedings NUI, Galway, Ireland 12-15th June 2007
- [16] S. Bonora, *Push pull deformable mirror and its application in visual optics* National University of Galway Ireland, Department of Applied Optics February 2007, Invited oral presentation
- [17] F. Causa, S. Bonora, D. Masanotti, P. Villoresi *Development of a new laser-surgery tool using high-brightness laser arrays and specially designed beam-shaping optics*, In Optoelectronic Devices: Physics, Fabrication, and Application III. Proceedings of the SPIE, Volume 6368, (2006).
- [18] S. Bonora, I. Capraro, L. Poletto, M. Romanin, C. Trestino, P. Villoresi *A DSP Control System of Membrane Deformable Mirror* using TMS320 C5502 EDERS 2005
- [19] S.Bonora, and P.Villaresi *High-efficiency high-power diode laser beam shaping and focusing with constant optical-path length equalization* Proc. SPIE SPIE Photonics Europe 2006, Paper no. 618466
- [20] S.Bonora, D.Ferrari, P.Villaresi *New source for high power fiber laser pumping* Congresso Nazionale di Fisica della Materia, Genova, giugno 2005

Submitted papers

- [21] D. Brida, G. Cirimi, C. Manzoni, S. Bonora, P. Villaresi, S. De Silvestri and G. Cerullo *Sub-two-cycle light pulses at 1.6 μ m from an optical parametric amplifier*, submitted to Optics Letters

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Stefano Bonora 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 **Ottavio Campana** nell'ambito del XX ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni.

Negli anni accademici 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007 il dottor Ottavio Campana ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XX ciclo, Indirizzo Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni

ATTIVITÀ DI FORMAZIONE

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

Primo anno

- Applied functional analysis, P. Ciatti;
- Applied Linear Algebra, H. Wimmer;
- Introduction to coding theory, F. Fagnani;
- Space-time coding and signal processing for wireless communications, N. Benvenuto;
- Distributed Systems, C. Ferrari;
- Data Compression: Order Zero Entropy Coding is Enough, R. Giancarlo;
- Elementi di Visione Computazionale, A. Fusiello.

Partecipazione a Scuole:

- Scuola per Dottorandi in Ingegneria dell'Informazione, Napoli, 21-25 febbraio 2005;
- Scuola Estiva di Ingegneria dell'Informazione, Bressanone, 26-30 Giugno, 2005;
- PRIMO PhD School, Bressanone, 10-14 Ottobre, 2005;
- Mathematical aspects of high performance codes: state of the art and open problems, Pisa, 30 gennaio - 3 febbraio 2006;
- Scuola per Dottorandi in Ingegneria dell'Informazione, Napoli, 20-24 febbraio 2006;
- Scuola Estiva di Ingegneria dell'Informazione, Bressanone, 26-30 Giugno, 2006.

Altri seminari seguiti:

Workshop Toni Mian, Padova, 26 Ottobre 2007.

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

- International Conference on Wireless Reconfigurable Terminals and Platforms (WiRTeP), Rome, Italy, Apr. 2006;
- 40th International Conference Asilomar Conference on Signals, Systems, and Computers, Monterey, California, Nov. 2006;
- 32nd International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP) 2007, Honolulu, HI, Apr. 2007;
- 15th European Signal Processing Conference (EUSIPCO) 2007, Poznan, Poland, Sep. 2007.

Periodi di Attività all'Estero

- Ottobre 2006 – Luglio 2007 presso il Video Processing Lab all'Università della California, San Diego.



Didattica Attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

- Laboratorio di Matlab per il corso di Elaborazione Numerica dei Segnali, 18 ore, G.A. Mian, primo trimestre, anno accademico 2005/06;
- Protocolli per Trasmissione Dati e Comunicazioni Multimediali, 4 ore, Zanella, anno accademico 2005/06.

ATTIVITÀ DI RICERCA

L'attività di ricerca svolta durante il triennio del XX ciclo della scuola di dottorato in ingegneria elettronica e delle telecomunicazioni è stata rivolta allo studio della codifica a descrizioni multiple per schemi di codifica video scalabile e non. Nel caso di codifica video non scalabile, la codifica a descrizioni multiple è stata applicata allo standard di codifica video H.264/AVC, mentre per la codifica video scalabile durante il mio periodo di studio presso l'Università della California a San Diego è stato sviluppato uno schema ibrido basato su compensazione del moto e trasformata wavelet che fornisce scalabilità in dimensione, frame rate e qualità.

A cavallo tra questi due argomenti maggiori ho studiato i codici turbo e LDPC per valutare la loro applicabilità agli schemi di codifica a descrizione multipla ma tale tipo di codifica si è dimostrata incompatibile con i codici di canale ad elevate prestazioni. Ho inoltre svolto un'attività di confronto tra i codificatori aritmetici di H.264/AVC (CABAC) e JPEG2000 (EBCOT) per valutare le strategie di compressione basate su codifica run-length o a piani di bit.

Il codificatore H.264/AVC è il codificatore video basato su predizione e codifica a trasformate più performante nell'ambito della codifica video. Poiché è stato standardizzato solo alla fine del 2003, molti aspetti del codificatore devono essere ancora studiati. Una importante problematica oggetto di studio è la trasmissione affidabile delle sequenze video compresse con tale codec. Infatti le sue elevate prestazioni si manifestano in un bitstream altamente incorrelato che in caso di errori di trasmissione risulta non più decodificabile a causa della sua ridotta ridondanza, soprattutto nel caso di utilizzo della codifica aritmetica CABAC. Una soluzione proposta per la trasmissione affidabile delle sequenze video è l'adozione della codifica a descrizioni multiple, in cui un segnale viene scomposto in parti altamente correlate tra di loro in modo che, in caso di errori di trasmissione, da quelle ricevute sia possibile stimare quelle corrotte e ricostruire un'approssimazione del segnale originale. Gli schemi di codifica a descrizioni multiple studiati per il codificatore H.264/AVC possono essere raggruppati in tre categorie, in base a come vengono generate le descrizioni: schemi che sfruttano la correlazione spaziale, schemi che sfruttano la correlazione temporale e schemi che sfruttano la correlazione intrinseca del bitstream.

- Schemi che sfruttano la correlazione spaziale
 - Sub-Sampling Multiple Description Coding, basato sul sottocampionamento spaziale dei frame in ingresso al codificatore H.264/AVC. In caso di errori di trasmissione viene applicato un filtro a media mobile per correggere gli errori.
- Schemi che sfruttano la correlazione temporale
 - Multiple State Video Coding, basato sul sottocampionamento temporale della sequenza in ingresso al codificatore H.264/AVC. In caso di errori sono disponibili diverse strategie di correzione.
 - Motion-Compensated Multiple Description Video Coding, che fa uso di un predittore del secondo ordine per predire ogni frame dai due precedenti. In caso di perdita di dati il frame viene ricostruito con uno solo dei riferimenti.



- Schemi che sfruttano la correlazione del bitstream
 - Multiple Description Motion Coding, basato sul campionamento a quincice del campo di vettori di moto. I vettori persi vengono stimati come media di quelli adiacenti correttamente ricevuti
 - Multiple Description Residual Coding, basato sull'adozione di una quantizzazione scalare a descrizioni multiple.

Il codificatore scalabile realizzato durante il periodo di studi ad UCSD si basa sulla trasformata discreta wavelet (DWT) ed è stato realizzato completamente in virgola fissa per poter essere portato efficientemente anche su DSP. Per questo motivo a differenza di JPEG2000 dove è disponibile la trasformata wavelet 9/7 che richiede obbligatoriamente aritmetica in virgola mobile, è stata implementata una famiglia di trasformate wavelet intere. Queste trasformate sono state confrontate tra di loro ed alla fine si è deciso di usare la wavelet di Le Gall 5/3. Ogni frame in ingresso viene decomposto in tre risoluzioni spaziali applicando la trasformata wavelet due volte. Il frame così ottenuto può essere codificato come Intra applicando l'algoritmo Embedded Zerotree Wavelet (EZW) oppure come Inter P o B. In questo caso l'operazione di stima del moto può essere effettuata ad uno qualsiasi dei livelli di risoluzione spaziale disponibile. Nel caso venga utilizzato il livello maggiore si otterrà una predizione alquanto precisa, ma sarà necessario più tempo perché il volume di dati è maggiore. Viceversa nel caso in cui si usi la risoluzione spaziale minore si otterrà una predizione veloce ma meno precisa, visto che agisce solo su un quarto del frame originale. Come soluzione di compromesso, spesso viene adottata la predizione al livello intermedio, perché in questo modo il tempo necessario risulta essere contenuto e l'accuratezza della precisione della compensazione ripaga ampiamente le risorse computazionali impiegate.

Quando il campo di vettori di moto è stato determinato, viene adeguatamente scalato affinché sia compatibile con le risoluzioni spaziali su cui non è stata effettuata la stima. Quindi, per ogni risoluzione spaziale inferiore i vettori di moto dovranno essere dimezzati, mentre nel caso di risoluzioni spaziali superiori dovranno essere raddoppiati. I tre campi ottenuti vengono utilizzati per effettuare tre compensazioni del moto indipendenti ed ottenere tre residui. Poiché le operazioni di compensazione del moto sono effettuate su versioni sottocampionate dello stesso segnale con versioni scalate dello stesso campo di vettori di moto, è lecito ipotizzare una elevata correlazione tra i coefficienti LL della trasformata di una risoluzione spaziale ed i coefficienti di tutta la trasformata del segnale residuo di dimensione inferiore. Questa elevata correlazione permette nell'algoritmo Low Band Correction (LBC) di ridurre il numero di segnali da codificare, perché i tre residui possono essere fusi assieme sostituendo ai coefficienti della banda LL di una risoluzione spaziale quelli della trasformazione della risoluzione spaziale precedente. Al termine del processo di codifica, il campo di vettori di moto viene compresso con la stessa sintassi utilizzata nella Context-Adaptive Variable Length Coding di H.264/AVC e similamente a questo standard i vettori di moto vengono predetti non linearmente applicando un filtro mediano ai vettori di moto adiacenti codificati precedentemente. La compressione dei residui di predizione viene effettuata applicando l'algoritmo EZW.

Le soluzioni di codifica a descrizioni multiple studiate sono:

- Implementazione dell'algoritmo Multiple Description EZW (MDEZW), per generare le descrizioni multiple spaziali;
- Adozione di un quantizzatore scalare a descrizioni multiple, per studiare l'applicabilità di tale quantizzatore ai coefficienti wavelet;
- Implementazione dell'algoritmo Multiple Description STAR (MDSTAR), per creare descrizioni multiple temporali.



Le simulazioni effettuate hanno messo in luce come l'adozione del quantizzatore a descrizione multiple non sia compatibile con gli algoritmi a piani di bit, mentre MDEZW ed MDSTAR siano in grado di offrire protezione ai contenuti compressi.

Titolo Tesi: *Multiple description coding for non-scalable and scalable video compression*

Supervisori: Prof. Giancarlo Calvagno e Prof. G.A. Mian

PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- O. Campana, S. Milani, A Multiple Description Coding Scheme For The H.264/AVC Coder, Proc. of the International Conference on Telecommunication and Computer Networks (IADAT-tn2004), San Sebastian, Spain, Dec. 2004, pag. 191-195;
- O. Campana, A. Cattani, A. De Giusti, S. Milani, N. Zandonà and G. Calvagno, Multiple Description Coding Schemes for the H.264/AVC Coder, Proc. of the International Conference on Wireless Reconfigurable Terminals and Platforms (WiRTeP), Rome, Italy, Apr. 2006, pag. 217-221;
- O. Campana and R. Contiero, An H.264/AVC video coder based on Multiple Description Scalar Quantizer, Proc. of the Asilomar Conference on Signals, Systems, and Computers, Asilomar, California, Oct. 2006;
- O. Campana and E. Vaccaro, Comparison Between H.264/AVC and JPEG2000 arithmetic encoders, International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP) 2007, Honolulu, Hawaii, Apr. 2007, pag. I-1121 – I-1124;
- O. Campana and T. Q. Nguyen, Protection Enhanced Scalable Video Coding, 15th European Signal Processing Conference (EUSIPCO), Poznan, Poland, Sep. 2007, pag. 663-667.

Lavori accettati in corso di pubblicazione

- O. Campana, R. Contiero and G. A. Mian, An H.264/AVC video coder based on Multiple Description Scalar Quantizer, IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology.

Lavori sottoposti

- O. Campana and T. Q. Nguyen, A Temporal Multiple Description Coding based Scalable Video Codec, International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP) 2008;
- O. Campana and T. Q. Nguyen, Multiple Description Coding for Scalable Video Coding, IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Ottavio Campana 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 **Ivan Capraro** nell'ambito del XX ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni.

Negli anni accademici 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007 il dottor Ivan Capraro ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XX ciclo, Indirizzo Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni

ATTIVITÀ DI FORMAZIONE DI BASE:

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

Primo Anno:

- Introduction to coding theory* prof. Fabio Fagnani
- Applied functional analysis* prof. Paolo Ciatti
- Applied linear Algebra* prof. Harald Wimmer

Secondo Anno:

- Diffraction theory with applications to optics and information transmission*
prof Gianfranco Nalesso, prof Carlo Giacomo Someda

Corsi seguiti all'interno di corsi di laurea specialistica offerti presso l'Università di Padova:

Secondo anno:

- Nanotecnologie Ottiche e Laser* prof. Paolo Villoresi

Insegnamenti specifici per studenti di Dottorato offerti presso altre sedi:

Secondo anno:

- Cryptographic Engineering* prof. Çetin Kaya Koç

Partecipazione a scuole:

Secondo anno:

- SCHOOL AND WORKSHOP ON THEORY AND TECHNOLOGY IN QUANTUM INFORMATION, COMMUNICATION, COMPUTATION AND CRYPTOGRAPHY* 12 - 23 June 2006 At the Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, Miramare, Trieste, Italy.

Terzo anno:

- 8th ANNUAL SUMMER SCHOOL ON ADAPTIVE OPTICS*
August 6-10 2007 At the University of California Santa Cruz.
- Xilings FPGA training* by Mindway Srl At Alcatel Lucent Milano Design for performances and Advanced FPGA implementation.

Altri seminari Seguiti:

- "Quantum Entanglement: Einstein's Spookiness in Action"* 13-02-2004 15:30, Relatore: Prof. Anton Zeilinger Affiliazione: University of Vienna, Austria Luogo: Aula Magna, DEI
- "Precise Optical Measurement and Quantum Communication With Entangled Photons"* 01-06-2005 15:00, Relatore: Prof. Alexander Sergienko Affiliazione: Boston University, Boston, USA Luogo: DEI - Aula Magna
- "Ciphers, Quanta and Computers"* 09-11-2006 15:00, Relatore: Prof. Artur Ekert Affiliazione: University of Cambridge, UK Luogo: Aula Magna A. Lepschy DEI
- "Quantum Information and the Forgetfulness of Nature"* 22/10 2007 Relatore: CHARLES H.



BENNETTAffiliazione: IBM Research, Yorktown Heights Luogo: Aula Magna A. Lepschy DEI

--*"Una teoria dell'interazione luce-materia"* 21-10-2004 15:00, Relatore: Umberto Di Caprio

Affiliazione: Stability Analysis S.r.l. Luogo: Aula Magna A. Lepschy DEI

--*"Workshop 40 anni di telecomunicazioni a Padova"* 29 settembre 2006, Relatori: vari. Luogo: Aula Magna A. Lepschy, DEI

--*VI Seminario annuale di Tecnologie dell'Informazione, "Comunicazioni quantistiche e comunicazioni caotiche - dalla fisica moderna alla sicurezza dell'informazione".* a cura dell'Accademia Galileiana di Scienze Lettere ed Arti e dell'AEIT Giovedì 4 maggio 2005 15,30

--*"Free-Space-Optical Networks: Some Capacity Considerations"* Prof. Anthony Acampora Mercoledì 11 ottobre 16:30, Aula Magna A. Lepschy, DEI

--*"Applications of Infrared Photon Counting with Superconducting Single-Photon Detectors (SSPD)"* Prof. Alexander Sergienko Boston University mercoledì 4 luglio 2007 17.00

--*"L'esplorazione del Sistema Solare dallo spazio: le ultime novità"*, Relatore prof. Cesare Barbieri, del Dipartimento di Astronomia 19/09/05 15.30

--*"Nonlinear conical waves are peculiar wave packets, featuring a "hot", localized core that travels locked to a "cold", extended, energy reservoir"*. 21/02/06 Relatore Prof. Paolo Di Trapani Department of Physics and Mathematics, University of Insubria at Como, Como, Italy

--*"Carrier-envelope phase of laser pulses: direct measurement, frequency combs and time-domain applications"* Péter DombiAffiliation: Research Institute for Solid-State Physics and Optics of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest Mercoledì 26 ottobre 2005 11:00, Aula Magna A. Lepschy DEI

--*"Workshop Toni Mian"*, 26 Ottobre 2007

Partecipazione a Conferenze Nazionali Internazionali:

--*"Workshop: International workshop on Optical Networking"* 7-8 Aprile 05 Padova.

<http://www.federaeit.it/documenti/pdf/133.pdf>

--*"Workshop on Quantum Information"*, Genova, November 1, 2004

http://www.elsag.it/en/Pdf/comunicati_stampa/pop13_cs.pdf

--*"Conferenza Internazionale PAXIS"*

I meccanismi di finanziamento per l'avvio dell'impresa innovativa
17-18 Novembre 2005, Aula Magna dell'Università di Padova

--*"Workshop on Theory and Technology in Quantum Information, Communication, Computation and Cryptography"* 12-23 giugno 2006. the Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics, Miramare, Trieste, Italy.

--*"6th International Workshop on Adaptive Optics for Industry and Medicine"*

NUI, Galway, Ireland 12-15th June 2007

-- *"2007 IEEE International Conference on Signal Processing and Communication"*, 24-27 November, 2007, Dubai, United Arab Emirates

Didattica di Supporto o "Supervisore Junior":

--*Laboratorio di Ottica e Laser* prof. Paolo Villoresi. 15 ore di lezione: (collaborazione attività di laboratorio) aa 2004-2005

--*Laboratorio di Ottica e Laser* 15 ore di lezione (Supervisore Junior 100 ore) aa 2005-2006

--*Laboratorio di Ottica e Laser* 15 ore di lezione (Supervisore Junior 100 ore) aa 2006-2007

ATTIVITÀ DI RICERCA:

Lo scopo principale della ricerca è stato l'analisi e lo studio delle principali limitazioni nelle comunicazioni quantistiche in spazio libero e, di conseguenza, la proposta e l'implementazione di sistemi



di filtraggio temporale e spaziale avanzati per tali sistemi. Inoltre sono state apportate modifiche al software ad alto livello per tale tipo di comunicazione in modo da ottimizzarne le prestazioni per il canale in spazio libero.

Risultati Originali dell'attività di ricerca:

- (i) Lo studio e la realizzazione di un sistema di ottica adattiva per la correzione del tilt introdotto dall'atmosfera in comunicazione a singolo fotone. Il sistema è basato su uno specchio deformabile a membrana controllato tramite una scheda DSP e alimentatori switchinig ed è stato disegnato e successivamente testato su un cammino ottico di 100m outdoor. Questo sistema riduce il rumore di background effettuando in real time una migliore coniugazione tra il trasmettitore ed il ricevitore attuando una riduzione del campo di vista di 5 volte. Tale sistema è stato integrato in un prototipo di QKD (Quantum Key Distribution) in realizzazione per il progetto europeo "Harrison". [a,b,f]
- (ii) Lo studio, realizzazione ed ottimizzazione del software ad alto livello per protocolli di QKD per link in free space. Il software ricorsivo di error correction garantisce una probabilità di fallimento molto bassa rispetto all'algoritmo comunemente usato mentre il software di privacy amplification si adatta meglio alle caratteristiche del canale free space rendendo possibile l'aumento del key rate. Il software, dopo la simulazione in Matlab è stato realizzato in Java come web application integrata con un database per lo stoccaggio delle chiavi crittografiche generate ed infine testato. [g]
- (iii) Il Progetto e realizzazione di due sistemi di timing. Il primo, per un prototipo di QKD, utilizza un FPGA che ricostruisce il segnale di sincronismo che il trasmettitore ed il ricevitore si trasmettono attraverso un laser dedicato e genera i segnali appropriati per l'apertura dei "gate" dei rivelatori. Il secondo per uno strumento per l'analisi delle proprietà quantistiche della luce proveniente da corpi celesti utilizza un oscillatore al rubidio disciplinato da un gps per garantire tempi di osservazione di svariati minuti con precisioni dell'ordine di 100ps riferiti a UTC (Universal Standard Time). Attualmente in fase di test al telescopio di Asiago. [c,d,e,h]

Titolo Tesi: *Advanced Techniques in Free Space Quantum Communication*

Supervisore: Prof. Paolo Villoresi

PUBBLICAZIONI

Elenco Pubblicazioni su Rivista Internazionale:

[a]-Bonora S., Capraro I., Poletto L., Romanin M., Trestino C., Villoresi P., "Wave front active control by a digital-signal-processor driven deformable membrane mirror", Rev. Sci. Instrum 77, 093102, 2006

Elenco Pubblicazioni su Convegno Internazionale:

[b]-S. Bonora, I. Capraro, L. Poletto, M. Romanin, C. Trestino, P. Villoresi, "A DSP Control System of Membrane Deformable Mirror using TMS320 C550", Proceedings of EDERS (European DSP Education & Research Symposium) 2006

Elenco Pubblicazioni su Convegno Nazionale:

[c]-Cesare Barbieri, Sergio Billotta, Pietro Bolli, Giovanni Bonanno, Ivan Capraro, Andrea Di Paola, Claudia Facchinetti, Enrico Giro, Simone Marchi, Filippo Messina, Leonardo Mureddu, Giampiero Naleto, Tommaso Occhipinti, Claudio Pernechele, Enrico Sain, Mirco Zaccariotto, Paolo Zoccarato



“Status of AQUEYE, the fast multichannel photometer for the 182cm telescope at Cima Ekar” Italian Astronomical Society (SAIT) annual meeting, April 17-20, 2007

Lavori Accettati in Corso di Pubblicazione:

- [d]-Capraro, I.; Occhipinti, T.; Zoccarato, P.; Bonato, C.; Tamburini, F.; Barbieri, C.; Villoresi, P. *“The Utilization of the Galileo Timing Signals for Quantum Communications”* Accepted and to be published. 1st Colloquium Scientific and Fundamental Aspects of the Galileo Programme 2007
- [e]-Paolo Zoccarato , Tommaso Occhipinti , Claudia Facchinetti , Pietro Bolli , Andrea Della Torre, Edoardo De Toma , Ivan Capraro , Fabrizio Tamburini , Andrej Čadež , Cesare Barbieri *“The Utilization of the GALILEO Timing Signals for Advanced Astronomical Applications”* ” Accepted and to be published. 1st Colloquium Scientific and Fundamental Aspects of the Galileo Programme 2007
- [f]-I.Capraro, S. Bonora and P. Villoresi, *“Fast correction of atmospheric turbulence using a membrane deformable mirror”* Accepted and to be published. Proceedings of The 6th International Workshop on Adaptive Optics for Industry and Medicine to be published by Imperial College Press 2007
- [g]-Ivan Capraro, Tommaso Occhipinti *“Implementation of a Real Time High Level Protocol Software for Quantum Key Distribution”*, Accepted and to be published. IEEE International Conference on Signal Processing and Communication 2007
- [h]-Tommaso Occhipinti, Paolo Zoccarato, Ivan Capraro, Pietro Bolli, Filippo Messina, G. Naletto, Paolo Villoresi , Cesare Barbieri, *“The importance of time and frequency reference in Quantum Astronomy and Quantum Communications”*, Accepted and to be published. PTTI Precise Time and Time Interval Systems and Applications Meeting 2007

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Ivan Capraro 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 Casari** nell'ambito del XX ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni.

Negli anni accademici 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007 il dottor Paolo Casari ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XX ciclo, Indirizzo Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni

ATTIVITÀ DI FORMAZIONE

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

Primo anno

1. Introduzione alla Teoria dei Codici (Prof. Fabio Fagnani)
2. Applied Linear Algebra (Prof. Harald Wimmer)
3. Game-Theoretic Approach to Multi-Agent Systems (Prof. Christof Apt)
4. Space-Time Codes for Wireless Communications (Prof. Nevio Benvenuto)
5. Applied Functional Analysis (Prof. Paolo Ciatti)

Secondo anno

6. “Selected Topics in Optimization” (Prof. Michele Pavon)

Corsi seguiti non ai fini del raggiungimento del numero di crediti richiesto:

7. “Renewal and Semi-Markov Processes and their Application to Network Protocol Analysis” (Prof. Michele Zorzi)
8. “Wireless Underwater Communications - A short course” (Prof. Milica Stojanovic)
9. “Statistical Methods” (Prof. Lorenzo Finesso)

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

Corsi seguiti presso altre istituzioni: nessuno

Partecipazione a Scuole:

1. Summer School on Wireless Sensor Networks, Schloss Dagstuhl, Germany, 29 agosto – 3 settembre, 2005, accettato per selezione.

Altri seminari seguiti:

1. Leonid Kazowsky, Stanford University, CA, USA: “New Frontiers in Optical Communications: MAN and Broadband Access”, Padova, 12 gennaio 2005.
2. Ludek Kucera, Charles University, Prague, Czech Republic: “Low Degree Connectivity in Sensor Networks”, Padova, 10 marzo 2005.
3. Egon Balas, Carnegie-Mellon University, Pittsburgh, PA, USA: “Recent Advances in Lift-and-Project”, Padova, 10 maggio 2005.
4. Robert Elliot, German Aerospace Center (DLR): “Scheduling Algorithms for Spectrally Efficient High Throughput Wireless Packed Data Access”, Padova, 13 maggio 2005.
5. Joerg Widmer, DoCoMo Labs Munich, Germany: “Introduction to Network Coding for Wireless Networks”, Padova, 7 ottobre 2005.
6. Leandros Tassioulas, University of Thessaly, Greece: “Resource Allocation Algorithms in Cross-Layer Design of Wireless Networks”, Padova, 27 ottobre 2005.
7. Thomas F. La Porta, Penn State University, PA: “Security and IP-based 3G Wireless Networks”
8. Anthony S. Acampora, Director of CWC, University of California at San Diego (UCSD): “Free-Space Optical Networks: Some Capacity Considerations”
9. Daniele Veronesi, University of Padova: “Multifrequency offset compensation and multiple access in cooperative diversity systems”



**Università degli Studi
di Padova**

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

**Dipartimento di
Ingegneria dell'Informazione**



10. Milica Stojanovic, MIT, Boston, MA: *"Wireless Underwater Communications and Networks: Current Achievements and Future Research Challenges"*
11. Convegno *"40 anni di telecomunicazioni a Padova"*
12. Giorgio Franceschetti, University of Napoli "Federico II": *"Schiere di antenne nel dominio del tempo: una teoria in pillole"*
13. Christian Schlegel, University of Alberta, Canada: *"Low Density Parity Check codes"*
14. Federico Boccardi, University of Padova: *"Precoding schemes for downlink transmissions with distributed MIMO: theoretical analysis and practical issues"*
15. Daniel Jiang, Felix Schmidt-Eisenlohr, *"Overhaul of 802.11 architecture: modeling and simulation in NS-2"*, Padova, 5 novembre 2007.
16. Pierre Chevillat, *"Intelligent Sensor Networks: the role of messaging middleware for end-to-end business solutions"*, Padova, 17 ottobre 2007
17. Panagaramala R. Kumar, *"From wireless networks to sensor networks and onward to networked embedded control"*, Padova, 18 ottobre 2007.
18. Charles H. Bennett, *"Quantum information and the forgetfulness of nature"*, Padova, 22 ottobre 2007
19. Bezael Gavish, *"Tree-based combinatorial problems in telecommunication networks"*, Padova, 2007.
20. Alessio Botta, *"Evolutionary algorithm techniques for network optimization problems"*, Padova, 2007
21. Marco Rizzello, *"Attività di R&D nell'ambito di Ad Hoc and Sensor Wireless Networking"*, Padova, 26 novembre 2007.
22. Elena Fasolo, *"Efficient data dissemination in wireless pervasive networks"*, Padova, 22 novembre 2007.
23. Iliaria Solida, *"Servizi di localizzazione per dispositivi IEEE 802.15.4/ZigBee e tracking di nodi mobili"*, Padova, 23 novembre 2007.

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

1. *"Workshop on Optical Networking"*, Palazzo del Bo, Padova, 7-8 aprile, 2005
2. *"IEEE Military Communications Conference (MILCOM) 2005"*, Atlantic City, NJ, USA, 17-20 ottobre 2005
3. *"The 7th ACM International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing, MobiHoc 2006"*, Firenze, Italy, May 22-25, 2006
4. *"The IEE International Conference on Mobile Technology, Applications and Systems"*, Bangkok, Thailand, Oct 25-27, 2006 (presentazione di [C8]).

Periodi di Attività all'Estero

1. Visiting Student at the Massachusetts Institute of Technology (MIT), Cambridge, MA, USA, da Febbraio 2007 a Luglio 2007.

Riconoscimenti:

1. Fellowship di \$6000 erogata dal Massachusetts Institute of Technology per la sovvenzione della permanenza presso lo stesso istituto

Didattica Attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

1. *"Modelli e analisi delle prestazioni nelle reti"*, titolare: Prof. Michele Zorzi, 8 ore, lezione frontale, A.A 2005/2006.

ATTIVITÀ DI RICERCA

Reti di Sensori



Partendo dall'analisi di un promettente protocollo di Medium Access Control (MAC) e routing per reti di sensori, Geographic Random Forwarding (GeRaF), si è progettato un protocollo che favorisse la distribuzione del traffico tra diversi sensori, usando eventualmente l'avanzamento geografico come discriminante tra nodi ugualmente convenienti dal punto di vista della congestione. Questa è l'idea alla base di Adaptive Load-Balanced Algorithm (ALBA), che usa una particolare metrica per prevedere le capacità di un nodo di avanzare ulteriormente pacchetti verso il sink, risultando più efficiente di diversi altri protocolli analoghi, ALBA è stato successivamente migliorato con l'applicazione di Rainbow, un protocollo ideato appositamente per consentire l'instradamento intorno a connectivity holes in modo semplice e integrato con ALBA. Rainbow è basato sulla colorazione dei nodi. Attraverso tentativi e fallimenti successivi, i nodi imparano autonomamente il proprio colore e agiscono di conseguenza per portare il pacchetto verso il sink.

Reti ad hoc con antenne multiple

L'idea centrale che sviluppata in questo ambito è basata su V-BLAST. La capacità di separazione dei segnali propria di tale sistema, ad esempio, consente di de-multiplexare segnali sovrapposti di cui si conosca la presenza e per cui si siano stimati gli effetti di canale. Al fine di promuovere una certa conoscenza della situazione di traffico utile e interferente nel vicinato di un nodo, si è predisposta una struttura di accesso a frame. Un ruolo particolarmente importante è giocato dalla policy secondo cui vengono scelte le trasmissioni da consentire, tra quelle richieste. Diverse policy sono state messe a confronto fino ad identificare la migliore. Tramite una tecnica appositamente sviluppata per riprodurre in modo computazionalmente non oneroso le prestazioni di livello fisico, dando però risultati validi dal punto di vista di rete, la policy FT è stata testata in diversi contesti. Ciò comprende l'uso di diverse tecniche di accesso al mezzo (completamente casuale o parzialmente coordinato).

Reti acustiche sottomarine

Costruire reti basate su comunicazioni acustiche è una sfida interessante nell'ambiente sottomarino, a causa della bassa velocità di propagazione dei segnali, delle limitate velocità di trasmissione e della banda di ampiezza variabile con la distanza. La maggior parte dei protocolli esistenti ad oggi non sfrutta adeguatamente l'aumento della banda col diminuire della distanza, e la separazione possibile tra segnali diretti verso nodi lontani e verso nodi vicini, che potrebbero coesistere in bande disgiunte. È quindi stato identificato un tradeoff tra ritardo e energia consumata, a seconda della policy di trasmissione impiegata in semplici topologie. Ciò consente di scegliere la politica di trasmissione migliore per le specifiche esigenze (minor ritardo o minori consumi). Sono attualmente allo studio politiche di broadcast efficiente in reti sottomarine.

Titolo Tesi: *MAC and routing in wireless ad hoc and sensor networks: a cross-layer approach*

Supervisore: Prof. Michele Zorzi

PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

- [J1] Marco Levorato, Paolo Casari, Stefano Tomasin, and Michele Zorzi, "Physical Layer Approximations for Cross-Layer Performance Analysis in MIMO-BLAST Ad Hoc Networks," IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 6, num. 12, December 2007.
- [J2] Paolo Casari, Michele Nati, Chiara Petrioli, and Michele Zorzi, "MobiCom Poster Abstracts: Geographic Forwarding and Adaptive Load Balancing in Wireless Sensor Networks", ACM Mobile Computing and Communications Review, vol. 11, num. 2, pag. 53-54.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale



- [C1] Paolo Casari, Francesco Zorzi, and Michele Zorzi, "*Efficient Packet Converge-Casting: Relieving the Sink Congestion in Wireless Sensor Networks*," Proc. of IEEE PIMRC 2007, Athens, Greece, September 2007.
- [C2] Paolo Casari and Albert F. Harris III, "*Energy-efficient Reliable Broadcast in Underwater Acoustic Networks*," Proc. of ACM WUWNet, Montréal, Canada, September 2007.
- [C3] Paolo Casari, Milica Stojanovic and Michele Zorzi, "*Exploiting the Bandwidth-Distance Relationship in Underwater Acoustic Networks*," Proc. of MTS/IEEE Oceans 2007, Vancouver, Canada, September 2007.
- [C4] Paolo Casari, Fabio E. Lapicciarella and Michele Zorzi, "*A Detailed Simulation Study of the UWAN-MAC Protocol for Underwater Acoustic Networks*," Proc. of MTS/IEEE Oceans 2007, Vancouver, Canada, September 2007.
- [C5] Paolo Casari, Stefano Marella and Michele Zorzi, "*A Comparison of Multiple Access Techniques in Clustered Underwater Acoustic Networks*," Proc. of IEEE/OES Oceans 2007, Aberdeen, Scotland, July 2007.
- [C6] Paolo Casari, Michele Nati, Chiara Petrioli, and Michele Zorzi, "*Efficient Non-Planar Routing around Dead Ends in Sparse Topologies using Random Forwarding*", Proc. of IEEE ICC 2007, Glasgow, Scotland, July 2007.
- [C7] Marco Levorato, Paolo Casari and Michele Zorzi, "*On the Performance of Access Strategies for MIMO Ad Hoc Networks*," Proc. of IEEE GlobeCom 2006, San Francisco, CA, November 2006.
- [C8] Riccardo Crepaldi, Paolo Casari, Andrea Zanella and Michele Zorzi, "*Testbed Implementation and Refinement of a Range-Based Localization Algorithm for Wireless Sensor Networks*," Proc. of IEE Mobility Conference 2006, Bangkok, Thailand, October 2006.
- [C9] Paolo Casari, Michele Nati, Chiara Petrioli, and Michele Zorzi, "*ALBA: an Adaptive Load-Balanced Algorithm for Geographic Forwarding in Wireless Sensor Networks*", Proc. of IEEE MILCOM 2006, Washington, DC, October 2006.
- [C10] Paolo Casari, Marco Levorato and Michele Zorzi, "*DSMA: an Access Method for MIMO Ad Hoc Networks based on Distributed Scheduling*," Proc. of ACM IWCMC 2006, Vancouver, Canada, July 2006.
- [C11] Marco Levorato, Stefano Tomasin, Paolo Casari, and Michele Zorzi, "*An Approximate Approach for Layered Space-Time Multiuser Detection Performance and its Application to MIMO Ad Hoc Networks*", IEEE ICC 2006, Istanbul, Turkey, June 2006.
- [C12] Marco Levorato, Stefano Tomasin, Paolo Casari, and Michele Zorzi, "*Analysis of Spatial Multiplexing for Cross-Layer Design of MIMO Ad Hoc Networks*", IEEE VTC Spring 2006, Melbourne, Australia, May 2006.
- [C13] Paolo Casari, Alessia Marcucci, Michele Nati, Chiara Petrioli, and Michele Zorzi, "*A Detailed Simulation Study of Geographic Random Forwarding (GeRaF) in Wireless Sensor Networks*", IEEE MILCOM 2005, Atlantic City, NJ, October 2005.
- [C14] Paolo Casari, Marco Levorato, and Michele Zorzi, "*Some Issues Concerning MAC Design in Ad Hoc Networks with MIMO Communications*", Wireless Personal and Mobile Communications Symposium (WPMC), Aalborg, Denmark, September 2005.
- [C15] Paolo Casari, Marco Levorato, and Michele Zorzi, "*On the Implications of Layered Space-Time Multiuser Detection on the Design of MAC Protocols for Ad Hoc Networks*", IEEE PIMRC 2005, Berlin, Germany, September 2005.
- [C16] Michele Rossi, Paolo Casari, Marco Levorato, and Michele Zorzi, "*Multicast Streaming over 3G Cellular Networks through Multi-Channel Transmissions: Proposals and Performance Evaluation*", IEEE WCNC 2005, New Orleans, LA, March 2005.

Lavori accettati in corso di pubblicazione



1. Paolo Casari, Michele Rossi and Michele Zorzi, “Towards Optimal Broadcasting Policies for HARQ based on Fountain Codes in Underwater Networks”, accepted as **invited paper** to IEEE WONS 2008, Garmish-Partenkirchen, Germany.

Lavori sottoposti

1. Paolo Casari, Marco Levorato and Michele Zorzi, “On the Design of Routing Protocols in MIMO Ad Hoc Networks under Uniform and Correlated Traffic”, submitted to IEEE ICC 2008, Beijing, China.
2. Paolo Casari, Michele Nati, Chiara Petrioli and Michele Zorzi, “ALBA: an Integrated Cross-Layer Solution for Load-Balancing Geographic Routing in Wireless Sensor Networks,” submitted to IEEE Transactions on Mobile Computing.
3. Paolo Casari, Michele Nati, Chiara Petrioli and Michele Zorzi, “A Detailed Analytical and Simulation Study of Geographic Random Forwarding (GeRaF),” submitted to IEEE Transactions on Wireless Communications.
4. Paolo Casari, Marco Levorato, and Michele Zorzi, “Cross-Layer Design of MIMO Ad Hoc Networks with Layered Multiuser Detection”, submitted to IEEE Transactions on Wireless Communications.

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



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

Negli anni accademici 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007 il dottor Luca Corradini ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XX ciclo, Indirizzo Ingegneria Informatica ed Elettronica Industriali con borsa di studio finanziata da Infineon Technologies SpA.

ATTIVITÀ DI FORMAZIONE

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

Primo anno:

- *Applied Linear Algebra*, prof. H. Wimmer
- *Applied Functional Analysis*, prof. P. Ciatti
- *Project Management Fundamentals*, prof. L. Vangelista
- *Selected Topics in Analog IC Design*, prof. A. Neviani
- *Physical models for the numerical simulation of semiconductor devices*, prof. G. Verzellesi

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

Primo anno:

- *Elettronica di Potenza V.O.*, prof. G. Spiazzi

Altri seminari seguiti:

- “*Scaling MOSFETs to the limit: A physicist's perspective*”, M. Fischetti, Distinguished Lecture, 17/3/2005 – DEI, Padova
- “*Metal/high-k gate stacks for decanometer CMOS technologies*”, A. Callegari, 11/4/2005 – DEI, Padova
- “*Precise Optical Measurement and Quantum Communication With Entangled Photons*”, A. Sergienko, Distinguished Lecture, 1/6/2005 – DEI, Padova
- “*DEI Retreat*”, 23/6/2005 – Padova
- “*Bandgap References Design*”, Paul Brokaw (Analog Devices) – CU Boulder, USA
- “*Reflecting Back on 40+ Years in Power Electronics*”, Pierre A. Thollot – CU Boulder, USA
- “*Phase Locked Loop Design*”, Bob Newgard (Rockwell Collins) – CU Boulder, USA
- “*Industrial Automation, Instrumentation, Control and Design for Test of VLSI Circuits*”, Prof. Siddhartha Mukhopadhyay, Indian Institute of Technology, Kharagpur – CU Boulder, USA
- “*Modeling and Control of Motorcycles: a Bridge between Multi-Body Mechanics and Nonlinear Systems Theory*”, Alessandro Saccon, DEI, University of Padova, Italy – CU Boulder, USA
- *Fairchild Semiconductor Power Seminar 2005*, Febbraio 2005 – Padova
- *National Semiconductor / Coilcraft Power Design Technical Courses 2007*, 3/10/2007 – Padova
- *Fairchild Semiconductor Power Seminar 2007*, 10/10/2007 – Padova

Seminari tenuti:

- Internamente al gruppo di Elettronica di Potenza:
 - 19/7/2005 – Seminario di aggiornamento sul progredire dell'attività
 - 7/12/2006 – Relazione sull'attività svolta presso l'Università del Colorado a Boulder



- 5/12/2007 – Relazione sull'attività svolta durante il triennio
- **Cinque seminari** di aggiornamento sull'attività di dottorato presso il design center di Infineon Technologies in Padova

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

- “37th IEEE Power Electronics Specialists Conference” (PESC 2006), Jeju, Corea, 18-22 Giugno 2006 (Convegno internazionale)
- “22nd IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition” (APEC 2007), Anaheim, California (USA), 25 Febbraio – 1 Marzo 2007 (Convegno internazionale)
- “38th IEEE Power Electronics Specialists Conference” (PESC 2007), Orlando, Florida (USA), 17-21 Giugno 2007 (Convegno internazionale)

Periodi di Attività all'Estero

Nel corso dell'anno 2006 il dottorando ha svolto la maggior parte dell'attività di ricerca negli Stati Uniti presso l'**Università del Colorado a Boulder**, e precisamente nel **Colorado Power Electronics Center (CoPEC)**, sotto la supervisione del Prof. Dragan Maksimovic. La permanenza è stata di **otto mesi**, nel periodo 3 Marzo 2006 – 29 Ottobre 2006.

Didattica Attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

- “CAD Elettronico OrCAD PSpice” per master universitario biennale di primo livello Altoapprendistato in “Esperto di Ricerca e Sviluppo del Prodotto”, a.a. 2006-2007. Titolare del corso Prof. Paolo Mattavelli. Direttore del master Prof. Bruno Atzori. Tipologia: esercitazioni di laboratorio. **Ore svolte dal dottorando: 32**
- “Laboratorio PSpice”, modulo istituito all'interno del corso di “Fondamenti di Elettronica” per il Corso di Laurea Triennale in Ingegneria dell'Informazione, a.a. 2006-2007. Titolare del corso Prof. Paolo Tenti. Tipologia: lezioni ed esercitazioni di laboratorio. **Ore svolte dal dottorando: 14**

ATTIVITÀ DI RICERCA

La tematica della presente attività di dottorato ha riguardato lo studio di tecniche di controllo digitale per convertitori continua-continua a commutazione, con particolare enfasi alle applicazioni per basse tensioni ed elevate correnti. Tipici esempi sono i convertitori *Point-of-Load* impiegati nei sistemi di alimentazione distribuiti, nonché i convertitori VRM (*Voltage Regulation Modules*) per l'alimentazione dei moderni microprocessori.

In generale, l'attività è stata mirata allo sviluppo e verifica sperimentale di soluzioni a bassa complessità e in grado al contempo di essere competitive nei confronti delle tecniche analogiche convenzionali. Ciò è di interesse soprattutto per applicazioni consumer, nelle quali la minimizzazione del costo a parità di prestazioni è un aspetto essenziale.

Nell'ambito delle tecniche di controllo, largo spazio è stato dedicato allo studio di una tecnica di campionamento non convenzionale denominata *multiple-sampling*, che consente di ottenere prestazioni dinamiche superiori a quelle ottenibili dai controlli digitali più convenzionali. I risultati più salienti riguardanti questa tematica sono stati lo sviluppo di una modellistica completa per strutture di controllo con sovra campionamento delle variabili di stato, nonché la verifica sperimentale delle proprietà e potenzialità della tecnica.

Una seconda importante tematica, quella dell'*auto-taratura* di controllori digitali per convertitori a commutazione, è stata oggetto di studio durante l'attività di dottorato. Il dottorando ha studiato, sviluppato e verificato sperimentalmente una tecnica di taratura basata sul concetto del *relay-feedback*. In



particolare, la tecnica di base è stata estesa e migliorata in termini di robustezza, ripetibilità e precisione dei risultati di taratura. Gran parte di questo lavoro è stato svolto durante un periodo di studio presso il *Colorado Power Electronics Center (CoPEC)*, *Università del Colorado a Boulder*, sotto la supervisione dei proff. Dragan Maksimovic e Regan Zane.

Complessivamente l'attività scientifica svolta dal dottorando è sfociata in nove pubblicazioni su atti di conferenze di rilevanza internazionale nell'ambito dell'elettronica di potenza, nonché in un lavoro accettato per pubblicazione su rivista.

L'intera attività di dottorato è stata sponsorizzata da *Infineon Technologies*.

Titolo Tesi: *Analysis and Implementation of Digital Control Architectures for DC-DC Switching Converters*

Supervisore: Prof. Simone Buso

PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- [1]. L. Corradini, P. Mattavelli, "Analysis Of Multiple Sampling Technique For Digitally-Controlled DC-DC Switching Converters", 37th IEEE Power Electronics Specialists Conference (PESC 2006), pp. 2410-2415
- [2]. E. Tedeschi, P. Mattavelli, D. Trevisan, L. Corradini, "Repetitive Ripple Estimation in Multi-sampling Digitally Controlled dc-dc Converters", 32nd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON 2006), pp. 1685-1690
- [3]. M. Shirazi, L. Corradini, R. Zane, P. Mattavelli, D. Maksimovic, "Autotuning Techniques for Digitally Controlled Point-of-Load Converters with Wide Range of Capacitive Loads", 22nd IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC 2007), pp. 14-20
- [4]. L. Corradini, P. Mattavelli, D. Maksimovic, "Robust Relay-Feedback based Autotuning for DC-DC Converters", 38th IEEE Power Electronics Specialists Conference (PESC 2007), pp. 2196-2202
- [5]. L. Corradini, E. Tedeschi, P. Mattavelli, "Advantages of the Symmetric-On Time Modulator in Multiple-Sampled Digitally Controlled DC-DC Converters", 38th Power Electronics Specialists Conference (PESC 2007), pp. 1974-1980
- [6]. L. Corradini, W. Stefanutti, P. Mattavelli, "Analysis of Multi-Sampled Current Control for Active Filters", 42nd IEEE Industry Association Society Annual Meeting (IAS 2007)
- [7]. L. Corradini, P. Mattavelli, S. Saggini, "Elimination of Sampling-Induced Dead Bands in Multiple-Sampled Pulse-Width Modulators for DC-DC Converters", 33rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON 2007)
- [8]. W. Stefanutti, S. Saggini, L. Corradini, E. Tedeschi, P. Mattavelli, D. Trevisan, "Closed-Loop Model Reference Tuning of PID Regulators for Digitally Controlled DC-DC Converters Based on Duty Cycle Perturbation", 33rd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON 2007)
- [9]. D. Trevisan, S. Saggini, P. Mattavelli, L. Corradini, P. Tenti, "Analysis of a Mixed-Signal Voltage-Mode Control for DC-DC Converters Based on Hysteretic Modulation", 7th International Conference on Power Electronics and Drive Systems (PEDS 2007)

Lavori accettati in corso di pubblicazione (rivista internazionale)

- [10]. L. Corradini, E. Tedeschi, P. Mattavelli, D. Trevisan, "High-bandwidth Multi-sampled Digitally Controlled dc-dc Converters using Ripple Compensation", IEEE Transactions on Industrial Electronics, Special Session on FPGAs used in Industrial Control Systems (in press)



Lavori sottoposti

- L. Corradini, P. Mattavelli, “Modeling of Multi-Sampled Pulse-Width Modulators for Digitally Controlled DC-DC Converters”, sottomesso a peer review per pubblicazione nelle IEEE Transactions on Power Electronics
- L. Corradini, W. Stefanutti, S. Saggini, P. Mattavelli, “Simplified Model Reference-based Autotuning for Digitally Controlled SMPS”, sottomesso a peer review per pubblicazione nelle IEEE Transactions on Power Electronics
- A. Costabeber, L. Corradini, S. Saggini, P. Mattavelli, “Digital Control Approach for Time-Optimal, Parameters-Insensitive Load Step Response in DC-DC Synchronous Buck Converters”, sottomesso a revisione per pubblicazione nella IEEE Power Electronics Specialists Conference (PESC 2008)
- L. Corradini, S. Saggini, P. Mattavelli, “High-Bandwidth Event-Based Digital Controller for DC-DC Converters”, sottomesso a revisione per pubblicazione nella IEEE Power Electronics Specialists Conference (PESC 2008)

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Luca Corradini 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 **Massimo De Luca** nell'ambito del XX ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Bioingegneria.

Negli anni accademici 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007 il dottor Massimo De Luca ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XX ciclo, Indirizzo Bioingegneria, ha usufruito di una borsa di studio finanziata dalla società Nidek Technologies S.p.A.

ATTIVITÀ DI FORMAZIONE

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

Primo anno

Applied functional analysis, Docente: Prof. P.Ciatti

Data compression: Order Zero Entropy Coding is Enough, Docente: Prof. R.Giancarlo

Digital Processing of measurement Information, Docente: Prof. C.Narduzzi

Distributed Systems, Docente: Prof. C. Ferrari

Secondo anno

Applied Linear Algebra, Docente: Prof. T.Damm

Techniques for the Effective Transmission of Multimedia Signals, Docente: Prof. G.A.Mian, R.Rinaldo

Statistical Methods, Docente: Prof. L.Finesso

Partecipazione a Scuole:

Scuola Estiva in Ingegneria dell'Informazione, Luglio 2007 Bressanone

Altri seminari seguiti:

"Bioengineering, Entrepreneurship and Technology Commercialization", Prof. Yongmin Kim

"Human Activity Recognition", Prof. J.K. Aggarwal

"At the Forefront of Modern Telecommunications", Prof. Anthony Acampora

"Optimistic Parallelization using the Galois System", Prof. Keshav Pingali

ATTIVITÀ DI RICERCA

Attività di ricerca nel campo dell' analisi di immagini retiniche

La retinopatia diabetica ed ipertensiva è con sempre maggior frequenza causa di cecità. L'inizio tempestivo delle cure può bloccare la progressione della malattia, per cui la diagnosi precoce è molto importante.

La crescente diffusione di retinografi digitali con cui ottenere immagini digitali del fundus oculare può permettere lo sviluppo di strumenti per lo screening di massa della retinopatia.

L'obiettivo di questa ricerca è di sviluppare un insieme di nuovi algoritmi da utilizzare in sistemi automatici per lo screening della retinopatia.

Uno dei problemi affrontati riguarda la registrazione di immagini della retina. Nel caso in cui si abbiano a disposizione immagini parziali della retina prese da punti di vista diversi con delle zone di sovrapposizione fra di esse, un importante passo di preelaborazione consiste nel creare un'unica immagine completa della retina unendo insieme le varie immagini. L'importanza è dovuta al fatto che analizzando separatamente le immagini si corre il rischio di contare più volte uno stesso segno patologico che fosse eventualmente presente nella zona di sovrapposizione.



In questo lavoro è stato affrontato il problema particolare di creare un'unica immagine fondendo i 5 campi acquisiti dal retinografo digitale Nidek Orion. In questo caso il campo centrale ha una zona di sovrapposizione con tutti gli altri campi, quindi per costruire l'immagine completa, chiamata anche immagine mosaico, si devono effettuare 4 diverse registrazioni fra coppie di campi, uno dei quali è sempre il campo centrale. L'algoritmo sviluppato sfrutta le proprietà della trasformata di Fourier per stimare la rotazione e la traslazione fra le due immagini da registrare. Successivamente si trovano alcuni punti corrispondenti nelle due immagini e si stima la trasformazione affine minimizzando la somma delle distanze fra i punti corrispondenti. L'algoritmo è stato provato su 110 esami e la registrazione ha avuto successo nel 98% dei casi.

La segmentazione automatica dei vasi sanguigni su immagini della retina è una importante procedura non invasiva per la diagnosi precoce di molte malattie. Queste tecniche però presentano spesso un' alta percentuale di falsi positivi. L'attività di ricerca è consistita nell'individuazione delle caratteristiche (sui livelli di grigio e geometriche) che discriminano maggiormente le due classi da separare, falsi positivi e veri positivi.

Si sono studiate le prestazioni in termini di sensibilità ed accuratezza al variare della complessità del modello e quindi del numero di features utilizzate, utilizzando 14 immagini di training e 14 immagini di validazione, con campo di 50° e risoluzione 1370×1145 pixels.

Il disco ottico è il punto di ingresso dei vasi sanguigni e del nervo ottico nella retina, ed appare come una regione chiara di forma circolare o ellittica.

L'individuazione della sua posizione e del bordo è importante per varie ragioni. Innanzi tutto alcune patologie possono modificarne la forma. Inoltre potrebbe essere scambiato per una lesione chiara e quindi confondere un sistema automatico di screening. È anche un prerequisito per il calcolo di importanti indici diagnostici, come l' A/V ratio, il rapporto fra i calibri delle arterie e delle vene calcolato ad una certa distanza dal disco ottico. Infine la sua posizione fornisce un sistema di riferimento nell'immagine retinica, importante per localizzare la fovea.

Per l'individuazione del disco ottico è stato sviluppato un metodo basato sul riconoscimento preliminare dei principali vasi sanguigni e un modello geometrico parabolico, in cui due fra i parametri sono le coordinate del disco ottico. Usando come dati sperimentali i punti centrali dei vasi e le corrispondenti direzioni fornite da una procedura di riconoscimento dei vasi, i parametri del modello sono identificati per mezzo della tecnica di ottimizzazione simulated annealing.

Il passo successivo consiste nello stimare la dimensione del diametro del disco ottico con un metodo basato sulla correlazione con un template circolare.

La posizione e il diametro così stimati servono per inizializzare un algoritmo basato su Active Contour Model, cioè una curva parametrica i cui parametri sono stimati in modo da minimizzare un funzionale energia. Questa energia è composta da una componente di energia interna che dipende dalla forma della curva, e da una componente di energia esterna che dipende dall'immagine (nel caso specifico dal modulo e dalla direzione del gradiente dell'immagine).

La minimizzazione del funzionale è ottenuta mediante un algoritmo greedy che effettua delle scelte di ottimizzazione locali in maniera iterativa che portano ad una ottimizzazione globale. Per rendere l'algoritmo robusto all'interferenza dei vasi sanguigni vicini al disco ottico, la fase di ottimizzazione locale viene preceduta da un algoritmo di clustering fuzzy c-means per individuare nelle vicinanze la presenza di un vaso sanguigno, e in questo caso pesare maggiormente l'energia interna rispetto a quella esterna.

L'algoritmo è stato provato su 14 immagini a colori con campo di 45° e una risoluzione di 1392×1038 . Il bordo del disco è stato segnato manualmente da un esperto ed è stata utilizzata la distanza media come misura dell'errore.

L'identificazione della fovea è molto importante perché è la zona con la maggior densità di recettori visivi, per cui le lesioni vicine ad essa sono più gravi.



La possibile posizione della fovea è identificata ad una distanza di circa 3 volte il diametro del disco ottico, spostandosi lungo la direzione principale dei vasi sanguigni.

Questa direzione può essere stimata come la direzione dell'autovettore corrispondente all'autovalore maggiore della matrice di covarianza dell'immagine, stimata dai momenti centrali del secondo ordine.

Successivamente si utilizzano due metodi indipendenti per raffinare la localizzazione della fovea, uno basato sulla trasformazione watershed sull'immagine ed uno che cerca la zona con minore densità di vasi sanguigni. Alla fine un classificatore lineare sceglie in maniera automatica quale dei due metodi è più affidabile. Le features utilizzate da questo classificatore sono i primi 11 momenti di una roi centrata nel punto individuato dall'algoritmo basato su watershed, la massima varianza dei coefficienti di dettaglio della scomposizione wavelet su tale roi, il valore di densità vascolare, ed i primi 11 momenti della funzione di densità vascolare calcolati su una roi centrata sul punto individuato dal metodo basato sulla densità vascolare.

L'algoritmo proposto è stato provato su 80 immagini acquisite con una fundus camera automatica Nidek Orion ed elaborate con l'algoritmo descritto in precedenza per combinare i 5 campi in un'unica immagine completa della retina. La posizione delle fovea è stata segnata a mano da un esperto per valutare l'errore dell'algoritmo, che in media è di 35 pixels.

Attività di ricerca nel campo dell'analisi di immagini dell'endotelio corneale

L'analisi al microscopio dell'endotelio corneale è una tecnica di indagine comune in oftalmologia. Le principali caratteristiche da estrarre sono la densità e la morfologia delle cellule.

È stato quindi sviluppato un algoritmo di segmentazione specifico per questo scopo, basato su una rete neurale feed-forward preceduta da un passo di preelaborazione con discriminante lineare di Fisher. È stata effettuata una validazione dell'algoritmo su 40 immagini di endotelio corneale ottenute in vivo con un microscopio confocale 20x, e la differenza media fra la densità cellulare stimata automaticamente con questo algoritmo e la densità ricavata manualmente da un esperto è del 3%. Un altro lavoro di validazione dell'algoritmo è stato effettuato su 15 immagini di cornee in vitro colorate con Alizarin Red e acquisite con un microscopio a contrasto di fase. In questo caso si è ottenuto un errore medio dell'1% sulla densità cellulare, del 5% sul pleomorfismo (percentuale di cellule esagonali) e dell'8% sul polimegatismo (rapporto fra varianza e media delle aree cellulari).

Eseguire la segmentazione cellulare in zone dell'immagine molto sfocate può portare ad errori troppo grandi nella stima della densità, del pleomorfismo e del polimegatismo. Anche nel caso si dia la possibilità all'utente di scegliere manualmente una roi rettangolare c'è la possibilità che all'interno di questa zona vi siano delle zone sfocate.

È stato quindi sviluppato un algoritmo per l'identificazione automatica delle zone più a fuoco, basato sull'entropia e la potenza del segnale in una banda passante scelta opportunamente. L'algoritmo è stato provato su 27 immagini acquisite con un microscopio confocale 40x, e si è ottenuto un significativo miglioramento soprattutto nella stima del polimegatismo ottenuta eseguendo la conta cellulare nella zona individuata dall'algoritmo automatico (media errore 20%) rispetto al risultato ottenuto eseguendo la conta cellulare in una roi rettangolare scelta da un utente esperto (media errore 25%). La media dell'errore sul pleomorfismo è del 13% nel caso di scelta automatica della roi, mentre è del 15% con scelta manuale.

Titolo Tesi: *New techniques for the processing and analysis of retinal images in diagnostic ophthalmology*

Supervisore: Prof. Alfredo Ruggeri

PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale



- A. Giani, E. Grisan, M. De Luca ,A. Ruggeri. Detecting false vessel recognitions in retinal fundus analysis. Proc. 28th Annual International Conference of IEEE-EMBS, pp. 4449-4452, IEEE, New York, 2006
- A. Ruggeri, E. Grisan, M. De Luca . An automatic system for the estimation of generalized arteriolar narrowing in retinal images.Proc. 29th Annual International Conference of IEEE-EMBS, IEEE, Lyon, 2007
- M. Smolek, M. De Luca, E.Grisan, S. Piermarocchi, A. Ruggeri. Diabetic Retinopathy Screening System Based on a Nidek Orion Automated Fundus Camera. 2007 Annual Meeting of the American Academy of Ophthalmology in New Orleans, Louisiana
- A. Ruggeri, M. De Luca , J. Schroeter. Automatic estimation of morphometric parameters in alizarin red stained images of corneal endothelium. XX. Annual Meeting of the European Eye Bank, January 2008, Munich

Lavori sottoposti

M.K. Smolek, S. Vujosevic, S. Piermarocchi, E. Miden, A. Ruggeri , T. Peto, E. Grisan, M. De Luca, S.D. Klyce . Diabetic Retinopathy Screening Using an Expert System with an Operator-Free Nidek Orion Fundus Camera. ARVO 2008 in Fort Lauderdale, Florida.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Massimo De Luca 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 **Giulia Donà** nell'ambito del XX ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Bioingegneria.

Negli anni accademici 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007 la dott.ssa Giulia Donà ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XX ciclo, Indirizzo Bioingegneria.

ATTIVITÀ DI FORMAZIONE

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

Primo anno:

- Applied Linear Algebra, Prof. Harald Wimmer
- Identification techniques, Prof. Giorgio Picci
- Numerical Models for fields analysis in biological beings, Prof. Fabrizio Dughiero
- Applied functional analysis, Prof. Paolo Ciatti

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

Secondo anno:

- Bioingegneria del movimento, PhD Stefano Corazza

Corsi seguiti presso altre istituzioni

Secondo anno:

- Operatore multidisciplinare per la valutazione funzionale motoria dello sportivo, corso del Fondo Sociale Europeo organizzato dal Prof. Santambrogio, Politecnico di Milano.

Partecipazione a Scuole

- XXIV Scuola Nazionale Annuale di Bioingegneria: "Biomateriali: dagli impianti protesici alla medicina rigenerativa", Bressanone, 26-29 Settembre 2005
- International Summer School on "Advanced technologies for Neuro-Motor assessment and Rehabilitation" – Bologna, 18-24 giugno 2006
- XXV Scuola Nazionale Annuale di Bioingegneria, "NEURO-ROBOTICA: neuroscienze e robotica per lo sviluppo di macchine intelligenti", Bressanone, 25-29 settembre 2006
- XXVI Scuola Nazionale Annuale di Bioingegneria, Bressanone, 24-28 settembre 2007: "GENOMICA E PROTEOMICA COMPUTAZIONALE"

Altri seminari seguiti

- "Sistemi Markerless Human Motion Capture: model-based vs model-free", S. Corazza, DEI-2005.
- "Control engineering for a pediatric cardiac assist device", B. Paden, DEI-2005.
- Seminario di Bioingegneria dell'Uomo del Dipartimento di Scienze del Movimento Umano e dello Sport, "introduction to sport biomechanics – key issues", 19-21 dicembre 2005, IUSM – Roma.
- "Vision-based Robotic Grasping Inspired by Neuroscience", E. Chinellato, DEI-2006.
- "Hi-performance computational grid: a case study for Bioinformatics", G. Ciriello, DEI-2006.
- "Ingegnerizzare la biologia: Applicazioni di "Systems Biology" e "Synthetic biology" alle malattie genetiche ed allo sviluppo di nuovi farmaci", dott. Diego Di Bernardo, DEI-2007.

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali



- Congresso dell'International Federation of Foot and Ankle Societies (IFFAS), 2nd Joint Meeting of Asian, European, North American and South American Federations, Napoli, 15-18 Settembre 2005.
- VI Congresso Nazionale SIAMOC (Società Italiana Analisi del Movimento in Clinica), "Il movimento nel bambino, nell'adulto e nella patologia", Tirrenia - Pisa, 27-29 Ottobre 2005.
- Neurological Rehabilitation Workshops, MyHeart Project (Philips): Eindhoven, 6 Settembre 2005; Pisa 14-15 Novembre 2005.
- Neurological Rehabilitation Workshop, MyHeart Project (Philips): Bruxelles, 1-4 aprile 2006.
- International Society of Biomechanics in Sports (ISBS), 14-18 luglio 2006, Salisburgo, Austria.
- 5th world Congress of Biomechanics (ISB), 29 luglio – 4 agosto 2006, Monaco.
- Corso EMG di superficie, SIAMOC, 30 novembre-2 dicembre 2006, Bologna
- International Society of Biomechanics in Sports (ISBS), 23-27 agosto 2007, Ouro Preto, Brasil.

Riconoscimenti

- **Premio per l'Innovazione Start Cup Veneto 2005**, progetto "SynchroPlate". Vincita della prima tappa, con premiazione in data 24-06-2005.
- **Premio Hans Gros New Investigator Award 2007**, vincita primo premio in occasione degli ISBS 2007, premiazione in data 27-08-2007.

ATTIVITÀ DI RICERCA

La biomeccanica è la disciplina che studia il movimento umano durante l'esercizio fisico. In ambito sportivo essa applica le leggi della meccanica e della fisica alla performance dell'atleta, per ottenere una migliore comprensione delle sue abilità motorie, tramite misure, modellizzazioni e simulazioni. È un settore attualmente in rapido sviluppo, grazie soprattutto alla crescente richiesta, da parte di allenatori, medici ed atleti, di una valutazione quantitativa delle caratteristiche motorie del gesto sportivo. Mentre in ambito clinico sono stati ampiamente validati protocolli standard per l'analisi del cammino, nel settore sportivo il gran numero di discipline e la difficoltà nello standardizzare i test hanno agito da freno nell'utilizzo di tecniche di "motion capture", lasciando irrisolte molte questioni, quali la definizione di modelli specifici per il singolo soggetto e la valutazione della tolleranza entro cui cambiamenti nella tecnica vanno ad influenzare la performance.

Valutare funzionalmente un atleta comporta numerose problematiche. Per definizione, un atleta è un individuo che utilizza, ovviamente in rapporto al modello prestativo della disciplina praticata, le proprie capacità condizionali e coordinative al massimo della loro possibile espressione funzionale. La comprensione e conseguente descrizione delle caratteristiche motorie individuali risente fortemente della biovariabilità nei dati, comunque presente sia in prove ripetute di un solo soggetto, sia di soggetti diversi. Bisogna infatti considerare che i "sistemi biologici" osservano un rigoroso processo probabilistico, caratterizzato da una grande dinamicità e variabilità. Il processo di sviluppo dei sistemi biologici è estremamente complesso e non lineare e rende critica la valutazione dello stato motorio individuale. Altro problema nasce dalla valutazione di molteplici fattori che risultano determinanti al fine della prestazione e che si integrano in un sistema specifico del movimento, quale la tecnica. Da questo punto di vista, la tecnica non rappresenta solo la "forma" del movimento, ma include contenuti sia dinamici che coordinativi. Si ha dunque l'esigenza di operare una sintesi delle molteplici variabili in analisi, per trattenere unicamente l'informazione significativa e permettere una caratterizzazione generale del gesto motorio indagato.



La ricerca in ambito sportivo, inoltre, si confronta con l'esigenza di spostarsi da un disegno sperimentale orizzontale ad uno longitudinale, in cui l'atleta non è più rapportato ad un "range di normalità", ma viene confrontato con se stesso in periodi diversi durante la stagione di allenamento. Gli allenatori potrebbero infatti ottenere risultati più efficaci monitorando programmi di allenamento individuali, piuttosto che utilizzando la stessa strategia per ogni atleta.

Scopo principale del lavoro svolto è stato quello di affrontare tutte queste problematiche, per ottenere una caratterizzazione dettagliata del gesto sportivo in analisi, dare una rappresentazione robusta delle abilità (o carenze) motorie dei singoli atleti, ricercare atteggiamenti o abitudini errate, che potrebbero essere causa di infortunio, monitorare nel tempo il singolo atleta, tramite un adeguato confronto in sessioni di test successive.

Si è scelto come gesto sportivo di indagine la marcia, poiché presenta caratteristiche biomeccaniche e coordinative peculiari, che la rendono particolarmente adatta agli scopi della ricerca. Si tratta inoltre di un gesto ciclico, altamente ripetibile, con forti affinità con il cammino, atto motorio particolarmente studiato in letteratura. Si sono utilizzati un sistema optoelettronico ed una pedana di forza per valutare 7 marciatori di livello internazionale, in due sessioni di acquisizione ripetute a distanza di alcuni mesi. Si è posta particolare attenzione alla definizione del protocollo di acquisizione: scelta di un marker-set in grado di fornire valori cinematici affidabili; calibrazione di un volume di acquisizione tale da permettere un movimento tecnicamente corretto con velocità pressoché costante; posizionamento della pedana di forza al centro del volume, in modo da consentire agli atleti di raggiungere una progressione stabile; presenza dell'allenatore per monitorare la correttezza e la bontà della performance dei marciatori.

Sono state acquisite almeno 20 ripetizioni utili per ogni atleta, per ognuna delle quali si sono indagate 15 variabili: angoli, momenti, potenze e velocità angolari di anca, ginocchio e caviglia sul piano sagittale, componenti di forza di reazione al suolo. I dati sono stati quindi pre-elaborati, eliminando le curve macroscopicamente anomale. Dal momento che tutti gli atleti sono marciatori di massimo livello, le differenze nella performance non sono facilmente riconoscibili con una semplice valutazione delle variabili cinematiche e dinamiche: le tecniche di analisi dati standard (media e deviazione standard, mediana e percentili,...) falliscono nell'estrarre informazione significativa da una tale quantità di dati. Si è scelto quindi di utilizzare una tecnica statistica complessa: l'analisi delle componenti principali (PCA). Questa è uno strumento estremamente efficace nello studio del movimento umano, che in ambito clinico viene solitamente adoperato per identificare gruppi tra variabili correlate, definire pattern di movimento o valutare cambiamenti dovuti a patologie, recupero o intervento.

In questo lavoro sono state utilizzate tre possibili applicazioni della PCA: tradizionale (t-PCA), funzionale (f-PCA) e a due fasi (2-PCA). Vista l'assenza di una conoscenza specifica delle loro proprietà, si è voluta caratterizzarne l'applicabilità a diversi problemi, analizzandole ampiamente. Attenzione particolare è stata dedicata all'interpretazione dei risultati e alla trasformazione delle misure biomeccaniche in informazione che possa essere facilmente interpretata da atleti e allenatori.

Riassumendo, si è stabilito come studiare aspetti fondamentali, ripetibili e correlabili alla performance, tenendo in considerazione la biovariabilità, per pulire il segnale e catturarne gli eventuali contenuti informativi. È stato possibile riconoscere caratteristiche peculiari del singolo atleta, difficilmente rilevabili con tecniche di analisi tradizionali. L'analisi delle componenti principali si è rivelata essere un'utile tecnica di prevenzione infortuni, in grado di fornire informazioni specifiche su quali siano le variabili su cui focalizzare l'attenzione nella strutturazione di un allenamento "ad hoc". Sono state inoltre ottimizzate le tecniche di *report* dei risultati, in modo da renderle comprensibili anche da allenatori e atleti, così da ridurre il *gap* tra il mondo della ricerca e quello dell'applicazione pratica.

Questo lavoro è stato finalizzato a rispondere ad alcune domande aperte nella valutazione della biomeccanica sportiva, proponendo un insieme di linee guida per un'opportuna elaborazione ed analisi dati. I risultati di una tale ricerca possono rappresentare la base sia per valutare problemi teorici, sia per fornire informazioni pratiche ad atleti e allenatori, che dovrebbero essere coinvolti attivamente nel



processo. In conclusione, lo studio effettuato evidenzia come la tecnica di analisi delle componenti principali sia un valido strumento per ottenere utili informazioni su prevenzione di infortuni, coordinazione motoria e apprendimento della tecnica.

Titolo Tesi: *Principal component analysis for motor skills characterisation and individual monitoring in sports science*

Supervisore: Prof. Claudio Cobelli

PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

- Zampagni M.L., Donà G., Motta M., Martelli S., Benelli P., Marcacci M. A new method for anthropometric acquisition of the upper extremity parameters in elite master swimmers, **Journal of Mechanics in Medicine and Biology**, Vol. 6, No. 1 (2006) 1–11.
- Zampagni M.L., Casino D., Donà G., Martelli S., Visani A., Benelli P., Marcacci M., De Vito G. Anthropometric and strength variables as predictors of 50m freestyle performance in master swimmers, **J Biomech** Vol. 39/S1 2006.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- Sawacha Z., Cristoferi G., Guarneri G., Corazza S., Donà G., Avogaro A., Cobelli C. A new 3d-four segment markerset for description of foot and ankle kinematics, **Book of Abstracts, Esmac 2005**, Barcellona
- Zampagni M.L., Donà G., Motta M., Martelli S., Benelli P., Marcacci M., De Vito G. Equation regression model for the 50 m freestyle performance in Elite Master Swimmers, Proceedings of **23rd International Symposium on Biomechanics in Sports - ISBS 2005**, Beijing, China 22 – 27 August, 2005
- Zampagni M.L., Donà G., Motta M., Martelli S., Benelli P., Marcacci M., De Vito G. Prediction of 100 m freestyle performance adopting anthropometric parameters and handgrip strength in Elite Master Swimmers aged 43-80 years, **Proceedings of the 10th Annual Congress of the European College of sport Science**, Belgrade, 13-16 July, 2005
- Donà G., Zorzi E., Petrone N., Sawacha Z., Cobelli C. Biomechanical analysis of three different blocking footwork techniques in volleyball: a pilot study. Proceedings of the **XXIV International Symposium on Biomechanics in Sports**, July 14 - 18, 2006 Salzburg – Austria
- Donà G., Zorzi E., Petrone N., Sawacha Z., Cobelli C. The blocking footwork techniques in volleyball, Proceedings of the **5th World Congress of Biomechanics**, Monaco 2006
- Sawacha Z., Cristoferi G., Pepato G., Guarneri G., Donà G., Avogaro A., Cobelli C. Kinematics-kinetics and plantar pressure analysis of the diabetic foot, Proceedings of the **1st Joint ESMAC - GCMAS Meeting (JEGM06)**, Amsterdam, the Netherlands, September 28-30, 2006
- Donà G., Preatoni E., Rodano R., Cobelli C. Principal component analysis of knee angle waveforms during race walking. Proceedings of the **XXV International Symposium on Biomechanics in Sports**, August 23 - 27, 2007 Ouro Preto – Brasil

Elenco pubblicazioni su convegno nazionali

- Sawacha Z., Cristoferi G., Guarneri G., Corazza S., Donà G., Denti P., Avogaro A., Cobelli C. Validation of a new four segment foot kinematic model, Book of Abstracts, **Siamoc 2005**, Tirrenia (Pisa)
- Sawacha Z., Cristoferi G., Guarneri G., Corazza S., Donà G., Facchinetti A., De Nard C., Sommovilla M., Zaccaria M., Avogaro A., Cobelli C. A method for the simultaneous assessment of gait and posture, Book of Abstracts, **Siamoc 2005**, Tirrenia (Pisa)



**Università degli Studi
di Padova**

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

**Dipartimento di
Ingegneria dell'Informazione**



- Sawacha Z., Guarneri G., Cristoferi G., Donà G., Avogaro A., Cobelli C. Analysis of integrated plantar pressure-force kinematics in diabetics, Proceedings **Siamoc 2006**, Empoli
- Sawacha Z., Guarneri G., Cristoferi G., Donà G., Avogaro A., Cobelli C. Assessment of diabetic neuropathic patients motor ability, Proceedings **Siamoc 2007**, Cuneo
- Contessa P., Carraro E., Postal V., Masiero S., Sawacha Z., Donà G., Cobelli C. Analisi del cammino in pazienti con emiparesi post-ictus: studio pilota, Book of Abstracts, **Siamoc 2007**, Cuneo.

Lavori sottoposti

- “A multisegment kinematic model for diabetic foot evaluation”, Zimi Sawacha, Cristoferi Giuseppe, Guarneri Gabriella, Stefano Corazza, Giulia Donà, Denti Paolo, Angelo Avogaro, Claudio Cobelli, IEEE Transactions on Biomedical Engineering.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato la dott.sa Giulia Donà 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 **Elena Fasolo** nell'ambito del XX ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni.

Negli anni accademici 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007 la dott.ssa Elena Fasolo ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XX ciclo, Indirizzo Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni

ATTIVITÀ DI FORMAZIONE

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

Primo anno

Applied Linear Algebra, Prof. H. Wimmer

Introduction to coding theory, Prof. F. Fagnani

Applied Functional Analysis, Prof. P. Ciatti

Game-theoretic approach to multi-agent systems, K.R.Apt

Secondo anno

Renewal and Semi-Markov Random Processes and their Application to Network Protocol Analysis, Prof. M. Zorzi

Selected Topics on Optimization, Prof. M. Pavon

Partecipazione a Scuole:

Scuola invernale per dottorandi in Ingegneria dell'Informazione (Napoli 21--25 febbraio 2005): la prova di accertamento finale è stata superata con una votazione ottima.

Scuola per dottorandi in Ingegneria dell'Informazione (Bressanone, 26--30 Giugno 2005).

Summer School on Wireless Sensor Networks and Smart Objects (Dagstuhl - Germany, 29 Agosto-3 Settembre 2005): organizzata nell'ambito del progetto internazionale WiSeNts. (<http://www.vs.inf.ethz.ch/events/dag2005/>)

Joint PRIMO-Newcom Winter School (Bressanone, 10--14 Ottobre 2005).

Altri seminari seguiti:

"New frontiers in optical communications: MAN and broadband access", Prof. Leonid Kazovsky.

Network coding techniques, Joerg Widmer

"Resource Allocation Algorithms in Cross-Layer Designs of Wireless Networks", Prof. Leandros Tassiulas.

"Planning maximum capacity Wireless Local Area Networks", Prof. Federico Malucelli.

"Underwater wireless communications", M. Stojanovic

"Free-space Optical Networks", A. Acampora

"Energy Conservation in Multi-hop Wireless Networks", R. Kravets,

"Security and IP-Based 3G Wireless Networks", Thomas F. La Porta

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

"Evolutionary algorithm techniques for network optimization problems", Dr. Alessio Botta

"From wireless networks to sensor networks and onward to networked embedded control", P.R. Kumar

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali



“ICC 2007”, Glasgow, Giugno 2007: presentazione di “On MAC Scheduling and Packet Combination Strategies for Practical Random Network Coding”

“NetCod 2008”, Hong Kong, Gennaio 2008: presentazione di “Network Coding meets MIMO”

Periodi di Attività all'Estero

Internship presso NTT DoCoMo EuroLabs dal 1 Novembre 2006 al 30 Aprile 2007

Didattica Attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

“Internet e Laboratorio di Telecomunicazioni”, M Zorzi, 4 ore, lezione, 2006

“Reti Wireless”, M. Rossi, 2 ore, Seminario 2006

“Colloquia: Data Dissemination Via Network Coding”, 22 Novembre 2007

ATTIVITÀ DI RICERCA

Nelle sezioni seguenti sono brevemente descritte le principali attività di ricerca condotte durante il Dottorato di Ricerca. Sono suddivise per aree tematiche e riportano i principali risultati ottenuti.

Reti veicolari: Proposta di un algoritmo di broadcast efficiente, denominato Smart Broadcast. Consente di minimizzare il tempo necessario a recapitare il messaggio, mantenendo limitato il numero di nodi che inoltrano il messaggio e massimizzando il numero di nodi che lo ricevono [P1][P3].

Reti ibride:

Definizione di protocolli di routing adatti a supportare le comunicazioni tra le reti WiFi e la base station UMTS. Le specifiche di tale protocolli sono state definite e analizzate e hanno portato alla realizzazione di un brevetto [Patent1] e di un articolo per conferenza [P6].

Reti di sensori:

Protocolli MAC e routing:

- Classificazione e tassonomia sugli algoritmi e paradigmi usati nelle reti di sensori per il routing e le tecniche di accesso al mezzo [B1].
-

In Network Data Aggregation:

- Classificazione degli argomenti, una tassonomia ragionata dei concetti di base sull'In-network Data Aggregation. Abbiamo inoltre messo in evidenza le problematiche ancora aperte e indicando possibili direzioni per attività di ricerca future. Questo primo lavoro è stato proposto e accettato per la pubblicazione su una rivista internazionale [J1].
- Studio sperimentale per migliorare l'efficienza di un protocollo chiamato Q-digest. Il nostro contributo, presentato in [P4], è consistito nel modificare il protocollo di comunicazione al fine di tener conto della correlazione semantica dei dati provenienti da sensori diversi durante le operazioni di aggregazione.

Disseminazione di dati Via Network Coding:

- Analisi delle prestazioni delle tecniche di Network Coding in presenza di protocolli MAC realistici, collisioni e interferenza [P5]: i risultati ottenuti mostrano come le prestazioni di strategie basate su Network Coding degradino se applicate a reti realistiche. Il problema è dovuto sia alla presenza di protocolli MAC non completamente affidabili, sia a schemi di scheduling dei pacchetti subottimi.



- Proposta di una strategia di Network Coding in grado di garantire i guadagni teorici anche in reti reali ([P7]): Tale strategia denominata Proactive Network Coding (ProNC) è basata su un approccio proattivo piuttosto che sul classico paradigma reattivo adottato dai protocolli esistenti. Le simulazioni mostrano come utilizzando ProNC sia possibile disseminare dati in una rete in un modo molto efficiente.

Network Coding e MIMO

- Definizione di uno schema capace di integrare funzionalità MIMO e network coding in un unico framework [P8][P9]. L'obiettivo è quello di rendere più robusto il network coding in ambienti altamente rumorosi e affetti da fading. Lo schema MIMO-network coding integrato offre un elevato guadagno in SNR rispetto al network coding classico.

Titolo Tesi: *Efficient Data Dissemination Protocols in Pervasive Wireless Networks*

Supervisore: dott. Andrea Zanella

PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

- [J1] E. Fasolo, M. Rossi, J. Widmer and M. Zorzi, "In-network aggregation techniques for wireless sensor networks", *IEEE Wireless Communication Magazine*, vol. 14, n. 2, Apr. 2007, 70-87.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- [P1] E. Fasolo, R. Furiato and A. Zanella, "Smart Broadcast for inter-vehicular communications", in *Proc. of WPMC05, Sep.2005, Alborg Denmark*.
- [P2] E. Fasolo, C. Prehofer, M. Rossi, Q. Wei, J. Widmer, A. Zanella and M. Zorzi, "Challenges and new approaches for efficient data gathering and dissemination in pervasive wireless networks", in *Proc. of INTERSENSE06, May 2006, Nice, France*.
- [P3] E. Fasolo and A. Zanella, "An effective broadcast scheme for alert message propagation in vehicular ad hoc networks", in *Proc. of ICC06, Jun. 2006, Istanbul, Turkey*.
- [P4] L. Badia, E. Fasolo, A. Paganini and M. Zorzi, "Data Aggregation Algorithms for Sensor Networks with Geographic Information Awareness", in *Proc. of WPMC06, Sep. 2006, S.Diego, CA, US*.
- [P5] E. Fasolo, M. Rossi, J. Widmer and M. Zorzi, "On MAC Scheduling and Packet Combination Strategies for Practical Random Network Coding", in *Proc of ICC07, Jun. 2007, Glasgow, UK*.
- [P6] E. Fasolo, F. Maguolo, S. Ruffino, P. Stupar, A. Zanella and M. Zorzi, "VoIP Communications in Wireless Ad Hoc Network with Gateways", in *Proc of MediaWin, Jul. 2007, Aveiro, Portugal*.
- [P7] E. Fasolo, M. Rossi, J. Widmer and M. Zorzi, "A Proactive Network Coding Strategy for Pervasive Wireless Networking", in *Proc. of Globecom 2007, Nov. 2007, Washington, DC, US*.

Capitoli di libri

- [B1] A. Zanella, M. Zorzi, E. Fasolo, A. Ollero, I. Maza, A. Viguria, G. Coulouris, C. Petrioli, Paradigms for Algorithms and Interactions In: M. Bantre, A. Ollero, A. Wolsiz, P.J.Marron, Cooperating Embedded Systems and Wireless Sensor Networks, pp. 119-262. In press.:Hermes.

Lavori accettati in corso di pubblicazione

- [P8] E. Fasolo, F. M. Rossetto and M. Zorzi, "Network Coding meets MIMO", in *Proc. of NetCod 2008, Jan. 2008, Hong Kong*
- [P9] E. Fasolo, F. M. Rossetto and M. Zorzi, "", *invited paper to Malta 2008*



Brevetti

- [Patent1] A. Zanella, M. Zorzi, F. Maguolo, E. Fasolo, S. Ruffino, P. Stupar, "Method for routing in a local mobile communication network", *PCT/EP2006/010465. Telecom Italia S.p.A.*
- [Patent2] E. Fasolo, M. Rossi, D. Munaretto, J. Widmer, "Buffer Data Management Scheme for Wireless Networks"

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato la dott.ssa Elena Fasolo 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 **Ioana Florea** nell'ambito del XX ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Bioingegneria.

Negli anni accademici 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007 la dott.ssa Ioana Florea ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XX ciclo, Indirizzo Bioingegneria

ATTIVITÀ DI FORMAZIONE

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

Primo anno:

- Applied Linear Algebra, Docente: Prof. Harald Wimmer, Università di Würzburg ;
- Identification Techniques, Docente: Prof. Giorgio Picci;
- Numerical Models for Fields Analysis in Biological Beings, Docente: Prof. Fabrizio Dughiero;
- Applied functional analysis, Docente: Prof. Paolo Ciatti

Secondo anno:

- Isotopic Tracers in Kinetic Studies, Docente: Prof. Gianna Toffolo.
- Statistical Methods, Docente: Prof. Lorenzo Finesso

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

Secondo anno:

- Modelli e Controllo dei Sistemi Biologici 2, Docente: Prof. Claudio Cobelli;

Terzo anno:

- Neuroingegneria, Docente: Dott.sa. Alessandra Bertoldo

Corsi seguiti presso altre istituzioni:

Primo anno:

- PET Pharmacokinetic Course 2005: Summer school 2005 – **Department of Neurology – University Medical Center Groningen, Netherlands, 12th-14th June 2005.**

Partecipazione a Scuole:

Primo anno:

- XXIV Scuola Nazionale Annuale di Bioingegneria: “Biomateriali: dagli impianti protesici alla medicina rigenerativa”, Bressanone, 26-29 Settembre 2005.

Secondo anno:

- XXV Scuola Nazionale Annuale di Bioingegneria: “Neuro-Robotica: Neuroscienze e Robotica per lo Sviluppo di Macchine Intelligenti”, Bressanone, 25-28 Settembre 2006

Terzo anno:

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



Altri seminari seguiti:

- "Imaging of Brain Activity": c/o BRAIN'05 & BrainPET'05, June 7-11, 2005, Vrije Universiteit, Amsterdam, Netherlands.

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali:

- BRAIN'05 & BrainPET'05, June 7-11, 2005, Vrije Universiteit, Amsterdam, Netherlands.

NRM06- 6th Neuroreceptor Mapping Conference, 6 – 8 July 2006, **Copenhagen, Denmark**

- ESMI - Second International Conference of European Society for Molecular Imaging, 14 – 15 June, 2007, Naples, Italy;
- DiMi Workshop: Autumn meeting of DiMi WP8.2, 17-18 September, 2007, Manchester, UK

ATTIVITÀ DI RICERCA:

Lo sviluppo di un metodo per un'accurata quantificazione delle immagini [^{11}C]MP4A PET a livello di pixel per lo studio dell'attività enzimatica dell'acetilcolinesterasi (AChE) è molto importante nella pratica clinica per la diagnosi delle malattie neurodegenerative. Allo studio hanno partecipato due gruppi di soggetti: soggetti normali (4 soggetti – gruppo NC) e pazienti affetti da Alzheimer (7 soggetti – gruppo AD).

Il metodo standard per la stima dell'attività dell'AChE utilizza come funzione d'ingresso la concentrazione plasmatica del tracciante; questo è un metodo invasivo per gli studi PET nei soggetti umani. L'attività dell'AChE può essere quantificata utilizzando come funzione di ingresso un tessuto di riferimento ottenuto, nel caso di [^{11}C]-MP4A, da una regione cerebrale con un'attività enzimatica alta e un modello compartimentale con due compartimenti tissutali e tre costanti di trasferimento.

Per ottenere una stima precisa e accurata dei parametri del modello sia nelle regioni con attività enzimatica bassa, che nelle regioni con attività enzimatica media e medio-alta, in questo studio è stato proposto e sviluppato un nuovo metodo matematico per la quantificazione, basato sull'utilizzo dello stimatore Bayesiano di probabilità massima *a posteriori* (MAP). Lo stimatore MAP utilizza sia le informazioni contenute nei dati – le informazioni *a posteriori* – che le informazioni statistiche *a priori* disponibili sui parametri incogniti. Il metodo MAP proposto è stato paragonato con altri quattro metodi presentati in letteratura per la quantificazione dell'attività enzimatica dell'AChE: 1) il metodo basato sull'analisi dei minimi quadrati lineari (RLS); 2) il metodo R_NLLS basato sulla stima dei minimi quadrati non lineari; 3) il metodo del quoziente esponenziale (RRE), basato su una semplificazione della struttura del modello e 4) il metodo RRE_BF, che rappresenta una variante del modello RRE, modificata in modo da evitare ulteriori bias e basata sull'approccio delle funzioni di base. Sia il metodo MAP che gli altri metodi presentati si basano sullo stesso modello compartimentale a tessuto di riferimento (due compartimenti tissutali e tre costanti di trasferimento), considerato attualmente il miglior modello per la quantificazione dei dati [^{11}C]-MP4A PET.

Inoltre, in questo studio è presentato un nuovo metodo automatico per la generazione di regioni di interesse (ROI): in questo modo si evitano gli errori manuali di posizionamento delle ROI sulle immagini dinamiche o parametriche e si minimizza il più possibile l'effetto del volume parziale sul risultato finale.



L'attività dell'AChE è stata misurata in termini di costante di trasferimento per l'idrolisi dell' $[^{11}\text{C}]\text{MP4A}$, k_3 . Data l'alta espressione di AChE a livello dello striato (gangli della base), questa regione è stata scelta come regione di riferimento da utilizzare come funzione d'ingresso in tutti gli approcci matematici. Tutti i metodi sono stati applicati sia a livello di ROI che a livello di pixel. Dall'analisi preliminare R-NLLS a livello di regioni con espressione enzimatica bassa è stata evidenziata una bassissima variabilità inter-regione di uno dei parametri del modello (k_2), confermata anche dalla letteratura. Di conseguenza, per la stima MAP si assume *a priori* che k_2 abbia una distribuzione Gaussiana, con media e deviazione standard (SD) uguali alla stima di k_2 medio e la rispettiva SD ottenuta con R-NLLS in ogni soggetto. Le immagini parametriche di k_3 ottenute con il nuovo metodo MAP sono state confrontate sia tra i gruppi che rispetto alle stime di k_3 ottenute con gli altri approcci matematici per aree cerebrali con vari livelli di espressione enzimatica.

Nonostante il numero relativamente basso dei soggetti che hanno partecipato allo studio (4 NC e 7 AD), i metodi matematici (MAP, RLS, R-NLLS, RRE, RRE_BF) utilizzati per generare immagini parametriche di k_3 hanno evidenziato riduzioni nell'attività dell'AChE a livello della neocorteccia nei soggetti AD rispetto al gruppo dei controlli. Inoltre, solo il metodo MAP permette di quantificare il k_3 in regioni cerebrali con espressione enzimatica media e medio-alta come l'ippocampo, e rispettivamente brainstem e talamo. Le varie performance dei cinque metodi hanno un'importante impatto sulla significatività della differenza statistica di k_3 . Di fatto, solo il metodo MAP evidenzia differenze significative nelle regioni dell'ippocampo, brainstem e talamo che sono confermate da studi già pubblicati. Inoltre, le stime MAP a livello di pixel sono molto simili alle stime MAP a livello di ROI, dimostrando in più la consistenza del nuovo metodo proposto e la precisione della stima.

Titolo Tesi: *PET Parametric Imaging of Acetylcholine Esterase Activity without Arterial Blood Sampling in Normal Subjects and Patients with Neurodegenerative Disease.*

Supervisore: Prof. Claudio Cobelli, Prof. Maria Carla Gilardi

PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

1. I. Florea, A. Bertoldo, L. Pietra, R.M. Moresco, A. Carpinelli, A. Panzacchi, V. Garibotto, D. Perani, M.C. Gilardi, F. Fazio, C. Cobelli, "*Kinetic analysis of $[^{11}\text{C}]\text{MP4A}$ for measurement of cerebral acetylcholinesterase activity without arterial blood sampling.*", Neuroimage, vol 31 (supplement 2), Page T126., Proceeding at NRM06, 6-8 July, 2006, Copenhagen, Denmark
2. I. Florea, A. Bertoldo, R.M. Moresco, A. Carpinelli, A. Panzacchi, V. Garibotto, D. Perani, M.C. Gilardi, F. Fazio, C. Cobelli, " *$[^{11}\text{C}]\text{MP4A}$ Bayesian quantification of AChE activity at pixel and ROI level in normals and Alzheimer patients.*", Molecular Image, Volume 6, Issue 5, Proceeding at ESMI, 14-15 June, 2007, Naples, Italy.
3. I. Florea, A. Bertoldo, C. Cobelli, "*Bayesian parametric imaging: quantitation of AChE activity*", Oral presentation at **DiMi WP 8.2**, 17-18 September, 2007, Manchester, UK

Elenco pubblicazioni su rivista nazionale



1. A. Caumo, I. Florea, L. Luzi, “*Effect of variable hepatic insulin clearance on the postprandial insulin profile: insights from a model simulation study*”, Acta Diabetologica, 44:23-29, 2007.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato la dott.sa Ioana Florea 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 **Daniele Fortin** nell'ambito del XX ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Bioelettromagnetismo e compatibilità elettromagnetica.

Negli anni accademici 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007 il dottor Daniele Fortin ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XX ciclo, Indirizzo Bioelettromagnetismo e compatibilità elettromagnetica.

ATTIVITÀ DI FORMAZIONE

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

Primo anno

Applied linear algebra, Prof. H. Wimmer

Applied functional analysis, Prof. P. Ciatti

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

Digital Processing of Measurement Information, Prof. C. Narduzzi

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

Secondo anno

Progettazione e diagnostica EMC, Dott. Ing. A. Sona

Ingegneria della qualità, Prof. M. Bertocco

Antenne, Prof. C.G. Sameda

Partecipazione a Scuole:

Scuola di Dottorato "I.Gorini" Seminario di eccellenza, "Metodologie e dispositivi di misura nei diversi ambiti industriali, dei servizi, della qualità", 29 agosto -2 settembre 2005, Trento.

Scuola di Dottorato "I.Gorini" Seminario di eccellenza, "Metodologie e dispositivi di misura nei diversi ambiti industriali, dei servizi, della qualità", 4-8 settembre 2006, Gaeta.

Scuola di Dottorato "I.Gorini" Seminario di eccellenza, "Metodologie e dispositivi di misura nei diversi ambiti industriali, dei servizi, della qualità", 10-14 settembre 2007, Anacapri, Napoli.

Altri seminari seguiti:

"Introduction to Advanced Techniques for Improving the Performances of a Wireless Communication in Presence of Noise", Prof. Martine Lienard, (Université de Lille), 21 settembre 2005, Roma.

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

"EMC Europe Workshop – Electromagnetic Compatibility of Wireless Systems", 19 -21 September, 2005, Rome, Italy.

"IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference", 24-27 April, 2006, Sorrento, Italy.

"XXIII Congresso Nazionale Gruppo Misure Elettriche ed Elettroniche", 11-13 Settembre 2006, L'Aquila.



"IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference", 1-3 May, 2007, Warsaw, Poland.

Didattica Attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

"Misure elettroniche", Prof. C. Narduzzi, 12 ore, assistenza di laboratorio, a.a. 2005/2006.

"Misure di Compatibilità Elettromagnetica", Prof. M. Bertocco, 25 ore, assistenza di laboratorio, a.a. 2005/2006.

"Misure di Compatibilità Elettromagnetica", Prof. M. Bertocco, 24 ore, assistenza di laboratorio, a.a. 2006/2007.

"Misure elettroniche", Prof. C. Narduzzi, 20 ore, assistenza di laboratorio, a.a. 2007/2008.

ATTIVITÀ DI RICERCA

L'attività di ricerca svolta riguarda la definizione e l'applicazione di metodologie di misura per l'analisi di segnali a modulazione digitale, utilizzati per comunicazioni wireless e per il broadcasting televisivo. L'obiettivo è lo sviluppo di metodi che permettano di effettuare una stima efficace delle prestazioni dei sistemi di trasmissione/ricezione, al variare del set-up di trasmissione e delle condizioni del canale trasmissivo. In questo modo è possibile ottenere indicazioni utili per l'ottimizzazione della configurazione di trasmissione e della pianificazione delle reti, riducendo al minimo l'impatto ambientale ed allo stesso tempo mantenendo un determinato livello di qualità del servizio. Le metodologie sviluppate, secondo un approccio di tipo cross-layer measurement, prevedono che l'analisi del segnale sia effettuata simultaneamente a differenti livelli (layer) del sistema, in modo tale da ottenere una correlazione tra parametri stimati a livello fisico e i parametri chiave caratteristici dei livelli superiori, quali transport/network e application layer. Tali metodologie sono state applicate a un sistema di trasmissione DVB-T per il broadcasting televisivo, in collaborazione con Digilab, Centro per le comunicazioni digitali di Bolzano, presso il quale si è allestito il banco di test. Inoltre sono state utilizzate per la valutazione della coesistenza tra un sistema WLAN IEEE 802.11b ed una rete wireless di sensori IEEE 802.15.4.

Per i sistemi di broadcasting DVB-T, si sono affrontate problematiche di ottimizzazione del set-up di trasmissione tenendo in considerazione aspetti quali i livelli di potenza del segnale in ingresso ai ricevitori, la presenza di sorgenti di interferenze radio in prossimità degli apparati di ricezione e la qualità del servizio (QoS). A livello fisico, si sono effettuate stime di potenza del segnale a radiofrequenza (RF), parametro comunemente considerato nella valutazione dell'area di copertura di segnali televisivi, e rapporto segnale-interferenza (SIR). Le misure sono state realizzate tramite un analizzatore di spettro analogico supereterodina (SSA) ed un software che implementa il metodo channel-power. Si è analizzato un ulteriore indice a livello fisico, il Modulation Error Ratio (MER), che fornisce una stima della qualità della modulazione e può essere considerato un rapporto segnale-rumore misurato in banda base. Per la stima del MER si è utilizzato un analizzatore di segnali vettoriale (VSA) software supportato dal SSA con modulo di campionamento. A livello superiore, application layer per il caso DVB-T, è necessario un indice relativo alla qualità video percepita dall'utente finale. A questo scopo si è utilizzato il tool software VQM (Video Quality Measurement), che realizza un confronto tra lo stream video di riferimento trasmesso ed il corrispondente video ricevuto e visualizzato al terminale utente, e fornisce degli indici (VQM score) correlati alla percezione soggettiva del video.

L'analisi dell'andamento degli indici relativi al livello fisico rispetto al VQM score, dimostra che la correlazione tra MER e qualità video risulta tendenzialmente lineare a tratti; ciò non si verifica invece nella relazione tra potenza RF al ricevitore e VQM score. Il MER risulta quindi un indice efficace nella valutazione della QoS, in assenza di interferenze co-canale. Permette inoltre di determinare i valori di



soglia relativi alle diverse configurazioni del segnale DVB-T impiegate (schema di modulazione e code rate), in base ai quali stimare l'effettiva area di copertura del segnale. Il secondo set di misure ha riguardato l'effetto su segnali DVB-T di differenti tipologie di interferenze nel canale di trasmissione. L'interferenza di tipo impulsivo risulta uno dei segnali interferenti più critici per i sistemi televisivi, in quanto può provocare perdite qualità video significative pur avendo un livello di potenza medio più basso del rumore di fondo o in presenza di alti valori di MER. L'analisi sperimentale proposta ha evidenziato relazioni significative tra VQM ed i valori minimi di MER, SIR, che devono essere tenute considerazione per ottenere alti livelli di qualità video in presenza di interferenza. La qualità video, espressa dal VQM score, subisce una variazione a soglia sia rispetto al MER sia rispetto al SIR. La variazione dello schema di modulazione utilizzato è evidenziata da una modifica della pendenza media della curva in entrambi i casi. Al variare del code rate le curve presentano approssimativamente la stessa pendenza media, e risultano traslate sull'asse orizzontale, quindi con diversi valori di soglia del MER e del SIR.

Le reti di comunicazione wireless sono largamente impiegate in aree urbane ed in ambienti domestici ed aziendali, generalmente affollati di interferenze radio. Le prestazioni di tali reti possono essere compromesse se affette da fenomeni di interferenza, in particolare quando sono dovuti ad altre reti che operano nella stessa area sfruttando la stessa banda di frequenze. In questo contesto si inserisce la valutazione di problematiche di coesistenza che si è affrontata, tra reti basate sugli standard IEEE 802.11b per reti WLAN ed IEEE 802.15.4 per reti wireless di sensori (WSN), che operano nella banda ISM 2.400 - 2.483 GHz. Si è definito un metodo di misura con un approccio di tipo cross-layer, analogo a quello precedentemente illustrato, e si sono effettuate delle serie di misure sperimentali sulle reti, forzate a trasmettere su canali con bande di frequenza sovrapposte. Le rilevazioni eseguite sul layer fisico, riguardano stime della potenza RF del segnale utile e del segnale interferente; queste ultime sono rilevanti poiché WLAN e WSN utilizzano il CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance) per l'accesso al canale, che, valutato tramite Clear Channel Assessment (CCA) mode 1, è considerato libero se la potenza in banda è inferiore ad un determinato valore di soglia. Simultaneamente si sono effettuate misure a livello network/transport attraverso la stima del packet loss ratio (PLR) medio, che fornisce un'indicazione della QoS. L'obiettivo è di analizzare sperimentalmente problematiche di coesistenza tra reti WLAN e reti WSN, in modo tale da ottenere informazioni per l'ottimizzazione del set-up di trasmissione e la configurazione delle reti considerate. I diversi set-up di trasmissione riguardano sia la WLAN, al variare di packet size (ps_{wlan}), duty cycle (λ_{wlan}) e potenza del segnale, sia la WSN, in configurazione master-slave, al variare della finestra di polling (T_{poll}), della potenza del segnale e del numero di nodi all'interno dell'area considerata.

Nel primo scenario considerato, WLAN vittima di interferenza da WSN, il metodo cross-layer applicato ha permesso di rilevare i diversi contributi al PLR_{wlan} complessivo: pacchetti inviati ma non correttamente ricevuti, causa collisioni con segnali interferenti quando la presenza dell'interferente non è rilevata in trasmissione, e pacchetti non inviati nell'intervallo temporale fissato per il test, quando il canale viene rilevato occupato a causa della potenza del segnale WSN superiore alla soglia del CCA. Si sono inoltre rilevati i valori di soglia di λ_{wlan} , oltre i quali si ha un incremento del PLR_{wlan} , per diversi valori di ps_{wlan} . La presenza della WSN con $T_{poll} = 30$ ms abbassa i valori di soglia di λ_{wlan} , ed incrementa il PLR_{wlan} di circa il 15% nel caso peggiore per $ps_{wlan} = 1024$ byte, mentre per $ps_{wlan} = 1475$ byte l'incremento del PLR risulta notevolmente superiore. Una variazione di T_{poll} della WSN da 30 ms a 100 ms riporta le performance dalla WLAN ai valori stimati in assenza della WSN. Nello scenario WSN vittima di interferenza da WLAN, si è stimato un elevato PLR_{wsn} anche per λ_{wlan} molto bassi. L'aumento di T_{poll} a 100 ms produce un miglioramento delle prestazioni della WSN.

I risultati ottenuti permettono di ottimizzare la configurazione, fornendo le coppie di valori di ps_{wlan} e λ_{wlan} corrispondenti ad un compromesso ottimale tra minimizzazione del PLR e massimizzazione del



throughput. Risulta evidente l'effetto di interferenza predominante dovuto alla WLAN sulla WSN, le cui performance si attestano su $PLR_{wsn} \geq 50\%$ per valori di $\lambda_{wlan} \geq 20\%$. Ammettendo un PLR_{wsn} dell'ordine del 70%, la scelta ottimale per la WLAN impone $ps_{wlan} \leq 1024$ byte. Considerando invece prioritarie le prestazioni della WSN è necessaria una riduzione del duty cycle della WLAN, $\lambda_{wlan} < 30\%$, alla quale deve corrispondere un aumento del packet size per l'ottimizzazione del throughput.

Titolo Tesi: *Performance assessment of DVB-T and wireless communication systems by means of cross-layer measurements*

Supervisore: Dott. Ing. A. Sona, **Co-supervisore:** Prof. M. Bertocco

PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- M. Bertocco, D. Fortin, A. Sona, “*Characterization of the Environmental EM Field Radiated by Bluetooth Devices*”, IEEE EMC Europe Workshop 2005, “Electromagnetic Compatibility of Wireless Systems”, pp. 314-317
- M. Bertocco, M. Farias, D. Fortin, A. Sona, “*Cross-Layer Measurement for the Analysis of a DVB-T System Performances at the End User Level*”, IEEE Proc. of IMTC 2006, Instrumentation and Measurement Technology Conference, Sorrento, 24-27 Aprile 2006, pp. 196-200.
- L. Angrisani, M. Bertocco, D. Fortin, A. Sona, “*Assessing coexistence problems of IEEE 802.11b and IEEE 802.15.4 wireless networks through cross-layer measurements*”, IEEE Proc. of IMTC 2007, Instrumentation and Measurement Technology Conference, Warsaw, Poland.
- L. Angrisani, M. Farias, D. Fortin, A. Sona, “*Performance assessment and optimization of DVB-T systems affected by in-channel interference*” - IEEE Proc. of IMTC 2007, Instrumentation and Measurement Technology Conference, 1-3 May, 2007, Warsaw, Poland.
- L. Angrisani, M. Bertocco, D. Fortin, A. Sona, “*Experimental analysis of WLAN interference effects on IEEE 802.15.4 wireless sensor networks*”, IEEE Proc. of EMC Europe Workshop 2007, 14-15 June, 2007, Paris, France.
- L. Angrisani, M. Farias, D. Fortin, A. Sona, “*Assessment of code rate effects on DVB-T systems performance in the presence of interference*”, IEEE Proc. of EMC Europe Workshop 2007, 14-15 June, 2007, Paris, France.

Elenco pubblicazioni su rivista nazionale

- M. Bertocco, C. Narduzzi, D. Fortin, A. Sona, “*Analysis of WLAN digital modulations by a RF Vector Spectrum Analyzer*”, Forum Tecnologico sulla Strumentazione Virtuale - NIDays 2007 – Soluzioni e applicazioni, pp. 193-194.



Elenco pubblicazioni su convegno nazionali

- M. Bertocco, M. Farias, D. Fortin, G. Gamba, A. Sona, “*Misure per l’ottimizzazione di un sistema di trasmissione DVB-T tramite canale di ritorno*” GMEE 2006, Atti del XXIII Congresso Nazionale Gruppo Misure Elettriche ed Elettroniche, L’Aquila, 11-13 Settembre 2006, pp. 169-170.
- L. Benetazzo, M. Ercolano, D. Fortin, A. Sona, “*Misure di qualità video percepita tramite software per analisi oggettiva di segnali video digitali*”, GMEE 2006, Atti del XXIII Congresso Nazionale Gruppo Misure Elettriche ed Elettroniche, L’Aquila, 11 -13 Settembre 2006, pp. 171-172.
- L. Angrisani, M. Bertocco, M. Farias, D. Fortin, A. Sona, “*Analisi delle prestazioni di un sistema DVB-T in presenza di interferenza impulsiva co-canale*”, Atti del XXIV Congresso Nazionale Gruppo Misure Elettriche ed Elettroniche, Torino, 5-8 Settembre 2007, pp. 211-212.

Lavori accettati in corso di pubblicazione

- M. Bertocco, M. Farias, D. Fortin, A. Sona, “*Cross-layer Measurement for the Analysis of DVB-T System Performance*”, IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT.

Lavori sottoposti

- L. Angrisani, M. Bertocco, D. Fortin, A. Sona, “*Assessing coexistence problems of IEEE 802.11b and IEEE 802.15.4 wireless networks through cross-layer measurements*”, IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT.
- L. Angrisani, M. Farias, D. Fortin, A. Sona, “*Performance assessment and optimization of DVB-T systems affected by in-channel interference*”, IEEE TRANSACTIONS ON INSTRUMENTATION AND MEASUREMENT.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Daniele Fortin 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 **Cristiano Greggio** nell'ambito del XX ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Bioelettromagnetismo e Compatibilità Elettromagnetica.

Negli anni accademici 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007 il dottor Cristiano Greggio ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XX ciclo, Indirizzo Bioelettromagnetismo e Compatibilità Elettromagnetica.

ATTIVITÀ DI FORMAZIONE

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

Primo anno

Applied Linear Algebra, Docente: Prof. H. Wimmer

Numerical Models for fields analysis in biological beings, Docente: Prof. F. Dughiero

Applied Functional Analysis, Docente: Prof. P. Ciatti

Secondo anno

Advanced Topics in Analog Integrated Circuit, Docente: Prof. Neviani

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

Misure di Compatibilità Elettromagnetica, Docente: Prof. M. Bertocco

Progettazione e Diagnostica, Docente: Prof. A. Sona

Partecipazione a Scuole:

U.I.E. Intensive Course for PhD Students on Electromagnetic Processing of Materials, 1-7 Giugno 2006, Riga (Latvia)

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

HES-07, International Symposium on Heating by Electromagnetic Sources, 12-22 Giugno 2007, Padova (Italia)

ATTIVITÀ DI RICERCA

Il tema di ricerca ha riguardato lo studio dell'esposizione umana ai campi elettromagnetici in ambito lavorativo, con particolare riguardo al campo magnetico prodotto da impianti di riscaldamento ad induzione per il trattamento termico dei metalli. L'imminente recepimento da parte degli Stati membri dell'Unione Europea della Direttiva 2004/40/CE "sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici)" ha evidenziato l'esigenza di indagare le varie fasi necessarie al soddisfacimento dei requisiti di intensità di campo elettromagnetico che essa stabilisce, con lo scopo in particolare, attraverso un'attività pratica rivolta ad una reale installazione industriale, di identificare gli aspetti critici durante le operazioni di misura dell'intensità di campo e di progetto dei dispositivi schermanti, proponendo criteri pratici, suggeriti dall'esperienza condotta, per migliorare i risultati. In particolare il lavoro svolto: 1) ha consentito di identificare alcuni criteri pratici da seguire per ridurre l'incertezza di misura in occasione di rilievi dell'intensità di campo magnetico, condotti con strumentazione commerciale; 2) ha portato allo sviluppo di modelli di calcolo semplificati, ma più accurati di quelli attualmente



in uso, per la determinazione simulata dei livelli di esposizione per il corpo umano; 3) ha portato allo sviluppo di un efficiente modello di calcolo numerico per la determinazione dell'intensità di campo magnetico risultate dall'applicazione di schermi passivi realizzati in materiale elettricamente conduttore.

Titolo Tesi: *Analisi, progettazione e verifica sperimentale di schermi passivi per la mitigazione dei campi magnetici in prossimità di impianti di riscaldamento ad induzione*

Supervisore: Prof. Ing. Fabrizio Dughiero

PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

1. M.Bertocco, F.Dughiero, C.Greggio, E.Sieni, A.Sona, Efficient characterization of magnetic field sources — IMTC06 IEEE Instrumentation and Measurements Technology Conference, Sorrento, Aprile 2006.
2. F.Dughiero, C.Greggio, Numerical models for the evaluation of shielding effects in induction heating furnaces — EHE06 International Conference on Electromagnetic Fields, Health and Environment – Isola di Madeira, Portogallo, 27-29 Aprile 2006.
3. M. Bertocco, F. Dughiero, C. Greggio, E. Sieni, An efficient model to evaluate the magnetic field in the surrounding of induction heating installations - - EHE06 International Conference on Electromagnetic Fields, Health and Environment – Isola di Madeira, Portogallo, 27-29 Aprile 2006.
4. M.Bertocco, C.Greggio, E.Sieni, Magnetic field measurement in industrial environment – – IMTC07 IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference, Varsavia, Polonia, 1-3 Maggio 2007.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Cristiano Greggio 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 **Matteo Meneghini** nell'ambito del XX ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni.

Negli anni accademici 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007 il dottor Meneghini Matteo ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XX ciclo, Indirizzo Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni

ATTIVITÀ DI FORMAZIONE

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

Primo anno

Applied linear algebra, Harald Wimmer

Applied functional analysis, Paolo Ciatti

Elementi di visione computazionale, Andrea Fusiello

Selected topics in analog design, Andrea Neviani

Physical models for the numerical simulation of semiconductor devices, Giovanni Verzellesi

Secondo anno

Electrostatic Discharge in Integrated Circuits, G. Meneghesso

Corsi seguiti presso altre istituzioni:

Primo anno

Elettronica dei semiconduttori organici, Marco Sampietro (Politecnico di Milano)

Partecipazione a Scuole:

"Summer school on information engineering" di Bressanone (26-30/06/2005)

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

1. *XIV Colloquium on Musical Informatics*, Florence, Italy, 2003 (**come relatore**)
2. *IEEE International Electron Devices Meeting*, Washington DC, USA, 2005 (**come relatore**)
3. *30 th Workshop on Compound Semiconductors and Integrated Circuits (WOCSDICE-2006)*, Fiskebacksl, Sweden, 2006 (**come relatore**)
4. *European Material Research Society (E-MRS) Meeting*, Nice, France, 2006 (**come relatore**)
5. *SPIE 6th Conference on Solid State Lighting*, San Diego USA, 2006 (**come relatore**)
6. *International Workshop on Nitride Semiconductors*, IWN-2006, Kyoto, Japan, 2006
7. *International Workshop on Industrial Technologies for Optoelectronic Semiconductors (IWITOS-2007)*, Seoul, Corea, 2007 (**come relatore, su invito**)
8. *Workshop on Compound Semiconductor Materials and Devices (WOCSDMMAD-2007)*, Savannah, GA, USA, 2007 (**come relatore, su invito**)
9. *31 st Workshop on Compound semiconductors and integrated circuits (WOCSDICE-2007)*, Venice, Italy, 2007 (**come relatore**)
10. *European Symposium Reliability of Electron Devices, Failure Physics and Analysis (ESREF-2007)*, Arcachon, France, 2007 (**come relatore**)
11. *International Conference on Nitride Semiconductors (ICNS-2007)*, Las Vegas, NV, USA 2007 (**come relatore**)



Didattica Attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

- A.A. 2005/2006:** *Esercitazioni del corso di “Dispositivi Optoelettronici”, prof. E. Zanoni, Laurea specialistica (8 ore)*
- A.A. 2005/2006:** *Esercitazioni del corso di “Fondamenti di Elettronica I”, prof. G. Meneghesso, Laurea Triennale (4 ore)*
- A.A. 2005/2006:** *Lezioni del corso di “Microelettronica”, prof. G. Meneghesso, Laurea Spec. (4 ore)*
- A.A. 2006/2007:** *Esercitazioni del corso di “Dispositivi Optoelettronici”, prof. E. Zanoni, Laurea Specialistica (8 ore)*
- A.A. 2006/2007:** *Lezioni al “Master di alto apprendistato”, prof. B. Atzori (3 ore)*
- A.A. 2006/2007:** *Lezioni del corso di “Microelettronica”, prof. G. Meneghesso, Laurea Spec. (4 ore)*
- A.A. 2007/2008:** *Esercitazioni del corso di “Dispositivi Optoelettronici”, prof. E. Zanoni, Laurea Specialistica (6 ore)*

Seminari tenuti:

- Dispositivi Optoelettronici: caratteristiche elettro-ottiche ed affidabilità (studenti corso di Microelettronica, AA 2006-2007)
- Affidabilità di LED e Laser (studenti corso di Qualità ed affidabilità, AA 2006-2007)
- Affidabilità di LED e Laser (studenti corso di Qualità ed affidabilità, AA 2007-2008)

ATTIVITÀ DI RICERCA

L'attività di ricerca svolta durante il triennio di dottorato ha riguardato la caratterizzazione e l'analisi dell'affidabilità di dispositivi optoelettronici su nitruro di gallio. Obiettivi del lavoro sono stati:

- ottenere una accurata caratterizzazione del comportamento elettro-ottico di dispositivi optoelettronici su GaN, volta ad una migliore comprensione dei meccanismi di trasporto ed emissione degli stessi
- analizzare i meccanismi che limitano l'affidabilità di LED e laser su GaN, allo scopo di ottenere un miglioramento delle tecnologie costruttive (in collaborazione con i costruttori di LED e laser)
- analizzare la dipendenza delle cinetiche di degrado di dispositivi optoelettronici dalle condizioni operative (corrente, temperatura, potenza ottica), allo scopo di (a) determinare la natura del meccanismo di degrado e (b) fornire ai costruttori informazioni sulle migliori condizioni di pilotaggio per i dispositivi stessi.

Si sono analizzati sia dispositivi commerciali, sia prototipi R&D, in stretta collaborazione con i costruttori degli stessi (OSRAM – Germania, Tridonic – Austria, Matsushita – Giappone, S-ET - USA). Il lavoro è stato svolto nel contesto di due progetti PRIN sull'affidabilità di LED per sistemi di illuminazione allo stato solido. I risultati di maggiore rilevanza scientifica sono stati pubblicati su riviste internazionali, e sono stati utilizzati dai costruttori di dispositivi come feedback per il miglioramento delle tecnologie produttive e della qualità dei prodotti.



Nel seguito vengono sinteticamente riassunti i risultati originali conseguiti durante il triennio di dottorato.

Caratterizzazione comportamento elettro-ottico di LED su GaN

- **LED di segnale:** si sono studiati i meccanismi di emissione di LED su GaN al variare di temperatura e condizioni di polarizzazione. L'analisi dei processi di emissione è stata condotta mediante tecniche di caratterizzazione elettrica ed ottica (misure tensione-corrente, Elettroluminescenza e Catodoluminescenza). L'analisi del segnale ottico al variare di temperatura e polarizzazione ha permesso di comprendere l'influenza della presenza di stati trappola sui meccanismi di iniezione ed emissione. In particolare, si è mostrato che l'analisi dell'efficienza esterna EL e della relativa corrente di saturazione costituisce uno strumento per studiare i meccanismi di iniezione di portatori in buca e identificare stati trappola responsabili di questi processi.
- **LED di potenza:** Si è inoltre caratterizzato il funzionamento di LED di potenza sotto diversi regimi di polarizzazione, allo scopo di identificare la strategia migliore di pilotaggio in termini di prestazioni per questi dispositivi. Si sono confrontati gli effetti di pilotaggio in corrente continua ed impulsata (onda quadra, diversi duty cycles), a parità di corrente media iniettata nel dispositivo. L'attività svolta indicato che in generale il pilotaggio dei LED mediante impulsi determina un riscaldamento maggiore dei diodi rispetto all'alimentazione continua, a parità di corrente media iniettata nel dispositivo. Tale effetto è tanto più marcato quanto minore è il duty cycle della forma d'onda applicata ai dispositivi. Si è inoltre verificato che questo maggiore riscaldamento implica una riduzione della potenza ottica emessa ed una variazione dell'efficienza di conversione dei fosfori per alimentazione impulsata rispetto all'alimentazione continua. Le misure svolte hanno quindi mostrato come l'alimentazione impulsata possa essere una valida alternativa alla tradizionale alimentazione dc solo per duty cycle elevati (>50 %), a parità di corrente media. Valori inferiori di duty cycle comportano un riscaldamento eccessivo dei dispositivi ed una conseguente riduzione dell'efficienza ottica degli stessi.

Analisi dei meccanismi di degrado di LED e laser su GaN

Si è svolta una caratterizzazione dettagliata dei processi di degrado elettrico ed ottico dei LED su GaN. In particolare, si è progettato procedure e strutture di test specifiche, per analizzare separatamente i meccanismi di invecchiamento delle diverse regioni di dispositivo. Si sono in particolare studiati:

(i) il degrado della zona attiva (eterostruttura), mediante stress test a bassa densità di corrente

Si sono analizzati gli effetti di stress a livelli moderati di corrente sulle caratteristiche elettriche ed ottiche dei dispositivi. Si è mostrato che questo tipo di trattamento può indurre, come modi di guasto, un calo della potenza ottica e un aumento della corrente inversa. In seguito allo stress, si sono inoltre rilevate variazioni significative delle caratteristiche capacitive dei dispositivi e del profilo di drogaggio apparente in zona attiva: tali variazioni sono risultate essere fortemente correlate con il calo di potenza ottica. Ciò ha indicato che lo stress determina la modifica delle proprietà della zona attiva dei dispositivi, inducendo la generazione di centri non radiativi. L'analisi DLTS effettuata nella stessa regione di semiconduttore ha confermato che lo stress influenza pesantemente il comportamento di trappole a 170 - 180 meV.

Le misure effettuate, quindi, hanno indicato che il meccanismo fisico alla base del degrado è l'aumento dei percorsi non-radiativi dovuto alla generazione di difetti in zona attiva, a causa del transito di portatori. I cambiamenti nella natura e concentrazione delle trappole all'interfaccia possono



inoltre modificare i meccanismi di iniezione di carica nella quantum well, diminuendo l'efficienza radiativa.

(ii) il degrado dei contatti ohmici dei LED, mediante stress test ad alta temperatura

Si sono condotti esperimenti su LED con e senza passivazione in nitruro di silicio (SiN) depositato tramite Plasma-Enhanced Chemical Vapour Deposition (PECVD) e quindi ricco in contenuto di idrogeno. I dispositivi sono stati sottoposti a trattamenti termici a temperature comprese tra 180°C e 250°C. Si è mostrato come le proprietà della passivazione possano influenzare pesantemente l'affidabilità dei LED InGaN/GaN durante il funzionamento ad alte temperature: i LED con strato passivante hanno mostrato perdita dell'efficienza radiativa, l'insorgere di fenomeni di current crowding, l'aumento della resistenza serie l'aumento della tensione diretta in seguito allo stress termico. Si è dimostrato che il meccanismo di degrado è termicamente attivato, con energia di attivazione pari a 1.3 eV. I dispositivi non passivati, d'altro canto, non hanno mostrato questo tipo di degrado. L'invecchiamento dei dispositivi è stato attribuito alla diffusione di idrogeno dallo strato di passivazione all'interfaccia metallo/semiconduttore e alla zona p-GaN, con conseguente degrado dei contatti ohmici e compensazione del drogante accettore a causa della formazione di composti Mg-H. Si è inoltre dimostrato che il meccanismo di guasto descritto è reversibile se, in seguito a stress, la passivazione viene rimossa dalla superficie dei LED e i dispositivi vengono sottoposti a ulteriore trattamento termico.

L'analisi del comportamento di strutture TLM con e senza passivazione ha indicato che a seguito del trattamento termico le proprietà dell'interfaccia M/S risultano alterate, a causa (i) di una variazione dell'altezza di barriera (che determina la non linearità delle caratteristiche dei contatti) (ii) del calo della concentrazione di drogante accettore efficace (che determina l'aumento di resistività dei contatti). L'analisi quantitativa del processo di degrado condotta mediante tecnica TLM ha dimostrato che l'interazione H-accettore interessa principalmente la superficie dei dispositivi, mentre non si ha una significativa interazione in profondità.

(iii) il degrado di package e fosfori, mediante prove di invecchiamento ad alta temperatura

Si sono condotte numerose prove di stress ad alta temperatura di LED di potenza, allo scopo di valutare il ruolo della temperatura nel degrado elettro-ottico di dispositivi per sistemi di illuminazione allo stato solido, ed i limiti tecnologici delle diverse tecnologie analizzate. Mediante analisi ottica e microscopica si è dimostrato che il degrado ad alte temperature di LED di potenza è fortemente correlato all'annerimento del package dei dispositivi, conseguenza delle elevate temperature raggiunte dai LED durante lo stress. Questo meccanismo riduce la riflettività del package, e comporta (i) il calo della potenza ottica emessa dai dispositivi e (ii) il calo dell'efficienza di conversione blu-giallo con conseguente degrado delle proprietà cromatiche dei LED. D'altro canto, si è dimostrato che il degrado ottico di LED di potenza sottoposti a stress termico non è correlato al degrado elettrico delle caratteristiche dei chip.

(iv) il degrado di laser su GaN, mediante test di invecchiamento a corrente e potenza ottica costante

Si sono analizzati *(i)* l'effetto di prove di stress accelerato sulle caratteristiche elettro-ottiche dei dispositivi, *(ii)* la qualità dell'output luminoso degli stessi prima e dopo lo stress, *(iii)* la variazione delle caratteristiche elettriche dei laser durante il funzionamento e prima della rottura, *(iv)* la variazione dei profili capacitivi di carica indotta dallo stress. Risultato dell'analisi è stata una descrizione dei processi di guasto nel breve termine ($t < 100$ ore).



Si è in particolare mostrato come il degrado sia legato ad un processo di diffusione di impurezze in zona attiva, con conseguente aumento dei tassi di ricombinazione non-radiativa e variazione dei meccanismi di conduzione in regime inverso. Il fenomeno di diffusione si è dimostrato dipendente sia da corrente sia da temperatura, mentre si è rivelata una scarsa dipendenza delle cinetiche di degrado dal campo ottico in cavità. Si è quindi dimostrato che il fenomeno di diffusione è attivato elettrotermicamente.

Titolo Tesi: *Analysis of the physical processes that limit the lifetime of GaN-based optoelectronic devices*

Supervisore: Prof. Enrico Zanoni

PUBBLICAZIONI

LAVORI SU RIVISTE INTERNAZIONALI CON REFEREE

- R1. A. Castaldini, L. Cavallini, L. Rigutti, **M. Meneghini**, S. Levada, G. Meneghesso, E. Zanoni, V. Härle, T. Zahner, U. Zehnder, "Short term instabilities of InGaN GaN light emitting diodes by capacitance-voltage characteristics and junction spectroscopy", Phys. Stat. Sol. (c) 2, no. 7, pp. 2862–2865, 2005
- R2. S. Levada, **M. Meneghini**, G. Meneghesso, E. Zanoni, "Analysis of DC Current Accelerated Life Tests of GaN LEDs Using a Weibull-Based Statistical Model", IEEE Transactions on Device and Materials Reliability, vol. 5, no. 4, pp. 688–693, 2005
- R3. F. Rossi, G. Salviati, M. Pavesi, M. Manfredi, **M. Meneghini**, G. Meneghesso, E. Zanoni and U. Strauß, "Temperature and current dependence of the optical intensity and energy shift in blue InGaN-based light-emitting diodes: comparison between electroluminescence and cathodoluminescence", Semicond. Sci. Technol., vol. 21, pp. 638–642, 2006
- R4. F. Rossi, M. Pavesi, **M. Meneghini**, G. Salviati, M. Manfredi, G. Meneghesso, A. Castaldini, A. Cavallini, L. Rigutti, U. Strass, U. Zehnder, and E. Zanoni, "Influence of short-term low current dc aging on the electrical and optical properties of InGaN blue light-emitting diodes", J. Appl. Phys. vol. 99, pp. 053104-1-053104-7, 2006
- R5. M. Pavesi, M. Manfredi, F. Rossi, **M. Meneghini**, E. Zanoni, U. Zehnder, and U. Strauss, "Temperature dependence of the electrical activity of localized defects in InGaN-based light emitting diodes", Appl. Phys. Lett., vol. 89, pp. 041917-041919, 2006
- R6. **M. Meneghini**, S. Podda, A. Morelli, R. Pintus, L. Trevisanello, G. Meneghesso, M. Vanzi and E. Zanoni, "High brightness GaN LEDs degradation during dc and pulsed stress", Microelectronics Reliability, Vol. 46, no. 9-11, pp. 1720-1724, 2006
- R7. **M. Meneghini**, L.-R. Trevisanello, U. Zehnder, T. Zahner, U. Strauss, G. Meneghesso, and Enrico Zanoni, "High-temperature degradation of GaN LEDs related to passivation", IEEE Transaction on Electron Devices, vol. 53, no. 12, pp. 2981 – 2987, 2006
- R8. **M. Meneghini**, L. -R. Trevisanello, G. Meneghesso, E. Zanoni, F. Rossi, M. Pavesi, U. Zehnder and U. Strauss, "High-temperature failure of GaN LEDs related with passivation", Superlattices and Microstructures, Vol. 40, no. 4-6, pp. 405-411, 2006
- R9. **M. Meneghini**, L. Trevisanello, C. Sanna, G. Mura, M. Vanzi, G. Meneghesso and E. Zanoni, High temperature electro-optical degradation of InGaN/GaN HBLEDs, Microelectronics Reliability, vol. 47, Issues 9-11, pp. 1625-1629, 2007



- R10. **M. Meneghini**, L.-R. Trevisanello, U. Zehnder, G. Meneghesso, and Enrico Zanoni, "Reversible degradation of ohmic contacts on p-GaN for application in high brightness LEDs", IEEE Transaction on Electron Devices, vol. 54, no. 12, pp. 3245 - 3251, 2007

LAVORI SU RIVISTE INTERNAZIONALI CON REFEREE SU INVITO

- R11. **M. Meneghini**, "An analysis of the compositional techniques in John Chowning's Stria", Computer Music Journal, Vol 30, n. 4, pp. 26-37, September 2007

LAVORI SU RIVISTE INTERNAZIONALI CON REFEREE (Accettati e non ancora pubblicati)

- R12. L. Trevisanello, **M. Meneghini**, U. Zehnder, B. Hahn, G. Meneghesso, E. Zanoni, "High temperature instabilities of ohmic contacts on p-GaN", accepted for publication on Physica Status Solidi (c)
- R13. L. Rigutti, A. Castaldini, **M. Meneghini** and A. Cavallini, "Current-enhanced introduction of recombination centres in the quantum well region of InGaN/GaN based light-emitting diodes", accepted for publication on Semiconductor Science and Technology
- R14. M. Pavesi, M. Manfredi, F. Rossi, **M. Meneghini**, G. Meneghesso, and E. Zanoni, "Implications of changes in the injection mechanisms on the low temperature electroluminescence in InGaN/GaN light emitting diodes", accepted for publication on Journal of Applied Physics

LAVORI A CONGRESSI e WORKSHOP INTERNAZIONALI

- C1. **M. Meneghini**, "Stria by Jown Chowning: analysis of the compositional process", XIV Colloquium on Musical Informatics, Florence, Italy, 8-10 May 2003.
- C2. G. Meneghesso, **M. Meneghini**, S. Levada, E. Zanoni, A. Cavallini, A. Castaldini, V. Harle, T. Zahner, U. Zehnder, "Study of short-term instabilities of InGaN/GaN light-emitting diodes by means of capacitance-voltage measurements and deep-level transient spectroscopy", Proc. SPIE Int. Soc. Opt. Eng. 5530, 251 (2004)
- C3. A. Cavallini, A. Castaldini, L. Rigutti, **M. Meneghini**, S. Levada, G. Meneghesso, E. Zanoni, V. Haerle, T. Zahner and U. Zehnder; "Short-Term Instabilities of InGaN/GaN Light Emitting Diodes by Junction Spectroscopy and Photoconductivity Analyses" International Workshop on Nitride Semiconductors July 19 - 23, 2004 Sheraton Station Square Pittsburgh, Pennsylvania, USA
- C4. S. Levada, D. Carraro, E. Favaro, **M. Meneghini**, A. Tazzoli, S. Buso, G. Spiazzi, G. Meneghesso, E. Zanoni "Factors limiting the High Brightness InGaN LEDs performance at high injection current bias" 29th Workshop on Compound Semiconductor Devices and Integrated Circuits (ISBN 0 86341 5164), 16-18th May 2005 Cardiff, Wales, UK
- C5. **M. Meneghini**, L. Trevisanello, S. Levada, G. Meneghesso, G. Tamiazzo, E. Zanoni T. Zahner, U. Zehnder, V. Härle, "Failure Mechanisms of Gallium Nitride LEDs Related with Passivation", Tech. Digest IEDM, Dec. 5, 2005, pp. 1009 - 1012, 2005
- C6. S. Levada, **M. Meneghini**, E. Zanoni, S. Buso, G. Spiazzi, G. Meneghesso, "High brightness InGaN LEDs degradation at high injection current bias", IEEE Proc. International Reliability Physics Symposium, IRPS 2006, pp. 615-616, 2006
- C7. Cavallini, A. Castaldini, L. Rigutti, G. Meneghesso, **M. Meneghini**, S. Levada, E. Zanoni, U. Zehnder, T. Zahner, V. Haerle, "Role of deep levels in DC current aging of GaN/InGaN Light-Emitting Diodes studied by Capacitance and Photocurrent Spectroscopy", Material Research Society, MRS, Boston USA, November 28- December 1, 2005,



- C8. **M. Meneghini**, L.-R. Trevisanello, T. Zahner, U. Zehnder, U. Strauss, G. Meneghesso and E. Zanoni, „High temperature instabilities of GaN LEDs related to passivation”, 30 Workshop on Compound Semiconductor Devices and Integrated Circuits, May 14-17, 2006 Fiskebacksil, Sweden
- C9. **M. Meneghini**, L. Trevisanello, S. Podda, S. Buso, G. Spiazzi, G. Meneghesso, and E. Zanoni, “Stability and performance evaluation of high-brightness light-emitting diodes under DC and pulsed bias conditions”, Proc. SPIE Vol. 6337, 63370R 2006
- C10. **M. Meneghini**, L.-R. Trevisanello, R. Penzo, M. Benedetti, U. Zehnder, U. Strauss, G. Meneghesso and E. Zanoni, “Reversible degradation of GaN LEDs related to passivation”, IEEE Proc. International Reliability Physics Symposium, IRPS 2007, pp. 457-461, 2007
- C11. **M. Meneghini**, L. Trevisanello, U. Zehnder, G. Meneghesso, E. Zanoni, “High temperature instabilities of ohmic contacts on Mg-doped gallium nitride”, Proc. of 31th Workshop on Compound Semiconductor Devices and Integrated Circuits (ISBN 978-88-6129-088-4), pp. 31-34, May 20-23th, 2007 Venice, Italy
- C12. L. Rigutti, A. Castaldini, **M. Meneghini**, A. Cavallini, “Thermally and electrically induced degradation of blue multi-quantum well InGaN/GaN light-emitting diodes” 31th Workshop on Compound Semiconductor Devices and Integrated Circuits (ISBN 978-88-6129-088-4), pp. 317-320, May 20-23th, 2007 Venice, Italy
- C13. L.-R. Trevisanello, **M. Meneghini**, G. Mura C. Sanna, S. Buso, G. Spiazzi, M. Vanzi, G. Meneghesso, E. Zanoni, “Thermal stability analysis of High Brightness LED during high temperature and electrical aging”, Proc. SPIE Vol. 6669-41, 2007
- C14. N. Trivellin, **M. Meneghini**, L. Trevisanello, U. Zehnder, G. Meneghesso, and E. Zanoni, “High temperature degradation of ohmic contacts on p-GaN”, HeTech 2007, 16th European Workshop on Heterostructure Technology, Fréjus, September 2-5, 2007

LAVORI A CONGRESSI e WORKSHOP INTERNAZIONALI (Accettati)

- C15. G. Meneghesso, G. Verzellesi, F. Danesin, **M. Meneghini**, F. Rampazzo, A. Tazzoli, F. Zanon, E. Zanoni “Degradation of GaN HEMT at high drain voltages”, 11th International Symposium on Microwave and Optical Technology (ISMOT-2007) December 17-21, 2007 Monte Porzio Catone, Roma – ITALY

LAVORI A CONGRESSI e WORKSHOP INTERNAZIONALI SU INVITO

- C16. G. Meneghesso, S. Levada, **M. Meneghini**, E. Zanoni “Reliability of GaN-based LEDs” (**INVITED**) Proc. of WOCSDICE 2004, (ISBN 80-227-2050-x) 28th Workshop on Compound Semiconductor Devices and Integrated Circuits held in Europe, p.29-32, Bratislava, May 17-19, 2004
- C17. **M. Meneghini** and E. Zanoni, "Study of the reliability and degradation mechanisms of GaN LEDs", (**INVITED**), Proc. of the 5th International Workshop on Industrial Technologies for Optoelectronic Semiconductors: Reliability and Standardization of LED/Solid State Lighting, Seoul, Corea, January 30, 2007, pp. 37-98, 2007
- C18. **M. Meneghini**, L. Trevisanello, G. Meneghesso, E. Zanoni, “High temperature instabilities of GaN LEDs related to passivation”, presented at the 43rd Annual Workshop on Compound Semiconductor Materials and Devices - WOCSEMMAD '07, **conferenza su invito**
- C19. E. Zanoni, G. Meneghesso, G. Verzellesi, F. Danesin, **M. Meneghini**, F. Rampazzo, A. Tazzoli, F. Zanon “A Review of Failure Modes and Mechanisms of GaN-based HEMT's”, Invited paper



for the IEEE International Electron Devices Meeting (IEDM), Washington, DC, December 10-12, 2007

LAVORI SOTTOPOSTI A RIVISTA

S. Buso, G. Spiazzi, **M. Meneghini**, G. Meneghesso, "Performance Degradation of High Brightness Light Emitting Diodes under DC and Pulsed Bias", submitted for publication on IEEE-Transaction on Materials and Devices Reliability (T-DMR)

M. Meneghini, L. Trevisanello, U. Zehnder, G. Meneghesso, and E. Zanoni, "Thermal degradation of InGaN/GaN LEDs ohmic contacts", submitted for publication of Physica Status Solidi

M. Meneghini, L. Rigutti, L. R. Trevisanello, A. Cavallini, G. Meneghesso and E. Zanoni, "A Model for the thermal degradation of metal/(p-GaN) interface in GaN-based LEDs", submitted for publication on the Journal of Applied Physics

F. Rossi, M. Pavesi, **M. Meneghini**, G. Salviati, M. Manfredi, E. Zanoni, and U. Zehnder, "Field-dependence of the carrier injection mechanisms in InGaN Quantum Wells: its effect on the luminescence properties of blue LEDs", submitted for publication on the Journal of Applied Physics

LAVORI SOTTOPOSTI A CONGRESSI

M. Meneghini, N. Trivellin, L. Trevisanello, K. Orita, M. Yuri, E. Zanoni, and G. Meneghesso, "Degradation of blu-ray GaN-based laser diodes due to Electro-Thermal diffusion", Accepted for the IEEE-International Reliability Physics Symposium (IRPS-2007), April 2007-May 1, 2008, Phoenix, AZ, USA

M. Meneghini, N. Trivellin, L. Trevisanello, A. Lunev, J. Yang, Y. Bilenko, W. Sun, M. Shatalov, R. Gaska, E. Zanoni, and G. Meneghesso, "Combined optical and electrical analysis of AlGaN-based deep-UV LEDs reliability", Accepted for the IEEE-International Reliability Physics Symposium (IRPS-2007), April 2007-May 1, 2008, Phoenix, AZ, USA

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Matteo Meneghini 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 Merlin** nell'ambito del XX ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Ingegneria Elettroinca e delle Telecomunicazioni.

Negli anni accademici 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007 il dottor Simone Merlin ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XX ciclo, Indirizzo Ingegneria Elettroinca e delle Telecomunicazioni.

ATTIVITÀ DI FORMAZIONE

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

Primo anno:

- 1) Introduction to coding theory, Prof. F. Fagnani, 20 h
- 2) Applied linear algebra, Prof. H. Wimmer, 16 h
- 3) Multi-agent systems, Prof. K. R. Apt, 16 h
- 4) Space-time coding and signal processing for wireless communications, Prof. N. Benvenuto, 20 h
- 5) Applied functional analysis, Prof. P. Ciatti, 22 h
- 6) Project management, Dr. L. Vangelista, 15 h
- 7) English course (Centro Linguistico di Ateneo), Prof. M. Canapero 60 h

Corsi seguiti presso altre istituzioni:

- 1) Metodi innovativi di analisi dei dati (Politecnico di Milano), Prof. Bittanti (ed altri), 18 h

Partecipazione a scuole

- 1) Scuola Invernale di Ingegneria dell'Informazione, Napoli, Febbraio 2005
- 2) Scuola Estiva di Ingegneria dell'Informazione (SSIE), Bressanone, Giugno 2005
- 3) Joint Newcom PRIMO FIRB Ph.D. School, Bressanone, 10-14 Ottobre 2005;
- 4) Scuola Invernale di Ingegneria dell'In
- 5) formazione (SSIE), Bressanone, Giugno 2006
- 6) Scuola Invernale di Ingegneria dell'Informazione (SSIE), Bressanone, Giugno 2007

Seminari tenuti

- 1) DEI Colloquium: "Cross-layer design in wireless data networks: concepts and application examples", DEI, 11/10/2007
- 2) "Multi-channel Multi-Radio ad-hoc networks: Overview and open issues". Edinburgh University. 11/8/06
- 3) "A resource allocation scheme for next generation cellular systems". SSIE 2005, Bressanone.
- 4) "Resource Allocation in a 4th Generation Wireless Cellular System" SSIE 2006, Bressanone
- 5) "Multi-channel multi-radio ad-hoc networks: overview and new findings in resource allocation" SSIE 2007, Bressanone.

Seminari seguiti (principali)

- Intelligent Sensor Networks: the role of messaging middleware for end-to end business solutions Dr. Pierre R. Chevillat
- Quantum Information and the Forgetfulness of Nature Charles H. Bennett
- From wireless networks to sensor networks and onward to networked embedded control P.R. Kumar



- Free-space Optical Networks, A. Acampora
- Security and IP-Based 3G Wireless Networks, Thomas F. La Porta.
- Performance tradeoffs between spatial multiplexing and space-division multiple access in cellular systems, Howard Huang
- Analysis of Processing Energy for Error Control Codes, Vincent Gaudet
- Underwater wireless communications, seminario e corso, M. Stojanovic,
- New Frontiers in Optical Communications: MAN and Broadband Access, Leonid Kazowsky.
- Low Degree Connectivity in Sensor Networks , Ludek Kucera
- Scheduling Algorithms for Spectrally Efficient High Throughput Wireless Packed Data Access, Robert Elliot
- Introduction to Network Coding for Wireless Networks, Joerg Widmer
- Resource Allocation Algorithms in Cross-Layer Design of Wireless Networks, Leandros Tassiulas
- Dynamic and Neuro-Dynamic Programming: An Overview and Recent Work. Dimitri P. Bertsekas McAfee Professor of Engineering MIT, LIDS
- Distributed Network Utility Maximization in Multi-hop Wireless Networks: Noisy Feedback, Lossy Channel and Stability. Professor Junshan Zhang, Arizona State University
- Bringing the Network Into the Loop. Sergio D. Servetto, School of Electrical and Computer Engineering Cornell University
- Distributed Link Scheduling with Constant Overhead. Sujay Sanghavi, MIT
- Fundamental Tradeoff between Channel Probing and Data Transmission in Wireless Sensor/Ad-Hoc Networks Professor Junshan Zhang, Arizona State University
- Making IEEE 802.16 MESH Mode Work Dr. – Ing. Matthias Hollick Technische Universitat Darmstadt Darmstadt, Germany

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

- 1) Workshop on Optical Networking, Palazzo del Bo, Padova, 7-8 Aprile, 2005
- 2) WiRTeP, Roma, Aprile 2006
- 3) WPMC05 Aalborg, DK, Settembre 2005

Periodi di Attività all'Estero

- 1) Visitatore per 6 mesi presso Wireless Networking Group, University of Illinois at Urbana Champaign. 1-11-06 / 30-04-07. Supervisore: Prof. Nitin Vaidya.
- 2) Stage presso QUALCOMM INC., San Diego, CA, USA. Inizio 3-12-07

Didattica attiva

- 1) “Protocolli ed applicazioni: Internet e Laboratorio di Telecomunicazioni”, Michele Zorzi , 4 h, Laurea Specialistica, AA 2006-2007
- 2) Supervisione tesi: Laura Baldelli: “Modelli di traffico per reti wireless” Luca Begnini: “Studio di un meccanismo distribuito per allocazione dinamica delle risorse in un sistema multi-cellulare” Luca Zanchetta: “Tecniche di allocazione delle risorse in un sistema radiomobile cellulare di tipo OFDMA”

ATTIVITÀ DI RICERCA

Risultati originali attività di ricerca

L'attività di ricerca svolta ha avuto come oggetto lo studio e l'ottimizzazione del funzionamento di reti di telecomunicazione wireless. Lo studio ha riguardato diverse tecnologie (Bluetooth, IEEE 802.11 (WiFi), IEEE 802.16-like (WiMAX-like), ad hoc) e toccato problematiche a diversi livelli della pila



protocollore, con particolare attenzione ai livelli di 'accesso al mezzo' e 'fisico'. In particolare si sono studiate le interazioni fra le funzioni svolte da diversi livelli della rete e sono stati proposti meccanismi di tipo 'cross layer' per lo studio e l'ottimizzazione delle prestazioni.

Di seguito sono brevemente riportati i principali risultati originali.

1) Reti ad hoc multi-canale multi-interfaccia [C7]

Si tratta di reti ad hoc nelle quali sono disponibili più canali per le comunicazioni fra i nodi. Ciascun nodo ha a disposizione più interfacce radio che possono essere usate su canali diversi. Lo studio, di carattere teorico, ha visto la formulazione di un problema di ottimizzazione delle prestazioni che ha coinvolto le funzioni di trasporto, allocazione dei canali e scheduling delle trasmissioni. È quindi stato definito un algoritmo per l'ottimizzazione congiunta delle suddette funzioni, il quale presenta delle proprietà teoricamente dimostrabili. L'algoritmo è stato usato per valutare le prestazioni di tali reti al variare di diversi parametri, quali il numero di canali, interfacce, flussi di traffico. Si tratta dei primi estensivi risultati di ottimizzazione cross-layer ottenuti per questo tipo di reti, che permettono di validare precedenti modelli teorici.

2) Algoritmi pratici per ottimizzazione in reti IEEE 802.11 [S1][S2]

Lo standard IEEE 802.11 prevede numerosi parametri il cui valore può essere deciso al fine di ottimizzare le prestazioni. Lo studio di queste reti ha avuto come scopo principale la definizione di algoritmi per l'ottimizzazione delle prestazioni, compatibili con le specifiche dello standard e utilizzabili su dispositivi reali. Il lavoro è stato svolto in collaborazione con ST Microelectronics, Agrate Brianza.

Partendo da misure dello stato della rete, previste dallo standard, e utilizzando un modello matematico per il funzionamento della stessa, è stato definito uno schema utilizzabile per l'ottimizzazione di una generica funzione obiettivo. Una particolare realizzazione ha visto la definizione di un algoritmo di adattamento del rate trasmissivo fisico che è in grado di selezionare il rate ottimo al variare delle condizioni di propagazione e di congestione della rete. In particolare, l'ottimalità rispetto alle condizioni di congestione della rete e l'utilizzo di stime dello stato del mezzo basate su misure disponibili in dispositivi reali sono gli aspetti originali dello studio.

3) Allocazione risorse a livello MAC-PHY in sistemi cellulari basati su FDMA/TDMA [J4][C3][C4][C5][C6]

Nell'ambito del progetto PRIMO/FIRB che si è occupato dello studio di reti cellulari di 4 generazione, è stato considerato il caso di reti basate su un accesso al mezzo di tipo FDMA-TDD con riuso unitario delle risorse. È stato proposto un semplice meccanismo di accoppiamento fra le funzioni di scheduling a livello LL (che si occupa della gestione della qualità del servizio) e di allocazione delle risorse fisiche a livello MAC-PHY (che si occupa dell'efficienza della rete). In particolare è stata messa in luce la possibilità di agire sul compromesso fra efficienza della rete ed equità del servizio offerto ai diversi utenti. Il sistema è stato simulato grazie ad un simulatore appositamente realizzato. Il lavoro è stato svolto all'interno di un gruppo di lavoro interdisciplinare ed inter-universitario e la collaborazione nata con entità esterne al dipartimento rappresenta un valore aggiunto del progetto.

4) Aspetti microeconomici nell'allocazione di risorse in punti di accesso wireless [J5][J3]

Si consideri un punto di accesso WiFi per connessioni di tipo dati, al quale sono connessi più utenti. Date le caratteristiche di condivisione del mezzo previste dalla tecnologia WiFi, il servizio ottenuto da ciascun utente dipende dalle condizioni di carico della rete, ossia dal numero di utenti connessi. L'accettazione da parte di un utente del servizio offerto dalla rete dipende inoltre dalle tariffe applicate dal gestore per il servizio offerto. Le interazioni fra il meccanismo di allocazione delle risorse e la scelta della tariffa da parte del gestore sono state studiate applicando un modello microeconomico e valutate in termini di i) guadagno da parte del gestore e ii) soddisfazione degli utenti. È stato verificato per via simulativa l'esistenza di politiche di tariffazione ibride (prezzo in parte flat ed in parte a consumo) che sono Pareto ottime nel piano <guadagno del gestore, soddisfazione dell'utente>.

5) Capacità di Scatternet Bluetooth [J1][J2]



Le reti Bluetooth permettono la creazione di 'Piconet', ossia reti a stella con al massimo 8 nodi le quali possono essere interconnesse e dare origine a delle 'Scatternets'. Le modalità di connessione e la topologia risultante non sono specificate e la loro definizione è demandata al progettista.

Lo studio, di carattere teorico è stato volto alla ricerca di topologie efficienti per Scatternets, in termini della massima capacità ottenibile. È risultato che la topologia ottima dipende dalle caratteristiche del traffico immesso nella rete. Nel caso di traffico omogeneo, le topologie ad anello sono risultate le più efficienti e nel contempo le più affidabili. Nel caso di pattern di traffico non omogenei, l'ordinamento dei nodi nell'anello è di fondamentale importanza e alcuni criteri per l'ottimizzazione sono stati proposti.

Titolo Tesi: *Cross layer design in wireless networks.*

Supervisore: Prof. Michele Zorzi.

Pubblicazioni

Riviste internazionali

- [J4] L. Badia, A. Baiocchi, S. Merlin, S. Pupolin, A. Todini, M. Zorzi. "On the Impact of Physical Layer Awareness on Scheduling and Resource Allocation in Broadband Multi-cellular IEEE 802.16 Systems". IEEE Wireless Communications, Num. 14, Vol. 1, pg. 36-43, 2007
- [J3] L. Badia, S. Merlin, A. Zanella, M. Zorzi. "Pricing VoWLAN Services through a Micro-economic Framework". IEEE Wireless Communications, Vol 13, Feb. 2006, Pages 6-13.
- [J2] D. Miorandi, A. Zanella, S. Merlin, A. Trainito. "On efficient configurations for Bluetooth scatternets". Ad Hoc Networks, Elsevier, Vol. 4, Issue 6, Nov. 2006, pp 768-787
- [J1] S. Merlin, A. Zanella, D. Miorandi. "Mathematical Analysis of the Packet Delay Statistics in Bluetooth Piconets under Round Robin Polling Regime". Mediterranean Journal on Computer and Networks, Vol. 2, N. 1, Jan. 2006, pp. 47-55.

Conferenze internazionali

- [C6] S. Merlin, L. Begnini, A. Zanella, L. Badia, M. Zorzi. "QoS-aware Distributed Resource Allocation for Hybrid FDMA/TDMA Multicellular Networks". In proc. of WPMC06.
- [C5] Merlin S., Baiocchi A., Todini A., Valletta A., Messina D., Tinnirello I., Scanavino B., Veronesi D. "Cross-layer Design of Packet Scheduling and Resource Allocation Algorithms for 4G Cellular Systems",. Invited Paper, WPMC 2006, S. Diego.
- [C4] Merlin S., Zanella A, Baiocchi A., Todini A., Valletta A., Messina D., Tinnirello I. "Allocation algorithms for PRIMO system", In proc. of WiRTeP 2006, Rome, IT.
- [C3] Merlin S., Zanella A. "An Efficient and Adaptive Resource Allocation Scheme for Next Generation Cellular Systems", In proc. of WPMC 2005, Aalborg, DK.
- [C2] M. Borgo, A. Zanella, P. Bisaglia, S. Merlin. "Analysis of the Hidden Terminal Effect in Multi-rate IEEE 802.11b Networks". In proc. of WPMC 2004, Vol. 3, pp. 6-10.
- [C1] A. Zanella, G. Pierobon, S. Merlin. "On the Limiting Performance of Broadcast Algorithms Over Unidimensional Ad-hoc Networks". In proc. of WPMC 2004, Vol. 2, pp. 165-169.

Lavori accettati in corso di pubblicazione

- [J5] L. Badia, S. Merlin, M. Zorzi. "A Micro-economic Investigation of Provisioning and Pricing Multimedia Services over Wireless LAN. To appear on IEEE Trans. on Wireless Communications
- [C7] Simone Merlin, Nitin Vaidya, Michele Zorzi. "Resource Allocation in Multi-Radio Multi-Channel Multi-Hop Wireless Networks" To appear in INFOCOM 2008



Lavori Sottoposti

- [S1] Nicola Baldo, Federico Maguolo, Simone Merlin, Andrea Zanella, Michele Zorzi, Diego Melpignano, and David Siorpaes. "APOS: Adaptive Parameters Optimization Scheme for Voice over IEEE 802.11g." Submitted to ICC 2008
- [S2] Nicola Baldo, Federico Maguolo, Simone Merlin, Andrea Zanella, Michele Zorzi, Diego Melpignano, David Siorpaes. "GORA: Goodput Optimal Rate Adaptation for 802.11 using Medium Status Estimation". Submitted to ICC 2008

Brevetti in fase di valutazione

- [B1] "A cross-layer optimization algorithm for multimedia communications over wireless networks based on the dynamic estimate of collision probability and channel error rate". Nicola Baldo, Federico Maguolo, Simone Merlin, Andrea Zanella, Michele Zorzi, Diego Melpignano, David Siorpaes. Sottomesso per valutazione.
- [B2] "A link adaptation algorithm for wireless networks based on the dynamic estimate of collision probability and channel error rate". Nicola Baldo, Federico Maguolo, Simone Merlin, Andrea Zanella, Michele Zorzi, Diego Melpignano, David Siorpaes. Sottomesso per valutazione.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Simone Merlin 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 Santesso** nell'ambito del XX ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Automatica e Ricerca Operativa.

Negli anni accademici 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007 il dottor Paolo Santesso ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XX ciclo, Indirizzo Automatica e Ricerca Operativa.

ATTIVITÀ DI FORMAZIONE

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

Primo anno: *Introduction to coding theory*, Docente: Prof. F. Fagnani
Applied linear algebra, Docente: Prof. H. Wimmer
Identification techniques, Docente: Prof. G. Picci
Controllo digitale, Docenti: Prof. M.E. Valcher e Prof. D. Ciscato
Secondo anno: *Applied Functional analysis*, Docente: Prof. P. Ciatti
Selected Topics in Optimization, Docente: Prof. M. Pavon

Corsi seguiti presso altre istituzioni:

Primo anno: *Nonlinear Control*, Docenti: Prof. A. Isidori e Prof. L. Marconi

Partecipazione a Scuole:

Primo anno: *HYCON PhD School on Hybrid Systems*, Siena
Scuola estiva CIRA "A. Ruberti", Bertinoro; sessione su *Controllo adattativo*

Altri seminari seguiti:

Nel corso dei tre anni ho avuto modo di assistere a una notevole quantità di seminari dei quali non ho effettivamente conservato alcuna memoria scritta, sia presso il nostro dipartimento a Padova, sia in particolare durante il periodo di soggiorno presso l'Università della California a Santa Barbara.

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

"*Mathematical Theory of Network and System*", Kyoto, 2006
"*Conference on Decision and Control*", San Diego, 2006

Periodi di Attività all'Estero

Collaborazione con il prof. J.P. Hespanha, presso l'Università della California a Santa Barbara, da Settembre 2006 a Giugno 2007.

Didattica Attiva

"*Fondamenti di automatica*", M. E. Valcher, 6 ore di lezione, a.a. 2005/2006



ATTIVITÀ DI RICERCA

In seguito ad un primo momento in cui si è finalizzato il lavoro svolto contestualmente alla mia tesi di laurea (si veda l'articolo presentato alla American Control Conference del 2006), la mia attività di ricerca di questi tre anni si è divisa essenzialmente in due argomenti specifici, entrambi afferenti al più generale contesto dei sistemi a commutazione (switched systems).

Il primo campo di cui mi sono occupato, assistito dalla prof.ssa M.E. Valcher, è stato lo studio dei **sistemi a commutazione di tipo positivo**.

Un sistema si dice *a commutazione* quando può essere descritto ricorrendo ad un insieme di modelli di stato, indicizzato da un indice i che varia all'interno di un insieme \mathcal{P} , tra i quali una funzione definita per ogni istante positivo ed avente valori in \mathcal{P} stesso, detta switching function, seleziona quello da ritenersi attivo ad ogni istante t . Un sistema si dice invece *positivo* quando, a partire da ogni condizione iniziale e sottoposto ad un qualunque ingresso forzante che non esibiscano alcuna componente con valore minore di zero, garantisce un'evoluzione le cui variabili di stato e di uscita si mantengono costantemente maggiori o uguali a zero, componente per componente.

Come è facile intuire, i sistemi a commutazione positivi riuniscono entrambe queste caratteristiche.

Le nostre ricerche in merito a tali sistemi sono state tra le prime a comparire sull'argomento, pertanto i temi trattati sono stati quelli più classici della teoria dei sistemi, con particolare rilievo alle problematiche strutturali quali raggiungibilità e controllabilità, sia per i sistemi a tempo continuo che per quelli a tempo discreto.

Cercando di mantenere una certa schematicità nella mia esposizione, potrei così tentare di riassumere i principali risultati da noi ottenuti.

	Controllabilità	Raggiungibilità
Sistemi a tempo continuo	Impossibile	La <i>Raggiungibilità Monomia</i> , che costituisce una condizione necessaria per la raggiungibilità, viene descritta in termini delle matrici di sistema. Vengono suggerite alcune condizioni sufficienti per la <i>Raggiungibilità</i> , spesso di agevole verifica. Limitatamente al caso di sistemi n -dimensionali che commutano tra n sottosistemi, viene fornita una precisa caratterizzazione in termini geometrici di questa proprietà.
Sistemi a tempo discreto	Equivalente alla Mortalità dell'insieme delle matrici di sistema. Viene presentato un algoritmo in grado di individuare la switching sequence in grado di controllare a zero qualunque stato, qualora essa esista.	La <i>Raggiungibilità Monomia</i> , differentemente da quanto avviene nel contesto dei sistemi positivi non a commutazione, cessa di essere una condizione sufficiente per la completa <i>Raggiungibilità</i> . Trattandosi comunque di una importante condizione necessaria, viene fornita una completa caratterizzazione delle sue proprietà.

La ricerca condotta sui temi appena accennati ha inoltre prodotto, di riflesso, una certa attività nello studio del comportamento dell'esponenziale di una matrice di Metzler. Il risultato certamente più interessante che è stato prodotto è una descrizione dei modi dominanti, componente per componente, che



caratterizzano tale oggetto algebrico. La pubblicazione su *Linear Algebra and its Applications* raccoglie appunto i frutti di questo lavoro.

Il mio secondo campo di interesse riguarda lo studio di **Reset Map** per sistemi di controllo di tipo a commutazione.

In contesti in cui il ricorso ad un singolo controllore di tipo Lineare Tempo Invariante risulti insoddisfacente, infatti, è possibile optare per la seguente strategia di controllo: si seleziona un certo insieme (finito) di controllori che stabilizzino un dato sistema, e si provvede poi ad orchestrare la commutazione tra questi in modo da inseguire al meglio, istante per istante, il comportamento desiderato. Ad ogni istante di commutazione l'aggiornamento della variabile di stato del controllore viene gestita da una funzione, detta appunto *reset map*, che dipende dai valori dell'ingresso, dello stato stesso all'istante precedente e del nuovo valore della variabile di switch.

Interessanti studi sono già stati condotti riguardo alle problematiche inerenti la stabilità del sistema a commutazione che si viene a creare, così come a criteri di scelta per la regola di commutazione necessaria per controllare un dato processo.

Io, in collaborazione con il prof. J.P. Hespanha, mi sono invece dedicato alla definizione di Reset Map che garantiscano ottimalità del transitorio del sistema, in base a funzioni quadratiche di costo definite *ad hoc*. I risultati ottenuti si accompagnano ad incoraggianti miglioramenti delle prestazioni rispetto alle strategie classicamente suggerite in letteratura. Una estensione di queste tecniche anche all'ambito di sistemi non a commutazione è inoltre considerata e descritta.

Titolo Tesi: *Topics on Switched Systems*

Supervisore: Prof.ssa M. E. Valcher, **Co-supervisore:** Prof. J.P. Hespanha

PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

- 1) SANTOSSO P., VALCHER M.E. *On the zero pattern properties and asymptotic behavior of continuous-time positive system trajectories*. *LINEAR ALGEBRA AND ITS APPLICATIONS*. vol. 425 (2), pp. 283-302 ISSN: 0024-3795, (2007).

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- 1) P. Santesso and M.E. Valcher, "A Fault-Tolerant Approach to the Control of Multibody Mechanisms with Flexible Links", in the "Proceedings of the ACC'06 Conference ", pp. 412-417, Minneapolis, 14-16 Giugno 2006.
- 2) P. Santesso and M.E. Valcher, "Controllability and reachability of switched positive systems ", in the "Proceedings of the 17th International Symposium on Mathematical Theory of Networks and Systems (MTNS 2006)", File MoP01.3.pdf, Luglio 2006.
- 3) P. Santesso and M.E. Valcher, "Reachability properties of discrete-time positive switched systems", in the "Proceedings of the 45th Conference on Decision and Control (CDC 2006)".
- 4) P. Santesso and M.E. Valcher, "On the reachability of continuous-time positive switched systems", in the "Proceedings of the 45th Conference on Decision and Control 2006",), pp. 4087-4092, 13-15 Dicembre 2006
- 5) P. Santesso, J.P. Hespanha, G.E. Stewart, "Reset Map design for Switching between Stabilizing Controllers", in the "Proceedings of the 46th Conference on Decision and Control 2007".



- 6) P. Santesso, M.E. Valcher, "*Zero patterns and dominant modes of the state evolutions of autonomous continuous-time positive systems*", in the ``Proceedings of the 46th Conference on Decision and Control (CDC 2007)".
- 7) P. Santesso, M.E. Valcher, "*An algebraic approach to the structural properties of continuous time positive switched systems*". In: C. COMMAULT, N. MARCHAND, EDITORS. Lecture notes in Control And Information Sciences. (pp. 185-192). : Springer-Verlag, (2006).

Lavori accettati su rivista internazionale in corso di pubblicazione

- 1) P. Santesso, M.E. Valcher, "*Monomial reachability and zero controllability of discrete-time positive switched systems*", in corso di pubblicazione su "Systems & Control Letters".

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Paolo Santesso 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 **Gianluca Tamiazzo** nell'ambito del XX ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Ingegneria Informatica ed Elettronica Industriali.

Negli anni accademici 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007 il dottor Gianluca Tamiazzo ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XX ciclo, Indirizzo Ingegneria Informatica ed Elettronica Industriali

ATTIVITÀ DI FORMAZIONE

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

Primo anno

-

Secondo anno

1. *Power Supplies for Microprocessors: the Voltage-Regulation Module (VRM) Approach and Integration of Digital and Mixed-Signal Controllers*, Docente: Prof. P. Mattavelli (interindirizzo, 12 ore, 3 crediti, inizio 11.09.2006);
2. *Selected Topics in Analog Integrated Circuit Design*, Docente: Prof. A. Neviani (interindirizzo, 20 ore, 5 crediti, inizio 02.10.2006);
3. *Data Structures, Analysis of Algorithms and Data Compression*, Docente: Prof. R. Giancarlo (interindirizzo, 16 ore, 4 crediti, inizio 03.10.2006);
4. *Statistical Methods*, Docente: Prof. L. Finesso (interindirizzo, 20 ore, 5 crediti, inizio 04.10.2006);
5. *Applied Functional Analysis*, Docente: Prof. P. Ciatti (comune, 28 ore, 7 crediti, inizio 24.10.2006);
6. *Electrostatic Discharge in Integrated Circuits*, Docente: Prof. G. Meneghesso (specifico, 20 ore, 5 crediti, inizio 13.11.2006).

Terzo anno

7. *Applied Linear Algebra*, Docente: Prof. T. Damm (comune, 16 ore, 4 crediti, inizio 04.09.2007).

Corsi seguiti presso altre istituzioni:

1. Corsi di tedesco: *Deutsch als Fremdsprache Grundstufe 1 und 2*. Volkshochschule der Stadt Regensburg, Haidplatz 8, 93047 Regensburg.

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

1. “*Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG) spring meeting of the Division Condensed Matter - Semiconductor Physics*” (March 26 - 31, 2006, Dresden, Germany);
2. “*31th Workshop on Compound Semiconductor Devices and Integrated Circuits*” (May 20-23, 2007, Venice, Italy).

Periodi di Attività all'Estero

Periodo di permanenza all'estero di 18 mesi presso OSRAM-OS, Regensburg, Germania (01.02.2005 – 01.08.2006).

ATTIVITÀ DI RICERCA

L'attività di ricerca si è svolta presso l'azienda OSRAM-OS, Regensburg, nei primi 18 mesi, e presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Padova, per i 18 mesi successivi.



L'attività si è focalizzata sull'analisi dettagliata dei meccanismi di degrado presenti in strutture AlGaIn/GaN/InGaIn LED cresciute su zaffiro e carburo di silicio, oltre che sull'elaborazione di un modello matematico/fisico basato sulla diffusione del drogante p (magnesio) in regione attiva. Più in particolare sono stati affrontati i seguenti punti:

1. Impatto della temperatura sul degrado a breve, medio e lungo termine:

La caratteristica di degrado può essere divisa come minimo in tre fasi, ognuna delle quali mostra una peculiare dipendenza dalla temperatura – (a) degrado iniziale, (b) invecchiamento positivo, (c) degrado a lungo termine. Sono stati estratti il tempo di vita e l'energia d'attivazione del processo.

2. Impatto della densità di corrente:

Gli effetti di una densità di corrente crescente sono stati dimostrati essere soddisfacentemente interpretabili sulla base di un incremento della temperatura di giunzione, almeno fino ad un limite di 5 A/mm². I risultati rientrano perciò nella descrizione data dal modello a diffusione di magnesio.

3. Impatto della densità di difetti:

La densità di difetti nel semiconduttore gioca un ruolo fondamentale già nella prima fase di degrado del dispositivo. Specialmente per il degrado iniziale, infatti, le dislocazioni presenti nel semiconduttore possono essere vettori che incrementano enormemente la migrazione di impurità in regione attiva.

4. Dinamica di diffusione del drogante p:

La dinamica di diffusione è stata evidenziata durante la crescita delle strutture all'interno del reattore. È stata provata la correlazione che intercorre tra la percentuale di diffusione del drogante in zona attiva e il rapido degrado del dispositivo sottoposto ad uno stress standardizzato veloce, grazie all'applicazione di un'analisi SIMS.

5. Dipendenza del degrado dalla lunghezza d'onda:

È stata dimostrata la correlazione che esiste fra intensità di degrado e lunghezza d'onda di emissione dei dispositivi, nell'intervallo tra 400 e 465 nm. Sia la fase di aging positivo che quella di degrado a lungo termine sono state dimostrate essere drammaticamente influenzate dalla lunghezza d'onda di emissione.

6. Degrado in dispositivi MQW. Dipendenza dalla posizione:

Per mezzo di analisi degli spettri di elettro- e foto-luminescenza, è stato studiato il comportamento di dispositivi a buca quantica doppia e multipla. I risultati mostrano che QW con emissione a lunghezza d'onda minore contribuiscono meno alla potenza totale d'emissione e degradano di più velocemente.

7. Discussione di modelli di aging:

Sono stati sviluppati modelli che permettono di interpretare soddisfacentemente i risultati degli esperimenti descritti prima, oltre a fornire le basi teoriche per la comprensione e la simulazione dei meccanismi di degrado. In particolare:

- un modello utile a descrivere il processo di photoaging, pure presente in strutture AlGaIn/GaN/InGaIn e sviluppato anche dal punto di vista analitico;
- un modello basato sulla diffusione del drogante che individua essenzialmente tre fasi distinte di degrado, durante le quali il processo di diffusione assume dinamiche differenti. Le impurità, (per lo più atomi e ioni di magnesio interstiziale e sostituzionale) raggiungono la regione attiva del dispositivo creando centri di ricombinazione non-radiativa. Questo determina l'abbassamento dell'efficienza di estrazione. Il processo è attivato termicamente secondo la classica teoria di diffusione.

In sintesi, l'originale definizione di un modello matematico, che rende conto delle dinamiche di degrado a lungo termine impiegando soli 2 parametri di fitting e che è in grado di prevedere l'evoluzione futura della caratteristica di aging, ha fornito lo strumento teorico per il controllo dell'accelerazione nel



processo di testing delle strutture. Il lavoro ha inoltre portato ad una completa descrizione teorica dei principali modi di degrado in strutture intrinseche InGaN/GaN LED.

Titolo Tesi: *Loss Mechanisms in InGaN/GaN Quantum Well Structures*

Supervisore: Prof. Enrico Zanoni.

PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

1. P. Kordos, J. Bernat, M. Marso, H. Luth, F. Rampazzo, G. Tamiazzo, R. Pierobon, G. Meneghesso, “*Influence of gate-leakage current on drain current collapse of unpassivated GaN/AlGaIn/GaN high electron mobility transistors*”, Applied Physics Letters (2005) vol.86, no.25, p.253511-1-3.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

2. F. Rampazzo, G. Meneghesso, R. Pierobon, G. Tamiazzo, E. Zanoni, P. Kordos, J. Bernat, “*Hot Electron stress on unpassivated GaN/AlGaIn/GaN HEMTs*”, WOCSDICE 2005, 29th Workshop on Compound Semiconductor Devices and Integrated Circuits held in Europe, Cardiff - UK, May 16-18.
3. G. Meneghesso, R. Pierobon, F. Rampazzo, G. Tamiazzo, E. Zanoni, J. Bernat, P. Kordos, A. F. Basile, A. Chini, G. Verzellesi, “*Hot-electron-stress degradation in unpassivated GaN/AlGaIn/GaN HEMTs on SiC*”, 2005 IEEE - IRPS (International Reliability Physics Symposium), Proceedings 43rd Annual, p.415-22, xii+764 pp. Conference: San Jose, CA, USA, 17-21 April 2005.
4. M. Meneghini, L. R. Trevisanello, S. Levada, G. Meneghesso, G. Tamiazzo, E. Zanoni, T. Zahner, U. Zehnder, V. Harle, U. Strauss, “*Failure mechanisms of gallium nitride LEDs related with passivation*”, Electron Devices Meeting, 2005. IEDM Technical Digest. IEEE International, 5-7 Dec. 2005.
5. G. Tamiazzo, U. Zehnder, T. Zahner, U. Strauss, “*Study and comparison of efficiency and optical degradation of GaN/InGaIn Light Emitting Diodes grown on SiC substrates*”, DPG-Spring-Meeting of the Division Condensed Matter - Semiconductor Physics March 26 - 31, 2006, Dresden, Germany.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Gianluca Tamiazzo 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 **Giampaolo Tomasi** nell'ambito del XX ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Bioingegneria.

Negli anni accademici 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007 il dottor Giampaolo Tomasi ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XX ciclo, Indirizzo Bioingegneria

ATTIVITÀ DI FORMAZIONE

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

Primo anno

- Applied linear algebra*, Wimmer.H.
- Applied functional analysis*, Ciatti.P.
- Numerical methods for field analysis in biological beings*, Dughiero.F.
- Game-theoretic approach to multi-agent systems (offerto dalla facoltà di matematica)* Krzysztof. R.

Secondo anno

- Statistical Methods*, Finesso.L.

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

- Neuroingegneria (laurea specialistica in bioingegneria)*, A.Bertoldo.

Partecipazione a Scuole:

- XXV Scuola Annuale di Bioingegneria, Bressanone, 25-29 settembre 2006: NEURO-ROBOTICA
- XXVI Scuola Annuale di Bioingegneria, Bressanone, 25-29 settembre 2007: GENOMICA E PROTEOMICA COMPUTAZIONALE

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

- 6th International Symposium on Neuroreceptor Mapping, 6-8 July, 2006, Copenhagen, Denmark.
- 8th international conference on Quantification of Brain function with PET, 20-24 May 2007, Osaka, Japan

Periodi di Attività all'Estero

- Vari periodi trascorsi nel 2007 presso l'Imperial College, Londra, all'interno di un progetto di collaborazione con il Dott. F.Turkheimer

Riconoscimenti:

- Vincitore della Borsa Gini, a.a 2006-2007
- Seminario tenuto: Brain meeting, 25 gennaio 2007, Hamermisth campus, Londra, "Kinetic modelling of [^{11}C]-(R)-PK11195 dynamic PET studies in Alzheimer disease"

Didattica Attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

- "*Neuroingegneria*", A.Bertoldo., 2 ore didattica frontale, 4 ore di laboratori, A:A: 2006-2007,

ATTIVITÀ DI RICERCA

La attività di ricerca svolta ha riguardato l'analisi di immagini PET (Positron Emission Tomography). La PET permette di ottenere non invasivamente informazioni importanti da un punto di vista clinico, ad esempio sul flusso sanguigno o sul consumo locale di glucosio, calcolando, a partire dall'immagine stessa



i cosiddetti parametri cinetici, che sono di interesse in quanto fisiologicamente rilevanti. La determinazione quantitativa dei parametri cinetici può essere effettuata a livello di ROI (Region-Of-Interest) considerando regioni anatomiche, quali ad esempio il cervelletto, nella loro globalità, o a livello di pixel. Il calcolo dei parametri cinetici è effettuato usando la TAC (time activity curve, cioè i valori di concentrazione del tracciante radioattivo espressi in funzione del tempo) di ciascun pixel o ROI separatamente. La ROI analysis conduce chiaramente a risultati più robusti in quanto la media delle TACs dei pixel nella regione di interesse è usata, con una significativa riduzione di rumore. La cosiddette mappe parametriche -mappe che associano a ciascun pixel il set dei corrispondenti parametri cinetici- sono tuttavia di importante fondamentale poiché sono caratterizzate da una risoluzione spaziale molto alta e fenomeni come la lesione in una sottosezione di una struttura cerebrale possono diventare evidenti anche a semplice ispezione visiva tramite l'analisi a livello di pixel. Lo svantaggio di questo tipo di analisi, tuttavia, è l'elevata quantità di rumore delle TACs dei pixel, che può condurre a problemi nell'identificazione numerica dei parametri cinetici (ad esempio non convergenza della procedura di minimizzazione usata per calcolare i parametri cinetici). Un possibile approccio al problema della stima a livello pixel è fornito dai metodi bayesiani. In particolare nel mio lavoro si è presa in esame una metodica, già proposta in letteratura, denominata ridge regression (RR) ed è stato inoltre proposto e testato un metodo matematico, completamente nuovo in ambito PET, denominato GTS (Global-Two-Stage) appartenente al gruppo degli approcci di popolazione. L'idea di fondo di queste metodiche, che le fa rientrare nella famiglia degli approcci bayesiani, è quella di non utilizzare nella stima dei parametri di un dato pixel solo e soltanto la TAC del pixel, ma di incorporare in qualche modo informazioni derivanti dagli altri pixel al fine di ottenere un globale effetto di regolarizzazione penalizzando, ad esempio, le TACs particolarmente rumorose. Le procedure bayesiane richiedono di calcolare un valore atteso μ , detto prior, per il vettore dei parametri, assieme alla matrice di covarianza Δ che è indice dell'affidabilità del prior; prior e covarianza associata verranno poi utilizzati nella stima finale dei parametri del modello analizzato. L'analisi delle metodologie considerate (RR, sia nella sua versione lineare che in quella non-lineare, e GTS) è stata svolta in due fasi. È stata inizialmente effettuata un'analisi su dati simulati; questo si è rivelato necessario poiché, per calcolare indici che quantificano la correttezza delle stime finali quali BIAS e Root Mean Square Error (RMSE), la conoscenza dei "veri" parametri è necessaria e per far ciò i dati devono necessariamente essere simulati, poiché, nei dataset reali, il "vero" valore dei parametri non è noto. I traccianti utilizzati per le simulazioni, [^{11}C]MP4A (RR lineare), [^{18}F]FDG (GTS nel caso lineare) e [^{11}C]WAY100,635 (RR non-lineare e GTS nel caso non-lineare) sono fra i più diffusi nella PET. Nella generazione dei dati simulati notevole attenzione è stata prestata nel creare mappe con una distribuzione dei parametri il più possibile identica a quella reale, e nel generare pixel TACs con un livello di rumore paragonabile a quello che sperimentalmente si riscontra. Le performances delle varie metodiche proposte sono state poi confrontate con quelle dell'appropriato "gold standard", cioè del metodo comunemente più usato per la stima parametrica per il tracciante sotto esame (ad esempio WNLLS o metodo di Patlak). Successivamente l'interesse è stato rivolto ad un ricco dataset reale del tracciante [^{11}C](R)-PK11195, molto usato nello studio di patologie quali Alzheimer, Huntington ed altre, in quanto esso è legato al livello di attivazione delle cellule microgliali cerebrali, e di conseguenza al grado di infiammazione cerebrale. Il metodo standard di confronto, in questo contesto, è stato il SRTMV (Simplified Reference Tissue Model, modificato per includere le componenti vascolari) e il confronto fra le performance dei vari algoritmi è stato effettuato sulla base della valutazione visiva delle mappe risultanti e sulla capacità di differenziare fra sani e malati, poiché il dataset comprendeva scan sia di soggetti affetti dalla malattia di Huntington e che di soggetti sani. Di particolare rilievo è l'ultimo criterio, in quanto una migliore differenziazione sano-malato, effettuata nel caso del [^{11}C](R)-PK11195 sulla base di un parametro detto Binding Potential (BP) che quantifica il livello di legame del tracciante, è chiaramente un fatto positivo in quanto garantisce diagnosi più affidabili e meno affette da errori. L'analisi di dati simulati ha indicato che



RR e GTS provocano sempre la diminuzione del RMSE, lasciando il BIAS sostanzialmente invariato o persino riducendolo. In generale, i miglioramenti dipendono dal tracciante, dal livello di rumore e del parametro cinetico analizzato. L'analisi del ricco data set di [^{11}C]- (R)-PK11195 ha mostrato come RR e GTS rendano le mappe parametriche molto più regolari rispetto al SRTMV. I metodi proposti si sono inoltre rivelati particolarmente efficaci nell'incrementare la differenziazione fra sani e malati, effettuata a livello di pixel a partire dalle mappe parametriche. La ragionevole assunzione che tutti i pixel in una regione quale lo striato, nel quale il pattern di aumentata attivazione microgliale negli HD è noto, dovrebbero essere classificati come "malati" ha consentito di calcolare la sensitività dei vari metodi. GTS e RR-based methods hanno fornito incrementi di sensitività dal 200% al 500%. In altri termini i pixel riconosciuti come malati sono come minimo raddoppiati fino ad essere persino quintuplicati (GTS) rispetto al gold standard SRTMV.

In conclusione, i metodi bayesiani sono un utile strumento per migliorare la qualità delle mappe parametriche. La ridge regression (RR) è stata finora l'unico metodo proposto nella PET per affrontare il problema della generazione di mappe più affidabili in ottica bayesiana. In questa tesi un confronto sistematico fra i metodi di ridge regression, che non era mai stato fatto nel passato, è stato realizzato. Alcune nuove procedure per l'applicazione della RR a problemi non lineari basate sulla linearizzazione dell'equazione non lineare e/o sull'uso della cosiddetta cluster analysis sono state inoltre proposte e confrontate. In aggiunta, la metodica del global-two-stage GTS, nuova in campo PET, è stata per la prima volta applicata per la formazione di immagini parametriche. L'analisi di dati simulati ha indicato che RR e GTS provocano sempre la diminuzione del RMSE, lasciando il BIAS sostanzialmente invariato o persino riducendolo. I miglioramenti possono variare da poco significativi -se le mappe originali sono già di buona qualità- a notevoli; in ogni caso, comunque, nessuna diminuzione delle prestazioni è stata mai notata in termini di BIAS e RMSE. Contrariamente alla ridge regression lineare, differenti versioni di ridge regression non lineare sono state esaminate. Il metodo che è stato selezionato come ottimale richiede, per calcolare i prior a livello di pixel, di eseguire il fit del modello appropriato al tracciante di interesse sulle TACs determinate attraverso cluster analysis. Nell'applicazione ad immagini reali tridimensionali, il calcolo del prior può essere effettuato tramite l'uso di atlanti anatomici che vanno impiegati per associare ad un generico pixel i parametri della ROI alla quale quel pixel appartiene. Quanto al GTS, le sue prestazioni non hanno mai mostrato di dipendere significativamente dal criterio impiegato per arrestare le iterazioni; in ogni caso, il criterio di terminazione consistente nell'arrestare l'algoritmo quando la differenza relativa del parametro di interesse fra l'iterazione corrente e la precedente è più bassa dell'1% per almeno il 90% degli individui nella popolazione considerata si è rivelato essere robusto in ogni situazione esaminata. I risultati, d'altro lato, hanno dimostrato una significativa dipendenza dalla tecnica di segmentazione impiegata per suddividere i pixel dell'immagine in sottopopolazioni omogenee, alle quali applicare poi separatamente l'algoritmo. Se l'immagine è normalizzata, gli atlanti stereotassici possono essere impiegati per generare le sottopopolazioni costituite dai pixel che appartengono alla stessa ROI. Se la normalizzazione non può essere realizzata una segmentazione di ogni fetta dell'immagine in un piccolo numero di sottopopolazioni, effettuata in base al parametro di interesse, è una buona soluzione alternativa che consente di applicare il GTS su popolazioni relativamente omogenee. L'analisi del ricco data set di [^{11}C]- (R)-PK11195 ha mostrato come RR e GTS rendano le mappe parametriche molto più regolari rispetto al SRTMV, il "gold standard" di confronto. Ciò era del tutto previsto poichè i metodi bayesiani hanno un effetto di regolarizzazione. Inoltre, i metodi proposti si sono rivelati particolarmente efficaci nell'incrementare la differenziazione fra sani e malati, effettuata a livello di pixel a partire dalle mappe parametriche, e questo è notevolmente significativo in ottica diagnostica, in quanto elevate sensitività e specificità sono requisiti essenziali per applicazioni in ambito clinico. La ridge regression e il global-two-stage, in conclusione, sono metodi preziosi per il miglioramento delle mappe parametriche nella PET, possono essere impiegate con pressochè ogni tipo di tracciante e modello, ed hanno quindi una vasta gamma di applicabilità. I metodi proposti, inoltre, hanno



un costo computazionale basso che li rende adatti alla formazione di immagini parametriche, anche con i recenti scanner che forniscono immagini ad elevata risoluzione caratterizzate quindi da un altissimo numero di pixel (anche un milione).

Titolo Tesi: *Bayesian methods and "population approaches" for the improvement of parametric maps in Positron Emission Tomography: ridge regression and global-two-stage.*

Supervisore: Prof. Claudio Cobelli

PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

1. Tomasi.G., Bertoldo.A., Cobelli.C. "Parametric imaging of [^{11}C]MP4A: comparison of different methods on simulated data" Neuroimage, VOL.31b, 2006

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- 2 Tomasi.G., Bertoldo.A., Cobelli.C. "Parametric imaging of acetylcholinesterase activity with PET: evaluation of different methods" Proceedings of IFAC MCBMS 2006, Reims
3. Tomasi.G., Bertoldo.A., Edison.P., Roncaroli.F., Pavese.N., Gerhard.A., Tai.Y., Cobelli.C., Brooks.D.J., Hammers.A., Turkheimer.FE. "Increased binding potential of [^{11}C]PK11195 in Alzheimer's disease by new SRTM accounting for blood volume" Proceedings of BRAIN PET 2007, Osaka, Japan
4. Tomasi.G., Bertoldo.A., Bovo.V., Cobelli.C. "Global two stages approach for [^{11}C]DASB parametric imaging: evaluation on simulated data" Proceedings of BRAIN PET 2007, Osaka, Japan
- 5 Turkheimer.FE ,Tomasi.G., Edison.P., Bertoldo.A., Roncaroli.F., Singh.P., Cobelli.C., Gerhard.A., ,Brooks.D.J. "Increased binding potential of [^{11}C]PK11195 in Alzheimer's disease by new SRTM accounting for blood volume" Second International Conference of the European Society for Molecular Imaging, Naples, Italy, 14-15 June 2007

Lavori accettati in corso di pubblicazione

6. Tomasi.G., Bertoldo.A., Cobelli.C. "PET parametric imaging improved by Global-Two-Stage", submitted to Annals of Biomedical Engineering, positive first review

Lavori sottoposti

7. Tomasi.G., Edison.P., Bertoldo.A. ,Roncaroli.F., Singh.P., Gerhard.A. ,Cobelli.C. ,Brooks.D.J., Turkheimer.FE. "Novel reference region modelling reveals increased microglial and reduced vasculature binding of [11C]-(R)-PK11195 in Alzheimer's disease patients", submitted to 'Journal of Nuclear Medicine'

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Giampaolo Tomasi 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 Vallese** nell'ambito del XX ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni.

Negli anni accademici 2004/2005, 2005/2006 e 2006/2007 il dottor Alessio Vallese ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XX ciclo, Indirizzo Ingegneria Elettronica e delle Telecomunicazioni

ATTIVITÀ DI FORMAZIONE

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

Primo anno

- *Applied linear algebra*, Docente: Harald Wimmer.
- *Project management fundamentals*, Docente: Lorenzo Vangelista.
- *Applied functional analysis*, Docente: Paolo Ciatti.
- *Selected topics in analog integrated circuit design*, Docente: Andrea Neviani.
- *Physical models for the numerical simulation of semiconductor devices*, Docente: Giovanni Verzellesi.

Secondo anno

- *Electrostatic discharge in integrated circuits*, Docente: Gaudenzio Meneghesso.

Corsi seguiti presso altre istituzioni:

Secondo anno

Design of modern integrated transceivers, Università di Pisa, Docente: Pietro Andreani.

Partecipazione a Scuole:

Summer School of Information Engineering, giugno 2005, Bressanone, BZ

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

- “*IEEE International Solid-State Circuits Conference (ISSCC)*”, febbraio 2007, San Francisco, USA.
- “*IEEE European Solid-State Circuits Conference (ESSCIRC)*”, settembre 2007, Monaco di Baviera, Germania.

ATTIVITÀ DI RICERCA

Il lavoro di ricerca di questi tre anni si è focalizzato sull'analisi, la progettazione, la realizzazione e la misurazione di un filtro notch per la reiezione dell'interferenza sui sistemi a banda ultralarga (UWB) che utilizzano le frequenze tra 3.1 e 10.6 GHz. Proprio a causa di questa grande larghezza di banda disponibile, i sistemi UWB sono particolarmente soggetti ad interferenze provenienti da altri sistemi di trasmissione, le cui frequenze operative risiedono all'interno dello spettro allocato per l'UWB. In particolare, lo standard Wi-Fi IEEE 802.11a, utilizzato per reti wireless locali (WLAN), si appoggia su portanti a frequenze tra i 5 ed i 6 GHz. La potenza di questi disturbi può eccedere quella del segnale utile di più di 60 dB, causando la saturazione del front-end del ricevitore e la desensitizzazione del guadagno. Si rende quindi necessario adottare delle contromisure per limitare l'effetto di questo tipo di interferenze nei ricevitori.



In questo lavoro, si è scelto di realizzare un sistema di riduzione delle interferenze basato su un filtro notch analogico sintonizzabile, integrato assieme ad un amplificatore a basso rumore (LNA). Infatti, a causa della reciproca vicinanza tra il segnale interferente e il segnale utile, la funzione di trasferimento deve presentare un roll-off piuttosto ripido per non degradare il guadagno in banda e per garantire allo stesso tempo sufficiente attenuazione alle frequenze dell'interferente. Inoltre, a causa del grande consumo di area dei componenti passivi, deve essere realizzabile con pochi componenti. Un filtro notch possiede intrinsecamente queste caratteristiche, con lo svantaggio di non essere in grado di gestire contemporaneamente tutti gli interferenti, quindi deve essere sintonizzato su quello più potente.

Il filtro è stato realizzato con una rete reattiva del quarto ordine, che consente di sfruttare le risonanze serie per azzerare il guadagno dove necessario, e allo stesso tempo presenta una risonanza parallelo che evita il degrado del guadagno in banda. È stata svolta un'approfondita analisi per l'ottimizzazione del filtro e sono stati sviluppati degli algoritmi per la sintonizzazione e per la calibrazione automatica del filtro, utilizzando il filtro stesso per rilevare l'interferente più dannoso e, tramite uno schema di riconfigurazione in oscillatore, per determinare la corrente che ne massimizza l'attenuazione. I test condotti sui prototipi hanno mostrato che il filtro fornisce un'attenuazione massima di circa 36 dB, rilassando di 7–10 dB i requisiti di linearità dei blocchi circuitali seguenti. Gli schemi proposti per la calibrazione e sintonizzazione automatica, per quanto non esplicitamente realizzati, sono stati testati con delle misurazioni ad hoc ed hanno mostrato la bontà dell'analisi e l'efficacia degli algoritmi proposti.

Titolo Tesi: *Analysis and design of a notch filter for the rejection of interference in UWB systems and its application to a 0.13- μ m CMOS receiver front-end.*

Supervisore: Prof. Andrea Neviani

PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- A. Bevilacqua, A. Vallese, C. Sandner, M. Tiebout, A. Gerosa, A. Neviani, "A 0.13 μ m CMOS LNA with Integrated Balun and Notch Filter for 3-to-5 GHz UWB Receivers", IEEE ISSCC Digest of Technical Papers, pp. 420--421, San Francisco, USA, febbraio 2007.
- A. Vallese, A. Bevilacqua, C. Sandner, M. Tiebout, A. Gerosa, A. Neviani, "An Analog Front-End with Integrated Notch Filter for 3–5 GHz UWB Receivers in 0.13 μ m CMOS", Proceedings of the IEEE European Solid-State Circuits Conference, pp. 139--142, Monaco di Baviera, Germania, settembre 2007.

Lavori sottoposti

A. Vallese, A. Bevilacqua, C. Sandner, M. Tiebout, A. Gerosa, A. Neviani, "Analysis and Design of an Integrated Notch Filter for the Rejection of Interference in UWB systems", IEEE Journal of Solid-State Circuits.

Durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. Alessio Vallese 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.



7. Programmazione didattica 2008

Il vice Direttore illustra al collegio il calendario dei corsi per l'anno 2008. Il calendario, organizzato dal prof. Augusto Ferrante è composto di 21 corsi per gli studenti della Scuola che ricoprono tutte le aree di interesse. 5 corsi hanno docenti provenienti da prestigiose istituzioni straniere, due sono in collaborazione con la scuola di dottorato di matematica ed altri quattro corsi sono offerti da docenti di altre Università o Centri di ricerca. Ricorda che per il XXIII ciclo solo i corsi offerti dalla scuola sono gli unici accreditati. Il programma dei corsi è allegato (All.1)

9. Varie ed eventuali

Nessuna.

La riunione è sciolta alle ore 16.30.

Il Presidente

Prof. Andrea Neviani

Il Segretario

Prof. Giancarlo Calvagno