

Verbale della riunione del Collegio dei docenti della Scuola di dottorato di ricerca in Ingegneria dell'Informazione del **11 DICEMBRE 2012 ore 15.00**.

La riunione, convocata con posta elettronica del 5 dicembre 2012 (All. 1a), si è tenuta nell'Aula Magna "Antonio Lepschy" DEI/A, Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione.

Presenti:

Leonardo Badia, Nevio Benvenuto, Matteo Bertocco, Giancarlo Calvagno, Andrea Cester, Chiara Dalla Man, Barbara Di Camillo, Carlo Ferrari, Nicola Laurenti, Emanuele Menegatti, Andrea Neviani, Luca Palmieri, Morten Pedersen, Silvano Pupolin, Maria Pia Saccomani, Giovanni Sparacino, Maria Francesca Susin, Gianna Toffolo, Lorenzo Vangelista, Paolo Villoresi, Michele Zorzi. Dottorandi: Riccardo Bonetto, Chiara Fabris

Assenti giustificati:

Federico Avanzini, Andrea Bagno, Alessandro Beghi, Angelo Cenedese, Augusto Ferrante, Andrea Galtarossa, Boris Kovatchev, Gaudenzio Meneghesso, Gianluca Nucci, Alessandro Paccagnella, Enrico Pagello, Enoch Peserico, Giorgio Satta, Shankar Shiva, Ticozzi Francesco, Andrea Trevisan, Federico Turkheimer, Stefano Vassanelli, Harald Wimmer

Assenti:

Alessandra Bertoldo, Gianfranco Bilardi, Claudio Cobelli, Guido Maria Cortelazzo, Lorenzo Finesso, Matteo Fischetti, Claudio Narduzzi, Giorgio Picci, Gianluigi Pillonetto, Michele Rossi, Giorgio Spiazzi, Sandro Zampieri, Enrico Zanoni

ORDINE DEL GIORNO

1. Approvazione verbale seduta precedente (22 maggio 2012)
2. Comunicazioni
3. Piano finanziario della Scuola 2013
4. Pratiche studenti
5. Concorso di ammissione 28^a ciclo
6. Valutazione annuale dei dottorandi
7. Ammissione dei dottorandi del primo e secondo anno all'anno di corso successivo
8. Ammissione all'esame finale: valutazione dell'attività svolta dai dottorandi XXV ciclo e dai dottorandi del XXIV ciclo in proroga
9. Programmazione didattica 2013
10. Richiesta di patrocinio per la Scuola Estiva di Ingegneria dell'Informazione per

l'anno 2013.

Presiede la riunione il Direttore Prof. Matteo Bertocco, svolge le funzioni di Segretario il Prof. Giovanni Sparacino.

1. Approvazione verbale seduta precedente (22 maggio 2012)

Il Direttore porta all'approvazione del Collegio il verbale della seduta del Collegio del 22 maggio 2012.

Il Collegio approva.

2. Comunicazioni

Academic English Courses for PhD students

Il Centro Linguistico di Ateneo (CLA) attiverà i primi 4 quattro corsi di inglese accademico destinati a dottorandi di questo Ateneo attualmente iscritti al 1° anno di corso (XXVII ciclo). Si tratta di un progetto pilota che in questa fase sperimentale prevede un numero massimo di partecipanti pari ad 80 (20 per ciascun corso).

Su invito del Direttore 15 dottorandi della Scuola si sono iscritti ai corsi come da tabella:

Nome	Cognome	Indirizzo Email istituzionale	Corso prescelto	Turno prescelto per il test Writing del 30 novembre (solo per chi ha scelto il corso "academic eriting)
Mauro	Antonello	mauro.antonello@dei.unipd.it	AW1	4
Filippo	Basso	bassofil@dei.unipd.it	AW1	4
Davide	Bisi	bisi@dei.unipd.it	AS1	
Chiara	Fabris	chiara.fabris@dei.unipd.it	AS2	
Guglielmo	Frigo	frigogug@dei.unipd.it	AW1	4
Manuel	Giollo	giollo@dei.unipd.it	AW1	1
Francesco	Guidolin	fguidolin@dei.unipd.it	AW2	3
Riccardo	Levorato	levorato@dei.unipd.it	AS1	
Alice	Mantoan	alice.mantoan@dei.unipd.it	AS2	
Davide	Marangon	davmar@dei.unipd.it	AS1	
Mauro	Perino	perinoma@dei.unipd.it	AW1	1
Francesco	Peruch	peruchfr@dei.unipd.it	AW2	4
Francesca	Piccinini	francesca.piccinini@dei.unipd.it	AS2	
Michela	Riz	michela.riz@dei.unipd.it	AW2	1
Jesus	Vasquez	jesus.vasquez@dei.unipd.it	AW2	1

Seminari STEPS

L'ateneo ha già organizzato nel 2012 un ciclo di seminari "STEPS" (Seminar Toward Enterprise for PhD Students) sui temi della gestione di impresa, inserimento professionale, proprietà intellettuale.

Verrà riproposto nel 2013 (approssimativamente in Aprile-Maggio 2013); il servizio formazione alla ricerca pensa di poter dare continuità all'iniziativa e comunica che dal 2014 i seminari potranno essere offerti in lingua inglese.

Borse legge 170

L'ateneo ha presentato domanda al ministero per il finanziamento di 100 borse di studi. Si attende per Marzo 2013 la comunicazione del ministero del numero di borse finanziate. Seguirà la ripartizione di ateneo.

Progetti Cariparo

- Cariparo Stranieri: sono pervenute in ateneo 1370 domande, 1317 sono state ritenute formalmente valide, di queste circa 120 sono confluite in richieste alla nostra scuola; dalla graduatoria generale di ateneo sono emerse 3 posizioni associate alla nostra scuola, di queste 1 con borsa dei 15 posti finanziati.
- Cariparo ("regolari"): non note le modalità per il 2013, probabile richiesta di presentazione di progetti, forse in tarda primavera 2013.

Progetti CAPES

Si segnalano iniziative di internazionalizzazione, finanziate dal governo Brasiliano utili all'acquisizione di "visiting". Dettagli presso l'ufficio relazioni internazionali.

Prossime scadenze

Relazione per il Nucleo di Valutazione (NdV) di Ateneo: Gennaio-Febbraio 2013

Raccolta dati per la presentazione richiesta di rinnovo, tempi non noti e dipendenti dall'iter sull'accreditamento (discusso nel seguito).

Indagine di soddisfazione dei dottorandi

Dottorandi 24^a e 25^a ciclo. Il servizio formazione alla ricerca sta organizzando una indagine di soddisfazione dei dottorandi (dottori), la raccolta dati verrà effettuata dal servizio Alma Laurea.

L'ateneo si riserva di poter utilizzare i dati raccolti per attuare possibili azioni premiali nei confronti delle scuole di dottorato.

Compatibilità dottorato e Tirocinio Formativo Attivo (TFA)

Il Servizio Formazione alla Ricerca ha comunicato che il S.A. nella seduta del 25 settembre u.s. ha stabilito:

- l'incompatibilità dei tirocini formativi attivi banditi per l'a.a. 2011/12 con l'iscrizione a corsi di dottorato di ricerca che saranno attivati nel gennaio 2013;
- di approvare che, su richiesta dell'interessato e previo parere favorevole da parte del Consiglio Direttivo della Scuola, allo studente iscritto per l'anno 2012 al primo anno o al secondo anno del dottorato di ricerca venga concessa la sospensione del dottorato di ricerca per il periodo di frequenza del TFA;
- di approvare che, in caso di sospensione delle attività relative al dottorato per frequenza del TFA, il dottorando debba recuperare il periodo di sospensione al termine della frequenza del TFA secondo le modalità stabilite dal Consiglio Direttivo della Scuola;
- di approvare che nel caso in cui lo studente sia iscritto al dottorato con borsa di studio occorre prevedere che l'erogazione della borsa sia sospesa per tutto il periodo di frequenza del TFA e che la stessa torni a decorrere dalla ripresa della frequenza del dottorato. Le mensilità non erogate durante il periodo di sospensione saranno corrisposte in corrispondenza alla frequenza del dottorato secondo le modalità di recupero stabilite dal Consiglio Direttivo della Scuola;
- di consentire, su richiesta dell'interessato, la contemporanea iscrizione per l'a.a. 2011/12 ai tirocini formativi attivi e ai dottorati di ricerca (fino al 31 dicembre 2012) al dottorando iscritto all'ultimo anno di corso, a condizione che il Consiglio Direttivo della Scuola dichiari che, alla data di iscrizione al tirocinio formativo, il dottorando ha concluso tutte le attività didattiche relative al dottorato.

Regolamento MIUR sul dottorato

In una riunione al Bo' svoltasi il 4 dicembre scorso il Prof. Bonaccorsi dell'ANVUR ha presentato le linee guida e lo stato di avanzamento dei decreti legge, i quali una volta operativi, imporranno la riprogettazione dei corsi di dottorato.

Il Prof. Giovanni Sparacino, presente alla riunione, ne riporta i punti salienti elencati nel seguito:

Iter del provvedimento

- Riforma prevista dalla Legge Gelmini
- Inizio 2012: bozza decreto MIUR riceve commenti negativi dal Consiglio di Stato (CdS)
- Autunno 2012: MIUR produce una nuova bozza che sottopone ad ANVUR
- Dicembre 2012: ANVUR risponde a MIUR, MIUR trasmette la nuova bozza al CdS

- Gennaio 2013: Presumibile pubblicazione del decreto

Tempistiche: best (worst ?) case

- Approvazione decreto: inizio gennaio 2013
- 45 gg per gli Atenei per fare i regolamenti (entro metà febbraio)
- 45 gg. per fare domanda di accreditamento (sede e corsi) al MIUR (entro inizio aprile)
- 20 gg per il MIUR per trasmettere ad ANVUR per parere (entro fine aprile)
- 60 gg per ANVUR per rispondere
- Termine processo di accreditamento: fine giugno 2013
- Emanazione bando in estate ed espletamento del concorso di ammissione entro il 30 settembre 2013

Novità di fondo: Accreditamento e Valutazione

- Per ogni sede, almeno il 50% di corsi accreditati già dal prossimo anno (100% tra due anni)
- L'accREDITamento è SI/NO (no comparazione)
- La valutazione è continua, sarà basata su indicatori (intrinsecamente comparativa), ed avrà impatto sul finanziamento che il MIUR trasmetterà agli atenei

Chi può partecipare?

- a) Università singole
- b) Qualificate istituzioni (no fine lucro, partecipato VQR, con attività di formazione avanzata da almeno 5 anni, ...)
- c) Consorzi tra università
- d) Consorzi tra università ed enti pubblici o privati
- e) Consorzi tra università e imprese

Condizioni per partecipare

- a) Almeno 16 docenti (non più del 25% di Ricercatori) [regole particolari per i consorzi con enti]
- b) I docenti devono avere certi requisiti scientifici riferiti ai 5 anni precedenti
- c) Almeno 6 borse a concorso [4 per ogni sede se si è in un consorzio]
- d) Disponibilità di congrui e stabili finanziamenti per la sostenibilità del corso [erogazione borse, ma anche sostegno all'attività di ricerca]
- e) Disponibilità di strutture, laboratori, etc ...
- f) Previsione di attività di formazione complementare [corsi inglese, brevetti, fund raising a livello europeo e internazionale,...]

Funzionamento dei corsi

- 1) Almeno 3 anni
- 2) Tematiche in linea con la titolatura [Allegato con 68 titoli: ci sono “INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE”, “BIOINGEGNERIA”, “TECNOLOGIE FISICHE”, “FISICA”, “INFORMATICA”, ...]
- 3) Coordinatore è un PO
- 4) Attività didattica e tutoriale concorre agli obblighi della Legge Gelmini
- 5) Concetto di Scuola per gestire attività comuni tra i singoli corsi (es. corso sui brevetti comune a un Corso di Dottorato in Ing. Informazione e ad uno di Ing. Industriale)

Accesso

- 1) Graduatoria entro 30 settembre [nb: consentita la partecipazione a chi si laurea entro il 31 ottobre, art 7. comma 1]
- 2) Bando ita/ing
- 3) Possibile fare prove a distanza

Borsa

Le borse vengono garantite dai soggetti accreditati.

Il MIUR darà un contributo (indifferenziato tra i corsi erogati dal soggetto)

- 1) Tempo pieno
- 2) Soggetta a verifica annuale pena stop della borsa
- 3) +50% per estero (max 18 mesi)
- 4) +10% come fondo di ricerca del dottorando

Valutazione

- 1) Qualità ricerca svolta dai membri del Collegio (mediane ?)
2. Internazionalizzazione
3. Ricadute socio-economiche
4. Attrattività
5. Dotazione di servizi, risorse finanziarie a disposizione
6. Sbocchi occupazionali

Autorizzazioni dottorandi

Il direttore comunica al collegio che sono state approvate le seguenti richieste:

Modifica piano di studio

dott. Daniele Bari, 26[^] ciclo, indirizzo ICT, a togliere “Applied Function Analysis”, 7 CFU.

dott.ssa Alice Mantoan, 27[^] ciclo, indirizzo Bioingegneria, a togliere “Combinatorial algorithms for pattern matching and pattern discovery, 5 CFU e inserire “Mathematical modeling of cell biology”, 5 CFU.

dott. Mauro Perino, 27[^] ciclo, indirizzo ICT, a togliere “Topics in quantum information”, 4 CFU e inserire “Digital processing of measurement information”, 4 CFU.

dott. Francesco Peruch, 27[^] ciclo, indirizzo ICT, a togliere Combinatorial algorithms for pattern matching and pattern discovery, 5 CFU e inserire “Mathematical modeling of cell biology”, 5 CFU.

Tutor Junior

i dottori: Filippo Basso, 27[^] ciclo ind. ICT, Chiara Fabris, 27[^] ciclo ind. Bioingegneria, Guglielmo Frigo, 27[^] ciclo ind. ICT, Michele Geronazzo, 26[^] ciclo ind. ICT, Francesco Guidolin, 27[^] ciclo ind. ICT, Stefano Michieletto, 26[^] ciclo ind. ICT, Matteo Munaro, 26[^] ciclo ind. ICT, Francesca Piccinini, 27[^] ciclo ind. Bioingegneria, Michela Riz, 27[^] ciclo ind. Bioingegneria, Michele Schiavon, 26[^] ciclo ind. Bioingegneria, Michele Schimd, 26[^] ciclo ind. ICT, Emanuele Trifoglio, 26[^] ciclo ind. Bioingegneria, Nicola Zago, 26[^] ciclo ind. ICT, Mattia Zanon, 25 ciclo ind. Bioingegneria, Chiara Zecchin, 26[^] ciclo ind. Bioingegneria, a svolgere attività di Tutor Junior per l'a.a. 2012-2013.

Il Collegio prende atto.

3. Piano finanziario della Scuola 2013

Il Direttore illustra al Collegio un quadro di spesa della scuola così come a oggi risulta dai dati di amministrazione.

SPESE SOSTENUTE nel 2012

DIDATTICA

Seminari/corsi docenti esterni: 10 keuro (7.5 + 2.5 Bressanone)
(5keuro aggiuntivi offerti da DEI)
Missioni docenti esterni: 1.5 keuro

MISSIONI DOTTORANDI

Mobilità breve = Euro 17 keuro
Mobilità lunga = Euro 34.keurocirca

Totale: 69500 (circa)

Trasferimenti da ateneo

Anno	importo (keuro)
2009	28
2010	22.6
2011	24
2012	24

Residuo: 75 keuro

Ipotesi di massima, da verificare e confermare in consiglio direttivo

15 keuro didattica, seminari, mobilità docenti esterni

Dottorandigià in mobilità lunga: 9 (attesi 15 keuro spese)

Sostegno seminari Bressanone 2.5 keuro

Sostegno mobilità lunga per la quota residua a 75keuro: $(75-32.5) = 37.5$

Dottorandi iscritti:

26 [^] ciclo	31
27 [^] ciclo	22
28 ciclo	non noto (16 borse+1 alto apprendistato, 31 posti)

La scuola potrebbe finanziare 18 progetti di mobilità lunga da 2keuro

Il collegio dopo discussione, concorda sul piano di massima e, sulla base delle informazioni raccolte, approva la linea strategica di gestione del fondo di funzionamento sulla base del quale vengano finanziate le attività di mobilità lunga dei dottorandi a valle della presentazione di proposte progettuali in forma coordinata tra tutti i dottorandi della scuola e i corrispondenti supervisorori.

Dà mandato al consiglio direttivo di perfezionare i dettagli di gestione e i corrispondenti importi di spesa previsti.

4. Pratiche studenti

Erasmus Mundus – Programma Extactic

E' pervenuta la domanda di ammissione in sovrannumero al dottorato di ricerca per cittadini stranieri titolari di borsa di studio, del candidato Mewael Giday SERTSU.

Il Consiglio direttivo della scuola, nella riunione del 26 settembre 2012, aveva dichiarato il candidato in possesso di un titolo idoneo secondo quanto previsto dall'art. 11 del vigente regolamento delle Scuole.

Si chiede al collegio di valutare il curriculum del candidato e la congruità del tema proposto con le tematiche della Scuola.

Il Collegio esprime parere positivo al curriculum e reputa il tema proposto del candidato congruo con le tematiche della Scuola. In allegato relativa documentazione.

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

Sono pervenute richieste di autorizzazione per:

Mobilità

dott. Marco Mezzavilla, 26[^] ciclo indirizzo ICT, a trascorrere il periodo da ottobre 2012 a aprile 2013 presso QUALCOMM, California, USA, sotto la supervisione del Prof. Alexandar Damnjanovic per internship.

Il Collegio approva.

Dott. Davide Zordan, 26[^] ciclo indirizzo ICT, a trascorrere il periodo dal 15 gennaio 2013 al 16 luglio 2013 presso il Dept. of Electrical engineering, State University of New York at Buffalo, USA, sotto la supervisione del prof. Tomaso Melodia per studio e ricerca.

Il Collegio approva.

Modifica piano di studio

dott. Davide Giacomo Marangon, 27[^] ciclo indirizzo ICT, chiede di poter togliere i corsi "Combinatorial algorithms for pattern matching and discovery" e "Applied functional analysis" e inserire "Digital processing of measurements information" e "Electrostatics discharge in digital devices".

Il Collegio approva.

dott. Francesco Sartorio, 26[^] ciclo indirizzo ICT, a togliere "Information theoretic methods in security", 5 CFU ed aggiungere "Applied functional analysis", 7 CFU.

Il Collegio approva.

Stesura della tesi in lingua inglese – dottorandi 25[^] ciclo

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

Il collegio approva.

Istanza di proroga della presentazione della tesi

Sono pervenute dal Servizio Formazione alla Ricerca le istanze di proroga della presentazione della tesi dei dottori Artico Fausto 12 mesi, Dalla Pozza Nicola 6 mesi, Mangione Angelo 12 mesi, Emanuele Milani 12 mesi, Scaramuzza Matteo, 6 mesi. Il Collegio esprime parere favorevole alle istanze di proroga pervenute.

Periodo di sospensione

Dal Servizio Formazione alla Ricerca è pervenuta la richiesta della dott.ssa Silvia Maria Lattanzio, 25^a ciclo, indirizzo Bioingegneria, di proseguire il periodo di sospensione della frequenza del dottorato per malattia, iniziato il 1 aprile 2012, fino al giorno 31 dicembre 2012.

Il Direttore propone che i periodi di sospensione vengano recuperati alla conclusione del corso.

Il Collegio approva.

5. Concorso di ammissione 28^a ciclo

Il direttore riassume brevemente i dati relativi alle domande pervenute dai candidati:

Domande pervenute: 64
5 Indirizzo Bioingegneria
27 Indirizzo ICT
16 entrambi gli indirizzi

Iscrizioni entro il 29 novembre (scaduto)
21 dicembre: subentri

Il Collegio prende atto.

6. Valutazione annuale dei dottorandi

I dottorandi del XXVII ciclo: Antonello Mauro, Barbato Marco, Basso Filippo, Bisi Davide, Bonetto Riccardo, Cavarero Guido, Cuccato Davide, Dal Lago Matteo, Dominio Fabio, Fabris Chiara, Frigo Guglielmo, Giollo Manuel, Guidolin Francesco, Levorato Riccardo, Mantoan Alice, Marangon Davide Giacomo, Ministeri Giulio, Perino Mauro, Peruch Francesco, Piccinini Francesca, Riz Michela, Vasquez Stanescu Jesus Alejandro.

I dottorandi del XXVI ciclo: Bari Daniele, Bogo Federica, Bonazza Michele, Canale Matteo, Caruso Michele, Castellaro Marco, Chiarello Fabrizio, Cisotto Giulia, Dall'Arche Alberto, De Santi Carlo, Finotello Francesca, Geronazzo Michele, Masiero Chiara, Mazzarella Luca, Mezzavilla Marco, Michieletto Stefano, Michielin Francesco, Munaretto Daniele, Munaro Matteo, Pasqualotto Elisabetta, Rossetto Isabella, Sartorio

Francesco, Schiavon Michele, Schimd Michele, Simmini Francesco, Trifoglio Emanuele, Vaccari Simone, Zago Nicola, Zanandrea Alberto, Zecchin Chiara, Zordan Davide.

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

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

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

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

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

Antonello Mauro, Barbato Marco, Basso Filippo, Bisi Davide, Bonetto Riccardo, Cavraro Guido, Cuccato Davide, Dal Lago Matteo, Dominio Fabio, Fabris Chiara, Frigo Guglielmo, Giollo Manuel, Guidolin Francesco, Levorato Riccardo, Mantoan Alice, Marangon Davide Giacomo, Ministeri Giulio, Perino Mauro, Peruch Francesco, Piccinini Francesca, Riz Michela, Vasquez Stanescu Jesus Alejandro.

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

Il direttore ricorda al Collegio le modalità approvate circa l'ammissibilità dei dottorandi al **terzo anno**. Illustra al collegio i risultati della valutazione condotta dalle commissioni sulla base della relazione annuale e della presentazione dell'attività svolta (Allegati 7.1-7.31).

Per gli studenti del XXVI 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:

Bari Daniele, presenta una relazione sul tema: “Caratterizzazione e Studio di Affidabilità di Dye-Sensitized solar cells (DSCs)”, Supervisore Prof. Andrea Cester

Bogo Federica, presenta una relazione sul tema: “Accurate 3D human modeling from noisy images and range data”, Supervisore Prof. Enoch Peserico

Bonazza Michele, presenta una relazione sul tema: “Design and implementation of a system for automatic skin lesion evaluation”, Supervisore Prof. Enoch Peserico

Canale Matteo, presenta una relazione sul tema: “Post-processing algorithms and tools for experimental quantum key distribution based on finite-key analysis”, Supervisore Prof. Nicola Laurenti

Caruso Michele, presenta una relazione sul tema: “Microwave radar for early stage cancer detection”, Supervisore Prof. Andrea Neviani

Castellaro Marco, presenta una relazione sul tema: “Arterial Spin Labelling: new sequences and computational issues”, Supervisore Prof. Alessandra Bertoldo

Chiarello Fabrizio, presenta una relazione sul tema: “Non-linear polarization effects in optical fibers and their applications”, Supervisore Prof. Luca Palmieri

Cisotto Giulia, presenta una relazione sul tema: “Analisi elettroencefalografiche (EEG) per attestare l'efficacia di trattamenti clinici e sperimentali su soggetti con gravi cerebrolesioni in ambito neuro-riabilitativo”, Supervisore Prof. Silvano Pupolin

Dall'Arche Alberto, presenta una relazione sul tema: “Free space quantum communication with entangled photon pairs”, Supervisore Prof. Paolo Villorosi

De Santi Carlo, presenta una relazione sul tema: “Caratterizzazione ed affidabilità di dispositivi elettronici ed optoelettronici basati su Nitruo di Gallio”, Supervisore Prof. Gaudenzio Meneghesso

Finotello Francesca, presenta una relazione sul tema: “RNA sequencing per la trascrittomiche quantitativa”, Supervisore Prof. Barbara Di Camillo

Geronazzo Michele, presenta una relazione sul tema: “A research framework for the integration of binaural audio in multimodal virtual environments”, Supervisore Prof. Federico Avanzini

Masiero Chiara, presenta una relazione sul tema: “Multivariate spectral estimation: new efficient techniques and applications”, Supervisore Prof. Augusto Ferrante

Mazzarella Luca, presenta una relazione sul tema: “Problema di stima e controllo per canali quantistici in presenza di rumore”, Supervisore Prof. Francesco Ticozzi

Mezzavilla Marco, presenta una relazione sul tema: “Risparmio energetico e microgenerazione distribuita”, Supervisore Prof. Michele Zorzi

Michieletto Stefano, presenta una relazione sul tema: “Robot programming by demonstration”, Supervisore Prof. Emanuele Menegatti

Michielin Francesco, presenta una relazione sul tema: “Parallel and combined motion and disparity estimation”, Supervisore Prof. Giancarlo Calvagno

Munaretto Daniele, presenta una relazione sul tema: “Video transport optimization mechanisms for the next generation cellular networks”, Supervisore Prof. Michele Zorzi

Munaro Matteo, presenta una relazione sul tema: “Robust human perception with RGB-D sensors from mobile robots”, Supervisore Prof. Enrico Pagello

Pasqualotto Elisabetta, presenta una relazione sul tema: “Sviluppo di biosensori plasmonici”, Supervisore Prof. Alessandro Paccagnella

Rossetto Isabella, presenta una relazione sul tema: “Studio dell'affidabilità di transistor a elevata mobilità di elettroni (HEMT) in Arseniuro e Nitrato di Gallio”, Supervisore Prof. Enrico Zanoni

Sartorio Francesco, presenta una relazione sul tema: “Algorithms and machine learning for Dependency Parsing”, Supervisore Prof. Giorgio Satta

Schiavon Michele, presenta una relazione sul tema: “Development of a physical activity model in healthy and diabetic subjects”, Supervisore Prof. Chiara Dalla Man

Schimd Michele, presenta una relazione sul tema: “Stochastic model for next generation sequencing (NGS) data and algorithms”, Supervisore Prof. Gianfranco Bilardi

Simmini Francesco, presenta una relazione sul tema: “Modeling, identification and control of HVAC systems”, Supervisore Prof. Alessandro Beghi

Trifoglio Emanuele, presenta una relazione sul tema: “Modeling the combined effect of genotype and intensive aspirin therapy on the progression of cardio-vascular complications in diabetic patients”, Supervisore Prof. Barbara Di Camillo

Vaccari Simone, presenta una relazione sul tema: “Analisi dei meccanismi che limitano la robustezza a scariche elettrostatiche di diodi LED di nuova generazione”, Supervisore Prof. Enrico Zanoni

Zago Nicola, presenta una relazione sul tema: “Lower bound techniques for emulations among interconnection networks”, Supervisore Prof. Gianfranco Bilardi

Zanandrea Alberto, presenta una relazione sul tema: “Caratterizzazione e affidabilità di dispositivi HEMT basati su nitruro di Gallio”, Supervisore Prof. Gaudenzio Meneghesso

Zecchin Chiara, presenta una relazione sul tema: “Neural network based algorithms for prediction of future glycemia in type 1 diabetic subjects”, Supervisore Prof. Giovanni Sparacino

Zordan Davide, presenta una relazione sul tema: “Reti di sensori di ultima generazione con integrazione di tecniche di energy scavenging”, Supervisore Prof. Rossi Michele

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

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

8. Ammissione all'esame finale: valutazione dell'attività svolta dai dottorandi XXV ciclo e dai dottorandi del XXIV ciclo in proroga

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

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

Sulla base delle valutazioni delle Commissioni (All. 8.1-8.22), il Collegio:

- prende atto di aver già accolto la richiesta di proroga presentata dagli studenti dell'Indirizzo in Scienza e tecnologia dell'Informazione:
Artico Fausto 12 mesi, Dalla Pozza Nicola 6 mesi, Danieletto Matteo 6 mesi, Mangione Angelo 12 mesi, Emanuele Milani 12 mesi, Scaramuzza Matteo 6 mesi
- propone all'unanimità l'ammissione all'esame finale gli studenti:
Azad MdSaiful, Baracca Paolo, Bassi Matteo, Bottegal Giulio, Canzian Luca, Dal Mutto Carlo, Eduati Federica, Guiotto Annamaria, Largajolli Anna, Maran Fabio, Micheletto Francesco, Michelusi Nicolò, Mina Marco, Sartori Elisa, Sichirollo Francesco, Susto Gian Antonio, Veronese Mattia, Zanella Filippo, Zanon Mattia, Zorzi Mattia; Marco Maso e Michele Scquizzato, 24[^] ciclo in proroga

e predisporre la presentazione di ciascuno di essi come di seguito riportata:

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

Negli anni accademici 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012 il dottor **Azad MdSaiful** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXV ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Borsa Cariparo stranieri

Il candidato dichiara quanto segue:

Parte 1 Didattica

Corsi seguiti (Courses Taken):

1. Applied Linear Algebra, Prof. T. Damm and Prof. H. Wimmer
2. Statistical Methods, Prof. L. Finesso
3. Game Theory for Information Engineering, Prof. L. Badia
4. Design Patterns in Software Development, Prof. G. Manduchi

Partecipazione a Conferenze Internazionali (Participation in International Conferences):

The MTS/IEEE Oceans conference, Yeosu, South Korea, May 21 – 24, 2012

Parte 2 Ricerca

Scientific activity during the doctoral program:

Throughout my three years of the doctoral program, I worked on three different projects which all are related with underwater communication; they are: CLAM, RACUN and NAUTILUS. I also worked independently outside the boundaries of the projects. My primary goal was to develop suitable and efficient protocols for underwater communication. All my research activities are briefly described below:

First, we investigated the impact of environmental changes on Medium Access Control (MAC) and routing protocols for underwater acoustic networks, since we know that the environmental parameters change over time. For instance, because of the different temperature gradients the sound speed changes in shallow water. Environmental parameters have a more significant impact in shallow water scenarios than deep water scenarios, as in deep water, temperature remains constant and there are no effects due to the wind. Most of the simulations performed in shallow water scenarios do not consider these parameters and many of the simulator do not have the capability to adopt those

changes. We carried out the evaluation using the ns2-Miracle network simulator and the WOSS extension, which interfaces the simulator to the Bellhop ray tracing software. We further extended the simulator to take into account the change of environmental parameters during the day, and to be able to generate random realizations of surface waves. We evaluated the impact of such variability on the performance of two random access protocols, namely CSMA-ALOHA and DACAP. As CSMA-ALOHA proves best in our simulation, we considered this protocol in a converge-casting scenario, where all nodes have to deliver their data to a centrally placed sink. In this scenario, we showed that keeping the routes fixed is not the best strategy because of time-varying propagation effects, and that even infrequent route updates (once every 3 hours) achieve much better results in terms of throughput, delivery delay, and average route length than static routes.

After that, we worked with the aim of mitigating the effect of the erroneous transmission in the underwater channels. One simple way to handle such phenomena is to introduce an Automatic Repeat request (ARQ) protocol. However, existing ARQ solutions are not suitable for an underwater scenario since they introduce more delay between subsequent packet transmissions and hence, decrease the performance. Therefore, we introduced a Selective Repeat (SRARQ) mechanism for multiuser underwater acoustic networks, named Underwater Selective Repeat (USR). Our scheme exploits the typically large round-trip time (RTT) of underwater acoustic links in order to interlace the transmission of data and acknowledgment (ACK) packets, such that the transmitter never starts sending data packets when it should receive ACKs. No specific synchronization mechanism is required to do so. It is shown that the timing of point-to-point communications can be adjusted to optimize the overall performance of multiuser networks of a given size. Moreover, it is shown that the proposed strategy can be made robust to mobility, hence to time-varying RTTs. We evaluate the performance of USR as a function of the protocol parameters, both in static and in mobile networks. Based on these results, we propose an adaptive version of USR, whereby a node can modify its behavior (e.g., by packing data transmissions more tightly within one RTT) by reacting to packet errors induced by multiple-access interference.

After USR, we worked with a routing protocol for surveillance networks where some sensors are laid down at the bottom of the sea and some sinks are placed outside the area. If a sensor detects an asset within its detection range, it announces the presence of intruders by transmitting packets to the sinks. It may happen that the discovered asset is an enemy ship or an enemy submarine which creates noise to jam the network. Therefore, in surveillance networks, it is necessary that the protocols have jamming resistance capabilities. Moreover, since the network supports multiple sinks with similar anycast address, we propose a Jamming Resistance multi-path Multi-Sink Routing Protocol (MSRP) using a source routing technique. However, the problem of source routing is that it suffers from large overhead (every packet includes the whole path information) with respect to other routing techniques, and also suffers from the unidirectional link problem. Therefore, another routing protocol based on a distance vector technique, called Multi-path Limited Interference Distance Vector (MIDV) is proposed, which employs a

neighbor-aware multi-path discovery algorithm to support limited interference multiple paths between each source-destination pair. The proposed multi-path discovery algorithm assures node-disjointness as well as link-disjointness among the paths. In addition, the request-relay based route discovery process assists the protocol in eliminating unidirectional links from the selected paths. Furthermore, its rebroadcasting technique is designed in such a way that it reduces the packet overhead in the network, but provides sufficient discovery information to select suitable paths.

Following that, we designed another routing protocol for next generation coastal patrol and surveillance networks, called Underwater Delay-Tolerant Network (UDTN). We considered a coastal surveillance scenario, where Autonomous Underwater Vehicles (AUVs) patrol an area of interest and inspect surface ships or underwater assets passing through the area. A shore-based control center monitors the AUVs by means of delay-tolerant networking techniques. In particular, as the AUVs carry out their patrolling task, they may get in contact with one another and have a chance to exchange data about the inspected assets (identity, route followed, movement speed, etc.).

To make the communication between AUVs more effective during a contact, our proposed UDTN protocol splits the estimated contact duration between the nodes involved so that both contacting nodes can get a fair share of the contact duration to exchange their packets. Moreover, we enhance this protocol using an Automatic Repeat reQuest (ARQ) technique based on selective repeat for error control. Furthermore, the structure of the signaling packets exchanged prior to data transmission is designed to help estimate the contact duration and thereby optimize the subsequent data packet exchange. We evaluated UDTN against a DTN routing protocol called Spray-And Wait (SAW), modified to also perform error control. Our results demonstrate that UDTN performs significantly better than SAW, by achieving better PDR and timely delivery of data to the sink for various values of the scenario parameters.

One of the major drawbacks of UDTN protocol is the replication overhead. Every node replicates packets as many times as it wants and hence, achieves a higher packet delivery ratio. However, higher replications impose higher replication overhead, waste necessary bandwidth and reduce channel utilization of the network. Therefore, it is necessary to reduce the replication overhead without affecting the delivery ratio much so that they remain comparable. Therefore, we enhanced UDTN protocol by employing a probabilistic spray technique and binary spray technique. Probabilistic spray technique restricts every node to deliver only those packets which pass a given criterion and hence, lower the replication overhead. In this technique, when two nodes make contact with each other, they also exchange the minimum deadline information through the control packets which is the probable contact time in the future with the destination. Since both contacting nodes know when the other node is going to make contact with the destination, they only exchange those packets which have higher lifetime than the provided minimum deadline. Thus, the proposed protocol lowers the number of packets injected in the network by allowing every node to exchange only those packets which the other node may be able to deliver to the destination by itself or through another node. A

node acquires minimum deadline for a given probability from a probability distribution table which is stored before the communication commences. In the probability table, the Cumulative Distribution Function (CDF) of meeting with different nodes is stored. Furthermore, a binary spray technique is employed in the protocol which reduces the replication of the packets even more.

I was also involved in the design and the development of a simulator, named DESERT Underwater (short for DEsign, Simulate, Emulate and Realize Test-beds for Underwater network protocols) which is a complete set of public C/C++ libraries to support the design and implementation of underwater network protocols. Its creation stems from the will to push the studies on underwater networking beyond simulations. Implementing research solutions on actual devices, in fact, is of key importance to realize a communication and networking architecture that allows heterogeneous nodes to communicate reliably in the underwater environment. In this framework, I developed a couple of protocols specifically designed for underwater communication. They are: UnderWater Transport Layer (UWTP), UnderWater ALOHA (UW-ALOHA), UnderWater Medium access Link Layer (UWLL), UnderWater Selective Repeat (UWSR), WOSS Gauss-Markov Mobility in 3D space (WOSSGMMOB3D) and WOSS Group Mobility in 3D space (WOSSGROUPMOB3D). I also developed a couple of other protocols which are going to be included in the next version of DESERT. They are: Multi-path limited Interference Distance Vector (MIDV) routing protocol, Probabilistic Spray (Prob-spray) DTN protocol, Underwater DTN (UDTN) protocol and Underwater FiXed Way Point (UFXWP) mobility model.

Titolo definitivo della tesi (Title of the final thesis):

Medium Access Control, Error Control and Routing in Underwater Acoustic Networks: a discussion on protocol design and implementation

Supervisore (Supervisor):

Professor Michele Zorzi

Parte 3 Publicazioni (Publications)

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale (List of publications in international journals):

1. **Saiful Azad**, Paolo Casari, and Michele Zorzi, "*The Underwater Selective Repeat Error Control Protocol for Multiuser Acoustic Networks: Design and Parameter Optimization*," IEEE Transactions on Wireless Communications (submitted on August, 2012)

2. **Saiful Azad**, Paolo Casari, Marco Zanforlin and Michele Zorzi, "*Underwater Delay-Tolerant Network (UDTN) Routing Protocol with Probabilistic Spray Technique*," IEEE Transactions on Wireless Communications (in preparation)
3. **Saiful Azad**, Paolo Casari, M. A. Mottalib and Michele Zorzi, "*Multi-path Minimum Interference Distance Vector Routing Protocol for Underwater Networks*," IEEE Wireless Communications Letters (in preparation)

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale (List of publications of the international conference):

1. El Hadi Cherkaoui, **Saiful Azad**, Paolo Casari, Laura Toni, Nazim Agoulmine, and Michele Zorzi, "*Packet Error Recovery in Multipath Underwater Networks using Reed-Solomon Codes*," in Proc. MTS/IEEE OCEANS, Virginia, USA, Oct. 2012
2. **Saiful Azad**, Paolo Casari, Michele Zorzi, "*Coastal Patrol and Surveillance Networks using AUVs and Delay-Tolerant Networking*," in Proc. of MTS/IEEE OCEANS, Yeosu, South Korea, May 2012
3. Riccardo Masiero, **Saiful Azad**, Federico Favaro, Matteo Petrani, Giovanni Toso, Federico Guerra, Paolo Casari, Michele Zorzi, "*DESERT Underwater: an NS-Miracle-based framework to DEsign, Simulate, Emulate and Realize Test-beds for Underwater network protocols*," in Proc. of MTS/IEEE OCEANS, Yeosu, South Korea, May 2012
4. Michael Goetz, **Saiful Azad**, Paolo Casari, Ivor Nissen, Michele Zorzi, "*Jamming-Resistant Multi-path Routing for Reliable Intruder Detection in Underwater Networks*," in Proc. of ACM WUWNet, Seattle, Washington, USA, Dec. 2011
5. **Saiful Azad**, Paolo Casari, Federico Guerra, Michele Zorzi, "*On ARQ Strategies over Random Access Protocols in Underwater Acoustic Networks*," in Proc. of IEEE/OES OCEANS, Santander, Spain, Jun. 2011
6. **Saiful Azad**, Paolo Casari, Chiara Petrioli, Roberto Petrocchia, Michele Zorzi, "*On the Impact of the Environment on MAC and Routing in Shallow Water Scenarios*," in Proc. of IEEE/OES OCEANS, Santander, Spain, Jun. 2011
7. Federico Favaro, **Saiful Azad**, Paolo Casari, Michele Zorzi, "*On the Performance of Unsynchronized Distributed MAC Protocols in Deep Water Acoustic Networks*," WUWNet, Seattle, Washington, USA, Dec. 2011 (extended abstract)

Elenco pubblicazioni su convegno nazionale (List of publications on national conference):

1. Riccardo Masiero, **Saiful Azad**, Federico Favaro, Matteo Petrani, Giovanni Toso, Federico Guerra, Paolo Casari, Michele Zorzi, “DESERT Underwater: an NS-Miracle based framework to DEsign, Simulate, Emulate and Realize Test-beds for Underwater network protocols,” 9th Italian Networking Workshop, Courmayeur, Italy, Jan. 11 – 13, 2012 (extended abstract)

Il Collegio prende atto di quanto esposto e osserva che durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Azad MdSaiful** 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.

Pertanto il collegio lo ammette all'esame finale.

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

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

Negli anni accademici 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012 il dottor **Baracca Paolo** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXV ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Il candidato dichiara quanto segue:

Parte 1 Didattica

Corsi seguiti

- “Applied linear algebra”, Prof. T. Damm and Prof. H. Wimmer
- “Statistical methods”, Prof. L. Finesso
- “Game theory for information engineering”, Prof. L. Badia
- “Information-theoretic methods in security”, Prof. N. Laurenti

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi

- 2010 Summer School of Information Engineering, Bressanone (BZ), Italia
- 2011 Summer School of Information Engineering, Bressanone (BZ), Italia
- 2012 Summer School of Information Engineering, Bressanone (BZ), Italia

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

- Seminari seguiti nel 2010
 - a. “Performance trends and limitations of electronic energy processing systems”, Prof. Johann Kolar
 - b. “Factors impacting processor design: a view from the field”, Dr. Pratap Pattnaik
 - c. “Filosofia della matematica e matematica della filosofia”, Prof. Piergiorgio Odifreddi
- Seminari seguiti nel 2011
 - “Mechanisms of physical-layer security”, Prof. Matthieu Bloch
 - “Design and analysis of random access networks with interference alignment”, Dr. Francesco Rossetto
 - “The value of space in wireless networks”, Prof. Massimo Franceschetti
 - “Some recent results on underwater acoustic communications”, Prof. Liuqing Yang
 - “Underwater acoustic communications activities at FFI”, Dr. Roald Otnes
 - “Energy-efficient wireless networks”, Prof. Izhak Rubin
 - “Può l'informazione modificare il cervello?”, Prof. Lamberto Maffei
 - “My life in Silicon Valley”, Dr. Federico Faggin

➤ Seminari seguiti nel 2012

- “Energy efficient wireless communications: impact of energy harvesting and processing energy”, Prof. Elza Erkip
- “Learning equilibria in multi-tier wireless networks”, Prof. Merouane Debbah
- “Massive MIMO, joint space-division and multiplexing, and coexistence with small-cell second tier via reverse TDD”, Prof. Giuseppe Caire
- “The way to 5G”, Dr. Hans-Peter Mayer
- “Social networks: models, methods and analysis”, Dr. Prabhakar Raghavan
- “The scientific legacy of Hubble space telescope”, Prof. Robert Williams

Partecipazione a Conferenze Internazionali

- Presentazione degli articoli “Downlink multicell processing employing QAM quantization under a constrained backhaul” e “A frequency-domain pre-equalizer for MIMO-OFDM mobile communication systems employing Alamouti coding” alla conferenza SPAWC 2011, San Francisco (CA), USA, 26-29 giugno 2011.
- Presentazione dell'articolo “A dynamic joint clustering scheduling algorithm for downlink CoMP systems with limited CSI” alla conferenza ISWCS 2012, Parigi, Francia, 28-31 agosto 2012.

Permanenza all'estero

Da settembre 2011 a maggio 2012 si è svolto un periodo di 9 mesi a Stoccarda (Germania) presso i laboratori di ricerca “Bell Labs” dell'azienda “Alcatel-Lucent” sotto la supervisione del dr. Volker Braun per approfondire e sviluppare tecniche e algoritmi per sistemi CoMP.

Parte 2 Ricerca

Descrizione dell'attività di ricerca

Questi tre anni di dottorato sono stati dedicati principalmente allo studio di schemi di trasmissione e algoritmi per l'allocazione di risorse in sistemi cellulari con cooperazione tra stazioni radio base. Questi sistemi sono noti in letteratura anche con i termini network MIMO e coordinated multi-point (CoMP). Nei sistemi cellulari odierni l'interferenza inter-cella, dovuta al riutilizzo delle stesse frequenze in ogni cella, è riconosciuta come uno dei problemi più critici perché va limitare fortemente l'efficienza spettrale degli utenti a bordo cella. Tuttavia, introducendo un certo grado di coordinazione tra le stazioni radio base è possibile ridurre l'impatto che questa interferenza ha sulle prestazioni del sistema. La coordinazione però, richiedendo uno scambio di informazioni sui canali e sui dati tra le stazioni radio base, introduce anche molte nuove problematiche. Innanzitutto, la rete di backhaul che connette le stazioni radio base può non essere in grado di permettere lo scambio di queste informazioni. Inoltre, può essere difficile avere alle stazioni radio base una conoscenza affidabile dei canali per una banda limitata dedicata al

feedback in sistemi a divisione di frequenza e rumore sulla stima di canale in sistemi a divisione di tempo.

Per questi sistemi CoMP sono stati forniti cinque contributi principali (quattro per il downlink e uno per l'uplink).

In primo luogo, si è considerato un sistema dove un'unità centrale coordina la trasmissione in downlink di un insieme di stazioni radio base e dove il link che connette ciascuna stazione all'unità centrale è caratterizzato da un throughput massimo. Per tale configurazione si è sviluppato un nuovo schema di trasmissione che si basa sul precoding lineare (beamforming) e la quantizzazione di costellazioni QAM. Tutte le stazioni radio base trasmettono verso un utente una versione quantizzata del simbolo QAM originale, mentre la stazione radio base servente trasmette una versione scalata dell'errore di quantizzazione. I beamformer e le potenze vengono ottimizzate in modo che i campioni si combinino al ricevitore ricostruendo il simbolo QAM originale e quindi non richiedendo alcuna modifica del ricevitore stesso. Le simulazioni hanno mostrato che lo schema proposto ottiene un'efficienza spettrale vicina a quella ottenuta utilizzando la codifica di Slepian-Wolf. Questi risultati sono stati pubblicati in [C4] and [J4].

In secondo luogo, si è studiato sempre per il downlink il problema congiunto di clustering e scheduling, cioè di come organizzare le stazioni radio base in cluster e scegliere gli utenti da servire in ciascun cluster. Per questo scenario si è sviluppato un algoritmo dinamico, in cui cioè l'insieme di cluster cambia ad ogni time-slot, che si articola in tre fasi: a) un certo numero di cluster candidati viene selezionato in base alla distribuzione di utenti nella rete; b) per ciascun cluster candidato viene stimata una weighted sum rate; c) viene scelto tramite un metodo euristico il set di non-overlapping cluster che massimizza la weighted sum rate totale. Sono poi state valutate diverse configurazioni sia per il criterio di selezione dei cluster candidati che l'insieme di utenti tra cui effettuare lo scheduling in ciascun cluster. I risultati numerici hanno mostrato il guadagno ottenuto grazie al metodo proposto sia rispetto a sistemi senza cooperazione che rispetto ad algoritmi di clustering statici. Questo lavoro, sviluppato durante il periodo all'estero, è stato pubblicato in [C2].

In terzo luogo, si è affrontato il problema del progetto del feedback per sistemi CoMP a divisione di frequenza. In questo scenario si assume che l'utente abbia un numero limitato di bit per quantizzare i canali che lo connettono alle stazioni radio base interferenti. Sono stati sviluppati due algoritmi che permettono di a) selezionare l'insieme di stazioni radio base preferite e b) ottimizzare il numero di bit allocati per la quantizzazione di ciascuno di questi canali selezionati. Questi algoritmi sono stati confrontati con altri schemi sub-ottimi che a) allocano tutti i bit al canale migliore e b) allocano lo stesso numero di bit a ciascun canale: i risultati numerici hanno mostrato l'importanza di un'opportuna distribuzione dei bit di quantizzazione. Anche questo lavoro è stato sviluppato durante il periodo all'estero ed è stato pubblicato in [C1].

In quarto luogo, si è adattato lo schema di quantizzazione delle costellazioni QAM ad uno scenario in cui un insieme di relay assiste la trasmissione di una stazione radio base verso un utente. In questo caso la rete di backhaul è rappresentata dai link wireless che connettono i relay alla stazione radio base. Partendo dall'ipotesi pratica di considerare dei relay di tipo half-duplex, che cioè non possono ricevere e trasmettere

contemporaneamente, è stato sviluppato un algoritmo euristico per allocare la potenza utilizzata dai vari relay per servire l'utente e ottimizzare la durata della ricezione e della trasmissione di ciascun relay. Questi risultati sono stati pubblicati in [C3] e [J3].

Infine, come ultimo contributo per sistemi CoMP, si è considerato l'uplink dello standard LTE, in cui gli utenti trasmettono alle stazioni radio base utilizzando la modulazione SC-FDMA. Considerando un vincolo sul numero di segnali che le stazioni radio base possono condividere per decodificare i messaggi inviati dagli utenti, si è sviluppato un nuovo algoritmo greedy che sceglie questi segnali con l'obiettivo di massimizzare l'efficienza spettrale totale. Vari ricevitori lineari sono stati confrontati e il combiner che minimizza l'errore quadratico medio (tenendo quindi in considerazione rumore, interferenza inter-simbolo e interferenza inter-cella) si è rivelato il più performante. Inoltre, per migliorare l'efficienza spettrale degli utenti a bordo cella si è proposto un metodo in cui i messaggi di alcuni utenti vengono decodificati senza alcun tipo di cooperazione dalle rispettive stazioni radio base. Queste ultime poi inviano sul backhaul alle altre stazioni radio base una combinazione lineare di segnale ricevuto e segnale decodificato. Questa combinazione è progettata con l'obiettivo di cancellare l'interferenza degli utenti già decodificati a queste stazioni riceventi. Questo lavoro è stato pubblicato in [J1].

Durante il primo anno di dottorato parte dell'attività di ricerca è stata dedicata allo studio di algoritmi di equalizzazione e stima di canale per sistemi OFDM in condizioni di mobilità. L'effetto Doppler dovuto alla tempo-varianza del canale genera infatti interferenza tra le sottoportanti di un stesso simbolo OFDM. In particolare, si è proseguito il lavoro che era iniziato con la tesi di laurea specialistica formulando un metodo di equalizzazione (denominato PSE) che compensa questa interferenza operando su sotto-blocchi dei simboli OFDM ricevuti in cui il canale può essere approssimato come tempo-invariante. Lo schema studiato si adatta a sistemi OFDM con un elevato numero di sottoportanti, come proposto nello standard per la televisione digitale terrestre di seconda generazione (DVB-T2). In particolare il ricevitore PSE garantisce un miglioramento in termini di velocità massima raggiunta (e quindi anche frequenza di Doppler) a parità di probabilità d'errore su bit rispetto ad uno schema OFDM convenzionale compreso tra il 50% e il 100% a seconda delle condizioni di canale. Lo studio di questa tematica ha portato alla pubblicazione [J5]. Successivamente, questo lavoro è stato esteso in [C8], dove lo schema PSE viene confrontato in termini di prestazioni e complessità su diversi tipi di canale con algoritmi che operano sempre su sotto-blocchi dei simboli OFDM già proposti in letteratura. Un'ulteriore estensione ha permesso la pubblicazione [C5], dove lo schema PSE è studiato in un sistema MIMO-OFDM. In questo scenario si assume che il trasmettitore sia equipaggiato con due antenne e utilizzi la codifica di Alamouti e che al ricevitore vi sia un numero arbitrario di antenne.

Infine, un'ulteriore tematica che è stata affrontata durante il secondo anno di dottorato, come approfondimento del corso di dottorato "Information-theoretic methods in security", è stato il problema dell'autenticazione a livello fisico. È stato studiato uno schema di autenticazione per sistemi wireless in cui la chiave di autenticazione è una stima del canale tra trasmettitore e ricevitore legittimo. Lo schema si basa sul test di verifica d'ipotesi. Inoltre, introducendo un certo grado di correlazione tra i canali stimati

da un possibile attaccante e il canale utilizzato come chiave, sono stati formulati i metodi di attacco ottimi che possono essere utilizzati nel caso di un singolo tentativo o di prove ripetute per ingannare il ricevitore legittimo. I risultati numerici hanno mostrato come questo schema di autenticazione a) sia in grado di prevenire l'azione di un attaccante in molti scenari wireless e b) possa essere utilizzato come primo sistema di difesa per ridurre l'utilizzo di protocolli di autenticazione a livello applicativo che in genere sono più complessi computazionalmente. Questi risultati sono stati pubblicati in [C6] e [J2].

Titolo definitivo della tesi e nome del supervisore

Titolo della tesi: "Transmission techniques and resource allocation in coordinated multi-point systems".

Supervisore: Prof. Nevio Benvenuto

Parte 3 Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

- J1. P. Baracca, S. Tomasin, and N. Benvenuto, "Resource allocation with multicell processing, interference cancelation and backhaul rate constraint in single carrier FDMA systems," *Elsevier Physical Communication*, Oct. 2012 (invited).
- J2. P. Baracca, N. Laurenti, and S. Tomasin, "Physical layer authentication over MIMO fading wiretap channels," *IEEE Trans. Wireless Commun.*, vol. 11, no. 7, pp. 2564-2573, Jul. 2012.
- J3. P. Baracca, S. Tomasin, and N. Benvenuto, "A practical scheduling and power/constellation allocation for three relay networks," *Eurasip journal on wireless communications and networking*, 2012:128, Mar. 2012, doi:10.1186/1687-1499-2012-128.
- J4. P. Baracca, S. Tomasin, and N. Benvenuto, "Constellation quantization in constrained backhaul downlink network MIMO," *IEEE Trans. Commun.*, vol. 60, no. 3, pp. 830-839, Mar. 2012.
- J5. P. Baracca, S. Tomasin, L. Vangelista, N. Benvenuto, and A. Morello, "Per sub-block equalization of very long OFDM blocks in mobile communications," *IEEE Trans. Commun.*, vol. 59, no. 2, pp. 363-368, Feb. 2011.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- P. Baracca, F. Boccardi, V. Braun, and A. Tulino, "Base station selection and per-cell codebook optimization for CoMP with joint processing," in Proc. *IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC)*, Sydney (Australia), Sep. 2012.
- P. Baracca, F. Boccardi, and V. Braun, "A dynamic joint clustering scheduling algorithm for downlink CoMP systems with limited CSI," in Proc. *IEEE International Symposium on Wireless Communication Systems (ISWCS)*, Paris (France), Aug. 2012.

- P. Baracca, S. Tomasin, and N. Benvenuto, "Power and time-sharing optimization for three half-duplex relay networks," in Proc. *IEEE Asian Himalayas International Conference on Internet (AH-ICI)*, Kathmandu (Nepal), Nov. 2011.
- P. Baracca, S. Tomasin, and N. Benvenuto, "Downlink multicell processing employing QAM quantization under a constrained backhaul," in Proc. *IEEE Signal Processing Advances in Wireless Communications (SPAWC)*, San Francisco (CA), Jun. 2011.
- P. Baracca, N. Benvenuto, and L. Vangelista, "A frequency-domain pre-equalizer for MIMO-OFDM mobile communication systems employing Alamouti coding," in Proc. *IEEE Signal Processing Advances in Wireless Communications (SPAWC)*, San Francisco (CA), Jun. 2011.
- P. Baracca, N. Laurenti, and S. Tomasin, "Physical layer authentication over an OFDM fading wiretap channel," in Proc. *ACM International Conference on Performance Evaluation Methodologies and Tools (VALUETOOLS)*, Cachan (France), May 2011.
- P. Baracca, S. Tomasin, and N. Benvenuto, "Optimization of base station coordination and power allocation in cellular network downlink," in Proc. *IEEE International Conference on Communication and Technology (ICCT)*, Nanjing (China), Nov. 2010.
- P. Baracca, S. Tomasin, and N. Benvenuto, "Equalization of OFDM over doubly very selective channels," in Proc. *IEEE International Conference on Communication and Technology (ICCT)*, Nanjing (China), Nov. 2010.
- P. Baracca, S. Tomasin, L. Vangelista, N. Benvenuto, and A. Morello, "Per sub-block equalization and channel estimation for next generation handheld DVB," in Proc. *IEEE International Conference on Ultra Modern Telecommunications (ICUMT)*, St. Petersburg (Russia), Oct. 2009.
- P. Baracca, S. Tomasin, L. Vangelista, N. Benvenuto, and A. Morello, "Per sub-block equalization of OFDM for mobile digital video transmission," in Proc. *International Broadcasting Convention (IBC)*, Amsterdam (the Netherlands), Sep. 2009.

Brevetti

- A. Morello, S. Tomasin, P. Baracca, L. Vangelista, and N. Benvenuto, "Sub-block equalization in frequency domain for OFDM signals," WO/2011/024118, Mar. 2011.

Il Collegio prende atto di quanto esposto e osserva che durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Baracca Paolo** 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.

Pertanto il collegio lo ammette all'esame finale.

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

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

Negli anni accademici 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012 il dottor **Bassi Matteo** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXV ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Il candidato dichiara quanto segue:

Attività Didattica □ Elenco dei seminari / distinguished lectures seguiti durante l'anno

- Dalla nanotecnologia alla nanoscienza, Prof. Fabio Beltram (Scuola Normale Superiore di Pisa) □
- Gene regulatory networks in cancer: a probabilistic approach, Prof. Mathukumalli Vidyasagar (University of Texas at Dallas) □
- Social networks - models, methods and analysis, Prabhakar Raghavan (Google, Mountain View, CA)

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi

- 2012 Summer School of Information Engineering, Bressanone (BZ), Italia

Attività didattica di supporto svolta

- Tutor al corso di Circuiti Integrati per l'Elaborazione dei Segnali, Prof. Andrea Gerosa
- Tutor al corso di Progettazione di Circuiti Integrati Analogici, Prof. Andrea Bevilacqua
- Tutor presso il Carcere Due Palazzi, Padova

Attività di Ricerca

L'attività di ricerca del terzo anno di dottorato riguarda il design circuitale di Stepped Frequency Continuous Wave (SFCW) Transceivers in tecnologia CMOS integrata per l'imaging biomedicale ad alta risoluzione, con particolare attenzione alla rilevazione precoce del tumore al seno. Il tumore al seno è di gran lunga il tumore che colpisce di più la popolazione femminile. La mammografia a raggi X è tuttora la tecnica diagnostica più utilizzata anche se è un dato di fatto che il 30% dei tumori non viene rilevato e il test non si distingue per confort del paziente, il cui seno è sollecitato da forti compressioni e irradiato con radiazioni ionizzanti. In questo contesto, il radar UWB costituisce l'alternativa del futuro. Il suo funzionamento si basa sulla differenza tra le proprietà dielettriche del tumore e del tessuto che lo circonda all'interno del seno. Affinché un radar UWB possa essere in grado di rilevare efficacemente un tumore e distinguerlo dal tessuto fibrogliandolare che lo circonda, deve avere una banda molto ampia in modo da

poter penetrare in profondità e allo stesso tempo fornire un'adeguata risoluzione. Negli ultimi anni, molti lavori presenti in letteratura hanno dimostrato come l'approccio dei radar UWB nel range delle microonde sia efficace. Tuttavia, tutti presentano come denominatore comune l'utilizzo di apparecchiatura da laboratorio (i.e. i VNA) per trasmettere e ricevere i segnali. Sostituire queste ingombranti e costose apparecchiature da laboratorio con un chip dedicato presenta diversi vantaggi. Primi fra tutti, l'eliminazione di ingombranti connessioni rigide ad alta frequenza che introducono inevitabilmente perdite, l'aumento del tempo di acquisizione, la diminuzione del numero massimo di acquisizioni contemporanee e il degradamento della portabilità dell'apparato. In generale, la realizzazione di un hardware custom per questa applicazione risulta in un sistema più compatto, economico e dalle performance più elevate.

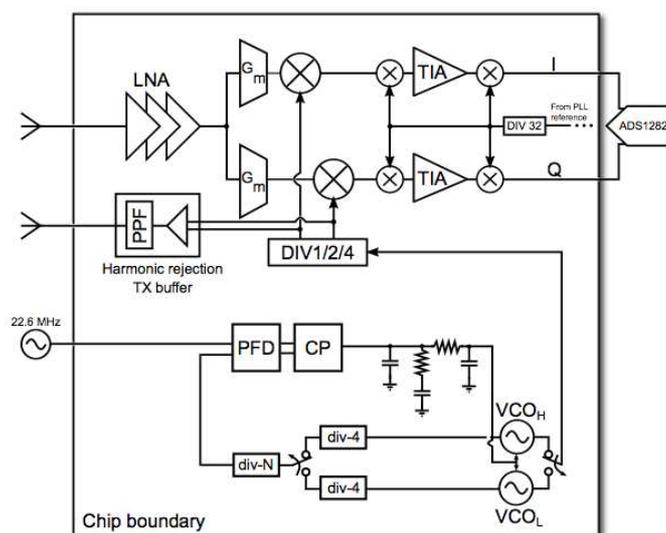


Figure 1: Diagramma a blocchi del front-end radar transceiver per l'imaging del tumore al seno.

Con questa premessa, la prima parte dell'anno è stata dedicata al design di SKuRAD2, un front-end transceiver per l'imaging biomedical del tumore al seno. Il diagramma a blocchi del transceiver è in Fig. 1. Lo stadio di ricezione è costituito da un amplificatore a basso rumore (LNA), transduttori linearizzati, mixer passivi in corrente e un amplificatore in transimpedenza stabilizzato con il metodo di chopping che pilota un ADC esterno. L'LNA è costituito da 3 stadi: il primo stadio è un gate comune a cancellazione del rumore, il secondo uno stadio differenziale per aumentare la bilanciamento del segnale e il terzo uno stadio pseudo-differenziale ad alto guadagno. I due transduttori sono degenerati resistivamente per migliorare la linearità del sistema mentre i mixer sono passivi in modo da impedire al rumore flicker di deteriorare il segnale. Visto che il rumore flicker è critico per il sistema, l'amplificatore in transimpedenza utilizza la tecnica di chopping per spostare il rumore flicker a più alte frequenze. Una distribuzione accurata e precisa della quadratura è fondamentale per

questo sistema, come è stato dimostrato nel lavoro dedicato all'analisi di sistema [J1]. Un PLL intero con rapporto di divisione N sintetizza tutte le frequenze tra 8 e 16 GHz partendo da una reference a 22.6 MHz. Il PLL si basa su due VCO seguiti da un prescaler injection-locked che divide per 4. Un divisore programmabile, un phase-frequency detector (PFD), una charge pump (CP) e il loop filter (LP) chiudono l'anello di retroazione. Un divisore injection-locked riconfigurabile che può dividere per 1, 2 o 4 genera le fasi in quadratura nel range di frequenze tra 2 e 16 GHz e pilota i mixer. Il PLL si interfaccia con i divisori con buffer di tipo rigenerativo. Dato che sia i buffer rigenerativi che i divisori programmabili si basano su injection-locked ring oscillator, hanno un locking range molto ampio e non c'è bisogno di alcuna calibrazione. Ogni stadio di injection-locking contribuisce a migliorare la qualità della quadratura. Il risultato è che l'errore di quadratura è sempre inferiore a 1.5 gradi, come richiesto dalle analisi di sistema per una corretta operazione di imaging [J1]. L'approccio SFCW richiede che il segnale trasmesso sia coerente con l'oscillatore locale. Il segnale viene quindi prelevato alla porta dei mixer e portato all'esterno per essere irradiato dall'antenna. Dato che il segnale proveniente dall'oscillatore locale è ricco di armoniche, un filtro polifase (PPF) viene usato per la reiezione delle armoniche. Combinando i segnali in quadratura all'uscita del PPF, la seconda armonica viene cancellata. Inoltre, il filtro PPF contiene uno switch per spegnere il trasmettitore, utile in fase di calibrazione del sistema.

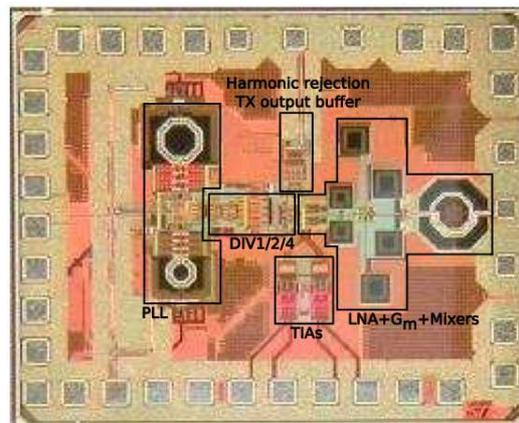


Figure 2: Microfotografia del front-end radar transceiver per l'imaging del tumore al seno.

Il radar è stato implementato in 65 nm CMOS. Una microfotografia è mostrata in Fig. 2. Il chip occupa un'area di 1.3 mm² e consuma 203 mW da un'alimentazione di 1.2 V. Il transceiver ha un guadagno di conversione di 36 dB su una banda da 2 a 16 GHz, dove il matching è migliore di -9 dB. La figura di rumore media è 7 dB e il corner del rumore flicker si assesta a 30 Hz, mostrando l'efficacia della tecnica di stabilizzazione chopping. Il punto di compressione a 1 dB è migliore di -29 dBm, l'IIP3 più grande di -13 dBm e l'IIP2, misurato su 7 samples diversi, più grande di 22 dBm. I mismatch di fase tra I e Q sono sempre meglio di 1.5 gradi. Il trasmettitore ha una potenza di uscita media di -14 dBm e una reiezione alle armoniche di oltre 40 dBc. I due VCO del PLL hanno un range tra 6.5 e 11.8 GHz e da 11 a 18.4 GHz con un rumore di fase a 10 MHz di offset migliore

di -129 dBc/Hz. Il risultante jitter RMS all'uscita è di 680 fs. Il range dinamico complessivo è di almeno 107 dB su più di 3 ottave. Unito alla banda di 14 GHz, permette di risolvere tumori con un risoluzione di 3 mm. Questa performance permette di usare il transceiver per la detection del tumore al seno.

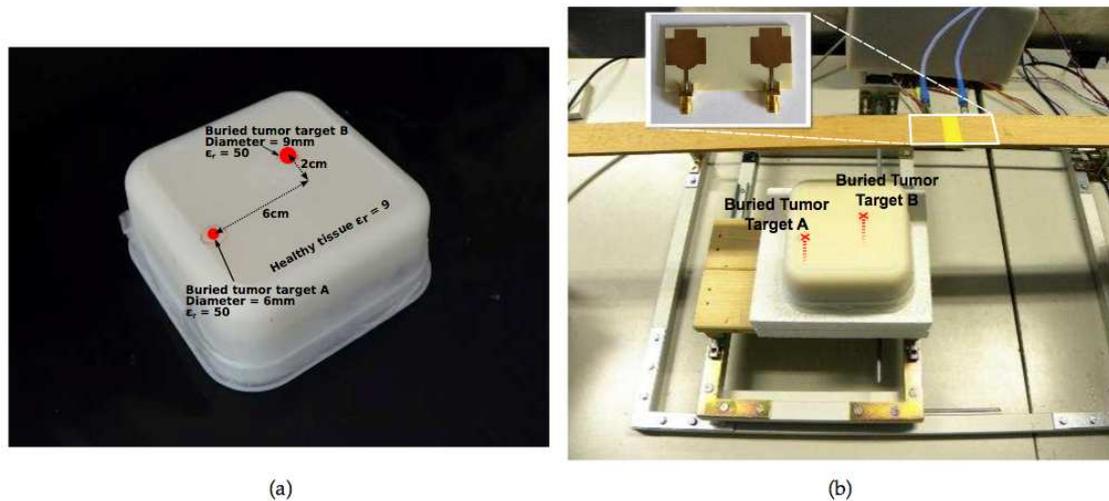


Figure 3: Fotografia del fantoccio sintetizzato (a) e del setup di misura per l'imaging sperimentale (b).

Per testare il corretto funzionamento del radar come strumento di diagnosi per il tumore al seno, sono stati condotti degli esperimenti di imaging. A complemento del chip, sono state realizzate due antenne planari UWB funzionanti da 2 a 16 GHz con una struttura di disaccoppiamento tra di esse per trasmettere e ricevere le onde dal seno. Inoltre, basandosi su precedente letteratura scientifica, è stato sintetizzato in laboratorio un fantoccio del seno stesso che simula il comportamento elettrico di un seno vero. Il fantoccio è mostrato in Figura 3(a), dove due tumori acquosi sono stati inclusi al suo interno. Il fantoccio è stato posizionato su un supporto di legno, spostato da dei movimentatori di precisione installati su un apposito frame di metallo, come mostrato in Figura 3(b). L'antenna planare è stata installata su un supporto rigido in cima al frame. Il chip CMOS è stato assemblato su una PCB, connessa ad un'ulteriore scheda PCB dedicata al pilotaggio del setup e l'acquisizione dei dati. Il chip è stato connesso alle antenne per il testing con delle probe RF. L'area scansionata è di 23 cm per 15 cm con passi da 1 cm.

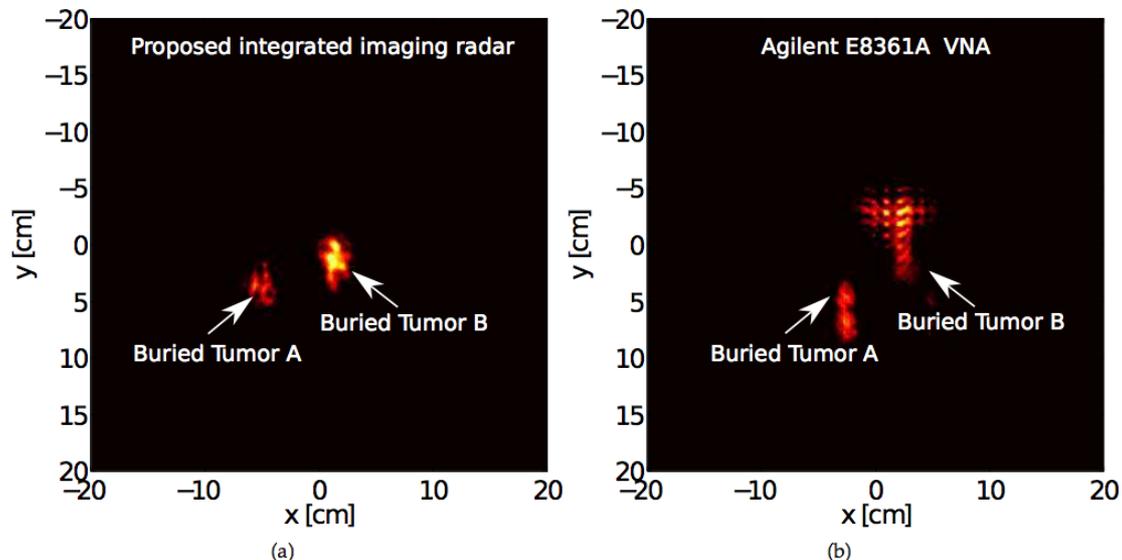


Figure 4: Immagini radar del fantoccio del seno su un piano orizzontale all'altezza di 7cm. In (a) l'immagine ottenuta con il front-end radar transceiver per l'imaging del tumore al seno. In (b) quella ottenuta con un VNA commerciale.

Fig. 4(a) mostra la risultante immagine. Entrambi i tumori sono rilevati con precisione e nella posizione corretta, ben definiti rispetto al rumore di fondo dell'immagine. L'esperimento di imaging è stato ripetuto utilizzando un VNA commerciale. Il risultato è in Fig. 4(b). Come si può vedere, il paragone mostra che il sistema proposto è effettivamente in grado di sostituire il VNA in un setup per l'imaging diagnostico del tumore al seno.

Queste evidenze sperimentali mostrano chiaramente come il sistema proposto possa sostituire in modo efficace apparecchiature da laboratorio finora utilizzate per i primi esperimenti di imaging del tumore al seno nel range delle microonde. E' quindi chiaro come lo sviluppo di hardware custom per questa applicazione possa contribuire in modo effettivo allo sviluppo di radar biomedicali nel range delle microonde, che costituisce un potenziale tecnologia ad elevato impatto sociale per migliorare in modo significativo la salute delle persone.

Publicazioni

- J1. Bassi, M.; Bevilacqua, A.; Gerosa, A.; Neviani, A.; , "Integrated SFCW Transceivers for UWB Breast Cancer Imaging: Architectures and Circuit Constraints," Circuits and Systems I: Regular Papers, IEEE Transactions on , vol.59, no.6, pp.1228-1241, June 2012, doi: 10.1109/TCSI.□

- J2. Bassi, M., Santinello, I., Bassi, PF.: "Nanotecnologie: una grande rivoluzione che parte dal piccolo", *Urologia: Rivista Internazionale di Cultura Urologica*, *accepted for publication*
- C1. Bassi, M.; Bevilacqua, A.; Gerosa, A.; Neviani, A.; , "Integrated transceivers for UWB breast cancer imaging: Architecture and circuit constraints," *Circuits and Systems (ISCAS)*, 2011 IEEE International Symposium on , vol., no., pp.2087-2090, 15-18 May 2011, doi: 10.1109/ISCAS.2011.5938009
- C2. Bassi, M.; Caruso, M.; Bevilacqua, A.; Neviani, A.; , "A 1.75-15 GHz Stepped Frequency Receiver for Breast Cancer Imaging in 65 nm CMOS," *European Solid-State Circuits Conference (ESSCIRC)*, 2012 Proceedings of the
- C3. Caruso, M.; Bassi, M.; Bevilacqua, A.; Neviani, A.; , "A 2-16GHz 204mW 3mm-resolution stepped frequency radar for breast cancer diagnostic imaging in 65nm CMOS," *International Solid-State Circuits Conference (ISSCC)*, 2013 Proceedings of the

Periodo di mobilità all'estero

Il periodo di mobilità si è svolto presso "Analog Integrated Circuits Laboratory", Università di Pavia con la supervisione del Prof. Francesco Svelto nel periodo compreso tra Aprile 2012 e Agosto 2012. In questo periodo, ho lavorato alla realizzazione di un ricetrasmittitore per comunicazioni wireless ad alta velocità (10 Gbits) su corto raggio (<10 cm). Nello specifico, mi sono concentrato sull'analisi e design di una rete di uscita per un amplificatore di potenza con una banda di 20 GHz centrata attorno a 40 GHz.

Titolo della Tesi di Dottorato

Analysis and design of Radio Frequency Integrated Circuits for Breast Cancer Radar Imaging in CMOS Technology

Supervisore: Prof. Andrea Neviani

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

Pertanto il collegio lo ammette all'esame finale.

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

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

Negli anni accademici 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012 il dottor **Bottegal Giulio** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXV ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Il candidato dichiara quanto segue:

Parte 1 Didattica

- Corsi Seguiti

- Applied Linear Algebra*, crediti 4, voto 30/30
- Statistical Methods*, crediti 6, voto A+
- Applied Functional Analysis*, crediti 7, voto 30/30
- Mathematical Modeling*, crediti 3, voto 30/30
- Learning with Kernels*
- Topics in Quantum Information*
- Bilinear Control Systems: theory and applications*,
- Subspace Identification*
- Convex Optimization* (presso Università di Siena)

- Partecipazione a scuole nazionali ed internazionali per dottorandi

- *Scuola di Dottorato SIDRA 2011*, presso Centro Congressi Bertinoro, 11-16 Luglio 2011.
- *Scuola di Dottorato SIDRA 2012*, presso Centro Congressi Bertinoro, 15-17 Luglio 2012.

- Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

- *Programming Bio-synthetic Dynamical Systems*,
Elisa Franco
- *Optimal Control on Non-Compact Lie Groups: A Projection Operator Approach*,
Alessandro Saccon
- *Exploiting information to improve control of large-scale manufacturing systems*,
Dawn Tilbury
- *Wind Integration - By All Means Available*,
Kameshwar Poolla
- *An Overview on F-Lipschitz Optimization with Wireless Networks Applications*,
Carlo Fischione
- *3D Robot Vision in Agriculture*,

- Michael Nielsen
- *Nonlinear Filtering -- Unscented Kalman filtering with SVD,*
Torhu Katayama
 - *Performance Trends and Limitations of Electronic Energy Processing Systems,*
Johann Kolar
 - *Factors Impacting Processor Design - A view from the Field,*
Pratap Pattnaik
 - *Identification and Validation a Lithium Battery Reduced Model Based Extended Kalman Filter for Critical Surface Charge Estimation,*
Carmelo Speltino
 - *Filosofia della Matematica e Matematica della Filosofia,*
Piergiorgio Odifreddi
 - *What are moment problems and why are they useful in systems and control?*
A. Lindquist
 - *Può l'informazione modificare il cervello?*
L. Maffei
 - *My life in Silicon Valley*
F. Faggin
 - *LPV identification of a Twin Rotor MIMO System via grey-box modeling*
H. Tanaka
 - *Input driven consensus algorithm for distributed estimation and classification in sensor networks,* C. Ravazzi
 - *Adaptive Feedforward Compensation of Harmonic Disturbances for Convergent Nonlinear Systems,* A. Serrani
 - *Adaptive and Optimal Filtering, Prediction and Control in Adaptive Optics*
S. Gibson
 - *On the zeros of blocked systems resulting from blocking of linear systems*
M. Zamani, presso The Australian National University, Canberra
 - *NICTA Meeting*
presso The Australian National University, Canberra
 - *Modelling distributed systems*
U. Hempke, presso The Australian National University, Canberra
 - *Generalized Linear Dynamic Factor Models*
M. Deistler, presso The Australian National University, Canberra
 - *Multidimensional stable behaviour of negligible signals defined by Serre categories,*
Ulrich Oberst
 - *Computing over Unreliable Communication Networks,*
Nicola Elia,
 - *Time-Critical Cooperative Path Following of Multiple UAVs over Time-Varying Networks,* Isaac Kaminer,
 - *Stochastic Self Assembly of Incommensurate Clusters,*
Maria Rita D'Orsogna,

- *Cooperative control of multi-agent systems: application to underwater missions*,
Lara Brinon-Arranz
 - *Consensus on Manifolds*,
Rene Vidal
 - *Linear State Estimation Via Multiple Sensors Over Rate-Constrained Channels*, Subhrakanti Dey,
-
- Partecipazione a workshop/tutorial nazionali/internazionali:
 - Convegno Annuale dei Docenti e Ricercatori Italiani in Automatica SIDRA 2010, L'Aquila 13-15 Settembre 2010.
 - Convegno Annuale dei Docenti e Ricercatori Italiani in Automatica SIDRA, Pisa 7-9 Settembre 2011.
 - Convegno ERNSI 2012, Maastricht, Paesi Bassi.
-
- Partecipazione a conferenze internazionali:
 - IEEE American Control Conference 2012, Montreal, Canada
-
- Periodi di Mobilità:
 - Ottobre 2011-Marzo 2012, presso The Australian National University of Ireland, Canberras, Australia sotto la supervisione del Prof. Brian D.O. Anderson.
-
- Attività di supporto alla didattica:
 1. Didattica di supporto e laboratorio per il corso "Identificazione dei modelli" tenuto dal prof G. Picci (50 ore) – Tutor Junior
 2. Didattica di supporto e laboratorio per il corso "Architettura degli elaboratori" (proff. C. Guerra, E. Menegatti, F. Filira) – Tutor Junior
 3. Didattica di supporto e laboratorio per il corso "Stima e filtraggio" tenuto dal prof S. Pinzoni (18 ore)

Parte 2 Ricerca

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

L'attività scientifica svolta durante il dottorato può essere suddivisa in quattro argomenti.

1) *Modelli ad analisi fattoriale generalizzata*

L'attività di ricerca principale consiste nello studio di una nuova classe di modelli, denominata "Generalized factor analysis models". Lo scopo di questa classe di modelli è di descrivere un grande insieme di osservazioni concentrando l'informazione comune in poche variabili aleatorie, denominate *latent factors*. Normalmente, la possibilità di definire in modo univoco tali variabili nascoste è compromessa dalla enorme quantità di modelli che possono descrivere in maniera equivalente le stesse osservazioni. Tuttavia, con l'introduzione di opportune ipotesi e con un'accurata analisi delle proprietà del modello, si può dimostrarne l'identificabilità, ovvero l'univocità della rappresentazione secondo "Generalized factor analysis" dato un certo set di osservazioni. Questa classe di modelli è successivamente applicata al problema del *flocking*, ovvero la modellizzazione di sistemi multi agente che presentano dei comportamenti simili.

Risultati Originali: E' stato dimostrato che la decomposizione dei "Generalized factor analysis models" può essere vista come una riformulazione della decomposizione di Wold. E' stato dimostrato un teorema che stabilisce l'univocità della modellizzazione delle variabili latenti. E' stato mostrato come questi modelli ben si adattino alla modellizzazione di sistemi multi agente.

2) *Stima spettrale nonparametrica*

Una seconda attività di ricerca riguarda la derivazione di algoritmi per la stima della densità spettrale di un processo stazionario. Utilizzando tecniche non parametriche basate sulla costruzione di opportuni *Reproducing kernel Hilbert spaces*, è possibile stimare l'andamento della funzione di autocorrelazione di un processo stazionario a partire da un insieme limitato di osservazioni dello stesso. Una volta ottenuta la funzione di autocorrelazione, tramite una semplice operazione di FFT è possibile ottenere la stima dello spettro. Questo algoritmo è successivamente esteso a processi multivariabili, con anche una particolare applicazione all'identificazione di sistemi lineari comandati da rumore bianco.

Risultati Originali: E' stato introdotto un nuovo algoritmo per la stima spettrale multivariabile, basato su tecniche non parametriche. E' stato dimostrato che tale algoritmo può essere implementato con complessità computazionale lineare.

3) *Zeri di sistemi multifrequenza*

L'utilizzo di modelli ad analisi fattoriale generalizzata nell'ambito dell'econometria è possibile solo se si considerano processi a campionamenti non equivalenti. Ad esempio, alcune variabili econometriche sono disponibili su scala mensile, altre su scala quadrimestrale. Per questo motivo, è importante studiare sistemi che modellizzano processi con queste caratteristiche, e in particolare, è importante studiare le proprietà degli zeri di sistema. A tale scopo, è stato svolto un lavoro che analizza completamente le proprietà dinamiche di sistemi lineari multifrequenza.

Risultati Originali: E' stato dimostrato che genericamente i sistemi lineari multifrequenza che, a seguito dell'operazione di "blocking" risultano con più uscite che ingressi, non presentano zeri per valori complessi diversi da 0 e infinito. Inoltre, è stato stabilito sotto quali condizioni questi sistemi presentano zeri in 0 o infinito.

4) *Identificabilità di modelli Errors-in-Variables*

In questo ambito, si è svolta una ricerca sulle condizioni sotto le quali un dato modello dinamico con errori nelle variabili sia identificabile, ovvero ammetta una parametrizzazione unica. Si è inoltre sviluppata una teoria sull'identificabilità di questi modelli, cercando relazioni di tali modelli con modelli a retroazione e simulando processi con sistemi di acquisizione che inducono errori con attenuazioni ad alta frequenza.

Risultati Originali: E' stato dimostrato un teorema originale che stabilisce una condizione necessaria per la non identificabilità di suddetti modelli. E' stato stabilito in quali casi questa condizione è sufficiente.

- Titolo definitivo della tesi e nome del supervisore:

TITOLO: "Modeling, estimation and identification of stochastic systems with latent variables" Supervisore: Prof. Giorgio Picci

Parte 3 Pubblicazioni

- Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

1. G. Bottegal and G. Picci. A note on generalized factor analysis models. 50th IEEE CDC-ECC 2011.
2. G. Bottegal and G. Pillonetto. Regularized spectrum estimation in spaces induced by stable spline kernels. IEEE ACC 2012.
3. B.D.O. Anderson, M. Zamani and G. Bottegal. On the zero properties of tall linear systems with single-rate and multirate outputs. MTNS 2012.
4. G. Bottegal and G. Picci. Flocking and generalized factor analysis. 50th IEEE ECC 2013 (submitted).

- Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

1. G. Bottegal, G. Picci and S. Pinzoni. On the identifiability of errors-in-variables models with white measurement errors. Automatica, 47(3):545-551, Mar. 2011.
2. G. Bottegal and G. Pillonetto. Regularized spectrum estimation using stable spline kernels. Automatica (submitted).
3. M. Zamani, G. Bottegal and B.D.O. Anderson. On the zero freeness of tall multirate linear systems. In preparation.
4. G. Bottegal and G. Picci. Modeling flocking behaviour through generalized factor analysis models. In preparation.

Il Collegio prende atto di quanto esposto e osserva che durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Bottegal Giulio** 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.

Pertanto il collegio lo ammette all'esame finale.

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

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

Negli anni accademici 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012 il dottor **Canzian Luca** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXV ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Il candidato dichiara quanto seguente:

Parte 1 Didattica

Corsi seguiti

- Applied Linear Algebra, Prof. Tobias Damm e Prof. Harald Wimmer, 16 ore
- Game Theory for Information Engineering, Prof. Leonardo Badia, 20 ore
- Satellite Navigation Systems, Prof. Oscar Pozzobon e Prof. Lorenzo Vangelista, 20 ore
- Statistical Methods, Prof. Lorenzo Finesso, 24 ore
- Harnessing Randomness in Information Theory, Prof. Matthieu Bloch, 12 ore
- Convex Optimization, Prof. Lieven Vandenberghe, University of California, Los Angeles, 40 ore

Partecipazione a scuole per dottorandi

- Newcom++ Spring School on Cognitive Wireless Communication Networks, 4-7 Maggio 2010, Lucca
- Lipari Summer School on Computer Science, Mobile Computing and Communications: Towards the Next Generation of Networks, 17-24 Luglio 2010, Lipari
- Lipari Summer School on Game Theoretic approach to Computational Complex Systems, 9-16 Luglio 2011, Lipari
- International Summer School on Cognitive Wireless Communications: Highlight on Game Theory, 10-13 Luglio 2012, Paris

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

- "Omnidirectional vision: from calibration to robot motion estimation", Dr. Davide Scaramuzza, ETH Zurigo, Autonomous Systems Lab, 26 Febbraio 2010
- "Wind Integration, By All Means Available", Prof. Kameshwar Poolla, University of California, Berkeley, 24 Giugno 2010
- "Performance Trends and Limitations of Electronic Energy Processing Systems", Prof. Johann Kolar, ETH Zurigo, Department of Electrical Engineering, 10 Settembre 2010
- "L'ingegneria dell'interazione strategica", Prof. Marco LiCalzi, Università Ca' Foscari Venezia, 23 Novembre 2010
- "Delay and throughput characterization in random networks", Dr. Kostas Stamatiou, Università degli Studi di Padova, 3 Dicembre 2010

- “Quantum computation and simulation with photons”, Dr. Giuseppe Vallone, Università di Roma La Sapienza, 17 Gennaio 2011
- “Power harvesting towards autonomous RFIDs and wireless sensors”, Dr. Apostolos Georgiadis, Centre Tecnologic de Telecomunicacions de Catalunya, 28 Gennaio 2011
- “Physical-Layer Security”, Prof. Matthieu Bloch, Georgia Institute of Technology Georgia Institute of Technology, 17 Febbraio 2011
- “MIMO Transceiver Design via Majorization Theory: from single- to multi-hop networks”, Dr. Luca Sanguinetti, Università di Pisa, 24 Febbraio 2011
- “4G networks deployment”, Dr. Telemaco Melia, 8 Aprile 2011
- “Può l'informazione modificare il cervello?”, Prof. Lamberto Maffei, Scuola Normale Superiore di Pisa, 5 Maggio 2011
- “My life in Silicon Valley”, Dr. Federico Faggin, 7 Giugno 2011
- “Decentralized Model Predictive Control techniques for multiagent coordination problems”, Dr. Luca Galbusera, Politecnico di Milano, 15 Giugno 2011
- “Inclusive fitness and the evolution of collective action”, Prof. Rob Boyd, University of California, Los Angeles, 12 Ottobre 2011
- “Repeated Games Tutorial”, Prof. Ichiro Obara, University of California, Los Angeles, 19 Ottobre 2011
- “Non-asymptotic Information Theory”, Prof. Sergio Verdu, Princeton University, 31 Ottobre 2011
- “Ostracism”, Prof. David Miller, University of California, San Diego, 2 Novembre 2011
- “Mean Field Equilibria of Dynamic Auctions with Learning”, Prof. Ramesh Johari, Stanford University, 9 Novembre 2011
- “Tutorial on Dynamic Games”, Prof. Paulo Tabuada, University of California, Los Angeles, 30 Novembre 2011
- “The Spectral Efficiency of CSMA Ad-Hoc Networks”, Dr. Itsik Bergel, Bar Ilan University, 21 Gennaio 2012
- “Optimization in Presence of Random Constraints”, Prof. Angelia Nedich, University of Illinois at Urbana-Champaign, 8 Febbraio 2012
- “Learning and information exploitation in networked scenarios”, Prof. Tembine Hamidou, Supelec, 29 Febbraio 2012
- “Tutorial on Mechanism Design”, Prof. Moritz Meyer-ter-Vehn, University of California, Los Angeles, 4 Aprile 2012
- “Reliable video delivery over heterogeneous networks”, Dr. Simone Milani, Politecnico di Milano, 17 Maggio 2012
- “Gene regulatory networks in cancer: a probabilistic approach”, Prof. Mathukumalli Vidyasagar, University of Texas at Dallas, 24 Maggio 2012
- “Social networks - models, methods, and analysis”, Prabhakar Raghavan, Google, 10 Settembre 2012
- “Cooperative Energy Network Management for Smart Microgrids”, Prof. Masayuki Fujita, Tokyo Institute of Technology, 8 Ottobre 2012

□ “Wireless MAC Processors: Programming and Running MAClets on Hard-Coded Devices”, Prof. Ilenia Tinnirello, University of Palermo, e Prof. Francesco Gringoli, University of Brescia, 30 Ottobre 2012

Partecipazione a Conferenze Nazionali

□ Italian Networking Workshop, 12-14 Gennaio 2011, Cavalese (TN)

Partecipazione a Conferenze Internazionali

□ European Wireless Conference, Towards the Future Internet, 12-15 Aprile 2010, Lucca

□ IEEE GLOBECOM 2010, 6-10 Dicembre 2010, Miami, USA

□ Southern California Symposium on Network Economics and Game Theory (SoCal NEGT) 2011, 3-4 Novembre 2011, Pasadena, USA

Permanenza all'estero

□ 12 Settembre 2011 – 19 Aprile 2012, University of California, Los Angeles

Parte 2 Ricerca

Nelle reti di comunicazione wireless, molti protocolli sono stati progettati assumendo che gli utenti rispettino le regole del protocollo. Purtroppo un utente, guidato da interessi personali, potrebbe manipolare il protocollo per ottenere un beneficio a discapito degli altri utenti. Di conseguenza, la rete wireless sarebbe sfruttata in maniera inefficiente da un punto di vista sociale.

Durante il mio dottorato mi sono occupato principalmente della progettazione di protocolli in grado di prevenire le inefficienze dovute al comportamento egoistico e strategico degli utenti. Per raggiungere questo scopo, ho sfruttato gli strumenti offerti dalla *teoria dei giochi*, la scienza matematica che modella e analizza l'interazione tra soggetti che prendono decisioni in maniera autonoma, sulla base di interessi personali. Tale strumenti mi hanno permesso di progettare *schemi di incentivi* per promuovere l'utilizzo efficiente delle risorse di una rete wireless.

Nel primo anno di dottorato ho approfondito le mie conoscenze su tali tematiche e ho progettato un algoritmo, basato su *gioco fittizio* tra l'allocatore di risorse e lo scheduler, per allocare efficientemente la banda nelle reti LTE (Long Term Evolution). Tale lavoro ha prodotto un articolo che è stato presentato a IEEE CAMAD 2010.

Parallelamente al tema principale di ricerca, durante il mio primo anno di dottorato ho continuato alcuni studi che avevo già iniziato.

Ho esteso il protocollo che avevo individuato durante la mia tesi di laurea specialistica, riguardante la comunicazione multicast nella tecnologia Bluetooth, ad altre tecnologie, generalizzando lo studio teorico effettuato. Tale lavoro ha prodotto un articolo che è stato accettato a PerGroup 2010, un workshop di IEEE GLOBECOM 2010, al quale ho partecipato per presentare l'articolo e che mi ha permesso di vincere uno Student Travel Grant messo in palio da GLOBECOM.

Infine ho portato avanti uno studio, iniziato durante il corso di Satellite Navigation Systems, riguardante l'autenticazione di segnali GNSS per mezzo di corte sequenze di codice criptato. Tale lavoro ha prodotto un articolo che è stato presentato a NAVITEC 2010.

All'inizio del secondo anno di dottorato ho considerato una rete wireless che usa una tecnica di multiplazione TDMA (Time Division Multiple Access) e un meccanismo di controllo dell'errore basato su tecniche ARQ (Automatic Repeat reQuest). Le prestazioni di una rete di questo tipo possono migliorare in maniera sostanziale se gli utenti cooperano nella ritrasmissione dei pacchetti che altri utenti non sono riusciti ad inviare correttamente. Purtroppo ogni utente che coopera deve consumare delle risorse per aumentare le prestazioni degli altri utenti, senza riceverne alcun beneficio diretto. Per tale motivo queste tecniche cooperative sono difficili da implementare sotto l'assunzione che ogni utente possa decidere se cooperare o meno. Con lo scopo di incentivare la cooperazione tra gli utenti, ho modellato la loro iterazione tramite un *gioco coalizionale*, trovando analiticamente le condizioni per cui due utenti cooperano volontariamente e analizzando il guadagno che si ottiene rispetto al caso non cooperativo. Questo contributo ha prodotto un articolo che è stato presentato a IEEE CAMAD 2011.

Successivamente ho esteso tale lavoro considerando una rete con un numero generico di utenti. In tale situazione i giochi coalizionali non permettono di ottenere soluzioni generali. Per tale motivo ho considerato un ulteriore utente con il compito di gestire le risorse della rete, e la cooperazione tra gli utenti è stata incentivata grazie ad una *allocazione dinamica* delle risorse. Tale lavoro ha prodotto un articolo che è stato accettato per la pubblicazione nelle IEEE Transactions on Communications.

Infine, un ulteriore scenario che ho considerato nel secondo anno di dottorato riguarda la condivisione di alcuni nodi tra due reti wireless che si sovrappongono spazialmente. I nodi condivisi possono inoltrare i pacchetti provenienti dai nodi dell'altra rete, permettendo all'altra rete di trovare dei percorsi più vantaggiosi per spedire i propri pacchetti, ma aumentando il traffico della rete a cui i nodi appartengono. Il problema che ho affrontato è quello di individuare una metrica per le prestazioni della rete, in base a questa trovare il sottoinsieme migliore di nodi da condividere, ed infine incentivare la cooperazione tra le due reti attraverso uno schema dinamico che si basa sui *giochi ripetuti*. Tale contributo ha permesso di scrivere un articolo che è stato presentato a IEEE ICC 2012. Una estensione di tale lavoro, in cui diverse tipologie di metriche vengono considerate, è stata sottomessa alle IEEE Transactions on Communications ed è in fase di revisione.

Nel terzo anno di dottorato la mia ricerca si è focalizzata principalmente su due argomenti.

All'inizio ho considerato un problema di accesso al mezzo, in cui gli utenti di una rete wireless utilizzano un protocollo ALOHA per accedere al canale wireless condiviso. In assenza di un ulteriore meccanismo, gli utenti sono portati ad occupare il canale al massimo delle loro possibilità, causando un numero elevato di collisioni e utilizzando il canale in modo inefficiente. Per tale motivo ho progettato due schemi di incentivi, uno schema di *pricing* e uno di *intervento*, con lo scopo di promuovere un utilizzo più efficiente delle risorse. Nello schema di pricing gli utenti devono pagare in base

all'utilizzo del canale, mentre nello schema di intervento un dispositivo interferisce con la trasmissione degli utenti nel caso in cui le risorse vengano usate eccessivamente. Ho derivato le politiche ottimali per entrambi gli schemi in diversi scenari, e ho confrontato i due schemi sulla base delle prestazioni ottenibili. Tale contributo ha permesso di scrivere un articolo che è stato sottomesso alle IEEE/ACM Transactions on Networking ed è in fase di revisione.

L'ultimo problema trattato si basa sulla considerazione che il funzionamento ottimale di un protocollo dipende spesso dal recupero di informazioni private possedute dagli utenti, i quali potrebbero decidere di rivelarle in maniera errata se ciò portasse loro un beneficio. Per tale motivo uno schema di incentivi, oltre a promuovere l'adozione di determinate azioni, deve essere in grado di recuperare le informazioni rilevanti dagli utenti. Sfruttando il framework astratto del *mechanism design*, ho affrontato il problema del recupero dell'informazione dagli utenti per una classe generale di problemi in cui rientrano molti problemi di allocazione delle risorse che si incontrano nelle reti di comunicazione wireless. I risultati ottenuti sono stati successivamente applicati per progettare un sistema di controllo della congestione, in cui gli utenti sono eterogenei ed agiscono in maniera strategica. Tale lavoro ha prodotto due articoli che sono stati sottomessi alle IEEE Transactions on Communications e sono in fase di revisione.

Titolo definitivo della tesi: On the Design of Incentive Mechanisms in Wireless Networks: a Game Theoretic Approach

Nome del supervisore: Prof. Michele Zorzi

Parte 3 Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

□ **L. Canzian**, L. Badia, and M. Zorzi, "Promoting Cooperation in Wireless Relay Networks through Stackelberg Dynamic Scheduling", to appear in IEEE Trans. Commun.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

□ G. Quer, F. Librino, **L. Canzian**, L. Badia, and M. Zorzi, "Using Game Theory and Bayesian Networks to Optimize Cooperation in Ad-Hoc Wireless Networks", in Proc. IEEE ICC, Ottawa, Canada, Jun. 10-15, 2012

□ **L. Canzian**, L. Badia, and M. Zorzi, "Relaying in Wireless Networks Modeled through Cooperative Game Theory", in Proc. IEEE CAMAD, Kyoto, Japan, June 10-11, 2011

□ O. Pozzobon, **L. Canzian**, A. Dalla Chiara, and M. Danieleto, "Anti-spoofing and open GNSS signal authentication with signal authentication sequences", in Proc. NAVITEC, Noordwijk, The Netherlands, Dec. 8-10, 2010

□ **L. Canzian**, A. Zanella, and M. Zorzi, "Overlapped NACKs: Improving Multicast Performance in Multi-access Wireless Networks", in Proc. IEEE PerGroup, Miami, FL, USA, Dec. 6, 2010

□ L. Anchora, L. Badia, **L. Canzian**, and M. Zorzi, “A Characterization of Resource Allocation in LTE Systems Aimed at Game Theoretical Approaches”, in Proc. IEEE CAMAD, Miami, FL, USA, Dec. 3-4, 2010

Elenco dei lavori in fase di revisione su rivista internazionale:

□ **L. Canzian**, Y. Xiao, M. Zorzi, and M. van der Schaar, “Game Theoretic Design of MAC Protocols: Pricing and Intervention in Slotted-Aloha”, Submitted to IEEE/ACM Trans. Networking

□ G. Quer, F. Librino, **L. Canzian**, L. Badia, and M. Zorzi, “Inter-Network Cooperation exploiting Game Theory and Bayesian Networks”, Submitted to IEEE Trans. Commun.

□ **L. Canzian**, Y. Xiao, W. Zame, M. Zorzi, and M. van der Schaar, “Information Revelation and Intervention Part 2: Application to Flow Control”, Submitted to IEEE Trans. Commun.

□ **L. Canzian**, Y. Xiao, W. Zame, M. Zorzi, and M. van der Schaar, “Information Revelation and Intervention Part 1: Design Framework”, Submitted to IEEE Trans. Commun.

Il Collegio prende atto di quanto esposto e osserva che durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Luca Canzian** 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.

Pertanto il collegio lo ammette all'esame finale.

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

Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Dal Mutto Carlo** nell'ambito del XXV ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Negli anni accademici 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012 il dottor **Dal Mutto Carlo** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXV ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Il candidato dichiara quanto segue:

Parte 1 Didattica

Corsi seguiti

- Applied Linear Algebra
- Statistical Methods
- Programmazione Lineare (Catalogo Matematica)
- Learning with Structural Kernels

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi

- VISMAL 2010, Catania

Partecipazione a Conferenze Nazionali

- Riunione annuale GTTI 2010, Brescia

Partecipazione a Conferenze Internazionali

- Siggraph 2010, Los Angeles
- RISA 2011, Trento

Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

--

Permanenza all'estero

- Luglio – ottobre 2010, Canesta Inc., Sunnyvale, CA, USA
- Giugno – agosto 2011, Imimtek Inc., Sunnyvale, CA, USA
- Gennaio – maggio 2012, Duke University, Durham, NC, USA
- Giugno – dicembre 2012, University of California Santa Cruz, CA, USA

Stage

- Luglio – ottobre 2010, Canesta Inc., Sunnyvale, CA, USA
- Giugno – agosto 2011, Imimtek Inc., Sunnyvale, CA, USA

Parte 2 Ricerca

Durante il corso del primo anno sono state studiate e analizzate le conoscenze attuali nell'ambito dell'acquisizione ed elaborazione di dati 3D video, con particolare riguardo agli algoritmi e ai metodi allo stato dell'arte. Sono stati presi in considerazione diversi sistemi di acquisizione di dati 3D video (sensori a tempo di volo, sistemi di visione stereoscopica e un sistema trinoculare formato da un sistema di visione stereoscopica e un sensore a tempo di volo). Allo scopo di conoscere approfonditamente il funzionamento dei sensori a tempo di volo, e' stato effettuato uno stage in una delle 3 ditte produttrici di sensori ToF (Canesta Inc., Sunnyvale, CA, USA). Sono stati analizzati i principali algoritmi di elaborazione di dati 3D allo stato dell'arte. Inoltre sono stati sviluppati algoritmi che permettono di utilizzare al meglio il sistema trinoculare descritto prima (algoritmi di calibrazione) e algoritmi di elaborazione dei dati forniti dal suddetto sistema, con particolare riguardo alla segmentazione della scena.

Durante il corso del secondo anno e' stato preso in considerazione lo specifico problema della fusione di dati provenienti da un sensore a tempo di volo e da un sistema stereoscopico. Il problema e' stato affrontato con un approccio probabilistico "Maximum a Posteriori" (MAP). Tale approccio permette di modellare il processo di stima della geometria 3D della scena inquadrata dal sistema di acquisizione considerato, tenendo conto sia delle caratteristiche delle misure effettuate dal sistema di acquisizione, sia delle caratteristiche della scena acquisita. Tramite l'applicazione della "Regola di Bayes", e' possibile rappresentare le caratteristiche delle misure effettuate dal sistema con un termine di verosimiglianza (Likelihood), mentre e' possibile rappresentare le caratteristiche della scena mediante un termine tipico dell'informazione a priori (Prior). In questo tipo di approccio e' molto importante modellare accuratamente il termine di verosimiglianza e il termine di informazione a priori. Per quanto riguarda il termine di verosimiglianza, si puo' notare che nel caso specifico del sistema trinoculare considerato, e' possibile spezzare tale termine nel prodotto di un termine di verosimiglianza caratteristico delle misure del sensore a tempo di volo e di un termine di verosimiglianza caratteristico delle misure del sistema stereo. Tale suddivisione e' possibile ipotizzando che gli errori di misura dei due sistemi siano indipendenti. Tale indipendenza e' stata provata essere vera empiricamente. Una volta appurata tale indipendenza, si e' proceduto con la modellazione delle misure del sensore a tempo di volo. In questo ambito, e' stata esplorata la possibilita' di considerare il sensore a tempo di volo come un sistema di comunicazione Single-Input-Multiple-Output (SIMO), e ricavare gli errori di misura di questo sensore in maniera formale, utilizzando tecniche note nell'ambito delle telecomunicazioni. Per quanto riguarda la modellazione degli errori di misura del sistema stereo, la modellazione dei termini di verosimiglianza delle misure di questi e' un argomento classico per il quale numerose soluzioni sono state proposte. Nel nostro caso si e' proceduto con l'utilizzo di una soluzione basata su considerazioni di "middle-level vision" quali la segmentazione di immagini stereo. Per quanto riguarda il termine di verosimiglianza, e' stato modellato mediante un approccio basato sulla teoria dei campi aleatori di Markov (Markov-Random-Fields, MRF) che sono un'estensione al caso

multidimensionale del concetto dei processi aleatori di Markov. Particolare attenzione è stata rivolta alla ricerca del reticolo e del codominio più efficaci ed efficienti per la definizione del MRF di cui la stima finale della geometria della scena risulta essere una realizzazione. La scelta effettuata si è dimostrata in grado di ridurre di un ordine di grandezza le operazioni rispetto ai metodi che attualmente rappresentano lo stato dell'arte. Questa specifica rappresentazione ha tuttavia privato la possibilità di utilizzare algoritmi standard per la massimizzazione del problema MAP. Quindi è stata sviluppata una versione dell'algoritmo di ottimizzazione globale "Loopy Belief Propagation" (LBP) allo scopo di effettuare tale ottimizzazione. I risultati ottenuti mostrano l'efficienza e l'efficacia del metodo proposto.

Contestualmente al problema della fusione di dati provenienti dal sistema trinoculare, è stato affrontato anche il problema dell'utilizzo dei dati di tale sistema per applicazioni di interfacce utente.

Nel corso del terzo anno sono state approfondite le tematiche di ricerca cominciate nei primi due anni, e ne sono state cominciate di nuove. Alcune di queste sono state portate a conclusione, mentre altre sono ancora in via di sviluppo.

In particolare è stata trattata la fusione di dati provenienti da un sistema trinoculare costituito da due videocamere a colori e da una camera a tempo di volo (*time-of-flight*). Lo scopo di tale fusione di dati è quello di fornire una ricostruzione tridimensionale della scena inquadrata contemporaneamente dalle tre telecamere, di complementare tale ricostruzione geometrica con una precisa informazione di colore associata e di utilizzare tale informazione completa (colore e geometria per varie applicazioni).

Una prima applicazione è volta alla soluzione del classico problema di segmentazione della scena (ovvero identificazione dei vari oggetti contenuti nella scena stessa). A tale scopo, sono stati proposti algoritmi basati su tecniche di *clustering* (es. *spectral clustering*, *k-means clustering*, *mean-shift clustering*) che tengono conto dell'informazione relativa fornita da ciascuna delle due componenti in maniera sinergica. La novità principale caratteristica dei metodi proposti, riguarda la selezione automatica dell'apporto di colore e geometria allo scopo di fornire una identificazione precisa. I risultati ottenuti rappresentano un chiaro miglioramento rispetto allo stato dell'arte.

Una seconda applicazione è volta all'utilizzo di dati di colore e geometria tridimensionale per lo sviluppo di interfacce naturali uomo-macchina. Tali interfacce (evoluzione del mouse e della tastiera) sono un argomento molto in voga nel campo di *computer vision*, in particolare dopo l'introduzione sul mercato di *Microsoft Kinect*. Il lavoro svolto in questo campo è stato rivolto principalmente alla definizione del problema e all'analisi di vari approcci. In particolare è stato approcciato un metodo basato sull'applicazione di modelli cinematici deformabili, ben noti negli ambiti di visione e grafica. Tale soggetto è ancora in fase di sviluppo e ha stimolato la collaborazione con altri dottorandi e studenti frequentanti il Laboratorio di Tecnologia e Telecomunicazioni Multimediali.

Contestualmente allo sviluppo di tali applicazioni, una buona dose di tempo ed energie è stata rivolta alla stesura di un libro in collaborazione con il Prof. Cortelazzo e l'Ing. Zanuttigh riguardo le tecnologie allo stato dell'arte nella ricostruzione tridimensionale:

- Sensori matriciali basati su tecnologia a tempo di volo;
- Sensori basati su tecnologia a luce codificata (o strutturata);
- Fusione di dati provenienti da sensori di vario tipo (inclusi algoritmi di calibrazione).

Tale libro è stato pubblicato da *Springer* nelle edizioni *Springer Briefs*.

Titolo definitivo della tesi: "Acquisition and Processing of ToF and Stereo Data"

Nome del supervisore: Prof. Guido M. Cortelazzo

Parte 3 Pubblicazioni

Libri

1. C. Dal Mutto, P. Zanuttigh, G.M. Cortelazzo
"Time-of-Flight Cameras and Microsoft Kinect TM "
Springer Briefs, 2012

Capitoli di libri

2. C. Dal Mutto, P. Zanuttigh, G.M. Cortelazzo
"ToF Cameras and Stereo Systems: Comparisons and Data Fusion "
In "ToF Range-Imaging Cameras"
Springer, (to appear)
3. C. Dal Mutto, F. Dominio, P. Zanuttigh, S. Mattoccia
"Stereo Vision and Scene Segmentation."
In "Stereo Vision", Intech, June 2012

Articoli su rivista internazionale

4. C. Dal Mutto, P. Zanuttigh, G.M. Cortelazzo
"Fusion of Geometry and Color Information for Scene Segmentation"
IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing, September 2012

Articoli su convegno internazionale

5. C. Dal Mutto, P. Zanuttigh, G.M. Cortelazzo, S. Mattoccia
" Locally Consistent ToF and Stereo Data Fusion "
CD4CV (ECCV Workshop) 2012, Florence, Italy, October 2012.
6. C. Dal Mutto, S. Mattoccia , P. Zanuttigh, G.M. Cortelazzo
"Scene Segmentation Assisted by Stereo Vision."
3DIMPVT 2011 (IEEE), Hangzhou, China, May 2011.
7. C. Dal Mutto, P. Zanuttigh, G.M. Cortelazzo
"Scene Segmentation by Color and Depth Information and its Applications."
STDay 2010, Udine, Italy, September 2010.
8. C. Dal Mutto, P. Zanuttigh, G.M. Cortelazzo
"A Probabilistic Approach to ToF and Stereo Data Fusion."
3DPVT10 (IEEE), Paris, France, May 2010.
9. V. Garro, C. Dal Mutto, P. Zanuttigh, G.M. Cortelazzo
"A Novel Interpolation Scheme for Range Data with Side Information."
CVMP 2009 (IEEE), London, UK, November 2009.
10. C. Dal Mutto, V. Garro, P. Zanuttigh, G.M. Cortelazzo
"Combined Use of ToF Sensors and Standard Cameras for 3D Video Acquisition"
STDay 2009, Genova, Italy, September 2009.

Articoli su convegno nazionale

11. C. Dal Mutto, F. Dominio, P. Zanuttigh, G.M. Cortelazzo
"Hand Gesture Recognition for 3D Interfaces."
STDay 2011, Turin, Italy, September 2011 (BEST PAPER AWARD)
12. L. Bezze, C. Dal Mutto, P. Zanuttigh, F. Dominio, G.M. Cortelazzo
"ToF Cameras and Microsoft Kinect Depth Sensor for Natural Gesture Interfaces"
CHIItaly 2011 (ACM), Alghero, Italy, September 2011.
13. C. Dal Mutto, P. Zanuttigh, G.M. Cortelazzo
"Accurate 3D Reconstruction by Stereo and ToF Data Fusion." GTTI Meeting 2010, Brescia, Italy, June 2010. (BEST PAPER AWARD)

Il Collegio prende atto di quanto esposto e osserva che durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Dal Mutto Carlo** 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.

Pertanto il collegio lo ammette all'esame finale.

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

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

Negli anni accademici 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012 il dottor **Eduati Federica** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXV ciclo, Indirizzo Bioingegneria.

Il candidato dichiara quanto segue:

Parte 1 Didattica

Corsi seguiti

Corso	ore
The Stochastic Processes and their Applications to Biology	20
Mathematical Modeling	12
Dose, Effect, Threshold	12
Applied Linear Algebra	16
Statistical Methods	24
Dynamic models in systems biology	16
TOTALE ORE	100

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi

- XXIX Scuola Annuale di Bioingegneria: **Biologia Sintetica**, Bressanone, 13-17 Settembre, 2010

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

- Seminario C.I.R.M.A.N.ME.C. **L'analisi tempo-frequenza dell'EEG nello studio delle funzioni cognitive**, Prof. C. Babiloni, 17 Marzo, 2010.
- Seminario C.I.R.M.A.N.ME.C. **Studio di risonanza magnetica della connettività anatomica cerebrale mediante immagini di tensore di diffusione (DTI)**, Ing. A. Bertoldo, 28 Aprile, 2010.
- Seminario C.I.R.M.A.N.ME.C. **La NIRS come strumento di studio delle funzioni cognitive**, Dott. S. Cutini, 19 Maggio, 2010.
- **10° Corso di Metodologia e Ricerca Applicata**: "Aggiornamenti e prospettive in biologia molecolare e cellulare" – **Analisi di sequenza genica. Attualità e prospettive**, M. Miorin – **Nuove frontiere nello studio della regolazione dell'espressione genica: siRNA e microRNA**, E. Pagnin (Dip. Di Medicina Clinica e Sperimentale), 19 Maggio, 2010.
- Seminario: **Affymetrix European Medical Genomics Research Seminar**, G. te Kronnie – S. Bungaro - S. Bresolin - L. Trentin - E. Vendramini, (Dipartimento di Pediatria "Salus Pueri"), 20 Maggio, 2010.

- **1° Workshop Strategic Research Project AACSE – Algorithms and Architectures for Computational Science and Engineering**, 1-2 Luglio, 2010.
- Distinguished Lecture: **Filosofia della matematica e matematica della filosofia**, Prof. Piergiorgio Odifreddi, 21 Ottobre, 2010.
- DEI Distinguish Lecturer Series. **Può l'informazione modificare il cervello?**, Prof. Lamberto Maffei, 5th May, 2011 Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, University of Padova.
- DEI Colloquia. **Computational Problems in Cancer Genomics**, Prof. Eli Upfal, 18th May, 2011, Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, University of Padova.
- DEI Distinguish Lecturer Series. **My life in Silicon Valley**, Dr. Federico Faggin, 7th Jun, 2011, Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, University of Padova.
- **2nd Workshop Strategic Research Project AACSE – Algorithms and Architectures for Computational Science and Engineering**, 30th Jun – 1st Jul, 2011, Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, University of Padova.
- Genome Campus "Introduction to..." seminar series. **Genes, identity and health**, Sir Mark Walport, 6th Sept, 2011, Hinxton, Wellcome Trust Sanger Institute.
- SCAM meeting. **Drugs and Promiscuity**, John Overington, **Systematic identification of chemosensitizing agents and holistic drug re-purposing?** Francesco Iorio, 6th Sep, 2011, Hinxton, EBI.
- Genome Campus "Introduction to..." seminar series. **The personal genomics revolution**, Dr Ewan Birney, 13th Sep, 2011, Hinxton, Wellcome Trust Sanger Institute.
- EBI External Seminar. **Large-scale approaches to miRNA target identification**, Dr Mihaela Zavolan, 20th Sep, 2011, Hinxton, EBI.
- EBI Pink Seminar. **Investigation of phosphatases using chemical biology tools**, Dr Maja Koehn, 4th Oct, 2011, Hinxton, EBI.
- Sanger Seminar. **The Cancer Genome Atlas (TCGA) and Cancer Genomics**, Dr David Haussler, 26th Oct, 2011, Francis Crick Pavilion.
- Lunchtime Seminar. **Modeling Heterogenous Data in Signal Transduction**, Aidan MacNamara, 25th Oct, 2011, Hinxton, EBI.
- EBI Pink Seminar. **From gene expression to metabolic phenotype**, Kiran Patil, 1st Nov, 2011, Hinxton, EBI.
- Distinguish Lecturer Series. **The scientific legacy of hubble space telescope**, Dr. Robert Williams, 10th Oct, 2011, DEI, University of Padova.
- Distinguish Lecturer Series. **From nanotechnology to nanoscience**, Fabio Beltram, 8th May, 2012, DEI, University of Padova.
- SAC/EBI Joint Seminar. **Strict conservation of combinatorial transcription factor binding reveals the missing regulator in Haemophilia B Leyden**, Duncan Odom, **Longevity in the Insulin Signaling Pathway**, Janet Thornton, 18th Apr, 2012, Genome Campus, Hinxton.
- EBI External Seminar. **Constraint-based modeling of large-scale biological systems**, Carito Guziolowski, 17th Apr 2012, EBI, Hinxton, Cambridge.
- EBI Pink Seminar. **Quantitative proteomics of stem cells and cancer**, Jeroen Krijgsveld, 3rd Apr 2012, EBI, Hinxton, Cambridge.
- SAC/EBI Joint Seminar. **Coronary artery disease risk loci identified in over 190,000 individuals implicate lipid metabolism and inflammation as key causal pathways**, Panos Deloukas, **Using network models to understand and target signalling deregulation in cancer**, Julio Saez-Rodriguez, 21st Mar, Genome Campus, Hinxton.

- SciSoc (Cambridge University scientific society). **Modelling aspects of tumor growth and progression**, Prof. Philip Maini, 21st Feb 2012, Cambridge University, Cambridge.
- EBI Pink Seminar. **Origin and impact of structural variation in germline and cancer**, Jan Korbel, 7th Feb 2012, EBI, Hinxton, Cambridge.
- EBI External Seminar. **Using mathematical modelling to dissect complex feedback regulation in EGFR signalling: Towards tailored interference strategies**, Nils Bluthgen, 20th Jan 2012, EBI, Hinxton, Cambridge.
- EBI day. **Integrating gene expression with ageing-related signalling pathways**, Irene Papatheodorou, 13rd Jan 2012, EBI, Hinxton, Cambridge.
- EBI External Seminar. **Oscillatory dynamics of the cyclin/Cdk network driving the mammalian cell cycle**, Albert Goldbeter, 13rd Dec 2011, Hinxton, EBI.
- FGSB 2011. **The Application of Rule-Based Stochastic Flow to Model the Activity of Large Pathway Systems**, Tom Freeman, 30th Nov 2011, Wellcome Trust Genome Campus, Hinxton, Cambridge.
- FGSB 2011. **Reproducibility and Forensic Bioinformatics in High-Throughput Biology**, Keith Baggerly, 30th Nov 2011, Wellcome Trust Genome Campus, Hinxton, Cambridge.
- FGSB 2011. **Diamonds in the dirt: biological and translational inference from genetic and genomic analysis of type 2 diabetes**, Mark McCarthy, 30th Nov 2011, Wellcome Trust Genome Campus, Hinxton, Cambridge.

Partecipazione a Conferenze Nazionali

- GNB – Secondo congresso nazionale di bioingegneria. Torino, 8-10 Luglio 2010.
- GNB – Terzo congresso nazionale di bioingegneria. Roma, 26-29 Giugno 2012.

Partecipazione a Conferenze Internazionali

- Joint RECOMB Satellite Conference on Regulatory Genomics, Systems Biology and DREAM4. Broad/MIT, Cambridge (MA), 2-6 Dicembre, 2009.
- 3rd Annual RECOMB conference (Systems Biology, Regulatory Genomics, and Reverse Engineering Challenges). New York, 16-20 Novembre, 2010.
- 9th [BC]2 Basel Computational Biology Conference "Multiscale Modeling". Basel, 23-24 Giugno, 2011.
- 7th RECOMB Systems biology conference. Barcellona, 16-17 Ottobre, 2011.
- MLSB12, the Sixth International Workshop on Machine Learning in Systems Biology ("Satellite Meeting" of the 11th ECCB conference). Basel, 08-09 Settembre, 2012

Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

- Assistenza ai laboratori del corso di Elaborazione di Segnali Biologici 2011/2012, Prof. Gianna Toffolo (30 ore previste nell'ambito del contratto tutor junior).

Permanenza all'estero

Progetto: Implementazione e applicazione di metodologie per l'inferenza di reti di signalling proteico
Luogo: European Bioinformatic Institute (EBI), Hinxton, Cambridge, UK

Periodo: 1 Settembre 2011 – 30 Aprile 2012
Gruppo di Ricerca: Saez-Rodriguez Group – Systems Biomedicine

Parte 2 Ricerca

L'attività di ricerca svolta durante i 3 anni di dottorato è incentrata sullo studio dei sistemi di regolazione in ambito cellulare utilizzando diversi approcci di modellizzazione matematica al fine di migliorare la conoscenza dei processi biologici studiati.

I processi di regolazione biologica sono complessi e intricati e consentono di decodificare la sequenza di DNA e derivarne le caratteristiche funzionali e strutturali delle cellule coinvolgendo diverse molecole quali: DNA, mRNA, proteine e altri metaboliti. I modelli matematici sono molto utili in questo contesto in quanto sono una astrazione della realtà e permettono quindi di fare assunzioni che possono poi essere validate o rigettate in base ai dati sperimentali. Diversi modelli possono essere utilizzati per la descrizione di uno stesso sistema biologico e la scelta del modello più adatto, con il grado di semplificazione opportuno, dipende dallo scopo e dei dati disponibili. Durante il dottorato sono stati analizzati modelli con diversi livelli di complessità con l'obiettivo di scegliere il grado di semplificazione della realtà più appropriato per ogni caso studiato in modo da trascurare alcuni aspetti senza però compromettere il risultato del modello. In particolare, tre livelli di dettaglio sono stati considerati e verranno dettagliati in seguito: 1. reti di regolazione, 2. modelli qualitativi, 3. modelli quantitativi.

1. Reti di regolazione. In questo caso l'interesse è nell'inferenza della topologia di reti di regolazione nelle quali le molecole sono nodi collegati da archi. In particolare, è stato sviluppato un metodo per la ricostruzione di pathway di signalling a partire da dati di misura dell'attività proteica in seguito a stimolazione e inibizione di alcune molecole del pathway [1, 7, 12]. Il metodo proposto è risultato vincitore nel contesto della sfida "Predictive signalling network modelling" della competizione DREAM (Dialog for Reverse Engineering Assessments and Methods). Si tratta di un approccio strettamente data-driven che può essere suddiviso nei seguenti due passaggi: per prima cosa, gli esperimenti di perturbazione sono utilizzati per inferire una tabella Booleana per ogni proteina misurata nella quale viene codificato se una particolare combinazione stimolo-inibitore modifica l'attività della proteina in maniera significativa rispetto all'errore di misura. La tabella viene poi tradotta negli opportuni link tra proteine stimolate, inibite e misurate dando origine alla rete di signalling. Algoritmi come questo sono di particolare interesse anche per capire l'effetto delle patologie sulle reti di regolazione e studiare l'effetto di farmaci.

2. Modelli qualitativi. Le reti possono poi essere interpretate per fare simulazioni qualitative e confrontarle con dati sperimentali. In questo contesto, sono stati utilizzati modelli logici applicati a pathway di signalling ed è stato implementato un pacchetto R "CNOfeeder" (disponibile all'indirizzo www.cellnopt.org) per integrare la conoscenza a priori sulle reti con le informazioni derivate dai dati, utilizzando algoritmi di reverse-engineering, allo scopo di inferire modelli predittivi di reti di signalling in grado di descrivere i dati misurati [4, 11]. Questo pacchetto è studiato per essere integrato con un software esistente, CellNOpt, che permette di interpretare le reti come modelli logici e di

allenarle utilizzando dati sperimentali. Questo approccio integrato è stato applicato alla rete di signalling che regola la crescita cellulare e la risposta infiammatoria utilizzando dati sperimentali raccolti utilizzando una linea cellulare cancerosa di fegato (HepG2), permettendo l'identificazione di link mancanti nell'informazione a priori, ma utili per una ottimale descrizione dei dati. Le performance di CellNOpt nell'allenamento di reti sono state confrontate anche con quelle ottenute con Answer Set Programmi (ASP), una forma di programmazione dichiarativa che consente di codificare il problema impostandolo come programmazione logica e ottenere le soluzioni in maniera completa ed efficiente anche per reti di notevoli dimensioni [5].

3. *Modelli quantitativi.* Un maggior livello di dettaglio può essere codificato utilizzando equazioni differenziali ordinarie che permettono una descrizione più meccanicistica del sistema ma si limitano spesso all'analisi di sottosistemi di dimensioni contenute. In questo caso lo studio è stato indirizzato verso sottosistemi ricorrenti, quali feed-back e feed-forward loops, che sono noti avere ruoli funzionali importanti nelle reti di regolazione. Nello specifico, è stato proposto un meccanismo di regolazione che permette al lievito di mantenere un livello di concentrazione di mRNA ottimale [2, 6]. Nel sistema di feedback integrativo negativo utilizzato, la variabile da integrare è la quantità di mRNA e il suo integrale, che viene utilizzato per ottenere il feedback con segno negativo, rappresenta la proteina prodotta a partire dall'mRNA. Questo modello permette di spiegare l'adattamento osservato a livello genome-wide nella risposta allo stress del lievito, riproducendo le principali caratteristiche cinetiche delle serie temporali di mRNA analizzate. La modellizzazione con equazioni differenziali è stata applicata anche per la selezione di feed-forward loop (FFL) nei quali un fattore di trascrizione regola un miRNA ed entrambi regolano un gene target [3, 8, 9, 10]. Tre diversi modelli sono stati confrontati basandosi sulla loro abilità di descrivere serie temporali di miRNA e mRNA usando criteri basati sull'identificazione dei modelli. Questo metodo, applicato a serie temporali misurate su cellule adipose in fase di differenziazione, ha permesso di ridurre lo spazio di ricerca di nuove interazioni e di identificare potenziali molecole interessate in questo processo.

I tre livelli di modellizzazione sono stati poi integrati per l'analisi del pathway del signalling dell'insulina utilizzando un nuovo dataset sperimentale raccolto specificatamente per questo studio. L'esperimento consiste nella misura di dati di attivazione di alcune proteine chiave del pathway, utilizzando una linea cellulare di muscolo scheletrico, dopo la somministrazione di 3 diversi stimolazioni: insulina, leucina e insulina dopo preincubazione con leucina. Modelli qualitativi e quantitativi sono stati impiegati con la scopo di analizzare l'effetto dei diversi stimoli sul pathway dell'insulina.

Titolo definitivo della tesi:

“Inference in systems biology: modelling approaches and applications”

Supervisore:

Prof.ssa Gianna Toffolo

Parte 3 Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

1. **EDUATI F**, CORRADIN A, DI CAMILLO B, TOFFOLO G (2010). A Boolean approach to linear prediction for signaling network modeling. PLoS ONE; 5(9): e12789.
2. DE PALO G, **EDUATI F**, ZAMPIERI M, DI CAMILLO B, TOFFOLO G, ALTAFINI C (2011) Adaptation as a genome-wide autoregulatory principle in the stress response of yeast. IET Syst Biol; vol. 5(4); p. 269-279.
3. **EDUATI F**, DI CAMILLO B, KARBIENER M, SCHEIDELER M, CORÀ D, CASELLE M, TOFFOLO G (2012). Dynamic modeling of miRNA-mediated Feed-Forward loops. J Comput Biol; 19(2):188-99.
4. **EDUATI F**, DE LAS RIVAS J, DI CAMILLO B, TOFFOLO G, SAEZ-RODRIGUEZ J (2012). Integrating literature-constrained and data-driven inference of signalling networks. Bioinformatics; 28(18):2311-7.
5. VIDELA S, GUZIOLOWSKI C, **EDUATI F**, THIELE S, GRABE N, SAEZ-RODRIGUEZ J, SIEGEL A (2012). Revisiting the training of logic models of protein signaling networks with a formal approach based on Answer Set Programming. Computational Methods in Systems Biology, volume of Lecture Notes in Computer Science, pages 342-361. Springer Berlin / Heidelberg, 2012.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

6. DE PALO G, **EDUATI F**, ZAMPIERI M, DI CAMILLO B, TOFFOLO G, ALTAFINI C (2009). Autogenous control and genome-wide adaptation in the yeast stress response. ICSB – International Conference on Systems Biology. Stanford, CA, Aug 30 – Sep 4.
7. **EDUATI F**, CORRADIN A, DI CAMILLO B, TOFFOLO G (2009). A Boolean approach to linear prediction for signaling network modeling. Joint RECOMB Satellite Conference on Regulatory Genomics, Systems Biology and DREAM4. Broad/MIT, Cambridge, MA., Dec 2-6. (Oral communication)
8. **EDUATI F**, DI CAMILLO B, KARBIENER M, SCHEIDELER M, CORÀ D, CASELLE M, TOFFOLO G (2010). Identification of active microRNA / transcription factor feed-forward loops during adipogenesis. 3rd Annual joint conference on systems biology, regulatory genomics, and reverse engineering challenges, Nov 16-20.
9. **EDUATI F**, DI CAMILLO B, KARBIENER M, SCHEIDELER M, CORÀ D, CASELLE M, TOFFOLO G (2011). Selection of active microRNA mediated feed-forward loops by dynamical modeling. 9th [BC]2 Basel Computational Biology Conference "Multiscale Modeling", Jun 23-24.
10. **EDUATI F**, DI CAMILLO B, KARBIENER M, SCHEIDELER M, CORÀ D, CASELLE M, TOFFOLO G (2011). Dynamic modeling of miRNA-mediated Feed-Forward loops. 7th RECOMB Systems biology conference, Oct 16-17. (Oral communication)
11. **EDUATI F**, DE LAS RIVAS J, DI CAMILLO B, TOFFOLO G, SAEZ-RODRIGUEZ J (2012). Integrating literature-constrained and data-driven inference of signalling networks. MLSB Workshop, Sep 08-09. (Oral communication)

Elenco pubblicazioni su convegno nazionale

12. **EDUATI F**, CORRADIN A, DI CAMILLO B, TOFFOLO G (2010). A Boolean inference for prediction of protein signalling networks. GNB – Secondo congresso nazionale di bioingegneria. Torino, Jul 8-10.

Il Collegio prende atto di quanto esposto e osserva che durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Eduati Federica** 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.

Pertanto il collegio lo ammette all'esame finale.

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

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

Negli anni accademici 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012 il dottor **Guiotto Annamaria** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXV ciclo, Indirizzo Bioingegneria.

Il candidato dichiara quanto segue:

Parte 1 Didattica

Corsi seguiti

- 2010 Corso Applied linear algebra (prof. Damm, prof. Wimmer)
- 2010 Corso Dose, effect, threshold (prof. Trevisan)
- 2010 Corso Statistical methods (prof.ssa Chiogna – dip. Scienze Statistiche)
- 2010 Corso Statistical methods (prof. Finesso)
- 2012 Introduction to geometric Modeling (prof. G.Casciola, dip. Matematica)

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi

- 13-17Sett2010 XXIX Scuola nazionale annuale di bioingegneria, Bressanone.

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

- 19Mag10 “La NIRS come strumento di studio delle funzioni cognitive.” (Dr. S. Cutini, dip. Psicologia)
- 26Mag10 “Fluoroscopia 3D per la valutazione e validazione di protocolli di analisi del movimento: una nuova applicazione per protocolli multisegmentali di piede” (ing. R. Stagni, Università di Bologna)
- 20Mag11 “Understanding toe muscle weakness to restore foot function in older individuals with toe deformities” (Dr. K. Mickle, University of Wollongong, Australia)
- 20Mag11 “Biomechanical modeling as a tool to investigate the locomotor function of human ankle-foot complex” (ing. L. Ren, Uni of Manchester)
- 17Giu11 “Mechanobiology in Chronic Wound Research” (ing. A. Gefen, Tel Aviv University)
- 19Lug11 Web Seminar Simpleware.
- 27Lug11 “The application of pattern recognition techniques to biomechanics” (Dr. Y. Goulermas, University of Liverpool)

- 7Set11 Seminar "Research for patient benefit: are we really making a difference for foot disease in the rheumatic disorders?" (prof. J. Woodburn, Glasgow Caledonian University)
- 28Feb12 "Computer Vision & Machine Learning" (Dr. L. Nanni, DEI)
- 28Feb12 "Sound and Music Computing" (Dr. A. Rodà, DEI)
- 24Apr12 "Acquisizione di EEG e potenziali evento-relati" (R. Orsato, Micromed)
- 24Apr12 "Sviluppo di un sistema di analisi della variabilità intra-individuale dell'elettroencefalogramma per l'identificazione precoce di deficit cognitivi" (C. D'Avanzo e G. Arcara, DEI)
- 04Giu12 "Interazione Uomo-robot" (Dr. S. Anzalone, Université Pierre et Marie Curie, Parigi)

Partecipazione a corsi – workshop - meeting

- 24-26Feb10 VI corso EMG di superficie, I livello, SIAMOC, Correggio (RE)
- 8Giu10 Workshop Introduction to COMSOL Multiphysics, CNR Padova
- 4Lug10 Corso precongressuale "Musculoskeletal models", ESB, Edimburgh (GB)
- 9Lug10 "Workshop: Image-Based Simulation" (Simpleware Ltd, Edimburgh, GB)
- 5Lug11 Meeting iFAB Plantar Pressure Group, Brussels
- 7-11Mag12 3rd VPH (Virtual Physiological Human) study group on VPH Toolkit, Barcellona

Partecipazione a Conferenze Nazionali

- 10Mag10 Convegno "Assessment of Pressure Measurement Devices (PMDs) for their appropriate use in biomechanical research and in the clinical practice", Roma
- 5-7Ott10 XI Congresso nazionale SIAMOC (Società di Analisi del MOVimento in Clinica), Ferrara
- 3-6Ott12 XIII Congresso SIAMOC, Bellaria (RN)

Partecipazione a Conferenze Internazionali

- 5-8Lug10 17th Congress of the European Society of Biomechanics (ESB), Edinburgh (GB)
- 3Giu11 6th North West Biomechanics Research Day, University of Manchester
- 27Giu11 VPH-FET (Virtual Physiological Human project) Conference, London
- 11-13Apr12 i-FAB (international Foot & Ankle Biomechanics) Conference, Sydney
- 11-12Nov12 NEMB (NanoEngineering for Medicine and Biology) Workshop, Venezia

Permanenza all'estero

- 1Mag11 – 30Ott11 Salford University, Manchester, UK, *supervisore* prof. C.J.Nester, *argomento della ricerca*: Plantar tissue properties in diabetic

patients.

Parte 2 Ricerca

Descrizione dell'attività di ricerca durante il dottorato

Durante il primo anno di dottorato, l'attività di ricerca ha riguardato principalmente lo studio della biomeccanica del piede diabetico attraverso le variabili proprie dell'analisi del movimento. Nello specifico del progetto si sono acquisiti dati di cinematica, forze di reazione al suolo e pressioni plantari di soggetti diabetici attraverso un sistema stereofotogrammetrico a 6 telecamere (SMART-E, BTS S.r.l., Padova, 60Hz), due pedane di forza (FP4060-10, Bertec Corp., USA, 960Hz) e due pedane di pressione (Winpod, Imagortesi, Piacenza, 150Hz) presenti nel laboratorio di Bioingegneria del Movimento del Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova. È stato effettuato lo studio delle alterazioni della postura e del cammino dovute causate dalla patologia del "piede diabetico" e dalla morfologia podalica, attraverso l'analisi con fasce di normalità e con cluster analysis sui dati provenienti dagli strumenti sopra citati.

Il protocollo di acquisizione di cinematica intersegmentale del piede in uso presso il laboratorio di Bioingegneria del Movimento del DEI calcola degli angoli a partire da marcatori posizionati sui punti di reperi anatomico sulla cute. Questi dati di cinematica sono affetti, tra gli altri, da artefatti cosiddetti "da tessuto molle" ossia da errori dovuti, per quanto riguarda il piede, allo scorrimento della pelle rispetto alle ossa sottostanti. Per valutare questo artefatto, in collaborazione con R. Stagni, S. Fantozzi, L. Tersì del DEIS dell'Università di Bologna si è progettato un esperimento di validazione, mediante fluoroscopia, del protocollo utilizzato. A tal fine sono stati acquisiti in modo sincrono con stereofotogrammetria e fluoroscopia dei movimenti di dorsi-plantarflexione del piede e calcolati gli angoli tra i tre sottosegmenti del piede e alla tibiotarsica. È stata anche indagata la possibilità di utilizzare un protocollo di cinematica "Cast" che si avvalga di cluster tecnici e calibrazione anatomica per ridurre l'artefatto di pelle. È stato implementato il codice Matlab che individua i punti di reperi anatomico a partire dai cluster tecnici sulla base delle pubblicazioni già presenti in letteratura che utilizzano la stessa tecnica per gamba e coscia. Anche il protocollo "Cast" è stato inserito nell'esperimento in fluoroscopia.

In collaborazione con dott.ssa De Biasio della Casa di Cura di Abano Terme, è stato effettuato un esame MRI (Philips, 1.5T, Spacing between slides: 0.6mm, Slice thickness: 1.2mm, sequence: Multi-Echo Data Image Combination, TR: 33.04510, TE: 9.207) al piede di un soggetto sano al fine di ottenere le immagini utili per la ricostruzione 3D di ossa e tessuti molli del piede. Per la segmentazione delle immagini è stato utilizzato il modulo ScanIP di Simpleware Ltd (v.5.0) e per la creazione del modello 3D (la superficie mesh tetraedrica) si è utilizzato il modulo ScanFE dello stesso software. Tale superficie 3D è servita ai colleghi di Bologna per la registrazione delle ossa del piede sulle immagini 2D da fluoroscopia ed è stata utilizzata al terzo anno per la creazione dei modelli agli elementi finiti (FE) 2D e 3D del soggetto di controllo.

Parallelamente si è lavorato su dati di cammino a postura di soggetti affetti da spondilite anchilosante.

Durante il secondo anno si è continuato lo studio del piede diabetico attraverso le variabili proprie dell'analisi del movimento e l'identificazione delle alterazioni morfologico-funzionali.

È stata poi effettuata un'approfondita analisi delle pubblicazioni riguardanti i modelli FE 3D e 2D del piede presenti in letteratura. Uno tra i tanti aspetti importanti nella creazione di un

modello FE è la caratterizzazione dei tessuti con proprietà derivate da test in vivo in condizioni simili a quelle che si ritrovano durante il cammino. Il piede diabetico è ad elevato rischio di ulcerazione plantare pertanto la caratterizzazione biomeccanica del cuscinetto plantare rappresenta un punto cruciale quando si vogliono simulare le interazioni piede-suolo con FE.

Durante il periodo di mobilità a Salford, Manchester UK, si è studiata la letteratura riguardante questo ultimo aspetto. Da questa letteratura si evince che le proprietà biomeccaniche in vivo dei tessuti molli plantari sono finora state valutate principalmente tramite indentazione manuale utilizzando profili di carico semplificati, o durante il cammino, con immagini a bassa risoluzione / frequenza di acquisizione. Dato che le proprietà dei tessuti molli plantari sono fortemente dipendenti dalla velocità di carico, questi metodi sono inadeguati.

All'università di Salford è stato sviluppato il Soft Tissue Response Imaging Device (STRIDE), un dispositivo che permette di applicare al tessuto plantare profili di carico rilevanti sperimentalmente. Grazie ai dati del laboratorio di analisi del movimento di Padova relativi ai soggetti diabetici, è stato possibile creare dei profili di funzionamento adatti ai soggetti diabetici.

A questo scopo sono stati utilizzati i dati relativi a 20 soggetti diabetici (10 con neuropatia e 10 senza). Le variabili considerate sono state: velocità verticali dei markers del calcagno e del 1° metatarso marcatori dal -10% al 115% della fase di appoggio, le forze di reazione al suolo verticali durante la fase di appoggio, il timing della fase di appoggio, le matrici di pressione plantare. Per ogni variabile, ad esclusione delle pressioni plantari, sono state create calcolate media e deviazione standard per ogni paziente e poi media e deviazione standard per ognuno dei 2 gruppi di 10 soggetti. È stata effettuata un'analisi per rilevare se vi fossero tra i due gruppi differenze statisticamente rilevanti e infine si è deciso di creare un profilo comune per i diabetici (i 20 soggetti assieme) poiché non c'erano differenze rilevanti. Per quanto riguarda le pressioni plantari, è stato utilizzato un codice Python (del laboratorio di Salford) che permette di riallineare le impronte tutte nello stesso modo e di calcolare la media dei picchi di pressione che occorrono in una stessa finestra di 2 cm di diametro. Tale finestra è stata opportunamente scelta su tallone e prima testa metatarsale in modo da corrispondere alla finestra attraverso cui la sonda ecografica in STRIDE vede la superficie plantare compressa. I dati di pressione plantare, rapportati alla pressione plantare sotto a tutto il piede, consentono di calcolare quale forza verticale viene esercitata dal calcagno o dalla prima testa metatarsale sul dispositivo e fa da controllore per STRIDE in modo che questo non superi il normale range fisiologico durante il cammino.

Si è inoltre creato un protocollo di acquisizione che fosse adatto e confortevole anche per tali soggetti patologici e nel contempo fornisse le informazioni utili al confronto con i dati anamnestici già rilevati per i pazienti dell'unità di Padova.

Durante il terzo anno l'obiettivo è stato di creare due modelli FE 3D del piede diabetico in un caso e del piede di un soggetto sano nell'altro, che utilizzassero, come condizioni al contorno, i dati di cinematica e cinetica acquisiti durante statica e cammino di soggetti diabetici e di soggetti di controllo.

Durante i primi mesi dell'anno è stato studiato il software COMSOL Multiphysics (la scelta è stata dettata dal fatto che la licenza software era già disponibile in dipartimento) e si è tentato di impostare le condizioni al contorno del modello, di posizionarlo nello spazio come da dati di cinematica e di effettuare le simulazioni.

Nel frattempo è stato sottoposto al comitato etico dell'ospedale un protocollo di acquisizione di due MRI di soggetti diabetici uno con ed uno senza neuropatia periferica, al fine di ottenere le immagini da segmentare per creare il modello del piede diabetico.

Nella seconda parte dell'anno è stata effettuata la segmentazione delle due MRI e si è

deciso di acquistare il software Abaqus di Simulia, già largamente utilizzato in letteratura per questo genere di modelli biomeccanici con complessità elevata derivante da geometrie molto articolate e problemi di contatto.

Il primo step è consistito nella creazione di due modelli bidimensionali di una sezione di retro piede di un soggetto sano e di uno diabetico, che permettessero di studiare la fattibilità dell'utilizzo dei dati dall'analisi del cammino per la simulazione del modello.

Modello 2D del retro piede per la predizione delle pressioni plantari

Obiettivo: Le elevate pressioni plantari sono state associate all'ulcerazione nel piede diabetico. Il trattamento solitamente include l'utilizzo di un'ortesi plantare che riduca le pressioni plantari sotto al tallone. L'analisi FE è uno strumento efficace per lo studio delle performance delle diversi dispositivi plantari nel ridurre le iperpressioni in modo ottimale. L'obiettivo dello studio è stato quello di creare un modello FE 2D del retro piede specifico del soggetto diabetico.

Metodo: È stato creato un modello FE 2D del retro piede dalla ricostruzione di una immagine MRI, attraverso i software Simpleware ScanIP-ScanFE, v.5.0 e Rhinoceros v.4.0 (trial version). Il software per FE ABAQUS, Simulia, è stato utilizzato per effettuare l'analisi numerica delle tensioni. Sono stati utilizzati i dati di un soggetto diabetico (età 72 anni, BMI, 25.1 kg/m²) e di un soggetto sano (età 28 anni, BMI 20.2 kg/m²). L'analisi biomeccanica del cammino è stata condotta come in [Sawacha et al. 2012]. Sono state acquisite le forze verticali di reazione al suolo (Bertec) ed è stata applicata al modello FE la forza relative all'istante di *midstance* (metà appoggio). La validazione è stata effettuata confrontando le pressioni di contatto predette dalla simulazione con quelle acquisite sperimentalmente attraverso una pedana baropodometrica (Imagortesi).

Risultati: È stato creato un modello 2D FE del retro piede, con mesh quadratica lineare e materiali non lineari. Nel piede diabetico le pressioni plantari misurate e predette dal modello sono state rispettivamente di 671.19±22.96 KPa e 596.41±24.96 KPa. I valori per il soggetto sano sono stati rispettivamente di 547.84±62.91 KPa e 444.1±25.58 KPa. Il modello predice la risposta strutturale del cuscinetto plantare del tallone a meno del 10% di errore rispetto alle pressioni misurate sperimentalmente.

Conclusioni: Il modello proposto sarà utile per simulare diversi materiali per ortesi plantari e il loro contributo nel diminuire le iperpressioni plantari.

Per quanto riguarda il modello 3D, oltre al modello del piede del soggetto sano, è stato creato in Simpleware un modello con le ossa del piede fuse a sottosegmenti (retro piede che include calcagno e astragalo, mesopiede che include cuboide, navicolare e i cuneiformi, e avampiede diviso in due parti, una per i metatarsi ed una per le falangi fuse assieme). La tibia ed il perone sono stati mantenuti separati. Tra tutti i segmenti sono state segmentate le cartilagini. Ossa e cartilagini sono state inglobate nel tessuto molle delimitato dalla superficie della cute. Il software Simpleware consente, per l'importazione in Abaqus, di impostare in modo semi-automatico le superfici delle diverse parti che sono in contatto.

Per la scelta della mesh, è stato approfondito l'argomento con la letteratura più recente. Le alternative vagliate sono state tre: mesh tetraedrica lineare, mesh tetraedrica quadratica e mesh esaedrica lineare. Pur essendo stato dimostrato che le mesh tetraedrica quadratica ed esaedrica forniscono soluzioni più precise e che la mesh esaedrica ha un minor costo computazionale, in ambito biomeccanico i tetraedri rappresentano un buon compromesso poiché rispettano la geometria complessa. Il software Simpleware può creare soltanto mesh tetraedriche o miste. Esistono dei software cosiddetti meshatori che forniscono gli strumenti necessari a creare una mesh esaedrica in geometrie complesse (è stato testato IA-FEMesh) ma ancora non è possibile

creare mesh su superfici concave. La scelta dei tetraedri lineari quindi rappresenta un primo step per il presente studio ma certamente per raggiungere risultati migliori un obiettivo futuro è quello di trovare una soluzione per ottenere una mesh esaedrica.

La mesh del modello è stata creata con il modulo ScanFE di Simpleware. Sono stati fatti diversi tentativi per raggiungere un grado di complessità (numero di g.d.l.) comparabile con quello dei modelli presenti in letteratura. La mesh finale scelta ha le seguenti proprietà: 176.245 elementi tetraedrici lineari, dimensione minima 2 mm, massima 6 mm e precisione 0.5 mm (pari allo spessore minimo delle slices dell'MRI). È stato creato anche un modello a mesh più rada (circa 10^5 elementi) per testare la sensibilità dei risultati delle simulazioni a questo parametro.

Sono stati creati due modelli, uno per il soggetto di controllo e uno per il diabetico, con le specifiche sopra riportate, aggiungendo i principali tendini e legamenti attraverso i quali il piede mantiene la sua stabilità e impostando i materiali con parametri da letteratura. Per la validazione sono stati utilizzati i dati sperimentali specifici dei soggetti per i quali è stata acquisita l'MRI. Successivamente per le simulazioni sono stati utilizzati i dati dei soggetti sani sul modello di controllo e dei soggetti diabetici in quello del piede diabetico.

Le simulazioni sono state effettuate in un istante di statica in postura eretta e negli istanti più importanti della fase di appoggio durante il cammino (contatto iniziale, accettazione del carico, midstance, contatto dell'avampiede, spinta di avampiede, spinta delle dita). In ogni istante, la posizione di ogni modello rispetto al piano ed il movimento di quest'ultimo verso la pianta del piede per simulare l'avvicinamento del piede al suolo sono state impostate basandosi sui dati di cinematica dalla stereofotogrammetria acquisiti durante delle prove statiche e di cammino.

La superficie superiore di tibia e perone e del tessuto molle, in cui le ossa sono inglobate, è stata fissata durante tutta la simulazione. Il piano è stato caricato con i dati di forza nelle tre direzioni (verticale, anteroposteriore e mediolaterale) derivati dalla pedana di forza in ogni istante preso in esame. Sulla superficie di contatto è stato impostato un coefficiente di attrito pari a 0.6, come da letteratura.

Ogni simulazione è stata validata con la relativa mappa delle pressioni misurata sperimentalmente. I dati in output dalle simulazioni ossia la mappa delle pressioni e gli stress interni al tessuto molle sono stati esportati e confrontati tra i due gruppi di soggetti (controlli e diabetici). Le pressioni plantari sono state anche suddivise in tre sottosegmenti così come vengono suddivise anche nell'elaborazione dei dati sperimentali, tramite la proiezione dei punti di reperi/markers sul piano di appoggio nell'istante di midstance. Tale suddivisione permette un ulteriore più preciso confronto, nonché l'individuazione della posizione in cui si verificano i picchi di pressione che in letteratura vengono, invece, riportati senza alcuna informazione spaziale. I modelli predicono in modo sufficiente i valori di picco delle pressioni plantari e in alcuni casi confermano le differenze statisticamente significative già dimostrate in letteratura tra i dati di pressione nei soggetti sani e quelli nei patologici. Per quanto riguarda gli stress interni non si possono fare particolari assunzioni dal momento che i risultati in letteratura sono stati ricavati con modelli di piedi sani, simulati con dati diversi e materiali diversi. Un confronto a livello qualitativo sarà effettuato nelle prossime settimane.

Il carattere di originalità di questo lavoro è rappresentato dal fatto che il modello FE è creato a partire dai dati di soggetti diabetici e viene simulato con i dati propri dei soggetti acquisiti durante il cammino. In futuro, una volta acquisite le MRI dei soggetti diabetici, sarà possibile creare per ognuno un modello FE 3D specifico guidato da dati reali. È sicuramente necessario migliorare il modello FE con un'implementazione in dinamica in modo da includere effetti di inerzia, di frizione, di controllo muscolare. Sarebbe inoltre utile migliorare le proprietà dei materiali inserendo proprietà specifiche di ogni soggetto o comunque proprietà dei tessuti

specifiche del piede diabetico.

Titolo definitivo della tesi: Development of a gait analysis driven finite element model of the diabetic foot.

Supervisore: prof. C. Cobelli

Parte 3 Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale regular papers peered reviewed journals

1. Sawacha Z., Guarneri G., Cristoferi G., Guiotto A., Avogaro A., Cobelli C., (2009) *Diabetic gait and posture abnormalities: A biomechanical investigation through three dimensional gait analysis*, Clin. Biomech., Nov 2009, Volume 24 – Issue 9, pag. 722-728.
2. Del Din S., Carraro E., Sawacha Z., Guiotto A., Bonaldo L., Masiero S., Cobelli C., (2011) *Impaired gait in ankylosing spondylitis*. Medical & Biological Engineering & Computing. 2011 Jul;49(7):801-9.
3. Sawacha Z., Guarneri G., Cristoferi G., Guiotto A., Avogaro A., Cobelli A., *Integrated kinematics-kinetics-plantar pressure data analysis: a useful tool for characterizing diabetic foot biomechanics*. Gait Posture. 2012; 36(1): 20-6.
4. Sawacha Z.*, Carraro E.*, Del Din S.*, Guiotto A.*, Bonaldo L., Punzi L., Cobelli C., Masiero S., *Biomechanical assessment of balance and posture in subjects with ankylosing spondylitis*. J Neuroeng Rehabil. 2012;9(1):63.
(*equal contributors)
5. Guiotto A., Sawacha Z., Guarneri G., Cristoferi G., Avogaro A., Cobelli C., *The role of foot morphology on foot function in diabetic subjects with or without neuropathy*. Gait & Posture. Accepted.
6. Giannotti E., Sawacha Z., Guiotto A., Del Din S., Carraro E., Bonaldo L., Cobelli C., Masiero S., *The contribution of multisegment foot kinematics, kinetics, plantar pressure and electromyography analysis during gait in the treatment of Rheumatoid Arthritis deformed feet: a case-based review*. Submitted.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale abstracts peered reviewed journals

1. Sawacha Z., Guiotto A., Guarneri G., Cristoferi G., Avogaro A., Cobelli C., (2008) *Foot deformities classification through kinematics-kinetics-plantar pressure data: cluster analysis*, Gait & Posture, Volume 28 S2, pp.S70.
2. Sawacha Z., Guiotto A., Guarneri G., Cristoferi G., Avogaro A., Cobelli C., (2008) *Cluster analysis: a useful data reduction technique in simultaneous kinematics-kinetics-plantar pressure analysis*, Gait & Posture, Volume 29 S1, p.e22.
3. Sawacha Z., Carraro E., Guiotto A., Del Din S., Masiero S., Cobelli C., (2009) *On the relationship between body sway and body kinematics during standing balance in ankylosing spondylitis subjects*, Gait & Posture, Volume 30 S1, pp.S11-S12.
4. Carraro E., Sawacha Z., Guiotto A., Del Din S., Guglielmin R., Masiero S., Cobelli C., (2009) *Abnormal activation of knee and ankle flexors-extensors is related to transmission changes in ankylosing spondylitis gait pattern?*, Gait & Posture, Volume 30 S1, p.S38.

5. Guiotto A., Del Din S., Carraro E., Sawacha Z., Leopaldi G., Baldi L., Guglielmin R., Sambini M., Masiero S., Cobelli C., (2009) *Kinematics and kinetics analysis of gait in ankylosing spondylitis subjects*, Gait & Posture, Volume 30 S1, p.S42.
6. Del Din S., Sawacha Z., Carraro E., Guiotto A., Guglielmin R., Cremonese S., Sambini M., Bonaldo L., Masiero S., Cobelli C., (2009) *Do patients with ankylosing spondylitis have altered gait and posture?*, Gait & Posture, Volume 30 S2, p.S87.
7. Carraro E., Sawacha Z., Del Din S., Spolaor F., Guiotto A., Gravina A., Guglielmin R., Cobelli C., Masiero S., (2010) *Abnormal activation of knee and ankle flexors-extensors is related to altered gait in ankylosing spondylitis?*, European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine, 46, Suppl. 1, n° 2: 105. (Winner of the BTS Bioengineering/SIMFER Award for the best scientific contribution on the evaluated functional analysis of the movement applied to the rehabilitation through robotic instruments.)
8. Carraro E., Sawacha Z., Guiotto A., Contessa P., Del Din S., Cobelli C., Masiero S., (2010) *Correlation between clinical and laboratory measures in chronic stroke subjects*, European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine, 46, Suppl. 1, n° 2: 105.
9. Guiotto A., Sawacha Z., Fassina C., Tersì L., Fantozzi S., Stagni R., Cobelli C., (2011) *Comparison between multiple calibration and direct skin markers in multisegment foot 3d kinematics*. Gait & Posture, Volume 33, S1, P. S43-S44.
10. Sawacha Z., Guiotto A., Guarneri G., Avogaro A., Cobelli C., (2012) *Foot type biomechanics in diabetic and not diabetic subjects*, Journal of Foot and Ankle Research, 5(Suppl 1):O13.
11. Sawacha Z., Spolaor F., Guiotto A., Guarneri G., Negretto M., Munari A., Ferrari R., Venturin A., Avogaro A., Cobelli C., (2012) *A multidisciplinary approach to diabetic foot pathology*, Gait & Posture, 35(Suppl. 1):S15-S16.
12. Sawacha Z., Spolaor F., Guiotto A., Guarneri G., Negretto M., Munari A., Ferrari R., Venturin A., Avogaro A., Cobelli C., (2012) *Contribution of multisegment 3D foot kinematics, kinetics and EMG data to the assessment of diabetes subjects' lower limb impairments*, Gait & Posture, 36(Suppl.1):S36-S37.

abstracts proceedings

1. Sawacha Z., Guiotto A., Cristoferi G., Guarneri G., Avogaro A., Cobelli C., *Type of foot contribution in the biomechanics of the diabetic foot*, Proceedings 1st i-FAB conference, Sett 2008, Bologna, Italia.
2. Sawacha Z., Guiotto A., Guarneri G., Cristoferi G., Avogaro A., Cobelli C., *Foot deformities classification through kinematics-kinetics-plantar pressure data: cluster analysis*, Proceedings Esmac Conference 2008, Antalya, Turcha.
3. Carraro E., Sawacha Z., Guiotto A., Bonaldo L., Cobelli C., Masiero S., *Posture analysis of patients with ankylosing spondylitis*, Proceedings of the XIX conference of the ISPGR, Giu 2009, Bologna, Italia.
4. Sawacha Z., Guiotto A., Carraro E., Guarneri G., Contessa P., Masiero S., Avogaro A., Cobelli C., *Automatic detection of postural sway characteristics in diabetics, post-stroke and ankylosing spondylitis based on cluster analysis*, Proceedings of the XIX conference of the ISPGR, Giu 2009, Bologna, Italia.
5. Sawacha Z., Guiotto A., Fassina C., Carraro E., Del Din S., Gravina A., Masiero S., Cobelli C., *Simultaneous multisegment foot kinematics and plantar pressure analysis in reumathoid arthritis*, Proceedings JEGM conference, Mag 2010, Miami, Florida.
6. Sawacha Z., Guarneri G., Guiotto A., Spolaor F., Munari A. M., Contessa P., Venturin A., Avogaro A., Cobelli C., *Automatic detection of subject at risk for diabetic foot through gait analysis*, Proceedings JEGM conference, Mag 2010, Miami, Florida.

7. Del Din S., Carraro E., Sawacha Z., Guiotto A., Gravina A., Guglielmin R., Masiero S., Cobelli C., *Posture and gait analysis in Ankylosing Spondylitis: A case Study*, Proceedings JEGM conference, Mag 2010, Miami, Florida.
8. Sawacha Z., Carraro E., Contessa P., Battistella S., Guiotto A., Masiero S., Cobelli C., *Correlation between clinical and laboratory measures in chronic stroke subjects*, Proceedings JEGM conference, Mag 2010, Miami, Florida.
9. Sawacha Z., Guiotto A., Fantozzi S., Stagni R., Fassina C., Tersi L., Cobelli C., *Advantages of multiple calibration in multisegment foot 3D kinematics*, Proceedings JEGM conference, Mag 2010, Miami, Florida.
10. Sawacha Z., Guiotto A., Fassina C., Fantozzi S., Stagni R., Tersi L., Cobelli C., *Multiple calibration versus direct skin marker in multisegment foot 3D kinematics*, XVII ESB conference, Lug 2010, Edimburgh (UK).
11. Stagni R., Tersi L., Fantozzi S., Sawacha Z., Guiotto A., Cobelli C., *In-vivo foot kinematics: definition of a fluoroscopic gold standard for the evaluation of marker-based protocols*, Proceedings of iFAB, 2nd Congress of the International Foot and Ankle Biomechanics Community, 16-18 Sett 2010, Seattle.
12. Guiotto A., Sawacha Z., Guarneri G., Avogaro A., Cobelli C., *Different foot kinematics, kinetics and plantar pressure patterns within the gait of diabetic subjects: cluster analysis*, Proceedings of iFAB, 16-18 Sett 2010, Seattle.
13. Del Din S., Sawacha Z., Guiotto A., Carraro E., Gravina A.R., Masiero S., Cobelli C. *Characterizing multisegment foot kinematics, kinetics and plantar pressure during gait of severely deformed feet in Rheumatoid Arthritis: a case study*. Proceedings of iFAB, 16-18 Sett 2010, Seattle.
14. Sawacha Z., Guiotto A., Fassina C., Fantozzi S., Stagni R., Tersi L., Cobelli C., *Use of multiple calibration in multisegment 3D foot kinematics*. Proceedings of iFAB16-18 Sett 2010, Seattle.
15. Del Din S., Sawacha Z., Guiotto A., Spolaor F., Guglielmin R., Carraro E., Gravina A.R., Sambini M., Giannotti E., Masiero S., Cobelli C. *Gait and posture in ankylosing spondylitis subjects*. Book of Abstracts of the 5th edition of the International Multidisciplinary Congress: "Clinical and Rehabilitative Approach to Rheumatology. Pharmacological and non-pharmacological therapy: what synergies are possible?", 6-9 October, 2010, Mantova, Italia.
16. Stagni R., Tersi L., Fantozzi S., Sawacha Z., Guiotto A., Cobelli C., *In-Vivo foot kinematics: definition of a fluoroscopic gold standard for the evaluation of marker-based protocols*. GCMAS, Bethesda, USA, 26-29 Aprile 2011.
17. Stagni R., Tersi L., Fantozzi S., Sawacha Z., Guiotto A., Cobelli C., *Definition of a fluoroscopic gold standard for the evaluation of marker-based foot protocols*. ISB, Bruxelles, 3-7 Luglio 2011.
18. Sawacha Z., Spolaor F., Guiotto A., Guarneri G., Negretto M., Munari A., Ferrari R., Venturin A., Avogaro A., Cobelli C., *Contribution of Multisegment 3d Foot Kinematics, Kinetics and Emg Data to the Assessment of Diabetes Subjects' Lower Limb Impairments*. ESMAC, Vienna, 15-17 Settembre 2011.
19. Sawacha Z., Guiotto A., Guarneri G., Avogaro A., Cobelli C. *Foot type biomechanics in diabetic and not diabetic subjects*. iFAB, Sydney, 11-13 Apr 2012.
20. Guiotto A., Sawacha Z., Avogaro A., Boso D., Schrefler B., Cobelli C. *Application of a computational tumor growth model to diabetic foot ulcer prevention*. NEMB, Venezia, 11-12 Ott 2012.
21. Sawacha Z., Guiotto A., Avogaro A., Boso D., Schrefler B., Scarton A., Cobelli C. *Foot biomechanics model for diabetic ulcer prevention*. DTM, Bethesda, 8-10 Nov 2012.
22. Guiotto A., Sawacha Z., Scarton A., Guarneri G., Avogaro A., Cobelli C. *2D hindfoot model for plantar pressure prediction*. DTM, Bethesda, 8-10 Nov 2012.

Elenco pubblicazioni su convegno nazionale

1. Sawacha Z., Guiotto A., Guarneri G., Cristoferi G., Avogaro A., Cobelli C., *Cluster analysis: una tecnica utile di riduzione dati nell'analisi simultanea di cinematica-cinetica-pressione plantare*. Proceedings Siamoc Conference 2008. Potenza Picena (MC), Italia.
 2. Del Din S., Sawacha Z., Carraro E., Guiotto A., Bonaldo L., Guglielmin R., Sambini M., Punzi L., Masiero S., Cobelli C., *Analisi dell'equilibrio e della postura in soggetti affetti da spondilite anchilosante*. Proceedings XLVI Congresso Nazionale della Società Italiana di Reumatologia, 4 - 7 Novembre 2009, Rimini, Italia.
 3. Del Din S., Sawacha Z., Carraro E., Guiotto A., Bonaldo L., Guglielmin R., Sambini M., Punzi L., Masiero S., Cobelli C., (2009), *Analisi dell'equilibrio e della postura in soggetti affetti da spondilite anchilosante*. Reumatismo, volume 61 S1, p.460.
 4. Del Din S., Sawacha Z., Carraro E., Guiotto A., Bonaldo L., Spolaor F., Masiero S., Cobelli C., *Do patients with ankylosing spondylitis have altered gait and posture?*, Congresso nazionale di bioingegneria 2010 - Atti, Patron ed., Lug 2010, Torino, Italia.
 5. Guiotto A., Sawacha Z., Fassina C., Terzi L., Fantozzi S., Stagni R., Cobelli C., *Use of multiple calibration in multisegment foot 3D kinematics*, Congresso nazionale di bioingegneria 2010 - Atti, Patron ed., Lug 2010, Torino, Italia.
 6. Guiotto A., Sawacha Z., Fassina C., Terzi L., Fantozzi S., Stagni R., Cobelli C., *Comparison between multiple calibration and direct skin markers in multisegment foot 3d kinematics*. Proceedings SIAMOC, 4-7 Ott 2010, Ferrara.
 7. Ferrari R., Sawacha Z., Gabriella G., Spolaor F., Guiotto A., Negretto M., Munari A.M., Venturin A., Di Pede C., Cobelli C., Avogaro A., Masiero S., *The role of integrated kinematics, kinetics, plantar pressure and Emg analysis during gait in diabetic foot prevention*. EFRR, Riva del Garda, 26-28 Maggio 2011.
 8. Sawacha Z., Spolaor F., Guiotto A., Guarneri G., Negretto M., Munari A., Ferrari R., Venturin A., Avogaro A., Cobelli C., *Approccio multidisciplinare alla patologia del piede diabetico*. SIAMOC, Lecco, 28 Sett-1 Ott 2011
 9. Stagni R., Terzi L., Fantozzi S., Sawacha Z., Guiotto A., Cobelli C. *Un gold-standard fluoroscopico per la valutazione dei protocolli per la cinematica di piede in vivo*. SIAMOC, Lecco, 28 Sett-1 Ott 2011.
 10. Sawacha Z., Guarneri G., Guiotto A., Avogaro A., Cobelli C. *Utilizzo della cluster analysis nella predizione dei soggetti diabetici a rischio di ulcere plantari*. SIAMOC, Bellaria (RN), 3-6 Ott
- Il Collegio prende atto di quanto esposto e osserva che** durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Guiotto Annamaria** 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.

Pertanto il collegio lo ammette all'esame finale.

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

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

Negli anni accademici 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012 il dottor **Largajoli Anna** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXV ciclo, Indirizzo Bioingegneria.

Il candidato dichiara quanto segue:

Tema vincolato: **Modellistica non lineare a effetti misti del sistema glucosio-insulina**

Parte 1 Didattica

Corsi seguiti

Corso	ore
The Stochastic Processes and their Applications to Biology	20
Identifiability of Linear and Nonlinear System	12
Dose, Effect, Threshold	12
Applied Linear Algebra	16
Statistical Methods	24
Dynamic models in systems biology	16
TOTALE ORE	100

Partecipazione a scuole nazionali/internazionali per dottorandi

- XXIX Scuola Annuale di Bioingegneria: **Biologia Sintetica**, Bressanone, 13-17 Settembre, 2010
- **Uppsala Pharmacometric Summer School (UPSS)**: PKPD modeling of Continuous and Categorical data in NONMEM 7 and Covariate model building, 8-19 Agosto 2011, Pharmacometrics Research Group Uppsala University (Sweden)

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

- Seminari di bioingegneria, DEI, Padova, gennaio-giugno 2010:
 - **Stochastic Modeling in Systems Biology;**
 - Emg support vector machine classification method;**
 - D- and ED-optimal design in PET imaging;**
 - Bayesian multi-task learning approach for the single-trial estimation of event-related potentials;**

-Electrophysiological methods to measure neuronal electrical activity;
-Population modeling in metabolic studies;

- Seminario C.I.R.M.A.N.ME.C. **L'analisi tempo-frequenza dell'EEG nello studio delle funzioni cognitive**, Prof. C. Babiloni, DEI, Padova, 17 Marzo 2010.
- Seminario C.I.R.M.A.N.ME.C. **La NIRS come strumento di studio delle funzioni cognitive**, Dott. S. Cutini, DEI, Padova, 19 Maggio 2010.
- Distinguished Lecture: **Filosofia della matematica e matematica della filosofia**, P. Odifreddi, DEI, Padova, 21 Ottobre 2010.
- **C'è spazio per tutti. Il grande racconto della geometria**, P. Odifreddi, Padova, 21 Gennaio 2011.
- Distinguished Lecture: **Può l'informazione modificare il cervello?**, Prof. Lamberto Maffei, DEI, Padova, 5 Maggio 2011.
- **Overview of modeling tools in drug development**, Rada Savic, 24 Maggio 2011, World-Wide Webinar Series: Impact of Modeling & Simulation in Drug Development (<http://www.rosaandco.com/webinar.html>).
- **Research activities at the Pattern Recognition Lab of the University of Erlangen-Nuremberg**, Dott. Davide Piccini, DEI, Padova, 1 Giugno 2011.
- **Computational Problems in Cancer Genomics**, Prof. Eli Upfal, DEI, Padova, 18 Maggio 2011.
- **Modellazione dei dati e sviluppo di algoritmi in MATLAB**, Vicenza, 23 Giugno 2011.
- **Clinical Pharmacology = Disease Progression + Drug Action**, Nick Holford, 19 Settembre 2011, World-Wide Webinar Series: Impact of Modeling & Simulation in Drug Development (<http://www.rosaandco.com/webinar.html>).
- Distinguished Lecture: **Brain models: from functional mapping through the connectome to self-organized criticality**, DEI, Padova, Dr. Federico Turkheimer, 8 Novembre 2011.
- **Moving PK/PD From Basic Towards Systems Pharmacology**, William J Jusko, 14 novembre 2011, World-Wide Webinar Series: Impact of Modeling & Simulation in Drug Development (<http://www.rosaandco.com/webinar.html>).
- Distinguished Lecture: **Toxic numbers? The splendors and miseries of bibliometric indicators**, G. De Nicolao, DEI, Padova, 20 Marzo 2012.
- **PK of Moxifloxacin in patients with pulmonary tuberculosis**, S. P. Zvada, Division of clinical pharmacology, UCT, Cape Town, 16 Aprile 2012.
- **Ofloxacin PKPD in south african patients with multidrug resistant tuberculosis**, E. Chigusta, Division of clinical pharmacology, UCT, Cape Town, 24 Aprile 2012.
- **A semimechanistic pk-enzyme turnover model for rifampin autoinduction**, W. Smythe, Division of clinical pharmacology, UCT, Cape Town, 11 Maggio 2012.
- **A novel pharmacodynamic model for treatment of tuberculosis using days to positivity in automated liquid mycobacterial culture**, E. Chigusta, Division of clinical pharmacology, UCT, Cape Town, 24 Maggio 2012.

- **Association of lopinavir concentrations and plasma lipid or glucose concentrations in HIV-infected South Africans**, P. Z. Sinxadi, Division of clinical pharmacology, UCT, Cape Town, 21 Giugno 2012.
- **Population pharmacokinetics of gatifloxacin in African adults with pulmonary tuberculosis**, W. Smythe, Division of clinical pharmacology, UCT, Cape Town, 27 Giugno.
- **Information on nutritional supplement labels: time for legislation?**, G. Gabriels, Division of clinical pharmacology, UCT, Cape Town, 18 Luglio 2012.
- Distinguished Lecture: **Social networks - models, methods and analysis**, Prabhakar Raghavan, DEI, Padova, 10 Settembre 2012.
- Distinguished Lecture: **The scientific legacy of hubble space telescope**, Robert Williams, DEI, Padova, 10 Ottobre 2012.
- **Algorithms for the Analysis of Bio-Sequences**, Cinzia Pizzi, DEI, Padova, 25 ottobre 2012.
- **STEPS: Seminar Towards Enterprise for PhD Students**, Confindustria Padova, Padova, Maggio-Novembre /2012.

Partecipazione a Conferenze Nazionali

- **GNB**, Congresso nazionale di bioingegneria, Torino, 8-10 Luglio 2010

Partecipazione a Conferenze Internazionali

- **PAGE meeting**, Nineteenth meeting, Berlin, 8-11 June 2010.
- **PAGE meeting**, Twentieth meeting, Athens, 7-10 June, 2011.
- **PAGE meeting**, Twenty first meeting, Venice, 5-8 June 2012.
- **34th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society**, San Diego, CA, USA, 28 August – 1 September 2012.

Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

tutor junior: assistenza ai laboratori del corso di modelli e controllo dei sistemi biologici 2011/2012, Prof Claudio Cobelli;

Permanenza all'estero

Progetto: Sviluppo di modelli matematici per descrivere il sistema glucosio insulina supervisionata da Paolo Denti
Luogo: Division of Clinical Pharmacology, University of Cape Town, Cape Town, South Africa
Periodo: Aprile 2012 –Luglio 2012
Gruppo di Ricerca: Pharmacometric research group

Parte 2 Ricerca

L'obiettivo del progetto di tesi è valutare con un approccio di popolazione non lineare a effetti misti (NLMEM - non-linear mixed effects modeling) i modelli minimi del sistema glucosio-insulina che sono stati precedentemente sviluppati con tecniche di stima single subject.

L'analisi di popolazione ha come scopo una valutazione quantitativa dei parametri del modelli, prendendo in considerazione l'intera collezione di misure ottenute da una popolazione d'individui e trova la sua naturale applicazione in studi data poor, cioè quando la rumorosità dei dati è molto elevata e/o quando il numero di campioni per ogni individuo è abbastanza piccolo rispetto alla complessità del modello, ma il numero di soggetti è decisamente grande. Queste condizioni sono le tipiche condizioni degli studi epidemiologici dove solitamente le tradizionali tecniche di stima single subject non sono efficaci. I modelli NLME sono molto versatili perché, non solo permettono di quantificare parametri individuali e di popolazione, ma anche d'identificare le sorgenti biologiche della variabilità inter e intra soggetto. Infatti questa tecnica si basa sull'assunzione che tutti i soggetti siano una realizzazione della popolazione e che tutti condividano alcune caratteristiche comuni tipiche della popolazione stessa, chiamate effetti fissi. L'informazione di popolazione viene poi utilizzata nel processo di stima dei parametri individuali dato che ogni soggetto è caratterizzato dal proprio effetto random che rappresenta la variabilità inter-individuale.

La stima di modelli NLME implica la risoluzione di un problema di massimizzazione di likelihood che spesso a causa di non linearità nel modello non ha soluzione esplicita ma viene risolta attraverso diversi metodi di approssimazioni. Durante la tesi sono stati messi a confronto i nuovi diversi metodi di stima implementati nel software NONMEM 7 usando un dataset simulato di glucosio IVGTT e la sua versione sottocampionata per poter testare la robustezza dei diversi algoritmi. Il metodo di stima selezionato è il First Order Conditional (FOCE) che si basa su una linearizzazione della likelihood che avviene separatamente per ogni soggetto attorno ad una stima di parametri propriamente individualizzata.

La ricerca qui presentata riprende il lavoro di Denti et al dove il modello minimo del glucosio IVGTT è stato implementato con tecniche NLMEM assieme ad un'analisi di covariate. Sono stati quindi rivisti in chiave NLMEM i modelli minimi del glucosio (a 2 compartimenti), dell'insulina e del c-peptide durante un test di tolleranza al glucosio intravenoso (IVGTT) con l'obiettivo finale di integrarli in un unico sistema. Inoltre con la stessa nuova ottica sono stati implementati usando i NLMEM i modelli del glucosio e del c-peptide dopo un test di tolleranza al glucosio orale (MTT). Spostandosi da un test di tolleranza al glucosio intravenoso ad un test orale il grado di difficoltà di modellamento aumenta perché deve essere considerato il tratto gastrointestinale che è notoriamente estremamente variabile.

Per arrivare al passo finale di integrazione dei modelli IVGTT si è partiti ad analizzare separatamente i modelli minimi IVGTT. In particolare il glucosio è stato implementato

modellando la sua cinetica dal minuto zero attraverso l'introduzione di un tempo di ritardo modellato con un transit model e con l'aggiunta di un secondo compartimento per descrivere meglio la curva di decay del segnale. Una volta identificato il modello si sono controllate le precisioni delle stime di popolazione, il fit individuale e di popolazione, la bianchezza/scorrelazione dei residui individuali e di popolazione, la variabilità inter-individuale, la gaussianità della variabilità stessa e infine la capacità del modello di simulare dati di glucosio ragionevoli (attraverso VPC). Il modello dell'insulina è stato modellato con un tempo di ritardo che tiene conto del ritardo del segnale del glucosio (transit model) e con un secondo compartimento per descrivere meglio il decay. Con queste modifiche si è potuto eliminare un compartimento dal modello precedentemente sviluppato con tecnica single subject. Anche in questo caso si sono controllate le precisioni delle stime di popolazione, il fit individuale e di popolazione, la bianchezza/scorrelazione dei residui individuali e di popolazione, la variabilità inter-individuale, la gaussianità della variabilità stessa e infine la capacità del modello di simulare dati dell'insulina ragionevoli (attraverso VPC). Ultimi i due modelli si è passati ad integrarli.

Il modello del C-peptide IVGTT è stato rivisto ed è stato inserito anche in questo un tempo di ritardo come per il modello dell'insulina. Una volta identificato il set up della matrice Ω del modello base si è svolta un'analisi delle covariate. Prima di applicare la time consuming forward e backward selection in NONMEM però si è fatta una preanalisi delle dodici covariate per poter ridurre il numero di predittori da testare per parametro. In particolare si è fatta un'analisi di correlazione tra le covariate stesse seguita da un'analisi svolta attraverso GAM tra parametri e covariate. Una volta identificato il modello finale con i predittori e verificato la validità fisiologica delle relazioni trovate si sono controllate le precisioni delle stime di popolazione, il fit individuale e di popolazione, la bianchezza/scorrelazione dei residui individuali e di popolazione, la variabilità inter-individuale, la gaussianità della variabilità stessa e infine la capacità del modello di simulare dati di c-peptide ragionevoli (attraverso VPC).

Per quanto riguarda i modelli orali (MTT) del sistema glucosio insulina invece si sono identificati quello del glucosio e quello del c-peptide. Nel lavoro del glucosio orale inizialmente si è identificato il modello utilizzando ciò che era già presente in letteratura, ossia accoppiando il modello minimo del glucosio orale con una spezzata lineare che descrive i dati di rate of appearance (Ra) del glucosio nel sangue. Successivamente si è passati a mettere in competizione altri modelli parametrici di Ra accoppiati con il modello del glucosio rispetto a quello già presente in letteratura per identificare il migliore match che possa descrivere sia la curva di dati di Ra che quella del glucosio nel sangue. Come garanzia della buona performance dei modelli si sono controllate le precisioni delle stime di popolazione (attraverso bootstrap), il fit individuale e di popolazione, la bianchezza/scorrelazione dei residui individuali e di popolazione, la variabilità inter-individuale e la gaussianità della variabilità stessa. Non si è ottenuta una risposta univoca, cioè il miglior modello, ma una risposta a seconda di quello che si vuole privilegiare nella descrizione: ossia se si vuole descrivere la Ra conviene usare un modello lagtime invece se si vuole avere una buona descrizione della sensibilità insulinica (Si) conviene usare il match del modello del glucosio con un modello bi-

esponenziale.

Il modello del C-peptide orale invece si è identificato il modello utilizzando ciò che era già presente in letteratura e si sono controllate le precisioni delle stime di popolazione, il fit individuale e di popolazione, la bianchezza/scorrelazione dei residui individuali e di popolazione, la variabilità inter-individuale, la gaussianità della variabilità stessa e infine la capacità del modello di simulare dati di c-peptide ragionevoli (attraverso VPC). Si è poi passati all'identificazione del modello usando il protocollo ridotto. Una volta verificata la consistenza dei risultati ottenuti con approccio di popolazione (NLMEM) a quelli pubblicati e ottenuti con approccio single-subject si è ridotto ulteriormente il dataset per valutare le prestazioni dell'approccio di popolazione. Infine si è applicato il modello su più dataset di pazienti sani, diabetici, prediabetici osservando la capacità di quest'ultimo di identificare i tre diversi stati e di descriverne le differenti cinetiche.

Per concludere si è aggiunta una miglioria ad una tecnica di diagnostica molto diffusa per analizzare modelli di pharmacokinetic-pharmacodynamic (PKPD,) la cosiddetta visual predictive check (VPC). Questa tecnica serve a valutare la capacità del modello di simulare profili simili ai dati osservati. Questa tecnica infatti nel caso di modelli con funzioni forzanti è fallace. In particolare non tiene conto che l'informazione delle funzioni forzanti è correlata alla stima dei parametri. La nuova tecnica proposta aggiunge quindi nel passo di simulazione un passo di ricerca della funzione forzante più adatta al set di parametri simulato attraverso una misura di distanza pesata, la Mahalanobis distance. Come esempi applicativi sono stati usati sia i modelli minimi metabolici che un esempio comune nell'ambito PKPD come il Warfarin per sottolineare l'estendibilità del metodo ad altri modelli non strettamente legati all'ambito metabolico.

Titolo definitivo della tesi

Nonlinear Mixed-effects intravenous and oral minimal models to assess insulin secretion and action

nome del supervisore

Prof. Claudio Cobelli

Parte 3 Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- A. Largajolli , A. Bertoldo, P. Denti, C. Cobelli, **Assessment of the oral glucose minimal model by nonlinear mixed-effects approaches**, PAGE, Nineteenth meeting, Berlin, 8-11 June 2010.
- A. Largajolli , A. Bertoldo, C. Cobelli, **Meal tolerance test (MTT): nonlinear mixed-effects modeling of insulin secretion**, PAGE, Twentieth meeting, Athens, 7-10 June 2011.
- A. Largajolli, A. Bertoldo, C. Cobelli, **Visual Predictive Check (VPC) in models with forcing function**, PAGE, Twenty first meeting, Venice, 5-8 June 2012.

- A. Largajolli, A. Bertoldo, C. Cobelli, **Identification of the Glucose Minimal Model by Stochastic Nonlinear-mixed Effects Methods**, IEEE EMBS, 34th annual meeting, San Diego, 28 August-1 September 2012.

Elenco pubblicazioni su convegno nazionale

- A. Largajolli, A. Bertoldo, C. Cobelli, **Oral Glucose and C-peptide Minimal Models by Nonlinear Mixed Effects Approaches**, GNB 2012, second meeting, Roma, 26-29 June 2012

Il Collegio prende atto di quanto esposto e osserva che durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Largajolli Anna** 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.

Pertanto il collegio lo ammette all'esame finale.

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

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

Negli anni accademici 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012 il dottor **Maran Fabio** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXV ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Il candidato dichiara quanto segue:

Parte 1 Didattica

- Corsi Seguiti

Applied Linear Algebra, crediti 4.0, voto 30/30

Statistical Methods, crediti 6.0, voto A+

Bilinear Control Systems: theory and applications, crediti 4.0, voto 30/30

Applied Functional Analysis, crediti 7.0

Stabilità numerica di sistemi dinamici descritti da equazioni differenziali con ritardo,

crediti 2.5,

voto 30/30

Game Theory, crediti 5.0

Adaptive Control, crediti 5.0

- Partecipazione a scuole nazionali ed internazionali per dottorandi

- *Summer School on Model-Based Automotive Control*, presso Institute for Design and Control of Mechatronical Systems, Johannes Kepler University of Linz, Linz 25-27 Agosto 2010.

- *Scuola di Dottorato SIDRA 2011*, presso Centro Congressi Bertinoro, 11-16 Luglio 2011.

- Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

- *Optimal Control on Non-Compact Lie Groups: A Projection Operator Approach*, Alessandro Saccon, 24 Maggio 2010.

- *Exploiting information to improve control of large-scale manufacturing systems*, Dawn Tilbury, 14 Giugno 2010.

- *Wind Integration - By All Means Available*, Kameshwar Poolla, 24 Giugno 2010.

- *An Overview on F-Lipschitz Optimization with Wireless Networks Applications*, Carlo Fischione, 21 Luglio 2010.

- *Bias Correction in Localization Algorithms*, Alex Ji, 31 Agosto 2010.

- *Nonlinear Filtering -- Unscented Kalman filtering with SVD*, Torhu Katayama, 6 Settembre 2010.

- *Exploration of Kinematic Optimal Control on the Lie Group $SO(3)$* , Alessandro Saccon, 7 Settembre 2010.
- *Identification and Validation a Lithium Battery Reduced Model Based Extended Kalman Filter for Critical Surface Charge Estimation*, Carmelo Speltino, 19 Ottobre 2010.
- *Filosofia della Matematica e Matematica della Filosofia*, Piergiorgio Odifreddi, 21 Ottobre 2010.
- *Object Detection and Classification using Machine Learning and Statistical Approaches*, Haider Ali, 27 Ottobre 2010.
- *On the Observability and Reachability of some Regular Graphs*, Giuseppe Notarstefano, 22 Novembre 2010.
- *What are moment problems and why are they useful in systems and control?* Anders Lindquist, 28 Gennaio 2011.
- *Distributed synchronization algorithms for wireless sensor networks*, Nicola Varanese, 10 Febbraio 2011.
- *An introduction on generalized factor analysis models*, Giulio Bottegal, 15 Aprile 2011.
- *Adaptive Feedforward Compensation of Harmonic Disturbances for Convergent Nonlinear Systems*, Andrea Serrani, 13 Maggio 2011.
- *Decentralized Model Predictive Control techniques for multiagent coordination problems*, Luca Galbusera, 15 Giugno 2011.
- *Distributed Size Estimation in Anonymous Networks*, Damiano Varagnolo, 24 Ottobre 2011.
- *Brain Models: from Functional Mapping Through the Connectome to Self-Organized Criticality*, Federico Turkheimer, 8 Novembre 2011.
- *Convergence of an Overlay Network to a Gradient Topology*, Hakan Terelius, 23 Novembre 2011.
- *Stabilization over Markov Feedback Channels*, Lorenzo Coviello, 21 Dicembre 2012.
- *Trajectory planning for multiple autonomous underwater vehicles using the Lie operator approach*, Alessandro Saccon, 10 Febbraio 2012.
- *Economic MPC and the role of exponential turnpike properties*, Lars Gruene, 13 Aprile 2012.
- *Aggregation and Disaggregation for Virtual Power Plants*, Mette Petersen, 26 Aprile 2012.
- *Researching the benefits and deployment opportunities for vehicle/roadside cooperative ITS*, Alan Stevens, 27 Giugno 2012.
- *Time critical cooperative path-following control of multiple UAVs*, Naira Hovakimyan, 2 Luglio 2012.
- *Cooperative Energy Management for Smart Microgrids*, Masayuki Fujita, 08 Ottobre 2012.
- *The scientific legacy of hubble space telescope*, Robert Williams, 10 Ottobre 2012.

- Partecipazione a workshop/tutorial nazionali/internazionali:
 - *Workshop sulle Nuove Architetture per Sistemi Embedded*, Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Università di Padova, 8 Giugno 2010.
 - *Tutorial on Model Predictive Control*, presso Università Cattolica di Milano, 18th IFAC World Congress, 27-28 Agosto 2011.

- Partecipazione a conferenze internazionali:
 - *18th IFAC World Congress*, Milano 28 Agosto – 2 Settembre 2011.
 - *Convegno Annuale dei Docenti e Ricercatori Italiani in Automatica SIDRA*, Pisa 7-9 Settembre 2011.
 - *4th Vi-Grade Users' Conference*, Udine 18-19 Ottobre 2011.
 - *9th International Conference on Modeling, Optimization & SIMulation*, Bordeaux 6-8 Giugno 2012.
 - *3rd International Conference on Circuits, Systems, Control and Signals*, Barcellona 17-19 Ottobre 2012.

- Periodi di Mobilità:

Marzo 2012 - Agosto 2012 a *Londra*, UK, presso *Imperial College London* sotto la supervisione dei Proff. Thomas Parisini e Eric Kerrigan con tema di ricerca "Applied Model Predictive Control".

- Attività di supporto alla didattica:
 - Tutor Junior per i corsi di Dati e Algoritmi 1 (prof. Dal Passo), Segnali e Sistemi (prof. Chiuso): supporto alle attività di laboratorio. a.a. 2010/2011.
 - Tutor Junior per il corso di Sistemi e Modelli (proff. Schenato e Bisiacco): supporto alle attività di laboratorio (Simulink). a.a. 2011/2012.

Parte 2 Ricerca

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

La tematica principale di ricerca ha riguardato tecniche di controllo ottimo per applicazioni in ambito automotive per veicoli a quattro e due ruote.

In particolare:

1) *Model Predictive Control per Motion Cueing*

Tecniche di controllo ottimo MPC per riprodurre in maniera affidabile su un simulatore di guida dinamico le sensazioni che sarebbero percepite nel veicolo reale, nella stessa situazione di guida.

Elaborazione di un modello del sistema vestibolare umano e integrazione

nell'algoritmo.

Applicazione delle tecniche MPC elaborate, con integrazione del modello di percezione vestibolare, a una piattaforma di simulazione dinamica per veicoli di tipo Gran Turismo, con focus su mezzi di trasporto di fascia alta/sportiva. L'algoritmo è stato implementato in Matlab e configurato per interagire con l'apparato sperimentale in tempo reale; un ulteriore step è stata la derivazione di codice sorgente in linguaggio ad alto livello (C) per migliorare le prestazioni di calcolo. Sono stati condotti test con l'aiuto di piloti professionisti per il tuning della procedura.

In più, è stata testata, a livello simulativo, una prima implementazione su scheda FPGA per valutare sviluppi futuri in direzione di sviluppo di hardware dedicato.

- Risultati Originali 1/2:

Derivazione di un modello lineare approssimato del sistema vestibolare, valido per l'applicazione di interesse.

Derivazione di una procedura innovativa per il Motion Cueing, con approccio MPC mai applicato in pratica a livello industriale in questo settore, con il vantaggio di un incremento nelle performance e nella semplicità di utilizzo (tuning).

Realizzazione di un sistema MPC capace di operare in tempo reale.

Interfacciamento del sistema con la piattaforma di simulazione e validazione dell'intera architettura con test pratici.

2) *Sistemi di Power Management e virtual prototyping per motocicli ibridi.*

Studio delle caratteristiche tecniche del prototipo.

Derivazione di un modello per gli accumulatori e, più in generale, di una tecnica che permetta di ottenere modelli matematici validi anche in assenza di strumentazione per la misurazione diretta delle caratteristiche delle batterie, basandosi solo sulle informazioni derivabili da datasheet.

Elaborazione di due diverse proposte per la strategia di gestione della parte elettrica della moto ibrida, con lo scopo di migliorare le performance in termini di coppia erogata. Le due proposte (una più semplice implementativamente, la seconda più sofisticata ma dalle performance teoriche migliori) sono state testate su un ambiente di virtual prototyping appositamente realizzato.

Quest'ultimo è stato realizzato con l'intento di risultare da un lato versatile e affidabile, con un elevato grado di parametrizzazione in modo da poter essere utilizzato facilmente con diversi setup, dall'altro semplice e intuitivo, grazie anche a un'interfaccia grafica di supporto. La presenza di un rider virtuale contribuisce a renderlo uno strumento valido per la prototipazione in questo settore.

La prima delle due strategie elaborate è stata implementata nella ECU del prototipo reale e testata su pista da un pilota professionista.

Nell'ambito dello sviluppo di questa tematica sono stato correlatore della tesi di Laurea Magistrale: Andrea De Simoi, " *Ambiente Virtuale per lo Sviluppo di Motocicli Ibridi* ", relatore Prof. A. Beghi, correlatore F. Maran.

- Risultati originali 2/2:

Elaborazione di una tecnica per ricavare il modello di una batteria senza test di laboratorio, direttamente da datasheet.

Realizzazione di un ambiente di prototipazione virtuale per motocicli ibridi, altamente parametrizzabile con lo scopo di testare in closed-loop le performance di algoritmi di controllo e power management; il tool implementa l'algoritmo di modellizzazione degli accumulatori.

Proposta di due tecniche di controllo e test di validazione su ambiente virtuale e su pista, con ottimi riscontri.

I lavori sono stati svolti in collaborazione con VI-Grade srl per quanto riguarda la piattaforma di simulazione dinamica, e nell'ambito del progetto Mo.Bi. in collaborazione con Aprilia Racing srl per la parte riguardante il motociclo ibrido.

- Titolo definitivo della tesi e nome del supervisore:

TITOLO: "*Model-Based Control Techniques for Automotive Applications*".

Supervisore: Prof. Alessandro Beghi

Parte 3 Pubblicazioni

- Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- F. Maran, A. Beghi, M. Bruschetta, D. Minen, M. Baseggio, M. Pozzi: *Study on the Next Generation Motion Cueing for Driving Simulator*, JSAE Annual Congress, Tokio, Maggio 2011.

- F. Maran, A. Beghi, M. Bruschetta: *An MPC approach to the design of motion cueing algorithms for driving simulators*, Convegno Annuale dei Docenti e Ricercatori Italiani in Automatica, session interattiva, Pisa, Settembre 2011.

- F. Maran, A. Beghi, M. Bruschetta, D. Minen, M. Baseggio: *An MPC approach to the design of motion cueing algorithms for driving simulators*, 14th IEEE Intelligent Transportation Systems Conference, Washington DC, Ottobre 2011.

- F. Maran, A. Beghi, A. De Simoi: *A VI-BikeRealTime based simulation environment for assessing power management strategies in hybrid motorcycles*, 4th Vi-Grade Users' Conference, Udine, Ottobre 2011.

- F. Maran, A. Beghi, A. De Simoi. *A Simulation Environment for Assessing Power Management Strategies in Hybrid Motorcycles*. 9th International Conference on Modeling, Optimization & SIMulation, Bordeaux, Giugno 2012.

- F. Maran, A. Beghi, M. Bruschetta, D. Minen. *A Model-based Motion Cueing strategy for compact driving simulation platforms*. Driving Simulation

Conference 2012 - Europe, Parigi, Settembre 2012.

- F. Maran, A. Beghi, A. De Simoi. *A Virtual Environment for the Design of Power Management Strategies for Hybrid Motorcycles*. 3rd International Conference on Circuits, Systems, Control and Signals, Barcellona, Ottobre 2012.

- F. Maran, A. Beghi, M. Bruschetta. *A real time implementation of MPC based Motion Cueing strategy for driving simulators*. IEEE Conference on Decision and Control (CDC 2012), Maui, Dicembre 2012.

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

Pertanto il collegio lo ammette all'esame finale.

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

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

Negli anni accademici 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012 il dottor **Micheletto Francesco** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXV ciclo, Indirizzo Bioingegneria

Il candidato dichiara quanto segue:

PARTE 1 – DIDATTICA

- Elenco dei corsi seguiti:

- Dose, Effect, Threshold, A. Trevisan.
- Applied Linear Algebra, T. Damm and Prof. H. Wimmer.
- Statistical Methods, M. Chiogna.
- Statistical Methods, L. Finesso.
- Identifiability of Linear and Nonlinear Systems, M.P. Saccomani.
- Dynamical Models in Systems Biology, Prof. C. Altafini.

- Elenco delle scuole nazionali per dottorandi:

- XXIX Scuola Annuale di Bioingegneria, Bressanone, 13 - 17 settembre 2010
- XXX Scuola Annuale di Bioingegneria, Bressanone, 19-23 settembre 2011.
- XXXI Scuola Annuale di Bioingegneria, Bressanone, 17-21 settembre 2012.

- Elenco dei seminari seguiti al DEI o in altre sedi:

- *"Studio in risonanza magnetica della connettività anatomica cerebrale mediante immagini di tensore di diffusione (DTI)"*, Ing. A. Bertoldo, 28 Aprile 2010.
- 1° Workshop Strategic Research Project AACSE – *Algorithms and Architectures for Computational Science and Engineering*, 1-2 Luglio 2010.
- *"Filosofia della matematica e matematica della filosofia"*, Prof. Piergiorgio Odifreddi, 21 Ottobre 2010.

- Seminari Gruppo di Bioingegneria:

Stochastic Modeling in Systems Biology.

Emg support vector machine classification method.

D- and ED-optimal design in PET imaging.

Bayesian multi-task learning approach for the single-trial estimation of event-related potentials.

Electrophysiological methods to measure neuronal electrical activity.

Population modeling in metabolic studies.

- Research activities at the Pattern Recognition Lab of the University of Erlangen-Nuremberg, Dott. Davide Piccini.

- *"C'è spazio per tutti. Il grande racconto della geometria"*, Prof. Piergiorgio Odifreddi, 2011.
- *"Può l'informazione modificare il cervello?"*, Prof. Lamberto Maffei, 2011.
- *"My life in Silicon Valley"*, Dr. Federico Faggin, 2011.
- *"Motion, Geometry and Metadata for Multimedia Compression and Delivery"*, Prof. David Taubman, 2011.
- *"Towards artificial/computational sapience (wisdom)"*, René Mayorga, 2011.
- *"Brain models: from functional mapping through the connectome to self-organized criticality"*, Dr. Federico Turkheimer, 2011.

- *"Toxic numbers? The splendors and miseries of bibliometric indicators"*, Giuseppe De Nicolao, Università di Pavia, 20 Marzo 2012;
- *"From Italy to China on driverless cars: paving the road to autonomous driving"*, Alberto Broggi, Università di Parma, 16 Aprile 2012;
- *"From nanotechnology to nano science"*, Fabio Beltram, Normale di Pisa, 8 Maggio 2012.

- Partecipazione a conferenze nazionali:

- Terzo Congresso Nazionale di Bioingegneria (GNB), 26 - 29 Giugno 2012, Roma, Italia.

- Partecipazione a conferenze internazionali:

- 10th Diabetes Technology Meeting (DTM), 11 – 13 Novembre 2010, Bethesda, Maryland, USA.
- American Diabetes Association (ADA), 24 – 28 Giugno 2011, San Diego, CA, USA.
- 11th Diabetes Technology Meeting (DTM), 27 – 29 Ottobre 2011, San Francisco, CA, USA.
- Advanced Technologies & Treatments for Diabetes (ATTD), 8 - 11 Febbraio 2012, Barcellona, Spagna.
- American Diabetes Association Meeting (ADA), 8 - 12 Giugno 2012, Philadelphia, PA, USA.
- 12th Diabetes Technology Meeting (DTM), 8 – 10 Novembre 2012, Bethesda, Maryland, USA.

- Didattica attiva svolta:

Dal 8 marzo 2012 al 7 giugno 2012, ho svolto 40 ore di attività di Tutor junior relativamente al corso di Laurea Magistrale *"Modelli e controllo di sistemi biologici 11/12"* tenuto dal prof. Claudio Cobelli.

Correlatore della tesi di laurea: *"Model of the Pharmacodynamic of Pramlintide and its inclusion in the simulator of type 1 diabetes"*, Simone Perazzolo, Department of Information Engineering, University of Padova, A.Y. 2011/2012.

PARTE 2 – RICERCA

- Descrizione attività di ricerca:

Modeling GLP-1 action on insulin secretion:

Glucagon-Like Peptide-1 (GLP-1) is a powerful insulin secretagogue. It is secreted from the L-cells of ileum and colon in a nutrient-dependent manner stimulating insulin secretion, the so called incretin effect, thereby reducing postprandial glycaemia. While GLP-1 secretion does not appear to be impaired in prediabetes and early type 2 diabetes, the decrease in insulin secretion observed in these conditions implies a decrease in responsiveness to GLP-1. The ability to measure GLP-1 action on insulin secretion could provide insights into the pathogenesis (and perhaps the treatment) of diabetes. Currently incretin effect can be measured by comparing insulin secretion obtained in oral glucose challenge and matched intravenous (iv) delivery of glucose.

During the years of Ph.D., I have developed first a model of GLP-1 action on insulin secretion using data from a hyperglycaemic clamp with GLP-1 infusion, and thereafter the model have been adapted to directly measure incretin effect from data of oral glucose test.

The proposed model is based on the C-peptide minimal model, which assumes that secretion is made up of a static and a dynamic component, proportional to glucose concentration, through parameter Φ_s , and its rate of change, through parameter Φ_d , respectively. Above-basal insulin secretion depends linearly on total GLP-1 concentration, through a parameter Π , representing the percent increase in secretion due to 1 pmol/l of circulating GLP-1, i.e. the GLP-1 induced potentiation.

The oral GLP-1 model has been validated on data of 10 healthy subjects (7 females, 3 males, age=29±9 years, BMI=27±5 kg/m²) studied twice, once with an oral glucose challenge (1g per Kg of body mass) and once a matched intravenous delivery of glucose. The protocol allows to directly estimate the incretin effect potentiation index Π by identifying the oral GLP-1 model on the oral glucose data and to compare the index against the indirect measure of the incretin effect assessed by using the C-peptide minimal model and calculating the difference in insulin secretion in response to glucose from both oral and intravenously infused glucose-matched data. However the validation study has been affected by a procedure error in the protocol, leading to iv glucose data non-superimposable to oral glucose data. Therefore, to tackle this issue, naive data average approach has been adopted. Then validation study has been performed on the average subject, in which iv glucose data results well matched with oral glucose data. Insulin secretion potentiation estimated using the oral GLP-1 model on oral glucose data, well agrees with the one calculated using the C-peptide minimal model on oral and iv-matched glucose data: 6.55 (CV = 65 %) vs 6.15 % per pmol/l. In addition an in silico validation of the GLP-1 model has been performed by using iv glucose, C-peptide and GLP-1 data of the 10 subjects of the validation protocol and generating 100 realization of the potentiation index Π for each subjects, which were used to simulate C-peptide plasma concentration with the addition of the incretin effect. Simulated C-peptide data were then used together with iv glucose and GLP-1 data to identify the GLP-1 model in order to determine whether the model were able to properly estimate the potentiation index Π .

Type 1 Diabetes Simulator update:

The rapid development of the artificial pancreas in the last few years had benefit from employing mathematical modeling and computer simulation. As a matter of fact, such in silico testing provided direction for clinical studies, out-ruling ineffective control scenarios in a cost-effective manner. In 2008, we have introduced a computer simulator of type 1 diabetes (T1DM) based on a meal simulation model of glucose-insulin system. This simulator was equipped with

100 in silico adults, 100 adolescents, 100 children, and was accepted by the FDA as a substitute for preclinical trials of certain insulin treatments, including closed-loop algorithms. Recent results showed that there were margin of improvement, particularly in the simulator ability to describe hypoglycemic events and counterregulation.

During the Ph.D., I have worked on the development and integration of the models of glucose counterregulation and its utilization in hypoglycemia into the meal simulation model of glucose insulin system, aiming to improve its ability to describe hypoglycemic events and counterregulation.

The model of glucose utilization in hypoglycemia has been improved by assuming that insulin-dependent utilization increases, when glucose decreases below a certain threshold, as the risk function.

A primary role in glucose counterregulation is played by glucagon, a hormone secreted by α -cells. I have integrated into the simulation model a novel mathematical description of glucagon kinetics and secretion.

Glucagon kinetics are described with a one compartment linear model. Glucagon secretion, similarly to insulin, is made up of a static (GSRs) and a dynamic component (GSRd). GSRs is regulated by plasma insulin and plasma glucose concentration under a certain threshold. GSRd is controlled by plasma glucose rate of change.

Recovery from hypoglycemia due to glucagon action is the results of an increase in endogenous glucose production since glucagon stimulates glycogenolysis and gluconeogenesis. The model of glucagon action is therefore based on the model of endogenous glucose production (EGP) and it assumes that the above basal glucagon concentration stimulates with some delay EGP.

Finally, new rules for determining insulin to carbs ratio (CR) and correction factor (CF) of the virtual patients have been implemented to better comply with clinical definitions. A new strategy for virtual patient generation has also been adopted, which is based on clinical parameter plausibility. Then populations of type 1 diabetic virtual subjects have been generated by randomly extracting different realizations of the parameter vector from appropriate joint parameter distributions.

The new simulator shows better performance in describing hypoglycemic events. In addition, the new virtual subjects well span the real T1DM population as demonstrated by the good agreement between real and simulated distribution of patient specific parameters, such as CR and CF.

The new T1DM simulator enables more reliable in silico testing of closed-loop control algorithms and confirms to be a valid tool to provide guidelines for clinical studies.

Modeling the effect of Amylin analogue on gastric emptying

Automated control of post-prandial glucose in type 1 diabetes (T1D) is challenging, mainly due to slow subcutaneous insulin absorption. Incorporating pramlintide - a synthetic analog of human amylin with primary effect of slowing gastric emptying - into a multi-hormonal model predictive control (MPC) strategy may attenuate post-prandial glucose rise by better matching the time courses of glucose and insulin appearance. A first step toward designing such a multi-hormonal MPC is to develop a model describing the effect of pramlintide on meal glucose rate of appearance (R_a). To this purpose I have used two different dataset in order to quantify the effect of pramlintide: tracer meal data of 14 healthy subjects who received 30 μ g of pramlintide or placebo, and 15 T1D subjects studied twice with a standardized dual-tracer meal on placebo and on P-I mixture of 6 μ g of pramlintide per unit of insulin (P-I ratio of 6). Using these data I

identified a model describing glucose transport through the gastro-intestinal tract by assuming a nonlinear representation of gastric emptying. The model predicts well Ra data and yields reliable parameter estimates. Specifically, the minimum gastric emptying rate and intestinal absorption are significantly slower on pramlintide than placebo and parameters which represents the fraction of ingested glucose retained by the stomach, are significantly higher on pramlintide than placebo.

Results obtained with data of the 15 T1DM subjects were incorporated into the type 1 diabetes simulator. A cohort of 100 in silico subjects were generated to test, using in silico experiments, the efficacy and safety of different fixed pramlintide to insulin (P:I) ratios.

As results of the in silico tests, I can conclude that in clinical trials, insulin boluses should be reduced about 20% to account for pramlintide in order to avoid hypoglycemic events and P:I ratio of 9 is likely to be optimal in terms of efficacy and safety.

- Titolo definitivo della tesi e nome del supervisore:

"A MODEL OF BETA-CELL RESPONSE TO GLP-1 TO QUANTIFY INCRETIN EFFECT IN HEALTHY AND PREDIABETIC SUBJECTS".

Supervisore: Chiara Dalla Man.

PARTE 3 – PUBBLICAZIONI

- Elenco pubblicazioni su rivista internazionale:

- Sathananthan A, Man CD, Micheletto F, Zinsmeister AR, Camilleri M, Giesler PD, Laugen JM, Toffolo G, Rizza RA, Cobelli C, Vella A. Common genetic variation in GLP1R and insulin secretion in response to exogenous GLP-1 in nondiabetic subjects: a pilot study. *Diabetes Care*. 2010 Sep;33(9):2074-6.

- Dalla Man C, Micheletto F, Sathananthan A, Rizza RA, Vella A, Cobelli C. A model of GLP-1 action on insulin secretion in nondiabetic subjects. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2010 Jun;298(6):E1115-21. Epub 2010 Feb 23.

- Bock G, Dalla Man C, Micheletto F, Basu R, Giesler PD, Laugen J, Deacon CF, Holst JJ, Toffolo G, Cobelli C, Rizza RA, Vella A. The effect of DPP-4 inhibition with sitagliptin on incretin secretion and on fasting and postprandial glucose turnover in subjects with impaired fasting glucose. *Clin Endocrinol (Oxf)*. 2010 Aug;73(2):189-96. Epub 2009 Dec 18.

- Francesco Micheletto, Chiara Dalla Man, Matheni Sathananthan, Adrian Vella, Claudio Cobelli. *"A Model of GLP-1 Action on Insulin Secretion during an Oral Test"*. *Am J Physiol Endocrinol Metab* (status: under revision).

- Galina Smushkin, Matheni Sathananthan, Airani Sathananthan, Chiara Dalla Man, Francesco Micheletto, Alan R. Zinsmeister, Claudio Cobelli, and Adrian Vella. *"Diabetes-associated common genetic variation and its association with GLP-1 concentrations and response to exogenous GLP-1"*. *Diabetes*. 2012 May;61(5):1082-9. Epub 2012 Mar 28.

- Elenco pubblicazioni su convegno internazionale:

- Francesco Micheletto, M.S.; Chiara Dalla Man, PhD; Adrian Vella, MD; Claudio Cobelli, PhD. "A Model of Glucagon Secretion and Action in Healthy Subjects". Book of Abstracts. 10th Diabetes Technology Meeting (DTM), 11 – 13 Novembre 2010, Bethesda, Maryland, USA.
- Francesco Micheletto, M.S.; Chiara Dalla Man, PhD; Adrian Vella, MD; Claudio Cobelli, PhD. "A Model of GLP-1 Action on Insulin Secretion during an Oral Test". Book of Abstracts. 10th Diabetes Technology Meeting (DTM), 11 – 13 Novembre 2010, Bethesda, Maryland, USA.
- Francesco Micheletto MS, Chiara Dalla Man PhD, Adrian Vella MD, Claudio Cobelli PhD. "Estimation of GLP-1 induced potentiation of insulin secretion from an oral model". American Diabetes Association (ADA), 24 – 28 Giugno 2011, San Diego, CA, USA.
- Francesco Micheletto, M.S.; Chiara Dalla Man, PhD; Marc D. Breton, PhD; Boris P. Kovatchev, PhD; Claudio Cobelli, PhD. "A Counter-regulation Model in Type 1 Diabetes". 11th Diabetes Technology Meeting (DTM), 27 – 29 Ottobre 2011, San Francisco, CA, USA.
- Francesco Micheletto, M.S.; Chiara Dalla Man, PhD; Boris P. Kovatchev, PhD; Claudio Cobelli, PhD. "Modeling The Effect Of Pramlintide On Meal Glucose Rate Of Appearance In Health". Advanced Technologies & Treatments for Diabetes (ATTD), 8 - 11 Febbraio 2012, Barcellona, Spagna.
- Francesco Micheletto, M.S.; Chiara Dalla Man, PhD; Boris P. Kovatchev, PhD; Claudio Cobelli, PhD. "In Silico Determination of a Pramlintide-Insulin Ratio for Co-Administration in Type 1 Diabetes (T1D)". American Diabetes Association Meeting (ADA), 8 - 12 Giugno 2012, Philadelphia, PA, USA.
- Francesco Micheletto, M.S.; Chiara Dalla Man, PhD; Boris P. Kovatchev, PhD; Claudio Cobelli, PhD. "The Updated UVA/Padova Type 1 Diabetes Simulator". Book of Abstracts. 12th Diabetes Technology Meeting (DTM), 8 – 10 Novembre 2012, Bethesda, Maryland, USA.

- Elenco pubblicazioni su convegni nazionali:

- Francesco Micheletto, M.S.; Chiara Dalla Man, PhD; Boris P. Kovatchev, PhD; Claudio Cobelli, PhD. "In Silico Modeling for Clinical Trial Optimization". Terzo Congresso Nazionale di Bioingegneria (GNB), 26 - 29 Giugno 2012, Roma, Italia.

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

Pertanto il collegio lo ammette all'esame finale.

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

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

Negli anni accademici 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012 il dottor **Michelusi Nicolò** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXV ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Il candidato dichiara quanto segue:

Supervisore: **Prof. Michele Zorzi**

Parte 1 Didattica

Corsi seguiti:

- Applied linear algebra (DEI002)
- Mathematical modeling (DEI069)
- Statistical Methods (DEI057)
- Game theory for information engineering (DEI064)
- Information-theoretic methods in security (DEI067)

Seminari seguiti

1) *Relatore:* Dr. Davide Scaramuzza, ETH Zurigo

Titolo: Omnidirectional vision: from calibration to robot motion estimation

Data: 26-02-2010

2) *Relatore:* Prof. Urbashi Mitra, University of Southern California

Titolo: Some Results on a Networked Physical Layer and Questions for Cross-layer Approaches

Data: 16-12-2009

3) *Relatore:* Prof. Walter Zucchini, Georg-August-Universität Göttingen

Titolo: Hidden Markov Models as general-purpose models for time series

Data: 18-03-2010

4) *Relatore:* Dr. Francesco Rossetto, DLR, Institute of Communications and Navigation Munich

Titolo: Optimal Time and Rate Allocation for a Network-coded Bidirectional Two-Hop Communication

Data: 12-04-2010

5) *Relatore:* Dr. Alireza Farhadi, NeCS-INRIA, Grenoble, France

Titolo: Stochastic Control Through Limited Capacity Channels

Data: 28-04-2010

6) *Relatore:* Prof. Kameshwar Poolla, University of California, Berkeley

Titolo: Wind Integration, By All Means Available

Data: 24-06-2010

7) *Relatore:* Prof. Mukul Agarwal, Department of Electrical Engineering, MIT

Titolo: Communication to within a fidelity criterion in unknown networks

Data: 28-06-2010

8) *Relatore:* Prof. Carlo Fischione, KTH Stoccolma

Titolo: An Overview on F-Lipschitz Optimization with Wireless Networks Applications

Data: 21-07-2010

9) *Relatore:* Prof. Piergiorgio Odifreddi

Titolo: Filosofia della Matematica e Matematica della Filosofia

Data: 21-10-2010

10) *Relatore:* Qing Zhao

Titolo: Optimization over time: multi-armed bandit and quickest detection

Data: 13-01-2011 (University of Southern California)

11) *Relatore:* Longbo Huang, USC

Titolo: Utility optimal scheduling in networks: small delay and no underflow

Data: 12-01-2011 (University of Southern California)

12) *Relatore:* Arya Mazumdar, University of Maryland

Titolo: Sensing compressed signal codes on graphs and reliability of memories

Data: 21-01-2011 (University of Southern California)

13) *Relatore:* Edmund Yeh, Yale University

Titolo: Polar Codes and Power Blackouts

Data: 14-02-2011 (University of Southern California)

14) *Relatore:* Marco F. Duarte, Duke University

Titolo: Signal recovery from randomized measurements using structured sparsity models

Data: 28-02-2011 (University of Southern California)

15) *Relatore:* Yury Polyanskiy, Princeton University

Titolo: Channel coding: non-asymptotic fundamental limits with and without feedback

Data: 23-02-2011 (University of Southern California)

16) *Relatore:* Yury Polyanskiy, Princeton University

Titolo: Data Transmission: non-asymptotic fundamental limits

Data: 29-03-2011 (University of Southern California)

17) *Relatore:* Prof. Ashutosh Sabharwal, Rice University

Titolo: WARP: Wireless Open-Access Research Program

Data: 13-04-2011 (University of Southern California)

18) *Relatore:* Yuval Kochman, MIT

Titolo: Network Modulation: simultaneous optimality in multi-user communication

Data: 11-05-2011 (University of Southern California)

19) *Relatore:* Azadeh Vosoughi, University of Rochester

Titolo: Wireless channel uncertainty in relay-assisted communication and distributed detection systems

Data: 18-07-2011 (University of Southern California)

20) *Relatore:* Federico Turkheimer, Imperial College London

Titolo: Brain models: from functional mapping through the connectome to self-organized criticality

Data: 8-11-2011

21) *Relatore:* Giuseppe De Nicolao, Università di Pavia

Titolo: Toxic numbers? The splendors and miseries of bibliometric indicators

Data: 20-03-2012

22) *Relatore:* Fabio Beltram, Normale di Pisa

Titolo: Dalla nanotecnologia alla nanoscienza

Data: 08-05-2012

23) *Relatore:* Mathukumalli Vidyasagar, University of Texas at Dallas

Titolo: Gene regulatory networks in cancer: a probabilistic approach

Data: 24-05-2012

24) *Relatore:* Subhrakanti Dey, University of Melbourne

Titolo: Linear State Estimation Via Multiple Sensors Over Rate-Constrained Channels

Data: 22-10-2012

25) *Relatore:* Ilenia Tinnirello, University of Palermo, Francesco Gringoli, University of Brescia

Titolo: Programming and Running MAClets on Hard-Coded Devices

Data: 30-10-2012

Scuole di dottorato:

- Summer School of Information Theory, 05-08 Agosto 2010, University of Southern California, Los Angeles, USA

- Summer school of Information Theory, 27-30 Maggio 2011, Austin, USA

- European School of Information Theory, 16-20 Aprile 2012, Antalya, Turchia

Partecipazione a conferenze nazionali e internazionali:

- International Conference on Signal Processing Advances in Wireless Communications (SPAWC), San Francisco, USA, Giugno 2011

Titolo: Hybrid Sparse/Diffuse UWB Channel Estimation

- Italian Networking Workshop, 11-13 Gennaio 2012, Courmayeur

Titolo: Optimal cognitive transmission policies exploiting redundancy in the primary ARQ process

- Information Theory and Applications Workshop (ITA), 6-11 Feb. 2011, San Diego, USA

- 50th Annual Allerton Conference on Communication, Control, and Computing, 1-5 Ottobre 2012

Titolo: [Performance Analysis of Energy Harvesting Sensors with Time-Correlated Energy Supply](#)

Permanenza all'estero

- University of Southern California, Los Angeles, USA,

Periodo: 01/2011-07/2012

- Aalborg University, Danimarca

Periodo: 15/08/2012-15/10/2012

Parte 2 Ricerca

Durante i tre anni della scuola di dottorato, ho sviluppato tre aree di ricerca:

- Cognitive Networks (primo, secondo e terzo anno)

Ho affrontato il problema dell'ottimizzazione di risorse nelle cognitive networks, basandomi su un semplice modello di interazione tra una coppia primaria (con vincoli sulla Quality of Service), ed una coppia secondaria, che agisce in modo opportunistico. Ho modellato l'interazione tra la coppia primaria e secondaria per mezzo di una catena di Markov, e mi sono basato sulla teoria dei Markov Decision Processes per ottimizzare la politica di accesso al canale della coppia secondaria, con un vincolo di perdita di throughput causata alla coppia primaria. In particolare, in [C.1] la coppia primaria impiega un meccanismo di ritrasmissione (Type-I HARQ), che introduce ridondanza nel canale, sotto forma di copie dello stesso pacchetto ritrasmesso in time-slots successivi. Il ricevitore secondario, dopo aver decodificato il messaggio primario, sfrutta la ridondanza del protocollo di ARQ per rimuovere l'interferenza della trasmissione primaria dal segnale secondario, rendendo così possibile un guadagno in termini di throughput secondario. La coppia secondaria decide se accedere o meno al canale in base alla conoscenza dello stato di ritrasmissione ARQ, e all'acquisizione (dinamica) del messaggio primario al ricevitore secondario. Ho dimostrato l'esistenza di una politica di accesso ottima, che da una parte limita l'interferenza causata dalla coppia secondaria alla coppia primaria, e dall'altra massimizza il throughput secondario. In [C.2,J.3], ho ulteriormente sviluppato questo framework, introducendo un meccanismo di recupero delle trasmissioni fallite al ricevitore secondario, che consente un ulteriore guadagno in termini di throughput secondario: il ricevitore secondario tiene in memoria le trasmissioni fallite dovute all'interferenza da parte della coppia primaria; una volta decodificato il messaggio primario in un istante temporale successivo, le trasmissioni memorizzate possono essere recuperate rimuovendone l'interferenza. Ho sviluppato un algoritmo per

determinare la politica di accesso al canale per la coppia secondaria. Tali studi sono importanti, in quanto introducono tecniche innovative per la coesistenza di più terminali nelle cognitive networks e per la condivisione di risorse.

- Energy Harvesting (terzo anno)

Nel corso del terzo anno di dottorato, mi sono occupato dello sviluppo di politiche di controllo dell'energia in dispositivi con *Energy Harvesting (EH)*, utilizzando un framework di ottimizzazione stocastica (dynamic programming, processi di decisione di Markov) per l'analisi e l'ottimizzazione delle prestazioni di questi dispositivi. Inizialmente, ho proposto un modello generale in cui un sensore trasmette dati di importanza (o priorità) variabile ad un punto di raccolta dati [C.6]. Tale modello è di interesse in reti di sensori wireless (WSN), dove i dati raccolti dai sensori hanno importanza variabile (ad esempio, alta/bassa temperatura). In [C.6], il sensore è alimentato da un processo di EH i.i.d., e l'obiettivo consiste nel definire la politica ottima di controllo dell'energia, tale da massimizzare l'importanza media dei dati trasmessi, nel lungo termine. Ho dimostrato le proprietà della politica di gestione ottima, in base alle quali ho definito una politica a bassa complessità e con prestazioni molto vicine a quelle della politica ottima. Tale modello è stato ulteriormente sviluppato, generalizzando il processo di EH ad un processo di Markov a due stati: gli stati BUONO e CATTIVO corrispondono, rispettivamente, ad un'abbondanza e scarsità di energia ambientale [C.9,J.4]. Basandomi su questo modello, ho caratterizzato le prestazioni di una classe di politiche che si adattano allo stato di EH, in modo tale da bilanciare la potenza media di consumo di energia con la potenza media di accumulo di energia ambientale (perciò denominate "*Balanced Policies*"). I risultati numerici evidenziano che le *Balanced Policies*, che si adattano allo stato di EH, ma non al livello di energia disponibile nella batteria, raggiungono prestazioni molto vicine a quelle della politica ottima, rappresentando così un buon compromesso tra complessità e prestazioni.

Nella seconda parte dell'anno, ho sviluppato nuovi modelli più realistici di EH. In [C.7,C.8], ho sviluppato un modello in cui il livello di energia disponibile nella batteria è solo parzialmente noto. Infatti, in sistemi realistici, lo stato di carica della batteria è tipicamente difficile e costoso da stimare. Tale modello consente così di valutare l'impatto sulle prestazioni della conoscenza imperfetta dello stato di carica della batteria. In [C.7], il processo di EH è i.i.d. Al contrario, in [C.8], ho esteso il modello di EH ad un generico processo di Markov. I risultati numerici evidenziano che la conoscenza imperfetta dello stato di carica della batteria ha un impatto marginale sulle prestazioni: in particolare, conoscere se lo stato di carica è "alto" o "basso" è sufficiente ad ottenere prestazioni vicine a quelle ottimali (in cui lo stato di carica è noto in modo perfetto). In [C.8], si dimostra inoltre che la conoscenza dello stato di carica e quella dello stato di EH sono "intercambiabili": in particolare, conoscere esattamente lo stato di carica, senza però conoscere lo stato di EH, equivale, in termini di prestazioni, a conoscere perfettamente lo stato di EH, ma con una conoscenza imperfetta dello stato di carica (stato di carica "alto"/"basso"). Tali risultati sono incoraggianti per l'implementazione di sistemi realistici, in quanto dimostrano come politiche di controllo che si adattano allo stato di EH consentono di ottenere buone prestazioni, senza richiedere una stima precisa dello

stato di carica della batteria.

Infine, in [C.10], ho proposto un modello Markoviano in cui la batteria degrada nel tempo: in particolare, la sua capacità diminuisce tanto più velocemente quanto più profondamente la stessa è scaricata. Ho sviluppato un modello Markoviano per rappresentare lo stato di salute della batteria e mi sono basato su dati realistici, disponibili in letteratura, per derivare i parametri del sistema (probabilità di degrado della batteria). Infine, ho definito un framework di ottimizzazione stocastica, con il quale è possibile determinare la politica di controllo ottima, che massimizza il tempo di vita della batteria, con un vincolo di Quality of Service fornito dal dispositivo (come, per esempio, il throughput). I risultati numerici evidenziano che una politica di controllo ottimale consente di aumentare sensibilmente il tempo di vita della batteria, rispetto ad una politica di controllo “greedy” che trascura lo stato di degrado della stessa.

- Hybrid sparse/diffuse UWB channel estimation (secondo anno)

Nel corso del secondo anno di dottorato, ho svolto un periodo di mobilità presso la University of Southern California, Los Angeles (USA), sotto la supervisione della Prof.ssa Urbashi Mitra. In tale sede, mi sono occupato di tecniche di stima di canale per sistemi Ultra WideBand (UWB), che sfruttano le peculiarità della propagazione e del canale UWB. Inizialmente, la ricerca si è incentrata nello sviluppo di un modello di canale che ho denominato “Hybrid Sparse-Diffuse”. Tale modello è in grado di catturare sia la componente sparsa che quella diffusa del canale: la prima deriva dall'alta risoluzione temporale dei ricevitori UWB, che sono così in grado di distinguere con grande accuratezza gli arrivi delle componenti di multipath del canale; la seconda è dovuta ad altri fenomeni osservati nella propagazione UWB, tra cui scattering, componenti di multipath non risolvibili, e dispersione in frequenza. Inoltre, basandomi sul modello di canale proposto, ho sviluppato delle tecniche di stima che sfruttano la struttura ibrida del canale UWB. Ho fatto un'analisi asintotica del Mean Square Error (MSE) degli stimatori, nel regime di alto e basso SNR. Tale studio consente la predizione delle prestazioni degli stimatori, in funzione dei parametri del canale e degli algoritmi di stima, rendendo così possibile un' accurata scelta dei parametri. Inoltre, tale studio asintotico si è rivelato utile nella giustificazione di fenomeni osservati per via simulativa. Successivamente, ho validato il modello e le tecniche di stima proposte su un emulatore di canale realistico proposto in letteratura, dimostrandone così la robustezza in ambienti realistici, e la superiorità rispetto a tecniche di stima tradizionali, che si basano sull'assunzione di un canale puramente diffuso o puramente sparso. Infine, ho esteso le tecniche di stima proposte al canale Acustico Sottomarino, dimostrandone l'accuratezza e la robustezza di stima del canale basandomi su dati sperimentali. Tale studio ha dato luogo a pubblicazioni su conferenze e riviste internazionali ([J.1,J.2,C.3,C.4,C.5]).

Titolo della tesi Coping with Spectrum and Energy scarcity in Wireless Networks:
a Stochastic Optimization approach to Cognitive Radio and Energy
Harvesting

Supervisore Prof. Michele Zorzi

Parte 3 Pubblicazioni

Pubblicazioni su rivista

[J.1] N. Michelusi, U. Mitra, A.F. Molisch, M. Zorzi, “*UWB Sparse/Diffuse Channels, Part I: Channel Models and Bayesian Estimators*“, IEEE Transactions on Signal Processing, vol. 60, no. 10, October 2012

[J.2] N. Michelusi, U. Mitra, A.F. Molisch, M. Zorzi, “[UWB Sparse/Diffuse Channels, Part II: Estimator Analysis and Practical Channels](#)” IEEE Transactions on Signal Processing, vol. 60, no. 10, October 2012

[J.3] N. Michelusi, P. Popovski, O. Simeone, M. Levorato, M. Zorzi, “Cognitive Access Policies under a Primary ARQ process via Forward-Backward Interference Cancellation” IEEE Journal on Selected Areas in Communications - Cognitive Radio Series, March 2013 Issue (*accettato*)

[J.4] N. Michelusi, K. Stamatiou, M. Zorzi, “*Transmission policies for energy harvesting sensors with time-correlated energy supply*” submitted to IEEE Transactions on Communications, (*ha ricevuto una prima decisione di “major revision” ed è in corso di revisione*)

Pubblicazioni su convegni e conferenze

[C.1] N. Michelusi, O. Simeone, M. Levorato, P. Popovski, M. Zorzi, “*Optimal cognitive transmission exploiting redundancy in the primary ARQ process*“, Information Theory and Applications Workshop (ITA), pp.1-10, 6-11 Feb. 2011, San Diego, USA

[C.2] N. Michelusi, P. Popovski, M. Levorato, O. Simeone, M. Zorzi, “*Cognitive transmissions under a primary ARQ process via backward interference cancellation*“, 49th Annual Allerton Conference on Communication, Control, and Computing (Allerton), pp.727-735, 28-30 Sept. 2011, Monticello, USA

[C.3] N. Michelusi, U. Mitra, M. Zorzi, “*Hybrid sparse/diffuse UWB channel estimation*“, IEEE 12th International Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications (SPAWC), pp.201-205, 26-29 June 2011, San Francisco, USA

[C.4] N. Michelusi, B. Tomasi, U. Mitra, J. Preisig, M. Zorzi, “*An evaluation of the hybrid sparse/diffuse algorithm for underwater acoustic channel estimation*“, IEEE OCEANS 2011, pp.1-10, 19-22 Sept. 2011, Hawaii, USA

[C.5] N. Michelusi, U. Mitra, A.F. Molisch, M. Zorzi, “*Hybrid sparse/diffuse channels: A new model and estimators for wideband channels*“, 49th Annual Allerton Conference on Communication, Control, and Computing (Allerton), pp.477-484, 28-30 Sept. 2011, Monticello, USA

[C.6] N. Michelusi, K. Stamatiou, M. Zorzi, “*On optimal transmission policies for energy harvesting devices*“, Information Theory and Applications Workshop (ITA), pp.249-254, 5-10 Feb. 2012, San Diego, USA

[C.7] N. Michelusi, K. Stamatiou, L. Badia, M. Zorzi, “*Operation Policies for Energy Harvesting Devices with Imperfect State-of-Charge Knowledge*“, 1st IEEE International Workshop on Energy Harvesting for Communications, 10-15 June 2012, Ottawa, Canada

[C.8] N. Michelusi, L. Badia, R. Carli, K. Stamatiou, M. Zorzi, “*Correlated Energy Generation and Imperfect State-of-Charge Knowledge in Energy Harvesting Devices*“, 8th International Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC), 27-31 August 2012, Cyprus

[C.9] N. Michelusi, K. Stamatiou, M. Zorzi, “*Performance Analysis of Energy Harvesting Sensors with Time-Correlated Energy Supply*“, 50th Annual Allerton Conference on Communication, Control, and Computing (Allerton), 1-5 October 2012, Monticello, USA

[C.10] N. Michelusi, L. Badia, R. Carli, L. Corradini, M. Zorzi, “*Impact of Battery Degradation on Optimal Management Policies of Harvesting-Based Wireless Sensor Devices*“, IEEE INFOCOM 2013 (accettato)

[C.11] N. Michelusi, N. Laurenti, “*Jamming games under correlated Energy Harvesting and Data Sensing*“, sottomesso ad ACM WiSec 2013 (in corso di revisione)

Il Collegio prende atto di quanto esposto e osserva che durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Michelusi Nicolò** 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.

Pertanto il collegio lo ammette all'esame finale.

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

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

Negli anni accademici 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012 il dottor **Mina Marco** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXV ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Borsa Cariparo a tema vincolato: STUDIO E SVILUPPO DI METODI COMPUTAZIONALI PER LA PREDIZIONE FUNZIONALE DELLE PROTEINE ATTRAVERSO INTEGRAZIONE DI INFORMAZIONI DI STRUTTURE E RETI DI INTERAZIONI

Il candidato dichiara quanto segue:

ATTIVITA' DI FORMAZIONE

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

Primo anno

- Statistical Methods – Matteo Finesso
- Applied Linear Algebra – T.Damm & H. Wimmer
- Dose, Effect, Threshold – Andrea Trevisan
- Game Theory for Information engineering – Leonardo Badia
- Mathematical Modeling – P. Misra

Secondo anno

Terzo anno

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

analisi dei sistemi - Beghi

bioinformatica e biologia computazionale – Apostolico

elaborazione dati 3D – Guerra

elaborazione numerica dei segnali – Cortellazzo

elaborazione numerica delle immagini – Zanuttigh

gestione delle reti di calcolatori - Soceanu

informatica musicale – de Poli

informatica teorica – Cinzia Pizzi

intelligenza artificiale – Badaloni

protocolli per la trasmissione dati e comunicazioni multimediali – Zanella

reperimento dell'informazione - Agosti

robotica – Menegatti

sistemi distribuiti - Ferrari

Corsi seguiti presso altre istituzioni:

Computer Graphics – Rossignac (durante il periodo di mobilità al GeorgiaTech)
Randomized algorithms - Lipton (durante il periodo di mobilità al GeorgiaTech)

Partecipazione a scuole:

Lipari Summer School of Computational Biology 2009 - “RNAs: structure, function and therapy”, 13-20 Giugno 2009, Lipari

Lipari Summer School of Computational Biology 2010 - “Statistical and Machine Learning Methods in Computational Biology”, 12-19 Giugno 2010, Lipari

Lipari Summer School of Computational Biology 2011 - “Biological Sequence Analysis and High Throughput Technologies”, 2-9 Luglio 2011, Lipari

Altri seminari seguiti:

Partecipazione a Conferenze Nazionali e Internazionali

ECCB 2011 - European Conference on Computational Biology, 15-17 Luglio 2011, Vienna

ECCB 2012 - European Conference on Computational Biology, 9-12 Settembre 2012, Basilea

Periodi di Attività all'Estero

Agosto 2010 – Gennaio 2011: periodo di 5 mesi al College of Computing, Georgia Institute of Technology, Atlanta, Georgia, USA sotto la supervisione della prof.ssa Concettina Guerra

Novembre 2011 – Maggio 2012: periodo di 6 mesi al Califano's Lab, Columbia Medical School, Columbia University, New York, USA

Riconoscimenti:

Best Paper Award per l'articolo: E. Menegatti et al “*Autonomous discovery, localization and recognition of smart objects through WSN and image features*”. Proceedings of the IEEE Globecom 2010 Workshop, Miami, Florida, USA.

Didattica Attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

Elaborazione dati 3D, Emanuele Menegatti, 14 ore, Didattica di supporto, a.a. 2011-2012

Elaborazione dati 3D, Emanuele Menegatti, 14 ore, Didattica di supporto, a.a. 2012-2013

ATTIVITA' DI RICERCA

La mia ricerca si focalizza sull'analisi delle reti biologiche e la loro applicazione a problemi specifici.

Fin dal primo anno mi sono occupato del problema di allineare localmente reti di interazione proteica. Comunemente rappresentate mediante grafi in cui ad ogni proteina corrisponde un nodo e in cui ciascun arco identifica un'interazione, tali reti sono state uno

dei primi tentativi di fornire una visione ad alto livello del funzionamento globale del proteoma di un organismo.

Allineare due o più reti di interazione proteica si traduce nell'identificare le interazioni conservate tra diversi organismi, determinare quali proteine siano omologhe (ovvero discendano da una stessa proteina “antenata”), e raggruppare gli omologi in potenziali complessi proteici o moduli funzionali conservati. Il problema presenta in generale notevoli sfide dal punto di vista computazionale, aggravate dalla rumorosità molto elevata dei dati attualmente disponibili in ambito biologico. Ho elaborato due strategie per rispondere al problema dell'allineamento, implementate nei rispettivi tools AlignNemo e AlignMCL. AlignNemo, il primo ad essere sviluppato, introduce una nuova e più matura definizione di grafo d'allineamento rispetto a quanto presentato in letteratura, e un'euristica di mining basata sui graphlets. AlignMCL ne rappresenta un'evoluzione: basato sullo stesso grafo di allineamento, è stato studiato per adattarsi alla quantità di dati divenuti disponibili nell'ultimo anno. AlignMCL è in grado di determinare con un alto grado di precisione i complessi proteici che si sono conservati nel corso dell'evoluzione in organismi diversi. Allo sviluppo è seguita una fase di tuning dei parametri e 2 fasi di assessment e confronto estensivo che dimostrano la qualità degli allineamenti prodotti.

Recentemente ho applicato tecniche di analisi basate su reti biologiche al problema di identificare i geni co-responsabili di diversi tipi di malattie. Nei 6 mesi trascorsi presso il laboratorio di Andrea Califano, ad esempio, ho applicato tecniche di Gene Set Enrichment Analysis (GSEA) su dati di espressione di soggetti affetti da Glioblastoma Multiforme (GBM). La ricerca era volta ad identificare i miRNA (micro-RNA) agenti da master regulators nel GBM. Partendo da reti trascrizionali e post-trascrizionali disease-specific ho definito set di geni potenzialmente regolati dai vari miRNA. Applicando in seguito la GSEA su tali set ho individuato dei miRNA che potrebbero potenzialmente regolare set di geni differenzialmente espressi tra diversi sottotipi di GBM.

I miei interessi si sono estesi alle misure di similarità semantica basate su ontologie. Dopo un'estensiva fase di indagine (culminata con una survey pubblicata su Briefings in Bioinformatics), ho compiuto alcune analisi volte a comprendere quali fossero i fattori che le influenzano negativamente. Ho in seguito sviluppato una libreria per il calcolo di diverse misure di similarità semantica. Il tool, FastSemSim, implementa le più importanti misure proposte negli ultimi anni, e possiede la capacità innovativa di calcolare similarità semantiche genome-wide in tempi contenuti. La disponibilità di tali dati mi ha permesso di immergermi nel campo delle reti semantiche. Sto attualmente analizzando le proprietà dei grafi semantici e la loro applicabilità a diversi problemi.

Titolo definitivo Tesi: “Mining biological networks”
Supervisore: prof.ssa Gianna Toffolo

PUBBLICAZIONI

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

- Giovanni Ciriello, Marco Mina, Pietro H. Guzzi, Mario Cannataro and Concettina Guerra
AlignNemo: A Local Network Alignment Method to Integrate Homology and Topology. PloS One, 7(6), doi:10.1371/journal.pone.0038107
- Pietro H. Guzzi, Marco Mina *Towards the assessment of semantic similarity analysis of protein data: main approaches and issues*, ACM SIGBioinformatics Record (2012), Volume 2, Issue 3, pag. 17-18
- Pietro Guzzi, Marco Mina, Pietro H. Guzzi, Mario Cannataro and Concettina Guerra *Semantic Similarity analysis of protein data: Assessment with biological features and Issues*. Briefings in Bioinformatics (2011), doi:10.1093/bib/bbr066

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- Tiziana Sanavia, Marco Mina, Barbara Di Camillo, Concettina Guerra, Gianna Toffolo *Recovering stable biomarker lists using a network-based measure of connectivity from Protein-Protein Interactions*, Proceedings of the Intelligent Data Analysis in Medicine and Pharmacology (IDAMAP) Conference 2012, Pavia, Italy
- Marco Mina, Pietro H. Guzzi *Align-MCL: Comparative Analysis of Protein Interaction Networks through Markov Clustering*, The Fifth International Workshop on Biomolecular Network Analysis (IWBNA), BIBM 2012, Philadelphia (US)
- Marco Mina, Pietro H. Guzzi, Giovanni Ciriello and Concettina Guerra *PPI alignment algorithms uncover the modular organization of yeast complexes*. SPIRE 2011 Workshop on the Algorithmic Analysis of Biological Data (WAABD 2011), Pisa, Italy
- Marco Mina, Pietro Guzzi *Investigating bias in semantic similarity measures for analysis of protein interactions*, 1st International Workshop on Pattern Recognition in Proteomics, Structural Biology and Bioinformatics (PR PS BB 2011), September 14-16, 2011, Ravenna (Italy)
- E. Menegatti, M. Danieleto, M. Mina, A. Pretto, A. Bardella, S. Zanconato, P. Zanuttigh, A. Zanella *Autonomous discovery, localization and recognition of smart objects through WSN and image features*. Proceedings of the IEEE Globecom 2010 Workshop on: Towards smart communications and network technologies applied on autonomous systems. Miami, Florida, USA. (Best Paper Award)
- E. Menegatti, M. Danieleto, M. Mina, A. Pretto, A. Bardella, A. Zanella, P. Zanuttigh *Discovery, localization and recognition of smart objects by a mobile robot*. Proceedings of the Simulation, Modelling, and Programming for Autonomous Robots (SIMPAN 2009), Darmstadt, Germany
- M. Danieleto, M. Mina, E. Menegatti, A. Zanella, P. Zanuttigh *Recognition of intelligent objects by a mobile robot in a scalable ambient intelligence based on SIFT and WSN technologies*. Proc. European Conference of Mobile Robots (ECMR 2009)

Elenco pubblicazioni su rivista nazionale

Elenco pubblicazioni su convegno nazionali

Lavori accettati in corso di pubblicazione

- Marco Mina, Pietro Guzzi *Investigating bias in semantic similarity measures for analysis of protein interactions*. (2011) To be published in *Il nuovo Cimento* (rivista nazionale)

Lavori sottoposti

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

Pertanto il collegio lo ammette all'esame finale.

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

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

Negli anni accademici 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012 il dottor **Sartori Elisa** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXV ciclo, Indirizzo Bioingegneria.

Il candidato dichiara quanto segue:

Parte 1 Didattica

Corsi seguiti

Elenco dei corsi della scuola di dottorato seguiti durante l'anno:

- Dose, Effect, Threshold, Prof. A. Trevisan
- Applied Linear Algebra, Prof. T. Damm and Prof. H. Wimmer
- The Stochastic Processes and their Applications to biology, Prof. Pavel Kitsul
- Statistical Methods, Prof. L. Finesso
- Identifiability of Linear and Nonlinear Systems, Prof. M.P. Saccomani

Altri corsi:

- **5th International Summer School in Biomedical Engineering - Multimodal integration of functional brain measurements**, 18-26 Agosto 2010, Wittenberg, Germania.

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi

- Scuola Nazionale in Bioingegneria, Bressanone. **Neuroinformatica**.

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

- Seminario C.I.R.M.A.N.ME.C. **L'analisi tempo-frequenza dell'EEG nello studio delle funzioni cognitive**, Prof. C. Babiloni, 17 Marzo.
- Seminario C.I.R.M.A.N.ME.C. **Studio di risonanza magnetica della connettività anatomica cerebrale mediante immagini di tensore di diffusione (DTI)**, Ing. A. Bertoldo, 28 Aprile.
- Seminario C.I.R.M.A.N.ME.C. **La NIRS come strumento di studio delle funzioni cognitive**, Dott. S. Cutini, 19 Maggio.
- **Topological Inference for Brain Imaging**. Prof Giorgio Pederzoli, Dipartimento di Matematica ed Econometria dell'Università Cattolica di Milano. Dipartimento di Informatica, Università di Verona 17 Giugno 2010.

- **1° Workshop Strategic Research Project AACSE – Algorithms and Architectures for Computational Science and Engineering**, 1-2 Luglio.
- Distinguished Lecture: **Filosofia della matematica e matematica della filosofia**, Prof. Piergiorgio Odifreddi, 21 Ottobre.
- Scuola di Dottorato di Scienze Ingegneria Medicina, Università di Verona. **Il contributo dell'analisi dei segnali all'inquadramento diagnostico del mioclono corticale**, Dott. Ing. Ferruccio Panzica, Fondazione IRCCS Istituto Neurologico "C. Besta" Milano, 10 Febbraio 2011
- C.I.R.M.A.N.ME.C. **La stimolazione transcranica: tecniche e applicazioni**, Prof. Carlo Miniussi, Università di Brescia, 23 Febbraio 2011

- Scuola di Dottorato di Scienze Ingegneria Medicina, Università di Verona. **L'imaging multimodale offre nuovi orizzonti di ricerca nell'ambito delle neuroscienze**, Prof. Carlo Miniussi, Università di Brescia, 1 Marzo 2011
- Scuola di Dottorato di Scienze Ingegneria Medicina, Università di Verona. **Human movement analysis for hand performance in the EEG-fMRI coregistration**, Dott. Ing. Silvia Storti, 16 Marzo 2011
- Scuola di Dottorato di Scienze Ingegneria Medicina, Università di Verona. **Rilevazione dei segnali biomedici. Descrizione delle tipologie di segnali biomedici e delle loro modalità di acquisizione**, Ing. Marco Rossi ATES Medica Device S.r.l., 22 Marzo 2011
- Scuola di Dottorato di Scienze Ingegneria Medicina, Università di Verona. **Integrating EEG and fMRI in epilepsy**, Dott.ssa Emanuela Formaggio, Ph.D. in BioEngineering, 5 Aprile 2011.
- Scuola di Dottorato di Scienze Ingegneria Medicina, Università di Verona. **Modelli l'analisi e l'interpretazione di segnali e immagini nelle neuroscienze**, Prof.ssa Gianna Maria Toffolo, 17 Maggio 2011
- C.I.R.M.A.N.ME.C. **Un'interfaccia chip-cervello per comunicazione bi-direzionale ad alta risoluzione**. Stefano Vassanelli, Università di Padova, 8 Giugno 2011
- Impact Lecture, **Può l'informazione modificare il cervello?** Prof. Lamberto Maffei, Scuola Normale Superiore di Pisa, 5 Maggio 2011
- Impact Lecture, **My life in Silicon Valley**, Dr. Federico Faggin, Foveon Inc., 7 Giugno 2011.
- Distinguished Lecture, **Brain models: from functional mapping through the connectome to self-organized criticality**. Federico Turkheimer Hammersmith Hospital, Imperial College 8 Novembre 2011

- La frequenza alfa individuale dell'EEG: metodiche di stima e potenziali applicazioni, Anahita Goljahani, Aula Magna A. Lepschy, 29/02/2012.
- Acquisizione di EEG e potenziali evento-relati, Raffaele Orsato, Aula Magna A. Lepschy, 24/04/2012.
- Sviluppo di un sistema di analisi della variabilità intra-individuale dell'elettroencefalogramma per l'identificazione precoce di deficit cognitivi, Costanza D'Avanzo e Giorgio Ancara, Aula Magna A. Lepschy, 24/04/2012.
- Social Networks – models, methods and analysis. Prabhakar Ravaghan, Aula Magna A. Lepschy, 10/09/2012.
- The scientific legacy of Hubble space telescope. Prof. Robert Williams, presso Aula Magna A. Lepschy, 10/10/2012.

Partecipazione a Conferenze Nazionali

- GNB – Secondo congresso nazionale di bioingegneria. Torino. 8-10 Luglio 2010.
- GNB – Terzo congresso nazionale di bioingegneria. Torino. 26-29/06/2012, Roma

Partecipazione a Conferenze Internazionali

- 7th international Workshop on Biosignal interpretation, Como, 2-4/07/2012.

Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

- **tutor junior**: Elaborazione di segnali biologici, prof.ssa Gianna Maria Toffolo 2012, 30 ore

Stage

Attività di supporto per l'elaborazione di segnali EEG presso l'Unità di neurofisiologia clinica e neuroimaging funzionale. Dipartimento di Scienze Neurologiche, *Neuropsicologiche Morfologiche e Motorie*, università di Verona. (*presenza 1 giorno a settimana*)

Parte 2 Ricerca

L'obiettivo della ricerca si è focalizzato sulla validazione e implementazione di metodi per inferire sulla connettività delle aree cerebrali.

L'attività si è proposta di definire, implementare e verificare differenti metodi per la stima della connettività funzionale cerebrale sulla base del segnale EEG ad alta risoluzione, con lo scopo di fornire un insieme di algoritmi e parametri efficienti per la descrizione, la caratterizzazione e la quantificazione precisa e realistica della connettività a livello del sistema nervoso centrale (SNC) durante l'esecuzione di task motori e/o cognitivi in soggetti patologici.

La maggior parte dei metodi, come SEM, DCM e quelli basati su principi di causalità di

Granger, sono stati ampiamente esaminati in letteratura per quantificare la loro capacità di rivelare le connessioni cerebrali. Pochi lavori effettuano una valutazione quantitativa di tali metodi su dati in silico che riproducano la complessità del cervello (Astolfi L., et al, 2004;. Kim & Horowitz, 2009; Boucard, Marchand, e Nogues, 2007; Friston KJ, 2003; Porcaro, Zappasodi, Rossini, & Tecchio, 2009). Per superare questo problema è stata sviluppata una simulazione con un approccio innovativo basato sull'utilizzo di un Neural Mass Model (Ursino M., 2010) per generare i dati di rete in silico in modo totalmente indipendente dalle equazioni lineari del SEM e dei modelli MVAR ed in grado di affrontare la complessità delle reti neurali, da utilizzare.

Attualmente sono stati analizzati i metodi parametrici basati su Modelli Autoregressivi Multivariati (MVAR) e lo Structural Equation Modeling (SEM) con set di dati che simulano diversi livelli di comportamento non lineare, riprodotta da messa a punto delle funzioni sigmoidali presenti nel modello di massa neurale (Ursino M., 2010). Si compone delle seguenti fasi

- Diversi set di dati in silico sono generati utilizzando il modello neurale di massa con livelli diversi di non linearità e le connessioni di forza diversi.
- Per ogni insieme, 100 realizzazioni di 2 secondi vengono generati.
- Connettività parametri sono calcolati con metodi diversi per stimare la rete sottostante per essere confrontato con la rete vera.

Per analizzare le prestazioni dell'indice di causalità di Granger e degli indici in frequenza Directed Transfer Function (DTF) e Partial Directed Coherence (PDC) sono state effettuate simulazioni Monte Carlo in modo da ottenere una statistica delle performance. Si è osservato che l'indice di Granger è il più affidabile con una specificità dell'80%, rispetto al 55% di DTF e PDC, e una sensibilità del 44% rispetto al 20% e al 17% di DTF e PDC. Per analizzare la stima delle forze, sono stati confrontati i valori dei pesi imposti con i risultati degli indici dei metodi MVAR e le stime ottenute dal SEM, opportunamente normalizzati. Si è osservato che il SEM è il metodo meno affidabile, mentre i risultati ottenuti con gli indici correlano con i pesi veri con $p < 0.05$.

I risultati hanno rivelato che l'indice di causalità di Granger è un accurato stimatore della topologia di rete in quanto si è dimostrato in accordo con le reti vere nella maggior parte degli esperimenti simulati, mentre DTF e PDC sono meno accurati. Per quanto riguarda la forza e la causalità tutti i metodi considerati, compreso anche il SEM, non erano in grado di rimuovere gli effetti artefattuali dovuti alla presenza di più percorsi che collegano due stesse regioni.

Questi risultati suggeriscono di utilizzare l'indice di causalità di Granger come strumento esplorativo per definire la topologia della rete. Poi, le informazioni provenienti dai diversi

metodi (DTF, PDC) devono essere integrate per migliorare l'affidabilità dei risultati sulle intensità delle connessioni.

L'obiettivo principale di questo studio di simulazione è quello di fornire uno strumento robusto e facile da usare per la connettività del cervello umano, in grado di classificare i diversi stati del cervello al fine di sostenere sia la ricerca cognitiva e l'attività clinica. Per esplorare la sua applicazione a dati reali, due set di dati differenti sono stati analizzati:

- pre / post Amino Acid Challenge EEG (Dott. Amodio, Dipartimento di Medicina Clinica, Università degli Studi di Padova).
- follow up di MCI EEG (Prof. Manganotti, Dipartimento di Scienze Neurologiche, Neuropsicologiche, Morfologiche e Motorie, Università degli Studi di Verona)

I risultati preliminari sono in accordo con le ipotesi neurofisiologiche. Il valore aggiunto che essi apportano sta nella possibilità di quantificare oggettivamente l'analisi. L'applicazione di questo strumento per i dati neurobiologici è promettente e permette interessanti indagini cliniche.

Titolo definitivo della tesi:

Parametric Connectivity Analysis In Time And Frequency Domain From In Silico And EEG Data

Supervisore

Prof. ssa Gianna Maria Toffolo

Parte 3 Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

- The human brain pacemaker: Synchronized infra-slow neurovascular coupling in patients undergoing non-pulsatile cardiopulmonary bypass. (NeuroImage. P. Zanatta; G.M. Toffolo; E. Sartori; A. Bet; F. Baldanzi; N. Agarwal; E. Golanov), (sottomesso).

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- Assessment of multivariate methods for connectivity analysis using a neural mass model, 7th international Workshop on Biosignal interpretation, Como, 2-4/07/2012.

Elenco pubblicazioni su convegno nazionale

- Structural equation modelling validation for connectivity analysis using a neural mass model, GNB2012, 26-29/06/2012, Roma

Il Collegio prende atto di quanto esposto e osserva che durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Sartori Elisa** 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.

Pertanto il collegio lo ammette all'esame finale.

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

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

Negli anni accademici 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012 il dottor **Sichirollo Francesco** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXV ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Il candidato dichiara quanto segue:

Parte 1 - Didattica

Corsi seguiti:

- Comuni: - "*Applied Linear Algebra*", Proff. T. Damm e H. Wimmer - 4 crediti
- "*Statistical Methods*", Prof. L. Finesso - 6 crediti
- Specifici: - "*Project Management*", Prof. L. Vangelista - 4 crediti
- "*Design of Radio Frequency Integrated Circuits*", Prof. A. Neviani - 5 crediti
- "*Electrostatic Discharge in Integrated Circuits*", Prof. G. Meneghesso - 5 crediti
- "*Short Course on Nonlinear Power Flow Control Design*",
Rush Robinett III and David G. Wilson, Sandia National Laboratory, NM, USA

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi:

- "*The scientific legacy of Hubble space telescope*"
Robert Williams - Space Telescope Science Institute – Baltimore - MD, USA
- "*Social networks - model method and analysis*"
Prabhakar Raghavan - Google Mountain View - CA, USA
- "*Power Supply Design Seminar*"
Texas Instruments Inc.
- "*Tecnologie e misure sui sistemi wireless per la domotica e applicazioni industriali*",
Agilent Technologies
- "*Può l'informazione modificare il cervello?*"
Prof. Lamberto Maffei, Scuola Normale Superiore di Pisa

- “*My life in Silicon Valley*”
Dr. Federico Faggin, Foveon Inc.
- “*Motion, Geometry and Metadata for Multimedia Compression and Delivery*”
Prof. David Taubman, University of New Southern Wales
- “*Performance Trends and Limitations of Electronic Energy Processing Systems*”
Prof. Jhoann Kolar, ETH Zurigo - Department of Electrical Engineering
- “*Factors impacting Processor Design - A view from the field*”
Dr. Pratap Pattnaik, IBM Research
- “*Filosofia della matematica e matematica della filosofia*”
Prof. Piergiorgio Odifreddi, Università di Torino - Dipartimento di Matematica

Partecipazione a conferenze internazionali:

- *IECON 2012 - 38th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society*
Montréal - CAN, 25-28 Ottobre 2012
- *ECCE 2012 - Energy Conversion Congress and Exposition*
Raleigh - NC,USA, 15-19 Settembre 2012
- *IECON 2011 - 37th Annual Conference on IEEE Industrial Electronics Society*
Melbourne - AUS, 7-10 Novembre 2011

Permanenza all'estero:

- Dal 23 Novembre 2011 al 31 Maggio 2012
- Presso il “Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, de Computadores y Sistemas” dell’Università di Oviedo, Campus de Viesques - Gijón (Spagna)
- Sotto la supervisione del Prof. J. Marcos Alonso Álvarez
- Per l’attività di ricerca di “soluzioni innovative di conversione dell’energia per l’alimentazione di sistemi di illuminazione basati su tecnologia a stato solido”.

Parte 2 - Ricerca

Descrizione dell'attività di ricerca:

L’attività scientifica da me svolta in questi anni è stata rivolta alla ricerca di soluzioni innovative per l’alimentazione da rete elettrica, tramite l'utilizzo di convertitori a commutazione, di dispositivi di illuminazione basati su tecnologia a stato solido.

L’obiettivo principale è stato quello di analizzare diverse topologie adottabili,

identificarne vantaggi e svantaggi e proporre nuove soluzioni compatte, efficienti ed affidabili, in grado di rispettare le normative attualmente vigenti in materia di illuminazione. Si sono inoltre studiate e sviluppate opportune tecniche di progetto e di controllo delle grandezze circuitali, volte ad ottimizzare funzionamento e prestazioni dei convertitori analizzati. Migliorando lo stadio di alimentazione è, infatti, possibile promuovere efficacemente l'ampia diffusione dei dispositivi basati sull'utilizzo di HBLED (High Brightness Light Emitting Diode), consentendo, in tal modo, un sostanziale abbattimento dei consumi energetici legati al settore dell'illuminazione.

In particolare, si è concentrata dapprima l'attenzione sullo studio della componente magnetica, che ricopre un ruolo fondamentale nell'ottimizzazione dei convertitori a commutazione sia in termini di compattezza che di potenza dissipata. L'intento era quello di chiarire i fenomeni fisici che intervengono in essa ad elevata frequenza, con il fine di individuarne un modello il più possibile accurato.

Seguendo l'approccio di Heinemann si è studiata, quindi, la funzione di trasferimento di un trasformatore a più avvolgimenti, operante in alta frequenza. Tramite l'applicazione del modello campistico, si sono determinati i contributi, apportati dalle diverse regioni del nucleo magnetico in cui si ha immagazzinamento di energia, ai parametri di dispersione del trasformatore reale.

Se ne è potuto, così, ricavare un modello costituito da trasformatori ideali e connessioni serie e parallelo di impedenze complesse, successivamente approssimate, in ambiente SPICE, tramite reti R-L di Foster.

Una volta chiariti i dettagli della teoria alla base dello studio effettuato, si sono potute implementare in Matlab le funzioni tramite cui, a partire dai dati sulla geometria del trasformatore, è possibile calcolare i parametri necessari a realizzare il modello desiderato. L'affidabilità e l'utilità dei risultati ottenuti sono state infine verificate tramite la simulazione, con software per l'analisi bidimensionale ad elementi finiti, dei campi magnetici nel trasformatore.

Nell'ambito della ricerca di soluzioni per il pilotaggio da rete di lampade a LED per applicazioni di uso domestico, particolare interesse è stato rivolto allo studio della topologia flyback a mezzo ponte asimmetrico. Tramite una fase di analisi preliminare, si è potuto comprendere l'importanza di un'adeguata strategia di controllo, al fine di riuscire a gestire opportunamente l'ampia variazione della tensione in ingresso, stabilizzando la corrente fornita al carico e limitando il livello della corrente circolante nel convertitore. Si è rilevata, inoltre, la necessità di garantire commutazioni degli interruttori a tensione nulla ("zero voltage switching": ZVS), per minimizzare le perdite in commutazione e permettere il funzionamento in alta frequenza del convertitore senza inficiarne l'efficienza.

Tre sono gli aspetti fondamentali su cui si è concentrata l'attenzione: il comportamento lato rete, allo scopo di garantire il rispetto delle normative in materia di assorbimento armonico, la corrente a primario del trasformatore di isolamento, con l'obiettivo di assicurare contemporaneamente ZVS e minimizzazione delle perdite in conduzione, ed il comportamento lato uscita del convertitore, al fine di alimentare il carico a corrente costante.

In particolare, riguardo al secondo aspetto, si sono proposte due differenti tecniche di stabilizzazione del ripple di corrente, entrambe basate su un controllo in feed-forward che sfrutta l'informazione derivante dal sensing della tensione di ingresso. La prima delle soluzioni proposte prevede la modulazione della frequenza di commutazione del convertitore al variare della tensione di ingresso, la seconda, invece, si basa sull'idea di compensare gli effetti prodotti dalla variazione della tensione di ingresso modificando il valore dell'induttanza di magnetizzazione del trasformatore.

Entrambe le tecniche hanno permesso di stabilizzare efficacemente il ripple a frequenza di commutazione della corrente che circola a primario del trasformatore, nell'intero semiperiodo di rete.

Tutti i dettagli, relativi all'analisi della topologia, alle tecniche di controllo (feedback, feed-forward e combinazioni delle due azioni), alle basi teoriche ed all'implementazione dei due metodi di ottimizzazione proposti, sono riportati nei relativi articoli ([1], [2] e [8]) che sono stati pubblicati in letteratura.

Per applicazioni caratterizzate da livelli di potenza più elevati (nell'intorno dei 150W), come ad esempio l'illuminazione stradale, si è studiata una soluzione basata su una topologia multistadio con l'obiettivo di realizzare un alimentatore capace di garantire elevati livelli di efficienza e fattore di potenza, permettendo, inoltre, la modulazione del flusso luminoso emesso dalla sorgente connessa in uscita.

Nel caso specifico, si è optato per una struttura a tre stadi, in grado di fornire al contempo un elevato grado di flessibilità ed il raggiungimento delle prestazioni richieste.

Il primo stadio (lato rete), implementato tramite un convertitore non isolato boost in funzionamento continuo, assolve alla funzione di correzione del fattore di potenza. Il secondo, per mezzo di un trasformatore DC, fornisce, invece, isolamento galvanico ed aggiusta la tensione di DC-link al livello richiesto per l'alimentazione dello stadio di uscita. Quest'ultimo, infine, tramite l'utilizzo di un convertitore DC/DC buck a due livelli, permette la regolazione della corrente fornita al carico a LED.

Durante l'analisi, particolare attenzione è stata dedicata al secondo e al terzo stadio, ritenuti di maggiore interesse dal punto di vista della complessità di progettazione, della stima delle perdite e delle possibilità di ottimizzazione. Nello specifico, per lo stadio intermedio, si è condotta un'accurata analisi comparata di due diverse possibili implementazioni, una basata sulla topologia a mezzo ponte operante in soft switching e l'altra basata sulla topologia risonante LLC. Per ciascuna soluzione si sono analizzati nel dettaglio i principi di funzionamento, si sono stimate le prestazioni in termini di efficienza e si è messa a punto una procedura di progetto. Si è potuto in questo modo verificare, prima in ambiente di simulazione e poi sperimentalmente, tramite i test condotti sui prototipi realizzati in laboratorio, quanto dedotto per via analitica.

L'opzione migliore è risultata essere quella basata sull'utilizzo della topologia risonante LLC, in quanto vantaggiosa sia per il minor numero di elementi magnetici impiegati, che per la maggiore semplicità progettuale, la capacità di garantire commutazioni non dissipative in ogni condizione di carico ed il minor livello di stress di tensione provocato sui componenti dello stadio posto in cascata.

Gli aspetti salienti dello studio comparativo effettuato e le caratteristiche peculiari di ciascun tipo di approccio sono stati descritti nel dettaglio e pubblicati in [5].

Nell'ambito delle applicazioni caratterizzate da livelli di potenza ancor più elevata si è studiata, poi, una topologia di conversione DC/DC di tipo "step-up" (innalzatore di tensione), utile in impieghi che richiedono un elevato rapporto di conversione di tensione tra ingresso ed uscita. Si pensi ad esempio al problema dell'interfacciamento tra l'uscita a bassa tensione di una sorgente basata su fonti di energia rinnovabili e l'elevato livello di tensione di DC-link, in sistemi connessi alla rete elettrica. Nel corso di tale analisi, si è voluto focalizzare, in particolare, l'attenzione sulle tematiche relative alla derivazione del modello ai piccoli segnali del convertitore (come riportato in [4]), con l'obiettivo di descrivere analiticamente la dinamica del convertitore e comprendere, a tal riguardo, gli effetti della cella moltiplicatrice di tensione posta al lato uscita.

Per analogo tipo di applicazioni, si è esaminata, inoltre, una soluzione in grado di garantire isolamento galvanico, basata sulla topologia flyback con clamp attivo. In tal caso, si è scelto, invece, di porre l'accento sulla questione dell'efficienza (come descritto in [3]), con l'obiettivo di fornire un'efficace guida progettuale per la minimizzazione delle perdite nel convertitore ed uno strumento utile ad individuare la modalità operativa più appropriata, date le specifiche dell'applicazione considerata.

Volendo considerare un approccio intermedio tra quello adottato dalle topologie multistadio e a singolo stadio, analizzate in precedenza, si è deciso di investigare un ulteriore tipo di soluzione basata su una struttura derivante dall'integrazione di due convertitori distinti in una configurazione a singolo stadio, tramite la condivisione dello stesso interruttore di potenza e della relativa circuiteria di comando.

L'attività di ricerca effettuata in tale ambito si è articolata in due diverse fasi: l'analisi delle problematiche legate alla necessità di attenuare l'oscillazione della potenza in ingresso, che viene trasmessa al carico in uscita, e lo studio di un nuovo ballast elettronico, basato sull'integrazione di due convertitori di tipo "step-down" (abbassatore di tensione).

Riguardo alla prima questione, si è scelto, in particolare, di studiare un insieme di topologie integrate, ritenute adatte all'alimentazione di sorgenti luminose a stato solido, al fine di fornirne un'analisi generalizzata e di individuare una procedura di progetto comune che non preveda l'utilizzo di condensatori elettrolitici [6]. Questi ultimi, infatti, a causa del breve tempo di vita che li contraddistingue, di gran lunga inferiore rispetto a quello dei dispositivi a stato solido, comprometterebbero di fatto la robustezza dell'intero sistema.

Terminata l'analisi comparata di tali topologie, si è deciso, come detto, di analizzare ed implementare un nuovo ballast elettronico basato sull'integrazione di due convertitori di tipo "step-down". In tal modo, si è potuto ottenere un convertitore, per l'alimentazione da rete elettrica di lampade a LED in applicazioni di "down-lighting", affidabile ed efficiente, caratterizzato da bassi livelli di tensione operativa ed in grado di rispettare i limiti di assorbimento armonico imposti dalla normativa EN 61000-3-2.

I risultati di tale analisi verranno sottomessi, per la pubblicazione in letteratura, nel corso dei prossimi mesi.

Infine, nel corso della mia attività di ricerca mi sono dedicato anche all'esame di un approccio semplificato, per la derivazione del modello di convertitori AC/DC ad elevato fattore di potenza, che fosse in grado di agevolare la comprensione del comportamento di

tali topologie permettendo al contempo di accorciare sensibilmente i tempi di simulazione. Quanto ottenuto è stato già sottomesso a giudizio ed è attualmente in fase di revisione per la pubblicazione sulla rivista internazionale "Transaction on Power Electronics".

Titolo definitivo della tesi:

"Novel Offline Switched Mode Power Supplies for Solid State Lighting Applications"

Supervisore: Prof. Giorgio Spiazzi

Parte 3 - Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale:

- [1] M Alderighi, M Citterio, M Riva, S Latorre, A Costabeber, A Paccagnella, F Sichirollo, G Spiazzi, M Stellini, P Tenti, P Cova, N Delmonte, A Lanza, M Bernardoni, R Menozzi, S Baccaro, F Iannuzzo, A Sanseverino, G Busatto, V De Luca and F Velardi; **"Power Converters for future LHC experiments"**; *Journal of Instrumentation*, vol.7, March 2012, C03012.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale:

- [8] *Sichirollo F., Alonso J. M., Spiazzi G.*; **"Use of Current Controlled Mutual Inductor to Limit Recycling Current in the AHB-Flyback Converter"**; *IECON 2012 - 38th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, vol. no. p.4593-4598, 25-28 Oct. 2012.
- [7] *Tenti P., Costabeber A., Mattavelli P., Sichirollo F.* **"Minimum Loss Control of Low-Voltage Residential Microgrids"**; *IECON 2012 - 38th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, vol. no. p.5634-5640, 25-28 Oct. 2012.
- [6] *Alonso J. M., Gacio D., Calleja A. J., Sichirollo F., da Silva M. F., Dalla Costa M. A., do Prado R. N.*; **"Reducing Storage Capacitance in Off-Line LED Power Supplies by Using Integrated Converters"**; *IEEE Industry Applications Society Annual Meeting (IAS), 2012, vol., no., pp.1-8, 7-11 Oct. 2012.*
- [5] *Sichirollo F., Buso S., Spiazzi G.*; **"A High Efficiency and High Power Factor Offline Converter for Solid State Street Lighting Applications"**; *ECCE 2012 - Energy Conversion Congress and Exposition*, vol. no. p. 1188 - 1195, 15-20 Sept. 2012.
- [4] *Spiazzi G., Buso S., Sichirollo F., Corradini L.*; **"Small-Signal Modeling of the Interleaved Boost with Voltage Multiplier"**; *ECCE 2012 - Energy Conversion Congress and Exposition*, vol. no. p. 431 - 437, 15-20 Sept. 2012.

- [3]Gonçalves F. A. S., Spiazzi G., Sichirollo F.; “**Efficiency Analysis of an Isolated High Voltage Gain Converter Operating in Resonant and Non-Resonant Mode**”; *ECCE 2012 - Energy Conversion Congress and Exposition*, vol. no. p. 3875 - 3881, 15-20 Sept. 2012.
- [2]Sichirollo F., Buso S., Spiazzi G., “**Analysis and Optimization of the AHB-Flyback Topology for Solid State Lighting Applications**”, *IECON 2011 - 37th Annual of the IEEE Industrial Electronics Society*, vol. no. p.2895-2900, 7-10 Nov. 2011
- [1]Buso S., Spiazzi G., Sichirollo F., “**Line Fed Solid State Lamp Driver Based on the Asymmetrical Half Bridge Flyback Converter**”, *COBEP 2011 - Brazilian Power Electronics Conference* , vol. no. pp.1-7, 11-15 Sept. 2011.

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

Pertanto il collegio lo ammette all'esame finale.

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

Presentazione e giudizio finale sull'attività svolta da **Susto Gian Antonio** nell'ambito del XXV ciclo, Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Negli anni accademici 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012 il dottor **Susto Gian Antonio** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXV ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Il candidato dichiara quanto segue:

Parte 1 Didattica

- Corsi Seguiti

Project Management, crediti 4.0, voto 28/30

Applied Linear Algebra, crediti 4.0 voto 30/30

Statistical Methods, crediti 6.0 voto A+

Mathematical Modeling, crediti 3.0 voto A+

Applied Functional Analysis, crediti 7.0 voto 30/30

Learning with Structural Kernels: from theory to practice, crediti 3.0 (esame non sostenuto)

- Partecipazione a scuole nazionali ed internazionali per dottorandi

NN2010 Neural Network Summer School, presso School of Engineering, Polytechnic of Porto, Porto 12-16 Luglio 2010.

Scuola di Dottorato SIDRA 2011, presso Centro Congressi Bertinoro, 11-16 Luglio 2011.

- Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

Optimal Control on Non-Compact Lie Groups: A Projection Operator Approach,
Alessandro Saccon, 24 Maggio 2010.

Exploiting information to improve control of large-scale manufacturing systems,
Dawn Tilbury, 14 Giugno 2010.

Wind Integration - By All Means Available, Kameshwar Poolla, 24 Giugno 2010

An Overview on F-Lipschitz Optimization with Wireless Networks Applications,
Carlo Fischione, 21 Luglio 2010.

Nonlinear Filtering -- Unscented Kalman filtering with SVD, Torhu Katayama, 6 Set. 2010.

Performance Trends and Limitations of Electronic Energy Processing Systems,
Johann

Kolar, 10 Settembre 2010.

Factors Impacting Processor Design - A view from the Field, Pratap Pattnaik,
24 Settembre 2010.

Identification and Validation a Lithium Battery Reduced Model Based Extended Kalman Filter for Critical Surface Charge Estimation, Carmelo Speltino, 19 Oct. 2010.

Filosofia della Matematica e Matematica della Filosofia, Piergiorgio Odifreddi, 21 Ottobre 2010.

Object Detection and Classification using Machine Learning and Statistical Approaches,

Haider Ali, 27 Ottobre 2010.

On the Observability and Reachability of some Regular Graphs, Giuseppe Notarstefano, 22 Novembre 2010.

Delay and Throughput Characterization in Random Networks, Kostas Stamatiou, 3 Dicembre 2010.

What are moment problems and why are they useful in systems and control? Anders Lindquist, 28 Gennaio 2011.

Distributed synchronization algorithms for wireless sensor networks, Nicola Varanese, 10 Febbraio 2011.

Distributed Size Estimation in Anonymous Networks, Damiano Varagnolo, 24 Ottobre 2011.

Brain Models: from Functional Mapping Through the Connectome to Self-Organized Criticality, Federico Turkheimer, 8 Novembre 2011.

Convergence of an Overlay Network to a Gradient Topology, Hakan Terelius, 23 Novembre 2011.

Experiences in Industrial Mathematics in Ireland, Stephen O'Brien, 23 Aprile 2012.

The Role of Kemeny's Constant in Properties of Markov Chains, Jeffrey J Hunter, 9 Maggio 2012.

Global Model of Micro-Hollow Cathode Discharges, Pascal Chabert, 10 Maggio 2012.

Reaching Consensus about Gossip, Patrick Thiran, 28 Maggio 2012.

Cracking the cutoff window, Carlo Lancia, 11 Giugno 2012.

Stochastic Models for Random-Access Wireless Networks, Peter van de Ven, 13 Giugno 2012.

Networking Infrastructure and Data Management for Cyber-Physical Systems, Song Han, 10 Luglio 2012.

- Partecipazione a conferenze internazionali:

IMPROVE Project Meeting: *Joint Workshop of WP1 and WP2&WP3 Academic Cluster*, Catania, 27 Aprile, 2010.

IMPROVE Project Meeting: *WP3 F2F Technical Workshop*, Roma, 17-19 Marzo, 2010.

10th European Advanced Equipment Control/Advanced Process Control (AEC/APC) Conference Catania, 28-30 Aprile, 2010.

Intel European Research and Innovation Conference 2010, Leixlip Irlanda, 12-14 Ottobre 2010.

IMPROVE Project Meeting: WP2/WP3 meeting, Padova, 23-25 Novembre 2010.
Infineon INNOFab, Villach, 28 Giugno 2011.
7th IEEE International Conference on Automation Science and Engineering, Trieste 24-27 Agosto 2011.
16th IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation, Tolosa 5-9 Settembre 2011.
Intel European Research and Innovation Conference 2011, Leixlip 12-14 Ottobre 2011.
23rd IEEE/SEMI Advanced Semiconductor Manufacturing Conference, Saratoga Springs 13-15 Maggio 2012.
8th IEEE International Conference on Automation Science and Engineering, Seoul 20-24 Agosto 2012.
2012 IEEE Multi-Conference on Systems and Control, Dubrovnik 3-5 Ottobre 2012.
51st IEEE Conference on Decision and Control, Maui 10-13 Dicembre 2012.

- Periodi di Mobilità:

Marzo 2011-Agosto 2011 a Villach, Austria, presso Infineon Technologies AG, Austria sotto la supervisione della dott.ssa Cristina De Luca con tema di ricerca "Sviluppo di Sistemi di Predictive Maintenance per l'Industria Manifatturiera di Semiconduttori".
Febbraio 2012-Luglio 2012 e Settembre 2012-Dicembre 2012 a Maynooth, Irlanda, presso National University of Ireland, Maynooth sotto la supervisione del Prof. Sean McLoone on tema di ricerca "Sviluppo di Modelli Statistici per l'Industria Manifatturiera".

Parte 2 Ricerca

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

La tematica principale di ricerca ha riguardato le tecniche di identificazione non-parametrica di modelli con applicazione all'industria manifatturiera di semiconduttori.

In particolare:

- 1) *Sistemi di Virtual Metrology per processi Chemical Vapor Deposition (CVD).*
Sviluppo di modelli statistici per la stima dello spessore depositato attraverso il processo CVD a partire da dati di Fault Detection and Classification e per linee di produzione multi-processo (CVD, Etching e Litografia).
Nell'ambito dello sviluppo di questa tematica sono stato correlatore della tesi

di Laurea Specialistica: Nicola Bertorelle "*Virtual Metrology for Semiconductor Manufacturing Applications*", relatore Prof. A. Beghi, correlatore G.A. Susto

- Risultati Originali 1/5:

Un nuovo algoritmo di clustering basato su elementi di Information Theory per la modellizzazione di tutta la produzione. L'applicazione dell'algoritmo LARS, mai utilizzato finora in Virtual Metrology.

2) *Sistemi di Manutenzione Preventiva*

Applicazione di tecniche di predizione e filtraggio per la predizione di interventi correttivi per il processo di Epitassia. Sviluppo di tecniche di classificazione per la predizione di rotture in macchine di Ion Implanting.

- Risultati Originali 2/5:

Un nuovo approccio basato su metodi Montecarlo alla predizione di manutenzione per Epitassia. L'utilizzo di Elastic Net per Predictive Maintenance nel processo di Ion Implantation.

3) *Sistemi di Controllo Run-to-Run con Virtual Metrology*

Sviluppo di algoritmi di controllo Run-to-Run che sfruttino la presenza di misure statistiche provenienti da sistemi di Virtual Metrology.

- Risultati Originali 3/5:

Un approccio basato su elementi di Information Theory per la penalizzazione di misure statistiche (provenienti da Virtual Metrology) in un sistema di controllo di tipo Run-to-Run.

4) *Machine Learning per Serie Temporal*

Sviluppo di algoritmi di Machine Learning (apprendimento automatico) per la stima di uscite scalari a partire da ingressi di tipo serie temporale

- Risultati Originali 4/5:

Algoritmi di Machine Learning per serie temporali basati su Kernel Methods tutto innovativi.

I lavori sono stati svolti nell'ambito del progetto UE FP7 IMPROVE (Implementing Manufacturing science solutions to increase equipment productivity and performance) in collaborazione con Infineon Austria, Villach e STMicroelectronics Catania.

Si è inoltre considerato come argomento secondario il controllo di equazioni alle derivate parziali.

- Risultati Originali 5/5:

Un innovativo sistema di controllo per sistemi descritti da una Ordinary Differential Equation ODE, dove la dinamica dell'attuatore o del sensore

è descritto da una Partial Differential Equation tramite backstepping.

- Titolo definitivo della tesi e nome del supervisore:

TITOLO: '*Statistical Methods for Semiconductor Manufacturing*'

Supervisore: Prof. Alessandro Beghi

Parte 3 Pubblicazioni

- Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

G.A. Susto, M. Krstic *Control of PDE-ODE cascades with Neumann interconnections*

Journal of the Franklin Institute, vol. 347, pp. 284 - 314, 2010

G.A. Susto, A. Beghi, C. De Luca, *A Predictive Maintenance System for Epitaxy Processes based on Filtering and Prediction Techniques*, IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing, 2012.

G.A. Susto, A. Beghi, *A Virtual Metrology System based on Least Angle Regression and Statistical Clustering*, Applied Stochastic Models in Business and Industry, 2012.

- Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

G.A.Susto, A.Beghi, C.De Luca, M.Holzinger, M.Huber, *A Predictive Maintenance System for Epitaxy Process*, Intel ERIC 2010 Leixlip.

G.A.Susto, A.Beghi, C.De Luca, *Estimating CVD Thickness through Statistical Inference Methods*, Intel ERIC 2010 Leixlip.

G.A. Susto, A. Beghi, C. De Luca, *A Statistical Approach for Maintenance Management in Semiconductor Manufacturing Processes*, Workshop on Statistical Methods Applied in Microelectronics, Milano 13 Giugno 2011.

G.A. Susto, A. Beghi, C. De Luca, *A Predictive Maintenance System for Silicon Epitaxial Deposition*, Proceedings of the 7th IEEE Conference on Automation Science and Engineering 2011, pag. 262-267.

G.A. Susto, A. Beghi, C. De Luca, *A Virtual Metrology System for Predicting CVD Thickness with Equipment Variables and Qualitative Clustering*, Proceedings of the 16th IEEE Conference on Emerging Technologies and Factory Automation.

G.A. Susto, A. Schirru, S. Pampuri, A. Beghi, *A Predictive Maintenance System based on Regularization Methods for Ion-Implantation*, 23rd IEEE/SEMI Advanced Semiconductor Manufacturing Conference, pag. 175-180.

G.A. Susto, S. Pampuri, A. Schirru, A. Beghi, *Optimal Tuning of Epitaxy Pyrometers*, 23rd IEEE/SEMI Advanced Semiconductor Manufacturing Conference, pag. 294-299.

G.A. Susto, A. Schirru, S. Pampuri, G. De Nicolao, A. Beghi, *An Information-Theory and Virtual Metrology-based approach to Run-to-Run Semiconductor Manufacturing Control*, 8th IEEE International Conference on Automation

Science and Engineering, 2012, pag. 354-359.

S. Pampuri, A. Schirru, G.A. Susto, A. Beghi, G. De Nicolao, *Multistep Virtual Metrology Approaches for Semiconductor Manufacturing Processes*, 8th IEEE International Conference on Automation Science and Engineering, 2012, pag. 91-96.

G.A. Susto, A. Beghi, *Least Angle Regression for Semiconductor Manufacturing Modeling*, 2012 IEEE Multi-Conference on Systems and Control.

A. Schirru, G.A. Susto, S. Pampuri, S. McLoone, *Learning from Time Series: Supervised Aggregative Feature Extraction*, 51st IEEE Conference on Decision and Control.

Il Collegio prende atto di quanto esposto e osserva che durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Susto Gian Antonio** 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.

Pertanto il collegio lo ammette all'esame finale.

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

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

Negli anni accademici 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012 il dottor **Veronese Mattia** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXV ciclo, Indirizzo Bioingegneria.

Il candidato dichiara quanto segue:
Parte 1 - Didattica

Corsi seguiti

- *Applied Linear Algebra*, prof. T. Damm and prof. H. Wimmer
- *The Stochastic Processes and their Applications to biology*, prof. P. Kitsul
- *Mathematical Modeling*, prof. P. Misra
- *Statistical Methods*, prof. L. Finesso
- *Identifiability of Linear and Nonlinear Systems*, prof. M.P. Saccomani

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

- Piergiorgio Odifreddi, *Filosofia della matematica e matematica della filosofia*
- Lamberto Maffei, *"Può l'informazione modificare il cervello?"*
- Algorithms and Architectures for Computational Science and Engineering, Secondo Workshop, 30 Giugno – 1 Luglio 2011, Padova
- Paolo Fabbri, *"Modellazione dei dati e sviluppo di algoritmi in MATLAB"*
- Federico Turkheimer, *"Brain models: from functional mapping through the connectome to self-organized criticality"*
- Giuseppe De Nicolao, *"Toxic numbers? The splendors and miseries of bibliometric indicators"*
- Alberto Broggi, *"From Italy to China on driverless cars: paving the road to autonomous driving"*
- Fabio Beltram, *"From nanotechnology to nano science"*

Corsi di specializzazione

- PET Pharmacokinetic course 2010, Drymen, Glasgow (UK)
- Society of Nuclear Medicine Annual Meeting (2012) – Continuing Education Sessions
 - GI Tumors & Metastases: MRI, CT & PET/CT;
 - Anatomic & Functional Imaging of Brain Tumors;
 - Non-FDG PET Imaging Cancer;
 - Characterization of Pulmonary Nodules Using FDG PET and High-Dose CT;
 - PET Image-derived indices for Therapy Response & Outcome Prediction Studies.
- Training relativo al database brevettuale QPAT/ORBIT, Ufficio brevetti e trasferimento tecnologico, UNIPD, 14 giugno 2011

Partecipazione a Conferenze Nazionali

1. Secondo Congresso Nazionale di Bioingegneria, Torino (Italia), 2010
2. Terzo Congresso Nazionale di Bioingegneria, Roma (Italia), 2012

Partecipazione a Conferenze Internazionali

1. VIIIth International Symposium on Functional Neuroreceptor Mapping (NeuroReceptor Mapping 2010), Glasgow (Scotland, UK), 2010
2. XXVth International Symposium on Cerebral Blood Flow, Metabolism and function, Barcelona, Spain, 2011;
3. Society of Nuclear Medicine Annual Meeting, San Antonio, Texas, USA, 2011.
4. Twenty-first PAGE meeting, 5th-8th June, Venice Lido, Italy.
5. IXth International Symposium on Functional Neuroreceptor Mapping of the Living Brain (NeuroReceptor Mapping 2012), 9th-11th August 2012, Baltimore, USA.
6. 2012 World Molecular Imaging Congress, 5th-8th September 2012, Dublin, Ireland (vincitore "Young Bursary Awards")

Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

1. Tutor junior relativamente al corso di Laurea Magistrale "Modelli e controllo di sistemi biologici 11/12" tenuto dal prof. Claudio Cobelli.
2. Correlatore per le seguenti tesi di Laurea:
 - "Simulations, Validation and Optimization of experimental clinical design: integration and software development", Andrea Loreggia, Department of Information Mathematics, University of Padova, A.Y. 2010/2011.
 - "Quantification of Lung Glucose Metabolism with Positron Emission Tomography in Patients with Acute Lung Injury", Elisabetta Grecchi, Department of Information Engineering, University of Padova, A.Y. 2010/2011.
 - "Automatic Quantification of marginal bone loss in dental implants", Federica Ghirelli, Department of Information Engineering, University of Padova, A.Y. 2010/2011.
 - "Assessment and validation of reduced-sampling approaches for the estimation of the arterial input function in dynamic PET studies", Eleonora Bindi, Department of Information Engineering, University of Padova, A.Y. 2011/2012.
 - "Multi-level data-driven approaches for voxel-wise quantification of dynamic PET images: application to [11C]WAY100635 data", Veronica Ceccato, Department of Information Engineering, University of Padova, A.Y. 2011/2012.
 - "Methods and models for the characterization of arterial input function in dynamic PET studies", Matteo Tonietto, Department of Information Engineering, University of Padova, A.Y. 2011/2012.

Permanenza all'estero

Gennaio – Febbraio 2010, *Attività di ricerca scientifica su metodi di ottimizzazione per design sperimentale in PET*, presso il Clinical Imaging Centre di Londra (UK). Responsabile dell'attività svolta all'estero prof. R. Gunn.

Parte 2 - Ricerca

La mia attività di ricerca in questo triennio di dottorato è stata incentrata principalmente sullo sviluppo e validazione di un metodo non compartimentale per la quantificazione di immagini PET ottenute a partire da traccianti irreversibili.

La PET (dall'inglese Positron Emission Tomography) è una tecnica diagnostica per immagini afferente alla medicina nucleare, la quale offre la possibilità di investigare *in vivo* numerosi processi fisiologici del corpo umano. Il sistema PET si basa sulla misura di coppie di raggi gamma emessi da un radionuclide emettente positroni. Questo viene introdotto nel corpo del paziente in combinazione ad una molecola biologica in modo che lo studio dell'attività radioattiva emessa dal radionuclide permetta di risalire ai processi relativi alla molecola biologica di interesse e di valutarne quindi eventuali mal funzionamenti.

Tra i vari approcci di quantificazione di dati PET presenti in letteratura le mie ricerche si sono basate sull'analisi spettrale (SA) [Cunningham and Jones, 1993]. Da notare che, nell'ambito degli studi dinamici PET, quando ci si riferisce al termine "analisi spettrale" si indica un modello singolo ingresso/singola uscita tempo invariante usato per la quantificazione dei dati. Nonostante il nome e la sua accezione all'interno del settore ingegneristico, SA non rappresenta un metodo di analisi nel dominio della frequenza, quanto piuttosto un metodo di quantificazione con cui derivare dai dati i parametri di interesse relativamente ai processi in esame del sistema investigato.

SA si è dimostrato essere un valido strumento per la quantificazione di dati PET. Numerose sono le applicazioni presenti in letteratura relativamente allo studio di tessuti cerebrali e non [Tadokoro 1993, Fujiwara 1996, Richardson 1996, Bertoldo 1998, Hinz 2008, Brooks 2008].

A differenza della maggior parte dei metodi di quantificazione PET, SA può essere applicata a sistemi cinetici eterogenei senza la necessità di fissare a priori ipotesi sulla struttura degli stessi.

Questa caratteristica fa della SA uno strumento altamente informativo, utile soprattutto per lo studio di quei traccianti PET per cui il modello della cinetica nei tessuti risulta sconosciuto.

La maggior criticità della SA è legata alla sensibilità del metodo alla presenza del rumore nei dati. Questa caratteristica ne sconsiglia l'impiego con dati dal basso rapporto segnale rumore [Turkheimer et al, 1994]. Durante gli anni alcune alternative sono state presentate per rendere più robusta la metodologia. La soluzione di maggior successo è rappresentata dalla Rank-shaping SA [Turkheimer et al, 2003]. Il metodo si è mostrato particolarmente efficiente per la generazione di mappe parametriche anche se il suo uso resta limitato ai soli traccianti con cinetica reversibile.

Questo punto rappresenta una limitazione particolarmente restrittiva in quanto molti traccianti PET, tra cui il $[^{18}\text{F}]\text{FDG}$ che è tra i più usati al mondo, hanno cinetica irreversibile.

Per questo motivo ho sviluppato SAIF (Spectral Analysis for Kinetic Estimation), un metodo dedicato a traccianti irreversibili che aggiunge ai vantaggi della SA quella robustezza necessaria per la quantificazione di immagini PET dall'elevata rumorosità.

La metodologia è stata sviluppata originariamente per la quantificazione della velocità della sintesi proteica cerebrale a partire da immagini PET ottenute con tracciante $[\text{L}[1-^{11}\text{C}]\text{Leucina}]$. L'analisi delle performance del metodo è stata effettuata considerando sia dataset simulati che misurati. I risultati ottenuti da SAIF sono stati quindi confrontati con quelli prodotti dalla metodologie di quantificazione standard.

Una volta accertata la correttezza della metodologia, se ne è valutato l'estendibilità in altri tipi di traccianti cerebrali ($[^{11}\text{C}]\text{Schering}$ e $[^{18}\text{F}]\text{FDG}$). Il confronto delle performance della SAIF con i metodi standard non solo ne ha confermato la validità, ma ha mostrato come il metodo sia caratterizzato da un'elevata robustezza al rumore.

Il metodo SAIF è stato quindi testato su un variegato insieme di dati PET relativi a tessuti non cerebrali. Coerentemente con quanto visto dall'analisi di immagini cerebrali, SAIF ha fornito mappe parametriche consistenti con quelle ottenibili con i metodi standard ma con un numero molto più limitato di outliers. Dall'analisi di tali dati sono inoltre emersi alcuni risultati interessanti.

L'analisi di immagini $[^{18}\text{F}]\text{FDG}$ applicate a pazienti con infiammazioni polmonari acute hanno evidenziato come l'uso di sistemi di quantificazioni statici quali il SUV forniscano un'analisi distorta della realtà dei tessuti. In aggiunta, con SAIF si sono potute ottenere non solo le mappe dell'attività metabolica dei sistemi alveolari ma, allo stesso tempo, anche quelle relative ai meccanismi di trasporto intra-alveolare. Quest'ultime sono di particolare interesse sia clinico, perché permettono di valutare la presenza o meno di edema negli alveoli polmonari, sia metodologico perché hanno fornito informazioni utili per lo sviluppo del modello compartimentale del sistema ad oggi inesistente.

Dall'impiego di SAIF per la quantificazione di immagini PET di cancro al seno investigato con tracciante $[^{18}\text{F}]\text{FLT}$ è emerso come il metodo fornisca una più dettagliata descrizione delle regioni tumorali, in quanto capace di adattarsi alle caratteristiche di eterogeneità dei tessuti. Questa capacità di misurare il grado di eterogeneità cinetica del tracciante nei tessuti ha permesso ad SAIF di evidenziare le aree anatomiche di dis-omogeneità, in cui l'uso di un modello di quantificazione prefissato porterebbe ad una non corretta misura dei processi fisiologici di interesse.

Per rendere fruibile l'uso di SAIF all'interno della comunità della PET mi sono impegnato nella costruzione di uno strumento software che permettesse di utilizzare SAIF in combinazione con le altre metodologie già esistenti di analisi spettrale (<http://bio.dei.unipd.it/sake>). Con lo sviluppo di SAKE (Spectral Analysis for Kinetic Estimation) abbiamo creato un programma user-friendly che

offre agli utenti un unico ambiente integrato attraverso il quale gestire l'intero processo di quantificazione dei dati PET. Il software è pensato per quegli utenti non esperti in information technology ma con elevato interesse nell'argomento.

Titolo definitivo della tesi e nome del supervisore

"A NON COMPARTMENTAL METHOD FOR FUNCTIONAL QUANTITATIVE IMAGING WITH POSITRON EMISSION TOMOGRAPHY AND IRREVERSIBLE TRACERS"

Supervisore: Alessandra Bertoldo

Parte 3 - Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

2012

M. Veronese, G. Rizzo, F. Turkheimer, A. Bertoldo, SAKE: A NEW QUANTIFICATION TOOL FOR POSITRON EMISSION TOMOGRAPHY STUDIES, *submitted to Computer Methods and Programs in Biomedicine (status: under revision)*

M. Veronese, R. Gunn, S. Zamuner A. Bertoldo, A NON LINEAR MIXED EFFECT MODELLING APPROACH FOR METABOLITE CORRECTION OF THE ARTERIAL INPUT FUNCTION IN PET STUDIES, *submitted to Neuroimage (status: in press)*

G. Rizzo, M. Veronese, P. Zanotti-Fregonara, A. Bertoldo, VOXEL-WISE QUANTIFICATION OF [11C](R)-ROLIPRAM PET DATA: A COMPARISON BETWEEN MODEL-BASED AND DATA-DRIVEN METHODS, *submitted to Journal of Nuclear Medicine (status: under revision)*

M. Veronese, K.C. Schmidt, C.B. Smith, A. Bertoldo, USE OF SPECTRAL ANALYSIS WITH ITERATIVE FILTER FOR VOXEL-WISE DETERMINATION OF REGIONAL RATES OF CEREBRAL PROTEIN SYNTHESIS WITH L-[1-11C]LEUCINE PET, *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism (2012) 32, 1073-85. (JCBFM cover page, June 2012)*

2010

M. Veronese, A. Bertoldo, S. Bishu, A. Unterman, G. Tomasi, C.B. Smith, K.C. Schmidt, A SPECTRAL ANALYSIS APPROACH FOR DETERMINATION OF REGIONAL RATES OF CEREBRAL PROTEIN SYNTHESIS WITH THE L-[1-11C]LEUCINE PET METHOD, *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism (2010) 30, 1460-1476.*

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

2012

M. Veronese, S. Zamuner, R.N. Gunn, A. Bertoldo. OPTIMAL EXPERIMENTAL DESIGN FOR RECEPTOR DRUG DEVELOPMENT WITH PET STUDIES. XX1st PAGE meeting, 5th-8th June, 2012, Venice Lido, Italy.

M. Veronese, K.C. Schmidt, C.B. Smith, G. Rizzo, F.E. Turkheimer, A. Bertoldo. SPECTRAL ANALYSIS ITERATIVE FILTER: A DATA-DRIVEN METHOD FOR VOXEL-WISE QUANTIFICATION OF PET TRACERS WITH IRREVERSIBLE KINETIC. IXth International Symposium on Functional Neuroreceptor Mapping of the Living Brain, 9th-11th August 2012, Baltimore, USA.

M. Veronese, S. Zamuner, R.N. Gunn, A. Bertoldo. OPTIMAL DESIGNS APPLIED IN PET OCCUPANCY

STUDIES: A SENSITIVITY STUDY. IXth International Symposium on Functional Neuroreceptor Mapping of the Living Brain, 9th–11th August 2012, Baltimore, USA.

G. Rizzo, M. Veronese, P. Zanotti-Fregonara, M. Fujita, R.B. Innis, A. Bertoldo. VOXEL-WISE QUANTIFICATION OF [11C](R)-ROLIPRAM PET DATA IN HUMAN BRAIN. IXth International Symposium on Functional Neuroreceptor Mapping of the Living Brain, 9th–11th August 2012, Baltimore, USA.

G. Rizzo, M. Veronese, F.E. Turkheimer, P. Zanotti-Fregonara, M. Fujita, S.S. Zoghbi, R.B. Innis, K.C. Schmidt, C.B. Smith, A. Bertoldo. EVALUATION OF PET QUANTIFICATION SENSITIVITY TO THE ARTERIAL INPUT FUNCTION MODELING. IXth International Symposium on Functional Neuroreceptor Mapping of the Living Brain, 9th–11th August 2012, Baltimore, USA.

M. Veronese, G. Rizzo, A. Bertoldo. SPECTRAL ANALYSIS KINETIC ESTIMATION: AN INTEGRATED TOOL FOR QUANTIFICATION OF PET DATA. IXth International Symposium on Functional Neuroreceptor Mapping of the Living Brain, 9th–11th August 2012, Baltimore, USA.

M. Veronese, G. Rizzo, B.H. Goodpaster, J.C. Price, E.Aboagye, A. Bertoldo. SPECTRAL ANALYSIS ITERATIVE FILTER METHOD FOR VOXEL-WISE QUANTIFICATION OF PET TRACERS WITH IRREVERSIBLE UPTAKE IN NON BRAIN TISSUES. 2012 World Molecular Imaging Congress, 5th-8th September 2012, Dublin, Ireland. (*Winner of Young Investigator Travel Award*)

G. Rizzo, M. Veronese, S.K. Bose, F.E. Turkheimer, A. Bertoldo. VOXEL-WISE QUANTIFICATION OF ADENOSINE A2A RECEPTOR WITH [11C]SCH442416 PET IMAGES IN HUMANS. 2012 World Molecular Imaging Congress, 5th-8th September 2012, Dublin, Ireland. (*Winner of Young Investigator Travel Award*)

E. Grecchi, M. Veronese, R.M. Moresco, G. Bellani, A. Pesenti, C. Messa, A. Bertoldo. ASSESSMENT OF VOXELWISE QUANTIFICATION OF [18F]FDG DYNAMIC PET DATA IN HUMAN LUNG: INSIGHT FOR CLINICAL USE. 2012 World Molecular Imaging Congress, 5th-8th September 2012, Dublin, Ireland.

G. Rizzo, M. Veronese, A. Bertoldo. SPECTRAL ANALYSIS KINETIC ESTIMATION: AN INTEGRATED TOOL FOR QUANTIFICATION OF PET DATA. 2012 World Molecular Imaging Congress, 5th-8th September 2012, Dublin, Ireland.

2011

M. Veronese, A. Bertoldo, S. Bishu, A. Unterman, G. Tomasi, C.B. Smith, K.C. Schmidt, USE OF SPECTRAL ANALYSIS WITH ITERATIVE FILTER FOR VOXELWISE DETERMINATION OF REGIONAL RATES OF CEREBRAL PROTEIN SYNTHESIS WITH L-[1-¹¹C]LEUCINE PET, Book of Abstracts, XXVth International Symposium on Cerebral Blood Flow, Metabolism and function, 25th -28th May 2011, Barcelona, Spain.

M. Veronese, R. Gunn, S. Zamuner, A. Bertoldo, A NON LINEAR MIXED EFFECT MODELING APPROACH FOR METABOLITE CORRECTION OF THE ARTERIAL INPUT FUNCTION IN PET STUDIES, Book of Abstracts, XXVth International Symposium on Cerebral Blood Flow, Metabolism and function, 25th -28th May 2011, Barcelona, Spain.

M. Veronese, A. Bertoldo, G. Tomasi, C.B. Smith, K.C. Schmidt, A NEW ALGORITHM FOR VOXELWISE DETERMINATION OF REGIONAL RATES OF CEREBRAL PROTEIN SYNTHESIS WITH L-[1-¹¹C]LEUCINE AND PET, J. NUCL. Med. MEETING ABSTRACTS, May 2011; 52: 550.

2010

M. Veronese, A. Bertoldo, K.C. Schmidt, A SPECTRAL ANALYSIS APPROACH FOR VOXELWISE DETERMINATION OF REGIONAL RATES OF CEREBRAL PROTEIN SYNTHESIS WITH THE L-[1-¹¹C]LEUCINE PET METHOD, Neuroimage, Volume 52, Supplement 1, Eighth International Symposium on Functional Neuroreceptor Mapping of the Living Brain, 22nd – 24th July 2010, Glasgow, UK.

Elenco pubblicazioni su convegno nazionale

2012

M. Veronese, R.N. Gunn, S. Zamuner, A. Bertoldo. METABOLITE CORRECTION OF THE ARTERIAL INPUT FUNCTION IN PET STUDIES: A NON-LINEAR MIXED EFFECTS MODELLING APPROACH. GNB – Terzo congresso nazionale di bioingegneria. 26th-29th June 2012, Rome, Italy

E. Veronese, M. Veronese, S. Sivoletta, A. Berto, E. Grisan. A SEMI-AUTOMATIC METHOD FOR THE MARGINAL BONE LOSS MEASUREMENT IN DENTAL IMPLANTS. GNB – Terzo congresso nazionale di bioingegneria. 26th-29th June 2012, Rome, Italy

2010

M. Veronese, A. Bertoldo. A SPECTRAL ANALYSIS METHOD FOR MEASURING REGIONAL RATES OF CEREBRAL PROTEIN SYNTHESIS IN L-[1-¹⁴C]LEUCINE PET STUDIES AT VOXEL LEVEL. GNB – Secondo congresso nazionale di bioingegneria. 8th-10th July 2010, Turin, Italy

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

Pertanto il collegio lo ammette all'esame finale.

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

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

Negli anni accademici 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012 il dottor **Zanella Filippo** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXV ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Il candidato dichiara quanto segue:

Parte 1 Didattica

Corsi seguiti

- Project Management, crediti 4.0, voto 28/30
- Applied Linear Algebra, crediti 4.0 voto 30/30
- Statistical Methods, crediti 6.0 30/30
- Mathematical Modeling, crediti 3.0 voto A+
- Applied Functional Analysis, crediti 7.0 voto 30/30
- Game Theory , crediti 5.0
- Bilinear Control Systems, crediti 4.0, voto 28/30
- Matematica Finanziaria, crediti 2.5
- Stabilità numerica di sistemi dinamici descritti da equazioni differenziali con ritardo, crediti 2.5 voto 30/30
- Information-theoretic Methods in Security, crediti 5.0

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi

07-10.09.2010 *International summer school of automatic control distributed control and estimation of networked control systems*, Grenoble, France

21-24.06.2011 *4th HYCON2 PhD School on Control of Networked and Large-Scale Systems*, Trento, Italy.

11-16.07.2011 *SIDRA 2011*, Bertinoro, Italy.

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

21.01.2010 Dr. Elisa Franco (California Institute of Technology), *Programming bio-synthetic dynamical systems*, DEI, Unipd

24.05.2010 Dr. Alessandro Saccon (ISR – IST) *Optimal Control on Non-Compact Lie Groups: A Projection Operator Approach*, DEI, Unipd

08.06.2010 *Workshop sulle nuove architetture per sistemi embedded* – DEI, UniPD

24.06.2010 Prof. Kameshwar Poola (UC Berkeley) *Wind Integration – By All Means Available* – DEI, UniPD

- 31.08.2010** A. Yiming Ji (Australian National University, Canberra, Australia) *Bias correction in localization algorithms* – DEI, UniPD
- 18.10.2010** P. Oddifreddi (Politecnico di Torino) *Filosofia della matematica e matematica della filosofia* – DEI, UniPD
- 02.03.2011** D. Cuccato, I. Franceschi, D. Fauri, G. Sartor, *Analisi di algoritmi di autolocalizzazione per reti di sensori wireless* – DEI, UniPD, class of control system design seminar
- 03.03.2011** A. Barazzuol, M. Ausserer, R. Alberton, *Identificazione termodinamica di un edificio* – DEI, UniPD, class of control system design seminar
- 11.03.2011** M. Marra, *Sincronizzazione distribuita di orologi in WSN: algoritmi ed esperimenti* – DEI, Unipd, Control System Group seminar
- 11.03.2011** R. Carli, *Sincronizzazione distribuita di orologi in WSN: algoritmi ed esperimenti* – DEI, Unipd, Control System Group seminar
- 21.03.2011** M. Franceschetti (UC San Diego) *The value of space in wireless networks* – DEI, Unipd, Control System Group seminar
- 22.03.2011** D. Varagnolo *Distributed nonparametric regression in multi-agent systems* – DEI, Unipd, Control System Group seminar
- 06.04.2011** *Tecnologie e misure sui sistemi wireless per la domotica e le applicazioni industriali*, Unipd, workshop
- 06.04.2011** Giulio Bottegal (DEI) *An introduction to Generalized Factor Analysis models* – DEI, Unipd, Control System Group seminar
- 20.04.2011** *formazione per l'innovazione - innovazione per la competitività* – DEI, Unipd, workshop
- 05.05.2011** L. Maffei (Scuola Normale di Pisa) *Può l'informazione modificare il cervello?* – DEI, Unipd, distinguished lecturer
- 10.05.2011** E. Chiovetto (University Clinic Tubingen) *Study of the modular organization of motor control: experimental and modelling approaches* – DEI, Unipd, Control System Group seminar
- 09.06.2011** D. Vats (Carnegie Mellon University) *Tree-Structured Like Representations for Continuous and Graph Indexed Markov Random Fields* – DEI, Unipd, Control System Group seminar
- 05.10.2011** T. Roughgarden (Stanford University) *Robust Guarantees in Algorithmic Game Theory* – ME, UC Berkeley, control group seminar
- 06.10.2011** M. Ackerman (U. Waterloo) *Theoretical Foundations of Clustering* – ME, UC Berkeley, control group seminar
- 06.10.2011** J. Rabaey *The Swarm at the edge of the cloud* – ME, UC Berkeley, control group seminar
- 17.11.2011** *How to Finance your Idea* - UC Berkeley, The Berkeley Postdoc Entrepreneur Program
- 21.11.2011** A. Wierman (Caltech) *Algorithmic challenges for greening IT* – ME, UC Berkeley, IEOR seminar
- 22.11.2011** J. Lavaei (Stanford), *Convexification of Nonlinear Optimizations Associated With Power Networks* – EE & CE, UC Berkeley, Qualcomm Inc. seminar
- 30.11.2011** J. Xia (Purdue University), *LAPACK Seminar: Randomized direct solvers and*

more – EECS, UC Berkeley, EECS seminar

30.11.2011 R. Miller (MIT), *Crowd Computing and Human Computation Algorithms* – EECS, UC Berkeley, EECS colloquium

01.12.2011 *How to Finance your Idea 2* - UC Berkeley, The Berkeley Postdoc Entrepreneur Program

02.11.2011 E. Bitar (UC Berkeley), *Risk limiting dispatch for renewable integration* – ME, UC Berkeley, control group seminar

08.12.2011 *The Digital We at the Social Apps Lab at CITRIS: Apps for Citizenship, Health, and City Life* – CITRIS, UC Berkeley, control group seminar

02.02.2012 V. Isler (University of Minnesota), *Robotic Sensor Networks for Environmental Monitoring* – Computer Science, UCSB, computer science and center for geometric computing

10.02.2012 L. Lessard (Lund University), *The two player problem* – CCDC, UCSB, seminar

07.03.2012 C. Cotich, *Writing for Scientists: Concision in Writing* – CSEP, UCSB, professional development series

15.03.2012 Y. Mostofi (New Mexico University), *Integration of Sensing, Communication, and Navigation in Mobile Networks* – CCDC, UCSB, ECE seminar

27.03.2012 J. Isaac (UCSB), *UAV Data Mule Vehicle Routing Problems in Sparse Sensor Networks* – CCDC, UCSB, extra seminar

07.05.2012 R. Baraniuk (Rice University), *Compressive signal processing* – CCDC, UCSB, Mohammed Dahleh Distinguished Lecture

30.05.2012 M. D'Orsogna (California State University at Northridge), *Stochastic Self Assembly of Incommensurate Clusters* – DEI, Unipd, Control System Group seminar

06.06.2012 R. Sepulchre (University of Liege), *The geometry of (thin) SVD revisited for large-scale computation* – DEI, Unipd, Control System Group seminar

06.09.2012 A. Sarlette (University of Ghent), *Consensus on nonlinear spaces and graph coloring* – DEI, Unipd, Control System Group seminar

Partecipazione a Conferenze Nazionali

- F. Zanella, F. Pasqualetti, R. Carli, F. Bullo, *Simultaneous Boundary Partitioning and Cameras Synchronization for Optimal Video Surveillance*, SIDRA 2012, Benevento, Italy.

Partecipazione a Conferenze Internazionali

Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

Dati e Algoritmi 1 (Prof. Giovanni De Poli, Prof. Marcello Dal Passo, Prof. Antonio Giunta).

L'occupazione complessiva è stata di 50 ore, di cui in media 4 ore settimanali in laboratorio (2 turni a settimana), dal 27/10/2010 al 20/01/2011, e le restanti usate per la preparazione delle soluzioni delle prove pratiche e per sessioni aggiuntive di supporto allo studio.

Stima e Filtraggio (Prof. Stefano Pinzoni).

Le rimanenti 50 ore di contratto sono state impiegate come supporto alla correzione delle esercitazioni del corso, assegnate agli studenti per il superamento dell'esame finale. L'attività di tutorato ha previsto inizialmente un dispiego di 8 ore per la formazione del background sulle tematiche di interesse per lo svolgimento delle esercitazioni, dal 20/12/2010 al 21/12/2010 e successivamente un impegno di 42 ore per la correzione delle stesse, dal 06/06/2011 al 22/07/2011.

Permanenza all'estero

- ❖ Visiting Student Researcher UC Berkeley dal 22/09/2011 al 31/01/2012. L'attività è stata incentrata nell'indagare problematiche di ottimizzazione distribuita legate alle reti di distribuzione dell'energia e nel seguire i seminari offerti dall'Università in merito a tematiche di reti di agenti intelligenti.
- ❖ Visiting Student Researcher UC Santa Barbara dal 01/02/2012 al 31/05/2012. L'attività di ricerca è stata incentrata sullo studio di un problema di video camera surveillance. Nello specifico è stato sviluppato un algoritmo per compiere simultaneamente il partizionamento di un perimetro da sorvegliare e la sincronizzazione del movimento dell'insieme di telecamere adibite a tale sorveglianza.

Parte 2 Ricerca

Il primo anno il lavoro è stato suddiviso negli ambiti dei progetti SIMEA e Wise-Wai. Per quanto riguarda SIMEA (Sistema Integrato/distribuito di Monitoraggio Energetico ed Ambientale) è stato abbozzato dal punto di vista teorico un problema di stima pesata via SVD delle misure ottenute da sensori fissi. Inoltre si è indagato il rilevamento di outliers tramite consensus in maniera iterativa all'interno di un set di misure raccolte dai sensori. E' stato sviluppato un codice in Matlab e in TinyOS per la simulazione e il test in tempo reale di un algoritmo euristico per la risoluzione del problema di outliers detection. Ci si è occupati inoltre dello studio e definizione di procedure per l'ottimizzazione di reti di sensori per il monitoraggio. E' stato sviluppato un applicativo in TinyOS per rilevare misure ambientali (<http://sourceforge.net/projects/merab>) e sono state effettuate due campagne sperimentali presso la ditta RiCert, partner del progetto SIMEA. E' stato realizzato un software in Matlab per ottenere countour plot, surface 3d dai dati sperimentali e per poter mappare i sensori dinamicamente nelle location del testbed del DEI. E' stata sviluppata una interfaccia grafica in C# per vedere in real-time i grafici delle rilevazioni ambientali di uno specifico sensore.

Per quanto concerne il progetto Wise-Wai (Wireless Sensor networks for city-Wide Ambient Intelligence) si è studiata l'implementazione di un algoritmo per la stima dei parametri di un canale wireless utilizzando tecniche di consensus. E' stato realizzato un software in TinyOS per la sperimentazione di un algoritmo di gossip simmetrico sulla wireless sensors network (WSN) del DEI. In aggiunta è stato sviluppato un framework di base su Google Web Toolkit per la gestione del testbed di sensori wireless del DEI. Il lavoro è stato svolto in collaborazione allo Special Interest Group on NETWORKING dei DEI. In ultimo è stato elaborato un algoritmo di stima distribuita a minima varianza per

l'autolocalizzazione scalare di sensori wireless fissi. E' stato affrontato il problema dal punto di vista teorico ed è stato sviluppato un codice in Matlab per la simulazione degli algoritmi.

L'attività del secondo anno è stata suddivisa tra tematiche di computer science e control theory.

Per quanto riguarda l'aspetto informatico sono stati sviluppati una serie di applicativi per reti di sensori, in linguaggi Java, NesC e C#. Gli applicativi sviluppati sono stati rilasciati sotto General Public License 3.0, e sono reperibili al sito automatica.dei.unipd.it/people/zanella/software.html. Tali applicativi sono rientrati all'interno dei progetti WISE-WAI (A WIREless SEnsor networks for city-Wide Ambient Intelligence) e SIMEA (An integrated/distributed system for environmental and energetic monitoring), coordinati rispettivamente dal Prof. Luca Schenato e dal Prof. Angelo Cenedese. I programmi menzionati consentono di effettuare misurazioni di parametri ambientali (temperatura, umidità, luminosità, ...), di stimare in maniera distribuita la media di tali grandezze in una rete di sensori wireless e di partizionare euristicamente tali misure in cluster al fine di effettuare rilevazioni di eventi. In alcuni casi sono fornite interfacce grafiche per semplificare l'utilizzo degli applicativi.

Per quanto concerne la teoria dei controlli è stato sviluppato un algoritmo distribuito in reti di agenti per la risoluzione di un particolare problema di ottimo non vincolato relativo a funzioni convesse. L'obiettivo dell'algoritmo è stato quello di fornire un framework in spazio di stato che consentisse di risolvere la succitata problematica senza richiedere la conoscenza della topologia della rete o politiche di sincronizzazione, agendo come un algoritmo alla Newton-Raphson per raggiungere l'ottimo globale. Tale algoritmo è stato incerniato sull'utilizzo di due note tematiche nella letteratura dei controlli: la teoria del consenso e il principio della separazione delle scale temporali. L'algoritmo di *Newton-Raphson Consensus* (NRC) è stato confrontato con due dei più famosi approcci in letteratura: il *distributed subgradient method* (DSM) e l'*alternating direction method of multipliers* (ADMM). Per comprovare la bontà dell'algoritmo sviluppato sono state effettuate specifiche simulazioni, parte delle quali sono andate a confrontare tale algoritmo con l'ADMM e l'ADMM. Si è verificato sperimentalmente che l'NRC ha prestazioni marcatamente migliori del DSM ma è generalmente più lento del ADMM. Successivamente ci si è occupati di derivare la forma multidimensionale del NRC, studiando delle alternative implementative che andassero a ridurre i costi di comunicazione e computazionali.

Nel terzo anno è stato esteso l'NRC. Il lavoro ha visto la generalizzazione al caso asincrono dell'algoritmo di consensus basato sul metodo di Newton-Raphson per raggiungere l'ottimo globale. Inoltre sono state studiate le proprietà di convergenza dello stesso nel caso di funzioni quadratiche. Nondimeno l'algoritmo è stato reso più efficiente implementando una tecnica di fast consensus, raggiungendo prestazioni comparabili al ADMM. L'attività è stata svolta contestualmente al periodo di Visiting Student Researcher presso UC Berkeley.

Durante il periodo di ricerca presso UC Santa Barbara è stato progettato un algoritmo distribuito per permettere ad un insieme di videocamere di partizionare ottimamente un perimetro di sorveglianza, sincronizzando allo stesso tempo il movimento delle

telecamere per ottimizzare il tempo di rilevamento di intrusi intelligenti (in termini di worst-case detection time e average detection time).

L'ultimo semestre del terzo anno è stato dedicato alla stesura di journal paper vertenti sulle tematiche precedentemente descritte, approfondendo o discutendo nel dettaglio alcuni argomenti. Nondimeno sono stati pubblicati su conferenza alcuni risultati teorici e sperimentali in merito al tracking indoor di agenti wireless, che erano stati condotti nel primo anno di dottorato durante il progetto Wise-Wai ed erano stati ottenuti utilizzando come testbed la rete di sensori del DEI.

Titolo della tesi finale

A consensus approach to distributed convex optimization in multi-agent systems

Supervisore

Angelo Cenedese

Parte 3 Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

F. Zanella, F. Pasqualetti, R. Carli, F. Bullo. **Distributed cameras synchronization for smart-intruder detection.** *IEEE Transactions on Robotics (to submit)*

F. Zanella, A. Cenedese. **Channel Model Identification in Wireless Sensor Networks Using a Fully Distributed Consensus Algorithm.** *Ad-Hoc Networks (to submit)*

F. Zanella, D. Varagnolo, A. Cenedese, G. Pillonetto, L. Schenato. **Newton-Raphson Consensus for Distributed Convex Optimization.** *IEEE Transactions on Automatic Control (submitted)*

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- F. Zanella, D. Varagnolo, A. Cenedese, G. Pillonetto, L. Schenato. **Asynchronous Newton-Raphson Consensus for Distributed Convex Optimization.** *3rd IFAC Workshop on Distributed Estimation and Control in Networked Systems*, 2012
- F. Zanella, D. Varagnolo, A. Cenedese, G. Pillonetto, L. Schenato. **Multidimensional Newton-Raphson consensus for distributed convex optimization.** *2012 American Control Conference*, 2012
- F. Zanella, F. Pasqualetti, R. Carli, F. Bullo. **Simultaneous Boundary Partitioning and Cameras Synchronization for Optimal Video Surveillance.** *3rd IFAC Workshop on Distributed Estimation and Control in Networked Systems*, 2012
- F. Zanella, D. Varagnolo, A. Cenedese, G. Pillonetto, L. Schenato. **The convergence rate of Newton-Raphson consensus optimization for quadratic cost functions.** *IEEE Conference on Decision and Control*, 2012
- F. Zanella, D. Varagnolo, A. Cenedese, G. Pillonetto, L. Schenato. **Newton-Raphson consensus for distributed convex optimization.** *IEEE Conference on Decision and Control*, 2011

- F. Zanella, A. Cenedese. **Multi-agent tracking in wireless sensor networks: implementation.** *1st WSEAS International Conference on Information Technology and Computer Networks*, 2012
- F. Zanella, A. Cenedese. **Multi-agent tracking in wireless sensor networks: model and algorithm.** *1st WSEAS International Conference on Information Technology and Computer Networks*, 2012

Il Collegio prende atto di quanto esposto e osserva che durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Zanella Filippo** 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.

Pertanto il collegio lo ammette all'esame finale.

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

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

Negli anni accademici 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012 il dottor **Zanon Mattia** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXV ciclo, Indirizzo Bioingegneria.

Tesi a tema vincolato: Sviluppo di modelli per il monitoraggio fisiologico.

Il candidato dichiara quanto segue:

Tesi a tema vincolato: Sviluppo di modelli per il monitoraggio fisiologico.

Parte 1: Didattica

Corsi seguiti

<i>Nome del Corso</i>	<i>Prof.</i>	<i>ore</i>
Dose, Effect, Threshold	A. Trevisan	12
Applied Linear Algebra	T. Damm and Prof. H. Wimmer	16
Statistical Methods*	M. Chiogna	30
Statistical Methods	L. Finesso	24
Project Management	L. Vangelista	16
	<i>Tot Ore</i>	<i>98</i>

* Statistical Methods, Doctoral School in Statistics, Department of Statistical Sciences, University of Padova

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi

- XXXI Scuola annuale di Bioingegneria dal tema "Dalla ricerca al mercato: trasformare il risultato della ricerca in un prodotto", Bressanone, 17-21/9/2012.
- XXX Scuola annuale di Bioingegneria dal tema "Neuroinformatica", Bressanone, 19-23/9/2011.
- International Summer School in Pattern Recognition (ISSPR), Plymouth (UK), 5-12/9/2010.

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

- STEPS: Seminar Towards Enterprise for PhD Students (Confindustria Padova, Padova, 5-11/2012);
- ABC of the Business Plan, Prof. Paolo Gubitta (DEI, Padova, 4-5/2012);
- Distinguished Lectures: Toxic numbers? The splendors and miseries of bibliometric indicators, Dr. Giuseppe De Nicolao, (DEI, Padova, 20/03/2012);

- Distinguished Lectures: From Italy to China on driverless cars: paving the road to autonomous driving, Dr. Alberto Broggi, (DEI, Padova, 16/04/2012);
- Distinguished Lectures: Dalla nanotecnologia alla nanoscienza, Dr. Fabio Beltram, (DEI, Padova, 08/05/2012);
- Distinguished Lectures: The scientific legacy of hubble space telescope, Dr. Robert Williams, (DEI, Padova, 10/10/2012);
- Distinguished Lectures: Brain models: from functional mapping through the connectome to self-organized criticality”, Dr. Federico Turkheimer, (DEI, Padova, 8/11/2011);
- Distinguished Lectures: My life in Silicon Valley, Dr. Federico Faggin, (DEI, Padova, 8/9/2011);
- Distinguished Lectures: Può l’informazione modificare il cervello?, Prof. Lamberto Maffei, (DEI, Padova, 5/5/2011);
- Distinguished Lectures: Filosofia della matematica e matematica della filosofia, Prof. Piergiorgio Odifreddi, (DEI, Padova, 21/10/2010);
- Seminario: Studio in risonanza magnetica della connettività anatomica cerebrale mediante immagini di tensore di diffusione (DTI), Prof. A. Bertoldo, (DEI, Padova, 28/4/2010);
- Seminario: L’analisi tempo-frequenza dell’EEG nello studio delle funzioni cognitive. Prof. C. Babiloni, (DEI, Padova, 17/3/2010);
- Colloquia: Omnidirectional vision: from calibration to robot motion estimation. Dr. Davide Scaramuzza. ETH Zurich, Autonomous Systems Lab, Zurich, Switzerland. (DEI, Padova, 26/2/2010);
- Seminari Gruppo di Bioingegneria:
 - Stochastic Modeling in Systems Biology.
 - EMG support vector machine classification method.
 - D- and ED-optimal design in PET imaging.
 - Bayesian multi-task learning approach for the single-trial estimation of event-related potentials.
 - Electrophysiological methods to measure neuronal electrical activity.
 - Population modeling in metabolic studies.

Partecipazione a Conferenze Internazionali

- 12th Diabetes Technology Meeting (DTM) (Bethesda, Mariland, 11/2012);
- 5th conference on Advanced Technologies and Therapeutics for Diabetes (Barcelona, Spain, 02/2012);
- 33rd International conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society EMBS (Boston, MA, USA 09/2011);
- 4th conference on Advanced Technologies and Therapeutics for Diabetes (London, UK, 02/2011);

Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

- Assistenza ai laboratori del corso di Analisi di Dati Biologici e Informatica Medica 2012/2013, Prof. Giovanni Sparacino (50 ore previste nell'ambito del contratto tutor junior);
- Assistenza ai laboratori del corso di Analisi di Dati Biologici 2011/2012, Prof. Giovanni Sparacino (30 ore previste nell'ambito del contratto tutor junior).

Permanenza all'estero

- 19-27/10/2011 presso DexCom Inc. per studio di fattibilità di un algoritmo per sensore intravenoso della Glicemia;
- 21/2-17/3/2012 presso DexCom Inc. per realizzazione di moduli per l'algoritmo utilizzato in un sensore intravenoso della Glicemia.
- 16/5-22/5/2010, 25/7-1/8/2010, 10/10-16/10/2010, 28/11-4/12/2010 visite presso Solianis Monitoring AG per periodi nell'azienda sponsor della borsa di dottorato.

Parte 2: Ricerca

L'attività di ricerca svolta durante i 3 anni di dottorato è stata incentrata sullo studio dei segnali misurati dal multisensore sviluppato da Solianis Monitoring AG (Zurigo, Svizzera). Tale azienda, presso la quale sono state svolte diverse settimane di permanenza per interagire con il loro dipartimento di R&D, è stata lo sponsor della borsa di dottorato a tema vincolato dal titolo "Sviluppo di modelli per il monitoraggio fisiologico". Il multisensore combina sensori dielettrici e ottici, di temperatura ed altri, per la caratterizzazione delle proprietà dielettriche ed ottiche della pelle. Tali proprietà sono modulate da variazioni dei livelli glicemici nel sangue ma anche da processi ambientali e fisiologici che possono invalidare i segnali relativi al glucosio, e che richiedono di essere misurati attraverso l'impiego di elettrodi di diversa natura e successivamente compensati con un opportuno modello [1, 11, 12].

Il primo passo ha visto un'approfondita analisi delle caratteristiche dei segnali misurati con lo scopo di ottenere maggiori informazioni riguardanti la natura dei segnali stessi e con il successivo obiettivo di definire un modello per associare i dati misurati con la glicemia. Per quanto riguarda l'analisi dei segnali, sono state calcolate le correlazioni tra le serie temporali misurate dal multisensore e i valori di riferimento di glucosio ottenuti tramite tecniche consolidate (LabHemocue o YSI). Inoltre, i segnali sono stati studiati nel dominio della frequenza per la successiva progettazione di filtri.

Per quanto riguarda l'aspetto modellistico, non esistendo ancora un modello fisico che descriva i legami tra le quantità misurate ed i livelli di glicemia, si è optato per un approccio black-box. In particolare, sono state considerate tecniche di regressione lineare che permettano di affrontare problemi con un alto numero di variabili indipendenti correlate. Infatti, l'alta dimensionalità del vettore delle misure (dovuto all'elevato numero di canali misurati) e la correlazione tra sottoinsiemi di canali (dovuto all'impiego di tecniche spettroscopiche), causano problemi numerici per la stima del vettore dei parametri del modello multivariato, rendendo il problema mal condizionato. Sono stati considerati quindi metodi per il controllo della complessità del modello, anche per evitare

overfitting nella fase in cui i modelli sono testati con dati non utilizzati durante la fase di identificazione. Esempio di questi metodi sono quelli che prevedono la selezione di sottoinsiemi di variabili (Stepwise), i cosiddetti metodi di shrinkage (Least Absolute Shrinkage and Selection Operator-LASSO-) basati su regolarizzazione e metodi che derivano i regressori da una combinazione lineare dei dati originali (Partial Least Squares-PLS-) [9, 10].

I risultati ottenuti testando i modelli identificati con le diverse tecniche evidenziano come i risultati migliori siano quelli del LASSO. Questa tecnica stima il modello minimizzando una funzione costo data dalla somma norma dei residui al quadrato e di un termine di regolarizzazione basato sulla norma l_1 (dato dalla somma del valore assoluto dei coefficienti del modello). Questa norma induce sparsità nel vettore dei parametri, riducendo a zero molti coefficienti del modello, e rendendo il modello più robusto a possibili rumori occasionali presenti nei canali misurati dal multisensore. Questa caratteristica contraddistingue il modello ottenuto con LASSO rispetto a quello ottenuto con PLS, poiché quest'ultimo stima i livelli glicemici attraverso una combinazione lineare di tutti i canali [2].

Al fine di perfezionare il modello ottenuto con LASSO, si sono investigate tecniche per la stima del modello multivariato che integrino, oltre alla norma l_1 , anche la norma l_2 . Il vantaggio della combinazione delle due norme risiede nel fatto che molti coefficienti sono ancora posti a zero dalla norma l_1 , mentre la norma l_2 permette di mediare quei canali correlati garantendo una maggiore robustezza nella stima dei livelli glicemici [6].

Nonostante l'accuratezza della stima dei livelli glicemici sia ancora inferiore rispetto ai sensori minimamente invasivi (che misurano la glicemia con un piccolo ago inserito nella parete addominale), il multisensore accoppiato con il modello multivariato ha dimostrato un'ottima capacità nello stimare la derivata prima della glicemia, quasi al pari dei sensori minimamente invasivi. Come dimostrato in [2], questo risultato ha un'importante applicazione nel trattamento del diabete. Ricorrendo al concetto di rischio dinamico recentemente sviluppato, i trend glicemici possono essere utilizzati per integrare misure rade della glicemia ottenute con metodi tradizionali, per giudicare con diversi livelli di pericolosità eventi ipo ed iper-glicemici.

Il secondo aspetto della modellizzazione dei dati da multisensore prevede una fase di calibrazione. Infatti, se il modello permette di seguire le variazioni della glicemia, soltanto una calibrazione, che sfrutta una misura di riferimento ottenuta con metodi "gold standard", permette di assegnare un preciso livello di concentrazione. La procedura standard di calibrazione risiede nell'aggiungere un valore basale al valore stimato dal modello. La robustezza di tale procedura è stata testata contro una fonte di disturbo molto comune in un contesto di utilizzo quotidiano del sensore, ossia in caso di sudorazione. Infatti, tale evento genera uno strato salino tra la pelle ed il multisensore che può rendere il parametro di calibrazione calcolato inizialmente non più adeguato per descrivere adeguatamente la glicemia. Tramite una procedura basata su simulazioni Monte Carlo si è verificato che una ricalibrazione del dispositivo dopo un evento di sudorazione non è necessaria, con ovvie ripercussioni positive sull'accettazione e l'utilizzo quotidiano del

dispositivo [3, 5]. Tale metodologia basata su simulazioni Monte Carlo ha inoltre permesso di verificare la validità di nuove strategie di calibrazione, ottenendo risultati interessanti nel caso di calibrazioni programmate, suggerendo l'aggiornamento del valore basale dopo 1 ora dalla calibrazione iniziale a causa di processi di adattamento pelle-sensore che possono perdurare più a lungo di quanto atteso [3, 7].

Un ulteriore fronte di ricerca ha visto l'impiego di tecniche di analisi multivariata per il miglioramento della conoscenza dei processi fisiologici misurati tramite il multisensore. Data la ridondanza d'informazioni contenute nelle serie temporali, si sono considerate tecniche per la riduzione della dimensionalità dei dati con seguente estrazione di features utili per la comprensione dei processi fisiologici. La Principal Component Analysis (PCA) ne è un esempio, oppure altre tecniche in cui è prevista l'esistenza di una dinamica sottostante i segnali [11].

Oltre a questa attività connessa specificamente al tema vincolato, durante il dottorato, si è in parallelo studiato come applicare tecniche di analisi multivariata, e segnatamente di regolarizzazione con la norma l_1 , al fine di conseguire una descrizione parsimoniosa di indici di variabilità e del controllo della glicemia in pazienti diabetici sfruttando i dati dei sensori continui della glicemia [4, 8].

Inoltre, si è effettuato un periodo di mobilità durante (febbraio-marzo 2012) per svolgere attività di ricerca presso DexCom Inc. (San Diego, CA, USA) per lo sviluppo di una componente dell'algoritmo implementato poi in un dispositivo intravenoso per il monitoraggio della glicemia nei pazienti di terapia intensiva.

Titolo definitivo della tesi

Non-invasive continuous glucose monitoring: identification of models for multi-sensor systems.

Supervisore

Prof. Giovanni Sparacino

Parte 3: Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

1. Italian Contributions to the Development of Continuous Glucose Monitoring Sensors for Diabetes Management. Sparacino G, Zanon M., Facchinetti A., Zecchin C., Maran A., Cobelli C. *Sensors*, 2012; 12(10): 13753-13780.
2. Non Invasive Continuous Glucose Monitoring: improved accuracy of point and trend estimates of the Multisensor system. Zanon M., Sparacino G., Facchinetti A., Riz M., Talary S.M., Suri E.R., Caduff A. and Cobelli C. *Med Biol Eng Comput*, 2012, 50(10):1047-1057.

3. Non-invasive continuous glucose monitoring: A Monte Carlo based methodology for assessing calibration of multi-sensor systems. Zanon M Sparacino G., Facchinetti A., Talary S.M., Mueller M., Caduff A., Cobelli C. (Submitted).
4. Parsimonious description of Glucose Variability indexes investigated by a Sparse PCA Approach. Guerra S. Zanon M., Maran A., Sparacino G. and Cobelli C. (In fase di preparazione)

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

5. Effects of Sweat Events on the Calibration of a Multisensor Device for Non-Invasive Continuous Glucose Monitoring. Zanon M., Sparacino G., Facchinetti A., Talary M.S., Caduff A. and Cobelli C. Proceeding of the 6th International conference on Advanced Technologies & Treatments for Diabetes ATTD, Paris, France, 2013. (Submitted)
6. Non-Invasive Continuous Glucose Monitoring by Multisensor System: Improved Accuracy using an Elastic Net Regression. Zanon M., Sparacino G., Facchinetti A., Talary M.S., Caduff A. and Cobelli C. Proceeding of the Diabetes Technology Meeting (DTM) 2012, Bethesda, MA, USA.
7. Effect of calibration scheduling on the accuracy of multisensor device for non-invasive continuous glucose monitoring. Zanon M., Sparacino G., Facchinetti A., Talary S.M., Caduff A. and Cobelli C. Proceeding of Advanced Technologies and Treatments for Diabetes (ATTD) 2012, Barcelona, Spain.
8. Parsimonious description of Glucose Variability investigated by a Sparse PCA Approach. Guerra S. Zanon M., Maran A., Sparacino G. and Cobelli C. Proceeding of the Diabetes Technology Meeting (DTM) 2011, San Francisco, CA, USA.
9. Assessment of Linear Regression Techniques for Modeling Multisensor Data for Non-Invasive Continuous Glucose Monitoring. Zanon M., Riz M., Sparacino G., Facchinetti A., Suri R., Talary M and Cobelli C.. Proceeding of the 33rd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society 2011, Boston, MA, USA.
10. Assessment of Linear Techniques to Model Multisensor Data for Non-Invasive Continuous Glucose Monitoring. Zanon M., Riz M., Facchinetti A., Sparacino G., Cobelli C., Suri R., Mueller M., De Feo O., Caduff A., Talary M. Proceeding of Advanced Technologies and Treatments for Diabetes (ATTD) 2011, London, UK.
11. Modeling of Multisensor Data for Continuous Blood Glucose Monitoring. Zanon M., Facchinetti A., Sparacino G., Cobelli C., Suri R., De Feo O., Caduff A., Talary M. Summer school poster session ISSPR 2010.

Elenco pubblicazioni su convegno nazionale

12. Modelling of Multisensor Data for Non-Invasive Continuous Glucose Monitoring. Zanon M., Sparacino G., Facchinetti A., Talary M. S. and Cobelli C. Proceeding of the 3rd Italian Bioengineering meeting, 2012, Rome.

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

Pertanto il collegio lo ammette all'esame finale.

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

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

Negli anni accademici 2009/2010, 2010/2011 e 2011/2012 il dottor **Zorzi Mattia** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXV ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Il candidato dichiara quanto segue:

Parte 1 Didattica

Corsi seguiti:

- Applied Linear Algebra (4 crediti, voto: 30)
- Bilinear Control Systems: Theory and Applications (4 crediti, voto: 30 e lode)
- Topics in Quantum Information (4 crediti, voto: A)
- Statistical Methods (6 crediti, voto: A+)
- Applied Functional Analysis (7 crediti, voto: 30).
- Adaptive Control (5 crediti)
- Subspace Techniques for the Identification of Linear Systems (5 crediti)
- Functional analysis and variational methods: a course in analysis, optimization, calculus of variations, and optimal control, Prof. Francis Clarke (24 ore)

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi:

- Scuola SIDRA di dottorato (Bertinoro):
Ottimizzazione distribuita e teoria dei giochi (11-13 Luglio 2011)
Introduzione al controllo predittivo (13-15 Luglio 2011).

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi:

- "Towards categorization in sensory systems", Pietro Perona (11 Marzo 2010)
- "Stochastic Control Through Limited Capacity Channels", Alireza Farhadi (28 Aprile 2010)
- "Optimal Control on Non-Compact Lie Groups: A Projection Operator Approach", Alessandro Saccon (24 Maggio 2010)
- "Exploiting information to improve control of large-scale manufacturing systems", Dawn Tilbury (14 Giugno 2010).
- "An Overview on F-Lipschitz Optimization with Wireless Networks Applications", Carlo Fischione (21 Luglio 2010)
- "Nonlinear Filtering. Unscented Kalman filtering with SVD", Torhu Katayama (6 Settembre 2010).
- "Exploration of Kinematic Optimal Control on the Lie Group $SO(3)$ ", Alessandro Saccon (7 Settembre 2010)
- "Filosofia della matematica e matematica della filosofia", Giorgio Odifreddi (21 Ottobre 2010)
- "L'ingegneria dell'interazione strategica", Mario LiCalzi

- (23Novembre2010)
- “Quantum computation and simulation with photons”, Giuseppe Vallone (17Gennaio2011)
- “What are moment problems and why are they useful in systems and control?”, Anders Lindquist (28Gennaio2011)
- “Mechanisms of Physical-Layer Security”, Matthieu Bloch (3Marzo2011)
- “An introduction to Generalized Factor Analysis models”, Giulio Bottegal (15Aprile2011)
- “Decentralized Model Predictive Control techniques for multiagent coordination problems”, Luca Galbusera (15Giugno2011)
- “Toxics numbers? The splendors and miseries of bibliometric indicators”, Giuseppe DeNicolao (20marzo2012)
- “From Italy to China on driverless cars: Paving the road to autonomous driving”, Alberto Broggi (16Aprile2012)
- “From nanotechnology to nanoscience”, Fabio Beltram (8maggio2012)
- “Probabilistic methods in cancerbiology”, Mathukumalli Vidyasagar (24maggio2012)
- “The geometry of (thin)SVD revisited for large-scale computations”, Rodolphe Sepulchre(6giugno2012)
- “The Separation Principle in Stochastic Control revisited”, Tryphon T. Georgiou (15giugno2012)
- “Consensus on nonlinear spaces and graph coloring”, Alain Sarlette (6Settembre2012)
- “Social networks-models, methods, and analysis”, Prabhakar Raghavan (10settembre2012)
- “An introduction to compressed sensing and its applications in Networking research”, Kav Salamatian (13settembre2012,University of Liège)
- “Cooperative Energy Network Management for Smart Microgrids”, Masayuki Fujita (8ottobre2012)
- “The scientific legacy of Hubble space telescope”, Robert Williams (10ottobre2012).

Partecipazione a conferenze nazionali:

- Control Day – Padova (24-25Febbraio2012).

Partecipazione a conferenze internazionali:

- 20th International Symposium on Mathematical Theory of Networks and Systems, Melbourne (9-13luglio2012).

Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori):

- Tutor junior per il corso di Segnali e Sistemi per il Professore Michele Pavon, A.A.2010-2011
- Tutor junior per il corso di Architettura degli Elaboratori 1 per il Professore Federico Filira, A.A.2010-2011
- Tutor junior per il corso di Segnali e Sistemi per il Professore Michele Pavon, A.A.2011-2012.

Permanenza all'estero:

- Settembre-Dicembre 2011: Visiting student all'Università UC Davis

(Davis, California) sotto la supervisione del Professore Bernard Levy.

Stage:

- Nessuno.

Parte 2 Ricerca

Descrizione dell'attività di ricerca durante il dottorato: Durante il dottorato di ricerca mi sono occupato di quattro problemi si stima:

- Il primo problema riguarda la stima di densità spettrali multivariate. Nell'approccio di stima considerato, la covarianza all'uscita di un banco di filtri (noto) è utilizzata per estrapolare informazione sulla densità spettrale in ingresso. Più precisamente, si considera la famiglia di densità spettrali compatibili col vincolo imposto dal filtro e dalla covarianza, e successivamente si sceglie una stima della densità spettrale all'ingresso del filtro in questa famiglia. Ho introdotto un nuovo criterio di scelta che si basa sulla minimizzazione della Beta divergenza tra la densità spettrale all'ingresso del filtro e una densità spettrale nota che rappresenta l'informazione a priori a disposizione. Un altro aspetto importante di questo metodo di stima è che la covarianza all'uscita del banco di filtri non è nota e deve essere stimata avendo a disposizione delle misure del processo in uscita dal banco. Il banco di filtri fornisce quindi il vincolo strutturale sulla matrice di covarianza, mentre le misure forniscono l'informazione a posteriori. Abbiamo proposto due nuovi approcci per la risoluzione di tale problema. Il primo approccio si basa sulla risoluzione di un problema di ottimizzazione, mentre il secondo approccio estende il metodo di Blackman-Tukey.
- Successivamente, mi sono occupato del seguente problema di stima robusta: dato un modello statistico nominale, trovare il miglior stimatore ai minimi quadrati per il modello statistico meno favorevole presente in un intorno del modello nominale. Tale intorno è costituito da tutti i modelli statistici la cui entropia relativa, rispetto al modello nominale, non supera un certo valore prefissato. Risulta che la matrice di covarianza dell'errore di stima obbedisce ad una versione modificata dell'equazione di Riccati. Stiamo cercando di dimostrare che, sotto opportune ipotesi, tale equazione converge, partendo da qualsiasi condizione iniziale, alla soluzione della corrispondente equazione algebrica. I risultati ancorché incoraggianti sono ancora parziali.
- Il terzo problema riguarda la stima di canali quantistici. Abbiamo raffinato un approccio maximum likelihood che risolve tale problema. Nel dettaglio, abbiamo determinato le minime risorse sperimentali (in termini di stati di input e osservabili da preparare) che garantiscono l'esistenza e l'unicità della soluzione al problema. Inoltre abbiamo mostrato, tramite simulazioni, che queste risorse sperimentali forniscono stime molto simili a quelle ottenute con risorse sperimentali non minime.

- Il quarto problema riguarda la stima di stati quantistici. Più precisamente si vuole trovare una matrice densità compatibile con le misure a disposizione. Tale matrice densità, tuttavia, potrebbe non esistere in quanto le misure sono corrotte dal rumore di misura. Abbiamo perciò sviluppato un metodo per "correggere" queste misure in maniera tale che esista una matrice densità compatibile con le misure corrette. Il secondo problema è che le misure sono insufficienti per determinare in maniera univoca una matrice densità compatibile con esse. Per risolvere questo problema, abbiamo proposto un approccio a minima entropia relativa che "sceglie" come soluzione la matrice densità (compatibile con le misure) che minimizza l'entropia relativa con una matrice densità nota che rappresenta l'informazione a priori sul sistema.

Titolo definitivo della tesi: Generalized Moment Problems for Estimation of Spectral Densities and Quantum Channels

Supervisore: Augusto Ferrante.

Parte 3 Pubblicazioni

Elenco delle pubblicazioni su rivista internazionale:

- A. Ferrante, M. Pavon and M. Zorzi. "A maximum entropy enhancement for a family of high-resolution spectral estimators". IEEE Transactions on Automatic Control, vol.57, no.2, pp. 318-329, Feb.2012.
- M. Zorzi and A. Ferrante. "On the estimation of structured covariance matrices". Automatica, vol.48, no.9, pp.2145-2151, Sep.2012.

Elenco delle pubblicazioni su convegno internazionale:

- A. Ferrante, M. Pavon and M. Zorzi. "Application of a global inverse theorem of Byrnes and Lindquist to a multivariable moment problem with complexity constraint". In X. Hu, U. Jonsson, B. Wahlberg, and B. Ghosh, editors, Three Decades of Progress in Control Sciences, pages153-167. Springer-Verlag, Berlin, 2010.
- Corvaja, Capraro, Dall'Arche, Dalla Pozza, Gerlin, Tomaello, Zorzi, Assalini, Ferrante, Pierobon, Ticozzi, Vallone, and Villorosi. "Engineering a Long Distance Free-Space Quantum Channel". Isabel, Barcelona-Spain, 2011.
- A. Ferrante, M. Pavon and M. Zorzi. "Structured covariance estimation in high resolution spectral analysis". 20th International Symposium on Mathematical Theory of Networks and Systems, Melbourne, Jul.2012.
- M. Zorzi, F. Ticozzi and A. Ferrante. "Estimation of Quantum Channels: Identifiability and ML Methods". Accepted to the 51st IEEE Conference on Decision and Control, 2012.

Elenco delle pubblicazioni su rivista nazionale:

- Nessuna

Elenco delle pubblicazioni su convegno nazionale:

- Nessuna

Brevetti:

- Nessuno.

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

Pertanto il collegio lo ammette all'esame finale.

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

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

Negli anni accademici 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011 il dottor **Marco Maso** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIV ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Convenzione di CO-TUTELA di tesi tra l'Università di Padova e l'Ecole Supérieure d'électricité, Francia.

Il candidato dichiara quanto segue:

Didattica

• Corsi

- Applied Linear Algebra
- Computation of Game and Market Equilibria
- Codes, graphical models, distributed algorithms
- Statistical Methods
- Physical and statistical modeling of wireless channels (24 H, presso Supélec, Francia)
- Elements of optimization theory (12 H, presso Supélec, Francia)

• Seminari

- 7-8/09/2009 : NEWCOM++ Workshop Physical Layer Security, Padova c/o DEI 11
- 13/10/2010 : Workshop on Large Random Matrices and their Applications, presso Télécom-Paris Tech (Francia)
- 2009 → 2012 : Partecipazione a più di 20 seminari, presso Supélec, su tematiche relative alle comunicazioni wireless, con interventi di docenti/ricercatori di livello internazionale, la cui lista non è riportata nello specifico per esigenze di spazio.

• Scuole di Dottorato

- 22-26/06/2009 : Centro Internazionale Matematico Estivo: Mathematical Foundations of complex Networked Information Systems, Verres (AO)
- 29/06-3/07/2009 : Summer School of Information Engineering: Wireless Communications and Photonics, e Workshop on Emerging Topics, Bressanone (BZ)
- 04-07/05/2010 : NCSS2010: Newcom++ Spring School 2010 on Cognitive Wireless Communication Networks, Lucca
- 03-09/07/2010 : ITSS 2010: International Traveling Summer School on Microwaves and Lightwaves, Metz (Francia)

- 20-22/06/2011 : Spring-Summer School on Random matrices - Stochastic geometry - Compressed sensing, Paris (Francia)
- 12-15/07/2011 : Cognitive Wireless Communications Summer School, Fiesole
- 8-10/02/2012 : Winter School on Optimization methods for Telecommunication, Bell Labs Villarceaux (Francia)
- 16-20/04/2012 : 2012 European School of Information Theory, Antalya (Turchia)

• Partecipazione a Conferenze Internazionali

- 23/10/2009 : Gamecomm '09, 3rd ICST/ACM International Workshop on Game Theory in Communication Networks, Pisa
- 06/10/2010 : International Workshop on Communication Systems (IWCS) 2011, Hanoi (Vietnam)
- 18-20/10/2011 : World Research Forum (WWRF27), Düsseldorf (Germania)
- 1-4/04/2012 : IEEE WCNC '12, IEEE Wireless Communications and Networking Conference, Paris (Francia)
- 17-20/06/2012 : 13th IEEE International Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications (SPAWC), Çesme (Turchia)

• Didattica attiva

- Corso di 24 ore per studenti di laurea magistrale: Statistical Signal Processing for Communications, presso il Pôle Universitaire Français de Hanoi (PUF Han), 2011.
- Assistenza dalla didattica realizzata con 6 ore di lezione all'interno del corso per studenti di laurea magistrale: Physical and Statistical Modeling of Wireless Channels, Supélec, 2012.
- Guest lecture VFDM: a prototype of cognitive transceiver, presso Vietnam National University, Hanoi, Vietnam, 2011.

• Permanenza all'estero

- 30/03/2012 → 22/12/2012 : Periodo di mobilità nel contesto della convenzione di cotutela della tesi di dottorato sottoscritta tra Supélec e l'Università degli Studi di Padova. Lavori di ricerca effettuato presso L'Alcatel-Lucent Chair on Flexible Radio (Supélec, Francia), sotto la supervisione del Prof. Mérouane Debbah.
- 30/03/2011 → 22/12/2011 : Periodo di mobilità nel contesto della convenzione di cotutela della tesi di dottorato sottoscritta tra Supélec e l'Università degli Studi di Padova. Lavori di ricerca effettuato presso L'Alcatel-Lucent Chair on Flexible Radio (Supélec, Francia), sotto la supervisione del Prof. Mérouane Debbah.

Ricerca

Recenti studi nel campo delle comunicazioni wireless hanno evidenziato come l'attuale rete cellulare non abbia prestazioni sufficienti a soddisfare la sempre crescente richiesta di dati degli utenti. La mia ricerca, e di conseguenza la tesi, parte da questo assunto per proporre delle nuove soluzioni che permettano di incrementare la capacità dell'attuale rete cellulare. In particolare, ho considerato una rete cellulare costituita da due livelli, il primo rappresentato dalla classica rete basata su macro base-stations, il secondo da una nuova rete costituita da trasmettitori a corto raggio e a basso consumo energetico. Questa seconda classe di dispositivi, già presente sul mercato sotto il nome di femto-cells, è considerata dagli standard di nuova generazione (LTE, LTE-advanced) come uno strumento fondamentale per accrescere la capacità per area, nelle reti di nuova generazione. Altro nome comunemente adottato per questi dispositivi, e dall'accezione più generale, è small-cells. I recenti studi nel campo delle small-cells hanno messo in luce le problematiche più interessanti da risolvere nelle reti a due livelli: la gestione dell'interferenza tra celle, la coordinazione tra singoli trasmettitori e la possibilità di convivenza tra diversi sistemi che utilizzino la stessa banda in trasmissione. In questo contesto ho modellato il problema secondo il paradigma delle cognitive radio networks, strutturando le relazioni tra i due livelli in modo gerarchico. Nuovi schemi di trasmissione sono stati sviluppati per consentire a reti secondarie di small-cells di poter utilizzare la stessa banda utilizzata da pre-esistenti macro base-stations il cui schema di trasmissione a livello fisico è OFDM. In primo luogo il problema è stato affrontato per una singola small-cell presente nella area di copertura di una macro base-station. Successivamente, il modello è stato esteso ad una rete di small-cells arbitrariamente estesa. In condizioni di idealità (perfetta stima di canale e comunicazione tra le small-cells), si è mostrato come sia possibile per le small-cells una trasmissione che non generi interferenza verso la rete primaria, ma che al contempo serva utenti connessi alla rete secondaria a rate significativi. Lo studio delle performance di tale sistema è stato poi esteso a scenari realistici in cui le stime di canale sono imperfette, e la comunicazione tra small-cells è limitata o assente. Nel primo caso sono stati proposti algoritmi centralizzati che permettono notevoli incrementi della capacità per area. Nel secondo caso sono state studiate soluzioni distribuite per mostrare che, nonostante l'assenza di condizioni ideali, la capacità totale per area può essere aumentata grazie all'installazione di small-cells completamente autonome e non cooperanti, dotate unicamente di informazioni imperfette sull'ambiente circostante. È importante notare come le soluzioni proposte non richiedano necessariamente l'esistenza di buchi nello spettro (white spaces), periodi di assenza di comunicazione nella rete primaria (slots non allocati), cooperazione esplicita tra le due reti o presenza di dispositivi dotati di più antenne (MIMO). Questo rappresenta la più grande fonte di originalità del lavoro rispetto allo stato dell'arte riscontrabile nella letteratura sul tema. Infatti, gli studi effettuati in questa tesi sono stati caratterizzati da un'attenzione all'implementabilità delle soluzioni proposte. In particolare, i risultati relativi alle soluzioni distribuite mostrano che incrementi significativi, seppur sub-ottimi, di capacità per area nella classica rete macro-cellulare possono essere ottenuti senza richiedere alcuna modifica sostanziale alla rete stessa. Questo è possibile grazie ad uno sfruttamento intelligente delle risorse e

ridondanze naturalmente presenti nella trasmissione OFDM, schema di trasmissione a livello fisico alla base di molti tra i più recenti standard. Una particolare applicazione degli algoritmi proposti ha infine consentito di dimostrare come l'efficienza energetica di una trasmissione OFDM di una femto-cell possa essere aumentata considerevolmente, senza richiedere modifiche hardware. Questo risultato è reso possibile dalla costruzione di un segnale ibrido a livello fisico, in cui il classico segnale OFDM coesiste con un segnale secondario che apporta un incremento di efficienza spettrale, mantenendo costante la potenza in trasmissione. L'implementazione di un prototipo basato su software defined radio, per dimostrare la fattibilità della soluzione proposta, ha fornito risultati incoraggianti e concluso la ricerca.

La tesi dal titolo

Flexible Cognitive Small-cells for Next Generation Two-tiered Networks.

è stata svolta all'interno di un programma di co-tutela del dottorato di ricerca, con supervisor

- Prof. Lorenzo Vangelista (DEI).
- Prof. Mérouane Debbah (Supélec, Francia).

Pubblicazioni

- Pubblicazioni su rivista internazionale

(1) M. Maso, L. S. Cardoso, M. Debbah and L. Vangelista, Cognitive Orthogonal Precoder for Two-tiered Networks Deployment, to appear in IEEE Journal on Selected Areas in Communications: Cognitive Radio Series, March 2013.

(2) M. Maso, L. S. Cardoso, E. Bastug, L.-T. Nguyen, M. Debbah and O. Ozdemir, On the practical implementation of VFDM-based opportunistic systems: issues and challenges (INVITED PAPER), REV Journal on Electronics and Communications, Vol. 2, No. 1-2, January – June, 2012.

(3) M. Maso, M. Debbah and L. Vangelista, Cognitive Interference Alignment for Heterogeneous Two-tiered Self-organizing Networks, to appear in IEEE Transactions on Vehicular Technology, 2012.

(4) M. Maso, E. Bastug, L. S. Cardoso, M. Debbah and O. Ozdemir, Implementation of a Reconfigurable Cognitive Transceiver for Opportunistic Networks, submitted for publication to IEEE Journal on Selected Areas in Communications: Cognitive Radio

Series, 2012

• Pubblicazioni su convegno internazionale

(1) L. S. Cardoso, M. Maso, M. Kobayashi and M. Debbah, Orthogonal LTE two-tier Cellular Networks, IEEE International Conference on Communications (ICC 2011), Kyoto, Giappone.

(2) M. Maso, L. S. Cardoso, E. Bastug, M. Debbah and O. Ozdemir VFDMA: a prototype of cognitive transceiver, International Workshop on Communication Systems (IWCS) 2011, Hanoi, Vietnam.

(3) L. S. Cardoso, M. Maso, E. Bastug, M. Debbah and O. Ozdemir Prototype of Orthogonal Precoder-based Technique for Two-Tiered Cellular Networks, 27th World Wireless Research Forum (WWRF), Düsseldorf, Germania, 2011.

(4) M. Maso, L. S. Cardoso, M. Debbah and L. Vangelista, Channel Estimation Impact for LTE Small Cells based on MU-VFDMA, WCNC 2012, Paris, Francia.

(5) M. Maso, L. S. Cardoso, M. Debbah and L. Vangelista, Cognitive Interference Alignment for OFDMA two-tiered networks, SPAWC 2012, Çesme, Turchia.

(6) L. S. Cardoso, M. Maso and M. Debbah, A Green Approach to Femtocells Capacity Improvement by Recycling Wasted Resources, submitted for publication to WCNC 2013.

Il Collegio prende atto di quanto esposto e osserva che durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Marco Maso** 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.

Pertanto il collegio lo ammette all'esame finale.

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

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

Negli anni accademici 2008/2009, 2009/2010 e 2010/2011 il dottor **Scquizzato Michele** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXIV ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

Il candidato dichiara quanto segue:

Parte 1 Didattica

Corsi seguiti:

- *Computation of Game and Market Equilibria* (20 ore, 2009), Prof. B. Codenotti;
- *Applied Linear Algebra* (16 ore, 2009), Proff. T. Damm e H. Wimmer;
- *Codes, graphical models, distributed algorithms* (20 ore, 2009), Prof. F. Fagnani;
- *Statistical Methods* (24 ore, 2009), Prof. L. Finesso;
- *Algoritmi di approssimazione* (12 ore, 2010, dal catalogo della scuola di Matematica), Prof. G. Lancia.

Partecipazione a scuole nazionali per dottorandi:

- 31/08/2009--04/09/2009: *7th European Summer School in Information Retrieval* (ESSIR 2009), Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Università degli Studi di Padova. Sono inoltre stato membro dell'organizing committee della scuola.
- 12/09/2011--16/09/2011: *Summer School on Algorithms and Architectures for Computational Science and Engineering*, Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Università degli Studi di Padova.

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi:

- 7 Distinguished Lectures
- 12 Colloquia
- 14 altri seminari

elencati in dettaglio nelle tre relazioni annuali presentate alla Scuola di Dottorato.

Partecipazione a Conferenze Internazionali:

- 13--15/06/2010: *22nd ACM Symposium on Parallelism in Algorithms and Architectures*

(SPAA 2010), Santorini, Greece;

Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori):

Sono stato autorizzato (Verbale della riunione del Consiglio Direttivo della Scuola del

27/01/2009) a svolgere 8 ore di attività di Tutor Junior a conclusione dell'attività iniziata a ottobre 2008, per il corso di Fondamenti di Informatica, I Semestre, a.a. 2008/2009, Corsi di Laurea in Ingegneria, Area Informazione, titolare Prof. Marcello Dalpasso. Sono stato autorizzato (Verbale della riunione del Consiglio Direttivo della Scuola del 08/07/2009) a svolgere attività di Tutor Junior per l'a.a. 2009/2010, fornendo supporto per il corso di Calcolo Parallelo, II semestre, a.a. 2009/2010, corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica, titolare del corso Prof. Gianfranco Bilardi. Sono stato autorizzato a svolgere attività di Tutor Junior per l'a.a. 2011/2012.

Parte 2 Ricerca

La mia attività di ricerca affronta lo studio di problemi di ottimizzazione nel calcolo parallelo e gerarchico. Tema della mia tesi di dottorato sono le politiche di rimpiazzamento (*paging*) per gerarchie di memoria nell'ambito di sistemi complessi, in particolare per sistemi multithreaded/multicore; in questo contesto, in collaborazione col Prof. Enoch Peserico, ho formulato un nuovo modello teorico che considera esplicitamente lo scenario, di assoluta rilevanza pratica, in cui nel sistema di calcolo, dotato di una o più unità elaborative, sono in esecuzione più processi in contemporanea. L'obiettivo è quello di progettare e analizzare matematicamente algoritmi di *paging* che operano *online*, cioè che ricevono in input le sequenze di accessi alla memoria una parola alla volta, dovendo elaborarla prima di poter ricevere il resto dell'input. Questa naturale estensione della versione classica del problema, che prevede invece un singolo processore e un singolo processo, finora è stata scarsamente studiata dalla comunità teorica, oltretutto usando modelli di calcolo troppo lontani dalla realtà fisica.

I risultati da noi ottenuti consistono in una quasi completa caratterizzazione dal punto di vista computazionale del problema di ottimizzazione "offline", e nella dimostrazione di vari upper e lower bounds sul *competitive ratio* di algoritmi di rimpiazzamento online; in particolare, dimostriamo come i migliori algoritmi per il *paging* classico perdano la loro efficacia in questo nuovo modello, e presentiamo un nuovo, semplice algoritmo capace di raggiungere prestazioni ottime. Tutti questi risultati valgono in uno scenario worst-case, quello classico con cui si analizzano le prestazioni degli algoritmi. Tuttavia, è ben noto come le indicazioni fornite da queste analisi, in particolare per il problema del *paging*, non sempre rispecchiano le reali prestazioni degli algoritmi in pratica. Per questo motivi, stiamo analizzando nuovi algoritmi nel ben noto framework della *resource augmentation*, un framework di analisi di algoritmi online capace di distinguere bene quegli algoritmi che avranno buone prestazioni anche in pratica. Abbiamo dimostrato come la progettazione di algoritmi ottimi per la *resource augmentation* si riduce alla soluzione di una nuova variante della versione classica del problema del *paging*, che abbiamo chiamato *energy-efficient paging*, e che è di interesse del tutto indipendente. Qui, l'algoritmo deve processare una sequenza di richieste con l'obiettivo di minimizzare il costo energetico totale, assumendo che il mantenere in cache una pagina per un ciclo di clock richieda una unità di energia, e il servizio di una pagina non in cache comporta una

spesa energetica notevolmente maggiore. L'applicazione al problema originario e' chiara, visto che algoritmi per l'energy-efficient paging tendono a minimizzare l'uso dello spazio in cache, lasciandone cosi' ad altri thread o processi concorrenti. Per quest'ultimo problema abbiamo sviluppato algoritmi online con buoni competitive ratio, e soprattutto ricavato un algoritmo con prestazioni ottime nel framework della resource augmentation.

Un'altra linea di ricerca, portata avanti fin dal primo anno di dottorato in collaborazione coi Prof. Bilardi, Pietracaprina, Pucci, e con l'assegnista Francesco Silvestri, consiste nello studio di algoritmi paralleli efficienti all'interno del framework per la *network-obliviousness*, un insieme di modelli di calcolo con cui si vuole studiare il problema dell'ottimizzare automatica delle comunicazioni di algoritmi paralleli. Qui ho contribuito ad una caratterizzazione del problema computazionale delle simulazioni di *mesh*, alla revisione del framework di calcolo originario, alla sua estensione e ad evidenziarne i limiti intrinseci. L'articolo finale, una versione completamente rivista e ampliata di un precedente lavoro presentato ad una conferenza, sta per essere sottomesso in queste settimane alla prestigiosa rivista *SIAM Journal on Computing*. Inoltre, all'interno di questa linea di ricerca, ho approfondito lo studio di *lower bound* per la complessita' delle comunicazioni nel calcolo parallelo e gerarchico, con un occhio particolare all'analisi delle tecniche di dimostrazione impiegate, proponendo una nuova tecnica di dimostrazione e producendo alcuni nuovi lower bound per problemi computazionali rilevanti, tra cui l'esecuzione dell'algoritmo FFT, su diversi modelli di calcolo parallelo.

Infine, durante il primo anno di dottorato ho studiato, assieme ai colleghi Paolo Bertasi, Alberto Pettarin e Francesco Silvestri, un problema di job scheduling dinamico nell'ambito di un sistema di desktop grid computing. Abbiamo proposto e validato sperimentalmente una politica di load balancing basata su un approccio in cui lo schedulatore di job, basandosi esclusivamente sulle caratteristiche dei job da distribuire, delle macchine presenti nel sistema e del loro carico, cerca di mantenere il piu' possibile bilanciati i carichi delle varie macchine, anziche' semplicemente assegnare in maniera greedy ciascun job alla macchina che meglio si adatta (dal punto di vista statico) alle esigenze del job.

Titolo definitivo della tesi: Paging on Complex Architectures
Supervisore: Prof. Gianfranco Bilardi

Parte 3 Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale:

1. Gianfranco Bilardi, Michele Scquizzato, and Francesco Silvestri, A Lower Bound Technique for Communication on BSP with Application to the FFT, In *Proc. of the 18th International European Conference on Parallel and Distributed Computing (Euro-Par 2012)*, LNCS vol. 7484, pp. 676-687

2. Paolo Bertasi, Alberto Pettarin, Michele Scquizzato, and Francesco Silvestri, A Novel Resource-Driven Job Allocation Scheme for Desktop Grid Environments, In *Proc. of the 5th Symposium on Trustworthy Global Computing (TGC 2010)*, LNCS vol. 6084, pp. 268-283

Il Collegio prende atto di quanto esposto e osserva che durante i tre anni della Scuola di Dottorato il dott. **Scquizzato Michele** 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.

Pertanto il collegio lo ammette all'esame finale.

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

9. Programmazione didattica 2013

Il Direttore illustra al collegio il calendario dei corsi per l'anno 2013. Il calendario, organizzato dal Prof. Augusto Ferrante, è composto di 15 corsi per gli studenti della Scuola che ricoprono tutte le aree di interesse (Allegato 9.1).

I dottorandi possono inoltre scegliere corsi dal Catalogo 2013 della Scuola di Dottorato di Ricerca in Scienze Matematiche. Tali corsi verranno resi noti ai dottorandi quanto prima.

Fatte salve le istanze di revisione espresse e il mandato al Direttore e al Consiglio Direttivo ad applicare eventuali correzioni, il Collegio approva la programmazione didattica 2013.

Ai dottorandi verrà richiesto di completare gli studi acquisendo almeno 20 crediti (un credito attribuito in proporzione a quattro ore di lezione) totali scegliendo corsi dal catalogo della scuola che comprendano almeno uno tra i seguenti corsi:

- Applied functional analysis
- Applied linear algebra
- Statistical methods

Il Collegio, dopo discussione, approva.

10. Richiesta di patrocinio per la Scuola estiva di Ingegneria dell'Informazione per l'anno 2013.

Il Direttore Matteo Bertocco introduce la richiesta dei Proff. Gaudenzio Meneghesso e Silvano Pupolin. Nell'ambito della Scuola di Dottorato in Ingegneria dell'Informazione sarà organizzata, nel periodo 1-5 luglio 2013, una settimana di incontri strutturati come Scuola Estiva a Bressanone, presso la sede dell'Università di Padova.

I Proff. Meneghesso e Pupolin chiedono che la Scuola di Dottorato in Ingegneria dell'Informazione accordi il proprio patrocinio.

Il Direttore ricorda che negli anni precedenti il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione e l'Università di Padova hanno concesso il loro patrocinio a questa iniziativa.

Il Direttore illustra di seguito le possibili tematiche della Scuola Estiva:

TOPIC1 : Building Automation o Domotica

- Home security
- Elder people helps
- Home controls & automation
- Remote home control
- Autonomus buildings (power generation, storing and distribution)

TOPIC2: Sensors and sensors networks

- Sensors technology
- Sensor networks and communications
- Sensor operation
- Sensors applications (Automotive, Buildings, Homeland security)

Il Collegio prende atto, sostiene l'iniziativa, invita i colleghi a rendersi parte attiva.

Il Segretario

Il Direttore della Scuola