

c/o Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione  
via Gradenigo, 6/B  
35131 Padova, Italy  
Scuola.dottorato@dei.unipd.it  
[www.dei.unipd.it/dottorato](http://www.dei.unipd.it/dottorato)

# COLLEGIO DEI DOCENTI

Verbale della riunione del Collegio dei docenti della Scuola di dottorato di ricerca in Ingegneria dell'Informazione del 8 giugno 2016 ore 14.30.

La riunione, convocata con posta elettronica del 1 giugno 2016, si è tenuta nell'Aula Magna "Antonio Lepschy" DEI/A, Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione.

**Presenti:**

Matteo Bertocco, Andrea Bevilacqua, Ruggero Carli, Sergio Canazza Targon, Angelo Cenedese, Andrea Cester, Matteo Comin, Luca Corradini, Carlo Ferrari, Andrea Gerosa, Emanuele Menegatti, Piergiorgio Nicolosi, Enrico Pagello, Luca Palmieri, Maria Silvia Pini, Silvano Pupolin, Michele Rossi, Alfredo Ruggeri, Marco Santagiustina, Luca, Schenato, Giovanni Sparacino, Giorgio Spiazzi, Stefano Tomain, Maria Elena Valcher, Paolo Villoresi, Michele Zorzi.

Dottorandi: Nicoletta Bof, Marco Centenaro, Maria Maistro, Alessandro Palombit.

**Assenti giustificati:**

Federico Avanzini, Barbara Di Camillo, Augusto Ferrante, Gaudenzio Meneghesso, Alessandro Paccagnella, Paolo Tenti, Sandro Zampieri.

Dottorandi: --

**Assenti:**

Leonardo Badia, Nevio Benvenuto, Alessandra Bertoldo, Alessandro Chiuso, Claudio Cobelli, Chiara Dalla Man, Matteo Fischetti, Andrea Galtarossa, Enrico Grisan, Carmen Losasso, Andrea Neviani, Morten Gram Pedersen, Gianluigi Pillonetto, Gianna Toffolo, Stefano Vassanelli, Andrea Zanella, Enrico Zanoni.

Dottorandi: Alessandro Biason, Marco La Grassa, Ilaria Mazzonetto.

Presiede la seduta il Direttore della Scuola Prof. Matteo Bertocco, svolge le funzioni di segretario il Prof. Giovanni Sparacino.

Le deliberazioni prese in questa riunione vengono approvate seduta stante.

### **Ordine del giorno**

1. Approvazione verbale seduta del 4 aprile 2016
2. Comunicazioni
3. Progettazione del corso di dottorato
4. Valutazione dell'attività svolta dai dottorandi Daberdaku Sebastian, Mandanici Marcellina, Tosello Elisa, 28<sup>a</sup> ciclo, indirizzo in Scienza e tecnologia dell'Informazione, in proroga (6 mesi): ammissione all'esame finale
5. Proposta al rettore della commissione per l'esame finale per i dottorandi Daberdaku Sebastian, Mandanici Marcellina, Tosello Elisa Commissioni esame finale 28<sup>a</sup> ciclo

## 6. Pratiche studenti

1. Approvazione verbale della seduta del 4 aprile 2016  
Verbale riguardante il collegio del corso di dottorato.

## 2 . Comunicazioni

### Pratiche studenti

Il Coordinatore ha approvato la seguente richiesta di autorizzazione:

#### *Attività lavorativa*

dott.ssa Alessia TAGLIAVINI, 28<sup>a</sup> ciclo, Bioingegneria, da 01-12-2015 a 01-02-2016 presso Gate Italy, Padova, per un impegno settimanale di 12 ore, laboratori matematici per bambini con elevato QI.

3. Progettazione del corso di dottorato  
Nulla da deliberare.

4. Valutazione dell'attività svolta dai dottorandi Daberdaku Sebastian, Mandanici Marcellina, Tosello, 28<sup>a</sup> ciclo, indirizzo in Scienza e Tecnologia dell'Informazione, in proroga (6 mesi): ammissione all'esame finale.

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

Illustra al collegio il risultato della valutazione condotta dalla commissione sulla base della bozza della tesi e della presentazione dell'attività triennale svolta.

Sulla base della valutazione della Commissione (All. 4.1, 4.2 e 4.3), il Collegio propone all'unanimità l'ammissione all'esame finale gli studenti Daberdaku Sebastian, Mandanici Marcellina, Tosello Elisa, e predispone la loro presentazione come di seguito riportata.

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

Negli anni accademici 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015 il dott. **Daberdaku Sebastian** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXVIII ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

**Il candidato dichiara quanto segue:**

COGNOME e NOME: Daberdaku Sebastian

Ciclo: 28°

Indirizzo: Scienza e Tecnologia dell'Informazione

### Parte 1 Didattica

Corsi seguiti

Nome Corso	Ore	Stato
Applied Linear Algebra	16	Superato – 29/30
Real-Time Systems and applications	20	Superato – 28/30
Distributed computer platforms	20	Superato – 30/30
Statistical Methods	24	Superato – A+
Advanced Topics in Computational Biology	20	Frequentato

Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

- Unifying logic and probability: A “New Dawn” for Artificial Intelligence? – Stuart Russell – Padova – 12 febbraio 2013, Dipartimento di Matematica, Padova
- Brain-Machine Hybrid System: Investigation of Algorithms in a Silkworm Moth - Daisuke Kurabayashi – 18 febbraio 2014, DEI, Padova
- La Proprietà Intellettuale – Ing. M. Citron – 5 giugno 2013, DEI, Padova
- Workshop: High Performance Scientific Computing – Strategic Research Project AACSE – Algorithms and Architectures for Computational Science and Engineering – 19 settembre 2013, DEI, Padova
- Models and Algorithms to Find Driver Pathways in Cancer – Fabio Vandin – 09 ottobre 2013, DEI, Padova
- Systems, Security, and Privacy Issues in Mobile Networking – Prof. Alessandro Mei – 26 febbraio 2014, DEI, Padova
- Biological Network Analysis – Simona Rombo – 11 marzo 2014, DEI, Padova
- Programming Distributed Machine Learning Applications/Frameworks – Prof. Vijay Saraswat – 03 giugno 2014, DEI, Padova
- Multiobjective Clustering with SVM Based Ensembling for Analysis of Gene Expression Data – Prof. Ujjwal Maulik – 16 luglio 2014, DEI, Padova
- 3D Shape matching by bag-of-feature descriptors – Umberto Castellani – 30 ottobre 2014, Dipartimento di Matematica, Padova

- Calcolare e Ragionare – Claudio Sossai – 15 gennaio 2015, DEI, Padova
- Deep architectures and deep learning in chemoinformatics: the prediction of properties and activities of drug-like molecules – Gianluca Pollastri – 29 aprile 2015, DEI, Padova
- Do brains compute? – Rodolphe Sepulchre – 18 giugno 2015, DEI, Padova
- BIOINFOGEN: Bioinformatics for personal genomics Sequenziamento genomico: dalla ricerca di base allo sviluppo di strumenti applicabili alla pratica clinica – 29 giugno 2015, Policlinico Universitario, Padova
- Workshop: Postdoctoral Research in Informatics at the Department of Information Engineering of the University of Padova – 08 luglio 2015, Centro congressi “A. Luciani”, Padova
- Hybrid Approaches for Synchrony and Memory for Parallel Graph Algorithms – Nancy Amato – 17 luglio 2015, DEI, Padova
- Bitcoin, an attempt at a separation of money and state – Pratap Pattnaik – 25 settembre 2015, DEI, Padova
- Workshop: strategie per la partecipazione ai programmi di finanziamento comunitari: l'esperienza degli ERC – 22 gennaio 2016, DEI, Padova

#### Partecipazione a Conferenze Nazionali

- BioInfoVen2013: 1° Convegno sulla Bioinformatica in Veneto, 17 ottobre 2013, Venezia (IT)

#### Partecipazione a Conferenze Internazionali

- PBio 2015: Third International Workshop on Parallelism in Bioinformatics (parte di IEEE ISPA-15), 20-22 agosto 2015, Helsinki (FI)
- CIBB 2015: Twelfth International Meeting on Computational Intelligence Methods for Bioinformatics and Biostatistics, 10-12 settembre 2015, CNR Research Area, Napoli (IT)

#### Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

##### A.A. 2013/2014

###### - Assistenza in laboratorio

- Programmazione di Sistemi Embedded, titolare Prof. Carlo Fantozzi  
Corso di Laurea triennale in Ingegneria Informatica

###### - Tutor Junior

- Probabilità e Statistica, titolare Prof. David Barbato  
Corso di Laurea triennale in Matematica

##### A.A. 2014/2015

###### - Assistenza in laboratorio

- Programmazione di Sistemi Embedded, titolare Prof. Carlo Fantozzi  
Corso di Laurea triennale e magistrale in Ingegneria Informatica

###### - Tutor Junior

- Probabilità e Statistica, titolare Prof. David Barbato  
Corso di Laurea triennale in Matematica

##### A.A. 2015/2016

###### - Didattica di supporto

- Fondamenti di Analisi Matematica e Probabilità, titolare Prof. Carlo Mariconda

Corso di Laurea triennale in Ingegneria Biomedica

## Parte 2 Ricerca

L'obiettivo dell'attività scientifica e di ricerca è stato quello di studiare e proporre un modello per integrare in modo efficace ed efficiente la valutazione della complementarità geometrica con quella elettrostatica nel problema del protein-protein docking. Le proteine (una o più catene complesse formate per concatenazione di aminoacidi) svolgono il loro ruolo biologico mediante legami altamente selettivi con altre biomolecole. Questi legami si formano grazie a più interazioni deboli simultanee: la complementarità geometrica delle superfici delle molecole interagenti è una condizione indispensabile per abilitare e mantenere tali interazioni. Tale questione è particolarmente rilevante nell'ambito del protein-protein docking, in cui si vuole predire *in silico* la struttura tridimensionale dei complessi formati da due o più proteine, determinando le pose che sono proprie negli organismi viventi e che potranno essere successivamente verificate *in vitro* o *in vivo*. È stato dimostrato sperimentalmente che l'analisi della sola complementarità geometrica non è sufficiente per ottenere predizioni di legame accurate [1], dato che sono molteplici i fattori fisico-chimici, come i potenziali di Coulomb, le forze di van der Waals e l'idrofobicità, che impattano nella determinazione delle predizioni delle pose di legame, confermando o invalidando soluzioni ottenute dal processo di puro docking geometrico [2]. Le metodologie dove il protein-protein docking viene risolto proponendo un mero postprocessing sulle pose candidate e determinate dall'analisi della sola complementarità geometrica, non appaiono adeguate sia in termini di efficienza globale del processo sia in termini di accuratezza. Riguardo quest'ultimo punto è necessario inoltre osservare che gli attuali algoritmi per il docking si basano su di una rappresentazione approssimata e non esatta delle superfici delle proteine, introducendo quindi degli artefatti che possono alterare la correttezza delle predizioni soprattutto in termini di aumento delle pose candidate (generando quindi una molteplicità di falsi-positivi che devono essere successivamente decimati).

Ai fini di predisporre metodi efficienti e corretti per il protein-protein docking appare necessario utilizzare una rappresentazione unica che integri informazioni geometriche, topologiche e chimico fisiche. È stato quindi progettato ed implementato un nuovo tipo di descrittore di superficie che, oltre alla complementarità geometrica, tiene conto della distribuzione di carica elettrostatica sulla superficie molecolare al fine di migliorarne la capacità predittiva, e quindi è in grado di analizzare simultaneamente sia la complementarità geometrica sia quella elettrostatica delle superfici proteiche. Il descrittore di superficie introdotto utilizza i momenti 3D di Zernike (la cui derivazione matematica è descritta in [3], mentre in [4] viene introdotto l'algoritmo per il loro calcolo) i quali permettono di rappresentare superfici 3D in modo compatto ed invariante alla rotazione e alla traslazione. Precedenti studi hanno dimostrato che i momenti 3D di Zernike possono essere utilizzati per valutare efficientemente la similarità globale [5, 6] e locale [7] delle superfici proteiche e delle relative proprietà fisico-chimiche [8]. Localmente la similarità geometrica tra due porzioni di superficie proteica può essere utilizzata per misurare la complementarità di forma. Lo stesso non vale per quanto riguarda la distribuzione di carica elettrostatica. La complementarità elettrostatica è più complessa da rilevare e i metodi introdotti nel passato non sono adatti a tale scopo poiché una certa carica deve essere messa in corrispondenza con un'altra carica di segno opposto, ma non necessariamente dello stesso valore. Il metodo proposto supera questa limitazione nel modo seguente. Per una data superficie, le cariche di segno opposto vengono considerate distintamente. Da un'unica funzione di distribuzione di carica si ottengono quindi una funzione di distribuzione per la carica positiva e una per quella negativa, ed entrambe vengono normalizzate. La

valutazione della complementarità avviene tramite il confronto di descrittori di distribuzioni di carica di segno opposto.

Il descrittore proposto utilizza una rappresentazione discreta a voxel della superficie di Connolly [9] della proteina nelle quale sono simultaneamente mappati i corrispettivi potenziali elettrostatici. Le rappresentazioni delle superfici molecolari basate sui voxel hanno ricevuto un notevole interesse in molte applicazioni di bioinformatica e biologia computazionale poiché costituiscono un metodo efficace per rappresentare congiuntamente le proprietà geometriche e fisico-chimiche di proteine ed altre biomolecole, potendo associare ad ogni voxel informazioni ausiliare nella forma di dati satellite. Inoltre la griglia spaziale di riferimento può essere definita a diverse risoluzioni, abilitando quindi un meccanismo di controllo sulla precisione richiesta nella rappresentazione congiuntamente alla possibilità di mantenere più rappresentazioni correlate, a diversi gradi di approssimazione.

Per il calcolo veloce di tale rappresentazione (per una proteina) è stato proposto e realizzato un algoritmo specifico per il calcolo delle superfici voxelizzate di macromolecole a risoluzioni arbitrarie, a partire dalla struttura tridimensionale derivata sperimentalmente (NMR e diffrazione a raggi X).

Questo algoritmo ha costituito il nucleo di VoxSurf (Voxelized Surface calculation program), strumento in grado di produrre rappresentazioni discrete ad altissime risoluzioni di molecole a partire dalle informazioni tridimensionale contenute nei corrispondenti file PDB. Utilizzando delle strutture dati molto compatte per la rappresentazione delle griglie 3D ed implementando una strategia di divisione spaziale, VoxSurf è in grado di calcolare le tre principali superfici molecolari (van der Waals [10], superficie Accessibile al Solvente [11], superficie di Connolly) a risoluzioni molto alte con un moderato utilizzo di memoria. Il calcolo efficiente della superficie di Connolly si basa sulla Trasformata di Distanza Euclidea (EDT) [12]. Inoltre, per ridurre i tempi di calcolo senza inficiare l'accuratezza della rappresentazione, è stato introdotto un algoritmo parallelo per il calcolo delle superfici molecolari voxelizzate basato su di una procedura di slicing spaziale. La molecola viene divisa in un numero di parti pari al numero di processori, e la superficie viene calcolata in parallelo per ciascuna di esse. La divisione viene eseguita con piani perpendicolari all'asse delle ascisse del sistema di coordinate cartesiano di riferimento. Il calcolo della superficie per ciascuna parte viene eseguita in modo indipendente dalle altre, poiché viene introdotto un margine di sovrapposizione tra slice adiacenti pari al raggio della sfera-sonda dell'acqua che garantisce la correttezza del calcolo della EDT. Eventuali comunicazioni tra processi si rendono necessarie solamente durante le procedure di rilevazione ed estrazione delle tasche le quali permettono di identificare correttamente tasche che spaziano tra due o più slice della stessa molecola. La sperimentazione per la validazione dell'algoritmo parallelo (implementato in MPI) è stata svolta sul server IBM Power P770 del Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione.

Successivamente sono stati consolidati diversi aspetti della metodologia per il calcolo delle superfici molecolari voxelizzate. È stata introdotta la possibilità di normalizzare la posa iniziale delle molecole prima di calcolarne la superficie, in modo che le loro componenti principali coincidano con gli assi coordinati. La voxelizzazione degli atomi avviene tramite un adattamento dell'algoritmo della linea di Bresenham [13]. L'estrazione dei voxel di superficie viene eseguita tramite un algoritmo efficiente di riempimento spaziale (flood filling) [14]. Sono supportati quattro tipi diversi di output per la superficie calcolata: Point Cloud Data [15], OpenDX [16], Visualization Toolkit Structured Points e Visualization Toolkit PolyData [17]. È stato inoltre sviluppato un nuovo algoritmo parallelo per il calcolo delle superfici molecolari voxelizzate che non necessita di margini sovrapposti e presenta una distribuzione del carico di lavoro più equa rispetto al precedente. Grazie all'introduzione di un nuovo algoritmo a più stadi per il calcolo della EDT, le sincronizzazioni e le

comunicazioni tra processi durante il calcolo della superficie di Connolly sono minime. Ad ogni iterazione, i valori di distanza vengono dapprima calcolati indipendentemente per ciascuna slice, dopodiché soltanto una piccola porzione dell'informazione dei bordi di ciascuna slice viene scambiata con le adiacenti. È necessaria poca comunicazione anche durante la procedura di rilevamento delle tasche, dove l'algoritmo distingue le porzioni di superficie che appartengono a tasche accessibili al solvente da cavità interne alla molecola che sono escluse al solvente esterno. Anche le prestazioni del nuovo metodo parallelo proposto sono state validate sperimentalmente sul server IBM Power P770 del Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, dimostrandone la superiorità rispetto al precedente sia in termini di speedup/rendimento che di equa distribuzione del carico di lavoro tra processi.

L'approccio proposto è stato infine utilizzato nella costruzione di una metodologia generale per il docking proteina-proteina, basata sulla valutazione della complementarità locale. A tal fine il contorno esterno delle due strutture proteiche candidate viene suddiviso in "patch" circolari: tutte le coppie di patch sono poi valutate in termini di complementarità e viene prodotta una classifica unica. A fini di validazione sono stati considerati complessi proteici presenti nel Protein-Protein Docking Benchmark Version 4.0 [18]. La metodologia introdotta ha permesso di evidenziare come i valori di complementarità calcolati tramite il descrittore proposto pongano le patch relative a siti di legame nelle porzione alta della classifica globale. Inoltre il nuovo descrittore presenta una migliore selettività delle coppie di patch che appartengono all'interfaccia di legame dei complessi proteina-proteina rispetto al descrittore che tiene conto della sola complementarità geometrica. Nei test svolti, le coppie di patch appartenenti all'interfaccia del complesso proteico hanno una posizione migliore nel ranking globale ottenuto col nuovo descrittore rispetto alla posizione nel ranking ottenuto dal descrittore di sola complementarità geometrica.

È stato verificato sperimentalmente che il descrittore integrato proposto è in grado di individuare la complementarità di forma e di distribuzione di carica elettrostatica dei siti di legame per i complessi proteina-proteina, attraverso un efficiente confronto di patch circolari di superfici proteiche, diminuendo sensibilmente i candidati falsi positivi che si ottengono utilizzando un descrittore puramente geometrico.

#### **Riferimenti bibliografici**

1. D. W. Ritchie, "Recent progress and future directions in protein-protein docking," *Current Protein and Peptide Science*, vol. 9, no. 1, pp. 1–15, 2008.
2. A. Axenopoulos, P. Daras, G. E. Papadopoulos, and E. Houstis, "SP-Dock: Protein-protein docking using shape and physicochemical complementarity," *IEEE/ACM Trans. Comput. Biol. Bioinformatics*, vol. 10, no. 1, pp. 135–150, Jan. 2013.
3. Canterakis N (1999) 3D Zernike moments and Zernike affine invariants for 3D image analysis and recognition. In 11th Scandinavian Conf. On Image Analysis, pp. 85–93.
4. Novotni M and Klein R (2003) 3D Zernike descriptors for content based shape retrieval. In Proceedings of the Eighth ACM Symposium on Solid Modeling and Applications, ser. SM '03. New York, NY, USA: ACM, pp. 216–225.
5. Grandison S, Roberts C and Morris RJ (2009) The Application of 3D Zernike Moments for the Description of "Model-Free" Molecular Structure, Functional Motion, and Structural Reliability. *J Comput Biol* 16(3): 487–500. DOI:10.1089/cmb.2008.0083.
6. Sael L, Li B, La D, Fang Y, Ramani K, Rustamov R and Kihara D (2008) Fast protein tertiary structure retrieval based on global surface shape similarity. *Proteins Struct Funct Bioinf* 72(4): 1259–1273. DOI:10.1002/prot.22030.
7. Sael L, Kihara D (2010) Characterization and classification of local protein surfaces using self-organizing map. *Computational Knowledge Discovery for Bioinformatics Research*, p. 49, 2012.

8. Sael L, La D, Li B, Rustamov R and Kihara D (2008) Rapid comparison of properties on protein surface. *Proteins* 73(1):1–10. DOI:10.1002/prot.22141
9. Michael L. Connolly. Analytical molecular surface calculation. *J. Appl. Crystallogr.*, 16(5):548–558, Oct 1983.
10. David C. Whitley. Van der Waals surface graphs and molecular shape. *J. Math. Chem.*, 23(3-4):377–397, 1998.
11. B. Lee and F.M. Richards. The interpretation of protein structures: Estimation of static accessibility. *J. Mol. Biol.*, 55(3):379 – IN4, 1971.
12. Olivier Cuisenaire. Region growing Euclidean Distance Transforms. In Alberto Bimbo, editor, *Image Analysis and Processing*, volume 1310 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 263–270. Springer Berlin Heidelberg, 1997.
13. Bresenham J (1965) Algorithm for computer control of a digital plotter. *IBM Syst J* 4(1): 25–30. DOI:10.1147/sj.41.0025.
14. Yu WW, He F and Xi P (2010) A rapid 3D seed-filling algorithm based on scan slice. *Comput Graph* 34(4): 449 – 459. DOI: 10.1016/j.cag.2010.05.005. *Procedural Methods in Computer Graphics Illustrative Visualization*.
15. The PCD (Point Cloud Data) file format. Online: <http://goo.gl/hRJLPZ>
16. The OpenDX file format. Online: <http://www.opendx.org/>
17. Bruckner S. Data Structures in the Visualization Toolkit
18. Hwang H, Vreven T, Janin J, Weng Z (2010) Protein-Protein Docking Benchmark version 4.0, *Proteins: Structure, Function, and Bioinformatics*, vol. 78, no. 15, pp. 3111–3114.

Titolo definitivo della tesi: **Protein contour modelling and computation for complementarity detection and docking.**

Supervisore: **Prof. Carlo Ferrari**

### Parte 3 Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale

- Daberdaku S, Ferrari C (2016). Computing voxelized representations of macromolecular surfaces: a parallel approach. To appear in: *International Journal of High Performance Computing Applications (IJHPCA)*, SAGE.

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale

- Daberdaku S, Ferrari C (2015). A voxel-based tool for protein surface representation. In: *Computational Intelligence Methods for Bioinformatics and Biostatistics*. p. 96-101, ISBN: 9788890643798, Naples (Italy), 10-12 September, 2015
- Daberdaku S, Ferrari C (2015). Parallel computation of voxelized macromolecular surfaces by spatial slicing. In: *The 13th IEEE International Symposium on Parallel and Distributed Processing with Applications (IEEE ISPA-15)*. p. 184-189, Helsinki (Finland), 20-22 August, 2015, DOI: 10.1109/Trustcom-BigDataSe-ISPA.2015.630
- Daberdaku S, Ferrari C (2015). VoxSurf: A Voxelized Macromolecular Surface Calculation Program. In: *Proceedings of The 2015 International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications PDPTA'15*. vol. 2, p. 635-641, ISBN: 1-60132-401-4, Las Vegas, Nevada, USA, 27-30 July, 2015

Lavori sottomessi per pubblicazione su riviste e convegni

- Daberdaku S, Ferrari C. Computing fine-grained discrete representations of protein surfaces. Sottomesso a: *Lecture Notes in Bioinformatics (LNBI)*, Springer.

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

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

Negli anni accademici 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015 il dott. **Mandanici Marcellina** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXVIII ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

**Il candidato dichiara quanto segue:**

#### Parte 1 Didattica

Corsi seguiti:

##### **Distributed Computer Platforms**

Prof. Massimo Maresca

*Esame finale: Distributed Interactive Applications. A case study; distributed musical performance.*

*19 marzo 2013*

##### **Real time Systems and Applications**

Prof. Gabriele Manduchi

*Esame finale: Scheduling in Multimedia Systems.*

*14 maggio 2013*

##### **Statistical Methods**

Prof. Lorenzo Finesso

*Studies and exercises on Markov Chains – Final Homework*

*1 agosto 2013*

##### **Online Algorithms and Competitive Analysis**

Prof. Enoch Peserico

*Rule's Constraint and Computational Space in a Two Parts Algorithmically Generated Counterpoint.*

*Marcella Mandanici and Mattia Samory final report*

*26 novembre 2013*

##### **Corso di Inglese Accademico per Dottorandi**

Centro Linguistico di Ateneo

Padova, Gennaio/Febbraio 2014

Partecipazione a Conferenze Nazionali:

##### **Conoscere l'armonia tonale nell'ambiente interattivo "Harmonic Walk"**

XX CIM - Conservatorio S. Cecilia, Roma 22 Ottobre 2014

**AI Learn: un ambiente multimodale interattivo per l'apprendimento**

Convegno "Ambienti digitali: dalla didattica ai fondi PON"  
ISIS "A. Malignani" - Udine, 19 Novembre 2015

Partecipazione a Conferenze Internazionali:

2nd AIUCD Conference  
Padova, 11 e 12 Dicembre 2013

"9th International Conference of Persuasive Technology"  
Padova, Maggio 2014

**The "Hand Composer" Gesture-Driven Music Composition Machines**

Marcella Mandanici e Sergio Canazza  
Post-Conference Workshop NRF-IAS-2014  
Venezia 19 Luglio 2014

**The "Harmonic Walk": an interactive educational environment to discover musical chords**

Marcella Mandanici, Antonio Rodà e Sergio Canazza  
Joint International Computer Music Conference and Sound and Music Computing - Atene, 17 Settembre 2014

**The Counterpoint Game: rules, constraints and computational spaces.**

Mattia Samory, Marcella Mandanici, Sergio Canazza e Enoch Peserico  
Joint International Computer Music Conference and Sound and Music Computing - Atene, 17 Settembre 2014

**A Conceptual Framework for Motion-based Music Applications**

Sonic Interactions in Virtual Environments (SIVE '15)  
IEEE 2nd Virtual Reality  
Arles, 23 Marzo 2015

**Interactive Spaces: Models and Algorithms for Reality-based Music Applications**

Doctoral Symposium ACM Interactive Tabletop and Surfaces Conference  
Funchal, 15 Novembre 2015

**Listen, Move, Learn: full body interactions in a music learning floor camera space**

MET16 - Music, Education, Technology Conference  
Londra, 14 Marzo 2016

Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori):

**“La Polifonia Ligetiana come Modello di Composizione Algoritmica”**

*Masterclass Conservatori di Brescia e Darfo.  
Febbraio 2013*

Correlatore di Tesi di Laurea Triennale in Ingegneria  
dell'Informazione

**Interactive Soundscapes: Progettazione di uno spazio fisico  
aumentato mediante sonorizzazione dinamica.**

laureando: Matteo Lionello

relatore: Sergio Canazza

correlatore: Marcella Mandanici

data della discussione: 24 novembre 2015

## Parte 2 Ricerca

### Descrizione dell'attività di ricerca durante il dottorato:

Il tema di ricerca del mio dottorato ha preso le mosse dalla mia tesi di Biennio di Musica Elettronica dal titolo “Disembodied Voices” (Conservatorio di Como, Marzo 2012). La tesi descrive un ambiente interattivo finalizzato all'esecuzione e all'interpretazione di una partitura su base gestuale. Il sensore di movimento Kinect posto davanti all'esecutore fornisce al computer la posizione delle due mani nello spazio tridimensionale. Il software interpreta i dati gestuali attivando una serie di algoritmi compositivi che producono suoni vocali campionati ed elaborati in tempo reale attraverso l'interazione espressiva dipendente dai gesti del direttore.

#### **a) Studi preliminari**

Le attività preliminari alla vera e propria attività di ricerca del mio dottorato hanno riguardato lo studio dell'applicazione *Zone Tracker*, alla base dell'ambiente interattivo *aiLEARN* sviluppato presso il CSC. Inoltre, l'ipotesi di poter progettare applicazioni che avrebbero potuto sfruttare l'analogia fra spazio bidimensionale e spazio armonico, ha richiesto un approfondimento dello studio sulla teoria e sulla rappresentazione dell'armonia.

**b) Progettazione di applicazioni per spazi interattivi**

Si tratta di quattro applicazioni che costituiscono il contributo originale dei miei studi di dottorato.

- 1) *Harmonic Walk* è un ambiente interattivo progettato per l'apprendimento e la pratica dell'armonia tonale che offre all'utente la possibilità di camminare fisicamente all'interno della struttura armonica, ottenendo un diverso accordo in funzione della zona occupata.
- 2) *Hand Composer* è un sistema di composizione algoritmica basato sull'interazione gestuale che unisce il dominio dell'astrazione tipico della composizione con la concreta fisicità dei gesti, creando algoritmi compositivi in grado di essere influenzati da dati provenienti da gesti della mano. Il software produce un flusso di dati MIDI per il controllo di un pianoforte sensorizzato (Disklavier). I dati di movimento delle mani sono tracciati tramite il sensore LeapMotion.
- 3) *Jazz Improvisation* consente all'utente di camminare su una superficie suddivisa in varie zone corrispondenti a vari frammenti musicali appartenenti ad un'unica composizione. Ad ogni passaggio l'utente accende o spegne l'audio delle varie zone, modificando così lo stato complessivo della composizione.
- 4) *Good or Bad?* è un gioco di ascolto musicale in cui due registrazioni multi-traccia di due diverse composizioni vengono messe a confronto traccia per traccia. Uno dei giocatori seleziona le tracce da valutare mentre l'altro decide se la traccia appartiene al brano da ricostruire o no.

**c) Attività di verifica e test**

L'applicazione "Harmonic Walk" è stata testata tramite protocolli formalizzati con studenti di scuola superiore e con bambini del secondo ciclo della scuola primaria.

- 1) *Sperimentazione Liceo "Barbarigo" - Padova*  
Nel gennaio 2015 presso il Liceo "Barbarigo" di Padovasi è svolto un test sperimentale per verificare la capacità educativa di "Harmonic Walk" sia in soggetti con preparazione (musicale studenti del liceo musicale) che in soggetti senza preparazione specifica, con la partecipazione di 22 studenti.
- 2) *Sperimentazione Classi V Scuole Elementari "Gesù e Maria" e "Don Bosco" - Padova*  
Nel Febbraio, Marzo e Aprile 2016, presso il laboratorio Infomus1 del CSC si sono svolti test di usabilità di "Harmonic Walk" sia su pavimento interattivo che su superficie touch, con la partecipazione di 49 bambini.

**d) Inquadramento storico degli spazi interattivi**

Una parte importante del lavoro di ricerca è stata la studio sulla nascita e sullo sviluppo degli ambienti interattivi. A partire dalle prime ricerche di Myron Krueger nel 1971, una lunga serie di applicazioni sono state sviluppate seguendo lo sviluppo della computer vision e utilizzando diverse tecniche di tracciamento del movimento. Tecnologie, finalità e design sono presentati e valutati al fine di contestualizzare la mia personale esperienza progettuale.

**e) Concetti chiave di interazione uomo-macchina negli spazi interattivi**

Per comprendere l'interazione utente all'interno degli spazi interattivi è stato necessario l'approfondimento di una serie di concetti guida quali cognizione spaziale, costruzione di mappe cognitive, apprendimento enattivo e sapere del corpo (embodied cognition), completati dallo studio di alcune teorie sull'interazione uomo-macchina in ambienti post-WIMP (image schemas di Johnson and Lakoff, 1987), loro applicazione a strutture musicali (C. Brower, 2000) e conceptual blending (Turner e Fauconnier, 2002).

#### f) Attività collaterali

Nel corso del mio dottorato ho portato a termine anche altre attività complementari al tema di ricerca. Fra queste vi sono:

- 1) la redazione per il sottoprogramma Cultura di EUROPA CREATIVA (2014-2020) EACEA 29/2015 del progetto intitolato "Game Oper", per un approccio ludico allo sviluppo del pubblico dell'opera insieme ad Antonio Rodà, sottomesso alla Commissione Europea il 7 ottobre 2015;
- 2) il progetto di sonorizzazione interattiva di due opere pittoriche commissionato da Microtec, da consegnare entro il 2016;
- 3) l'allestimento di un nuovo set up del laboratorio Infomus 1 del Centro di Sonologia Computazionale (DEI-P) allo scopo di renderlo più idoneo alle attività di ricerca su applicazioni interattive basate sul movimento insieme a Niccolò Pretto.

Titolo definitivo della tesi:

**INTERACTIVE SPACES: MODELS FOR MOTION-BASED MUSIC APPLICATIONS.**

Supervisore: prof. Sergio Canazza

#### Parte 3 Pubblicazioni

Elenco pubblicazioni su rivista internazionale:

- 1) M. Mandanici, A. Roda' and S. Canazza  
**Bodily Interactions in Reality-based Music Environments**  
 Submitted to Human Technologies, an Interdisciplinary Journal on Humans in ICT Environments, October 2015.
- 2) Mandanici, M., Rodà, A., & Canazza, S. (2016).  
**The Harmonic Walk: An Interactive Physical Environment to Learn Tonal Melody Accompaniment**  
 Advances in Multimedia, 2016, 1–16. doi:10.1155/2016/4027164

Elenco pubblicazioni su convegno internazionale:

- 1) M. Mandanici, F. Altieri, N. Pretto, A. Rodà, S. Canazza

**'Good or Bad?': an Augmented Reality Game to Engage Users in Active Listening Tasks.** Submitted to the Journal of Immersive Education, Aprile 2016

- 2) M. Mandanici, F. Altieri, A. Rodà and S. Canazza  
**Listen, Move, Learn: full body interactions in a music learning floor camera space**  
MET16 - Music, Education, Technology Proceedings  
Londra, 14-15 Marzo 2016 (in press)
- 3) Mandanici, M.  
**Interactive Spaces. Models and Algorithms for Reality-based music Applications.**  
Proceedings of the 2015 International Conference on Interactive Tabletops & Surfaces  
ITS '15. doi:10.1145/2817721.2820986
- 4) M. Mandanici, A. Rodà' and S. Canazza  
**The "Harmonic Walk" and Enactive Knowledge: an Assessment Report**  
In Proc. of the 12th Sound and Music Computing Conference  
Maynooth, August 2015
- 5) Mandanici, M., Rodà, A., & Canazza, S.  
**A conceptual framework for motion based music applications.**  
2015 IEEE 2nd VR Workshop on Sonic Interactions for Virtual Environments (SIVE).  
doi:10.1109/sive.2015.7361285
- 6) M. Mandanici, A. Rodà, and S. Canazza.  
**The harmonic walk: an interactive educational environment to discover musical chords.** In Proc. ICMC-SMC Conference, 2014
- 7) Samory, M., Mandanici, M., Canazza, S., & Peserico, E.  
**The Counterpoint Game: Rules, Constraints and Computational Spaces.**  
In Proc. ICMC-SMC Conference, 2014
- 8) M. Mandanici and S. Canazza.  
**The "Hand Composer": gesture-driven music composition machines.**  
In Proc. 13th Conf. on Intelligent Autonomous Systems, pages 553–560, 2014.

Elenco pubblicazioni su convegno nazionale:

- 1) Mandanici, M., Amico, L., Rodà, A., & Canazza, S. (2014).  
**Conoscere l'armonia tonale nell'ambiente interattivo "Harmonic Walk"**  
*XX Colloquio di Informatica Musicale, Roma.*

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

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

Negli anni accademici 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015 il dott. **Tosello Elisa** ha frequentato presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Padova la Scuola di Dottorato di Ricerca in Ingegneria dell'Informazione, XXVIII ciclo, Indirizzo Scienza e Tecnologia dell'Informazione.

**Il candidato dichiara quanto segue:**

Titolare di **borsa da legge 170**, ambito ICT E COMPONENTISTICA ELETTRONICA

## PARTE 1: DIDATTICA

### Corsi seguiti

- **Real-time systems and applications** (DEI287). Prof. G. Manduchi – CFU 5, ORE 20. Voto finale 28/30
- **Applied linear algebra** (DEI002). Prof. A. Ferrante, prof. G. Picci – CFU 4, ORE 16. Voto finale 26/30
- **Applied functional analysis** (DEI033). Prof. G. Pillonetto – CFU 7, ORE 28. Voto finale: 30/30
- **Statistical methods** (DEI057). Prof. L. Finesso – CFU 6, ORE 24. Voto finale: A

### Partecipazione a corsi di formazione

- Corso di formazione software su robot manipolatore. Comau S.p.A. Torino. 11-12 Giugno 2013.
- Corso di formazione software su robot manipolatore. Comau S.p.A. Torino. 16-18 Dicembre 2013.
- Corso di formazione software su robot manipolatore. Comau S.p.A. Torino. 05-06 Marzo 2014.

### Seminari seguiti al DEI o in altre sedi

- **First MoveIt! Community Meeting**. September 3, 2015. Online
- **Recent advances on coordination in multi-robot systems**. Prof. Alessandro Farinelli, University of Verona. May 15, 2015. Department of Information Engineering, University of Padova.
- **Come presentare una proposta in Horizon 2020: Azioni Marie Skłodowska-Curie – Individual Fellowship – IF, LAB EUROPA: Introduzione alla progettazione Europea**. University of Padova. May 24, 2014. Aula Nievo – Palazzo Bo', Padova.
- **Brain-Computer Interface (BCI) – Workshop & hands-on seminar**. g.tec medical engineering Austria & The University of Padua. October 3, 2013. Department of Information Engineering, University of Padova.
- **Brain-Machine Hybrid System: Investigation of Algorithms in a Silkwork Moth**. Prof. Daisuke Kurabayashi, Tokyo Institute of Technology, Japan. February 18, 2013. Department of Information Engineering, University of Padova.

### Partecipazione a Conferenze e Workshop Internazionali

- 47th International Symposium on Robotics (**ISR 2016**). June 21-22, 2016. Munich, Germany

(*scheduled*).

- IEEE International Conference on Robotics and Automation (**ICRA 2016**). May 16-21, 2016. Stockholm, Sweden (*scheduled*).
- IEEE Global Engineering Education Conference (**EDUCON 2016**). April 10-13, 2016. Abu Dhabi, UAE.
- Simulation, Modeling, and Programming for Autonomous Robots. 4th International Conference (**SIMPAR 2014**). October 20-23, 2014. Bergamo, Italy.
- International **CAE Conference 2015**. October 18-20, 2015. Pacengo Lazise, Verona, Italy.
- New Research Frontiers for Intelligent Autonomous Systems; Workshop (**NRF-IAS-2014**). July 19, 2014. Venice (Italy).
- 13th international conference on Intelligent Autonomous Systems (**IAS13**). July, 15-19, 2014. Padova, Italy.
- **ROS-Industrial Conference**. June 26, 2014. Fraunhofer IPA, Stuttgart, Germany.
- 45th International Symposium on Robotics (**ISR 2014**) and 8th German Conference on Robotics (**ROBOTIK 2014**). June 02-03, 2014. Munich, Germany.
- **2nd ROS-Industrial Community Forum**. April 28, 2014.
- IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots (**HUMANOIDS 2013**). October 15-17, 2013. Atlanta, Georgia, USA.
- Benchmarking of State-of-the-Art algorithms in Generating Human-Like Robot Reaching Motions, Workshop on. October 15, 2013. Atlanta, Georgia, USA.
- Biomimetic and Biohybrid Systems, Second International Conference (**LIVING MACHINES 2013**). July 29 – August 2, 2013. London, United Kingdom.
- Learning from the Plant Kingdom to Invent Smart Artificial Solutions, Workshop on. July 29, 2013. London, United Kingdom.
- Neuromorphic models, circuits, and emerging nano-technologies for real-time neural processing system, Workshop on. August 2, 2013. London, United Kingdom.

#### Awards

- **Kanako Miura Travel Awards**. IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots (Humanoids 2013). October 15-17, 2013. Atlanta, Georgia, USA.

#### Presentazioni a conferenze

- 47th International Symposium on Robotics (**ISR 2016**). June 21-22, 2016. Munich, Germany. (*scheduled*)
- Simulation, Modeling, and Programming for Autonomous Robots; 4th International Conference on (**SIMPAR 2014**). October 20-23, 2014. Bergamo, Italy.
- New Research Frontiers for Intelligent Autonomous Systems; Workshop on (**NRF-IAS-2014**). July 19, 2014. Venice, Italy.
- 13th International Conference on Intelligent Autonomous Systems (**IAS13**). July, 15-19, 2014. Padova, Italy.
- 45th International Symposium on Robotics (**ISR 2014**) and 8th German Conference on Robotics (**ROBOTIK 2014**). June 02-03, 2014. Munich, Germany.
- IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots (**Humanoids 2013**). October 15-17, 2013. Atlanta, Georgia, USA.

- Biomimetic and Biohybrid Systems, Second International Conference on (**Living Machines 2013**). July 29-August 2, 2013. London, United Kingdom.

#### Invited talks

- **La robotica umanoide allo IAS-Lab.** MECSPE – Tecnologie per l'Innovazione. March 26-28, 2015. Fiera di Parma, Parma, Italy.
- **A non real-time ROS interface for the real-time COMAU controllers.** The ROS-Industrial conference. June 26, 2014. Fraunhofer IPA, Stuttgart, Germany.
- **A non real-time ROS interface for the real-time COMAU controllers.** The 2nd ROS-I Community Forum Webinar. April 28, 2014.

#### Fiere ed altri Eventi (Partecipazioni come espositore e/o membro di una squadra)

- **Research Agorà of the Int. CAE Conference 2015.** October 18-20, 2015. Pacengo Lazise, Verona, Italy.
- **Notte Europea dei Ricercatori.** September, 2015. Padua, Italy.
- **MECSPE – Tecnologie per l'Innovazione.** Fiera di Parma, March, 2015. Parma, Italy.
- **Notte Europea dei Ricercatori.** September, 2014. Padua, Italy.
- **Wired Next Fest.** May 2014. Milano, Italy.

#### Didattica attiva (lezioni, esercitazioni, laboratori)

- **2015 – 2016 Tutoring Activities.** Tutoring undergraduate students in the laboratories of the Fundamentals of Computer Science course. Dep. of Techniques and Management of Industrial Systems. University of Padova, in Vicenza (Italy). Teacher: Prof. Enrico Pagello.
- **2014 - 2015 Teaching Activities.** Teaching graduate students in the Autonomous Robotics course at the Dep. Of Information Engineering of the University of Padova, in Padova (Italy). Teacher: Prof. Enrico Pagello.
- **2013 - 2014 Teaching Activities.** Teaching graduate students in the Autonomous Robotics course at the Dep. Of Information Engineering of the University of Padova, in Padova (Italy). Teacher: Prof. Enrico Pagello.

## PARTE 2: RICERCA

The work done during these three years led to the development of a novel Cognitive Navigation Among Movable Obstacles framework for Smart Industrial Robots. The framework makes an industrial mobile manipulator robot cognitive by applying Semantic Web Technologies and introduces a novel Navigation Among Movable Obstacles algorithm for robots navigating and manipulating inside a firm.

The objective of Industry 4.0 is the creation of Smart Factories: modular firms provided with cyber/physical systems able to strong customize products under the condition of highly flexible mass-production and able to communicate and cooperate with each other and with humans in real

time via the Internet of Things. Such systems should autonomously and intelligently adapt to the changing market requirements. They should be able, for example, to autonomously navigate inside a firm, even moving obstacles that occlude free paths, and to manipulate these obstacles or handle products even if seen for the first time. They should be able to learn from their actions and from that of other agents.

Most of existing industrial mobile robots navigate along pre-generated trajectories. They follow electrified wires embedded in the ground and transmitting radio signals or, for example, lines painted on the floor. When there is no expectation of environment changes and cycle times are critical, this a priori planning is functional. When workspace and tasks change frequently, it is better to plan dynamically: robots should navigate autonomously without relying on modifications of their environments. Consider the human behavior: humans reason about the environment and consider the possibility of moving obstacles if a certain goal cannot be reached or if moving objects may significantly shorten the path to it. This problem is named Navigation Among Movable Obstacles and is mostly known in rescue robotics. The work done transposes the problem on an industrial scenario and tries to deal with its two challenges: dimensionality and uncertainty. The proposed algorithm extends Kinodynamic Motion Planning by Interior-Exterior Cell Exploration by not imposing obstacles avoidance. It assigns an importance to each cell combining the effort necessary to cover the Euclidean distance separating the robot from the Goal and the effort needed to free the cell from obstacles. Efforts are computed through a physical simulation of robot actions and states. The obtained algorithm is scalable because of its independence from the size of the map and from the number, shape, and pose of obstacles. It does not impose restrictions on actions to be performed: the robot can both push and grasp every object. It works on a two-dimensional projection of a three-dimensional cluttered workspace letting consider both objects in contact and not in contact with the ground. Currently, the algorithm assumes full world knowledge but the environment is reconfigurable and the algorithm can be easily extended in order to solve Navigation Among Movable Obstacles problems in unknown environments. In an industrial environment robots often have to face uncertainties: they have, for example, to tackle variations in light intensity due to the navigation in large open spaces and they may face unexpected or moving obstacles such as human workers. The algorithm handles sensor feedbacks and corrects uncertainties.

Usually robotics separates motion planning and manipulation problems, Navigation Among Movable Obstacles forces their combined processing by introducing the need of manipulating multiple objects, often unknown, while navigating. Adopting standard precomputed grasps is not sufficient to deal with the big amount of different objects. For this reason, the work done proposes a Semantic Knowledge Base having the aim of building cognitive robots able to learn to manipulate objects and to disseminate the information gained during the fulfillment of the tasks. The base consists of an ontology, formulated by extending the IEEE Standard Ontologies for Robotics and Automation, which contains descriptions of learned tasks and detected objects. It is accessible from any robot connected to the Cloud speeding up the learning phase and becoming I) a data store for the efficient and reliable execution of repetitive tasks; II) a web-based repository for the exchange of information between robots. No other manipulation ontology exists respecting the IEEE Standard

and, regardless the standard, the proposed ontology differs from existing ones because of the type of features saved for each object and the efficient way in which they can be accessed in order to extract discriminative information while minimizing the visual data processing. Existing objects recognition frameworks are based on a massive training on large-scale datasets; the work avoids the training by encouraging the human-robot interaction. In order to allow operating on the ontology without overloading robots computational capabilities, a Manipulation Ontology Engine was built within CloudLab starting from the existing Cloud-based Object Recognition Engine for Robotics. The engine lets the efficient data transfer to the Cloud either than the cognitive learning of manipulation poses.

In summary, the work done combines manipulation and navigation in order to develop a novel Cognitive Navigation Among Movable Obstacles framework for Smart Industrial Robots. The framework is flexible and easily adaptable to various robots operating in various industrial environments. It is characterized by a block structure where each software block is completely reusable. Every block is based on the open-source Robot Operating System. Not all industrial robot controllers are designed to be ROS-compliant. I adopted a new method in order to open industrial robot controllers and create a ROS-Industrial interface for them. This operation increases the flexibility of industrial robots and contributes to achieving the requirements of Industry 4.0.

#### Titolo definitivo della tesi

**“Cognitive Task Planning for Smart Industrial Robots”**

Supervisore Prof. Enrico Pagello

#### PARTE 3: PUBBLICAZIONI

##### Journals

1. [S. Michieletto, E. Tosello, E. Pagello, E. Menegatti. “Teaching Humanoid Robotics by means of Human Teleoperation through RGB-D Sensors”. \*Robotics and Autonomous Systems, Journal of.\* Available online 23 October 2015.](#)

##### Conference Proceedings

1. N. Castaman, E. Tosello, E. Pagello. “A sampling-based Tree Planner for Navigation Among Movable Obstacles”. *ISR 2016; 47th International Symposium on Robotics; Proceedings of.* June 21-22, 2016. Munich (Germany) (accepted but not yet published)
2. E. Tosello, S. Michieletto, E. Pagello. “Training master students to program both virtual and real autonomous robots in a teaching laboratory”. *EDUCON 2016; IEEE Global Engineering Education Conference; Proceedings of.* April 10-13, 2016. Abu Dhabi (AUE).
3. S. Michieletto, E. Tosello, F. Romanelli, V. Ferrara, and E. Menegatti. “*ROS-I Interface for COMAU Robots*”. *Simulation, Modeling, and Programming for Autonomous Robots. 4th International Conference, SIMPAR 2014; Proceedings of.* October 20-23, 2014. Bergamo (Italy). Online ISBN: 978-3-319-11900-7. pp. 243-254.

4. N. Boscolo, E. Tosello, S. Tonello, M. Finotto, R. Bortoletto, and E. Menegatti. “*A Constraint Based Motion Optimization System for Quality Inspection Process Improvement*”. Simulation, Modeling, and Programming for Autonomous Robots. 4th International Conference, SIMPAR 2014; Proceedings of. October 20-23, 2014. Bergamo (Italy). Online ISBN: 978-3-319-11900-7. pp. 545-553.
5. E. Tosello, S. Michieletto, A. Bisson, E. Pagello, and E. Menegatti. “*A Learning from Demonstration Framework for Manipulation Tasks*”. ISR/Robotik 2014; 45th International Symposium on Robotics; Proceedings of. June 2-3, 2014. Munich (Germany). ISBN: 978-3-8007-3601-0. pp. 1-7.
6. [D. Kurabayashi](#), [Y. Takahashi](#), R. Minegishi, [E. Tosello](#), [E. Pagello](#), [R. Kanzaki](#). “*Property Investigation of Chemical Plume Tracing Algorithm in an Insect Using Bio-machine Hybrid System*”. Living Machines. 29 July - 2 August, 2013. London (United Kindom). pp. 131-142.
7. S. Tonello, G. P. Zanetti, M. Finotto, R. Bortoletto, E. Tosello, E. Menefatti. “**WorkCellSimulator: A 3D Simulator for Intelligent Manufacturing**”. Simulation, Modeling, and Programming for Autonomous Robots. Springer Verlag Berlin. November 5-8, 2012. Tsukuba (Japan). pp. 311-322.

#### Workshops

1. [E. Tosello](#), [Z. Fan](#), [E. Pagello](#). “**A Semantic Knowledge Base for Cognitive Robotics Manipulator**”. Toward Intelligent Social Robots – Current Advances in Cognitive Robotics, Workshop on. Seoul, Korea. Nov 3rd, 2015.
2. [Z. Fan](#), [E. Tosello](#), [M. Palmia](#), and [E. Pagello](#). “**Applying Semantic Web Technologies to Multi-Robot Coordination**”. NRF-IAS-2014; New Research Frontiers for Intelligent Autonomous Systems; Workshop. July 19, 2014. Venice (Italy).
3. [E. Tosello](#), [R. Bortoletto](#), [S. Michieletto](#), [E. Pagello](#), and [E. Menegatti](#). “**An Integrated System to approach the Programming of Humanoid Robotics**”. 4th International Workshop Teaching Robotics, Teaching with Robotics & 5th International Conference Robotics in Education; Proceedings of. July 18, 2014. Padova (Italy). ISBN 978-88-95872-06-3. pp. 93-100.

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

5. Proposta al rettore della commissione per l'esame finale per i dottorandi Daberdaku Sebastian, Mandanici Marcellina, Tosello Elisa

Revisori

Daberdaku: Prof. Piero Fariselli

Mandanici: Prof. Davide Rocchesso

Tosello: Prof. Claudio Mirolo

Commissione esame finale dottorandi 28<sup>a</sup> in proroga 6 mesi

### **Membri effettivi**

Prof. Davide Brugali

Dipartimento di Ingegneria gestionale, dell'informazione e della produzione

Università di Bergamo

Via Salvecchio, 19, 24129 Bergamo

Tel.: 035 2052354, mail: [davide.brugali@unibg.it](mailto:davide.brugali@unibg.it)

Prof. Gualtiero Volpe

Dipartimento di Informatica, Bioingegneria, Robotica  
e Ingegneria dei Sistemi

Università di Genova

Viale Causa, 13

16145 Genova

Tel.: 010353 – 6542, Mail: [Gualtiero.Volpe@unige.it](mailto:Gualtiero.Volpe@unige.it)

Prof. Salvatore Gaglio

DICGIM – Università di Palermo

ICAR – CNR

Viale delle Scienze, Ed. 6

90128 Palermo

Tel.: 091 23862641, Mail: [salvatore.gaglio@unipa.it](mailto:salvatore.gaglio@unipa.it)

### **Membri supplenti**

Prof. Antonio Camurri

Dipartimento di Informatica, Bioingegneria, Robotica  
e Ingegneria dei Sistemi

Università di Genova

Viale Causa, 13

16145 Genova

Tel.: 010353 – 2988, Mail: [Antonio.Camurri@unige.it](mailto:Antonio.Camurri@unige.it)

Prof. Pierpaolo Baglietto  
DIBRIS  
Via All'Opera Pia, 13  
16145 Genova  
Tel.: 010 353-2203, Mail: Pierpaolo.Baglietto@unige.it

Antonio D'Angelo  
DIMA - DIPARTIMENTO DI SCIENZE MATEMATICHE, INFORMATICHE E FISICHE  
Università di Udine  
Via Palladio, 8, Palazzo Florio  
**33100 Udine,**  
**Email:** [antonio.dangelo@uniud.it](mailto:antonio.dangelo@uniud.it)  
**Tel.:** 0432 558459

Il Collegio approva.

#### 6. Pratiche studenti

Nulla da deliberare.

La riunione termina alle ore 16.30

Il Segretario

Il Direttore