

Allegato 3

**AUTOMAZIONE – Sensori, attuatori e sistemi di
automazione per l'industria meccanica**

**Target Settoriale: Automotive, Robotica e Macchine
Automatiche**

Indice

Strutture.....	3
Struttura 1: LAR-DEIS - Laboratorio di Automazione e Robotica (UNIBO)	4
Struttura 2: CASY - Centro di Ricerca sui Sistemi di Automazione Complessi "Giuseppe Evangelisti" (UNIBO).....	18
Struttura 3: DIEM - Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni Meccaniche, Nucleari, Aeronautiche e di Metallurgia (UNIBO).....	29
Struttura 4: DII - Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione (UNIMORE)	30
Struttura 5: DISMI - Dipartimento di Scienze e Metodi per l'Ingegneria (UNIMORE)	39
Struttura 6: RIMLAB - Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione (UNIPR)	43
Struttura 7: SIPE - Consorzio per lo Sviluppo Industriale di Processi Evoluti S.c.a r.l.....	56
Struttura 8: Dipartimento di Fisica (UNIMORE)	62

Strutture

Università di Bologna

DEIS Dipartimento di Elettronica Informatica e Sistemistica

In particolare le strutture operative di riferimento del DEIS sono:

LAR - Laboratorio di Automazione e Robotica, prevalentemente per gli aspetti sperimentali

CASY - Centro di ricerca su sistemi di automazione complessi, prevalentemente per gli aspetti di studio di base

DIEM - Dipartimento Ingegneria delle Costruzioni Meccaniche, Nucleari, Aeronautiche e di Metallurgia

Università di Modena e Reggio Emilia

DII - Dipartimento di Ingegneria dell'informazione

DISMI - Dipartimento di Scienze e metodi dell'ingegneria

DF - Dipartimento di Fisica

Università di Parma

DII - Dipartimento di Ingegneria dell'informazione

SIPE - Consorzio per lo Sviluppo Industriale di Processi Evoluti

Struttura 1: LAR-DEIS - Laboratorio di Automazione e Robotica (UNIBO)

Università di Bologna

LAR-DEIS - Laboratorio di Automazione e Robotica

Sito web: <http://www-lar.deis.unibo.it>

Indirizzo: Viale Risorgimento, 2 – 40136 Bologna

Referente: Prof. Claudio Bonivento

Tel: 051-209-3004

Attività

Le attività del laboratorio sono principalmente centrate intorno alla ricerca applicata nelle aree della robotica (manipolazione abile, telerobotica, robotica di assistenza), dei sistemi di controllo tolleranti ai guasti e del controllo di motori elettrici e di sistemi automotive.

I principali filoni di ricerca sviluppati nella struttura e connessi con l'attività del distretto hi-mech sono:

TEMA 1 - Robotica avanzata

TEMA 2 - Controllo di convertitori elettrici di potenza

TEMA 3 - Controllo di sistemi per applicazioni automotive

TEMA 4 - Controllo di macchine elettriche

TEMA 5 - Sviluppo di sistemi di controllo basati su Real Time SW per applicazioni industriali

Laboratori e strumentazioni disponibili

Il laboratorio è fornito della seguente strumentazione:

- ◆ 1 Manipolatore Industriale COMAU SMART-3S, con Unità di Controllo C3G9000;
- ◆ 1 UNIMATE Puma 562 MARK III, VAL II;
- ◆ 1 IBM 7565 Cartesian Robot;
- ◆ University of Bologna Robotic Hand, (UBH), Versione I e Versione II;
- ◆ Sun Workstation connesse attraverso una LAN ad altre risorse di calcolo del DEIS;
- ◆ Sensori di forza e tattili per applicazioni robotiche: un sensore di forza e coppia ATI applicato al "polso" del COMAU SMART-3S; strumenti di sensibilità tattile intrinseca; matrice di schiere di sensori tattili basati su gomma a resistenza variabile;
- ◆ PLC equipaggiati con schede per controllo di temperatura, controllo di motori, I/O, terminali grafici, LAN;
- ◆ Sistema di sviluppo per TMS32014;
- ◆ 2 rack VMEbus equipaggiati con diverse CPU, memoria, schede digitali e analogiche;
- ◆ Logic State Analyzer;
- ◆ Controllore digitale EXACT 760 (FOXBORO);
- ◆ 2 banchi di prova per motori; diversi motori commerciali ad induzione;
- ◆ 2 motori ad induzione particolari progettati per controllo elettronico;
- ◆ 3 motori a riluttanza variabile NSK MEGATORQUE, due rotativi e uno lineare;
- ◆ Motori sincroni PM;
- ◆ Converter elettronici e drive per controllo di motori;
- ◆ Diversi PC;
- ◆ Strumentazione standard di laboratorio;
- ◆ Pacchetti software OrCAD PCB e PADS-Perform CAD per il disegno di circuiti stampati ed un set fotolitografico per una modesta produzione di circuiti stampati a doppia faccia;
- ◆ Scheda Fuzzy Logic OMRON FB-30AT con software di sviluppo;
- ◆ Sistema Autobox per la prototipazione in campo automotive.

Tema 1: Robotica avanzata

Descrizione

Nell'ambito della robotica sono attivi diversi rami di ricerca. In particolare, le aree di maggior interesse sono le seguenti:

- ◆ *Manipolazione ad elevata destrezza:* dal 1985 un tema di ricerca chiave è stato lo sviluppo e la validazione sperimentale di mani e pinze robotiche. Sono stati sviluppati diversi prototipi di mani articolate e svariate tecniche per il loro controllo e utilizzo nell'ambito di sistemi di manipolazione avanzata. Recentemente lo sviluppo di pinze per applicazioni spaziali è stato una delle attività fondamentali in questo ambito.
- ◆ *Sensoristica avanzata per applicazioni robotiche:* sono stati sviluppati diversi sensori per la misura di segnali durante l'interazione di robot con l'ambiente. Tali misure sono di fondamentale importanza per il controllo di dispositivi robotici. In particolare tale attività riguarda il progetto di sensori tattili e di coppia/forza e lo studio di tecniche per l'elaborazione delle loro misure.
- ◆ *Telemanipolazione:* il controllo remoto di manipolatori robotici è usato sia in applicazioni terrestri che spaziali. In questo ambito si generano problemi di controllo non banali dovuti alla presenza di ritardi nella linea di comunicazione tra il sistema master ed il sistema slave. In questa area di ricerca sono state studiate diverse tecniche di controllo e interessanti risultati sono stati ottenuti mediante tecniche basate su concetti di passività.
- ◆ *Interfacce Haptic:* questo tema di ricerca riguarda lo sviluppo di applicazioni di ausilio per persone disabili con particolare riguardo a persone video-lesse.
- ◆ *Robotica mobile:* Nell'ambito di questa attività vengono studiate metodologie risolutive per il problema del map-building e del path-planning. In particolare per quest'ultimo problema si studiano tecniche basate sul concetto dei campi potenziali.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ L. Biagiotti, C. Melchiorri, G. Vassura, "A Dexterous Robotic Gripper for Autonomous Grasping", *Industrial Robot Journal*, Sept. 2003
- ◆ L. Biagiotti, F. Lotti, C. Melchiorri, G. Vassura, "Mechatronic Design of Compliant Fingers for Humanoid Robot Hands", *ICRA'03, IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation*, Taipei, Taiwan, May 12-17, 2003
- ◆ N. Diolaiti, C. Melchiorri, "Haptic Teleoperation of a Mobile Robot" *SYROCO'03, IFAC Symposium on Robot Control*, Wroclaw, PL, Sept. 2003

- ◆ B. Siciliano, G. Casalino, A. De Luca, C. Melchiorri (Editors), "MISTRAL: Methodologies and Integration of Subsystems and Technologies for Anthropic Robots and Locomotion", Springer-Verlag, 2003
- ◆ L. Biagiotti, M. Gavesi, C. Melchiorri, B. Ricco', "A New Stress Sensor for Force/Torque Measurements", ICRA'02, IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, Washington DC, USA, May 11-15, 2002
- ◆ L. Biagiotti, C. Melchiorri, G. Vassura, "Autonomous Grasping with a 3-DOF Gripper for Space Activities", ASTRA'2002, ESTEC, Noordwijk, NL, Nov., 19-21 2002
- ◆ L. Biagiotti, C. Melchiorri, "Design Aspects for Advanced Robot Hands: Sensory System", for the Tutorial "Towards Intelligent Robotic Manipulation", organized by C. Melchiorri, P.J. Sanz, R. Molfino, IROS'02, IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robot and Systems, Sept. 30 - Oct. 4, 2002, Lausanne, CH
- ◆ C. Melchiorri, G. Vassura, "Development and Application of Wire-Actuated Haptic Interfaces", Int. Journal of Intelligent and Robotic Systems, Special Issue on "Humanoid Robotics and Biorobotics", pp. 755-768, 2001
- ◆ Eusebi, C. Melchiorri, "Force Reflecting Telemanipulators with Time-Delay: Stability Analysis and Control Design", IEEE Trans. on Robotics and Automation, Vol. 14, No. 4, pp. 635-640, Aug. 1998
- ◆ C. Melchiorri, "Multiple Whole-Limb Manipulation: an Analysis in the Force Domain", Int. Journ. on Robotics and Autonomous Systems, Vol. 20, No. 1, pp. 15-38, June 1997

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerenti la tipologia/tematica

- ◆ ASI – Agenzia Spaziale Italiana: sviluppo di sistemi robotici di manipolazione atti ad operare in ambiente spaziale
- ◆ B&R, Austria (A): sviluppo di sistemi mecatronici
- ◆ SIEMENS: sviluppo di sistemi di automazione e controllo del moto

I principali progetti passati e presenti inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Progetto Europeo GEOPLEX – IST-2001-34166 su "Modellistica e controllo di sistemi fisici complessi"
- ◆ Progetto MATRICS – PRIN'02 (MIUR) su "Sviluppo di interfacce interattive"
- ◆ Progetto MISTRAL – PRIN'01 (MIUR) su "Metodologie e integrazione di sottosistemi e tecnologie per la robotica e la locomozione"

Sfruttamento dei risultati

Alcune applicazioni possibili

Le possibili applicazioni dei risultati possono essere distinte in due ambiti principali:

- ◆ In ambito industriale:
 - sviluppo di sistemi robotica complessi per la telemanipolazione, la misura, l'ispezione anche in condizioni ambientali difficili;
- ◆ In ambito dei servizi avanzati:
 - sviluppo di ausili di locomozione e interazione per persone disabili e/o per degenti;
 - sviluppo di interfacce evolute (es.: per chirurgia robotica).

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ Imprese produttrici ed utilizzatrici di sistemi elettromeccanici a controllo con calcolatore

I principali rapporti realmente operativi con aziende della regione ed inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Elau – Bologna (BO): studio e sviluppo di sistemi di controllo del moto
- ◆ Ferrari S.p.a. – Modena (MO): studio e sviluppo di sistemi di controllo innovativi di gestione del motore di auto
- ◆ G.D. – Bologna (BO): studio e sviluppo di architetture e sistemi di controllo di macchine automatiche ad elevate prestazioni ed affidabilità
- ◆ Magneti Marelli S.p.a. – Milano (MI): studio e sviluppo di sistemi di controllo innovativi di gestione del motore di auto
- ◆ SACMI S.c.a.r.l. – Imola (BO): studio e sviluppo di sensori complessi
- ◆ SADEL S.r.l. – Bologna (BO): studio e sviluppo di azionamenti
- ◆ Tetrapak – Modena (MO): studio e sviluppo di architetture e sistemi di controllo di macchine automatiche ad elevate prestazioni ed affidabilità

I possibili link per informazioni

- ◆ <http://www-lar.deis.unibo.it>

Contatti

- ◆ Prof. Claudio Bonivento, (cbonivento@deis.unibo.it)
- ◆ Prof. Claudio Melchiorri (cmelchiorri@deis.unibo.it)

Tema 2: Controllo di convertitori elettrici di potenza

Descrizione

L'attività di ricerca si interessa del controllo di convertitori elettronici di potenza mediante tecniche nonlineari e passive con particolare riferimento a:

- ◆ controllo hardware di corrente basato su isteresi multidimensionali di carichi trifase;
- ◆ compensazione di armoniche di corrente su carichi nonlineari mediante filtri shunt attivi.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ A. Tilli, A. Tonielli, "Sequential design of hysteresis current controller reduces inverter switching frequency", IEEE Trans. on Industrial Electronics, Vol.45, No.5, 1998
- ◆ D. Amato, A. Tilli, A. Tonielli, "An Improved Sequential Hysteresis Current Controller for Three Phase Inverter: Design and Hardware Implementation", Proceedings of the 10th IEEE International Conference on Control Applications, Mexico-City, Mexico, Sept. 5-7, 2001
- ◆ A. Tilli, A. Tonielli, F. Ronchi "Shunt active filters: selective compensation of current harmonics via state observer", 26th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, IEEE-IECON'02, Seville, Spain, November 2002

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Politecnico di Kiev: sviluppo di tecniche specifiche di controllo non lineare

I principali progetti passati e presenti inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Convenzione con SADEL Srl, Castelmaggiore (BO): progetto ottimizzato di un inverter

Sfruttamento dei risultati

Alcune applicazioni possibili

- ◆ Realizzazione di inverter con prestazioni migliorate (riduzione della frequenza di lavoro, compensazione di armoniche)

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ Imprese produttrici di motori e generatori elettrici

I principali rapporti realmente operativi con aziende della regione ed inerenti la tipologia/tematica:

- ◆ SADEL srl, Castelmaggiore (BO)

I possibili link per informazioni

- ◆ <http://www-lar.deis.unibo.it>

Contatti

- ◆ Prof. Claudio Bonivento, (cbonivento@deis.unibo.it)
- ◆ Prof. Alberto Tonielli (atonielli@deis.unibo.it)

Tema 3: Controllo di sistemi per applicazioni automotive

Descrizione

La ricerca si dirama in due direzioni: un primo obiettivo, nell'ambito dei motori a combustione interna "intelligenti", è lo sviluppo di architetture hardware e di algoritmi di controllo per attuatori elettromeccanici; il secondo obiettivo è l'analisi e la modellazione di sistemi idraulici di frizione, la valutazione delle performances delle diverse soluzioni adottate e la progettazione delle leggi di controllo per tali sistemi.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ C. Rossi, A. Tilli, A. Tondelli, "Robust Control of a Throttle Body for Drive by Wire Operation of Automotive Engines", IEEE Transaction on Control System Technologies, Vol. 8, N. 6, pp. 993-1002, Novembre 2000
- ◆ A. Ballucchi, A. Bicchi, C. Caterini, C. Rossi, A. Sangiovanni-Vincentelli, "Hybrid tracking control for spark-ignition engines". Proceedings of the 39th IEEE Conference on Decision and Control, V. 4, pp. 3126-3131, Sydney, NSW, Dec. 12-15 2000,
- ◆ F. Ronchi, C. Rossi, A. Tilli, "Sensing Device for Camless Engine Electromagnetic Actuators", Proceedings of the 28th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, IEEE-IECON 2002, Sevilla, Spain, Nov. 5-8, 2002
- ◆ M. Montanari, F. Ronchi, C. Rossi, A. Tilli, "Performance Evaluation of Hydraulic Clutch Control System", Proceedings of 2nd IFAC Conference on Mechatronic System, Berkeley, California, USA, December 9-11, 2002

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Università del Sannio: tematica in generale
- ◆ Ohio State University: tematica in generale
- ◆ ETH, Zurigo: controllo di attuatori
- ◆ University of Michigan: modellistica

I principali progetti passati e presenti inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Progetto "Controllo di attuatori elettromeccanici per valvole di motori endotermici" Ex 60% (MIUR)
- ◆ Convenzione con Magneti Marelli Power Train SpA (BO): sviluppo di architetture HW e algoritmi di controllo
- ◆ Convenzione con Ferrari SpA Maranello (MO): sviluppo di sistemi di controllo drive-by-wire

Sfruttamento dei risultati

I risultati sono direttamente implementati su prototipi al fine di mettere a punto soluzioni affidabilistiche e prestazionali adottabili su scala industriale.

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ Automotive

I principali rapporti realmente operativi con aziende della regione ed inerenti la tipologia/tematica

- Magneti Marelli Power Train SpA (BO)
- Ferrari SpA (MO)

I possibili link per informazioni

- ◆ <http://www-lar.deis.unibo.it>

Contatti

- ◆ Prof. Claudio Bonivento, (cbonivento@deis.unibo.it)
- ◆ Prof. Alberto Tonielli (atonielli@deis.unibo.it)
- ◆ Prof. Carlo Rossi (crossi@deis.unibo.it)

Tema 4: Controllo di macchine elettriche

Descrizione

Scopo di questo tema di ricerca è lo sviluppo di tecniche innovative per l'identificazione e il controllo di vari tipi di macchine elettriche. I principali argomenti trattati sono il controllo sensorless dei motori ad induzione, il controllo dei motori a riluttanza variabile ed il controllo di macchine ad induzione a doppia alimentazione.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ S. Peresada, R. Morici, A. Tonielli, "High performance indirect field-oriented output-feedback control of induction motors", *Automatica*, Vol.35, No.6, June 1999
- ◆ S. Peresada, A. Tilli, A. Tonielli, "High performance robust speed-flux tracking controller for induction motor". *International Journal of Adaptive Control and Signal Processing*, N. 14 (2000), pp. 177-200. John Wiley & Sons
- ◆ S. Peresada, A. Tilli, A. Tondelli, "Theoretical and Experimental Comparison of Indirect Field-Oriented Controllers for Induction Motors", *IEEE Transactions on Power Electronics*, Vol 18, No.1 gennaio 2003, 151-163
- ◆ S. Peresada, A. Tilli, A. Tonielli "Robust Output Feedback Control of a Doubly-Fed Induction Machine", *Proceedings of the 25th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, IEEE-IECON'99*, San Jose, CA, USA, November 29 - December 3, 1999
- ◆ M. Montanari, S. Peresada, A. Tilli, A. Tonielli, "Speed Sensorless Control of Induction Motor based on Indirect Field-Orientation", *Proceedings of the IEEE-Industry Applications Society 35th Annual Meeting, IEEE-IAS 2000*, Roma, Italia, 8-12-2000.

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Politecnico di Milano: controllo sensorless dei motori ad induzione

I principali progetti passati e presenti inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Progetto PRIN – Dal 2002 in poi: modellistica e controllo di macchine elettriche

Sfruttamento dei risultati

Alcune applicazioni possibili

- ◆ Realizzazione di macchine elettriche con migliorata affidabilità e qualità di prestazioni

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ Imprese costruttrici di macchine elettriche per movimentazione

I possibili link per informazioni

- ◆ <http://www-lar.deis.unibo.it>

Contatti

- ◆ Prof. Claudio Bonivento, (cbonivento@deis.unibo.it)
- ◆ Prof. Alberto Tonielli (atonielli@deis.unibo.it)

Tema 5: Sviluppo di sistemi di controllo basati su Real Time SW per applicazioni industriali

Descrizione

Da diversi anni l'interesse da parte della comunità accademica e di quella industriale per architetture HW/SW di controllo in tempo reale con caratteristiche di affidabilità, basso costo, efficienza computazionale e facile disponibilità è andato via via crescendo. In particolare, da qualche tempo vi è molta attenzione su sistemi, anche di notevole complessità, basati su Linux e le sue varianti real-time (RT-Linux e RTAI-Linux) per i quali, da una situazione di "diffidenza" iniziale, si è passati ad un momento di forte interesse ed aspettativa.

Presso il LAR, da alcuni anni, sono state sviluppate alcune applicazioni per il controllo di posizione/forza di robot industriali, con integrazione di sistemi di visione artificiale e di azionamenti elettrici standard. Le architetture sviluppate, tutte basate su piattaforme hardware molto comuni (PC), sono basate su RTAI-Linux e si sono dimostrate molto affidabili ed efficienti.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ D. Arduini, P. Arcara, C. Melchiorri, "Real Time Linux in Robotics and Control System Research: A Practical Experience in the VIDET Project", Proc. of the "Real Time Linux Workshop", Wien, Austria, 13-15 Dec. 1999
- ◆ A. Macchelli, C. Melchiorri, D. Arduini, "Real-time Linux Control of a Haptic Interface for Visually Impaired Persons", IFAC Symposium on Robot Control, SYROCO'00, Vienna, Austria, 21-23 Sept. 2000
- ◆ A. Macchelli, C. Melchiorri, D. Pescoller, "An Experimental Set-up for Robotics and Control Systems Research using Real-Time Linux and Comau SMART 3-S Robot", Workshop on Real-Time Linux, Milan, Nov. 2001
- ◆ A. Macchelli, C. Melchiorri, "A Real-Time Control System for Industrial Robots and Control Applications Based on Real-Time Linux", IFAC World Congress, Barcelona, Spain, July 21-26, 2002
- ◆ A. Macchelli, C. Melchiorri, R. Carloni, M. Guidetti, "Space robotics: an Experimental Setup Based on RTAI-Linux", Fourth Real-Time Linux Workshop, Dec. 6-7, 2002, Boston, MA, USA
- ◆ A. Macchelli, C. Melchiorri, "Controllo di Azionamenti Elettrici con Real-Time Linux: dalla simulazione all'implementazione", ANIPLA Workshop su Motion Control, Milano, marzo 2003

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Politecnico di Milano: definizione e test di architetture HW/SW di controllo in tempo reale
- ◆ University of Halle-Wittenberg, Department of Engineering Science, Halle, Germany: applicazioni di architetture HW/SW di controllo in tempo reale
- ◆ Tampere University of Technology, Institute of Production Engineering, Finlanda: applicazioni di architetture HW/SW di controllo in tempo reale
- ◆ CRIT, Centro di Ricerca e Innovazione Tecnologica (soci: Ali – Carpigiani, Beghelli, Cineca, Gruppo CMS, Datalogic, Ducati Energia, Ferrari, G.D, Gruppo Fabbri, IMA, Italtractor, New Holland, Rossi Motoriduttori, System, Selcom, Tetra Pak): applicazioni di architetture HW/SW di controllo in tempo reale

Sfruttamento dei risultati

Alcune applicazioni possibili

- ◆ Sviluppo di prototipi per attività dimostrativa presso aziende
- ◆ Applicazione delle metodologie in progetti industriali in collaborazione con aziende

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ Il target è molto vasto: tutte le imprese che trattano con sistemi operanti in tempo reale

I possibili link per informazioni

- ◆ <http://www-lar.deis.unibo.it>

Contatti

- ◆ Prof. Claudio Bonivento, (cbonivento@deis.unibo.it)
- ◆ Prof. Claudio Melchiorri (cmelchiorri@deis.unibo.it)

Struttura 2: CASY - Centro di Ricerca sui Sistemi di Automazione Complessi "Giuseppe Evangelisti" (UNIBO)

Università di Bologna

CASY - Centro di Ricerca sui Sistemi di Automazione Complessi "Giuseppe Evangelisti"

Indirizzo: Viale Carlo Pepoli 3/2
40136 Bologna

Sito web: <http://www-lar.deis.unibo.it/casy/>

Referente: Prof. Claudio Bonivento
Tel.: 051-209-3004

Attività

CASY è un Centro di Ricerca nell'ambito del Dipartimento di Elettronica Informatica e Sistemistica (DEIS), che ha lo scopo di studiare e sviluppare in modo coordinato temi teorici fondamentali riguardanti il progetto avanzato del controllo di sistemi dinamici complessi, ossia del controllo di sistemi tipicamente non lineari caratterizzati dall'interconnessione di sottosistemi sensoriali, di attuazione e di elaborazione a struttura distribuita.

Il Centro mira altresì allo sviluppo dell'applicazione dei risultati in aree e discipline diversificate, comprendenti sistemi di guida autonoma, sistemi automotive, sistemi di controllo "tolleranti" ai guasti, reti di comunicazione e sistemi biologici.

Il Centro intende essere un'importante opportunità di incontro per scienziati ed ingegneri provenienti dalle università, dalle industrie e dai centri di ricerca per scambiare conoscenze sulle linee di ricerca in atto sul controllo di sistemi complessi e per individuare le relative applicazioni emergenti.

Il Centro permette di confrontare e condividere nuove metodologie, test beds con le relative risorse strumentali e di collaborare in progetti di ricerca congiunti finanziati da agenzie e industrie nazionali e internazionali. Il Centro sviluppa specifici programmi di ricerca su temi selezionati ed inoltre si occuperà di progetti formativi avanzati nell'ambito generale della teoria e delle applicazioni del controllo automatico.

Gli obiettivi e metodi di ricerca sono mirati a:

- ◆ Coinvolgere docenti, ricercatori e studenti di dottorato interessati del DEIS, di altri Dipartimenti dell'Università di Bologna e ricercatori di punta sul piano nazionale ad una attività di collaborazione riguardante il controllo e l'automazione di sistemi complessi, al fine di valorizzare le competenze complementari;

- ◆ Interagire e collaborare con altri Centri esistenti in ambito internazionale caratterizzati da analoghi obiettivi di ricerca e di formazione;
- ◆ Collaborare con l'Istituto di Studi Avanzati (ISA) dell'Università di Bologna alla messa a punto di un programma di borse di studio al fine di garantire un significativo e regolare flusso di visitatori di alto profilo scientifico;
- ◆ Collaborare con l'industria sugli aspetti di trasferimento tecnologico;
- ◆ Sviluppare seminari, conferenze, pubblicazioni su riviste, brevetti, lavori di rassegna e di scenario, rapporti tecnici per la diffusione della conoscenza dei risultati.

I principali filoni di ricerca sviluppati nella struttura e connessi con l'attività del distretto hi-mech:

TEMA 1 - Controllo del moto

TEMA 2 - Fault Detection and Isolation e Fault Tolerant Control

TEMA 3 - Controllo nonlineare

Tema 1: Controllo del moto

Descrizione

Argomento di questo tema di ricerca è lo studio dei sistemi di controllo del moto ad elevate performances, con particolare riferimento agli algoritmi di controllo e all'implementazione del software real-time. A questo proposito l'attività riguarda lo sviluppo di pianificatori di traiettorie e leggi di moto evolute per macchine automatiche ad elevata dinamica. Nell'ambito di questa attività è stata sviluppata una scheda di prototipazione rapida per l'ausilio nel progetto di sistemi di controllo avanzati.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ C. Bonivento, A. Tonielli, C. Melchiorri, "A PC-Based Rapid Prototyping Workstation for the Design of Motion Control Systems", 1st IFAC Conf. on Mechatronic Systems, Darmstadt, Germany, 18-20 Sept. 2000
- ◆ C. Melchiorri, "Traiettorie per azionamenti elettrici", Progetto Leonardo, Esculapio Ed., Bologna, feb. 2000
- ◆ A. Macchelli, C. Melchiorri, "A Real-Time Control System for Industrial Robots and Control Applications Based on Real-Time Linux", IFAC World Congress, Barcelona, Spain, July 21-26, 2002
- ◆ A. Macchelli, C. Melchiorri, "Controllo di Azionamenti Elettrici con Real-Time Linux: dalla simulazione all'implementazione", ANIPLA Workshop su Motion Control, Milano, marzo 2003
- ◆ A. Tonielli, R. Zanasi, C. Guarino Lo Bianco, "Nonlinear Filters for the Generation of Smooth Trajectories", Automatica, 36 (2000), pp. 439-448, Pergamon Press, 2000
- ◆ S. Peresada, A. Tonielli, "Exponentially stable output feedback control of induction motor", Int. Conference NOLCOS'98, Enshede, The Netherlands, 1998
- ◆ A. Tonielli, R. Zanasi, C. Guarino Lo Bianco, "Non linear filter for smooth trajectory generation", Int. Conference NOLCOS'98, Enshede, The Netherlands, 1998
- ◆ S. Peresada, A. Tilli, A. Tonielli, "Passivity-based Design of the Flux Observer for Induction Motors", Proceedings of Int. Conference Electrotechnica, Kiev, Ucraina, 30/6 - 3/7 2000

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Politecnico di Milano, su sviluppo di nuove metodologie di controllo del moto

- ◆ Bosch – Germania, su applicazione del controllo del moto in ambito automotive

I principali progetti passati e presenti inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Progetto PRIN – Dal 2002 in poi, “Studio e sviluppo di metodologie di controllo del moto”

I principali rapporti realmente operativi con aziende della regione ed inerenti la tipologia/tematica

- ◆ T.M.C. – Granarolo (BO), applicazioni specifiche per macchine automatiche
- ◆ Elau – Bologna (Bologna), applicazioni specifiche per macchine automatiche
- ◆ IMA – Bologna (BO), applicazioni specifiche per macchine automatiche
- ◆ GD – Bologna (BO), applicazioni specifiche per macchine automatiche
- ◆ Tetrapak – Modena (MO), applicazioni specifiche per macchine automatiche

Sfruttamento dei risultati

Alcune applicazioni possibili

- ◆ Miglioramento funzionale ed operativo delle macchine automatiche

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ Il target principale sono i costruttori di macchine automatiche

I possibili link per informazioni

<http://www-lar.deis.unibo.it/casy>

Contatti

- ◆ Prof. Claudio Bonivento, (cbonivento@deis.unibo.it)
- ◆ Prof. Claudio Melchiorri (cmelchiorri@deis.unibo.it)
- ◆ Prof. Alberto Tonielli (atonielli@deis.unibo.it)

Tema 2: Fault Detection and Isolation e Fault Tolerant Control

Descrizione

L'approccio al problema della diagnosi e dell'isolamento dei guasti consiste nel progetto di un'unità dinamica che, processando opportunamente gli ingressi e le uscite di un dato sistema dinamico sia in grado di rilevare guasti incipienti su sensori, attuatori e componenti del plant e di isolare con precisione il guasto. Una volta che il guasto è stato isolato, il passo successivo è quello di riconfigurare il sistema di controllo in modo che il guasto venga "tollerato", ovvero in modo che vengano garantite performances soddisfacenti anche in presenza di guasti.

In questo ambito una prima attività è stata quella di testare algoritmi noti in letteratura su benchmark proposti. Una seconda attività di carattere più teorico riguarda lo sviluppo di sistemi di controllo fault tolerant innovativi basati sulla teoria della regolazione non lineare.

L'idea principale dietro a questi schemi è quella di progettare un regolatore che contenga un modello interno del guasto in grado di compensare gli effetti del malfunzionamento del sistema e, così facendo, di isolare il guasto. Ovviamente il funzionamento di tali schemi dipende strettamente dal tipo di guasto che colpisce il sistema ed, in particolar modo, dalla possibilità di descriverne l'effetto mediante opportuni modelli matematici.

Per questo motivo un primo sforzo è stato fatto per cercare di identificare quei sistemi e quei guasti che godano di tale proprietà. In particolar modo gli algoritmi testati sono applicabili a macchine elettriche rotanti per le quali guasti statorici e rotorici portano effetti che sono rappresentabili come segnali esogeni sinusoidali, sovrapposti alle grandezze elettriche.

In quest'ottica è stato sviluppato un sistema di controllo implicitamente fault tolerant per il controllo di motori ad induzione.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ C. Bonivento, A. Paoli, L. Marconi, "Fault tolerant control of the ship propulsion benchmark", *Control Engineering Practice*, 11 (2003), May 2003.
- ◆ C. Bonivento, A. Paoli, L. Marconi, "Fault-tolerant control for a ship propulsion system", *European Control Conference (ECC 2001)*, Porto, Portugal.
- ◆ C. Bonivento, A. Paoli, L. Marconi, "Direct fault-tolerant control approach for a winding machine", *9th Mediterranean Conference on Control and Automation (MED 2001)*, Dubrovnik, Croatia.
- ◆ A. Paoli, L. Marconi, C. Bonivento, "Fault-tolerant strategy for an induction motor", *40th IEEE Conference on Decision and Control (CDC 2001)*, Orlando, Florida.

- ◆ C. Bonivento, A. Isidori, L. Marconi, A. Paoli, "Implicit Fault Tolerant Control: application to Induction motors", 15th IFAC World Congress on Automatic Control, Barcellona, Spain, July 2002.
- ◆ C. Bonivento, L. Marconi, A. Paoli, C. Rossi, "A framework for reliability analysis of complex diagnostic system", IFAC Safeprocess 2003, Washington (USA), June, 2003

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia (RE), Facoltà di Ingegneria di Reggio Emilia, su sviluppo di metodologie FDI-FTC
- ◆ Università degli Studi "La Sapienza" di Roma (RM), Facoltà di Ingegneria, su applicazione della teoria della regolazione non lineare ai problemi FDI-FTC
- ◆ University of Michigan (USA), Electrical Engineering Faculty, su applicazione della teoria della regolazione non lineare ai problemi FDI-FTC
- ◆ Technical University of Duisburg, sullo studio e sviluppo di tecniche di analisi d affidabilità in sistemi diagnostici complessi
- ◆ Tecnospaio – Milano (MI), applicazione specifica
- ◆ ASI – Roma (RM), applicazione specifica

I principali progetti passati e presenti inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Progetto Europeo IFATIS (Intelligent Fault Tolerant Control in Integrated Systems) EU-IST-2001-32122
- ◆ Progetto "Simulazione e controllo di macchine automatiche", secondo anno, ex 60% (MIUR) (2000-2001)
- ◆ Progetto "Identificazione dei guasti e riconfigurazione del controllo in sistemi distribuiti", ex 60% (MIUR) (2002 in poi)
- ◆ Progetto "Rilevazione e localizzazione dei malfunzionamenti, supervisione e riconfigurazione del controllo nei processi di automazione industriale", ex 40% (MIUR) (2000-2001)
- ◆ Progetto "Diagnosi e controllo Fault Tolerant in sistemi distribuiti", ex 40% (MIUR) (2002 in poi)

Sfruttamento dei risultati

Alcune applicazioni possibili

- ◆ Diagnosi di guasti e anomalie in macchine elettriche
- ◆ Diagnosi di guasti in sistemi automotive
- ◆ Diagnosi di guasti in reti di distribuzione complesse

Tipologia di imprese destinatarie

Il target può diventare molto ampio in quanto l'aspetto della diagnosi (che si lega anche alla manutenzione) va assumendo sempre più peso. Quale prima tappa applicativa, si possono menzionare i seguenti settori:

- ◆ Industria automotive;
- ◆ Macchine automatiche.

I principali rapporti realmente operativi con aziende della regione ed inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Datalogic – Lippo di Calderara (BO), su sistemi diagnostici e sensori
- ◆ IMA – Bologna (BO), applicazioni specifiche per macchine automatiche
- ◆ GD – Bologna (BO), applicazioni specifiche per macchine automatiche
- ◆ Tetrapak – Modena (MO), applicazioni specifiche per macchine automatiche
- ◆ Magneti Marelli Power Train SpA (BO)

I possibili link per informazioni

<http://www-lar.deis.unibo.it/casy>

Contatti

Prof. Claudio Bonivento, (cbonivento@deis.unibo.it)

Tema 3: Controllo nonlineare

Descrizione

Questa attività riguarda lo studio di algoritmi di controllo per sistemi non lineari in presenza di incertezze sul modello. Possono essere evidenziate le seguenti direzioni di ricerca.

- ◆ *Regolazione nonlineare dell'uscita:* consiste nel progettare un regolatore basato sulla retroazione dell'errore, in grado di forzare l'errore di tracking a zero in presenza di segnali di riferimento e disturbo generati da un sistema autonomo (esosistema) con condizioni iniziali non note. Questo obiettivo viene raggiunto utilizzando l'estensione nonlineare del modello interno per progettare un controllore che garantisca proprietà di stabilità globali o semi-globali in presenza anche di incertezza sul modello del plant.
- ◆ *Stabilizzazione robusta di sistemi nonlineari mediante saturazioni:* riguarda la stabilizzazione, in un punto di equilibrio dato, di sistemi nonlineari incerti a struttura *feedforward* mediante leggi di controllo state feedback con saturazioni innestate. Gli strumenti matematici di cui ci si serve in questo ambito sono quelli della *input to state stability* e del teorema del piccolo guadagno in versioni rivisitate.
- ◆ *Stabilizzazione robusta mediante controllo discontinuo:* tecniche di tipo sliding mode sono state utilizzate per progettare leggi di stabilizzazione robusta rispetto a disturbi di modello. Sono state proposte tecniche di sliding mode modificato per ridurre il problema del chattering che caratterizza tutte le leggi di controllo discontinue.
- ◆ *Controllo passivo di sistemi nonlineari:* sono stati sviluppati approcci di controllo basati su concetti di passività per il controllo di sistemi lineari e nonlineari. In particolar modo si è cercato di integrare le proprietà di passività energetica con le proprietà di robustezza di cui gode il controllo sliding mode.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ A. Isidori, L. Marconi, A. Serrani, "Robust nonlinear motion control of a helicopter", IEEE Transaction on Automatic Control, AC-48, pp. 413-426, 2003
- ◆ L. Gentili, L. Marconi, "Disturbance Suppression with Input Constraint of a Magnetic Levitation System", Automatica, 39, pp. 735-742, 2003
- ◆ L. Marconi, A. Isidori, A. Serrani, "Autonomous landing on a oscillating platform: an internal-model based approach", Automatica, 38, pp. 21-32, 2002
- ◆ L. Marconi, A. Isidori, A. Serrani, "Input disturbance suppression for a class of feedforward uncertain nonlinear systems", Systems and Control Letters, 45, pp. 227-236, 2002
- ◆ A. Serrani, A. Isidori, L. Marconi, "Semiglobal nonlinear output regulation with adaptive internal model", IEEE Transaction on Automatic Control, AC-46, pp. 1178-1194, 2001

- ◆ L. Marconi, A. Isidori, "Robust global stabilization of a class of uncertain feedforward nonlinear systems", *Systems and Control Letters*, 41, pp. 281-290, 2000
- ◆ A. Serrani, A. Isidori and L. Marconi, "Semiglobal output regulation for minimum-phase systems", 10, pp. 379-396, *International Journal on Robust and Nonlinear Control*, (2000)
- ◆ L. Marconi and A. Isidori, "Mixed internal-model based and feed-forward control for robust tracking in nonlinear systems", *Automatica*, 36, pp. 993-1000, 2000
- ◆ A. Macchelli, S. Stramigioli, A. van der Schaft, C. Melchiorri, "Considerations on the zero-dynamics of port Hamiltonian systems and application to passive implementation of sliding mode control", 15th IFAC World Congress on Automatic Control, Barcelona, Spain, July 21-26, 2002
- ◆ A. Macchelli, C. Melchiorri, "Control by interconnection of the Timoshenko beam", 2nd IFAC Workshop on Lagrangian and Hamiltonian Methods for Nonlinear Control, April 3-5, 2003
- ◆ A. Macchelli, C. Melchiorri, "Distributed Port Hamiltonian Formulation of the Timoshenko Beam: Modeling and Control", 4th MATHMOD Vienna, February 5-7, 2003

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Università degli Studi "La Sapienza" di Roma, Facoltà di Ingegneria, su sviluppi metodologici
- ◆ Washington University in St. Louis, su sviluppi metodologici
- ◆ ONR, Office of Naval Research, su applicazioni alla guida di elicotteri
- ◆ Università di Trieste
- ◆ Columbus Ohio State University, su sviluppi metodologici
- ◆ Imperial College, su sviluppi metodologici
- ◆ University of Twente, su sviluppi di modellistica e controllo

I principali progetti passati e presenti inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Progetto "Simulazione e controllo di macchine automatiche", Ex 60% (MIUR)

Sfruttamento dei risultati

Alcune applicazioni possibili

I risultati in corso costituiscono la base di possibili tecniche per lo sviluppo di soluzioni innovative in campo controllistico. Da questo punto di vista è difficile prevedere compiutamente lo sfruttamento dei risultati. Ci sono tuttavia casi significativi che riguardano:

- la guida di elicotteri in condizioni incerte;
- la diagnosi di guasti di macchine elettriche.

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ Il target possibile è vario e da precisare nel prossimo futuro

I possibili link per informazioni

<http://www-lar.deis.unibo.it/casy>

Contatti

Prof. Claudio Bonivento, (cbonivento@deis.unibo.it)

Prof. Lorenzo Marconi ([lmarconi@deis.unibo.it](mailto:lmарconi@deis.unibo.it))

Struttura 3: DIEM - Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni Meccaniche, Nucleari, Aeronautiche e di Metallurgia (UNIBO)

Le competenze del Dipartimento inerenti le tematiche di ricerca del net-lab AUTOMAZIONE sono analoghe a quelle presenti nel net-lab MECTRON. Pertanto si rimanda all'allegato 4 per la descrizione completa.

Struttura 4: DII - Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione (UNIMORE)

Università di Modena e Reggio Emilia

DII - Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

ELECOM - Laboratorio di Elettronica e Comunicazioni

Sito web: <http://www.dii.unimo.it/elecom/>

Indirizzo: Via Vignolese, 905 – 41100 Modena

Referente ELECOM per il settore Automatica: Prof. Zanasi Roberto - Tel: 059-2056161

Attività

All'interno del laboratorio ELECOM si svolgono numerose attività di ricerca nei settori dell'elettronica, delle telecomunicazioni e dei controlli. In particolare il laboratorio è attrezzato per la progettazione e la simulazione di circuiti elettronici, per effettuare misure su sistemi di trasmissione analogici e numerici, per la modellistica e la simulazione di sistemi elettromeccanici, per il controllo di motori elettrici e per lo sviluppo di sistemi di controllo in ambito automotive.

I principali filoni di ricerca che hanno collegamenti con l'attività del distretto hi-mech sono:

TEMA 1 – Modellistica e controllo di sistemi fisici in ambito automotive

TEMA 2 – Generatori di traiettorie per il controllo del moto

Laboratori e strumentazioni disponibili

Il laboratorio ELECOM è fornito della seguente strumentazione:

- ◆ numerosi personal computer e workstation ad elevate prestazioni dotati dei principali e più diffusi programmi di analisi e simulazione;
- ◆ un sistema dSPACE ACE1103 Kit per l'acquisizione rapida di dati sperimentali e per il controllo real-time di motori elettrici e di sistemi elettromeccanici;
- ◆ alcuni motori elettrici utilizzati per la messa a punto di nuove strategie di controllo;
- ◆ schede elettroniche realizzate in laboratorio per il controllo dei motori elettrici;
- ◆ strumentazione standard di laboratorio (alimentatori, vari oscilloscopi analogici e digitali, logic state analyzer, multimetri di precisione, ecc.);
- ◆ pacchetti software per la progettazione, la simulazione e la caratterizzazione di circuiti e di componenti elettronici. In particolare all'interno del laboratorio è anche possibile progettare e realizzare circuiti stampati a doppia faccia facendo uso del programma CAD EAGLE 4.09r2 e di un opportuno set fotolitografico per la realizzazione di circuiti stampati.

Tematica 1: Modellistica e controllo di sistemi fisici in ambito automotive

Descrizione

Questa tematica di ricerca è nata negli ultimi anni sulla base delle collaborazioni di ricerca attivate con importanti aziende del settore automotive, quali Ferrari S.p.A., Case New Holland, Digitek, ecc. In particolare, sono state affrontate tematiche riguardanti: controllo di un sistema frizione, controllo di coppia di un sistema di trasmissione, controllo di un cambio marcia automatizzato, controllo del differenziale, controllo di un servosterzo assistito, controllo di sistemi drive-by-wire, controllo attivo di sospensioni idrauliche, ecc.

Per la parte modellistica dei sistemi fisici presi in considerazione si è fatto ampio uso di una tecnica modellistica di natura grafica, denominata Power-Oriented Graphs (POG), che permette un diretto controllo dei flussi di potenza presenti nel sistema. L'utilizzo degli schemi POG risulta essere utile sia nella fase di modellazione del sistema che nella fase di verifica della correttezza dei risultati simulativi. La tecnica modellistica POG si è dimostrata particolarmente adatta nel campo della modellistica dei motori elettrici, dei sistemi robotici e dei sistemi elettromeccanici in generale.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ R. Zanasi, A. Visconti, G. Sandoni, R. Morselli, "Dynamic Modeling and Control of a Car Transmission System", 2001 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics - AIM '01, Como, vol. 1, pp. 416-421, 9-11 July 2001, ISBN: 0-7803-6737-5
- ◆ R. Zanasi, R. Morselli, G. Sandoni, "Simulation of Variable Dynamic Dimension Systems: the Clutch Example", European Control Conference - ECC'01, Porto, Portugal, pp. 3149-3154, 4-7 September 2001, ISBN: 972-752-047-2
- ◆ R. Zanasi, G. Sandoni, "Electronic Control of a Multi-Phase Lighting System", 15th IFAC World Congress, Barcelona, Spain, July 21-26, 2002
- ◆ R. Zanasi, G. Sandoni, A. Visconti, "Dynamical Model and Control of a Gearbox System", Mechatronics 2002, Twente, Enschede, Netherlands, June 24-26 2002
- ◆ R. Zanasi, R. Morselli, A. Visconti, M. Capanna, "Head-neck model for the evaluation of passenger's comfort", IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems - IROS'02, Lausanne, Switzerland, pp.1403-1408, September 30 - October 4, 2002, ISBN: 0-7803-7398-7
- ◆ R. Zanasi, R. Morselli, A. Visconti, "Generation of Acceleration Profiles for Smooth Gear Shift Operations", 28-th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society - IECON'02, Sevilla, Spain, 5-8 November, 2002, ISBN: 0-7803-7474-4

- ◆ R. Zanasi, G. Sandoni, R. Morselli, "Mechanical and Active Car Differentials: Detailed and Reduced Dynamic Models", Symposium on Mathematical Modelling - MATHMOD 2003, Vienna, Austria, 5-7 February 2003, pp. 1011-1020, ISBN 3-901608-24-9
- ◆ R. Morselli, A. Bertacchini, P. Ferrari, P. Pavan, R. Zanasi, "Energetic Approach for Steer-by-Wire in Off-Highway Vehicles", International Conference in Control and Diagnostics in Automotive Applications - CD AUTO'03, Sestri Levante (GE), Italia, 18-20 June, 2003
- ◆ A. Bertacchini, R. Morselli, R. Zanasi, P. Pavan, A. Bertoli, "Control Structures and Physical Requirements for Steer-by-Wire Systems", International Congress on Mechatronics - MECH2K3, Graz, Austria, 14-17 luglio, 2003
- ◆ R. Zanasi, G. Sandoni, R. Morselli, A. Visconti, F. Baldet, F. Farachi, "Dynamical Models and Control of an AMT Actuator System", International Congress on Mechatronics - MECH2K3, Graz, Austria, 14-17 luglio, 2003.
- ◆ R. Morselli, R. Zanasi, R. Cirrone, E. Sereni, E. Bedogni, E. Sedoni, "Dynamic Modeling and Control of Electro-Hydraulic Wet-Clutches", accepted for publication for the IEEE 6th International Conference On Intelligent Transportation Systems, Shanghai, China, October 12-15, 2003
- ◆ R. Morselli, R. Zanasi, E. Sereni, E. Bedogni, E. Sedoni, "Modeling and Control of Wet Clutches by Pressure-control Valves", accepted for the IFAC Symposium on Advances in Automotive Control - AAC'04, Salerno, Italia - April 19-23, 2004
- ◆ R. Morselli, M. Borsari, R. Zanasi, A. Visconti, "Artificial Sensitivity for Power Steering: the Proactive Safety Steering Control", accepted for the IFAC Symposium on Advances in Automotive Control - AAC'04, Salerno, Italia - April 19-23, 2004
- ◆ R. Morselli, P. Pavan, R. Zanasi, A. Bertacchini, "Testing Steer-by-Wire Controllers for Off-highway Vehicles by Hardware-in-the-Loop Experiments", submitted for the IEEE Conference on Mechatronics and Machine Vision in Practice, Perth, Australia, December 9-11, 2003

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Ferrari Gestione Sportiva - Modena: "Modellistica e Controllo di una Frizione Idraulica", 1998-2000
- ◆ Case New Holland - Modena: "Modellistica e Controllo del Sistema Idraulico Sollevatore", 1999-2000
- ◆ Ferrari Gestione Industriale - Modena: "Modellistica e Controllo di una Trasmissione Automobilistica", 2000-2002
- ◆ Case New Holland - Modena: "Controllo in Loop di Pressione per Frizioni in Bagno d'Olio su Trasmissioni ad Innesti Idraulici", 2001-2002
- ◆ Università di Modena e Reggio Emilia, Università di Bologna, Università di Napoli, Università di Torino, Università del Sannio di Benevento: "Modellistica e Controllo di Servofrizioni per Sistemi di Trasmissione Automobilistica", 2001-2002

- ◆ Case New Holland - Modena: "Sviluppo di un'applicazione per il controllo del beccheggio del trattore agricolo a velocità specifiche", 2002-2003
- ◆ DIGITEK S.p.A. - Modena: "Modellistica dinamica di sistemi elettro-attuati per il controllo della trasmissione di veicoli stradali", 2002-2003
- ◆ Ferrari S.p.A. - Modena: "Caratterizzazione e identificazione della curva di trasmissibilità di una frizione per cambio robotizzato", 2002-2003

I principali progetti passati e presenti inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Contratto di ricerca, "Modellistica dinamica del sistema di trasmissione di un'autovettura e controllo della coppia trasmessa" in collaborazione con la Società FERRARI S.p.A. di Maranello, (MO), 2000
- ◆ Contratto di ricerca, "Modellistica e Controllo dei Dispositivi di Trasmissione del Moto in un'Autovettura ad Elevate Prestazioni Dinamiche", in collaborazione con la Società FERRARI S.p.A., di Maranello, (MO)
- ◆ Progetto di ricerca industriale: "Controllo in Loop di Pressione per Frizioni in Bagno d'Olio su Trasmissioni ad Innesti Idraulici", in collaborazione con la Società CNH (già New Holland Trattori), 2001-2002
- ◆ Contratto di ricerca, "Modellistica dinamica di sistemi elettro-attuati per il controllo della trasmissione di veicoli stradali" in collaborazione con la Società DIGITEK S.p.A. di Concordia, (MO), 2003
- ◆ Contratto di ricerca, "Sviluppo di una applicazione per il controllo del beccheggio del trattore agricolo a velocità specifiche" in collaborazione con la Società CNH (Case New-Holland) S.p.A. di Modena, (MO), 2003

Sfruttamento dei risultati

Alcune applicazioni possibili

- ◆ Miglioramento il comportamento dinamico controllato dei principali sistemi elettromeccanici che sono presenti all'interno degli autoveicoli per uso civile, commerciale ed agricolo
- ◆ Messa a punto di nuove strategie di controllo per migliorare le caratteristiche dinamiche di un autoveicolo in termini di prestazioni, affidabilità, sicurezza, comfort, manovrabilità, controllo di assetto, segnalazione di situazioni di pericolo, ecc.

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ Imprese che lavorano nei settori Elettromeccanico, Idraulico e Automotive. In particolare, imprese che si occupano di progettazione e di controllo di:
 - autoveicoli;
 - sistemi frizione;
 - sistemi cambio marcia;
 - differenziali;
 - servosterzo;
 - centraline di controllo;
 - sistemi elettromeccanici in generale.

I principali rapporti realmente operativi con aziende della regione ed inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Ferrari S.p.A., Maranello (MO) - Modellistica e controllo del sistema di trasmissione e dell'assetto di un'autovettura
- ◆ Case New Holland, Modena (MO) - Controllo del beccheggio di un trattore agricolo a velocità specifiche
- ◆ DIGITEK S.p.A. Concordia, (MO) - Modellistica dinamica di sistemi elettro-attuati per il controllo della trasmissione di veicoli stradali

I possibili link per informazioni

- ◆ <http://www.dii.unimo.it/zanasi/zanasi.htm>
- ◆ <http://www.dii.unimo.it/elecom.htm>

Contatti

- ◆ Prof. Zanasi Roberto (roberto.zanasi@unimo.it)

Tematica 2: Generatori di traiettorie per il controllo del moto

Descrizione

Nella movimentazione e nel controllo dei sistemi elettromeccanici, gioca un ruolo importante la determinazione di azioni di controllo in avanti e la scelta della traiettorie ottime da inseguire. In questo campo sono state sviluppate particolari strutture dinamiche non lineari che generano automaticamente le traiettorie ottime a tempo minimo compatibili con i vincoli più comuni presenti sulle variabili di stato di un sistema fisico come, per esempio, la saturazione degli ingressi, il valore massimo ammissibile per la coppia, la velocità, l'accelerazione, il jerk, ecc.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ C. Guarino Lo Bianco, A. Tonielli, R. Zanasi, "Nonlinear Trajectory Generator", IECON'96 - 22nd Annual International Conference on the IEEE Industrial Electronics Society, The Lai Lai Sheraton Hotel, Taipei, Taiwan, Agosto 1996
- ◆ R. Zanasi, C. Guarino Lo Bianco, A. Tondelli, "Nonlinear Filter For Smooth Trajectory Generation", NOLCOS'98, University of Twente, Enschede, the Netherlands, July 1-3 1998
- ◆ R. Zanasi, C. Guarino Lo Bianco, A. Tonielli "Nonlinear Filter for the Generation of Smooth Trajectories", Automatica, vol.36, pp.439-448, 2000
- ◆ R. Zanasi, R. Morselli, "Second Order Smooth Trajectory Generator with Nonlinear Constraints", European Control Conference - ECC'01, Porto, Portugal, pp. 1518-1523, 4-7 September 2001, ISBN: 972-752-047-2
- ◆ C. Guarino Lo Bianco, R. Zanasi, "Smooth Profile Generation for a Tile Printing Machine", IEEE Trans. on Industrial Electronics, vol. 50, n.3, pp. 471-477, June 2003, ISSN 0278-0046
- ◆ R. Zanasi, R. Morselli, "Third Order Trajectory Generator Satisfying Velocity, Acceleration and Jerk Constraints", IEEE CCA/CACSD 2002 Conference, Glasgow, Scozia, pp.1165-1170, 18-20 September 2002, ISBN: 0-7803-7387-1
- ◆ R. Morselli, R. Zanasi, "Positioning Trajectory Generator with Nonlinear Constraints", IEEE CCA/CACSD 2002 Conference, Glasgow, Scozia, pp.1177-1182, 18-20 September 2002, ISBN: 0-7803-7387-1
- ◆ R. Zanasi, R. Morselli, A. Visconti, "Generation of Acceleration Profiles for Smooth Gear Shift Operations", 28-th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society - IECON'02, Sevilla, Spain, 5-8 November, 2002, ISBN: 0-7803-7474-4
- ◆ R. Zanasi, R. Morselli, "Discrete Minimum Time Tracking Problem for a Chain of Three Integrators with Bounded Input", Automatica, vol. 39, pp. 1643-1649, 2003I, SSN: 0005-1098

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Ferrari Gestione Industriale – Modena: "Modello dinamico Testa-Collo per lo studio del comfort di guida nei cambi marcia
- ◆ Università di Modena e Reggio Emilia, Università di Bologna, Università di Napoli, Università di Torino, Università del Sannio di Benevento: "Modellistica e Controllo di Servofrizioni per Sistemi di Trasmissione Automobilistica", 2002-03
- ◆ DIGITEK S.p.A. – Modena: "Modellistica dinamica di sistemi elettro-attuati per il controllo della trasmissione di veicoli stradali", 2002-2003

I principali progetti passati e presenti inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Contratto di ricerca, "Modellistica dinamica di sistemi elettro-attuati per il controllo della trasmissione di veicoli stradali" in collaborazione con la Società DIGITEK S.p.A. di Concordia (MO), 2003.
- ◆ Progetto PRIN 2003 (in fase di valutazione) "Modellistica e Controllo di Servofrizioni per Sistemi di Trasmissione Automobilistica" in collaborazione con Univ. di Bologna, Univ. di Napoli, Univ. di Torino, Univ. del Sannio di Benevento, 2003.

Sfruttamento dei risultati

Alcune applicazioni possibili

- ◆ Miglioramento delle funzionalità dinamiche e delle prestazioni delle macchina automatiche

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ Questa tematica di ricerca è rivolta alle imprese produttrici di sistemi elettromeccanici controllati e più in generale alle imprese costruttrici di macchine automatiche.

I principali rapporti realmente operativi con aziende della regione ed inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Ferrari S.p.A., Maranello (MO) – Profili ottimi di coppia per migliorare il comfort di guida nei cambi marcia
- ◆ DIGITEK S.p.A. Concordia (MO) - Modellistica dinamica di sistemi elettro-attuati per il controllo della trasmissione di veicoli stradali

I possibili link per informazioni

- ◆ <http://www.dii.unimo.it/zanasi/zanasi.htm>

Contatti

- ◆ Prof. Zanasi Roberto (roberto.zanasi@unimo.it)

Struttura 5: DISMI - Dipartimento di Scienze e Metodi per l'Ingegneria (UNIMORE)

Universita' di Modena e Reggio Emilia

Dipartimento di Scienze e Metodi per l'Ingegneria - Gruppo di Automazione Industriale

Indirizzo: Via Allegri 15 - 42100 Reggio Emilia

Tel 0532 522 311 – Fax 0522 522 312

Sito web: <http://www.ingre.unimore.it>

Referente: Prof. Cesare Fantuzzi, tel. 0522 522 213

Attività

Il centro ha competenze sulle metodologie di progettazione ed implementazione delle interfacce uomo-macchina (Human Machine Interface), nel settore delle macchine automatiche, veicoli industriali e domotica.

Metodologia:

- ◆ Definizione requisiti della interfaccia utente, in base alle specifiche del contesto applicativo (automazione industriale, domotica, veicoli industriali)
- ◆ Definizione delle specifiche della interfaccia utente
- ◆ Realizzazione del prototipo mediante software di prototipazione rapida
- ◆ Test di usabilità
- ◆ Sviluppo ed implementazione dell'interfaccia

Esperienza accumulata:

- ◆ Sviluppo di componenti software per la registrazione e l'elaborazione automatica delle attività di interazione tra l'utente e la macchina
- ◆ Prototipazione rapida della interfaccia utente di veicoli industriali
- ◆ Analisi dei requisiti per una interfaccia utente di veicoli industriali
- ◆ Utilizzo di software specifici per la prototipazione rapida dell'interfaccia utente
- ◆ Modellistica "object oriented" di interfacce utenti con applicazione nel settore *automotive*

Le principali pubblicazioni scientifiche

- ◆ C. Fantuzzi, S. Marzani, R. Montanari, M. Pratesi, "Development of a design pattern methodology for the automotive info-telematic system user interface", Proc. of int. conference Haamaha, Roma, Italy, 2003
- ◆ C. Fantuzzi, S. Marzani "Conceptualization and implementation of a Virtual Terminal – Configurable Display for tractors and agricultural machinery", presentato per la pubblicazione
- ◆ S. Rubichi, F. Tesauri, "Study and evaluation of the usability of a Virtual Terminal for tractors and agricultural machinery" presentato per la pubblicazione

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale

- ◆ CNH, Modena: la collaborazione riguarda lo sviluppo di un prototipo virtuale della interfaccia uomo-macchina della trattrice, e la definizione delle specifiche per l'implementazione software
- ◆ Centro Ricerche Fiat, Orbassano (TO): le attività con CRF hanno riguardato e riguardano alcuni lavori di tesi svolti da studenti di ingegneria. In particolare un primo lavoro ha riguardato lo sviluppo di librerie software per la rilevazione dell'attività del guidatore e del rischio di guida; una seconda (a seguito della quale è stata attivata una borsa di studio tuttora in corso presso il CRF) è stata indirizzata alla definizione di un linguaggio di specifica (basato su meta-modelli) per le componenti elettroniche del veicolo. La collaborazione si sta ulteriormente sviluppando attraverso attività di ricerca di ampio spettro e un supporto consultivo del CRF relativamente alla creazione di uno spin-off (progetto "IUI") in fase di attivazione presso l'Ateneo
- ◆ System Logistics, System Electronics, Fiorano (MO): è stata proposta una collaborazione per il redesign dell'interfaccia utente di una linea di prodotti; la collaborazione si sta estendendo anche su altri fronti relativamente allo studio di interfacce per un'ampia gamma di prodotti elettronici dell'azienda
- ◆ FAST, Rubiera (RE): è attiva una collaborazione per lo studio di sistemi SCADA (*Supervisory Control and Data Acquisition*) e l'utilizzo di dispositivi mobili nei settori industriali in cui l'azienda è attiva (es. manufacturing, utility, automation)
- ◆ ZGDV (Germania): è attivo un contatto per la costruzione di una Network of Excellence a livello europeo
- ◆ FastEst (Romania), Laminam (Italia), Ekahau (Finlandia), VTT (Finlandia), Fraunhofer IAO (Germania): ideazione e coordinamento di un'iniziativa di finanziamento europeo per la promozione di progetti di ricerca per le PMI (programma CRAFT)

I principali progetti passati e presenti

- ◆ Contratto tra Università di Modena e CNH (Modena), intitolato "Individuazione dei requisiti per il miglioramento della qualità del software per sistemi embedded" (2002-2003)
- ◆ Contratto tra Università di Modena e CNH (Modena), intitolato "Analisi requisiti e definizione specifiche per sistema di interfaccia uomo-macchina per trattrici agricole" (2003-2004)
- ◆ Il gruppo ha ideato e sta coordinando un consorzio di aziende e centri di ricerca per la realizzazione di una proposta di progetto comunitaria nell'ambito del programma CRAFT (progetti di ricerca per PMI). Il tema del progetto riguarda lo studio di sistemi di supervisione e controllo che prevedano l'utilizzo di dispositivi mobili (e.g. System COPILOT, Siemens, etc.), dotati di interfacce utenti sensibili al contesto d'uso, alla posizione di tali dispositivi e all'attività che sta compiendo l'utente. Le applicazioni riguardano il settore della produzione ceramica e meccanica e i test site sono previsti sia in Italia sia in Finlandia
- ◆ Il gruppo sta collaborando in qualità di leader di un significativo workpackage (*Mobile Usability*) alla realizzazione di una Network of Excellence che include oltre 280 ricercatori, 40 tra aziende, centri di ricerca e università ed è incentrato sullo studio di interfaccia utenti per operatori e utenti che si trovano in condizioni di mobilità

Sfruttamento dei risultati

Alcune applicazioni possibili

- ◆ Sviluppo di interfacce utenti per supportare l'utente (specie se inesperto) nell'uso efficiente di macchine automatiche, sistemi domotici, veicoli industriali e commerciali
- ◆ Sviluppo di componenti software per la registrazione, l'elaborazione e l'interpretazione automatica delle attività di interazione tra l'utente e un dispositivo. In tal caso, si configurano applicazioni sensibili al contesto di utilizzo e al compito che l'utente sta eseguendo, allo scopo di massimizzare l'efficienza operativa, ridurre il rischio di errori e di impatti negativi su produzione e sicurezza.
- ◆ Analisi dei requisiti, definizione dei casi d'uso e costruzione delle specifiche per la progettazione di interfacce utente per qualsiasi dispositivo destinato ad interagire con utenti o operatori (sia per applicazioni consumer che industriali). Nella fase di definizione di requisiti e specifiche, è possibile utilizzare il linguaggio di modellazione "object oriented", sviluppato inizialmente nel settore *automotive* per altri tipi di applicazione.
- ◆ Prototipazione rapida delle interfacce utente con software specifici integrati con gli strumenti di specifica
- ◆ Applicazione di metodologia di user-centered design per la progettazione delle interfaccia utenti allo scopo di includere, già nel percorso progettuale, i requisiti destinati ad incrementarne la usabilità

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ Aziende di tipo meccanico ed elettronico la cui produzione comprenda un dispositivo di interfaccia con l'utente, di qualunque complessità esso sia

I principali rapporti realmente operativi con aziende della regione ed inerenti la tipologia/tematica

- ◆ CNH di Modena, collaborazione per lo sviluppo delle specifiche per il progetto della interfaccia uomo-macchina per una trattrice agricola

I possibili link per informazioni

- ◆ <http://www.iui.it>

Contatti

- ◆ Prof. Cesare Fantuzzi, Dipartimento di Scienze e Metodi per l'Ingegneria della Università di Modena e Reggio Emilia, via Allegri, 15, 42100 Reggio Emilia Tel. +39.0522 522 213 ,Fax: +39.0522 522 312, e-mail cesare.fantuzzi@unimore.it.
- ◆ Prof. Mauro Dell'Amico, Dipartimento di Scienze e Metodi per l'Ingegneria della Università di Modena e Reggio Emilia, via Allegri, 15, 42100 Reggio Emilia Tel. +39.0522 522 213 ,Fax: +39.0522 522 312, e-mail dellamico@unimore.it

Struttura 6: RIMLAB - Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione (UNIPR)

Università di Parma

RIMLAB - Laboratorio di Robotica e Sistemi Autonomi - Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

Sito web: <http://rimlab.ce.unipr.it>

Indirizzo: Parco Area delle Scienze, 181/A - 43100 Parma

Referente: Prof. Stefano Caselli, tel. 0521-905724

Attività

Le attività del laboratorio sono rivolte alla progettazione e applicazione di sistemi robotici autonomi, di manipolazione e mobili. L'enfasi è posta sulle architetture di elaborazione in tempo reale, sull'elaborazione distribuita e sulle interfacce utente evolute e multimodali. Le applicazioni di interesse sono sia di tipo industriale orientate alla robotica di servizio, all'assistenza ed all'interazione remota. In tutti i casi lo sviluppo dei sistemi avviene su piattaforme di elaborazione aperte.

TEMA 1 - Pianificazione del moto e dei percorsi

TEMA 2 - Architetture in tempo reale e navigazione di robot mobili

TEMA 3 - Architetture distribuite per sistemi robotici

TEMA 4 - Interfacce utente avanzate per robotica di servizio

Laboratori e strumentazioni disponibili

- ◆ Manipolatore Unimate Puma 560
- ◆ Manipolatore ExactDynamics Manus
- ◆ Robot mobile¹ Nomadics Nomad 200
- ◆ Robot mobile Real World Interface B14
- ◆ Robot mobile ActivMedia Pioneer1
- ◆ Guanto per realtà virtuale CyberGlove/CyberTouch, dotato di 18 sensori per rilevare la configurazione spaziale dell'operatore e di 6 attuatori vibrotattili per restituire stimoli tattili in modo controllato
- ◆ Tracker a 6 d.o.f. Polhemus Fastrack
- ◆ Sistema di visione stereo SVS Vedere Design
- ◆ Sistemi di visione attiva su supporto pan-tilt
- ◆ Vari altri sottosistemi sensoriali (ultrasuoni, odore, visione a risoluzione controllabile, calore, etc.)
- ◆ Flotte di robot mobili autocostruiti
- ◆ Sistemi di sviluppo, workstation anche grafiche, cluster per elaborazione parallela

¹ I robot mobili sono dotati di sensori di distanza a infrarossi e ultrasuoni, telecamere, sensori di urto, bussola magnetica, ecc.

Tematica 1: Pianificazione del moto e dei percorsi

Descrizione

Scopo di questa linea di ricerca è lo sviluppo di algoritmi e strumenti di calcolo per individuare percorsi privi di collisioni che il robot può seguire per raggiungere la destinazione.

La ricerca privilegia le tecniche di tipo probabilistico idonee a consentire la pianificazione dei percorsi di sistemi a molti gradi di libertà. Sia gli algoritmi sia l'interfaccia utente sono sviluppati utilizzando standard "aperti" e portabili.

Attualmente sono allo studio strumenti per semplificare la condivisione di benchmark all'interno della comunità di ricerca sulla pianificazione del moto. In particolare, è stato definito uno schema XML in grado di rappresentare tutte le informazioni necessarie alla maggior parte degli strumenti esistenti per la pianificazione del moto. Per incrementare la portabilità delle soluzioni studiate è in corso lo sviluppo di uno strumento di rappresentazione dei problemi in grafica tridimensionale basato su tecnologia Java3D.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ S. Caselli, M. Reggiani, "ERPP: An Experience-based Randomized Path Planner," IEEE International Conference on Robotics and Automation, ICRA'2000, San Francisco, CA, Aprile 2000
- ◆ S. Caselli, M. Reggiani, R. Rocchi, "Heuristic Methods for Randomized Path Planning in Potential Fields," IEEE Int. Symp. on Computational Intelligence in Robotics and Automation, CIRA'01, Banff, Canada, 29 Luglio-1 Agosto 2001
- ◆ S. Caselli, M. Reggiani, M. Mazzoli, "Exploiting Advanced Collision Detection Libraries in a Probabilistic Motion Planner", 10th Int. Conf. on Computer Graphics, Visualization and Computer Vision, WSCG'2002, Plzen, Rep. Ceca, 5-7 Febbraio 2002
- ◆ S. Caselli, M. Reggiani, R. Sbravati, "Parallel Path Planning with Multiple Evasion Strategies", IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, ICRA2002, Washington DC, 11-15 Maggio 2002
- ◆ M. Reggiani, M. Mazzoli, S. Caselli, "An Experimental Evaluation of Collision Detection Packages for Robot Motion Planning," IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems, IROS2002, Losanna, Svizzera, Ottobre 2002

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Collaborazione con la Universidad Jaume-I (Castellòn, Spagna, resp. prof. Angel P. del Pobil) e la Simon Fraser University (Burnaby, Canada, resp. prof. K. Gupta): Attività speciale in ambito EURON rivolta alla definizione di benchmark per la pianificazione del moto e di interfacce per l'interoperabilità tra pianificatori
- ◆ Collaborazione con ENEA (Centro Ricerche Casaccia, dott. C. Moriconi): pianificazione dei percorsi per il robot manipolatore MASCOT

I principali progetti passati e presenti inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Realizzazione di pianificatore dei percorsi per sistemi a molti gradi di libertà, basato su campi di potenziale e tecniche di elaborazione parallela
- ◆ Analisi comparativa di algoritmi di rilevazione delle collisioni ed integrazione in pianificatore dei percorsi
- ◆ Definizione di una rappresentazione standard per la specifica di problemi di pianificazione e realizzazione di uno strumento di interfaccia e simulazione in tecnologia Java3D

Sfruttamento dei risultati

Alcune applicazioni possibili

- ◆ Programmazione dei robot
- ◆ Manutenzione di apparati
- ◆ Applicazioni di realtà virtuale
- ◆ Attori digitali
- ◆ Sintesi di proteine

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ Automazione industriale
- ◆ Industria cinematografica, videogame, entertainment
- ◆ Industria chimica

I principali rapporti realmente operativi con aziende della regione ed inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Contatti con la ditta SIPA di Cadeo (PC), integratore di sistemi robotici. Effettuazione di visite e presentazioni presso l'azienda e invio di laureandi e stagisti, alcuni dei quali poi assunti dall'azienda stessa
- ◆ Contatti con la ditta OCME di Parma, integratore di sistemi di automazione industriale. Oltre alla collaborazione tramite laureandi e stagisti, è allo studio lo sviluppo di un ambiente di visualizzazione di cella di lavoro robotica basato sulle tecnologie indagate presso il laboratorio

I possibili link per informazioni

<http://rimlab.ce.unipr.it/Projects/MotionPlanning.html>

Contatti

Reggiani Monica, reggiani@ce.unipr.it, tel. 0521-906114

Fantini Eleonora, efantini@ce.unipr.it, tel. 0521-905702

Caselli Stefano, stefano.caselli@unipr.it, tel. 0521-905724

Tematica 2: Architetture in tempo reale e navigazione di robot mobili

Descrizione

L'elaborazione in tempo reale gioca un ruolo fondamentale nel governo dei sistemi robotici. Questa linea di ricerca indaga tecniche di schedulazione avanzate e di tipo adattativo che vengono realizzate estendendo sistemi operativi "aperti". Il gruppo di ricerca collabora con il progetto europeo OROCOS (Open Robot Control Software) che si propone lo sviluppo collaborativo di architetture software di controllo di tipo aperto per applicazioni robotiche. Sono stati realizzati ed adattati sistemi di controllo di tipo aperto sia per i robot manipolatori sia per i robot mobili commerciali presenti nel laboratorio.

E' in corso di sviluppo un'architettura software di controllo per robot mobili con gestione di sensorialità avanzata e pianificazione efficiente di strategie di navigazione. L'obiettivo finale è di superare i limiti delle architetture attuali che, non affrontando in modo integrato le problematiche di real-time, di trasparenza nella gestione dei componenti eterogenei e di controllo distribuito, espongono agli operatori dettagli implementativi dell'architettura.

Nel prossimo futuro si intende confrontare l'architettura con altre proposte in letteratura ed integrare in essa nuovi moduli per il controllo di manipolatori mobili. E' inoltre in corso lo studio di nuovi algoritmi di schedulazione in tempo reale orientati a situazioni in cui il carico computazionale è fortemente variabile.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ G. Beccari, S. Caselli, F. Zanichelli, "Qualitative Spatial Representations from Task-Oriented Perception and Exploratory Behaviors," *Journal of Robotics and Autonomous Systems*, Elsevier, Gennaio 1999
- ◆ G. Beccari, S. Caselli, M. Reggiani, F. Zanichelli, "Rate Modulation of Soft Real-Time Tasks in Autonomous Robot Control Systems," *Euromicro Conference on Real-Time Systems (ECRTS99)*, York, UK, Giugno 1999
- ◆ D. Buratti, S. Caselli, F. Zanichelli, K.L. Doty, "Experiments in Sequenced Reinforcement Learning of Reactive Tasks by a Mobile Robot," *6th International Conference on Intelligent Autonomous Systems, IAS6*, Venezia, Luglio 2000
- ◆ Sillitoe, M. Lundin, S. Caselli, D. Ferraro, "Experiments in robust bistatic sonar object classification for local environment mapping", *IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, ICRA'2001*, Seul, Corea del Sud, 21-26 Maggio 2001
- ◆ G. Beccari, S. Bottazzi, S. Caselli, M. Reggiani, F. Zanichelli, "The Quest for Reliable Autonomous Robot Control Systems: A Progress Report", *Workshop del Gruppo di Lavoro Robotica, AI*IA*, Milano, 13-14 Dicembre 2001

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Collaborazione nell'ambito del progetto OROCOS con diversi centri di ricerca, tra cui l'Università Cattolica di Lovanio (Belgio), l'Università di Ulm (Germania), l'istituto LAAS (Francia) e l'istituto KTH (Svezia)
- ◆ Collaborazione con l'istituto ISTC del CNR di Roma per la realizzazione della architettura hardware e software preposta al controllo di un robot mobile di servizio

I principali progetti passati e presenti inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Progetto RoboCare (<http://robocare.ip.rm.cnr.it>) rivolto alla realizzazione di sistemi robotici per il servizio ad anziani e disabili
- ◆ Collaborazione al progetto OROCOS, con possibile redazione di una proposta di ricerca in ambito europeo

Sfruttamento dei risultati

Alcune applicazioni possibili

- ◆ Realizzazione di robot mobili di servizio (trasporto pasti, consegna provette, ecc.)
- ◆ Realizzazione di apparati mobili intelligenti integrati con l'arredamento (letti, comodini, tavoli, poltrone)

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ Robotica di servizio
- ◆ Domotica
- ◆ Automazione di fabbrica

I principali rapporti realmente operativi con aziende della regione ed inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Progetto preliminare di fattibilità per un robot cameriere (ditta Martini s.r.l., Lombardia)
- ◆ Contatti con la ditta WRAP S.p.A. (gruppo Merloni), per partecipazione ad un progetto europeo su ambienti intelligenti
- ◆ Contatti con aziende della regione (il più recente è con Elettrica80 di Scandiano, RE) per il controllo ed il coordinamento di flotte di veicoli mobili filoguidati (AGV) in applicazioni di trasporto industriale

I possibili link per informazioni

<http://rimlab.ce.unipr.it/Projects/RoboCare.html>

Contatti

Monica Francesco, fmonica@ce.unipr.it, tel. 0521-905702

Reggiani Monica, reggiani@ce.unipr.it, tel. 0521-906114

Zanichelli Francesco, francesco.zanichelli@unipr.it, tel. 0521-905710

Caselli Stefano, stefano.caselli@unipr.it, tel. 0521-905724

Tematica 3: Architetture distribuite per sistemi robotica

Descrizione

Sistemi complessi vengono sempre più spesso realizzati come sistemi distribuiti (si pensi ai grandi impianti o ai cosiddetti "laboratori virtuali" e ai robot accessibili tramite internet). Un tema di ricerca di grande interesse anche a livello internazionale riguarda l'utilizzo delle infrastrutture standardizzate dei sistemi di elaborazione distribuiti in applicazioni caratterizzate da vincoli di tempo reale quali quelle robotiche. In particolare, la ricerca in corso indaga l'applicabilità degli aspetti più avanzati dello standard CORBA alle esigenze della teleoperazione robotica. Sono stati sperimentati aspetti quali l'accesso condiviso e la distribuzione di dati sensoriali nell'esecuzione collaborativa di compiti di teleoperazione tramite Internet.

Nel futuro si intende approfondire altri aspetti, quali il grado di tolleranza ai guasti che è possibile assicurare alle applicazioni e le tecniche più efficienti di autenticazione e sicurezza.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ S. Bottazzi, S. Caselli, M. Reggiani, M. Amoretti, "A Software Framework based on Real-Time CORBA for Telerobotic Systems," IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems, IROS2002, Losanna, Svizzera, Ottobre 2002
- ◆ M. Amoretti, S. Bottazzi, M. Reggiani, S. Caselli, "Experience in Teleoperation System Design based on Real-Time CORBA," 11th International Conference on Advanced Robotics, ICAR2003, Coimbra, Portogallo, 30 Giugno-3 Luglio 2003
- ◆ M. Amoretti, S. Bottazzi, M. Reggiani, S. Caselli, "Evaluation of Data Distribution Techniques in a CORBA-based Telerobotic System," IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems, IROS2003, Las Vegas, NV, Ottobre 2003
- ◆ M. Amoretti, S. Bottazzi, M. Reggiani, S. Caselli, "Designing telerobotic systems as distributed CORBA-based applications", Intl. Symposium on Distributed Objects and Applications, DOA 2003, Catania, Italia, Novembre 2003

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Collaborazione con l'istituto ISTC del CNR di Roma per la configurazione e sperimentazione di middleware con caratteristiche di tempo reale e la realizzazione di un framework per il coordinamento robot di servizio

- ◆ Collaborazione con l'Università di Essex, UK (dr. M. Colley) per la valutazione di middleware per applicazioni di domotica ed intelligenza ambientale

I principali progetti passati e presenti inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Progetto coordinato CNR-Agenzia2000 su metodologie e strumenti per laboratori virtuali distribuiti (<http://rimlab.ce.unipr.it/Projects/LaboratoriVirtuali.html>)
- ◆ Progetto RoboCare (<http://robocare.ip.rm.cnr.it>) rivolto alla realizzazione di sistemi robotici per il servizio ad anziani e disabili
- ◆ Possibile presentazione di una proposta di IP ad uno dei prossimi bandi europei del FP6

Sfruttamento dei risultati

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ Manutenzione remota di apparati
- ◆ Sorveglianza
- ◆ Teleoperazione
- ◆ Laboratori virtuali

I possibili link per informazioni

- ◆ <http://rimlab.ce.unipr.it/Projects/Teleoperation.html>

Contatti

- ◆ Amoretti Michele, amoretti@ce.unipr.it, tel. 0521-905702
- ◆ Bottazzi Stefano, bottazzi@ce.unipr.it, tel. 0521-906114
- ◆ Reggiani Monica, reggiani@ce.unipr.it, tel. 0521-906114
- ◆ Caselli Stefano, caselli@ce.unipr.it, tel. 0521-905724

Tematica 4: Interfacce utente avanzate per robotica di servizio

Descrizione

Le applicazioni di robotica di servizio, che prevedono la compresenza di persone e robot nel medesimo spazio fisico, richiedono interfacce utente evolute per la programmazione del compito e la visualizzazione del compito in corso di evoluzione. La ricerca in atto sta indagando interfacce utente multimodali, che comprendono oltre alla grafica 3D ed alla programmazione vocale, guanti per realtà virtuale e tracker 3D per la programmazione gestuale e restituzione di stimoli tattili all'operatore. Tali interfacce vengono indagate sia per rendere più efficiente l'esecuzione di compiti teleoperati, sia per realizzare vere e proprie forme di "Programming by Demonstration" di compiti di manipolazione svolte interamente in ambiente virtuale.

Il gruppo di ricerca ha inoltre avviato lo sviluppo di una piattaforma robotica per compiti di servizio costituita da una base mobile fortemente sensorizzata dotata di un braccio a 6 d.o.f. a bassa impedenza meccanica.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ J. Aleotti, S. Caselli, M. Reggiani, "Multimodal user interface for remote object exploration with sparse sensory data," IEEE Int. Workshop on Robot and Human Interactive Communication, ROMAN2002, Berlino, Germania, Settembre 2002
- ◆ J. Aleotti, S. Caselli, M. Reggiani, "Visualizzazione di informazioni sensoriali sparse per il controllo di robot teleoperati", Conf. Naz. su Sistemi Autonomi Intelligenti e Robotica Avanzata, ROBO2002, Frascati, Ottobre 2002
- ◆ J. Aleotti, S. Bottazzi, M. Reggiani, S. Caselli, "A multimodal user interface for remote object exploration in teleoperation systems", IARP Workshop on Human-Robot Interfaces, HUROI2002, Frascati, Novembre 2002
- ◆ J. Aleotti, S. Caselli, M. Reggiani, "Development of a sensory data user interface for a service robot", 1st International Workshop on Advances in Service Robots, ASER'03, Bardolino (VR), Marzo 2003
- ◆ J. Aleotti, S. Caselli, M. Reggiani, "Leveraging on a virtual environment for robot programming by demonstration", IROS 2003 Workshop on Robot Programming by Demonstration, Las Vegas, NV, Ottobre 2003
- ◆ J. Aleotti, S. Caselli, M. Reggiani, "Toward programming of assembly tasks by demonstration in virtual environments", IEEE Int. Workshop on Robot and Human Interactive Communication, ROMAN 2003, San Francisco, CA, Novembre 2003

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Collaborazione con ENEA (Centro Ricerche Casaccia, dott. C. Moriconi): realizzazione di interfaccia operatore avanzata per il controllo di un telemanipolatore
- ◆ Collaborazione con l'Università di Orebro, Svezia (prof. Tom Duckett): studio delle problematiche connesse al Programming by Demonstration ed all'apprendimento dei movimenti dell'operatore

I principali progetti passati e presenti inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Integrazione di un braccio manipolatore a bassa impedenza meccanica su base mobile per compiti di servizio, nell'ambito del Progetto RoboCare (<http://robocare.ip.rm.cnr.it>) rivolto alla realizzazione di sistemi robotici per il servizio ad anziani e disabili.
- ◆ Realizzazioni di ambienti di visualizzazione 3D e simulazione dei movimenti per robot manipolatori.

Sfruttamento dei risultati

Alcune applicazioni possibili

- ◆ Assistenza ad anziani e disabili
- ◆ Robot di servizio
- ◆ Interfacce evolute per robot industriali

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ Industria biomeccanica e sanitaria

I possibili link per informazioni

<http://rimlab.ce.unipr.it/Projects/PbD.html>

<http://rimlab.ce.unipr.it/Projects/Haptics.html>

Contatti

Aleotti Jacopo, aleotti@ce.unipr.it, tel. 0521-905702

Reggiani Monica, reggiani@ce.unipr.it, tel. 0521-906114

Caselli Stefano, stefano.caselli@unipr.it, tel. 0521-905724

Struttura 7: SIPE - Consorzio per lo Sviluppo Industriale di Processi Evoluti S.c.a r.l.

SIPE - Consorzio per lo Sviluppo Industriale di Processi Evoluti S.c.a r.l.

Sito web: www.consorziosipe.it

Indirizzo: Viale Mazzini, 5/3 – 41058 Vignola (Modena)

Tel. 059/767032

e-mail: info@consorziosipe.it

Direttore: Antonio Rossi

Attività

La Società consortile ha come obiettivo la realizzazione di un sistema di promozione dell'innovazione e del trasferimento tecnologico, mediante la riconversione di una parte consistente dell'area Ex-SIPE di Spilamberto (Modena). L'area è costituita da oltre 9.000 mq di superficie calpestabile e da 100 mila mq di area verde messi a disposizione a titolo non oneroso dai comuni del territorio.

La Società Consortile SIPE si propone lo sviluppo del territorio attraverso attività di ricerca scientifica e tecnologica e di formazione per l'innovazione, con particolare riferimento a tecnologie dei materiali e meccanica avanzata, automazione e ambiente, nonché a tecnologie dell'informazione ampiamente intese.

Il Consorzio svolge funzioni di sviluppo dell'area ex-Sipe per la realizzazione di un Centro Tecnologico. Il Consorzio concorre alla definizione degli indirizzi e alla pianificazione del recupero di parte dello stabilimento SIPE destinata al Centro Tecnologico, per lo sviluppo dell'area, la gestione della stessa e la promozione di insediamenti di attività di ricerca e servizi avanzati; predispone i servizi comuni, cura la promozione e l'immagine del Centro Tecnologico SIPE, sviluppa le relazioni e i rapporti di cooperazione con istituzioni e partner esterni. Intende inoltre offrire ai futuri insediati nell'area del Centro Tecnologico servizi telematici avanzati, di consulenza finanziaria, di marketing delle tecnologie e dell'innovazione.

Linee d'intervento:

- ◆ Promozione dello sviluppo del centro tecnologico:
 - insediamento di laboratori di eccellenza, istituti di ricerca e società che operano nei settori delle alte tecnologie e dei servizi avanzati relativamente alle tecnologie dei materiali, alla meccanica ampiamente intesa, all'automazione e all'ambiente;
 - intermediazione e sostegno alla ricerca;

- coordinamento e sviluppo di sinergie con le strutture di ricerca e servizio locali che svolgono attività complementari a quelle di specializzazione del Centro;
 - promozione di cluster, per favorire lo sviluppo di sinergie interne, la condivisione di risorse e il rafforzamento dell'offerta tecnologica.
- ◆ Valorizzazione delle attività di ricerca e sviluppo:
- valorizzazione delle ricadute economiche e industriali della ricerca, anche con la creazione di partenariati scientifici e industriali per progetti di respiro internazionale;
 - sostegno alla competitività delle imprese del territorio attraverso servizi di trasferimento tecnologico e diffusione dell'innovazione;
 - assistenza alla creazione e allo sviluppo di nuove imprese ad alta intensità di conoscenza e di spin-off dell'attività di ricerca;
 - promozione e gestione di programmi nazionali e internazionali di ricerca e sviluppo e di valorizzazione della ricerca.
- ◆ Formazione avanzata:
- per l'innovazione delle imprese, con orientamento alle specializzazioni tecnologiche di vocazione del territorio;
 - attività convegnistica e seminariale.

Il SIPE, relativamente al campo dell'automazione, svolge la seguente attività di ricerca:

TEMA 1 - Metodi di progetto orientate agli oggetti per il software per macchine automatiche (packaging)

Tematica 1: Metodi di progetto orientati agli oggetti per il software per macchine automatiche (packaging)

Descrizione

La ricerca riguarda lo sviluppo di un metodo formale per il progetto del software per macchine automatiche, con particolare riguardo al settore del packaging.

La problematica affrontata risulta essere molto sentita nel settore dei costruttori di macchine automatiche in generale, ed in particolare nella regione Emilia Romagna, dove sono concentrate un elevato numero di aziende, tra le quali possiamo citare IMA, G.D., Tetrapak e Gruppo Fabbri. Infatti, lo sforzo progettuale e di sviluppo del software di controllo risulta essere sempre più rilevante, in quanto le macchine più moderne richiedono una integrazione sempre più massiccia di componenti elettronici di controllo.

I metodi di progettazione del software più moderni, sviluppati a partire dagli anni 80 per il settore office, e basati su un approccio modulare e "orientato agli oggetti", non hanno ancora trovato una applicazione nel settore delle macchine automatiche, per motivi principalmente tecnologici e culturali.

L'obiettivo della ricerca applicata è migliorare il processo produttivo e di manutenzione del software per l'automazione, sviluppando un metodo basato sull'approccio Object-Oriented, ed in particolare UML (Unified Modeling Language), linguaggio standard per la definizione di una architettura software comunque complessa.

L'attività prevede i seguenti passi:

- ◆ Definizione di una metodologia per la modularizzazione dell'applicativo generale, mediante schemi di tipo Class Diagram del linguaggio UML;
- ◆ Definizione di una metodologia di sviluppo e traduzione dei diagrammi di stato (UML statechart) che definiscono la parte reattiva del software, nel linguaggio di programmazione del sistema di controllo di macchina (in genere un linguaggio per PLC standardizzato secondo normativa IEC61131-3);
- ◆ Sviluppo di software per il supporto della metodologia delineata;
- ◆ Prova e verifica del metodo in progetti di sviluppo di macchine automatiche nelle industrie che fanno capo al Consorzio SIPE attraverso il CRIT.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ M. Bonfè, C. Fantuzzi. "Design and verification of industrial logic controllers with uml and statecharts", IEEE Conference on Control Application (IEEE-CCA), Istanbul, Turkey, June 23-25 2003

- ◆ M. Bonfè, C. Donati, C. Fantuzzi, "An application of software design methods to manufacturing systems supervision and control", IEEE Conference on Control Application (IEEE-CCA), Galsgow, Scotland, September 18-20 2002
- ◆ M. Bonfè, C. Fantuzzi, L. Poretti, "PLC object-oriented programming using IEC 61131-3 norm languages: An application to manufacture machinery", European Control Conference, pp. 3235-3240, Porto, Portugal, September 4-7 2001
- ◆ M. Bonfè, C. Fantuzzi, "Object-oriented approach to PLC software design for a manufacture machinery using IEC 61131-3 norm languages", IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics, pages 787-792, Como, Italy, July 8-12 2001
- ◆ M. Bonfè, C. Fantuzzi, "Mechatronic objects encapsulation in IEC61131-3 norm", in Proc. of 4th International PLCOpen conference on Industrial Contrl Programming, pp. 117-125, Utrecht, The Netherlands, October 10-11, 2000
- ◆ M. Bonfè, C. Fantuzzi, "Mechatronic objects encapsulation in IEC 1131-3 norm", in Proceedings of IEEE International Conference on Control Applications, pp. 598-603, Anchorage, Alaska, USA, September 25-27, 2000

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Dipartimento di Scienze e Metodi per l'Ingegneria (DISMI), Università di Modena e Reggio Emilia. La collaborazione verte sugli aspetti metodologici relativi allo sviluppo di software "ad oggetti", per il controllo di macchine automatiche, con particolare riguardo alle applicazioni per l'industria del Packaging, in cui è coinvolto anche il centro di ricerca CRIT
- ◆ University of Halle-Wittenberg, Department of Engineering Science, Halle, Germany. La collaborazione verte sullo studio ed applicazione dei metodi formali per la verifica del software per l'automazione e sulle applicazioni industriali della norma tecnica IEC61499
- ◆ Tampere University of Technology, Insitute od Production Engineering, Finland, La collaborazione ha riguardato lo sviluppo di metodologie per la gestione di linee di produzione automatizzate, con particolare riguardo rispetto all'utilizzo di tecnologie "ad agenti" software
- ◆ CRIT, Centro di Ricerca e Innovazione Tecnologica (soci: Ali – Carpigiani, Beghelli, Cineca, Gruppo CMS, Datalogic, Ducati Energia, Ferrari, G.D, Gruppo Fabbri, IMA, Italtractor, New Holland, Rossi Motoriduttori, System, Selcom, Tetra Pak). La collaborazione ha riguardato gli aspetti applicativi relativi allo sviluppo di software "ad oggetti" per il controllo delle macchine automatiche, in cui è coinvolto anche il dipartimento DISMI

I principali progetti passati e presenti inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Attività di ricerca in collaborazione con il Consorzio Ferrara Sinergia. La ricerca ha riguardato lo sviluppo di un metodo di progetto per il software di controllo per Controllori Logici Programmabili (PLC), secondo le modalità specificate dallo standard IEC 61131-3

- ◆ Attività di ricerca in collaborazione con Tetra Pak Carton Ambient di Modena. La ricerca, intitolata "Sviluppo di nuove piattaforme per l'Automazione Industriale", ha riguardato lo sviluppo di metodologie di ingegneria del software e loro applicazione allo sviluppo di nuove architetture per l'automazione industriale

Sfruttamento dei risultati

Alcune possibili applicazioni

- ◆ Miglioramento della qualità del software
- ◆ Diminuzione dei costi di sviluppo dell'applicativo e della manutenzione, e riutilizzo in altri progetti

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ Aziende manifatturiere per la produzione di macchine automatiche, con particolare riguardo al settore del packaging

I principali rapporti realmente operativi con aziende della regione ed inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Tetra Pak Carton Ambient, Modena (MO)
- ◆ G.D SpA, Bologna (BO)
- ◆ IMA SpA, Bologna (BO)
- ◆ System SpA, Fiorano Modenese (MO)
- ◆ Gruppo Fabbri SpA, Vignola (MO)
- ◆ Selcom SpA, Bologna (BO)

I temi specifici di attività su cui sono state attivate le collaborazioni sono, per tutte le aziende citate, attività di trasferimento tecnologico e di know-how su argomenti relativi a processi industriali, automazione industriale, meccanica, scienza dei materiali. In particolare si sono attivati progetti di trasferimento di know-how tramite cicli di seminari e ricerche documentali sui processi di lavorazione, sui microsensori e microsistemi, sugli azionamenti elettrici lineari. Le attività di trasferimento tecnologico hanno riguardato i sistemi di teleassistenza e diagnosi remota di malfunzionamenti (Gruppo Fabbri), metodi innovativi per lo sviluppo di software per l'automazione (Tetra Pak).

Laboratori/strumentazioni già disponibili presso la struttura inerenti la tematica

- ◆ Software di supporto al progetto di schemi UML

Struttura 8: Dipartimento di Fisica (UNIMORE)

Universita' di Modena e Reggio Emilia

Dipartimento di Fisica - Gruppo di Fisica Applicata

Indirizzo: Via Campi 213/A - 41100 Modena

Tel 059.596029 - 059.586030

Sito web : <http://www.s3.infm.it>

Referente: Prof. Maria Prudenziati, tel. 059-2055262

Attività

Il centro ha competenze che spaziano dalla progettazione e realizzazione dei materiali alla realizzazione di test del sensore e/o attuatore.

Metodologia:

- ◆ progettazione del materiale, ottenibile in forma di strato mediante tecnologia screen printing e processo termico;
- ◆ realizzazione e caratterizzazione dello strato;
- ◆ caratterizzazione funzionale del materiale in funzione delle variabili di processo (composizione, temperatura di processo, contatti, ecc.);
- ◆ progettazione e sviluppo di prototipi di sensori e/o attuatori.

Esperienza accumulata:

- ◆ Piezoresistori: formulazione di paste, caratterizzazione di processi e dispositivi per estensimetri, celle di pressione, sensori di accelerazione
- ◆ Magnetoresistori: sensori di prossimità, distanza, velocità di rotazione
- ◆ Termoresistori e riscaldatori
- ◆ Strati a base di PZT con legante vetroso o ossido (PbO) e dispositivi quali:
 - Sensore risonante di pressione di gas, basato sulla generazione e rivelazione di deformazioni di un diaframma elastico in allumina in condizioni di risonanza;
 - Sensore di accelerazione, basato sulla generazione di carica per effetto delle compressioni/ espansioni prodotte su elementi piezoelettrici da una massa sismica;
 - Sensore risonante di umidità, basato sulla variazione di massa dovuta all'interazione di molecole di H₂O su uno strato igroscopico depositato su una faccia di una

- membrana di allumina tenuta in condizioni di risonanza da strati piezoelettrici attuatori e rivelatori;
- Sensore di momento torcente basato sulla trasmissione di onde elastiche lanciate e rivelate in prossimità della superficie di una barra (metallica) di torsione;
 - Sensore di flusso basato sulla propagazione e ricezione di onde di plate con dispositivi interdigitati a strato su allumina montati sul condotto del fluido;
 - Dispositivi in grado di propagare onde elastiche di superficie o di Lamb o di volume su substrati non ferroelettrici (ad es. allumina, metallo);
 - Studio di strutture e prestazioni di ferroelettrici per micro-posizionatori.

Le principali pubblicazioni scientifiche inerenti la tipologia/tematica

- ◆ S. Tankiewicz , B. Morten , M. Prudenziati, L. J. Golonka, "New thick film material for piezoresistive sensors" Sensors and Actuators A95/1, Dic. 2001
- ◆ C.M. Mari, R. Ruffo, M. Prudenziati, B. Morten, "Carbon Monoxide Electrochemical Planar Sensor For Indoor Applications", Proceed. of 4th Italian Conference on Sensors and Microsystems, World Scientific, C. Di Natale, A. D'Amico, G. Sberveglieri Eds, pp. 101-104, London and Singapore, 2000
- ◆ S. Tankiewicz, L. Golonka, H. Roguszcak, M. Prudenziati, B.Morten, G. De Cicco "IrO₂-based thick film piezoresistors for pressure sensors", Proceedings XXIII IMAPS Poland '99, Poland, Sept. 1999
- ◆ G. De Cicco, D. Dalmonego, B. Morten, M. Prudenziati, "Pyroelectricity in PZT-based thick-film", Sensors and Actuators, pp. 412-418, 761, 1999
- ◆ A. Masoero, B. Morten, G. L. Olcese, M. Prudenziati, F. Tango, F. Vinai, "Magnetic properties of Ni-Co thick-film magnetoresistor", Thin Solid Films, pp. 214-218, 350, 1999
- ◆ G. De Cicco, B. Morten, M. Prudenziati, "A new ultrasonic composite transducer in thick film technology", IEEE Trans. Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control, 44, pp. 992-995, 1997
- ◆ M.Tamborin, S.Piccinini, M. Prudenziati, B. Morten, "Piezoresistive properties of RuO₂-based thick-film resistors: the effect of RuO₂ grain size", Sensors and Actuators A-58 (1997), pp. 159-164, 1997
- ◆ B. Morten, M. Prudenziati, G. De Cicco, A. Bianco, G.Montesperelli, G. Gusmano, "Thick-film magnetoresistors and related sensors", Journal Measurement Science and Technology, 8 (1997), pp. 21-28, 1997
- ◆ G. De Cicco, B. Morten, M. Prudenziati, "Elastic surface waves based on piezoelectric thick films", IEEE Trans. Ultrasonic, ferroelectrics and frequency control, 43 (1996), pp. 73-77, 1996
- ◆ G. De Cicco, B. Morten, M. Prudenziati, "Thick film composite ultrasonic transducer operating in air", Proceed. Ultrasonic World Congress 1995, Berlin , pp. 339-342, 1995

- ◆ M. Prudenziati, B. Morten, De Cicco, "Piezoelectric thick film materials and sensors", *Microelecronic International* n.38 (1995), pp. 5-11, 1995
- ◆ B. Morten, G. De Cicco, M. Prudenziati, A. Masoero, G. Mihai, "Magnetoresistive thick film sensors for linear displacement", *Sensors and Actuators*, 46 (1995), pp. 261-265, 1995
- ◆ De Cicco, B. Morten, M. Prudenziati, "A flowmeter operating with plate waves induced by piezoelectric thick films", *Proceed. Ultrasonic Symposium, Cannes*, 1327-1331, 1994
- ◆ B.Morten, G. De Cicco, M. Prudenziati, "A novel torque sensor based on elastic waves generated and detected by piezo-electric thick films", *Sensors and Actuators*, 41 (1994), pp. 33-38, 1994
- ◆ G. De Cicco, B. Morten, M. Prudenziati, "Elastic surface waves based on piezoelectric thick films", *Proceedings 1993 Ultrasonic Symposium, IEEE, Baltimore*, 1993

Le principali collaborazioni in ambito regionale, nazionale ed internazionale inerenti la tipologia/tematica

- ◆ Centre of Thermal Spray Research, SUNY at Stony Brook, NY 11794-2275, USA, Prof. Sanjay Sampath ssampath@ms.cc.sunysb.edu. TEMA: Confronto fra strati depositi per screen printing e per thermal spray: caratterizzazione in termini di microstruttura e caratteristiche funzionali per sensori di deformazione, temperatura, magnetoresistenza e proprietà ferroelettriche
- ◆ Faculty of Microsystem Electronics and Photonics Institute of Microsystem Technology, TU, Wroclaw, Prof. L.Golonka. TEMA: Materiali per screen printing in tecnologia a singolo deposito e a LTCC
- ◆ Ben-Gurion University of Negev, Institute of Chemistry and Chemical Technology, Beer-Sheva, Israel, Prof. J.Hormadaly-hormadj@bgumail.bgu.ac.il. TEMA: Sviluppo nuove composizioni di materiali per la tecnologia screen printing
- ◆ Università di Milano "Bicocca" Dipartimento di Scienza dei materiali, Prof. Claudio Maria Mari. TEMA: Studio di composizioni e strutture per sensori elettrochimici a strato per la rilevazione di specie gassose

I principali progetti passati e presenti inerenti la tipologia/tematica

- ◆ CNR MADESS II (1999-2002). Sensore elettrochimico a stato solido per la determinazione di CO in ambiente domestico
- ◆ Contratto fra Università di Modena e High Vacuum Process (2000-2003). Assistenza tecnico-scientifica nel Processo innovativo di igienizzazione di prodotti alimentari: determinazione di dosi di irraggiamento in funzione delle caratteristiche del prodotto irraggiato con elettroni di alta energia

- ◆ Contratto fra Università di Modena e C.R.F. SC.p.A (2002-2003). Attuazione Ferro-piezoelettrica e sensing di posizione: studio e sviluppo di nuove soluzioni basate sull'applicazione di materiali e metodi della tecnologia a film spesso
- ◆ Beghelli SpA. Consulenza tecnico scientifica su dispositivi sensori di gas

Sfruttamento dei risultati

Alcune applicazioni possibili

- ◆ Sviluppo di nuovi materiali e strutture per sensori di grandezze fisiche e chimiche, eventualmente da integrare nei sistemi di controllo, per applicazioni industriali, domotica, ambiente, strumentazione di misura
- ◆ Sviluppo e caratterizzazione di nuove tipologie di sensori e attuatori con materiali a metodi della tecnologia screen printing

Tipologia di imprese destinatarie

- ◆ Piccole e medie imprese interessate alla produzione di strumentazione di misura, componentistica di controllo, sensori e attuatori. Ad esempio in Regione Emilia-Romagna:
 - AEP Transducers, Modena: produzione di celle di carico, sensori di pressione, forza, distanza;
 - Cooperativa Bilanciai, Modena: impegnata nella produzione di Sistemi di pesatura fiscale;
 - High Vacuum Process Srl, Parma: impegnata nella realizzazione di impianti da vuoto, strumentazione scientifica e sensoristica relativa;
 - Beghelli S.p.a, Bologna: impegnata nella realizzazione di sistemi di sicurezza civile e industriale.

I principali rapporti realmente operativi con aziende della regione ed inerenti la tipologia/tematica

- ◆ High Vacuum Process Srl, Parma: collaborazione per sviluppo di impianti di irraggiamento con elettroni di media e elevata energia; dosimetria di radiazione beta

I possibili link per informazioni

- ◆ <http://www.s3.infm.it>

Contatti

- ◆ Prof. Maria Prudenziati , Dipartimento di Fisica della Università di Modena e Reggio Emilia, Via Campi, 213/A, 41100 Modena. Tel. +39.059.205.5262 ,Fax: +39.059.205.5235, e-mail prudenziati.maria@unimo.it.
- ◆ Prof. Bruno Morten , Dipartimento di Fisica della Università di Modena e Reggio Emilia, Via Campi, 213/A, 41100 Modena. Tel.+39.059.205.5261, Fax:+39.059.205.5235, e-mail morten@unimo.it.