

DOTTORATO DI RICERCA

AUTOMATICA, ROBOTICA E BIOINGEGNERIA

Presentazione delle attività degli allievi al termine del I anno

Sessione Poster – Aula Magna Facoltà di Ingegneria

Mercoledì 18 Gennaio, 2005 – ore 10:30 – 12:30

Raphael Bartalesi - DSEA Wearable motions systems	Tutore: Prof. Danilo De Rossi
Roberto Bianco - ISBEM S.c.p.a. Brain anatomical and functional imaging by nuclear magnetic resonance	Tutori: Prof. Luigi Landini, Dott. Ing. Sergio Casciaro
Andrea Bracci - DSEA Cooperative control of autonomous vehicles	Tutore: Prof. Mario Innocenti
Andrea Di Candia - Fondazione San Raffaele – Tosinvest Sanita' Do.Mani. Project (In Domini Manibus) Neuromotor Rehabilitation	Tutori: Prof. Danilo De Rossi, Prof. P. Pastacaldi, Prof.ssa A.M. Vannini, Prof. L. Landini
Massimo Donnoli - DSEA Statistical Process Control	Tutore: Prof. Aldo Balestrino
Adriano Fagiolini – Centro E. Piaggio Advanced control of dynamical systems with inherent complexity	Tutore: Prof. Antonio Bicchi
Giulio Giovanetti - Istituto di Fisiologia Clinica, CNR di Pisa Design of radiofrequency coils for Magnetic Resonance applications	Tutore: Prof. Luigi Landini
Matteo Milanese - Istituto di Fisiologia Clinica, CNR di Pisa Sviluppo e implementazione di metodi di elaborazione per l'analisi in tempo reale di segnali biomedici per applicazioni di bio-feedback	Tutore: Luigi Landini
Luca Pacini - DSEA Imaging systems for process management and product quality monitoring	Tutore: Prof. Alberto Landi
Soumen Sen – Centro E. Piaggio Articulated manipulation with antagonistic variable stiffness actuation for safe human-robot interaction	Tutore: Prof. Antonio Bicchi
Graziano Palma - ISBEM S.c.p.a. New techniques for the simulation of the acoustical behaviour of microbubbles in ultrasonography	Tutori: Prof. Luigi Landini, Dr. Ing. Sergio Casciaro
Riccardo Viviani - DSEA Adaptive mission planning for cooperating autonomous underwater vehicles	Tutore: Prof. Andrea Caiti

Allievo: **Raphael Bartalesi**

Affiliazione: **Dipartimento Sistemi Elettrici e Automazione**

Tutori: **Prof. Danilo De Rossi - Centro Interdipartimentale E. Piaggio**

Tema del dottorato: **Sistemi indossabili di rilevazione del movimento (Wearable motions systems)**

Sommario/Abstract:

Lo sviluppo di nuove tecnologie nell'industria delle fibre tessili ha permesso l'incorporazione di funzionalità nei comuni capi d'abbigliamento. In particolare, le variabili biomeccaniche possono essere attualmente rilevate da alcuni prototipi indossabili.

Studi sulla recettività di determinate categorie di utenze ai benefici derivanti dai suddetti dispositivi indossabili hanno fatto emergere punti chiave quali la vestibilità, il confort, la facilità di conservazione, la respirabilità e un buon feeling. Con queste direttive, le tecniche coinvolte nella realizzazione di un cosiddetto *Intelligent Biomedical Clothing* devono realizzare dispositivi capaci di assistere gli individui nel loro percorso di utilizzo, sia esso riabilitativo o sportivo.

Nel campo della rilevazione del movimento umano tramite sistemi indossabili, sono state sviluppate e provate molteplici soluzioni: stereofotogrammetria, accelerometri, magnetometri e elettrogoniometri sono dispositivi accurati, ma operano solo in aree ristrette e/o richiedono l'applicazione di elementi più o meno invasivi sul corpo del soggetto. Per questa ragione non sono adatti per utilizzi a lungo termine. Altri sistemi prevedono trasduttori integrati nelle fibre dei tessuti vestibili, che possono essere fibre lavorate a maglia (KFT), fibre cucite (SFT) oppure elastomeri conduttivi piezoresistivi (CE).

L'attuale intento di questo lavoro è quello di realizzare soluzioni indossabili sensorizzate, integrando le tecnologie

Allievo:

Roberto Bianco

Affiliazione:

Divisione di Bioingegneria
ISBEM S.c.p.a.

Tutori:

Prof. Luigi Landini, DSEA, Università di Pisa
Dott. Ing. Sergio Casciaro, IFC-CNR, sez. di Lecce

Tema del dottorato:

Imaging anatomico e funzionale cerebrale tramite risonanza magnetica nucleare

Brain anatomical and functional imaging by nuclear magnetic resonance

Sottotitolo:

Tecniche avanzate per lo studio della morfologia e della funzionalità cerebrale attraverso l'elaborazione di immagini MR.

Advanced techniques for the study of brain morphology and functionality through MR image processing.

Sommario/Abstract:

L'imaging da risonanza magnetica nucleare è uno strumento clinico utile sia per l'analisi morfologica che funzionale del cervello. L'attivazione cerebrale, in particolare, dà luogo ad un tipico segnale MR detto BOLD (Blood Oxygen Level Dependent). Tramite un esperimento funzionale quindi è stata studiata la linearità del segnale BOLD rispetto allo stimolo sottoposto al paziente; è stato proposto inoltre un modello analitico alternativo a quelli presenti in letteratura per la rivelazione BOLD dell'attivazione funzionale. Per studiare l'origine venosa del segnale BOLD si è provveduto a realizzare una venografia ad alta risoluzione che è stata correlata con le zone di attivazione. L'analisi del segnale ha evidenziato una diversa proporzionalità tra la risposta emodinamica e la stimolazione in zone venose e parenchimali, che potrebbe essere utile per la rilevazione di artefatti venosi in immagini neurofunzionali.

Magnetic Resonance Imaging is a clinical tool useful for the morphological and functional analysis of the brain. Cerebral activation, in particular, originates a typical MR signal, called BOLD (Blood Oxygen Level

Dependent). Through a functional experiment the linearity of the BOLD signal with respect to the stimulation was studied; besides a novel analytical model alternative to those present in the literature was proposed for the detection of BOLD functional activation. To study the venous origin of the BOLD signal a high resolution venography was performed, which was correlated with the activated areas. The signal analysis evidenced a different proportionality between the hemodynamic response and the stimulation in venous and parenchymal regions, which could be useful to detect venous artefacts in neurofunctional images.

Allievo:

Andrea Bracci

Affiliazione:

Dipartimento di Sistemi Elettrici e Automazione

Tutori:

Mario Innocenti (Dipartimento di Sistemi Elettrici e Automazione)

Tema del dottorato:

Controllo cooperativo fra veicoli autonomi
Cooperative control of autonomous vehicles

Sottotitolo:

Pianificazione della traiettoria evitando collisioni veicolo-veicolo e veicolo-ostacoli; pianificazione della missione minimizzando un indice di costo di team anziché un indice di costo singolo per ogni veicolo.

Path planning with collision avoidance between vehicles and vehicle-obstacles; mission planning minimizing a team-cost index instead of a single-vehicle cost index.

Sommario/Abstract:

(50 -200 parole - italiano e inglese)

L'obiettivo della ricerca è di trovare nuove strategie di controllo cooperativo fra veicoli autonomi che tengano conto delle diverse situazioni possibili. Sono studiate problematiche di pianificazione della traiettoria dei veicoli evitando collisioni veicolo-veicolo e veicolo-ostacoli, e problematiche di pianificazione della missione di un team di veicoli che devono minimizzare un indice di costo che tenga conto delle diverse caratteristiche dei veicoli e dei target. Vengono quindi valutate nuove tecniche di controllo che risolvano i problemi presentati.

Viene inoltre studiata la realizzazione di un sistema di controllo cooperativo fra UAVs reali applicando le tecniche studiate.

The objective of the research is to find new strategies of cooperative control between autonomous vehicles considering the different possible situations. Issues of collision-free path planning and mission planning are studied and different cost-indexes are minimized taking care of the vehicles capabilities and targets characteristics. New techniques are then studied in order to solve the presented problems.

The realization of a team of cooperating UAVs is studied applying the proposed techniques.

Allievo:

(nome e cognome) **ANDREA DI CANDIA**

Affiliazione:

(Dipartimento ..., Sezione ..., Laboratorio ..., Azienda ..., Ente ..., ecc.)

FONDAZIONE SAN RAFFAELE – TOSINVEST SANITA'

Tutori:

(lista dei tutori e relativa affiliazione)

Dott. F. COLONNA Fondazione San Raffaele

Prof. P. PASTACALDI U.O. di Chirurgia della Mano e Chirurgia

Funzionale

Centro di Riferimento Regionale

Azienda Ospedaliera Pisana

Prof.ssa A.M. VANNINI Direttore Centro Ricerca Tecnologica e Sviluppo

Fondazione San Raffaele

Prof. L. LANDINI Presidente Corso di Laurea triennale Ingegneria

Biomedica

Università di Pisa

Tema del dottorato:

(italiano e inglese)

Progetto Do.Mani. (In Domini Manibus)

Riabilitazione Neuromotoria /

Do.Mani. Project (In Domini Manibus)

Neuromotor Rehabilitation

Sottotitolo:

(max 3 righe - italiano e inglese)

Realizzazione di un simulatore esterno in grado di fornire gestualità manuale a soggetti colpiti da paralisi.

Realization of an external simulator able to provide gestual activities for tetraplegic subjects.

Sommario/Abstract:

(50 -200 parole - italiano e inglese)

Il progetto Do.Mani è mirato al recupero della abilità manuale nei pazienti colpiti da paralisi dell'arto superiore per lesione medica o traumatica cerebro-spinale nei quali le tradizionali procedure riabilitative non hanno raggiunto il successo.

Il progetto si propone lo studio e la realizzazione di programmi FES in grado di rianimare l'arto con gestualità artificiale attraverso un sistema computerizzato capace di inviare sequenze di elettro-stimolazione calcolate nello spazio-tempo, che riproducono la gestualità base fisiologicamente prossima alla normalità.

L'obiettivo principale del progetto sarà quindi quello di realizzare un sistema computerizzato che consenta di applicare programmi di stimolazione elettrica all'arto superiore.

Il dispositivo, detto Bionic Gestual Sleeve, sarà simile ad una manica da indossare, all'interno della quale saranno presenti gli elettrodi per la stimolazione e i sensori per il controllo video della gestualità ottenuta.

Do.Mani. project is aimed at the recovery of some manual ability in the patients hit from paralysis of the superior limb for medical or traumatic cerebro-spinal injury in which the traditional rehabilitative procedures did not reach the success.

The project proposed the study and the accomplishment of FES programs able to revive the limb with artificial gestual activities through a computerized system capable of send off sequences of electro-stimulation calculated in the space-time, that reproduce the basic gestuality next to the physiological normality.

Therefore, the main objective of the project will be to realize a computerized system that makes it possible to apply electric programs of stimulation to the superior limb.

The device, Bionic Gestual Sleeve, will be like to a sleeve to put on, to the inside of which, the electrodes for the stimulation and the sensors for the video control of the obtained gestual activity will be present.

Allievo: Massimo Donnoli
(nome e cognome)

Affiliazione: Dip Sistemi Elettrici e Automazione
(Dipartimento ..., Sezione ..., Laboratorio .., Azienda ..., Ente ..., ecc.)

Tutori: *Prof. Aldo Balestrino* Dip Sistemi Elettrici e Automazione
(lista dei tutori e relativa affiliazione)

Tema del dottorato: Controllo Statistico di Processo

Statistical Process Control
(italiano e inglese)

Sottotitolo:

Analisi monitoraggio identificazione e controllo di processo mediante l'unione di tecniche di controllo statistico (SPC) e controllo automatico (APC) multivariabili

Process analysis, monitoring, identification and control combining multivariate methods of statistical process control (SPC) and automatic process control (APC)

(max 3 righe - italiano e inglese)

Sommario/Abstract:

Storicamente il controllo statistico di processo (SPC) è stato sviluppato soprattutto per monitorare la qualità nei processi negli impianti chimici ma successivamente è stato applicato ad ogni tipo di processo grazie alla grande mole di dati raccolti con lo sviluppo massiccio delle basi di dati informatiche .

Tuttavia l'approccio SPC è stato sempre orientato comunque verso il monitoraggio della qualità, prescindendo da qualsiasi conoscenza del processo stesso, e c'è sempre stata poca interazione tra le tecniche tradizionali di un sistema di regolazione APC (Automatic Process Control) e quelle dell' SPC .

Con SPC si è poi tradizionalmente sempre affrontato il caso univariabile, realizzando carte di controllo e statistiche separatamente per uno stretto numero di variabili chiave del processo. Nella maggior parte dei casi, non essendo le varie variabili di un processo tra loro indipendenti, cio' comporta diagnosi e interpretazioni scorrette, poiché la qualità o la regolazione di un processo, essendo definita solo dal valore simultaneamente corretto di tutte le proprietà misurate, è una proprietà multivariabile.

Vengono presentati sviluppi MIMO di tali tecniche e loro simulazioni e applicazioni industriali.

Historically Statistical Process Control (SPC) has been developed for quality monitoring in chemical processes but now they are implemented in every automatic controlled process, due to the large amount of data now collected by the information systems . However SPC techniques are still primarily applied for quality monitoring , treating the processes as black boxes, and there has been little interaction between APC (Automatic Process Control) and SPC.

Traditionally SPC is based on univariate charts that are used to monitor a small number of key product variables separately. However, in the most of cases, these variables are not independent of one another and examine them one at a time makes interpretation and diagnosis difficult and wrong, because the 'in control' of a process is definitively a multivariate property.

MIMO improvements , simulations and industrial application of that techniques are presented.

Allievo:

Adriano Fagiolini

Affiliazione:

Centro Interdipartimentale di Ricerca "E. Piaggio"
Dipartimento di Sistemi Elettrici e Automazione

Tutori:

Prof. Antonio Bicchi
Direttore Centro "E. Piaggio"
Dipartimento di Sistemi Elettrici e Automazione

Tema del dottorato:

- Controllo avanzato di sistemi dinamici complessi.
- Advanced control of dynamical systems with inherent complexity.

Sottotitolo:

- Pianificazione e controllo di sistemi dinamici complessi in condizioni con risorse di comunicazione e memorizzazione limitate.
- Planning and control of complex dynamical systems within limited communication and storage resources.

Sommario/Abstract:

- Il controllo di sistemi complessi richiede lo sviluppo di tecniche di pianificazione in grado di gestire vincoli cinematici e dinamici. Inoltre, i sistemi di controllo complessi, come quelli basati su diversi livelli di decisione, impongono di operare in condizioni con capacità di comunicazione e memorizzazione limitate. Si consideri e.g. uno scenario in cui alcuni agenti cooperano scambiando i propri piani di movimento via rete. In questo ambito, siamo interessati al controllo per mezzo di piani che ammettano una descrizione finita e una bassa complessità di calcolo. Una soluzione è ottenuta grazie ad un'opportuna codifica degli ingressi e alla disponibilità di retroazione locale.
- The problem of steering complex plants requires the development of planning techniques capable of tackling both kinematic and dynamic constraints. Moreover, the use of complex control frameworks, such as those based on several levels of decision, usually involves issues related to limited communication and storage resources. Consider e.g. a scenario where a number of simple agents cooperate exchanging their motion plans through a network. In this vein, we are interested in seeking those plans which admit short description length and low computational complexity. A solution is obtained which relies on a suitable use of input encoding and local feedback.

Allievo:

Giulio Giovannetti

Affiliazione:

Istituto di Fisiologia Clinica, CNR di Pisa

Tutori:

Prof. Luigi Landini, Dipartimento di Ingegneria dell'informazione, Facoltà di Ingegneria, Università di Pisa

Tema del dottorato:

Progettazione di bobine a radiofrequenza per applicazioni di Risonanza Magnetica
Design of radiofrequency coils for Magnetic Resonance applications

Sottotitolo:

(max 3 righe - italiano e inglese)

Sommario/Abstract:

(50 -200 parole - italiano e inglese)

La progettazione e la simulazione di bobine per Risonanza magnetica, in configurazione singola e in quella phased-array, sono state condotte mediante l'implementazione di software in grado di ricavare il pattern del campo magnetico e l'induttanza della bobina studiata. In particolare, per il calcolo della mappa di campo è stato utilizzato il metodo quasi-statico, mediante il quale la bobina viene modellizzata con un circuito elettrico equivalente, composto da induttanze e condensatori. Il calcolo della induttanza della bobina è stato effettuato mediante un algoritmo in grado di ricavare anche l'induttanza mutua tra più spire che compongono una bobina in configurazione phased-array. Un'altra attività ha riguardato lo studio e l'implementazione delle metodiche per la ricostruzione di immagini generate da ciascuna bobina che compone il phased-array, in modo da ottenere un'immagine ad elevato rapporto segnale-rumore ed alto contrasto. E' stato, quindi, implementato un algoritmo che stima preliminarmente le mappe di campo delle bobine mediante un processo di filtraggio passa-basso e poi le combina in maniera ottimale.

Design and simulation of coils for Magnetic Resonance Imaging applications, both in single loop and phased-array configurations, was made with a developed simulator. Using this home-made software is possible to calculate the magnetic field pattern and the inductance of the simulated coil. In particular, for the magnetic field pattern was employed the quasi-static method, where the coil is modeled with an electric circuit constituted by inductors and capacitors. The coil inductance calculation was made using an algorithm that is able to calculate the mutual inductance between the loops of a phased-array coil. Another research activity concerned the study and the implementation of methods for phased-array image reconstruction, in order to obtain high signal-to-noise ratio and high contrast images. An algorithm which preliminary

estimates the coils magnetic field pattern was implemented, using a lowpass filtering-based method, and the application of a reconstruction method tested on Magnetic Resonance images provided an optimal image reconstruction.

Allievo:

Matteo Milanese

Affiliazione:

Centro Interdipartimentale E. Piaggio, Università di Pisa.
Istituto di Fisiologia Clinica, CNR Pisa.

Tutori:

Prof. Luigi Landini, Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione,
Università di Pisa

Tema del dottorato:

Sviluppo e implementazione di metodi di elaborazione per l'analisi
in tempo reale di segnali biomedici per applicazioni di bio-feedback

Sottotitolo:

Sviluppo e implementazione di metodi di elaborazione in tempo
reale di segnali biomedici per il monitoraggio di eventi dinamici e il
pilotaggio di dispositivi di feedback che ritornino al soggetto
informazioni sul proprio stato

Sommario/Abstract:

L'analisi in tempo reale di segnali biomedici permette il
monitoraggio di eventi dinamici e il pilotaggio di dispositivi di
feedback che ritornino al soggetto informazioni sul proprio stato.
In tale contesto si colloca il presente progetto di ricerca finalizzato
allo studio e all'implementazione di metodi di elaborazione in
tempo reale che forniscano una rappresentazione semplificata di
segnali biologici, quali per esempio l'elettroencefalogramma (EEG),
l'elettrocardiogramma (ECG), l'elettromiogramma (EMG), da cui
stimare lo stato fisico/emotivo di un soggetto per poter realizzare
un feedback (visivo, acustico, tattile, ecc) sul soggetto stesso. Per
far questo si è scelto di impiegare un approccio statistico
multivariato che, sfruttando la natura multicanale di alcune
acquisizioni, consenta di estrarre le informazioni utili dal confronto
di segnali prelevati simultaneamente. L'obiettivo dei metodi di
separazione delle sorgenti, quali ad esempio l'analisi delle
componenti indipendenti (ICA), è quello di ricercare le sorgenti che
hanno originato i segnali, nell'ipotesi che ai vari sensori arrivi una
combinazione delle componenti originarie. In campo biomedico
queste tecniche possono essere impiegate sia per la rimozione di
artefatti, dovuti a interferenze reciproche tra segnali, sia per
l'estrazione, da un set di dati, di caratteristiche che abbiano un
maggiore potere descrittivo, ovvero un potere informativo
maggiore.

Allievo:

Luca Pacini.

Affiliazione:

Dip. di Sistemi Elettrici e Automazione.

Tutori:

Prof. Alberto Landi, Dip. di Sistemi Elettrici e Automazione.

Tema del dottorato:

Sistemi di visione per controllo qualità.

Imaging systems for process management and product quality monitoring.

Sottotitolo:

Studio e realizzazione di sistemi innovativi per il monitoraggio e l'automatizzazione di processi industriali.

Sommario/Abstract:

Il lavoro di questo primo anno si è articolato in tre fasi:

- Una prima fase di approfondimento delle tecniche proprie dell'elaborazione d'immagine giudicate interessanti nel settore dell'automazione.
- Una seconda fase di ideazione e sviluppo di un toolbox per l'ambiente di programmazione Matlab con la finalità di agevolare e coadiuvare lo studio, l'implementazione e la valutazione delle suddette tecniche di elaborazione.
- Una terza fase applicativa consistente nella progettazione e nella realizzazione di un sistema avanzato di monitoraggio di un processo in un'industria di cartone ondulato.

This year work is divided in tree phases:

- A first phase of investigation about peculiar algorithms of image-processing, considered interesting in automation field.
- A second phase of conception and development of a toolbox for Matlab in order to facilitate the study, the development and the valuation of above mentioned algorithms.

- A third application phase which consist in projection and construction of an advanced system for process monitoring in a corrugated cardboard factory.

Allievo:

Soumen Sen

Affiliazione:

Robotics Group, Interdepartmental Centre "E.Piaggio", Dept. of Electrical Systems and Automation, Faculty of Engineering, Univ. of Pisa.

Tutori:

Prof. Antonio Bicchi

Tema del dottorato:

Articulated manipulation with antagonistic variable stiffness actuation for safe human-robot interaction.

Sottotitolo:

- Concept of a hingeless rolling type joint – Rollarticular Joint.
- A novel arbitrary-function spring design for variable stiffness elasticity.
- Study of tendon actuated system manipulation and control.

Sommario/Abstract:

Being a foreign student, since I have joined late in the PhD programme of 2005 with the consent of my tutor (to mention, on August 04, 2005), till date, I could only carry out some literature survey and could conceptualize design of few components, in view of above mentioned application.

In physical human robot interaction, need is there to develop a so called soft and tender robot manipulator, which ensures safety as a first priority, while performing its tasks. Antagonistically actuated tendon driven manipulator, with variable stiffness elastic tendon element, proposes a viable solution for such an interacting system. In safe anthropic environment a co-human trusts a human arm more being less dangerous, which may be a culmination of quality through Nature's efficient optimization. Hence, in designing system subcomponents, the first-principles may follow some biological characteristics, if some other principle is not known, viz. the static elastic characteristic of a muscle to design a spring element. It is also well known that a human arm can vary its joint impedances in a wide range and attains proven efficiency with high payload to self-weight ratio. Possibility of achieving such biological characteristics gets a convergence by choosing a tendon-driven manipulation approach as one of the ways.

Allievo:

Graziano Palma

Affiliazione:

Divisione di Bioingegneria
ISBEM S.c.p.a.

Tutori:

Prof. Luigi Landini, Università di Pisa, Facoltà di Ingegneria
Dr. Ing. Sergio Casciaro, IFC-CNR, sez. di Lecce

Tema del dottorato:

Nuove tecniche per la simulazione del comportamento acustico dei mezzi di contrasto (Microbolle) in ultrasonografia.

New techniques for the simulation of the acoustical behaviour of microbubbles in ultrasonography.

Sottotitolo:

Tecniche avanzate per il miglioramento e sviluppo di nuovi modelli teorici per la simulazione del comportamento acustico dei mezzi di contrasto (Microbolle) in ultrasonografia.

Advanced techniques for the improvement and the development of new theoretical models for the simulation of the acoustical behaviour of microbubbles in ultrasonography.

Sommario/Abstract:

In letteratura molti sono i modelli teorici che riguardano il comportamento delle microbolle colpite da un fascio di onde ultrasonore. Si parte dalle equazioni Rayleigh con i vari studi sulla cavitazione fino ad arrivare agli studi di de Jong, Church, Morgan che hanno portato alla definizione di nuovi e accurati modelli teorici specifici per le microbolle abbinate agli ultrasuoni. Nella prospettiva di sviluppo di nuove tecniche per la simulazione del comportamento delle microbolle, l'utilizzo di software quali Matlab, Mathematica e LabView ha consentito sia la simulazione numerica di modelli presenti in letteratura che di altri modelli presentati in recenti congressi internazionali di assoluta importanza teorica e accuratezza dei dati simulati; altro aspetto trattato ha riguardato i modelli teorici come strumenti analitici di simulazione nella caratterizzazione di parti specifiche della microbolla, quale ad esempio il guscio fosfolipidico, che risulta

essere un componente essenziale nella risposta acustica dei mezzi di contrasto.

In the literature there are many theoretical models concerning the behaviour of microbubbles in ultrasonography, starting from Rayleigh equations on cavitation to de Jong, Church and Morgan who led to the definition of novel and accurate theoretical models specific for microbubbles coupled to ultrasound. Developing new techniques for the simulation of microbubble behaviour, the use of software like Matlab, Mathematica and LabView allowed both the numerical simulation of models present in the literature and of other models presented in recent international conferences. Another aspect considered is the use of the theoretical models as analytical tools for the characterization of microbubble phospholipidic shell that is a fundamental component in the acoustic response of the contrast agents.

Allievo:

Riccardo Viviani

Affiliazione:

Dipartimenti di Sistemi Elettrici e Automazione

Tutori:

Andrea Caiti

Tema del dottorato:

Pianificazione adattativa di missioni per veicoli sottomarini autonomi cooperanti.

Adaptive mission planning for cooperating autonomous underwater vehicles.

Sottotitolo:

Veicoli sottomarini autonomi per la stima di parametri ambientali.

Cooperating Autonomous Underwater Vehicles for the estimation ocean environmental parameters.

Sommario/Abstract:

E' stato studiato un algoritmo di pianificazione adattivo per l'esplorazione di ambienti sconosciuti mediante veicoli sottomarini autonomi cooperanti.

L'algoritmo è adatto per un team di veicoli sottomarini autonomi che effettuano misure ambientali in punti sparsi di una regione marina, con lo scopo finale di produrre una mappa di stima della quantità misurata sull'intera regione.

Dopo ciascuna misura, ogni veicolo sceglie il prossimo punto di misura in modo tale da massimizzare il livello di confidenza complessivo relativamente alla grandezza misurata.

Il comportamento adattivo dell'algoritmo è ottenuto dall'associazione di una "*funzione di confidenza*" della stima della grandezza fisica a ciascun punto in cui è disponibile una misura: la funzione di confidenza indica quanto lontano possiamo estendere la misura nell'intorno del punto stesso. Il valore di confidenza totale su tutta la regione di indagine è fornito dalla composizione di tutte le funzioni di confidenza associate ad ogni punto di misura. Il punto in cui effettuare una nuova misura è scelto in modo adattivo, sulla base della confidenza globale e sulla posizione relativa dei veicoli del team, con lo scopo di massimizzare la confidenza nella stima e minimizzare il numero di misure necessario.

An adaptive on-line planning algorithm for the exploration of an unknown environment by cooperating autonomous underwater vehicles has been studied. The algorithm is suited for a team of autonomous vehicles taking point-wise environmental measurements over an ocean region, with the final objective of producing an estimated map of the measured environmental quantity over the whole region. After every measurement, each vehicle plans its next measurement point in order to maximally increase the confidence level on the overall estimate of the measured quantity.

Algorithm adaptation is obtained as the result of the link between the confidence level in the estimate and the measured quantity: a “*confidence function*” is linked to each measurement point indicating how far we can spatially extend the measure in the neighbourhood of the point itself. The composition of all the confidence functions provides a global confidence over the entire region. Cooperation among the vehicles is obtained since the algorithm computes the next sampling point for each vehicle taking into account also the position of the other vehicles in the team and the current confidence level. The next sample point for each vehicle is obtained by choosing the point that maximizes the estimate confidence and that minimizes the number of sampling points required by the whole team, given the current team location over the region.

200 parole

E' stato studiato un algoritmo di pianificazione adattivo per l'esplorazione di ambienti sconosciuti mediante veicoli sottomarini autonomi cooperanti.

L'algoritmo è adatto per un team di veicoli sottomarini autonomi che effettuano misure ambientali in punti sparsi di una regione marina, con lo scopo finale di produrre una mappa di stima della quantità misurata sull'intera regione.

Dopo ciascuna misura, ogni veicolo sceglie il prossimo punto di misura in modo tale da massimizzare il livello di confidenza complessivo relativamente alla grandezza misurata.

An adaptive on-line planning algorithm for the exploration of an unknown environment by cooperating autonomous underwater vehicles has been studied. The algorithm is suited for a team of autonomous vehicles taking point-wise environmental measurements over an ocean region, with the final objective of producing an estimated map of the measured environmental quantity over the whole region. After every measurement, each vehicle plans its next measurement point in order to maximally increase the confidence level on the overall estimate of the measured quantity.