

1. Proposta inviata da L. Robbiano

argomento di tesi:

Metodi ibridi in algebra computazionale.

docenti coinvolti:

Robbiano, Fassino e, per la parte più propriamente implementativa, Bigatti e Abbott.

contenuti scientifici:

Recentemente un progetto con la SHELL ha stimolato interessanti ricerche che utilizzano metodi algebrici in presenza di dati non esatti, ad esempio quelli provenienti da misure o stime. Il problema è quello di far interagire metodi algebrici con metodi numerici. Il campo delle possibili applicazioni è sicuramente molto vasto. Dal punto di vista culturale, l'idea è estremamente affascinante.

Consiglio la lettura dell'articolo

Robbiano: Giacimenti petroliferi e modelli polinomiali,

Lettera Matematica Pristem, Vol 70-71, pp 82--87.

corsi già esistenti che trattano tali contenuti:

Algebra Computazionale e Calcolo Numerico, ma, nel migliore dei casi, li trattano separatamente.

aspetti computazionali (si prevede attività di programmazione?):

Absolutamente sì.

sbocchi di ricerca e/o professionali:

Ricerche innovative in ambito algebrico-numerico, con possibilità di tesi di dottorato.

Sono forse anche possibili stage all'estero.

2. Proposta inviata da M. Piana

2a. argomento di tesi: neuroscienze computazionali

docenti coinvolti: michele piana

contenuti scientifici: il problema è quello di ricostruire l'attività neurale a partire da misure dell'attività cerebrale effettuate con magneto- o elettro-encefalografia. si tratta di un problema inverso mal posto di tipo dinamico, in cui il dato è affetto da rumore con proprietà statistiche complesse. gli approcci utilizzati sono basati su tecniche bayesiane, su metodi di regolarizzazione caratterizzati da vincoli di sparsità e su filtri spaziali. verranno considerati problemi di integrazione con immagini di risonanza magnetica anatomica. le applicazioni riguarderanno il tracking delle oscillazioni cerebrali spontanee e la validazione di un modello neuroscientifico della corteccia visiva

corsi già esistenti che trattano tali contenuti: probabilità 1, probabilità 2, programmazione, fondamenti di calcolo numerico, calcolo numerico, modelli di sistemi continui e applicazioni, elettrodinamica razionale, applicazioni della matematica alla medicina, statistica matematica, processi stocastici

aspetti computazionali: è preferibile conoscere matlab e/o c

sbocchi di ricerca e/o professionali: l'attività di ricerca è svolta in collaborazione con i seguenti laboratori: brain research unit, helsinki university of technology; istituto di tecnologie avanzate biomagnetiche, università di chieti; center for biological and computational learning, mit; martin center for biomedical imaging, harvard university. è possibile un soggiorno presso uno di questi centri durante il periodo della tesi. nel caso l'attività di tesi prosegua nel dottorato tale soggiorno è certo

il modulo professionalizzante 'questioni di imaging medico' tratta in parte argomenti di neuroscienze computazionali.

2 b. argomento di tesi: metodi di analisi dati in astronomia a raggi x

docenti coinvolti: michele piana, anna maria massone

contenuti scientifici: il problema è quello di formulare, implementare e applicare metodi computazionali per l'analisi dati nell'ambito della missione nasa rhessi. questo satellite misura radiazione x emessa dal sole durante fenomeni esplosivi detti brillamenti e lo scopo di questa attività di ricerca è quello di ricostruire immagini di tali fenomeni utilizzando tecniche computazionali basate sull'analisi di fourier e su filtri lineari e non-lineari

corsi già esistenti che trattano tali contenuti: programmazione, fondamenti di calcolo numerico, calcolo numerico, analisi di fourier 1, analisi di fourier 2

aspetti computazionali: è preferibile conoscere matlab o idl

sbocchi di ricerca e/o professionali: l'attività di ricerca è svolta in collaborazione con i seguenti laboratori: space sciences laboratory, university of california at berkeley; department of physics and astronomy, university of glasgow; international space science institute, bern. è possibile un soggiorno presso uno di questi centri durante il periodo della tesi. nel caso l'attività di tesi prosegua nel dottorato tale soggiorno è certo.

2 c. Argomento di tesi: problemi di imaging medico

docenti coinvolti: michele piana, anna maria massone

contenuti scientifici: si tratta di problemi relativi all'imaging di risonanza magnetica. in particolare le questioni trattate saranno la riduzione di artefatti dovuti all'inomogeneità di campo e la fusione di immagini acquisite con differenti paradigmi. le tecniche matematiche coinvolte riguarderanno la teoria dei problemi inversi, l'algebra lineare numerica, tecniche di ottimizzazione e tecniche di tipo fuzzy clustering

corsi già esistenti che trattano tali contenuti: programmazione, fondamenti di calcolo numerico, calcolo numerico, modelli di sistemi continui e applicazioni, elettrodinamica razionale, analisi di fourier 1, analisi di fourier 2, applicazioni della matematica alla medicina

aspetti computazionali: è richiesta attività di programmazione in Matlab e/o C.

sbocchi di ricerca e/o professionali: l'attività di ricerca è svolta in collaborazione con alcune aziende genovesi attive nel campo del medical imaging. è in corso di implementazione l'organizzazione di stage (pre- o post-laurea) da tenersi presso tali aziende

il modulo professionalizzante 'questioni di imaging medico' tratta in parte argomenti relativi a questa attività

3. Proposta inviata da G. Caviglia

3 a. argomento di tesi: modelli di sistemi continui e propagazione di onde

docenti coinvolti: Giacomo Caviglia

contenuti scientifici: Problemi di modellizzazione di generici sistemi continui e/o propagazione di onde in solidi e fluidi, eventualmente in presenza di dissipazione. Particolare attenzione può essere data a problemi diretti e inversi concernenti la propagazione in mezzi stratificati. Sono abbastanza naturali le applicazioni all'analisi di problematiche che emergono in contesti di tipo sismico e oceanografico.

corsi già esistenti che trattano possibili prerequisiti: Modelli di Sistemi Continui e Applicazioni, Elettrodinamica Razionale, Analisi di Fourier 1, Analisi di Fourier 2.

aspetti computazionali: non necessariamente presenti

3 b. argomento di tesi: problemi di scattering inverso

docenti coinvolti: Giacomo Caviglia, Michele Piana

contenuti scientifici: il problema è quello di ricostruire il profilo di un oggetto, in particolare, un tessuto biologico, analizzando il campo acustico o elettromagnetico diffuso dall'oggetto stesso. Si tratta di un problema non-lineare fortemente instabile, che verrà affrontato mediante tecniche qualitative fondate sulla teoria delle equazioni alle derivate parziali di tipo ellittico e sulla teoria della regolarizzazione per problemi mal posti. Le applicazioni riguarderanno il problema della tomografia a microonde per la diagnosi del tumore al seno.

corsi già esistenti che trattano tali contenuti: Programmazione, Fondamenti di Calcolo Numerico, Calcolo Numerico, Modelli di Sistemi Continui e Applicazioni, Elettrodinamica Razionale, Analisi di Fourier 1, Analisi di Fourier 2, Applicazioni della Matematica alla Medicina

aspetti computazionali: è preferibile, ma non indispensabile, conoscere Matlab o C

sbocchi di ricerca e/o professionali: l'attività di ricerca è svolta in collaborazione con i seguenti laboratori: Centre de Mathématiques Appliquées, Ecole Polytechnique; Department of Mathematical Sciences, University of Delaware; Dipartimento di Ingegneria e Scienza dell'Informazione, Università di Trento. È possibile un soggiorno presso uno di questi centri durante il periodo della tesi. Nel caso l'attività di tesi prosegua nel Dottorato tale soggiorno è certo.

Il modulo professionalizzante 'Questioni di imaging medico' tratta in parte argomenti di scattering inverso applicato alla diagnostica medica.

3 c. argomento di tesi: propagazione di onde non lineari

docenti coinvolti: Giacomo Caviglia, Michele Piana

contenuti scientifici: si propone la deduzione dell'equazione di Korteweg-de Vries mediante l'utilizzo di procedimenti di adimensionalizzazione. Seguirà l'analisi di proprietà delle soluzioni, da sviluppare anche per via numerica.

corsi già esistenti che trattano tali contenuti: Programmazione, Fondamenti di Calcolo Numerico, Calcolo Numerico, Modelli di Sistemi Continui e Applicazioni, Elettrodinamica Razionale, Analisi di Fourier 1, Analisi di Fourier 2

aspetti computazionali: è preferibile, ma non indispensabile, conoscere Matlab o C

4. Proposta inviata da L. Pusillo

Argomenti tesi:

- Dall'Ottimizzazione vettoriale ai giochi multicriteria
- Buona posizione Tihkonov in Giochi multicriteria
- Giochi cooperativi a più obiettivi: vari tipi di soluzioni e relazioni
- Problemi di oligopolio con incertezza nei costi
- La Teoria Matematica dei Giochi nei processi evolutivi: dalla Biologia

all'Economia attraverso la Matematica.

Possibili docenti genovesi coinvolti:

Prof. F. Patrone, G. Pieri, F.Fragnelli, E.Sideri, A.Aruffo, T.Zolezzi.

Contenuti scientifici:

Metodi di ottimizzazione, problemi di massimo Tihkonov ben posti, multiapplicazioni, teoremi del punto fisso, giochi non cooperativi, equilibrio di Nash, assiomatizzazione delle soluzioni, equilibri approssimati, buona posizione Tihkonov per i giochi, topologia di Kuratowski, ottimi paretiani, giochi cooperativi a più obiettivi, soluzioni per giochi cooperativi (nucleo, nucleolo, valore Shapley, valore Alexia), giochi multicriteria non cooperativi e cooperativi, equilibri di Pareto approssimati e generalizzazioni, problemi di oligopolio, nozioni di probabilità.

Corsi già esistenti che trattano alcuni contenuti :

Teoria dei Giochi (prof.ssa Pusillo), corso di Ricerca Operativa (prof.Sideri), minicorso di TdG (prof. Fragnelli), Ottimizzazione (prof. Aruffo), corso di Teoria dei Giochi per il dottorato (prof. Patrone), corso di Analisi Funzionale per il dottorato (prof.Zolezzi).

Molte di queste proposte di tesi hanno sbocchi di ricerca e/o professionali in

tutte le professioni che necessitano dello studio di strategie o processi decisionali e metodi di ottimizzazione. Sono tesi sicuramente utili per l'accesso al dottorato in Matematica. Se lo studente è interessato si possono prendere contatti per soggiorni all'estero.

5. Proposta inviata da E. Riccomagno

5a. argomento di tesi: problemi inversi statistici

docenti coinvolti: Eva Riccomagno, Michele Piana

contenuti scientifici: l'approccio statistico alla risoluzione di problemi inversi mal posti lineari e non lineari rappresenta un argomento di ricerca piuttosto recente e di notevole interesse applicativo. Verranno studiate tecniche di tipo bayesiano per la risoluzione di problemi dinamici in cui le distribuzioni di probabilità vengono calcolate analiticamente attraverso filtri di Kalman o in modo campionato, attraverso filtri a particelle.

corsi già esistenti che trattano tali contenuti: Probabilità 1, Probabilità 2, Programmazione, Fondamenti di Calcolo Numerico, Calcolo Numerico, Statistica Matematica, Processi Stocastici, Applicazioni della Matematica alla Medicina

aspetti computazionali: e' preferibile, anche se non indispensabile, conoscere Matlab e/o C

sbocchi di ricerca e/o professionali:

Il modulo professionalizzante 'Questioni di imaging medico' tratta in parte argomenti relativi a questa attività'.

L'eventuale attività' nell'ambito del Dottorato di Ricerca in Matematica e Applicazioni prevederà soggiorni presso laboratori esteri.

5b. argomento di tesi: Semigrupperi Markoviani classici e quantistici

docenti coinvolti: Sasso-Umanità

contenuti scientifici: Il semigrupperi markoviani quantistici sono essenzialmente semigrupperi di operatori positivi su algebre di operatori con le opportune proprietà di continuità e che rafforzano la positività. Appaiono nella letteratura fisica e fisico-matematica alla fine degli anni '60 con il nome di semigrupperi dinamici quantistici nella modellizzazione e nell'analisi dei sistemi aperti in meccanica quantistica.

Tuttavia, dal punto di vista matematico, costituiscono la naturale generalizzazione dei semigrupperi markoviani classici, infatti questi ultimi sono semigrupperi di operatori definiti su un'algebra di funzioni cioè un'algebra di operatori che commutano tra loro. Per questa ragione preferiamo conservare la terminologia più naturale in matematica. Nella tesi il candidato potrebbe approfondire il concetto di semigruppero nei due ambienti (classico e quantistico) e vedere su alcuni esempi (semigruppero di Ornstein-Uhlenbeck) quali relazioni esistono fra il caso classico e il caso quantistico.

corsi già esistenti che trattano tali contenuti: Processi Stocastici, Istituzione di Analisi 1 e 2

aspetti computazionali (si prevede attività di programmazione?):

sbocchi di ricerca e/o professionali (soggiorni all'estero? erasmus?)

moduli professionalizzanti? stage? dottorato?): dottorato

altro: da proporre anche all'indirizzo generale

5 c. argomento di tesi: Selezione di variabili tramite algoritmi di sparsità'.

docenti coinvolti: Ernesto De Vito, Emanuela Sasso

contenuti scientifici: In molte applicazioni, quali la bio-informatica ed il riconoscimento automatico di immagini, e' necessario costruire un modello statistico descritto da un grande numero di variabili, tuttavia solo un piccolo numero di queste sono significative per il problema. La selezione di tali variabili si può efficacemente ottenere tramite una generalizzazione dei minimi quadrati che imponga un vincolo di sparsità' sulla soluzione. La proposta di tesi può consistere di una parte teorica relativa all'analisi degli algoritmi esistenti (Lasso, Elastic-net, etc.) e/o di una parte computazionale su dati reali, in collaborazione con il gruppo Slipguru del DISI (Francesca Odone, Alessandro Verri).

corsi già esistenti che trattano tali contenuti: Probabilità 2, Fondamenti Matematici dell'Apprendimento Statistico, Statistica Matematica, Metodi di Ottimizzazione, Applicazione della matematica alla medicina

aspetti computazionali: conoscenza di MatLab

sbocchi di ricerca e/o professionali (soggiorni all'estero? erasmus?)

moduli professionalizzanti? stage? dottorato?): dottorato in Matematica

5 d. argomento di tesi: Analisi del rischio.

docenti coinvolti: Ivano Repetto, Emanuela Sasso

contenuti scientifici: Sono molti i fattori che possono influenzare e determinare il rischio di un evento. I principali sono due: la probabilità (collegata alle caratteristiche costruttive della macchina o della struttura, efficienza, manutenzione, grado di apprendimento degli operatori, presenza di procedure operative, ritmi di lavoro della macchina e del personale, spazi di lavoro,...) e il danno (che può essere lieve, moderato, grave, gravissimo). Lo scopo della tesi sarà fornire una preparazione di base che consentirà di poter applicare le procedure, sia qualitative sia quantitative, proprie dell' Analisi di rischio. In particolare si approfondiranno alcune

metodologie (quali Event Tree, Catene di Markov, ...) particolarmente utili per l'applicazione delle moderne normative. Farà parte integrante del lavoro effettuare simulazioni utilizzando il software Fault Tree+.

corsi già esistenti che trattano tali contenuti: Probabilità 2, Processi Stocastici

aspetti computazionali: software Fault Tree+

sbocchi di ricerca e/o professionali:

- stage con aziende;
- collaborazioni per tesi "in comune" con il DIE della Facoltà di Ingegneria.

5 e. Argomento di tesi: Modelli statistici per analisi di dati biomedici (analisi di sopravvivenza/modelli lineari per dati di conteggio/modelli lineari logistici)

Docenti coinvolti: Rogantin + Fontana (IST Genova)

Contenuti scientifici (max 10 righe): I modelli lineari generalizzati forniscono una teoria matematica e un ambito concettuale unificante di diversi metodi statistici. Permettono di modellare svariati fenomeni naturali in cui le variabili aleatorie rispostate non seguono una legge normale.

Di particolare interesse in epidemiologia sono i modelli per dati di conteggio. La modellizzazione poissoniana classica non risulta talvolta adeguata; alcuni modelli alternativi sono stati proposti in letteratura. Scopo di una tesi potrebbe essere quello di confrontare i modelli proposti, se necessario estendendo questo insieme e fornire indici, con relative proprietà statistiche, in grado di stimare il contributo delle varie fonti di eterogeneità

Prerequisiti: teoria della stima di massima verosimiglianza, modelli lineari gaussiani

Aspetti computazionali (si prevede attività di programmazione?): sì, possibilmente in SAS

Sbocchi di ricerca e/o professionali (soggiorni all'estero? erasmus? moduli professionalizzanti? stage? dottorato?): stage presso IST

5 f. Argomento di tesi: Statistica algebrica per la pianificazione degli esperimenti

Docenti coinvolti: Rogantin, Riccomagno

Contenuti scientifici: La pianificazione e l'analisi di esperimenti hanno spesso beneficiato di strumenti algebrici, per esempio la teoria dei gruppi. Lo studio della struttura di confondimento di un piano permette di determinare i termini/monomi per costruire un modello lineare identificabile. Questo studio può essere affrontato sistematicamente con metodi di geometria algebrica ed algebra computazionale, che sono particolarmente utili quando il piano sperimentale non è regolare. Questa è la situazione più frequente nelle applicazioni di recente interesse e per la quale le usuali tecniche di analisi statistica falliscono.

Si propongono vari argomenti di tesi tra cui lo studio di algoritmi efficienti in presenza di molte variabili, lo sviluppo di alcune applicazioni nel campo dell'inferenza per reti biochimiche (reverse engineering), lo studio delle proprietà di ottimalità del piano sperimentale.

Prerequisiti: concetti di base sui modelli lineari e sull'algebra commutativa

Aspetti computazionali (si prevede attività di programmazione?): sì, software per il calcolo simbolico (per esempio CoCoo, Matlab, Maple) e eventualmente software statistico (per esempio SAS, R, o anche C)

Sbocchi di ricerca e/o professionali (soggiorni all'estero? erasmus? moduli professionalizzanti? stage? dottorato?): soggiorni all'estero, erasmus, dottorato

5 g. Argomento di tesi: Calcolo stocastico simbolico

Docenti coinvolti: Riccomagno

Contenuti scientifici: equazioni differenziali stocastiche compaiono in molte applicazioni in economia, ingegneria, biologia. Esistono varie definizioni per l'integrale di processi stocastico rispetto a processi stocastici e lo sviluppo di teorie consistenti va sotto il nome di calcolo stocastico. Questo progetto studia considera due di queste teorie: il calcolo Itô e quello di Malliavin. Si concentra sui loro aspetti simbolici, che si basano rispettivamente su serie di potenze formali e su di un'algebra di operatori.

Prerequisiti: probabilità, fondamenti di calcolo stocastico

Aspetti computazionali (si prevede attività di programmazione?): possibili

Sbocchi di ricerca e/o professionali (soggiorni all'estero? erasmus? moduli professionalizzanti? stage? dottorato?): soggiorni all'estero, erasmus, dottorato in matematica, finanza, in Italia o all'estero

5 h. Argomento di tesi: Analisi di tabelle di contingenza

Docenti coinvolti: Riccomagno, Rapallo

Contenuti scientifici: Le basi di Markov sono state introdotte da Diaconis e Sturmfels nel 1993 come elemento chiave in un algoritmo "Monte Carlo Markov Chain" per un test statistico di bontà di adattamento di un modello statistico a tabelle di contingenza. Esse sono equivalenti all'insieme generatore di un ideal torico. L'applicazione a modelli esponenziali è stata ben sviluppata, mentre rimangono incertezze sulla loro applicabilità a modelli non esponenziali, che sono importanti per molte applicazioni per esempio nell'analisi causale, nell'analisi di

sequenze di DNA, nella ricostruzione di alberi filogenetici, e nello studio di sistemi dinamici polinomiali per network biochimici.

Prerequisiti: statistica matematica multivariata, catene di Markov

Aspetti computazionali (si prevede attivita' di programmazione?): sì, software per il calcolo simbolico (per esempio CoCoo, Matlab, Maple) e eventualmente software statistico (per esempio SAS, R, o anche C)

Sbocchi di ricerca e/o professionali (soggiorni all'estero? erasmus? moduli professionalizzanti? stage? dottorato?): soggiorni all'estero, erasmus, dottorato

5 i. Argomento di tesi: Valutazione della corrispondenza tra area sotto una curva ROC e rischio attribuibile di popolazione

docenti: Vincenzo Fontana (IST Genova), Riccomagno

contenuti scientifici: Il rischio attribuibile (RA) rappresenta la quota di casi di una data patologia che si potrebbero evitare nel momento in cui la caratteristica individuale che contribuisce a produrre o che determina in toto la stessa patologia fosse rimossa dalla popolazione. Nel 1984 (Bruzzi et al., Am J Epidemiology) è stato mostrato che il RA può essere stimato in ambito epidemiologico non prospettico (indagine caso-controllo) attraverso la regressione logistica. La regressione logistica permette anche di stimare l'area sotto una curva ROC (Receiver Operating Characteristic curve) che rappresenta la probabilità di essere classificato come malato condizionata allo specifico profilo di caratteristiche predittive. Compito della tesi sarà quello di valutare la relazione che intercorre tra i due indicatori in termini sia di stima puntuale sia intervallare.

aspetti computazionali: non necessariamente

sbocchi di ricerca e/o professionali: IST, progetto erasmus, dottorato anche all'estero

6. Proposta inviata da P. Fernandes

6 a. Argomento di tesi: Conservazione di proprietà del problema differenziale originario nell'approssimazione numerica di PDE

docenti coinvolti: Fernandes

contenuti scientifici: Un'approssimazione convergente tende alla soluzione del problema originario quando il passo di discretizzazione tende a zero. Tuttavia, per un passo di discretizzazione finito, la soluzione del problema discreto può violare proprietà della soluzione del problema differenziale in quanto la convergenza garantisce soltanto che esse vengono recuperate al limite. Tali violazioni possono anche rendere l'approssimazione priva di significato fisico in maniera immediatamente evidente. Non è escluso, ad esempio, che un'approssimazione convergente dell'equazione del calore possa talvolta dar luogo a temperature negative. Quali proprietà è più opportuno siano conservate dall'approssimazione, dipende dal particolare problema considerato e dallo scopo per cui viene effettuata la simulazione numerica. Lo sviluppo mirato di approssimazioni che conservino opportune proprietà del problema originario è interessante tema di ricerca.

corsi già esistenti che trattano tali contenuti o contenuti necessari o comunque utili per lo svolgimento della tesi: Trattamento numerico di equazioni differenziali, Equazioni differenziali, Analisi di Fourier 1, Modelli di sistemi continui e applicazioni, IFM1

aspetti computazionali: Oltre agli aspetti teorici sono previste attività di programmazione, sperimentazione numerica e interpretazione dei risultati.

sbocchi di ricerca e/o professionali : E' possibile che si ottengano risultati pubblicabili

6 b. Argomento di tesi: Formulazione di modelli differenziali per la simulazione numerica di dispositivi elettromagnetici.

docenti coinvolti: Fernandes

contenuti scientifici: I modelli differenziali su cui si basano le simulazioni numeriche di dispositivi elettromagnetici hanno sovente peculiarità che li differenziano da quelli classici dell'elettromagnetismo. Tuttavia, nella letteratura applicativa, tali modelli sono raramente specificati in maniera adeguata e risultano pertanto affetti da ambiguità e/o inconsistenze. Inoltre, le difficoltà che di conseguenza si incontrano nelle simulazioni numeriche vengono spesso attribuite a presunti inconvenienti dei metodi numerici utilizzati a valle del modello differenziale, piuttosto che alle reali carenze del modello stesso. In questo settore, è pertanto particolarmente necessario un sistematico lavoro di verifica della correttezza matematica dei modelli, fondamentale per l'affidabilità delle simulazioni numeriche.

corsi già esistenti che trattano tali contenuti o contenuti necessari o comunque utili per lo svolgimento della tesi: Metodi numerici per equazioni differenziali alle derivate parziali (parte), Elettrodinamica razionale, Equazioni differenziali, IAS1, IAS2.

aspetti computazionali : Non è prevista attività né di programmazione, né di sperimentazione numerica.

sbocchi di ricerca e/o professionali: E' possibile che si ottengano risultati pubblicabili

6 c. Argomento di tesi: Soluzione efficiente di sistemi lineari sparsi ottenuti dalla discretizzazione agli elementi finiti di problemi elettromagnetici.

docenti coinvolti: Di Benedetto, Fernandes

contenuti scientifici: La discretizzazione agli elementi finiti di problemi elettromagnetici in regime sinusoidale stazionario, formulati nel dominio della frequenza, porta a sistemi algebrici lineari sparsi di grande dimensione a coefficienti complessi. La matrice dei coefficienti è "simmetrica complessa" (non hermitiana) oppure, nei casi più generali, asimmetrica. L'efficienza con cui siamo in grado di trattare numericamente tali sistemi pone un limite pratico alla dimensione massima dei sistemi che possiamo risolvere e, quindi, all'accuratezza e al dettaglio con cui possiamo modellizzare la situazione fisica d'interesse. E' pertanto evidente come l'individuazione di metodi per la soluzione efficiente di tali sistemi sia di fondamentale importanza per le applicazioni. L'indagine verrà ristretta ai soli metodi iterativi in quanto è nota la loro maggiore efficienza in presenza di matrici sparse di grande dimensione.

corsi già esistenti che trattano tali contenuti o contenuti necessari o comunque utili per lo svolgimento della tesi: Metodi numerici per l'algebra lineare, Metodi numerici per equazioni differenziali alle derivate parziali, Trattamento numerico di equazioni differenziali.

aspetti computazionali: Oltre agli aspetti teorici sono previste attività di programmazione, sperimentazione numerica e interpretazione dei risultati. Verranno fornite matrici di test relative ad applicazioni effettive e/o la possibilità di interfacciare gli algoritmi di soluzione di sistemi lineari sotto esame con programmi di simulazione elettromagnetica

7. Proposta inviata da F. Di Benedetto

7a Argomento di tesi: Ricostruzione di immagini sfocate mediante funzione di trasferimento variante per traslazione

Docenti coinvolti: Di Benedetto, Estatico

Contenuti scientifici: Lo scopo della tesi è quello di studiare nuove metodologie di algebra lineare per ripulire le immagini con distorsioni, quali, ad esempio, una cattiva messa a fuoco.

Nell'approccio classico, il problema della ricostruzione di immagini conduce alla risoluzione di un sistema lineare mal condizionato di dimensioni molto grandi. Nel caso in cui la distorsione a cui è sottoposta l'immagine è invariante per traslazione (ossia la sfocatura è la stessa in ogni zona dell'immagine) l'uso di trasformate veloci di Fourier consente una rapida risoluzione di tale sistema, ossia una rapida ricostruzione dell'immagine originale. In questa tesi si vogliono studiare tecniche per la ricostruzione di immagini con particolari distorsioni non invarianti per traslazione. In tali casi, l'uso di discretizzazioni non uniformi consente di rendere il problema invariante per traslazione, consentendo comunque una rapida ricostruzione dell'immagine originale.

Corsi già esistenti che trattano tali contenuti: Calcolo Numerico, Problemi Inversi e Applicazioni, Metodi Numerici per l'Algebra Lineare

Aspetti computazionali: si prevede la scrittura di codice computazionale in linguaggio Matlab

Sbocchi di ricerca e/o professionali : possibile stage presso azienda privata (OnAir?)

7b. Argomento di tesi: Ricostruzione di immagini di oggetti in movimento su piano non ortogonale all'asse ottico.

Docenti coinvolti: Di Benedetto, Estatico

Contenuti scientifici: Lo scopo della tesi è quello di studiare nuove metodologie di algebra lineare per ripulire le immagini di oggetti in movimento, quali, ad esempio, autoveicoli in transito lungo una strada. A causa della diversa posizione degli oggetti, alcuni vicini e altri più distanti, la distorsione a cui è sottoposto ognuno di essi a causa del movimento non è la stessa, ma bensì varia con la posizione dell'oggetto stesso. L'uso di particolari sistemi di coordinate proiettive consente di rettificare il piano dell'immagine, in modo da rendere invariante tale distorsione. In tale nuovo sistema di coordinate la sfocatura risulta essere la stessa in ogni zona dell'immagine, consentendo una rapida ricostruzione dell'immagine originale. In questa tesi si vogliono studiare tecniche per la ricostruzione di immagini con tali distorsioni, modificando, tramite opportuna proiettività, il piano dell'immagine, consentendo una rapida ricostruzione dell'immagine originale.

Corsi già esistenti che trattano tali contenuti: Calcolo Numerico, Geometria 2, Problemi Inversi e Applicazioni, Metodi Numerici per l'Algebra Lineare

Aspetti computazionali: si prevede la scrittura di codice computazionale in Matlab

Sbocchi di ricerca e/o professionali: possibile stage presso azienda privata (OnAir?)

7c. Argomento di tesi: Ricostruzione di immagini mediante tecniche di super-risoluzione

Docenti coinvolti: Di Benedetto, Estatico

Contenuti scientifici: In alcune applicazioni i dati mettono a disposizione diverse versioni a bassa risoluzione (ad esempio sfuocate) della stessa immagine, le quali differiscono per lievi spostamenti rispetto all'osservatore, dalle quali si cerca di estrapolare una ricostruzione a risoluzione più alta.

Il modello matematico di questo problema conduce ad un sistema lineare di grandi dimensioni (che, a seconda dei casi, può essere sovradeterminato o sotto determinato) la cui matrice tiene conto sia del processo di sfocamento che degli spostamenti che hanno determinato le diverse acquisizioni: nel caso in cui tali spostamenti siano incogniti, vanno applicate opportune tecniche per ricostruire le trasformazioni geometriche (proiettive) che li hanno generati.

I metodi di risoluzione finora usati in letteratura provengono in prevalenza dall'ambito ingegneristico, e pertanto vanno analizzati e messi a confronto con le tecniche classiche di algebra lineare normalmente usate nella ricostruzione di immagini.

Corsi già esistenti che trattano tali contenuti: Calcolo Numerico, Geometria 2, Problemi Inversi e Applicazioni, Metodi Numerici per l'Algebra Lineare

Aspetti computazionali: si può eventualmente includere la scrittura di codice computazionale in linguaggio Matlab

Sbocchi di ricerca e/o professionali : possibile stage presso azienda privata (OnAir?)

8. Proposta inviata da E. Del Prete

Docente: Enza Del Prete

Contenuti scientifici delle tesi:

Un segnale a banda limitata può essere ricostruito esattamente conoscendo le sue campionature su punti opportuni equidistanti. L'importanza di questo risultato per l'analisi e la trasmissione digitale dei segnali è facile da immaginare: invece di trasmettere l'intero segnale si possono trasmettere solo le sue campionature. In tempi relativamente recenti la teoria del campionamento si è sviluppata nella direzione di generalizzare la base ortonormale classica di Shannon, sostituendola con basi oblique (basi di Riesz) o con sistemi non linearmente indipendenti (frames). Come per la base di Shannon, anche queste nuove famiglie sono traslate di un'unica funzione (o più in generale di un numero finito di funzioni). Queste generalizzazioni hanno lo scopo di trovare formule di campionamento particolarmente efficaci, anche dal punto di vista della ricostruzione; ad esempio uno dei vantaggi nell'uso dei frames sta nel fatto che sono famiglie linearmente dipendenti e quindi ridondanti, proprietà che le rende "robuste" rispetto ad errori di trasmissione o di elaborazione.

8 a. Titolo : *Basi oblique e basi ridondanti per la rappresentazione di funzioni a banda limitata.*

Prevede la costruzione di nuovi frame per lo spazio di funzioni a banda limitata e della relativa formula di campionamento. La tesi può essere ampliata fino alla ricerca di condizioni necessarie e sufficienti affinché un set di funzioni generi un frame.

Aspetti computazionali: questa tesi prevede la scrittura di un codice per la ricostruzione di un segnale attraverso la formula di campionatura proposta.

8 b. Titolo: *Recupero di campioni mancanti in formule di oversampling.*

Affronta un problema molto frequente nella trasmissione dei segnali in internet o via radio: la perdita di pacchetti di dati dovuta a varie cause. Per recuperare le campionature mancanti è stata proposta una tecnica, non ancora analizzata in maniera sistematica, che si basa sull'uso di frames.

La tesi si occuperà di trovare condizioni (necessarie e/o sufficienti ?) sui generatori perchè i frame adoperati consentano il recupero dei campioni mancanti.

Aspetti computazionali: È prevista una sperimentazione per una delle più comuni formule di campionatura, la derivative sampling formula. La sperimentazione che consiste nella scrittura di un codice in Matlab per il recupero dei campioni mancanti e la ricostruzione del segnale.

Prerequisiti:

Gli argomenti di base sono contenuti nel corso di Analisi di Fourier che è obbligatorio per gli studenti dell'applicativo. È possibile che vengano utilizzati anche argomenti di calcolo numerico per la parte sperimentale.

Sbocchi di ricerca e/o professionali:

Si tratta di argomenti di ricerca recentissimi nell'ambito dell'analisi di Fourier e dell'analisi del segnale.

9. Proposta inviata da F. Astengo.

Argomento di tesi: Analisi di un elettrocardiogramma mediante trasformata wavelet e trasformata di Gabor

Docenti coinvolti: F. Astengo, E. Del Prete

Contenuti scientifici: lo sviluppo di metodi accurati e veloci per lo studio automatico di un ECG è importante soprattutto per l'analisi di lunghe registrazioni (Holter).

La tecnica che sarà adoperata nella tesi è l'analisi multiscala - wavelet e verrà fatto un confronto con la tecnica della trasformata a finestra mobile.

Recentemente questi metodi sono stati applicati e l'efficacia della diagnosi migliorata.

Corsi già esistenti che trattano tali contenuti: Analisi di Fourier 1 e 2, Calcolo numerico.

Aspetti computazionali: si prevede attività di programmazione con linguaggio Matlab

10. Proposta inviata da F. De Mari

Argomento di tesi: Shearlets in due e tre dimensioni.

Docenti coinvolti: Filippo De Mari, Ernesto De Vito

Contenuti scientifici: Le shearlets sono un adattamento delle wavelets per descrivere segnali o immagini bi/tridimensionali con discontinuità lungo curve/superfici. Scopo delle tesi è quello di studiare alcune proprietà di tipo analitico, necessarie per caratterizzare l'efficacia delle shearlets in specifiche applicazioni.

Corsi già esistenti che trattano tali contenuti: Istituzioni di Analisi Suoeriore 1, Analisi di Fourier 1, Analisi di Fourier 2

Aspetti computazionali: possibilità di sviluppo di codice MatLab

Sbocchi di ricerca e/o professionali: dottorato in Matematica

11 Proposta inviata da P. Brianzi

argomento di tesi: metodi di regolarizzazione in ricostruzione di immagini

docenti coinvolti: Paola Brianzi, Michele Piana

contenuti scientifici: si tratta di formulare e implementare metodi computazionali basati sulla teoria della regolarizzazione per problemi inversi lineari mal posti. In particolare, verranno affrontate questioni quali la scelta ottimale del parametro di regolarizzazione, l'utilizzo di vincoli che codifichino informazioni note a priori sulla soluzione e l'ottimizzazione del costo computazionale

corsi già esistenti che trattano tali contenuti: Programmazione, Fondamenti di Calcolo Numerico, Calcolo Numerico, Analisi di Fourier 1, Analisi di Fourier 2, Applicazioni della Matematica alla Medicina

aspetti computazionali: è richiesta attività di programmazione in Matlab

sbocchi di ricerca e/o professionali: Il modulo professionalizzante 'Questioni di imaging medico' tratta in parte argomenti relativi a questa attività.

12 Proposta inviata da V. Fragnelli

12 a. Argomento di tesi: Valutazione della rappresentatività e governabilità dei sistemi elettorali

Docenti coinvolti: Fragnelli – Ortona (Univ. Piemonte Orientale)

Contenuti scientifici: Un sistema elettorale si caratterizza per vari aspetti, tra cui i più rilevanti sono rappresentatività (corrispondenza del parlamento alle preferenze degli elettori) e governabilità (capacità della maggioranza di far approvare le leggi). Gli indici di potere costituiscono uno strumento in grado di quantificare l'importanza dei differenti partiti. Lo scopo della ricerca è in due direzioni. La prima è la definizione sia di nuovi indici di potere, sia di nuovi indici di rappresentatività e governabilità e validare gli stessi utilizzando opportuni software di simulazione. La seconda è disegnare nuovi sistemi elettorali che risultino Pareto efficienti rispetto ad altri sistemi attualmente in uso.

Corsi già esistenti che trattano tali contenuti: Teoria dei Giochi (Pusillo), Ricerca Operativa (Sideri), minicorso Game Practice (Fragnelli)

Aspetti computazionali: Lo strumento computazionale di base è il software di simulazione ALEX sviluppato presso il Laboratorio del Dipartimento Polis.

Sbocchi di ricerca e/o professionali: Il tema è al centro degli interessi di numerosi Paesi mondiali (ad esempio gli Stati Uniti stanno valutando la possibilità di passare ad un sistema proporzionale). Sono in corso ricerche congiunte con le seguenti università europee: Augsburg, Barcelona, Bergamo, Granada, Hamburg, Milano, Roma, Turku, Zurigo.

12 b. Argomento di tesi: Incentivazione della raccolta differenziata

Docenti coinvolti: Fragnelli – Patrone – Becchis (Fondazione Ambiente)

Contenuti scientifici: La raccolta differenziata dei rifiuti solidi urbani costituisce la soluzione più semplice ed economica per molti problemi di smaltimento degli stessi. Il problema più rilevante è che il vantaggio della raccolta differenziata è globalmente elevato dal punto di vista sociale, ma è insignificante per il singolo che percepisce soprattutto gli svantaggi immediati connessi alla differenziazione dei rifiuti. In termini di Teoria dei Giochi è la classica situazione del Dilemma del Prigioniero. Lo scopo della ricerca è l'analisi della funzione di utilità degli agenti del sistema al fine di disegnare "meccanismi", cioè regole, che incentivino la raccolta differenziata, incrementando i vantaggi per chi ha un comportamento corretto e rafforzando le sanzioni per chi ha un comportamento opposto.

Corsi già esistenti che trattano tali contenuti: Teoria dei Giochi (Pusillo), Ricerca Operativa (Sideri), minicorso Game Practice (Fragnelli)

Aspetti computazionali: Può essere utile la conoscenza di linguaggi di programmazione tipo Matlab o C++

Sbocchi di ricerca e/o professionali: Il tema costituisce una sfida molto importante del prossimo futuro per un numero crescente di comuni. La ricerca si avvale della collaborazione tecnica e dei database disponibili presso la Fondazione Ambiente di Torino.

12 c. Argomento di tesi: Analisi di un servizio di trasporto multimodale

Docenti coinvolti: Fragnelli – Sanguineti (Economia)

Contenuti scientifici: Un sistema di trasporto multimodale coinvolge differenti operatori per i vari modi di trasporto e nelle aree di interscambio. Il miglioramento dell'efficienza del servizio passa anche attraverso una corretta valutazione dei costi (in senso lato) delle varie componenti e della conseguente ripartizione dei profitti secondo criteri di equità. Lo scopo della ricerca è definire un gioco cooperativo e costruire un metodo di ripartizione che abbia come risultato finale una ripartizione accettabile da tutti gli operatori.

Corsi già esistenti che trattano tali contenuti: Teoria dei Giochi (Pusillo), Ricerca Operativa (Sideri), minicorso Game Practice (Fragnelli), Matematica Finanziaria (Sideri)

Aspetti computazionali: Può essere utile la conoscenza di linguaggi di programmazione tipo Matlab o C++

Sbocchi di ricerca e/o professionali: Il tema è alla base dello sviluppo dei sistemi "Hub & Spoke" che hanno come obiettivo l'incremento dell'efficienza e il contenimento dei costi nei servizi di trasporto a largo raggio. La ricerca è sviluppata in collaborazione con la Facoltà di Economia di Genova e con l'Università di St. Petersburg.

12 d. Argomento di tesi: Gestione dei servizi di emergenza sanitaria

Docenti coinvolti: Fragnelli – Patrone – Testi (Economia) – Marina (Economia) - Gastaldi (Univ. Piemonte Orientale)

Contenuti scientifici: I servizi di emergenza sanitaria, dalla gestione del parco mezzi, alle regole di attivazione dei mezzi dopo una chiamata (triage), al trasporto in ospedale e fino al riposizionamento dei mezzi al termine del soccorso offrono un ampio ventaglio di applicazioni degli strumenti matematici: dalla statistica per l'analisi dei dati, alla teoria dei giochi per lo studio delle situazioni di interazione tra i soggetti, all'ottimizzazione per la definizione degli scenari migliori, fino alla simulazione per la validazione delle decisioni e delle strategie adottate. Gli scopi delle ricerche oggetto della tesi, più esattamente delle tesi, possono essere nelle direzioni degli elementi citati all'inizio.

Corsi già esistenti che trattano tali contenuti: Teoria dei Giochi (Pusillo), Ricerca Operativa (Sideri), minicorso Game Practice (Fragnelli)

Aspetti computazionali: Conoscenza del linguaggio di programmazione C++ e utilizzo di software di simulazione ad oggetti.

Sbocchi di ricerca e/o professionali: Il tema coinvolge in primo luogo i servizi di emergenza 118 di Milano, che ha messo a disposizione personale e dati, ma ha riscosso l'interesse dei servizi di emergenza di varie province italiane. Le ricerche sono attualmente sviluppate in collaborazione con le università di Milano, Modena e Reggio, Torino e i Politecnici di Milano e Torino, oltre alla Facoltà di Economia di Genova.