



PIANO TRIENNALE DELLE RICERCHE 2017-2019
DEL DIPARTIMENTO DI MATEMATICA E INFORMATICA

(Approvato dal Consiglio di Dipartimento il 23 Marzo 2017)

Il Dipartimento di Matematica e Informatica (DMI) è la struttura dell'Ateneo preposta a coordinare, promuovere e divulgare la ricerca nei campi della Matematica e dell'Informatica, confluendo in essi la gran parte dell'attività di ricerca dei due relativi macrosettori. Presso il DMI si svolge attività di ricerca nei settori da MAT/02 a MAT/08 per il macrosettore Matematica, e nell'unico settore INF/01 del macrosettore Informatica.

La ricerca che del macrosettore Matematica è prevalentemente teorica di base con alcuni ambiti di ricerca più orientati verso le applicazioni. Nel macrosettore Informatica sono attive sia ricerche teoriche che attività applicative. Il DMI, inoltre, promuove al proprio interno attività di divulgazione scientifica.

DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DI RICERCA

All'interno del DMI sono attivi numerosi gruppi di ricerca impegnati in cooperazioni scientifiche sia a livello nazionale che internazionale. L'attività di ricerca è finanziata soprattutto da Enti pubblici a carattere nazionale e locale. A carattere nazionale possono essere evidenziati progetti a valere su fondi provenienti da strutture come i gruppi INdAM di cui il DMI è sezione, (GNAMPA, progetto giovani GNFM-Indam 2016), PRIN 20122F87B2. Inoltre, sempre sul piano nazionale, ma orientate a progetti di grandi dimensioni, ci si riferirà alle call denominate PON e PONFESR nazionali e alle call regionali POR. In ambito internazionale altri fondi provenienti da strutture accademiche si renderanno disponibili, e comunque all'interno del programma Horizon 2020 si ha intenzione di rispondere al bando RISE della Comunità europea, Marie Curie actions, e al programma ERASMUS+ per la formazione di docenti e studenti all'estero. Alcune missioni o visite di docenti del DMI su invito sono finanziate da enti di ricerca nazionali o stranieri.

Le ricerche in atto e le ricerche che si intende sviluppare si basano su temi attuali e d'interesse a livello internazionale. È possibile individuare 12 filoni di ricerca. Di seguito viene fornita una breve descrizione di ciascun filone ed il riferimento ai finanziamenti.

1. Storia, didattica e fondamenti della matematica.

Settore ERC di riferimento: PE1_1 - Logic and foundations. SSD di riferimento: MAT/04.

Le principali tematiche di ricerca riguardano le aree di Storia della Matematica, di Didattica della Matematica e di Fondamenti della Matematica. Gli argomenti di ricerca di Storia della Matematica possono riassumersi come segue: la storia della Geometria Algebrica con particolare riferimento all'opera di Luigi Cremona e di Corrado Segre; lo studio delle trasformazioni quadratiche e il loro ruolo nella prima formulazione del concetto di trasformazione birazionale, partendo dai lavori di Magnus e Schiaparelli per concludere con i lavori di Cremona e Hirst; lo studio di problemi "elementari" nel corso del tempo, quali quelli relativi alla retta di Simson – Wallace e della ipocicloide tricuspidale seguendone lo sviluppo da Steiner a Cremona e Beltrami; la storia dello sviluppo delle geometrie non desarguesiane e non archimedee con quella, ad esse collegate, delle algebre (Bicomplessi, Ottonioni, ecc.); la pubblicazione di carteggi ed altro materiale d'archivio con speciale riferimento a Luigi Cremona, Giovan Battista Guccia e il Circolo Matematico di Palermo, Placido Tardy e ai matematici napoletani. Ricerche collegate al Circolo Matematico di Palermo, volte in particolare ad approfondire i rapporti tra G.B.

Guccia, H. Poincaré e G. Mittag Leffler. I temi di ricerca di Didattica della Matematica sui quali si lavora possono così riassumersi:

- Linguistico-Matematico: la matematica come linguaggio e multiculturalismo;
- Matematica e realtà: collegamenti interdisciplinari con le scienze sperimentali modelli e processi cognitivi;
- Matematica e cultura: particolare in questo campo attenzione viene data alla comparazione dei processi cognitivi messi in atto da studenti di cultura differente inseriti nelle classi italiane e non solo.

Inoltre, sarà sviluppata l'Analisi quantitativa e qualitativa per la ricerca in Didattica: software CHIC (Classification Hiérarchique Implicative et Cohésive), SPSS di statistica implicativa e inferenziale.

Finanziamenti. Le ricerche previste si finanzieranno attraverso i fondi GNSAGA-INDAM e i progetti "Motivating Methods and Materials in Maths and Science: Dissemination/ MSc4AI"–Ref. number: 53923 4-LLP -1 -20 1 3-AT-COMENIUS-CAM" e "Ma t'SMc - Materials for Teaching Together: Science and Mathematics teachers collaborating for better results/Ma t'SMc"–Ref. number: 539242-LLP -1 -201 3-AT-COMENIUS-CMP.

2. Algebre con identità polinomiali e algebra categoriale.

Settore ERC di riferimento: PE1_2 – Algebra. SSD di riferimento MAT/02.

Algebre con identità polinomiali. La ricerca è orientata principalmente verso lo studio delle identità polinomiali soddisfatte da un'algebra su un campo di caratteristica zero utilizzando metodi combinatori pertinenti alla teoria delle rappresentazioni dei gruppi simmetrici e lineari. Tale approccio ha permesso di ottenere risultati di rilievo nel passato ed è basato sulla teoria delle varietà sviluppata da Kemer. In quest'ambito si associano ad un'algebra A degli invarianti numerici quali la successione delle codimensioni, la successione dei cocaratteri, la successione delle lunghezze ed attraverso lo studio del loro comportamento asintotico si ottengono risultati di classificazione delle varietà generate dalle algebre considerate. Il calcolo asintotico dei gradi delle rappresentazioni irriducibili del gruppo simmetrico in caratteristica zero è ben noto ed un'analisi della decomposizione del co-carattere di un'algebra in caratteri irriducibili per il gruppo simmetrico permette di ottenere valutazioni asintotiche che determinano invarianti delle corrispondenti varietà. Nel caso delle superalgebre (ma anche delle algebre con involuzione o con una superinvoluzione) o, più in generale, delle algebre graduate da un gruppo finito G , si possono definire analoghi invarianti più fini, determinati attraverso la teoria delle rappresentazioni di prodotti di gruppi simmetrici e di prodotti intrecciati $G \wr S_n$. Da una comparazione di questi ultimi con gli invarianti classici, si cerca di ottenere una migliore comprensione delle identità polinomiali studiate. Gli ambiti specifici su cui i ricercatori di Palermo svolgono le loro ricerche sono: 1) successioni delle codimensioni, dei cocaratteri e crescita delle varietà, 2) superidentità, identità graduate, star-identità e loro crescita, 3) teoria degli invarianti delle matrici.

Algebra categoriale intrinseca, coomologica non abeliana e strutture categoriali interne. Un approccio contemporaneo allo studio delle categorie delle strutture algebriche classiche consiste nella formalizzazione di sistemi di assiomi per i quali certe proprietà delle strutture algebriche in questione diventano proprietà categoriali. Un prototipo di questo punto di vista è sicuramente la nozione ormai consolidata di categoria abeliana. In ambito non abeliano, è relativamente recente l'introduzione della nozione di categoria semi-abeliana. L'obiettivo della ricerca è lo studio delle strutture categoriali interne a categorie semi-abeliane, e delle loro proprietà, con particolare attenzione agli aspetti co-omologici (non abeliani) basso- dimensionali. Su questa linea, si intendono indagare ulteriormente gli aspetti (co)omologici, omotopici e bicategoriali delle strutture categoriali interne.

Finanziamenti. Visite all'estero finanziate da enti di ricerca stranieri (Israele, Brasile, Belgio e Canada). Finanziamenti del GNSAGA – INDAM. Il sito web e la mailing list del progetto di network

"CATEGORY THEORY, ALGEBRA, AND TOPOLOGY" sono finanziati dalle università di Stellenbosch e Louvain-la-Neuve rispettivamente.

3. Strutture geometriche, algebriche e topologiche.

Settori ERC di riferimento: PE1_4 - Algebraic and complex geometry; PE1_5 – Geometry; PE1_7 - Lie groups, Lie algebras; PE1_15 Discrete mathematics and combinatorics. SSD di riferimento: MAT/03.

Sul fronte della teoria delle Algebre di Lie, si intende portare avanti la classificazione delle algebre nilpotenti con ideale dei commutatori 2-dimensionale, e si intende aprire una nuova linea di ricerca che applichi i risultati ottenuti per descrivere hamiltoniane come derivazioni compatte dell'algebra di Lie di operatori di coordinate e di momenti. Sul fronte della teoria dei Gruppi di Lie, si è interessati a questioni relative alla Jacobiana generalizzata di una curva iperellittica e all'ideale frazionario del campo di numeri non-totalmente reale che essa determina.

Un'altra linea di ricerca riguarda la caratterizzazione di quei disegni combinatorici che si sostengono su un gruppo commutativo quando si prendono come blocchi i k -sottoinsiemi la cui somma è nulla, determinando in questo modo un legame tra la teoria dei Disegni (ed eventualmente la Teoria dei Codici) e la Teoria di Ramsey.

È noto che ad un rivestimento di curve algebriche proiettive avente gruppo di monodromia isomorfo ad un gruppo di Weyl può essere associata una varietà abeliana detta varietà di Prym-Tyurin. Al variare dei rivestimenti si ottengono morfismi tra certi spazi di Hurwitz e varietà modulari di Siegel. Si intende di studiare gli spazi di Hurwitz e i morfismi di Prym-Tyurin con lo scopo di dimostrare l'unirazionalità di alcune varietà di Siegel. Si intende inoltre proseguire lo studio dell'anello di Cox di una varietà algebrica X definita su un campo perfetto. In particolare se X è una curva ellittica, si intende caratterizzare l'anello di Cox in relazione al gruppo di Mordell Weil di X . Questo permette di dedurre alcuni risultati nel caso in cui la curva sia la fibra generica di una fibrazione ellittica $X \rightarrow Y$, definita sul campo delle funzioni razionali della base Y . Generalizzando la situazione precedente, dato un morfismo $f: X \rightarrow Y$ tra spazi Mori dream si intende studiare la relazione esistente tra l'anello di Cox di X e quello della fibra generica di f .

Finanziamenti. Intendiamo rispondere al bando RISE della Comunità europea, Marie Curie actions, per proseguire il progetto Marie Curie IRSES n. 317721 "Lie groups, differential equations and geometry". I colleghi stranieri hanno manifestato inoltre l'intenzione di collaborare con fondi di propria pertinenza. Fondi INdAM-GNSAGA, fondi del "Proyecto Anillo", del CONICYT (Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica), Chile.

4. Operatori, algebre di operatori e teoria spettrale

Settori ERC di riferimento: PE1_11 - Theoretical aspects of partial differential equations; PE1_13 - Probability; PE1_8 - Analysis; PE1_9 - Operator algebras and functional analysis. SSD di riferimento: MAT/05; MAT/06.

Si studiano le proprietà di struttura di alcuni tipi di quasi*-algebre localmente convesse, in particolare l'interesse è rivolto verso le relazioni tra la nozione di rappresentabilità di un funzionale lineare su una quasi *-algebra di Banach e la sua continuità. In vista di possibili applicazioni alla "Pseudo-Hermitian Quantum Mechanics", il gruppo di ricerca è interessato inoltre a generalizzazioni del concetto di base in strutture hilbertiane (frames, reproducing pairs) e allo studio di forme sesquilineari che sono rappresentabili mediante operatori; problema che si lega a precedente per la cosiddetta "relazione di chiusura" valida per basi ortonormali, che assume forme più generali se si lascia cadere l'ipotesi di ortonormalità. Un'ulteriore linea di ricerca riguarda lo studio di problemi sovradeterminati per equazioni di tipo ellittico in varietà Riemanniane e di Finsler. In particolare siamo interessati a caratterizzare certe proprietà geometriche delle soluzioni e a studiare in modo quantitativo la vicinanza a

situazioni di simmetria. Alcuni di questi problemi hanno collegamenti con problemi classici di analisi geometrica. Anche in questo caso si è interessati a studiare teoremi di rigidità geometrica, investigando qualitativamente e quantitativamente il problema. Un'ulteriore linea di ricerca consiste nello studiare in un modo matematicamente rigoroso alcuni problemi di rilevanza nelle applicazioni, in particolare nello studio della propagazione elettromagnetica in materiali compositi e metamateriali, e si studieranno problemi di blow up per il gradiente delle soluzioni in mezzi anisotropi.

Nell'ambito della probabilità le tematiche di ricerca riguardano: - Condizionamento iterato, operazioni logiche di intersezione, unione e negazione tra eventi condizionati: aspetti teorici e applicazioni alla psicologia del ragionamento incerto, ai sillogismi condizionali generalizzati e alle regole di aggregazione per eventi fuzzy. - Interpretazione probabilistica del quadrato e dell'esagono dell'opposizione: tripartizione e assegnazioni imprecise di probabilità. - Distribuzioni di probabilità a posteriori e frequenza osservata in un dato intervallo. - Le nozioni di entropia e di cross-entropia per famiglie arbitrarie di eventi.

Finanziamenti. GNAMPA, FIR 2013. Per le ricerche nell'ambito della probabilità si utilizzeranno i fondi del progetto internazionale Villa Vigoni: "Rationalité Humaine : Les Points de Vue Probabilistes" e il fondo residuo del Progetto Gnampa 2016 ed eventuali nuovi fondi di ricerca.

Eventuale partecipazione a bandi locali e nazionali.

5. Integrazione, spazi funzionali, problemi di convergenza e applicazioni.

Settori ERC di riferimento: PE1_8 – Analysis; PE1_9 - Operator algebras and functional analysis. SSD di riferimento: MAT/05.

Si studiano teoremi di rappresentazione di multi-misure, sia mediante multi-funzioni integrabili nel senso di Aumann o di Pettis, o più in generale, nel senso di Birkhoff o di Henstock, oppure mediante funzioni scalari integrabili rispetto ad un'altra multi-misura. Il gruppo è interessato allo studio di problemi di convergenza per processi di integrazione di vario tipo (non assolutamente convergente, rispetto a misure vettoriali, di tipo Stiltjes, etc.) mirati alle applicazioni alle equazioni integrali e la loro generalizzazione agli spazi modulari. Vengono inoltre investigati problemi collegati alle misure di non compattezza con particolare interesse verso le retrazioni in spazi funzionali.

Finanziamenti. GNAMPA-INDAM 2016. Eventuale partecipazione a bandi locali e nazionali.

6. Punti fissi, punti critici e problemi differenziali.

Settori ERC di riferimento: PE1_10 - ODE and dynamical systems; PE1_11 - Theoretical aspects of partial differential equations; PE1_17 - Numerical analysis; PE1_18 - Scientific computing and data processing; PE1_20 - Application of mathematics in sciences; PE1_21 - Application of mathematics in industry and society; PE1_6 – Topology; PE1_8 – Analysis. SSD di riferimento: MAT/05; MAT/08.

Gli interessi di ricerca del gruppo sono nell'ambito della teoria delle equazioni differenziali, della teoria dei punti fissi, della teoria dei punti critici, dell'analisi numerica dei processi e dell'analisi dei segnali. Una linea di ricerca del gruppo è finalizzata alla determinazione dell'esistenza e della molteplicità di soluzioni di equazioni e sistemi di equazioni ellittiche non lineari contenenti l'operatore (p,q) -Laplaciano ($1 < q < p$), sotto diverse condizioni al bordo, con o senza dipendenza dal gradiente. Più precisamente si studiano sistemi contenenti il (p,q) -Laplaciano con condizioni di Dirichlet, di Neumann e di Robin, con metodi variazionali e non. Si fa uso della teoria di Morse (gruppi critici) per provare l'esistenza di soluzioni nodali. Quindi, sotto opportune ipotesi aggiuntive, si cercano soluzioni di segno costante. Un'ulteriore linea di ricerca del gruppo riguarda la teoria dei punti fissi sviluppata in diversi spazi ambiente e con particolare riferimento agli operatori di tipo random. Lo studio dei metodi iterativi di punto fisso desta un notevole interesse per le sue applicazioni in vari ambiti che includono la matematica, l'economia e l'ingegneria. Infatti, le tecniche proprie della teoria dei punti fissi sono utili nella teoria della

migliore approssimazione di operatori lineari e non lineari, nello studio delle soluzioni di equazioni e sistemi di equazioni differenziali. Attraverso lo studio dei principali schemi iterativi presenti in letteratura, si vogliono presentare dei nuovi schemi utilizzabili per l'approssimazione numerica delle soluzioni di disequazioni variazionali (con particolare riferimento alle loro applicazioni in ambito economico) e all'elaborazione e ricostruzione di segnali su grafi a partire da campioni parziali (ove possibile, estendendo e integrando i risultati classici di teoria dei segnali). Il campionamento e la ricostruzione dei segnali sono infatti tra i temi più critici nell'ambito dell'elaborazione numerica dei segnali. Saranno pertanto messi a punto alcuni metodi iterativi di tipo locale per l'interpolazione di segnali su grafi a partire da un insieme parziale di campioni, anche nel dominio del tempo. Particolare attenzione sarà rivolta all'analisi della velocità di convergenza, dell'accuratezza e dell'efficienza computazionale degli schemi numerici proposti.

Finanziamenti. GNAMPA-INdAM. International Scientific Partnership Program (King Saud University)-Fondi GNCS (Indam). - Fondi a valere su Progetto SERVIFY - Metodi e modelli per l'ingegneria dei servizi di tipo ubiquitous, da far gravare su PON03PE_00132_1. (DICGIM) - Fondi a valere su Progetto SmartBuildings - Progetto di ricerca industriale finanziato sulla linea d'intervento 4.1.1.1 del PO FESR 2007/2013 (DICGIM).

7. Integrazione astratta e PDE.

Settore ERC di riferimento: PE1_8 – Analysis. SSD di riferimento: MAT/05.

Gli obiettivi del piano triennale riguardano diversi aspetti della matematica: nell'ambito della integrazione astratta e della sua applicazione, si studieranno integrali non assolutamente convergenti per funzioni definite su \mathbb{R}^n da applicare alla ricostruzione (unica) dei coefficienti di Fourier in sistemi ortonormali tipo Wavelet per serie convergenti quasi ovunque; nell'ambito degli operatori ellittici, si studierà l'esistenza in senso debole di soluzioni nodali di minima energia per certi operatori ellittici con condizione di Dirichlet, e si studieranno simili problemi nell'ambito delle superfici di Nehari in caso di non linearità; altro obiettivo sarà, nell'ambito dei problemi semilineari ellittici con non linearità indefinite in segno, analizzare questo genere di fenomeni nel caso (modellisticamente rilevante) in cui la diffusione standard venga sostituita da passeggiate aleatorie con salti (Levy flights), cioè quando il laplaciano è sostituito dal laplaciano frazionario; sempre riguardo alle equazioni ellittiche, ci si ripropone di continuare la ricerca avviata da Zygmund e Calderon, per la risoluzione di equazioni ellittiche con processi di integrazione non assolutamente convergente e anziché utilizzare il metodo di Perron (descrittivo), si utilizzerà una integrazione tipo Henstock (costruttivo) studiandone alcune proprietà e caratteristiche. Infine, si studieranno le soluzioni, e la loro regolarità, di problemi di frontiera libera per equazioni *fully non-linear* a due fasi.

Finanziamenti. GNAMPA-INdAM. Eventuale partecipazione a bandi locali e nazionali.

8. Matematica applicata e fisica matematica.

Settori ERC di riferimento: PE1_10 - ODE and dynamical systems; PE1_11 - Theoretical aspects of partial differential equations; PE1_12 - Mathematical physics; PE1_19 - Control theory and optimization; PE1_20 - Application of mathematics in sciences; PE1_21 - Application of mathematics in industry and society. SSD di riferimento MAT/07.

Tra gli interessi del gruppo si distinguono due ambiti di ricerca: un ambito riguarda i modelli matematici e i sistemi dinamici, mentre l'altro concerne la meccanica statistica e la struttura della materia.

Modelli matematici e sistemi dinamici. In questo ambito ci si interessa di:

- Studiare il meccanismo di formazione di strutture coerenti per un modello di tipo reazione-diffusione che descrive l'elettrodeposizione nei metalli, con cinetiche di tipo attivatore-inibitore e con la presenza di una diffusione anomala non lineare, descritta da coefficienti di diffusione dipendenti dalle concentrazioni

delle specie stesse.

- Sviluppare modelli di tipo reazione–diffusione per la descrizione della sclerosi multipla con particolare riguardo al processo di demielinizzazione e alla descrizione dei gliomi cerebrali, tenendo conto degli effetti antinfiammatori prodotti da alcune specie di citochine.

- Investigare il fenomeno della formazione di pattern oscillanti, ovvero l'interazione fra biforcazioni Turing-Hopf e fenomeni non-lineari nel caso sub-critico, in sistemi di tipo reazione-diffusione con termine diffusivo non lineare.

- Dimostrare teoremi di buona posizione per alcune equazioni dissipative della fluidodinamica (per esempio le primitive equations, o le equazioni di Navier-Stokes) con tempi di esistenza che non dipendono dalla dissipazione.

- Studiare la formazione di singolarità per le equazioni della Fluidodinamica ed in particolare investigare su come le condizioni al contorno da imporre sulla frontiera per un fluido a bassa viscosità, possano influenzare la formazione delle singolarità complesse, ed il conseguente comportamento del fluido.

- Investigare se le diverse regolarizzazioni dell'equazione di Birkhoff-Rott (regolarizzazione di tipo vortex-blob, regolarizzazione di tipo Eulero- α oppure l'approssimare il moto del vortex-sheet con quello di un vortex layer di dimensione finita) ammettano soluzioni diverse nel limite di zero-regolarizzazione.

- Studiare la stabilità e la transizione alla turbolenza per un flusso di Kolmogorov stratificato in densità e sotto l'azione di un campo gravitazionale.

- Studiare la robustezza del controllo di tipo feedback (lineare e non lineare) rispetto a possibili ritardi temporali nell'inserimento del segnale, per sistemi della famiglia di Lorenz generalizzata.

Meccanica statistica e struttura della materia. Questo ambito di ricerca è lo studio matematico di sistemi complessi fuori dall'equilibrio legati ad applicazioni di vario tipo, con la validazione di modelli macroscopici che mostrino il legame rigoroso tra le diverse scale di descrizione dei sistemi in esame. Una parte rilevante del lavoro di ricerca sarà dedicata allo studio di sistemi multifase di interesse applicativo (es. spray).

Finanziamenti. Visite all'estero finanziate da enti di ricerca stranieri. Progetto giovani GNFM-Indam 2016. Eventuale partecipazione a bandi locali e nazionali.

9. Algoritmi, strutture dati e analisi dati per la bioinformatica.

Settori ERC di riferimento: PE6_11 - Machine learning, statistical data processing and applications using signal processing; PE6_13 - Bioinformatics, biocomputing, and DNA and molecular computation. SSD di riferimento: INF/01.

• Algoritmi e Strutture Dati: Algoritmi su stringhe, compressione dati per testi ed immagini, strutture dati discrete per la rappresentazione di informazioni alfanumeriche, algoritmi per la scoperta di regolarità e motivi da strutture discrete, algoritmi su grafie su strutture multidimensionali.

• Apprendimento automatico: Riconoscimento di forme, algoritmi di apprendimento supervisionato e non supervisionato per grosse quantità di dati, classificazione di immagini digitali, algoritmi evolutivi, selezione di caratteristiche.

• Analisi Dati per la Bioinformatica: Allineamento e clustering di reti biologiche, metodi statistici e di classificazione per analisi di dati NGS e microarray, analisi di dati epigenomici: organizzazione della cromatina e modifiche istoniche, identificazione di geni nei genomi delle piante e studio di RNA-editing.

• Modelli di apprendimento approfondito per l'analisi di sequenze: classificazione di dati epigenomici NGS tramite reti convolutive, reti ricorrenti, estrazione automatica di caratteristiche da sequenze tramite schemi auto associativi.

Finanziamenti. Finanziamenti provenienti da progetto di altro ateneo, oltre che dalla eventuale

partecipazione a bandi PON, POR, PRIN, GNCS-INdAM:

PRIN 20122F87B2 "Approcci compositivi per la caratterizzazione e il mining di dati omici"

INDAM GNCS 2016 "Approcci integrativi e computazionali per l'estrazione di conoscenza da reti funzionali"

10. Analisi di dati biomedicali e e-learning.

Settori ERC di riferimento: PE6_8 - Computer graphics, computer vision, multi media, computer games; PE6_10 - Web and information systems, database systems, information retrieval and digital libraries, data fusion; PE6_11 - Machine learning, statistical data processing and applications using signal processing. SSD di riferimento INF/01.

L'attività di ricerca nel campo della Visione e più in generale nell'Analisi dei Dati Multidimensionale trova i propri fondamenti sia nelle tre aree fondamentali della Visione Artificiale (basso, medio e alto livello) sia nel campo degli Algoritmi Genetici e dell'Apprendimento Computazionale e Statistico. Problemi classici come segmentazione, feature detection and selection, classificazione e ricostruzione 3D sono stati affrontati sia adottando algoritmi fondamentali della letteratura sia attraverso la definizione e la validazione di nuove e più accurate metodologie orientate a specifici campi di ricerca. Inoltre, data la specificità dei campi di interesse, si è resa necessaria l'individuazione e la definizione di nuove metriche e ciò al fine di garantire una più accurata risposta delle metodiche proposte. In particolare, i nuovi metodi proposti in letteratura sono stati sviluppati, per una loro validazione, su immagini biomediche in cui sono stati analizzati sia gli aspetti microscopici e sia quelli macro, coinvolgendo l'analisi cellulare, l'analisi automatica del fondo retinico, la capillaroscopia della mucosa orale, la tomografia discreta e le immagini ecografiche fetali. Altro campo di ricerca riguarda l'e-learning in cui gli obiettivi riguardano lo sviluppo di strumenti e le tecniche per la ricerca di materiale didattico on line insieme alle loro strutture. Le tecniche utilizzate sono quelle classiche di data mining, del text mining e del clustering, riferendosi anche a tecniche di analisi di immagini per l'analisi delle componenti multimediali delle pagine web. Infine, si intende investigare sui modelli di apprendimento approfondito per l'analisi di bioimmagini. L'obiettivo di questa linea di ricerca è quello di investigare su diversi tipi di architetture ad apprendimento approfondito per la soluzione di problemi specifici quali l'identificazione di forme (pattern) in bioimmagini. Si studieranno i modelli ad apprendimento approfondito per la segmentazione semantica delle immagini, con particolare applicazione all'identificazione della localizzazione di proteine PcG sui nuclei delle cellule provenienti da immagini da microscopio.

Finanziamenti. Finanziamenti previsti, oltre che dalla eventuale partecipazione a bandi PON, POR, PRIN, GNCS-INdAM:

ERASMUS+ numero 573664-EPP-1-2016-1-BA-EPPKA2-CBHE-JP dal titolo "REady for BUSiness, Integrating and validating practical entrepreneurship skills in engineering and ICT studies"

PON Smart Cities and Communities -codice identificativo

SCN_00447-titolo "ADAPT: Accessible Data for Accessible Prototypes in Social Sector"

PON Ricerca e Competitività 2007-2013 dal titolo "Studio di strategie terapeutiche mediche innovative guidate da imaging molecolare e proteogenomica: applicazione in oncologia e neurologia", art.13, DM46965.

11. Automi, linguaggi formali e combinatoria delle parole.

Settori ERC di riferimento: PE6_4 - Theoretical computer science, formal methods, and quantum computing; PE6_6 - Algorithms, distributed, parallel and network algorithms, algorithmic game theory. SSD di riferimento: INF/01.

La ricerca riguarda la Teoria degli Automi e dei Linguaggi Formali, una delle aree dell'Informatica più consolidate, che trae origine da problematiche relative ai primi computer, ai sistemi di comunicazione ed

ai linguaggi di programmazione. Successivamente, gli sviluppi della tecnologia informatica hanno incrementato la necessità di esplorare nuovi modelli specifici e hanno stimolato nuovi spunti teorici. Quest'area di ricerca si trova al crocevia fra l'informatica teorica, la matematica e le applicazioni. Da un punto di vista matematico, essa utilizza prevalentemente la Combinatoria delle Parole, ma anche nuovi strumenti concettuali dell'algebra non commutativa, della logica, della teoria delle probabilità. Il progetto di algoritmi su stringhe ne rappresenta un aspetto complementare, motivato dalle potenziali applicazioni scientifiche che includono, fra le altre, la codifica, la compilazione, la verifica del software, la compressione dati, la bioinformatica e la ricerca del web. Le linee di ricerca riguardano prevalentemente gli aspetti combinatori e algoritmici degli automi e dei linguaggi, e prendono anche in considerazione alcuni ambiti applicativi. Le principali tematiche di ricerca riguardano:

- modelli di Automi, con particolare riferimento ai problemi di minimizzazione e di sincronizzazione;
- la Combinatoria delle Parole, con applicazioni ai linguaggi formali ed allo string processing;
- algoritmi su stringhe, con applicazioni alla Compressione Dati e alla Bioinformatica;
- i Linguaggi e le Strutture 2D, come i poliomini, con applicazioni a problemi di Tomografia Discreta;
- la Teoria dei Codici, anche in riferimento a problemi di comunicazione.

Finanziamenti. Finanziamenti previsti dalla eventuale partecipazione a bandi PON, POR, PRIN, GNCS-INdAM.

12. Interazione Multisensoriale.

Settori ERC di riferimento: PE6_9 - Human computer interaction and interface, visualisation and natural language processing. SSD di riferimento: INF/01.

Si intende affrontare i seguenti argomenti, ma non limitarsi a:

1. Metodi per il design dell'interazione: Particolare attenzione è riservata all'interazione multisensoriale continua e alla progettazione di meccanismi di accoppiamento percezione-azione. A questo scopo si contribuisce allo sviluppo di un repertorio di esercizi di basic design multisensoriale e si conducono analisi di protocollo (linkographic analysis). Particolare attenzione viene riservata alla fase di produzione di bozzetti (sketching) nel design dell'interazione, per la quale si sviluppano metodi e strumenti.
2. Modelli per il suono: il sonic interaction design si concentra sul suono come veicolo di informazione, significato e caratteri estetico-emozionali in contesti interattivi. La sintesi del suono deve presentare caratteristiche di efficienza, versatilità, e controllabilità in relazione all'interazione tra uomo e artefatto. Un percorso di ricerca riguarda la sintesi per modelli fisici, sia per la simulazione di sistemi acustici esistenti, sia per lo sviluppo di algoritmi, strutture e metodi a supporto della creatività. Un altro percorso di ricerca riguarda l'individuazione di primitive di rappresentazione del suono, sia sul piano tempo-frequenza, sia all'interno di una tassonomia di fenomeni fisici, sia all'interno di una tassonomia di fenomeni articolatori (voce e gesto).
3. Interazione non-visuale: Nel campo della realtà virtuale ed aumentata, si rivolge particolare attenzione ai display aptici e uditivi. La resa multisensoriale di informazioni complesse (big data) viene studiata in contesti interattivi (data exploration).
4. Percezione applicata all'interazione uomo-macchina. Le tecniche della psicologia sperimentale sono applicate allo studio di dispositivi e modalità di interazione. I modelli predittivi dell'interazione uomo-macchina sono sottoposti a verifica sperimentale in diversi contesti sensoriali.

Finanziamenti. Finanziamenti provenienti da progetti di altri atenei, oltre che dalla eventuale partecipazione a bandi PON, POR, PRIN, INdAM/GNCS.

