

DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELLE LINEE DI RICERCA ATTIVE PRESSO IL DMI:

I Docenti del Dipartimento svolgono la loro attività di ricerca nell'ambito del seguenti SSD:

MAT/02 ALGEBRA

Settore: MAT/02 Settore concorsuale: 01/A2

Componenti: Dott. BANDINI ANDREA
Dott.ssa MORINI FIORENZA

I temi principali della ricerca sono:

- Teoria di Iwasawa per campi globali in ogni caratteristica.
- Curve ellittiche.
- Teoria dei quasianelli.
- Problemi asintotici in teoria dei gruppi.

Collaborazioni:

Bruno Angles (Caen)
Francesc Bars (UAB Barcelona)
Manabu Ozaki (Waseda - Tokyo)
Ignazio Longhi (Xi'an Jiaotong-Liverpool University (Suzhou, Cina))
Stefano Vigni (Università di Genova)
Laura Paladino (Università della Calabria)
Maria Valentino (Università della Calabria)
Fabio Caldarola (Università della Calabria)
Anna Benini (Università di Brescia)
Achille Frigeri (Politecnico di Milano)

MAT/03 GEOMETRIA

Membri del gruppo: Lucia Alessandrini, Claudio Arezzo, Leonardo Biliotti, Stefania Donnini, Costantino Medori, Lorenzo Nicolodi, Alberto Saracco, Andrea Santi, Adriano Tomassini.

Temi di ricerca:

Proprietà coomologiche di varietà quasi complesse.
Metriche di Kaehler-Einstein, flusso di Ricci, stabilità di fibrati.
Strutture simplettiche. Correnti su varietà complesse.

Deformazioni di strutture complesse.
Metriche speciali su varietà complesse.
Estensione di funzioni e oggetti analitici.
Geometria delle varietà di Cauchy-Riemann.
Varietà paracomplesse, e.g., strutture D-complesse.
Azioni di gruppi su varietà e mappa momento.
Geometria delle Sottovarietà in spazi omogenei.
Problemi variazionali invarianti. Teoria dei Q-tensori e applicazioni.

Collaborati/visitatori

Daniele ANGELLA (INdAM)
Marco ABATE (Università di Pisa)
Daniele ALESSANDRINI (Institut de Recherche Mathématique Avancée (CNRS),
Université de Strasbourg)
Dmitry ALEKSEEVSKY (Institute for Information Transmission Problems, Moscow)
Andrea ALTOMANI (Centre Universitaire de Luxembourg)
Simone CALAMAI (Scuola Normale Superiore, Pisa)
Paolo DE BARTOLOMEIS (Università di Firenze)
Giuseppe DELLA SALA (Universität Wien)
Alberto DELLA VEDOVA (Princeton University / Università di Parma)
Pierre DOLBEAULT (Université de Paris VI (Pierre et Marie Curie))
Akhtam DZHALILOV (Turin Polytechnic in Tashkent)
Yakov ELIASHBERG (Stanford University)
Anna FINO (Università di Torino)
Frank FORSTNERIC (University of Ljubljana)
Alessandro GHIGI (Università di Milano – Bicocca)
Peter HEINZNER (Ruhr-Universität Bochum)
Richard HIND (University of Notre Dame)
Miguel Angel JAVALOYES (University of Granada)
Gary R. JENSEN (Washington University St. Louis)
Gabriele LA NAVE (University of Illinois at Urbana-Champaign)
Tian-Jun LI (University of Minnesota Twin Cities)
Andrea LOI (Università di Cagliari)
Emilio MUSSO (Politecnico di Torino)
Mauro NACINOVICH (Seconda Università di Roma "Tor Vergata")
Frank PACARD (Ecole Polytechnique)
Paolo PICCIONE (University of Sao Paulo)
Jasmin RAISSY (Università di Tolosa)
Federico Alberto ROSSI (Università di Milano – Bicocca)
Michael SINGER (University of Edinburgh)
Jun SUN (Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics , Trieste)
Giuseppe TOMASSINI (Scuola Normale Superiore, Pisa)
Luis UGARTE (University of Zaragoza)
Fabio ZUDDAS (Università di Udine)

Progetti di ricerca:

- FIRB 2008 (finanziato dal MIUR): Geometria Differenziale Complessa e Dinamica Olomorfa, coordinatore nazionale: prof. Filippo Bracci (Università di Roma Tor Vergata), coordinatore locale: prof. Claudio Arezzo.

- FIRB 2012 (finanziato dal MIUR): Geometria Differenziale e Teoria Geometrica delle Funzioni, coordinatore nazionale: prof. Caterina Stoppato (Università di Firenze), coordinatore locale: prof. Leonardo Biliotti.

- PRIN 2010/2011 Varietà reali e complesse: geometria, topologia e analisi armonica, coordinatore nazionale: prof. Fulvio Ricci (Scuola Normale di Pisa), coordinatore locale: prof. Adriano Tomassini.

- CAMEGEST Extremal Kaehler metrics and geometric stability, FP7-PEOPLE-2009-IOF - Marie Curie International Outgoing Fellowships for Career Development, Responsabile scientifico: Prof. Claudio Arezzo.

Per quanto riguarda la valutazione ANVUR, il settore MAT/03 si è posizionato, nella graduatoria delle Università piccole, al decimo posto (su diciannove), con voto medio normalizzato di 1,185 (quindi superiore alla media).

MAT/04 MATEMATICHE COMPLEMENTARI

Alla data del 31 dicembre 2013, il gruppo di Didattica della Matematica del DMI è costituito da 3 persone: prof. Paola Vighi (PA), dott. Daniela Medici (RU), dott. Maria Gabriella Rinaldi (RU).

Gli interessi di ricerca si inquadrano essenzialmente nei seguenti ambiti:

- Problem solving
- Individuazione di ostacoli ed errori nel linguaggio algebrico
- Analisi di difficoltà in problemi relativi all'approssimazione
- Problemi di apprendimento-insegnamento di concetti geometrici nella scuola primaria
- Ruolo cognitivo delle trasformazioni geometriche
- Pensiero matematico nei primi anni di scuola (allievi di 3-6 anni)
- Matematica e interdisciplinarietà
- Matematica e difficoltà
- Comportamenti e convinzioni degli insegnanti

Paola Vighi si occupa di problemi di insegnamento/apprendimento della matematica nella Scuola dell'Infanzia e nella Scuola Primaria. Pubblica lavori di ricerca sia in riviste che nei Proceedings di Convegni Nazionali che Internazionali.

Partecipa a scambi Erasmus con le prof. Darina Jirotkova e Michaela Kaslowa della Pedagogicka Fakulta dell'Università Karlova v Praze di Praga (Repubblica Ceca), con la prof. Ewa Swoboda dell'Università di Rzeszow (Polonia) e con la prof. Eugenia Koleza dell'Università di Patrasso (Grecia).

È membro dell'International Programme Comitee del CME (Children's Mathematical Education), che organizza convegni a cadenza biennale in Polonia. È team member del gruppo TSG12 (Teaching and learning geometry) nell'ambito del Convegno Internazionale ICME -13 (Amburgo, 2016).

Daniela Medici e Maria Gabriella Rinaldi gestiscono a livello regionale e nel bacino d'utenza dell'Università di Parma il Rally Matematico Transalpino, una gara matematica internazionale per classi, il cui obiettivo è incidere sulla didattica della matematica rinnovando l'insegnamento della materia nei primi dieci anni di scolarità. Hanno collaborazioni in atto con il Dipartimento di Matematica dell'Università di Siena (Lucia Doretti e Carla Crociani) e dell'Università di Cagliari (Maria Polo), con il CREM (Centre de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques des Belgique) di Louvain-la-Neuve (Belgio) (Pauline Lambrecht) e con l'IREM (Institut de Recherche sur l'Enseignement des Mathématiques) di Lione (Francia) (George Combier, Roland Charnay).

La collaborazione con altri centri di ricerca si articola in due fasi:

- messa a punto di problemi inediti effettuando per ognuno di essi, alla luce delle ricerche attuali, una accurata analisi a priori relativa alle possibili procedure che gli allievi utilizzeranno, agli ostacoli che incontreranno, alle immagini mentali che metteranno in atto;
- confronto con l'analisi a posteriori e nella ricerca dei principali ostacoli degli allievi evidenziati dagli errori che emergono dagli elaborati, dei concetti in atto al fine di mettere a punto percorsi didattici di approccio ai concetti che si distacchino dalle metodologie tradizionali.

Il gruppo si occupa della formazione insegnante: nell'ambito della Unità Locale di Ricerca in Didattica della Matematica (URLDM) che opera all'interno del Dipartimento, organizza incontri e corsi per la formazione e l'aggiornamento dei docenti, che hanno luogo in Dipartimento oppure presso Istituti Scolastici. Inoltre ha parte attiva nell'organizzazione e gestione dei corsi TFA (Tirocinio Formativo Attivo) istituiti dal DM Ministeriale n. 249.

MAT/05 ANALISI MATEMATICA

La ricerca in Analisi matematica è vasta e variegata, articolandosi in

Calcolo delle variazioni

Equazioni alle derivate parziali

Statistica applicata

Teoria dei numeri.

Da segnalare che un membro del gruppo di ricerca è entrato quest'anno nella classifica mondiale Thomson-Reuters degli Highly Cited Researchers. Ecco una breve descrizione dei filoni di ricerca tramite una rassegna di risultati prodotti.

Calcolo delle variazioni

Un importante passo sui problemi isoperimetrici è contenuto in “*Minimality via Second Variation for a Nonlocal Isoperimetric Problem*” di E. Acerbi, N. Fusco e M. Morini, *Comm. Math. Phys.* 322 (2013), 515-557, in cui per la prima volta si prova che certe configurazioni stazionarie sono effettivamente minimi locali. Il risultato ha applicazioni sulla utilizzazione di copolimeri a due blocchi.

M. Belloni e S. Marchi nel lavoro “Extremal viscosity solutions of almost periodic Hamilton-Jacobi equations” hanno studiato soluzioni viscosse (asintoticamente e pseudo) quasi-periodiche di equazioni di Hamilton-Jacobi quando l'Hamiltoniana H è debolmente monotona rispetto al termine di grado zero. In particolare, data la mancanza di unicità, hanno introdotto e studiato le soluzioni minimali (e massimali). In relazione a problemi di cavitazione in elasticità non lineare, in “Polyconvex energies and cavitation” di P. Celada e S. Perrotta, *NoDEA Nonlinear Differential Equations and Applications* 20 (2013), 295-321 è stata studiata l'esistenza di minimi radialmente simmetrici singolari per funzionali policonvessi con crescita lineare nel determinante.

Fra i moltissimi risultati ottenuti, in “Linear potentials in nonlinear potential theory” di T. Kuusi e G. Mingione, *Arch. Rational Mech. Anal.* 207 (2013), 215–246 viene risolto, in modo inaspettato e sharp, un problema aperto da Kilpeläinen e Maly in *Acta math.* 1994, mentre in “The Wolff gradient bound for degenerate parabolic equations” di T. Kuusi e G. Mingione, *Journal of the european mathematical society* 16 (2014), 835–892 è stata ottenuta la prima stima del potenziale per soluzioni di equazioni paraboliche degeneri.

Sono stati ottenuti risultati sull'esistenza per tempi piccoli di una equazione di evoluzione per diffusione superficiale con termine regolarizzante dipendente dalla curvatura media, atta a descrivere l'evoluzione di film elastici depositati su un substrato. Il metodo è basato sull'implementazione dello schema dei movimenti minimizzanti opportunamente adattato. In aggiunta all'esistenza per tempi piccoli, sono stati stabiliti vari risultati di esistenza globale e stabilità asintotica per alcune classi speciali di dati iniziali. Il lavoro è in collaborazione fra I. Fonseca, N. Fusco, G. Leoni e M. Morini, ed è stato appena accettato su *Analysis and PDE*.

Problemi variazionali sul funzionale di curvatura di curve cartesiane sono stati studiati nel lavoro “Curvature-dependent energies: a geometric and analytical approach” di E. Acerbi e D. Mucci, ottenendo una formula di rappresentazione con una estensione naturale della curvatura per funzioni anche discontinue o con pieghe. In “Improved Sobolev embeddings, profile decomposition, and concentration-compactness for fractional Sobolev spaces” di G. Palatucci e A. Pisante, *Calc. Var. Partial Differential Equations* 50 (2014), 799–829, sono stati analizzati gli effetti della perdita di compattezza nelle immersioni critiche di Sobolev, dimostrando un raffinamento delle disuguaglianze di Sobolev corrispondenti, tramite norme di tipo Morrey.

Equazioni alle derivate parziali

Nell'ambito dello studio di operatori ellittici non degeneri e non autonomi con

coefficienti illimitati in tutto lo spazio e in domini illimitati sono state studiate le principali proprietà dell'operatore di evoluzione associato sia nello spazio delle funzioni continue e limitate che in spazi L^p associati a sistemi di evoluzione di misure. In particolare nel lavoro "Hypercontractivity and long time behaviour in nonautonomous Kolmogorov operators" di L. Angiuli, L. Lorenzi e A. Lunardi, *Commun. partial differential equations* 38 (2013) 2049-2080 è stato studiato il comportamento asintotico dell'operatore di evoluzione, legandolo alla validità di particolari stime gradiente puntuali.

In vari articoli fra cui "Almost periodic viscosity solutions of nonlinear evolution equations in Carnot groups" di S. Marchi, *Applicable Analysis* 19 (2013), 1-19 è sono state studiate esistenza, unicità e regolarità di soluzioni quasi-periodiche di equazioni di Hamilton-Jacobi, in ambito Euclideo e non.

Sono definite e studiate le proprietà delle tracce su superfici regolari di elementi di spazi di

Sobolev rispetto a misure gaussiane in spazi di Banach di dimensione infinita, compresa la formula di integrazione per parti, in "Traces of Sobolev functions on regular surfaces in infinite Dimensions" di P. Celada e A. Lunardi, *Journal of Functional Analysis* 266 (2014), 1948-1987.

Da risultati classici (Lax 1953, Alinhac e Metivier 1984, Jannelli 1986) è noto come la proprietà di analiticità spaziale, per le soluzioni di problemi di Cauchy iperbolici non lineari, si propaghi nel tempo. Il recente lavoro "On the domain of analyticity of solutions to semilinear Klein-Gordon equations" di S. Panizzi, *Nonlinear Analysis* 75 (2012), 2841-2850 fornisce una stima esplicita del raggio di analiticità, in funzione del tempo, per le soluzioni di equazioni semilineari delle onde. La tecnica usata permette di analizzare anche la regolarità di tipo Gevrey.

Statistica applicata

È in corso una proficua collaborazione con l'Allergologia pediatrica, nella quale sono state curate la gestione matematico-informatica e l'analisi statistica dei dati di uno studio sulle reazioni allergiche ai cibi riferite dai genitori di bambini italiani tra i 5 e i 14 anni, comparso in "Parents' estimate of food allergy prevalence and management in Italian school-aged children" di vari autori fra cui A. Coscia, *Pediatrics International* 53 (2011), 505-510.

Teoria dei numeri

Nel lavoro "The number of Goldbach representations of an integer" di A. Languasco e A. Zaccagnini, *Proc. Amer. Math. Soc.* 140.3 (2012), 795-804 viene trattato il problema di determinare buone formule asintotiche con molti termini per il numero medio di rappresentazioni di numeri interi pari grandi come somme di due numeri primi.

MAT/06 PROBABILITA' E STATISTICA MATEMATICA

Membri del gruppo: Francesco Morandin (RU).

Temi di ricerca: modelli della fluidodinamica deterministici e stocastici.

Collaboratori

David Barbato (Università di Padova)

Marco Romito (Università di Pisa)

Franco Flandoli (Università di Pisa)

Luigi Amedeo Bianchi (Augsburg Universitat)

Nel lavoro “Stochastic inviscid shell models: Well-posedness and anomalous dissipation” di D. Barbato e F. Morandin, *Nonlinearity* (2013), 26 (7), 1919–1943, si studia una classe di shell model della turbolenza, con rumore stocastico moltiplicativo, formalmente conservativo, con risultati di buona posizione e di dissipazione anomala.

Nel lavoro “Global regularity for a slightly supercritical hyperdissipative Navier-Stokes system” di D. Barbato, F. Morandin e M. Romito, *Analysis and PDE* (2014), 7 (8), 2009–2027, si dimostra una congettura di Terence Tao sulla buona posizione di una versione iperdissipativa supercritica (con correzione logaritmica ritenuta ottimale) delle equazioni di Navier-Stokes.

MAT/07 FISICA MATEMATICA

Alla data del 31 dicembre 2013, il gruppo di Fisica Matematica del DMI è costituito da 5 persone: prof. Giampiero Spiga (PO), prof. Gianluca Caraffini (PA), prof. Maria Groppi (PA), dott.ssa Marzia Bisi (RU), dott. Stefano Pasquero (RU).

Gli interessi di ricerca si inquadrano essenzialmente nei seguenti ambiti:

- teoria cinetica per lo studio di problemi con interazioni non conservative;
- modelli BGK per miscele di gas con reazioni chimiche;
- modelli cinetici per le scienze economiche e sociali;
- metodi numerici per equazioni cinetiche e idrodinamiche;
- sistemi di equazioni differenziali in dinamica delle popolazioni;
- problemi di controllo ottimo in epidemiologia;
- teorie geometriche per la meccanica impulsiva classica;
- gruppi di Lie di trasformazioni.

Numerose collaborazioni scientifiche sono state instaurate in anni recenti con ricercatori italiani e stranieri, tra cui ad esempio K. Aoki (Kyoto), A.V. Bobylev (Karlstad), L. Bolzoni (IZSLER Parma), G. Buffoni (CNR-Imati), S. Brull (Bordeaux), M.J. Càceres (Granada), J.A. Canizo (Granada), J.A. Carrillo (Imperial College, London), F. Conforto (Messina), G. De Leo (Hopkins

Marine Station, Stanford), L. Desvillettes (ENS Cachan), B. Lods (Torino), S. Lorenzani (Politecnico di Milano), R. Monaco (Politecnico di Torino), G. Naldi (Milano), S. Rjasanow (Saarbruecken), G. Russo (Catania), A.J. Soares (Minho), G. Toscani (Pavia).

Partecipazione a progetti di ricerca nel triennio 2011-2013:

- PRIN 2009: “Problemi matematici delle teorie cinetiche e applicazioni” (coordinatore nazionale Prof. M. Pulvirenti (Roma));
- Progetto Giovani GNFM 2013: “Forze di smorzamento esercitate da flussi gassosi multi-componente in MEMS ad alta frequenza secondo la teoria cinetica” (responsabile S. Lorenzani (Politecnico di Milano)).

MAT/08 ANALISI NUMERICA

Il gruppo del settore MAT/08 (ANALISI NUMERICA) del Dipartimento di Matematica e Informatica al 31/12/2013 è formato da 3 persone:

Mauro Diligenti (PO), Alessandra Aimi (RUC), Chiara Guardasoni (RTD Tipo B).

Linee di ricerca:

- Equazioni integrali di contorno nel dominio spazio-tempo per problemi iperbolici di propagazione di ondosa e loro formulazione debole di tipo energetico
- Tecniche di regolarizzazione di integrali singolari
- Metodo di Galerkin simmetrico agli elementi di contorno (BEM)
- Accoppiamento BEM-FEM in ambito energetico
- Riduzione della complessità di calcolo di sistemi lineari provenienti dalla discretizzazione di problemi di propagazione ondosa invarianti rispetto a gruppi di congruenze
- Studio di tecniche numeriche per la valutazione del prezzo di opzioni finanziarie.
- Sviluppo di software prototipale specializzato per sperimentazioni numeriche intensive.

Collaboratori/Visitatori:

Angelo Carini (Università di Brescia)
Stéphanie Chaillat-Loseille (UMA-ENSTA, Parigi)
Luca Desiderio (UMA-ENSTA, Parigi)
Silvia Falletta (Politecnico di Torino)
Attilio Frangi (Politecnico di Milano)
Silvia Gazzola (Università di Padova)
Giovanni Monegato (Politecnico di Torino)
Stefano Panizzi (Università di Parma)
Alberto Salvadori (Università di Brescia)
Maria Lucia Sampoli (Università di Siena)

Simona Sanfelici (Università di Parma)
Letizia Scuderi (Politecnico di Torino)
Stefano Serra Capizzano (Università dell'Insubria)
Alessandra Sestini (Università di Firenze)

Progetti di Ricerca:

- Progetto di Ricerca INdAM-GNCS-2013 (durata 12 mesi): “Metodi fast per la risoluzione numerica di sistemi di equazioni integro-differenziali”; coordinatore: Dott.ssa A. Aimi.
- Progetto Giovani Ricercatori INdAM-GNCS-2013 (durata 12 mesi): “Approccio mediante equazioni integrali alla risoluzione numerica di problemi di Finanza Quantitativa”; coordinatore: Dott.ssa C. Guardasoni.
- Progetto di Ricerca INdAM-GNCS-2012 (durata 12 mesi): “Accoppiamento di metodi numerici per BIEs e PDEs relative a problemi evolutivi esterni e multistrato”; coordinatore: Dott.ssa A. Aimi.
- Progetto di Ricerca INdAM-GNCS-2011 (durata 12 mesi): “Tecniche numeriche per problemi di propagazione di onde elastiche in multidomini”; coordinatore: Dott.ssa A. Aimi.
- Programma di Ricerca Scientifica di Rilevante Interesse Nazionale (PRIN 2009, durata 24 mesi): “Tecniche numeriche BEM per problemi di propagazione di onde elastiche”; coordinatore nazionale: Prof. G. Monegato (Politecnico di Torino); coordinatore unità di Parma: Prof. M. Diligenti.

INF/01 INFORMATICA

Il gruppo di Informatica presso il Dipartimento di Matematica e Informatica è composto da 6 docenti del S.S.D. INF/01: Roberto Bagnara, Federico Bergenti, Alessandro Dal Palù, Grazia Lotti, Gianfranco Rossi, Enea Zaffanella.

Al gruppo afferiscono due laboratori di ricerca interni al Dipartimento di Matematica e Informatica:

* Applied Formal Methods Laboratory (AFMLab) (<http://www.cs.unipr.it/afmlab/>)

* Constraint-based Methods and Technologies (CMTLab) (<http://cmt.math.unipr.it/>)

Inoltre, il Dipartimento di Matematica e Informatica ospita un nodo del Laboratorio Nazionale a rete del CINI Metodi Formali ed Algoritmici per le Scienze della Vita (Infolife) (<http://www.consorzio-cini.it/index.php/it/lab-infolife>).

Le principali tematiche di ricerca trattate dai componenti del gruppo di Informatica sono:

- * Analisi e verifica del software, con particolare riferimento a: verifica di software critico, metodi formali per l'analisi e la verifica di programmi, interpretazione astratta.
- * Linguaggi di programmazione, con particolare riferimento a: semantica dei linguaggi di programmazione, tecniche di compilazione avanzata, linguaggi di programmazione “Object-Oriented”.
- * Metodologie di programmazione non convenzionale, con particolare riferimento a: Logic programming, Constraint programming e Agent-Oriented programming.
- * Studio e valutazione di algoritmi, con particolare riferimento a: analisi di algoritmi per la deconvoluzione di immagini e per la soluzione di sistemi lineari “shift-invariant”, analisi di complessità computazionale e ottimizzazione di strutture dati.
- * Applicazioni, con particolare riferimento a: approcci “constraint-based” per i problemi della predizione e della ricostruzione della struttura di proteine, analisi di immagini mediche multi-dimensionali, “Pattern recognition” e “Machine Vision”, sistemi di lavoro cooperativo, sistemi mobile basati sulla tecnologia degli agenti software.

L'attività di ricerca del gruppo di Informatica ha portato alla realizzazione di numerosi prodotti software, tra cui: ECLAIR, The Parma Polyhedra Library, PURRS, China, {log}, JSetL, Fiasco, JADE, WADE, AMUSE.

I componenti del gruppo di Informatica sono coinvolti in progetti finanziati da aziende nazionali di varie dimensioni per la realizzazione di specifiche ricerche e per l'applicazione dei risultati di attività di ricerca nei rispettivi ambiti di intervento. Complessivamente, nel triennio 2011-2013, i finanziamenti per progetti di ricerca e innovazione condotti dai componenti del gruppo di Informatica ammontano a più di 100.000 euro.

I componenti del gruppo aderiscono al Consorzio Interuniversitario Nazionale per l'Informatica - CINI (<http://www.consorzio-cini.it/index.php/it/>) e al Gruppo di Informatica – GRIN (<http://www.grin-informatica.it/opencms/opencms/grin>).