

---

## Proposta 1

---

- Tipologia: Mini-corso
- Docenti: Claudio Mancinelli
- Titolo: *Introduction to Discrete Differential Geometry*
- CFU: 3
- Ore di lezione: 20
- Utenza: magistrale
- Obiettivi: The course has the purpose of introducing how basic concepts in differential geometry can be brought into the discrete setting, focusing on triangle meshes. Several applications in geometry processing in which these concepts play a pivotal role are presented as well.
- Programma: Continuous setting: differentiable manifolds, Riemannian metric, affine connection, geodesics and exponential map. Discrete setting: Tangent space, metric, parallel transport, differential operators, geodesic paths and distances. Applications to geometry processing: smoothing, the vector heat method, vector graphics on discrete surfaces.
- Modalità d'esame: A talk of about 20 minutes about a paper in the literature on the topics seen in the course
- Prerequisiti: Multivariate calculus, Linear Algebra.
- Riferimenti bibliografici:
  - a) *do Carmo M. P., Riemannian Geometry, 1992*
  - b) *Botsch M., Kobbelt L, Pauly M., Alliez P, Lévy B., Polygon Mesh Processing, 2010*
  - c) *Sharp N., Crane K., The Vector Heat Method , 2019*
- Commenti: The course does not assume the audience to have any notion of differential geometry, since in the first part we will introduce all the basic concepts needed to present the algorithms that implement their discrete counterpart

---

## Proposta 2

---

- Tipologia: Mini-corso
- Docenti: Nicolò Drago
- Titolo: *Un invito alla Meccanica Statistica: il gas di Van der Waals su reticolo*
- CFU: 3
- Ore di lezione: 20
- Utenza: Terzo anno della laurea triennale; Primo anno della laurea magistrale
- Obiettivi: Introdurre studenti e studentesse ai fondamenti matematici della Meccanica Statistica mediante un esempio concreto quale il modello di Van der Waals per un gas su reticolo.
- Programma: Introduzione alla Meccanica Statistica (4h) Compendio sulle funzioni convesse della variabile reale (4h) Il gas su reticolo: il modello per gas ideali ed il gas di Van der Waals (6h) Il limite di Van der Waals e la costruzione di Maxwell (6h)
- Modalità d'esame: Esercizi assegnati a lezione.
- Prerequisiti: Analisi 1, Probabilità (consigliata)
- Riferimenti bibliografici:
  - a) *Friedli, Velenik, Statistical mechanics of lattice systems - A concrete mathematical introduction*
  - b)
  - c)
- Commenti:

---

### Proposta 3

---

- Tipologia: Mini-corso
- Docenti: Alessandro De Stefani e Matteo Varbaro
- Titolo: *Anelli Gorenstein e coomologia locale*
- CFU: 3
- Ore di lezione: 24
- Utenza: magistrale, dottorato
- Obiettivi: Studiare risoluzioni iniettive e dualità di Matlis. Introdurre gli anelli Gorenstein e provarne alcune caratterizzazioni. Introdurre la coomologia locale e studiarne le relazioni con le singolarità note.
- Programma: Struttura dei moduli iniettivi su anelli Noetheriani, risoluzioni iniettive minimali. Cenni su completamento. Dualità di Matlis. Definizioni di coomologia locale (ed equivalenza tra esse), proprietà di base e sequenze esatte lunghe notevoli. Caratterizzazione del grado, anelli Cohen-Macaulay e Gorenstein mediante coomologia locale. Teoremi di annullamento e non-annullamento della coomologia locale.
- Modalità d'esame: Seminario su argomento da concordarsi con lo studente.
- Prerequisiti: Algebra Commutativa 1 e Algebra Commutativa 2
- Riferimenti bibliografici:
  - a) *Twenty-Four Hours of Local Cohomology (Iyengar-Leuschke-Leykin-Miller-Miller-Singh-Walther)*
  - b) *Local Cohomology - An algebraic introduction with geometric applications (Brodmann-Sharp)*
  - c)  $\langle \rangle$
- Commenti: Da svolgersi nel secondo semestre

---

## Proposta 4

---

- Tipologia: Mini-corso
- Docenti: Francesco Porro - Fabrizio Malfanti
- Titolo: *Metodi predittivi per l'azienda - Generative AI*
- CFU: 3
- Ore di lezione: 24
- Utenza: triennale, magistrale, dottorato
- Obiettivi: Preparare gli studenti a operare al meglio sfruttando i moderni strumenti di AI sia per costruire Modelli Predittivi Complessi sia per generare nuovi contenuti (testi, immagini, suoni, video) modellati sulle esigenze dei destinatari delle analisi. Fornire una comprensione approfondita dei concetti fondamentali della Generative AI.
- Programma: Definizione di Predictive AI e Generative AI. Predictive AI: dalla feature engineering alla definizione di Embedding. Proiezione nello spazio degli embedding e algoritmi di clustering e classificazione. Introduzione alle Reti Neurali Ricorrenti (RNN) Storia e sviluppo della Generative AI. Introduzione alle GAN (Generative Adversarial Networks) Il concetto di Transformer e di (Self-)Attention Applicazioni della Generative AI: Generazione di testo creativo, Generazione di immagini e arte generativa, Applicazioni in medicina, finanza, e altri settori.
- Modalità d'esame: concordato tra studente e docente
- Prerequisiti: Programmazione (Matlab/Python/R), algebra lineare, probabilità e statistica
- Riferimenti bibliografici:
  - a)
  - b)
  - c)
- Commenti:

---

## Proposta 5

---

- Tipologia: Mini-corso
- Docenti: Carlo Chiorri - Eva Riccomagno
- Titolo: *Modelli di misurazione in psicomètria*
- CFU: 3
- Ore di lezione: 24
- Utenza: triennale e magistrale
- Obiettivi: Fornire un'introduzione alle teorie e ai metodi della psicomètria per studentesse e studenti di statistica e di matematica e gli strumenti informatici (software R) per eseguire le analisi psicomètriche di base.
- Programma: Teoria delle variabili psicologiche: definizione e operazionalizzazione Progettazione del test psicologico e formulazione delle domande Modelli di scaling psicomètrico Valutazione della validità e attendibilità di un test Verranno mostrati esempi di analisi con R (packages 'psych', 'lavaan', 'mirt')
- Modalità d'esame: Concordato con il docente
- Prerequisiti: Fondamenti di statistica inferenziale e di R.
- Riferimenti bibliografici:
  - a)
  - b)
  - c)
- Commenti:

---

## Proposta 6

---

- Tipologia: Mini-corso
- Docenti: Andrea Tacchino (esterno), Chiara Razzetta (HSM), Edoardo Legnaro (esterno)
- Titolo: *Calcolo numerico ad alte prestazioni*
- CFU: 3
- Ore di lezione: 36
- Utenza: triennale, magistrale e dottorato
- Obiettivi: Il minicorso si propone di introdurre gli studenti al calcolo numerico ad alte prestazioni, High Performance Computing, (HPC), con un focus particolare sulla riproducibilità degli esperimenti numerici e sull'uso di GPU (Graphics Processing Units). Utilizzando linguaggi quali C/C++ e Python e librerie software apposite, gli studenti impareranno a:
  - Organizzare e condurre esperimenti numerici riproducibili.
  - Comprendere il ruolo, l'efficienza e i limiti delle architetture GPU nell'accelerazione di algoritmi numerici.
  - Scrivere e interpretare codice per l'uso dell'hardware parallelo.
  - Risolvere problemi matematici e scientifici con grandi volumi di dati.
- Programma: 1. Introduzione all'HPC e al calcolo parallelo \* Come funziona un sistema multiutente per il calcolo parallelo. \* Architetture CPU vs GPU: differenze e complementarità 2. Strategie per garantire la riproducibilità degli esperimenti. \* Importanza della riproducibilità nella ricerca scientifica e nel deployment. \* Introduzione alle tecnologie di containerizzazione (es. Docker, Singularity/Apptainer) per la gestione delle dipendenze in ambienti software complessi. \* Creazione e utilizzo di container per applicazioni scientifiche e di data science. 3. Programmazione parallela per il calcolo scientifico ad alte prestazioni. \* Modelli di programmazione parallela e i concetti base di concorrenza, con cenni a OpenMP e MPI. \* Strumenti ad alto livello per il parallelismo su CPU, come multiprocessing, joblib e Dask. \* Uso efficiente delle risorse GPU per mezzo di broadcasting, vettorializzazione e profiling per il calcolo, con l'introduzione a librerie, quali NumPy, CuPy, Numba, JAX e PyTorch. 4. Esercitazioni pratiche e applicazioni matematiche ed esempi reali \* Risoluzione di problemi numerici su CPU e GPU (es. ricostruzione di immagini, simulazioni Monte Carlo, deep learning). \* Calcolo numerico accelerato (es. metodi iterativi per sistemi lineari) e confronto prestazionale CPU vs GPU. \* Esperimenti numerici riproducibili in data science con CPU e GPU
- Modalità d'esame: L'esame consiste in un progetto pratico individuale o in piccoli gruppi, che prevede: L'inquadramento di un esperimento scientifico riproducibile all'interno di un sistema di containerizzazione. L'implementazione di un algoritmo numerico su CPU e GPU con Python (es. CuPy, PyTorch) per la soluzione di un problema scientifico. Benchmarking con confronto tra versione CPU e GPU. Una relazione che illustri e motivi le scelte progettuali, i risultati ottenuti e l'efficienza della soluzione numerica. In alternativa è previsto un colloquio orale sugli argomenti trattati.
- Prerequisiti: - Programmazione 1 - Fondamenti di calcolo numerico
- Riferimenti bibliografici:
  - a) *A. Grama, A. Gupta, G. Karypis, V. Kumar, Introduction to Parallel Computing (2nd Edition), Addison-Wesley, 2003.*
  - b) *C. Boettiger, An Introduction to Docker for Reproducible Research, ACM SIGOPS, 2015.*
  - c) *S. Behnel et al., Numba: High-Performance Python with CUDA,*

- Commenti: Il corso si terrà al secondo semestre e sarà suddiviso in lezioni frontali ed esercitazioni in laboratorio. Gli studenti avranno la possibilità di svolgere le esercitazioni e di eseguire i programmi di esame sul supercalcolatore del nuovo Centro di Calcolo di Dipartimento.

---

## Proposta 7

---

- Tipologia: Mini-corso
- Docenti: Francesco Porro
- Titolo: *Metodi Predittivi per l'azienda - Introduzione*
- CFU: 3
- Ore di lezione: 24
- Utenza: triennale, magistrale, dottorato
- Obiettivi: Preparare gli studenti a operare al meglio sfruttando i moderni strumenti di AI sia per costruire Modelli Predittivi Complessi sia per generare nuovi contenuti (testi, immagini, suoni, video) modellati sulle esigenze dei destinatari delle analisi.
- Programma: Introduzione alla data science in ambito aziendale Metodi classici di machine learning per problemi di classificazione e regressione Metodi di selezione ottimale delle features utilizzate Reti neurali e deep learning Reti convolutive (CNN) Applicazioni alla computer vision
- Modalità d'esame: seminario su un argomento concordato con lo studente
- Prerequisiti: Programmazione (Matlab/Python/R), algebra lineare, probabilità e statistica
- Riferimenti bibliografici:
  - a) <>
  - b) <>
  - c)
- Commenti:

---

## Proposta 8

---

- Tipologia: Mini-corso
- Docenti: Francesco Dagnino (DIBRIS) e Jacopo Emmenegger (DIMIA)
- Titolo: *Introduction to Type Theory: from foundations to practice*
- CFU: 3
- Ore di lezione: 24
- Utenza: magistrale, dottorato
- Obiettivi: Proof assistants are tools designed to write formal proofs and automatically check their correctness. They are increasingly used in many different domains, from software verification to formalized mathematics. Most popular proof assistants, such as Agda, Coq or Lean, implement a constructive logic based on a (dependent) type theory. This means that they are strongly typed functional programming languages where types and programs are seen as logical formulas and proofs, respectively, and then proof of correctness is just ensured by type-checking a program. In the course, we will study fundamental notions and results on type theories, explaining their connection with logic, and we will experiment formal reasoning in a type theory, using Agda as a concrete system.
- Programma: - Introduction, Constructive reasoning - Untyped Lambda-Calculus: terms, reduction, confluence, normalisation - Typing a la Curry vs Typing a la Church - Simple Types and Intuitionistic Propositional Logic - Strong Normalisation and Consistency - Dependent Types and Quantifiers, Identity Types and Equality - Advanced Agda Features (Inductive Types, Universes, Record Types, ...)
- Modalità d'esame: Seminar on a topic connected to the course programme or on a formalisation project.
- Prerequisiti: None
- Riferimenti bibliografici:
  - a) *J.Y. Girard, Y. Lafont, P. Taylor. Proofs and Types. Cambridge University Press, 1989*
  - b) *M.H.B. Sorensen, P. Urzyczyn. Lectures on the Curry-Howard Isomorphism. Elsevier, 2006*
  - c) *Agda:*
- Commenti:

---

## Proposta 9

---

- Tipologia: Mini-corso
- Docenti: Silvia Funghi, Francesca Morselli, Elisabetta Robotti
- Titolo: *Metodologie per la Ricerca in Didattica della Matematica*
- CFU: 3
- Ore di lezione: 24
- Utenza: magistrale, dottorato
- Obiettivi: il corso fornisce elementi per un'introduzione alla ricerca in didattica della matematica, con particolare riferimento alle metodologie di ricerca.
- Programma: elementi costitutivi di un articolo di ricerca; il ruolo del quadro teorico; la formulazione delle domande di ricerca; metodologie di raccolta e analisi dei dati
- Modalità d'esame: relazione scritta e colloquio orale.
- Prerequisiti: i corsi di Didattica della matematica con laboratorio e Didattica della matematica per l'inclusione
- Riferimenti bibliografici:
  - a) *Bikner-Ahsbals, A. (2019). The research pentagon: A diagram with which to think about research. Compendium for early career researchers in mathematics education, 153-180.*
  - b) *Baccaglioni, A.E., Di Martino, P., Natalini, R., Rosolini, G. (2017). Didattica della matematica. Mondadori.*
  - c) <>
- Commenti: Il minicorso sarà attivato nel secondo semestre

---

## Proposta 10

---

- Tipologia: Mini-corso
- Docenti: Cesare Molinari, Emanuele Naldi
- Titolo: *Semigrupperi non-lineari ed equazioni di evoluzione*
- CFU: 3
- Ore di lezione: 20
- Utenza: magistrale, dottorato
- Obiettivi: Conoscere le proprietà dei semigrupperi non-lineari e saperli applicare allo studio di esistenza, unicità e proprietà asintotiche per equazioni di evoluzione
- Programma: La teoria dei semigrupperi è di fondamentale importanza per investigare le proprietà di molti sistemi dinamici. In particolare, i semigrupperi non lineari di contrazione e il loro stretto legame con operatori massimali monotoni sono di notevole interesse nello studio di alcune equazioni di evoluzione. Tra queste possiamo citare l'equazione del calore, l'equazione delle onde, l'equazione di Schrödinger nel caso lineare, e, nel caso non lineare, l'equazione dei mezzi porosi, le equazioni semilineari iperboliche e il gradient flow. In questo corso, esamineremo le condizioni necessarie e sufficienti per garantire l'esistenza e l'unicità di un semigruppero non lineare di contrazione associato a un generatore infinitesimo. Studieremo inoltre alcune proprietà di convergenza asintotica della soluzione, come la convergenza forte, la convergenza debole e la convergenza ergodica debole. Infine, applic
- Modalità d'esame: Orale
- Prerequisiti: Conoscenze di base su spazi di Hilbert
- Riferimenti bibliografici:
  - a) Barbu, V., *Nonlinear Semigroups and Differential Equations in Banach Spaces (1976)*
  - b) Brezis, H., *Operateurs maximaux monotones et semi-groupes de contractions dans les espaces de Hilbert (1973)*
  - c) Miyadera, I., *Nonlinear Semigroups (1977)*
- Commenti:

---

## Proposta 11

---

- Tipologia: Mini-corso
- Docenti: Damiano Poletti con docenti esterni
- Titolo: *Problem Posing*
- CFU: 3
- Ore di lezione: 24
- Utenza: triennale e magistrale
- Obiettivi: Formulare un problema di matematica in linguaggio non specifico in maniera chiara e precisa. Determinare il livello di difficoltà di un problema rapportato al livello di preparazione dei destinatari. Comporre una selezione di problemi finalizzata all'ottenimento di obiettivi specifici.
- Programma: Programma di massima: Analisi di problemi esistenti, Proposta di problemi e loro adattamento in linguaggio comune, Composizione di collezioni di problemi per tematica e per difficoltà
- Modalità d'esame: presentazione e valutazione di problemi originali
- Prerequisiti: <>
- Riferimenti bibliografici:
  - a) <>
  - b) <>
  - c) <>
- Commenti: Il minicorso sarà attivato nel primo semestre

---

## Proposta 12

---

- Tipologia: Mini-corso
- Docenti: Ulderico Fugacci, Chiara Romanengo
- Titolo: *Extracting Geometrical Features From Data*
- CFU: 3
- Ore di lezione: 20
- Utenza: triennale e magistrale
- Obiettivi: Fornire una panoramica di vari strumenti matematici per estrarre le caratteristiche geometriche e topologiche di vari tipi di dati. Mostrare come tali informazioni possono essere utilizzate in svariati ambiti di applicazione.
- Programma: introduzione sulle nuvole di punti, curve e superfici, analisi di nuvole di punti con fitting (trasformata di Hough), semplificazione vincolata/resampling, caratterizzazione locale di superfici, vari tipi di applicazioni (CH, CAD e urban); - Introduzione all'analisi topologica dei dati e all'omologia persistente, metodi per associare una "forma" ad un dato, nozioni di omologia simpliciale, persistenza omologica, strutture dati e algoritmi.
- Modalità d'esame: Seminario su tema scelto dallo studente da una lista di possibili approfondimenti degli argomenti trattati a lezione.
- Prerequisiti: <>
- Riferimenti bibliografici:
  - a) <>
  - b) <>
  - c) *Il minicorso sarà attivato nel secondo semestre*
- Commenti: