

Matematica
Applicata

Laurea Magistrale



Curriculum

MAppS

Matematica Applicata per le scienze

MoND

Modellistica Numerica Differenziale

MaDS

Matematica per Data Science

Matematica per Data Science MaDS

La matematica per dati affidabili, sicuri, significativi

Statistica, crittografia, analisi e trattamento delle immagini, sequenze di dati biometrici, o naturali, Deep Learning...

Dati generati ogni giorno globalmente

Matematica
Applicata

Laurea Magistrale



MApS

Matematica Applicata per le scienze

MoND

Modellistica Numerica Differenziale

MaDS

Matematica per Data Science

Matematica per Data Science MaDS

La matematica per dati affidabili, sicuri, significativi

Statistica, crittografia, analisi e trattamento delle immagini, sequenze di dati biometrici, o naturali, Deep Learning...

Dati generati ogni giorno globalmente

1 Byte

A

1 letter

1 MB



1 e-book

Matematica
Applicata

Laurea Magistrale



Curriculum

MApS

Matematica Applicata per le scienze

MoND

Modellistica Numerica Differenziale

MaDS

Matematica per Data Science

Matematica per Data Science MaDS

La matematica per dati affidabili, sicuri, significativi

Statistica, crittografia, analisi e trattamento delle immagini, sequenze di dati biometrici, o naturali, Deep Learning...

Dati generati ogni giorno globalmente

1 Byte

A

1 letter

1 MB



1 e-book

1 GB



$\sim 10^3$ e-book
250 canzoni MP3

1 TB



$\sim 10^6$ e-book
40 episodi MP4

Matematica
Applicata

Laurea Magistrale



MApS

Matematica Applicata per le scienze

MoND

Modellistica Numerica Differenziale

MaDS

Matematica per Data Science

Matematica per Data Science MaDS

La matematica per dati affidabili, sicuri, significativi

Statistica, crittografia, analisi e trattamento delle immagini, sequenze di dati biometrici, o naturali, Deep Learning...

Dati generati ogni giorno globalmente

1 Byte

A

1 letter

1 MB



1 e-book

1 GB



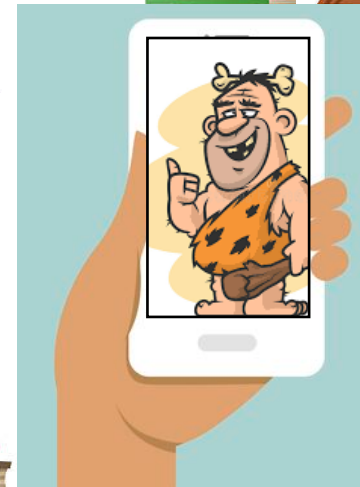
$\sim 10^3$ e-book
250 canzoni MP3

1 TB



$\sim 10^6$ e-book
40 episodi MP4

1 EB



$\sim 10^{12}$ e-book
 $\sim 10^7$ di film HD
videochiamata di 250,000 anni



Matematica per Data Science MaDS

La matematica per dati affidabili, sicuri, significativi

Statistica, crittografia, analisi e trattamento delle immagini, sequenze di dati biometrici, o naturali, Deep Learning...

Dati generati ogni giorno globalmente

1 Byte

A

1 letter

1 MB



1 e-book

1 GB

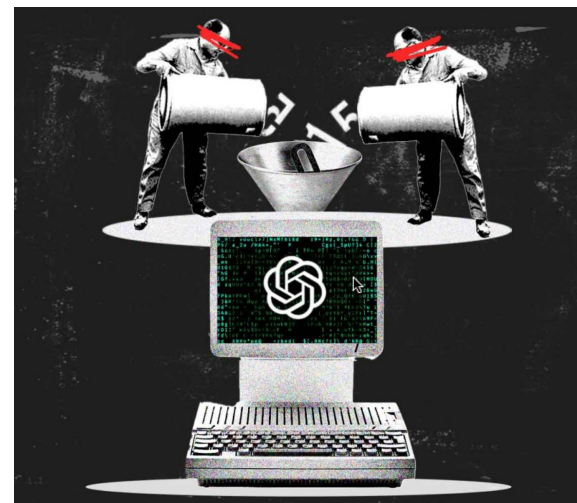


$\sim 10^3$ e-book
250 canzoni MP3

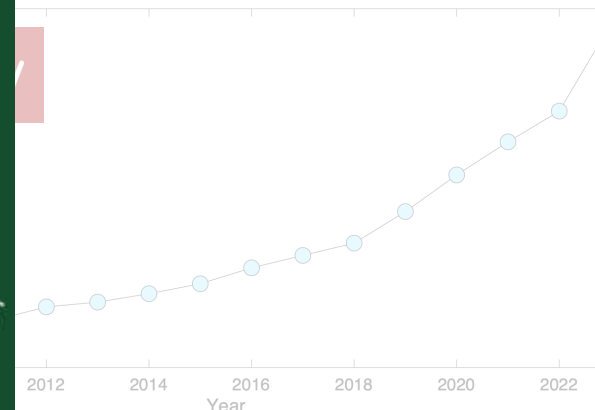
1 TB



$\sim 10^6$ e-book
40 episodi MP4



Addestrato utilizzando database di testi provenienti da Internet.
 ≈ 10 TB da libri, testi web, Wikipedia, articoli etc.



Matematica
Applicata

Laurea Magistrale



Curriculum

MAppS

Matematica Applicata per le scienze

MoND

Modellistica Numerica Differenziale

MaDS

Matematica per Data Science

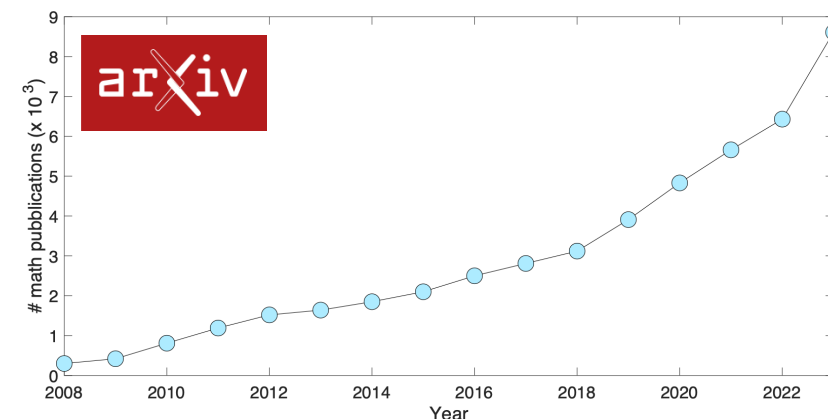
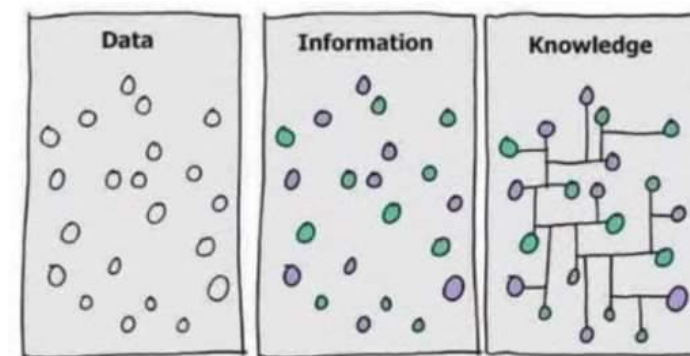
Matematica per Data Science MaDS

La matematica per dati affidabili, sicuri, significativi

Statistica, crittografia, analisi e trattamento delle immagini, sequenze di dati biometrici, o naturali, Deep Learning...

Nuove tecnologie e nuove competenze nell'era dei "big data"

- *Sfruttamento*: estrarre informazione e conoscenza dai dati, fare previsioni
- *Gestione*: compressione, conservazione e organizzazione dei dati
- *Sicurezza*: protezione dei dati e dell'identità digitale
- *Sostenibilità*: ottimizzazione dei tempi e delle risorse di calcolo
- *Interpretabilità*: controllo matematico di algoritmi apprendimento



Matematica
Applicata

Laurea Magistrale



MAppS

Matematica Applicata per le scienze

MoND

Modellistica Numerica Differenziale

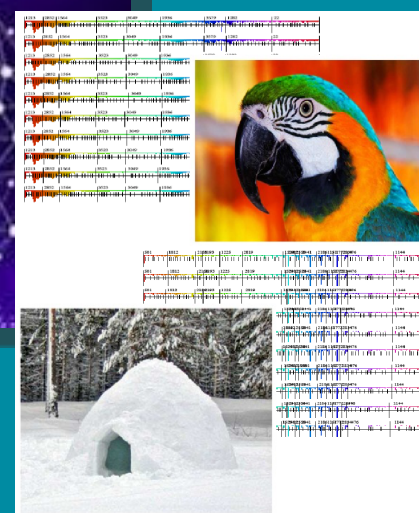
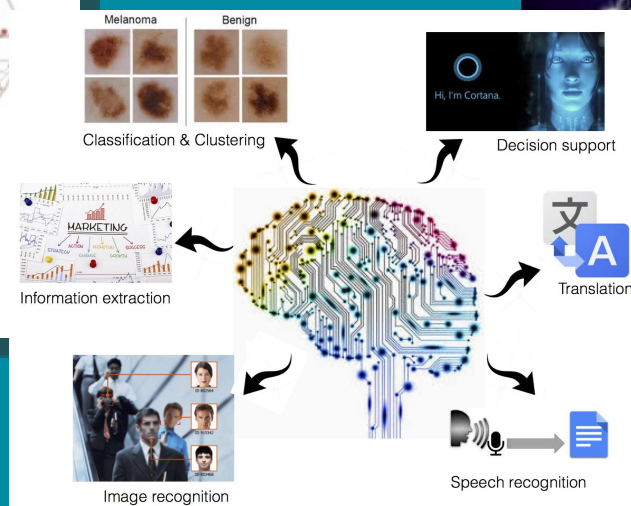
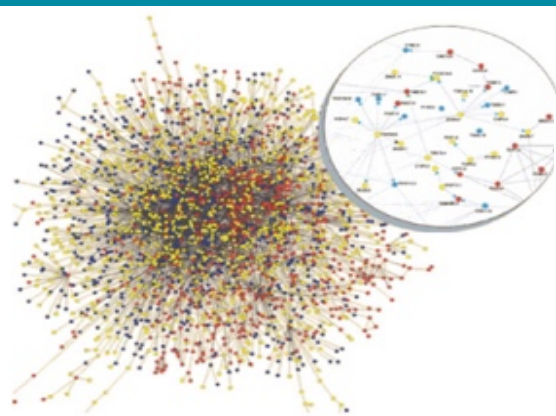
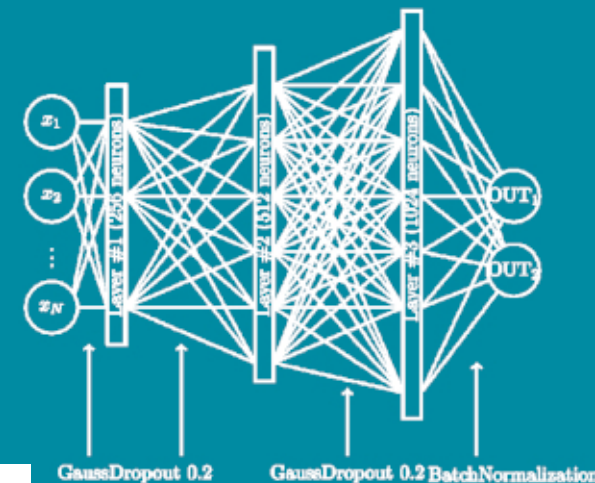
MaDS

Matematica per Data Science

Matematica per Data Science MaDS

La matematica per dati affidabili, sicuri, significativi

Statistica, crittografia, analisi e trattamento delle immagini, sequenze di dati biometrici o naturali, Deep Learning



Formazione in algebra, analisi numerica, fisica-matematica, informatica, probabilità, ricerca operativa per apprendere tecniche consolidate e nuove, e i loro fondamenti matematici.

Matematica
Applicata

Laurea Magistrale



Curriculum

MApS

Matematica Applicata per le scienze

MoND

Modellistica Numerica Differenziale

MaDS

Matematica per Data Science

Matematica per Data Science MaDS

Probabilità e Statistica in Alta Dimensione

Probabilità e statistica in alta dimensione sono fondamentali nella Data Science moderna perché i dati reali, oggi, vivono in **spazi ad altissima dimensione**, e le tecniche classiche non sono più sufficienti.

Matematica
Applicata

Laurea Magistrale



Curriculum

MApS

Matematica Applicata per le scienze

MoND

Modellistica Numerica Differenziale

MaDS

Matematica per Data Science

Matematica per Data Science MaDS

Probabilità e Statistica in Alta Dimensione

Risultati classici della probabilità (**Legge dei Grandi Numeri, Teorema del Limite Centrale**):
utili a garantire che le stime ottenute dai dati siano affidabili se il numero di dati a disposizione N è molto
più grande della loro dimensione d , cioè

$$N \gg d$$

N = grandezza del dataset

d = dimensione dei dati



Matematica per Data Science

MaDS

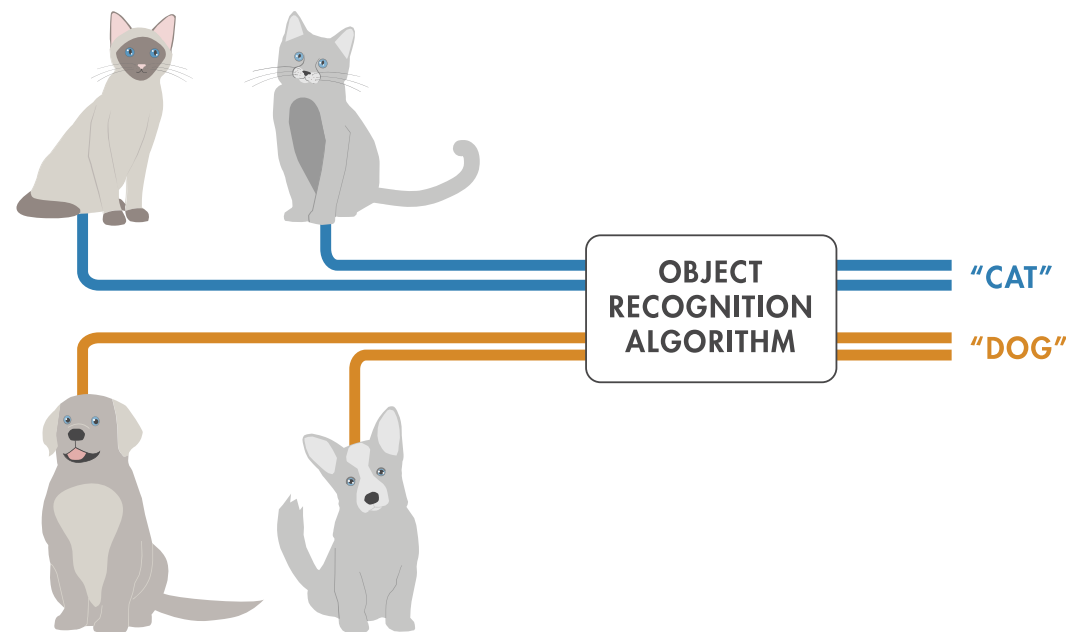
Probabilità e Statistica in Alta Dimensione

Esempio 1: Algoritmo di riconoscimento di immagini

N (numero di immagini) = 20.000

d (numero di pixel) = $1024 \times 1024 = 10^6$

$$d \gg N$$





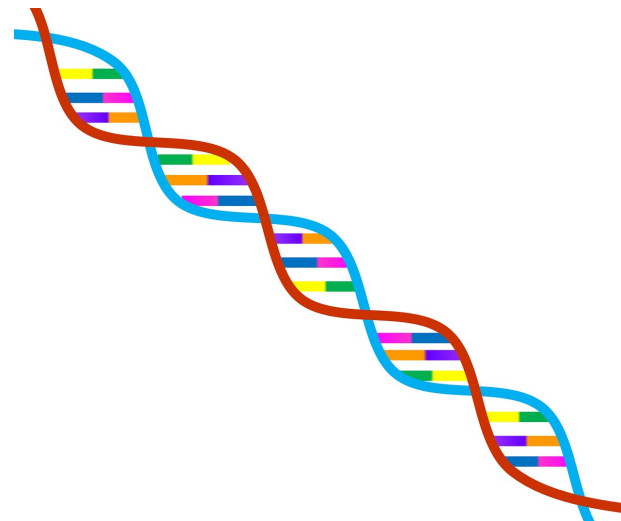
Probabilità e Statistica in Alta Dimensione

Esempio 2: Espressione genetica

N (numero di pazienti) = 1000

d (numero di geni) = 20.000

$$d \gg N$$



Matematica
Applicata

Laurea Magistrale



Curriculum

MApS

Matematica Applicata per le scienze

MoND

Modellistica Numerica Differenziale

MaDS

Matematica per Data Science

Matematica per Data Science MaDS

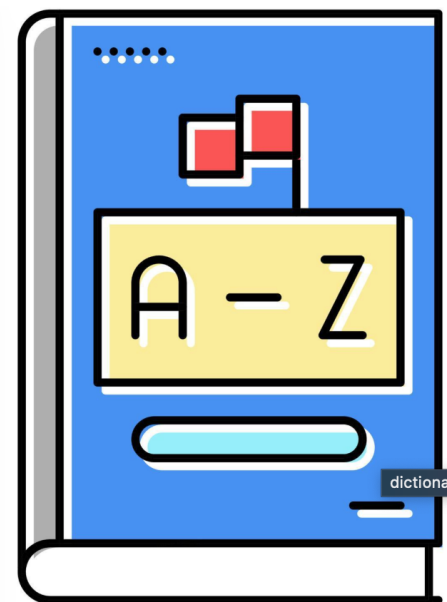
Probabilità e Statistica in Alta Dimensione

Esempio 3: Analisi del linguaggio

N (numero di testi) = 1000

d (num. di parole del vocabolario) = 250.000

$$d \gg N$$



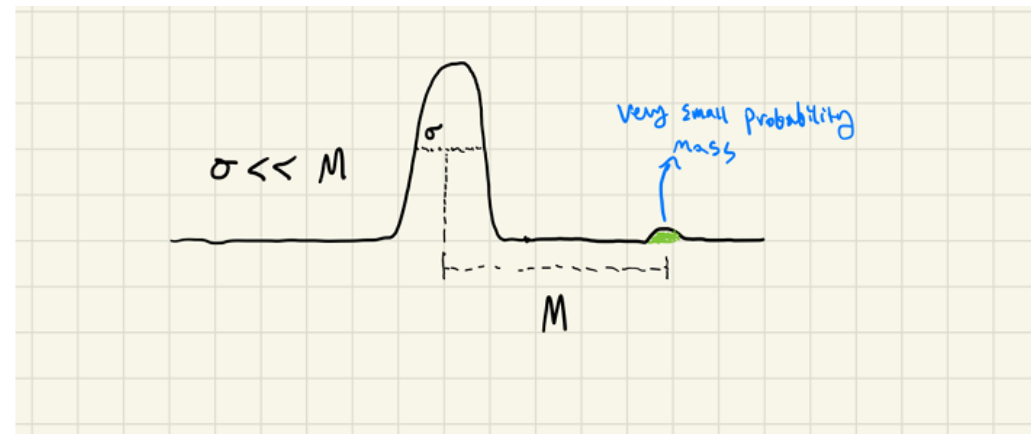


Matematica per Data Science MaDS

Probabilità e Statistica in Alta Dimensione

Alcuni argomenti del corso:

- **Stime di concentrazione**
- Dimension reduction
- Random Graphs
- Community Detection
- Statistical Learning





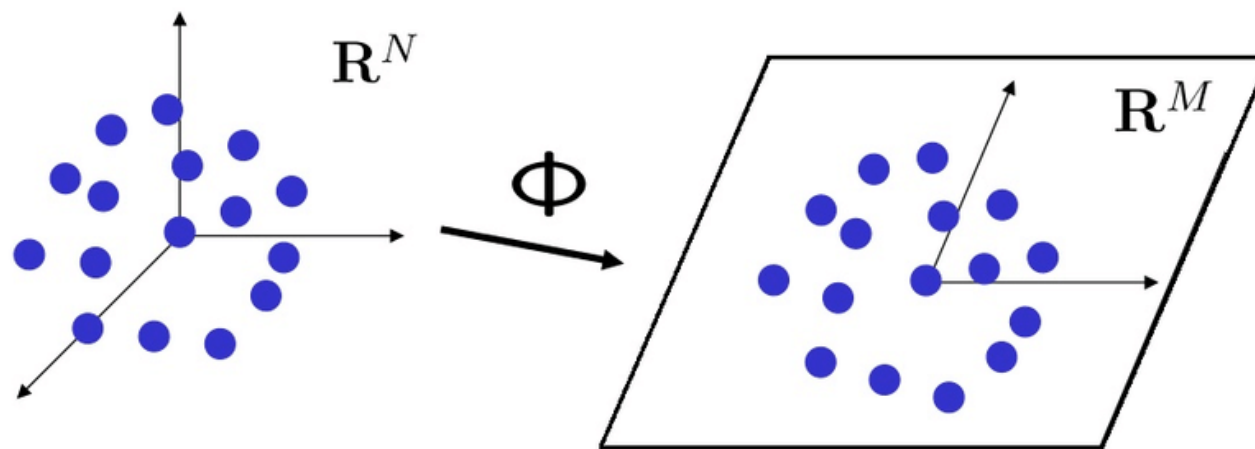
Matematica per Data Science

MaDS

Probabilità e Statistica in Alta Dimensione

Alcuni argomenti del corso:

- Stime di concentrazione
- **Dimension reduction**
- Random Graphs
- Community Detection
- Statistical Learning



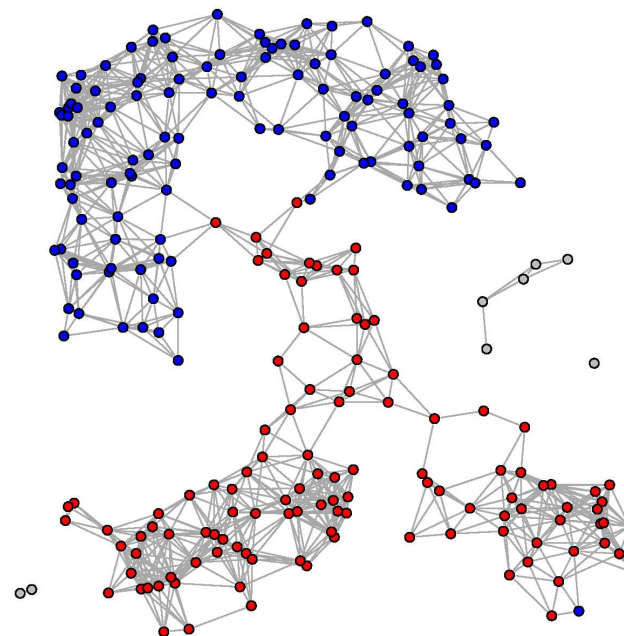


Matematica per Data Science MaDS

Probabilità e Statistica in Alta Dimensione

Alcuni argomenti del corso:

- Stime di concentrazione
- Dimension reduction
- **Random Graphs**
- Community Detection
- Statistical Learning



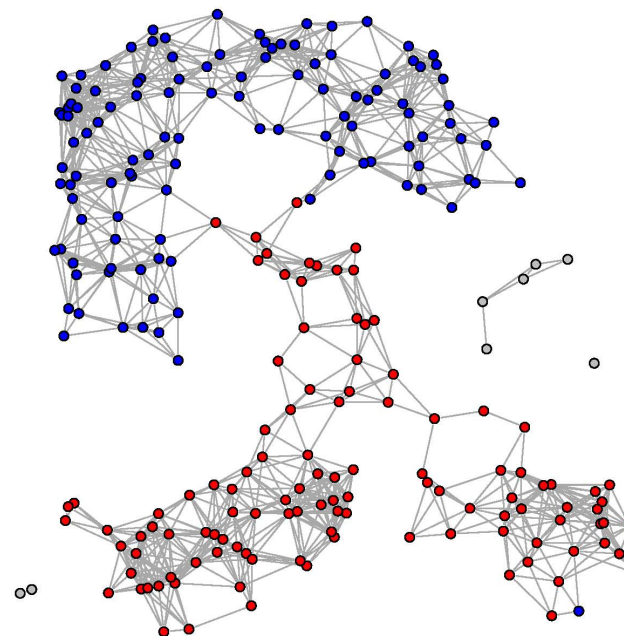


Matematica per Data Science MaDS

Probabilità e Statistica in Alta Dimensione

Alcuni argomenti del corso:

- Stime di concentrazione
- Dimension reduction
- Random Graphs
- **Community Detection**
- Statistical Learning



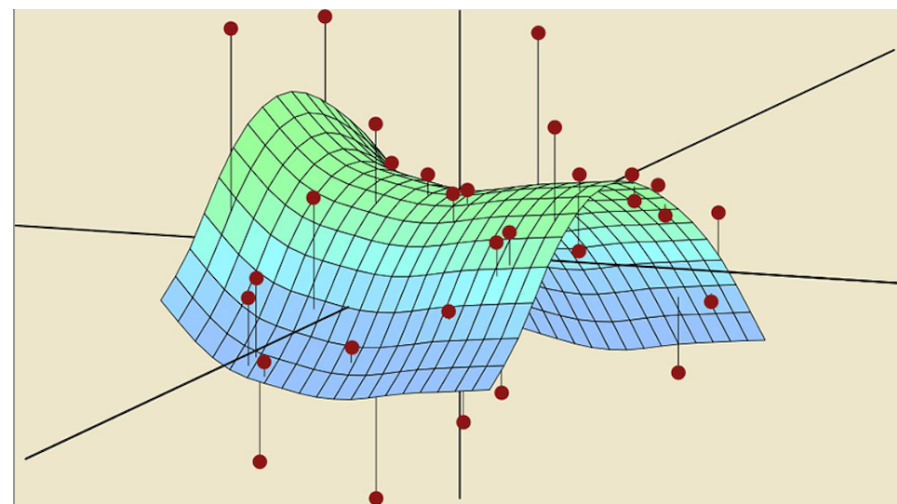


Matematica per Data Science MaDS

Probabilità e Statistica in Alta Dimensione

Alcuni argomenti del corso:

- Stime di concentrazione
- Dimension reduction
- Random Graphs
- Community Detection
- **Statistical Learning**





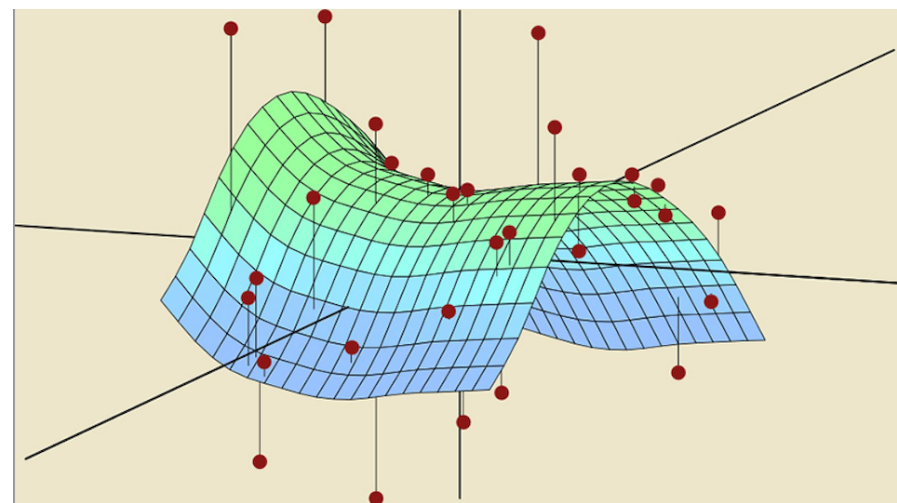
Matematica per Data Science MaDS

Probabilità e Statistica in Alta Dimensione

Alcuni argomenti del corso:

- Stime di concentrazione
- Dimension reduction
- Random Graphs
- Community Detection
- Statistical Learning

Teoria (rigorosa) + Laboratorio





Matematica per Data Science MaDS

Corsi di matematica per Data Science

I anno

Programmazione matematica: introduzione all'ottimizzazione ed ai metodi di ricerca operativa per i Big Data e il Machine Learning.

Statistica matematica: strumenti descrittivi e inferenziali per l'analisi dei dati.

Data mining: le tecniche di algebra lineare numerica per trattare i dati in grandi dimensioni.

Matematica discreta: combinatoria enumerativa, teoria dei reticoli, combinatoria e statistica di permutazioni, permutazioni random.

Quantum machine learning: teoria e strumenti della computazione quantistica per l'apprendimento automatico

II anno

Probabilità e statistica in alta dimensione: modelli e tecniche probabilistiche per lo studio di dati in spazi di alta dimensione.

Mathematical Models for Neural Networks (ENG): reti ad attrattori e reti multistrato, algoritmi di addestramento; i legami con la meccanica statistica.

Combinatorics (ENG): grafi semplici, planarità, invarianti, grafi orientati, teoria di Ramsey, grafi random.

Matematica
Applicata

Laurea Magistrale



MApS

Matematica Applicata per le scienze

MoND

Modellistica Numerica Differenziale

MaDS

Matematica per Data Science

Matematica per Data Science MaDS

Altri corsi per Data Science (alcuni erogato in altri CdS)

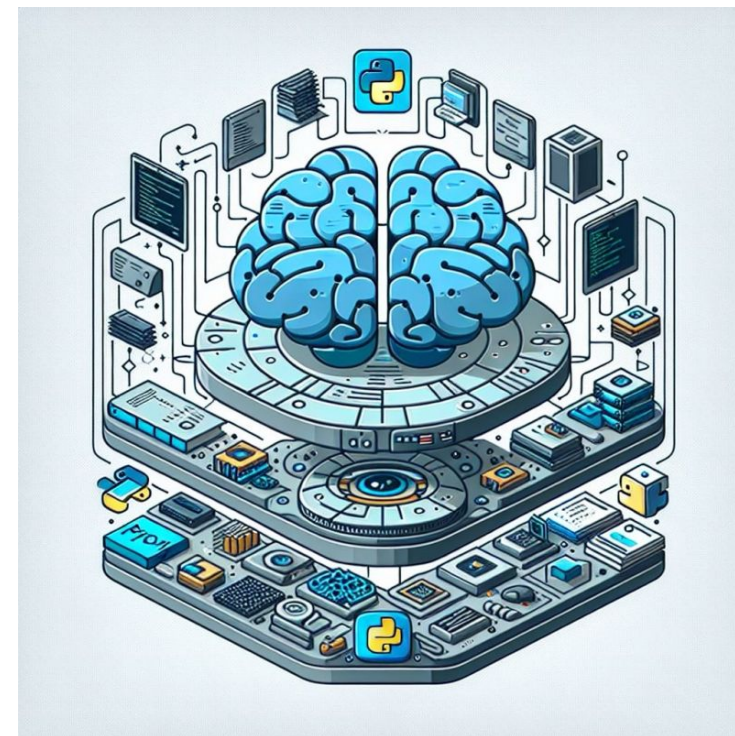
Teoria degli algoritmi — LM in Matematica applicata

Advanced Machine Learning for Physics (ENG) — LM in Fisica

Cryptography (ENG) — LM in Computer Science

Deep Learning and Applied Artificial Intelligence (ENG) — LM in Computer Science

Generative Artificial Intelligence (ENG) — LM in Intelligenza artificiale e robotica



Obbligatorie laureati MAT

Ist. Probabilità
Ist. Analisi numerica
Ist. Algebra e Geometria
Statistica Matematica
Programmazione matematica
Inglese scientifico
Altre conoscenze utili

1 in MaDS/B applicato

Quantum machine learning
Prob. e stat. in alta dimensione
Mathematical models for Neural Nets
Data mining

1 in MaDS/C informatico

Teoria degli algoritmi
Cryptography
Generative Artificial Intelligence
Advanced Machine Learning for Physics
Deep Learning and Applied Artificial Intelligence

1 in MaDS/B algebrico

Combinatorics
Matematica discreta

2 liberi a scelta

Statistical Learning (SECS-S/01)
Physics of complex systems (FIS/03)
Signal Processing for Big Data (ING-INF/03)
....

2 in MaDS/C integrativo

MaDS/B applicato
MaDS/B algebrico
MaDS/C informatico
Processi stocastici
Computational mathematics
Metodi mat. in meccanica statistica
Fourier Analysis

Obbligatori laureati MAT

Ist. Probabilità
Ist. Analisi numerica
Ist. Algebra e Geometria
Statistica Matematica
Programmazione matematica
Inglese scientifico
Altre conoscenze utili

1 in MaDS/B applicato

Quantum machine learning
Prob. e stat. in alta dimensione
Mathematical models for Neural Nets
Data mining

***Modelli matematici
per Data Science***

1 in MaDS/C informatico

Teoria degli algoritmi
Cryptography
Generative Artificial Intelligence
Advanced Machine Learning for Physics
Deep Learning and Applied Artificial Intelligence

1 in MaDS/B algebrico

Combinatorics
Matematica discreta

2 liberi a scelta

Statistical Learning (SECS-S/01)
Physics of complex systems (FIS/03)
Signal Processing for Big Data (ING-INF/03)
....

2 in MaDS/C integrativo

MaDS/B applicato
MaDS/B algebrico
MaDS/C informatico
Processi stocastici
Computational mathematics
Metodi mat. in meccanica statistica
Fourier Analysis

Obbligatoria laureati MAT

Ist. Probabilità
Ist. Analisi numerica
Ist. Algebra e Geometria
Statistica Matematica
Programmazione matematica

Inglese scientifico
Altre conoscenze utili

1 in MaDS/B applicato

Quantum machine learning

Prob. e stat. in alta dimensione

Mathematical models for Neural Nets

Data mining

***Analisi e
trattamento dati***

1 in MaDS/C informatico

Teoria degli algoritmi

Cryptography

Generative Artificial Intelligence

Advanced Machine Learning for Physics

Deep Learning and Applied Artificial Intelligence

1 in MaDS/B algebrico

Combinatorics

Matematica discreta

2 liberi a scelta

Statistical Learning (SECS-S/01)

Physics of complex systems (FIS/03)

Signal Processing for Big Data (ING-INF/03)

....

2 in MaDS/C integrativo

MaDS/B applicato

MaDS/B algebrico

MaDS/C informatico

Processi stocastici

Computational mathematics

Metodi mat. in meccanica statistica

Fourier Analysis

Esami	I anno I semestre	I anno II semestre	II anno I semestre
Obbligatori da 9	Ist. di analisi numerica Ist. di probabilità Ist. di algebra e geometria	Programmazione matematica	
Obbligatori da 6	Statistica matematica		
MaDS/B applicato (1)		Quantum machine learning Data mining	Mathematical Models for Neural Nets Probabilità e statistica in alta dimensione
MaDS/B algebrico (1)		Matematica discreta	Combinatorics
MaDS/C informatico (1)		Generative AI Advanced ML for Physics Teoria degli algoritmi Deep Learning and Applied AI	Cryptography
MaDS/C integrativo (2)		MaDS/B applicato MaDS/B algebrico MaDS/C informatico Metodi mat. in meccanica statistica Processi stocastici	MaDS/B applicato MaDS/B algebrico MaDS/C informatico Fourier Analysis