

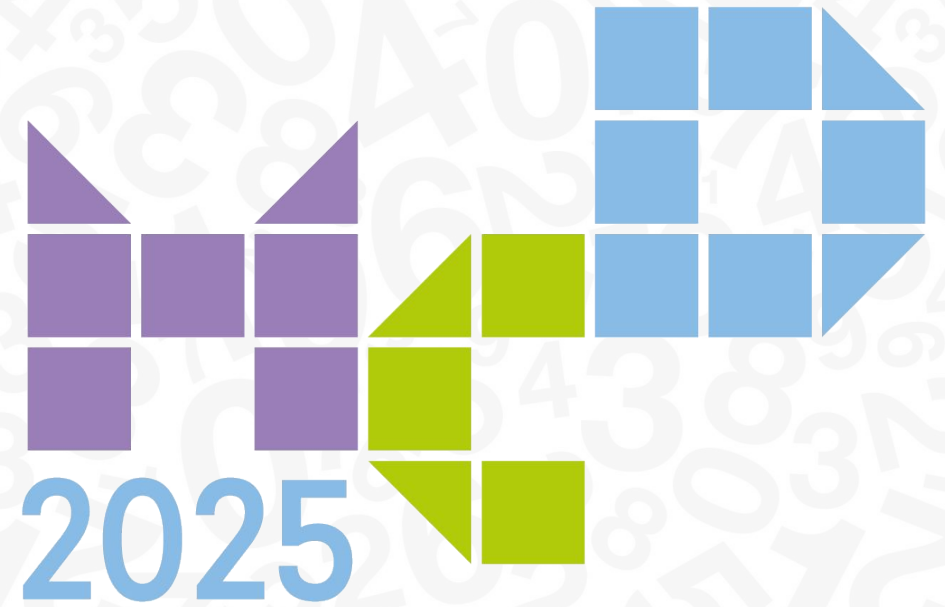
20 Marzo 2025

Matematica e Intelligenza artificiale: sfide e opportunità

Paola F. Antonietti

MOX - Laboratory for Modeling and Scientific Computing

Dipartimento di Matematica, Politecnico di Milano



MOTIVARE, COINVOLGERE, DIVERTIRE
CON LA **MATEMATICA**

Ringraziamenti



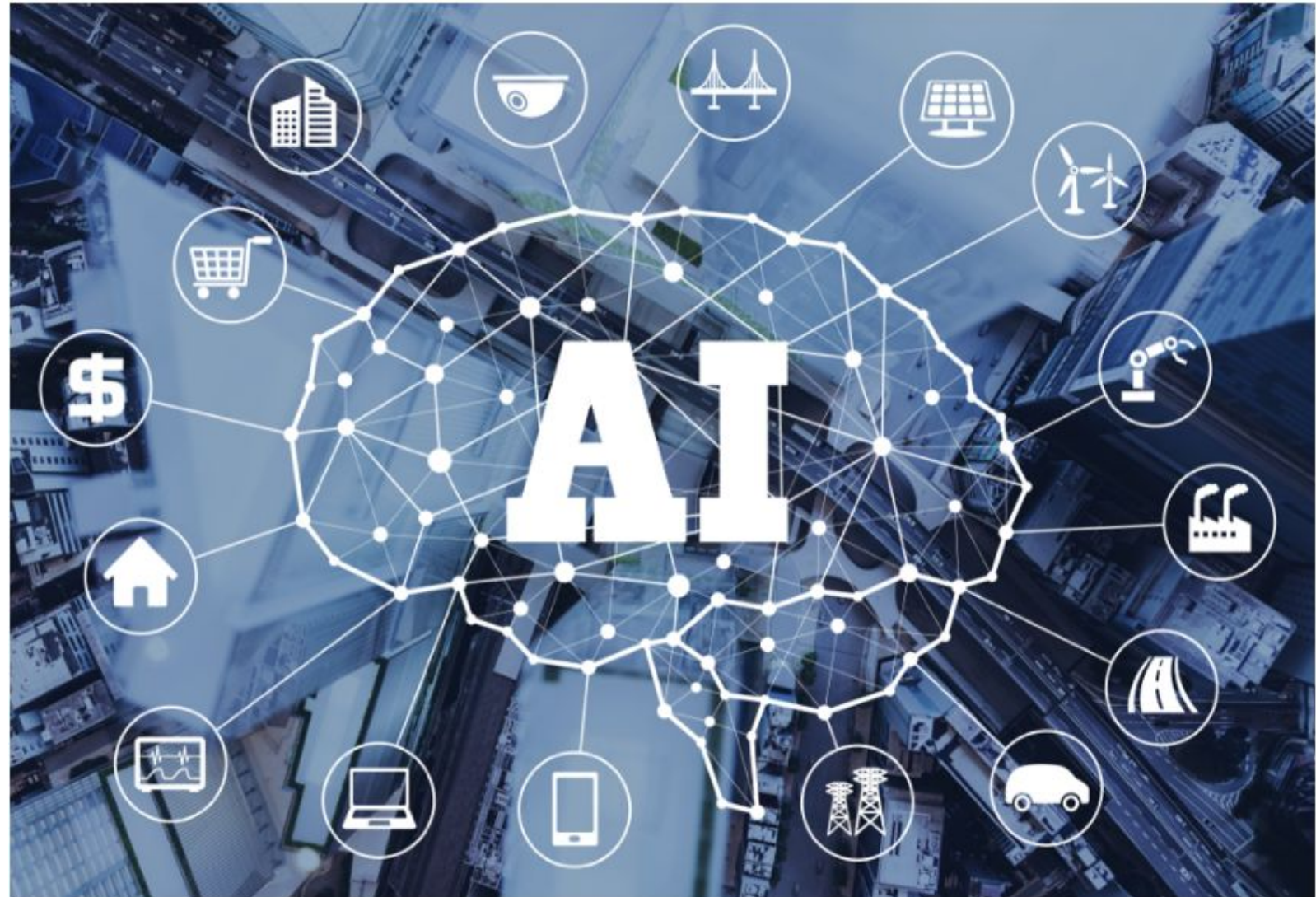
Stefano Pagani



Francesco Regazzoni

Intelligenza Artificiale

La capacità dei sistemi informatici di eseguire attività solitamente associate all'intelligenza umana, quali l'**apprendimento**, il **ragionamento**, il **problem solving**, la **percezione** e i **processi decisionali**.



metamorworks / Shutterstock

Il panorama della tecnologia

Autonomous
Systems

Natural Language
Processing

Chatbots

Speech Speech,
Facial and Pattern
Recognition

Real-Time
Emotion Analysis

Virtual
Companions

Real-Time
Universal
Translations

In silico modeling

Controlled
Gaming

Cloud Robotics

Surgical Robotics

Robotic Personal
Assistants

Cognitive Cyber
Security

Virtual Customer
Services

Neuromorphic
Computing

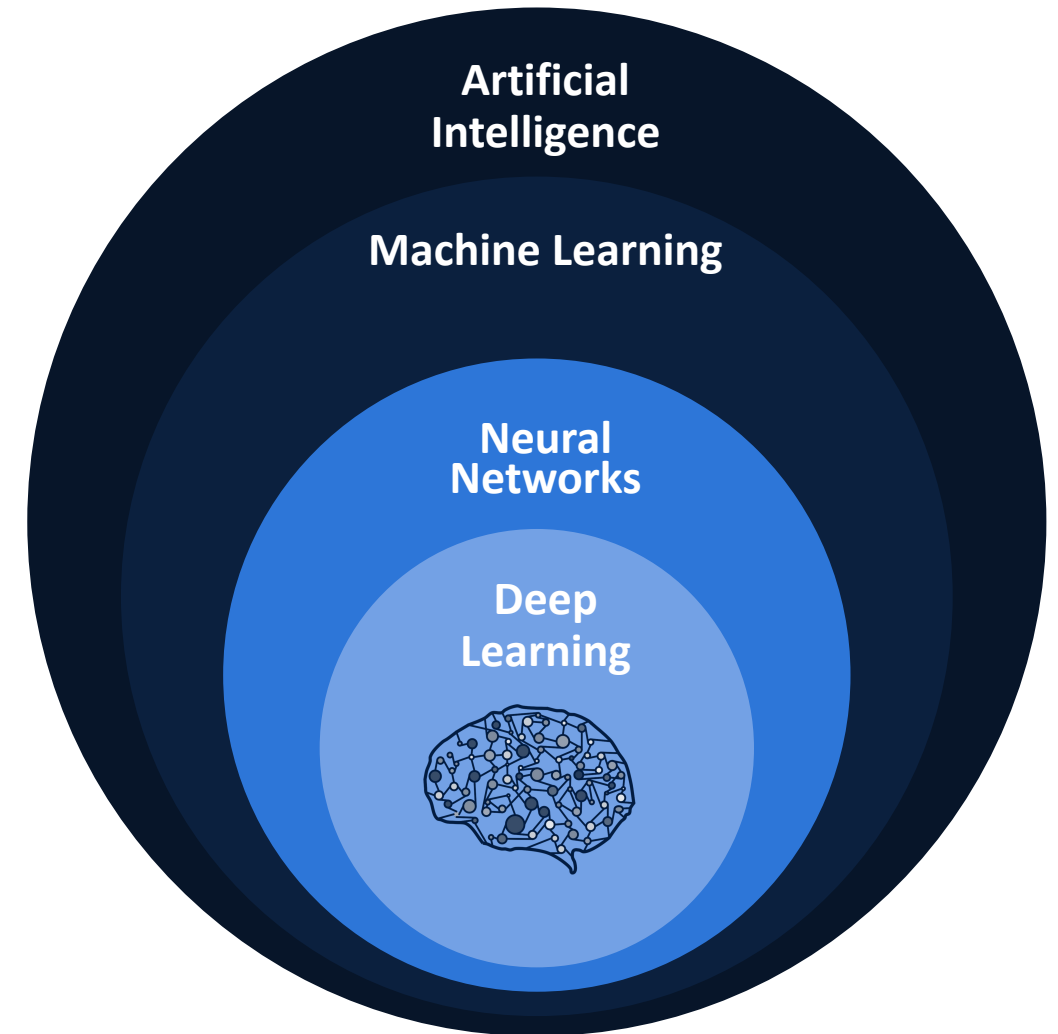
Terminologia

Artificial Intelligence: Termine che indica un insieme di tecnologie informatiche capaci di prendere **decisioni in modo autonomo**, “emulando” le funzioni cognitive umane, come il ragionamento, l’apprendimento e il processo decisionale..

Machine Learning: E’ un ramo dell’intelligenza artificiale che consente ai sistemi di apprendere dai dati ed effettuare previsioni o prendere decisioni senza essere esplicitamente programmati.

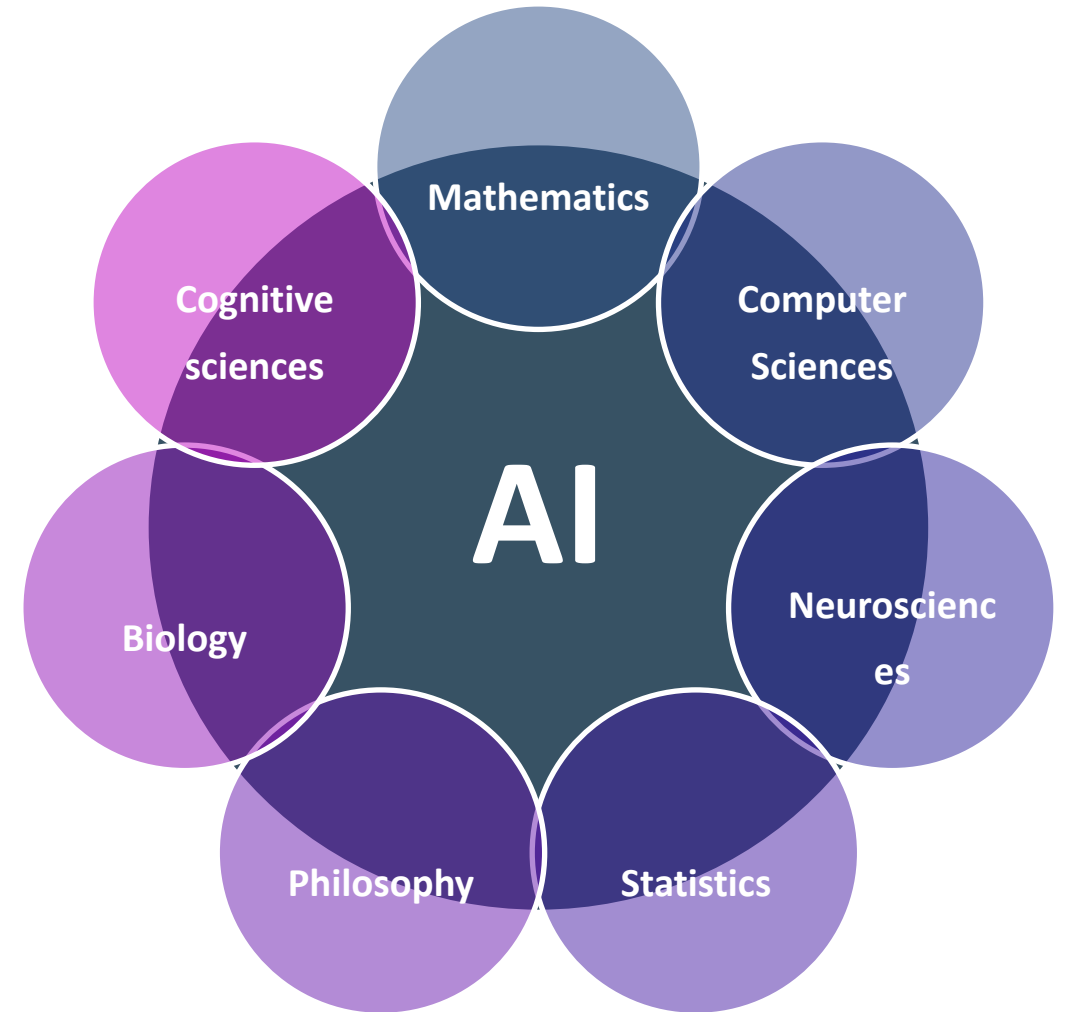
Neural Networks: Modelli computazionali ispirati al funzionamento del cervello umano, costituiti da reti di nodi (neuroni) artificiali interconnessi.

Deep Learning: Un segmento del Machine Learning che utilizza reti neurali artificiali profonde, profonde, cioè composte da numerosi strati.



Una fusione di discipline

Radicata nell'informatica, l'evoluzione delle macchine che apprendono “si nutre” da molteplici discipline, matematica, statistica, scienze cognitive e filosofia, per risolvere problemi complessi utilizzando computer ad alte prestazioni e grandi quantità di dati.

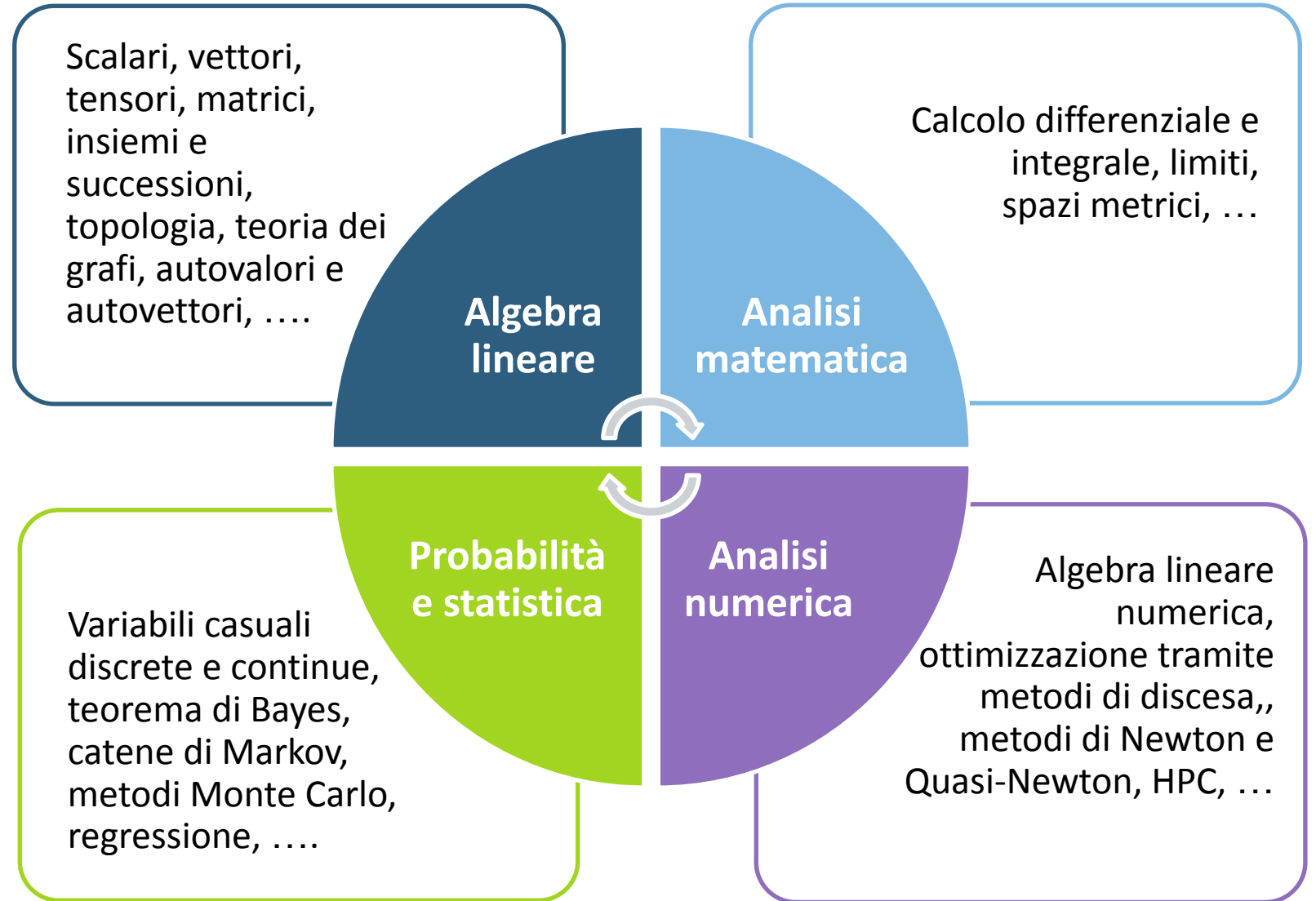


Il ruolo della matematica nell'AI

- La matematica fornisce il framework per lo sviluppo di algoritmi e modelli di intelligenza artificiale, offrendo la struttura fondamentale e i principi che rimangono validi anche quando si modificano i singoli componenti.
- Numerosi concetti di algebra lineare, analisi matematica, analisi numerica, probabilità e statistica sono fondamenti importanti dell'intelligenza artificiale.

**Dietro i grandi
progressi della
tecnologia c'è la
matematica**

Il ruolo della matematica nell' AI



Come funziona?

- **Classificazione** (riconoscimento delle immagini, filtri antispam,...)
Assegnazione di un'etichetta a ciascun input
- **Regressione** (modellazione basata sui dati)
Assegnazione di un output con valore reale a ciascun input
- **Clustering** (rilevamento della comunità in biologia, scienze sociali, economia...)
Suddivisione di un set di elementi in sottoinsiemi tramite la ricerca di somiglianze e differenze
- **Stima della densità** (rilevamento delle anomalie, generazione di scenari realistici,...)
Trovare un modello che rappresenti la distribuzione di una popolazione di dati
- **Riduzione della dimensionalità** (problemi multi-query, compressione dei dati,...)
Trovare una descrizione compatta (a bassa dimensionalità) di dati complessi (ad alta dimensionalità)

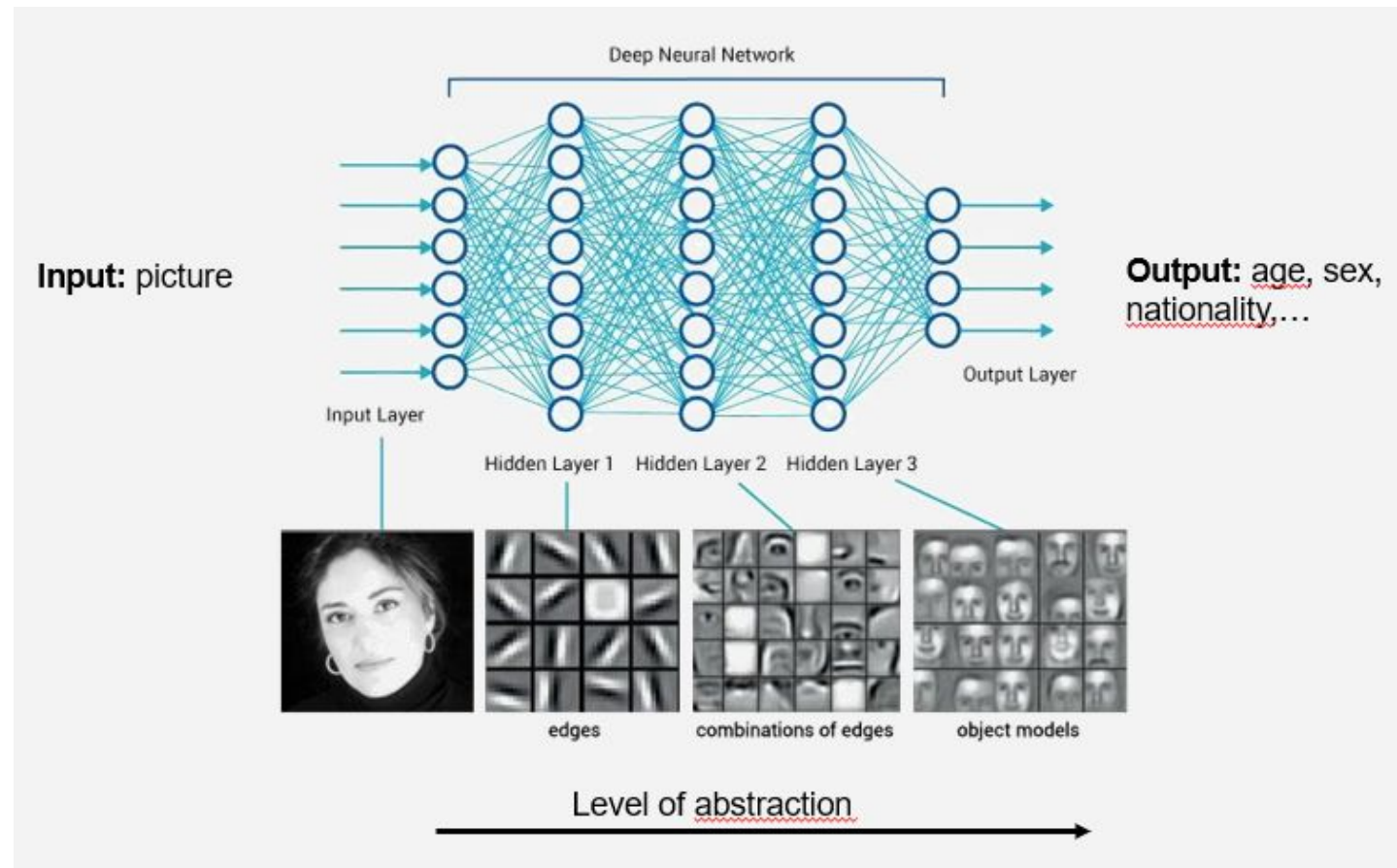
Supervised
Learning

Unsupervised
Learning

Un esempio: riconoscimento facciale

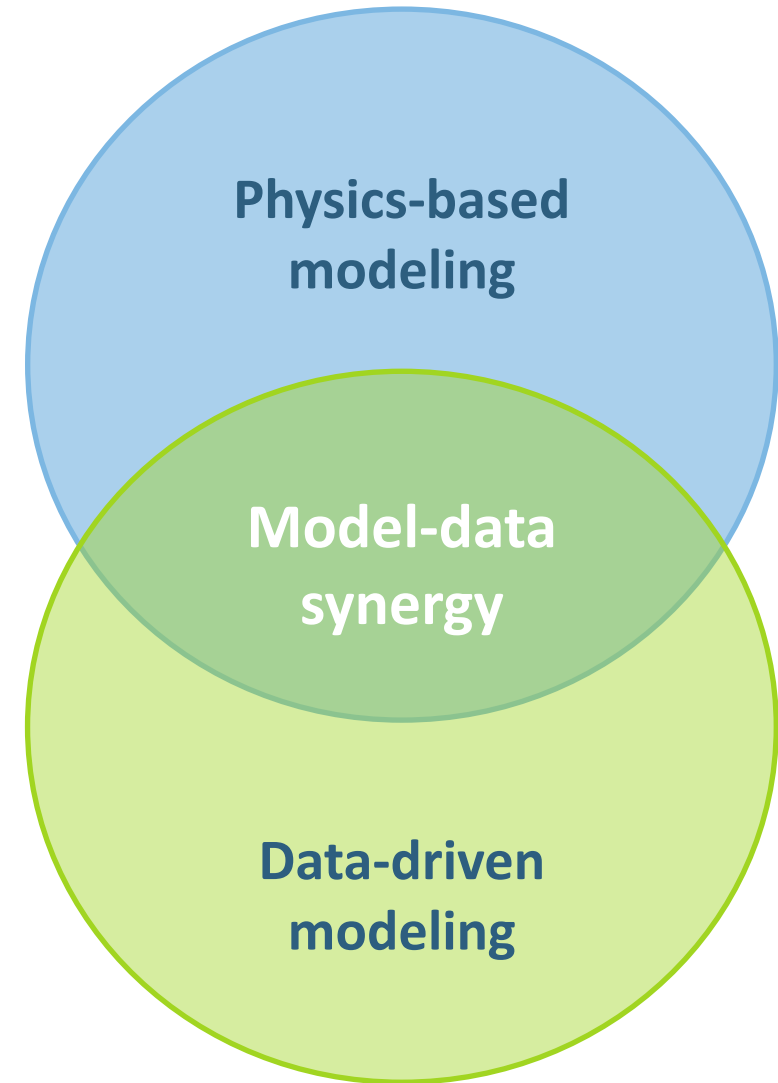
Il riconoscimento facciale identifica gli individui a partire da immagini o video digitali.

Sebbene sviluppato negli anni '60, i progressi tecnologici lo hanno rapidamente (e massicciamente) reso popolare.



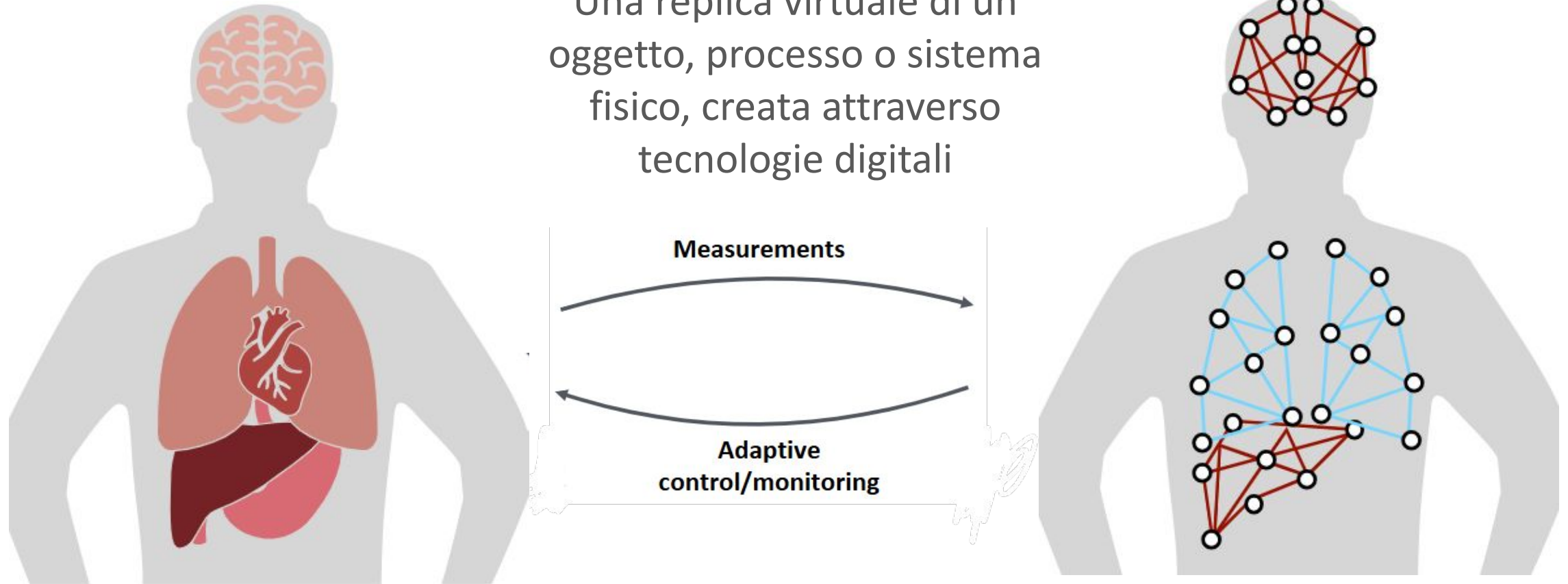
Physics-based & data-driven modeling

- Medicina personalizzata
- Geoscienze e sfruttamento sostenibile delle risorse naturali
- Ingegneria
- Economia
- Scienze sociali
- Processi di produzione
- Mobilità
- ...



Digital twin

Una replica virtuale di un oggetto, processo o sistema fisico, creata attraverso tecnologie digitali



Il ruolo della matematica nella tecnologia Digital Twin

Machine learning models

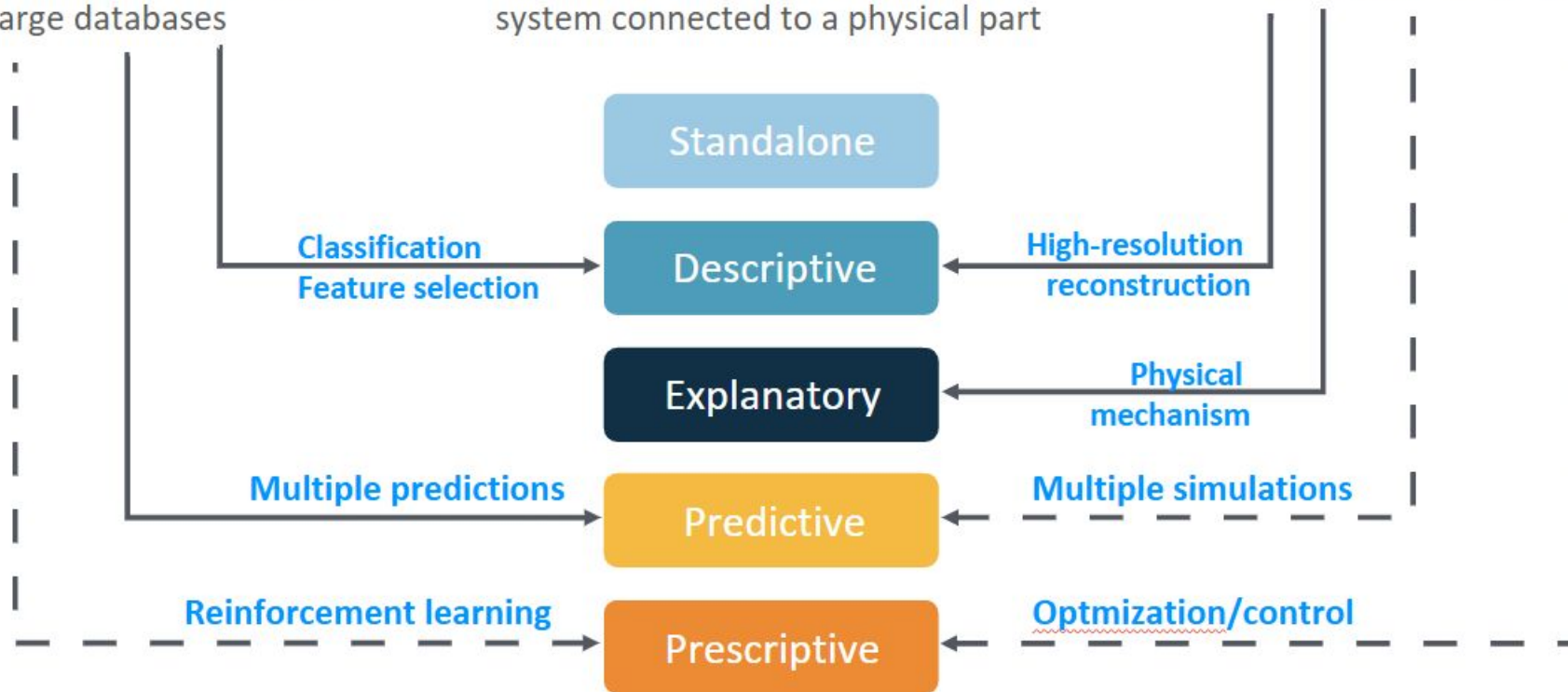
extract valuable information from large databases

Digital twin

virtual representation of a complex system connected to a physical part

Multiscale models

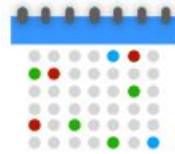
based on physical principles



Nuove frontiere nel trattamento delle malattie neurodegenerative

brainum.mox.polimi.it

Early diagnosis



Personalized treatment plans

Continuous monitoring



Accelerating the development of new therapeutic strategies

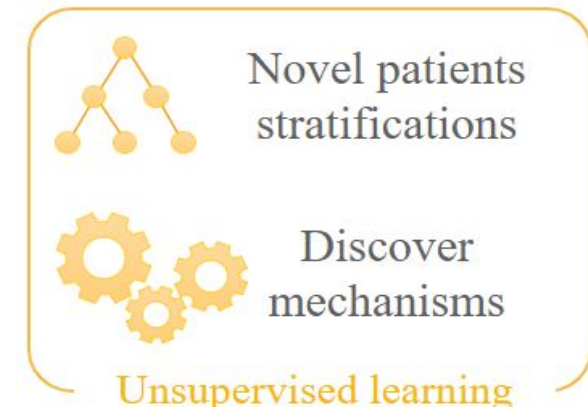
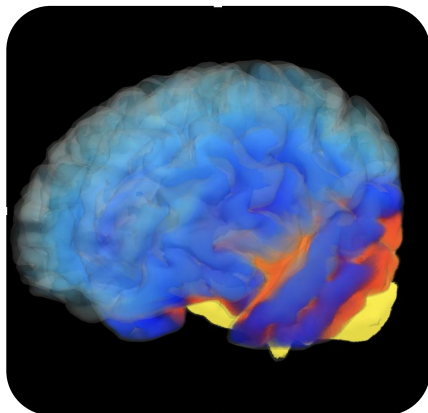
Joint work with S. Pagani, I. Fumagalli, F. Bonizzoni,
N. Parolini, M. Corti, C. B. Leimer Saglio, N. Kumar

Nuove frontiere nella gestione delle malattie neurodegenerative



Esiste un bisogno cruciale di esplorare nuove tecnologie volte a migliorare la **diagnosi**, gli **interventi terapeutici** e la comprensione dei **meccanismi alla base** delle malattie **neurodegenerative**.

L'integrazione di modelli **basati sulla fisica** e **sull'analisi dei dati** può svolgere un ruolo fondamentale nella creazione di **gemelli digitali** in grado di supportare l'individuazione precoce della malattia, ottimizzare gli interventi terapeutici, e migliorare la gestione complessiva dei pazienti.



Monitor, analyze, predict, and improve the intervention.

Etica nell' AI

Con la crescente diffusione dell'AI, è necessario affrontare questioni etiche quali equità, privacy e responsabilità.



Bias & Fairness: I modelli di apprendimento automatico possono riprodurre o amplificare i bias presenti nei dati su cui sono stati addestrati, portando a decisioni ingiuste o discriminatorie.

Privacy e protezione dei dati: l'AI si basa vasti volumi di dati personali, il che impone la necessità di adottare rigide misure di sicurezza per garantire sicurezza ed evitare possibili abusi.

Trasparenza e responsabilità: le decisioni dell'AI devono essere comprensibili e giustificabili, assicurando la responsabilità degli errori.

Sicurezza e governance: l'AI in aree critiche (come l'assistenza sanitaria e i trasporti) necessita di misure di sicurezza e supervisione attenta, per garantire un uso sicuro ed etico.

Impatto sul lavoro: l'AI può sostituire alcune professioni, rendendo essenziale la riqualificazione della forza lavoro.

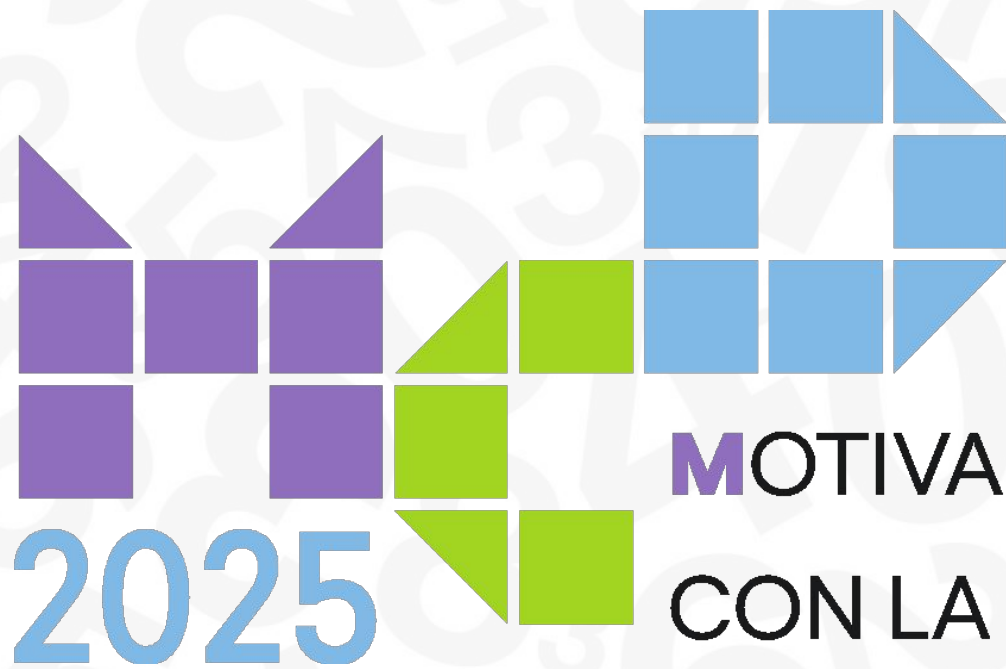
Grazie per l'attenzione

Paola F. Antonietti

MOX - Laboratory for Modeling and Scientific Computing

Dipartimento di Matematica

Politecnico di Milano



MOTIVARE, COINVOLGERE, DIVERTIRE
CON LA **MATEMATICA**



DEASCUOLA

Con il patrocinio di:



Consiglio Nazionale
delle Ricerche

In collaborazione con:



MaddMaths!
MAtematica Divulgazione Didattica