

# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

## **COURSE SYLLABUS**

**Causal Networks: Learning and Inference** 

2425-114R-04

## Obiettivi

La causalità è centrale per la comprensione e l'uso dei dati. Senza una comprensione delle relazioni causa-effetto, non possiamo usare i dati per rispondere a domande basilari come 'Questo trattamento danneggia o aiuta i pazienti?'. Il corso presenta le reti causali fornendo prima le basi della probabilità e introducendo i modelli grafici. Successivamente, viene presentato e discusso il problema di prevedere l'effetto delle interventi. Infine, vengono presentati i controfattuali e le loro applicazioni. Vale la pena menzionare che il corso mira a fornire una introduzione graduale all'inferenza causale e in particolare alle reti causali e ai modelli causali strutturali. In particolare, il corso offre forti motivazioni perché, allo stato dell'arte attuale, gli esperti di machine learning moderni hanno bisogno della causalità e degli strumenti della modellazione causale per affrontare correttamente e risolvere efficacemente i problemi di decision making sotto incertezza.

#### Contenuti sintetici

I contenuti principali sono i seguenti: il framework del potential outcome, le principali definizioni e proprietà dei modelli grafico probabilistici con specifico riferimento alle reti Bayesiane, alle reti causali e ai modelli causali strutturali, esperimenti randomizzati, identificazione non parametrica dell'effetto causale, stima dell'effetto causale, apprendimento strutturale dai dati osservazionali e dai dati osservazionali e di intervento, concetti di base del transfer learning e della trasportabilità, e infine una introduzione di base ai controfattuali.

## Programma esteso

- · Introduction to causality and why causality matters
- The potential outcome framework; the fundamental problem of causal inference, ITE, ATE, main

properties as ignorability, exchangeability, ...

- Bayesian networks; definition, collider, chain and fork, factorization, ...
- Modelli cusali; operatore do, backdoor adjustement, structural causal models.
- Esperimenti randomizzati controllati; comparabilitità e bilanciamento covariate, scambiabilità, cammino backdoor.
- Identificazione nonparametrica; frontdoor adjustment, identificazione a partire dal grafo causale.
- Causal discovery da dati osservazionali; algoritmi constraint-based e score-based.
- Causal discovery da dati sperimentali; interventi strutturali e parametrici, Markov equivalenza intervenzionale.
- Transfer learning e trasportabilità.
- · Controfattuali.

## **Prerequisiti**

Conoscenza base di teoria dei grafi, ottimizzazione, probabilità e statistica, programmazione; primariamente R and Python.

## Modalità didattica

Corso erogato in presenza

## Materiale didattico

Slide dei docenti e letture consigliate

## Periodo di erogazione dell'insegnamento

Giugno 2025

## Modalità di verifica del profitto e valutazione

Orario di ricevimento		
Inviare mail a fabio.stella@unimib.it		
Sustainable Development Goals		

Compito in gruppi e discussione orale.