UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

SYLLABUS DEL CORSO

Causal Networks

2627-2-F1802Q120

Obiettivi

Il corso mira a fornire un'introduzione graduale all'inferenza causale e in particolare alle reti causali e ai modelli causali strutturali. In particolare, il corso fornisce forti motivazioni e perché, allo stato dell'arte attuale, i metodi di apprendimento automatico hanno bisogno della causalità e di strumenti di modellazione causale per affrontare correttamente e risolvere efficacemente problemi di decisione in condizioni di incertezza, Inoltre, il corso fornisce strumenti matematici e strumenti software per condurre ragionamento causale **(DdD 1, DdD 2)**.
Inoltre, l'organizzazione della prova d'esame, tramite la realizzazione di un programma e la presentazione di un articilo scientifico assegnato da parte del docente consentirà al candidato di sviluppare capacità critica **(DdD 3)**, di comunicazione **(DdD 4)**, mentre la disponibilià di materiale da leggere, suggerito dal docente durante il corso, consentirà al candidato di proseguire in modo autonomo lo studio e l'approfondimento della materia **(DdD 5)**.

Contenuti sintetici

Contenuti principali del corso; il framework teorico delle potential outcomes, le definizioni di base e le proprietà dei modelli grafici probabilistici con specifico riferimento alle reti bayesiane, reti causali e modelli causali strutturali, esperimenti randomizzati, identificazione non parametrica dell'effetto causale, stima dell'effetto causale, confondimento non osservato, variabili strumentali, apprendimento strutturale dai dati osservazionali e combinando dati osservazionali e dati ottenuti tramite esperimenti randomizzati controllati, concetti di trasferimento di apprendimento e trasportabilità, e infine una breve introduzione ai controfattuali.

Programma esteso

- **Introduzione alla causalità e perché la causalità è importante**
- **Potential Outcomes;** il problema fondamentale dell'inferenza causale, ITE, ATE, proprietà principali come

ignorabilità, interscambiabilità, …
- **Reti bayesiane;** definizione, collider, catena e forca, fattorizzazione, …
- **Modelli causali;** do.operator, aggiustamento del backdoor, modelli causali strutturali.
- **Sperimentazioni controllate randomizzate;** comparabilità e bilanciamento delle covariate, interscambiabilità, nessun percorso backdoor.
- **Identificazione non parametrica;** aggiustamento del frontdoor, identificazione dalla struttura del grafo.
- **Stima;** modellizzazione condizionale dell'outcome, modellizzazione causale condizionale raggruppata, punteggio di propensione e pesatura della probabilità inversa.
- **Confondimento non osservato;** nessun vincolo di assunzioni, selezione ottimale del trattamento, analisi di sensibilità.
- **Variabili strumentali;** identificazione non parametrica di ATE, identificazione non parametrica di ATE locale.
- **Causal discovery da dati osservazionali;** algoritmi basati su vincoli e basati su punteggio.
- **Causal discovery da dati sperimentali;** interventi strutturali, interventi parametrici, equivalenza di Markov di intervento.
- **Trasferimento e trasportabilità.**
- **Controfattuali**

Prerequisiti

Conoscenze base di

- teoria dei grafi
- ottimizzazione
- probabilità e statistica
- linguaggi di programmazione R e Python.

Modalità didattica

Il corso è organizzato come segue:

- 18 lezioni da 2 ore di teoria di natura erogativa in presenza
- 5 lezioni da 2 ore di esercitazione di natura interattiva in presenza
- 4 seminari online da un'ora l'uno di natura erogativa e interattiva

Materiale didattico

Slides del docente e materiale di lettura suggerito dal docente

Periodo di erogazione dell'insegnamento

Primo semestre, inizio ottobre

Modalità di verifica del profitto e valutazione

L'esame è strutturato come segue:

- **Project work;** Lo studente è invitato a sviluppare un programma software che implementi un algoritmo descritto in un articolo scientifico assegnato dal docente. **(Assegna un massimo di 10 punti)**.
- **Colloquio sulla relazione di laboratorio;** Sui temi non presentati direttamente durante il corso. In particolare, presentazione orale di 15 minuti in cui vengono riassunti i contenuti di un articolo scientifico della letteratura specializzata **(assegna un massimo di 13 punti)** e successiva discussione sugli argomenti principali del corso **(assegna un massimo di 10 punti)**.
- la lode e' assegnata con voto oltre 31

Non sono previste prove intermedie.

Orario di ricevimento

Inviare un messaggio a fabio.stella@unimib.it

Sustainable Development Goals