

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

COURSE SYLLABUS

Causal Networks

2425-2-F1801Q161

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.

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 8 punti).
- Presentazione orale e discussione; 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 15 punti) e successiva discussione sugli argomenti principali del corso (assegna un massimo di 10 punti).

Orario di ricevimento

Inviare un messaggio a fabio.stella@unimib.it

Sustainable Development Goals