



Sveučilište u Zagrebu



highDECISION



# Kauzalno modeliranje s analitikama učenja

Marcel Maretić

- Što je kauzalno modeliranje?

Što se pod tim misli? ...

- Što su analitike učenja?

Learning Analytics

- Primjer

slučaj mostnog kolegija na FOI ...

# Uvod

## ❖ Bayesove mreže

Probabilistički/vjerojatnosni model ...

## ❖ Kauzalna interpretacija Bayesove mreže

Kauzalni model ...

# Vjerojatnost

$$P : \Omega \rightarrow [0, 1]$$

- ❖  $P(x), P(X = x)$
- ❖  $P(x, y)$
- ❖  $P(x | y)$
- ❖  $P(x | y, z) = P(x | z)$

# Bayesova mreža

Grafički model koji opisuje nezavisnosti distribucije  $P$ .

$$P(x_1, x_2, \dots, x_n) = \prod_i P(x_i \mid pa_i)$$

## ❖ Graf je dio modela

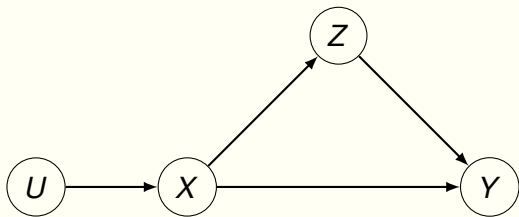
Govori o faktorizaciji  $P$ .

(kôdira nezavisnosti u modelu)

## ❖ Ključan je *izostanak* lukova!

Govori o uvjetnim nezavisnostima od  $P$ .

# Jednostavan primjer



$$P(y, z, x, u) = P(u) P(x | u) P(z | x) P(y | z, x) .$$

# Bayesove mreže

- Poput neuronskih mreža, AI i dr.

Dobro za predikciju ...

- Black-box pristup

Problem je razumijevanje sustava, objašnjavanje ...



# Kauzalna interpretacija

- **Struktura/topologija**

Važna ...

- **Pretpostavka stabilnosti**

Pretpostavljamo da su mehanizmi koji povezuju slučajne varijable stabilni ...

- **Omogućuje dublje/istinsko razumijevanje**

Želimo znati kako se sustav mijenja (usp. sa black-box sustavima) ...

Npr. "Što bi se desilo kad bismo promijenili?" ...

*d*-separacija povlači uvjetnu nezavisnost.

*d*-separacija povlači uvjetnu nezavisnost.

Obrat ne vrijedi.

# Što to znači?

*"A je uzrok od B"*

- ❖ U neformalnoj komunikaciji to dobro razumijemo
- ❖ Ako učinimo  $A$  dogoditi će se  $B$

# Što to znači?

*"A je uzrok od B"*

- U neformalnoj komunikaciji to dobro razumijemo
- Ako učinimo  $A$  dogoditi će se  $B$

uz implicitno "modulo kauzalni model  $M$ ". ...

# Opservacija vs. intervencija

N. Cartwright:

*"No causes in, no causes out"*

❖ Opservacija (skupljanje i analiza podataka)

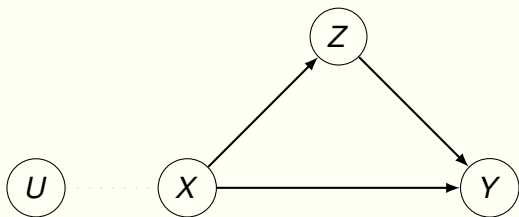
Nije dovoljno!

Potrebno je eksperimentirati! ...

...

# Intervencija

$$do(x) \neq see(x)$$



$do(x)$

Post-intervencijska distribucija je potpuno određena pred-intervencijskom distribucijom  $P$ .

# Kauzalni efekt

Kauzalni efekt od  $X$  na  $Y$ :

$$Pr(y \mid do(x))$$

Nekad je kauzalni efekt moguće procijeniti (identificirati) i uz prisutnost nemjerljivih/nepoznatih varijabli.

Ovisi o topologiji/strukturi grafa, položaju varijabli  $X$  i  $Y$  i odnosu prema skupu "observed" varijabli.

Ostaje pitanje etičnosti  $do(x)$ .



# Primjer

- Mostni kolegij (*bridging course*)

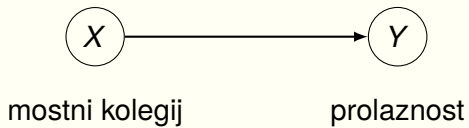
mostni kolegij matematike na FOI

- Prolaznost kolegija *Matematika 2* (calculus)

- Action research

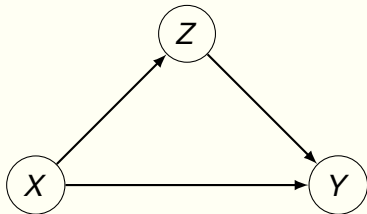
*is a disciplined process of inquiry conducted by and for those taking the action. The primary reason for engaging in action research is to assist the “actor” in improving and/or refining his or her actions.*

# Verzija 0.1



# Verzija 0.2

mostni kolegij



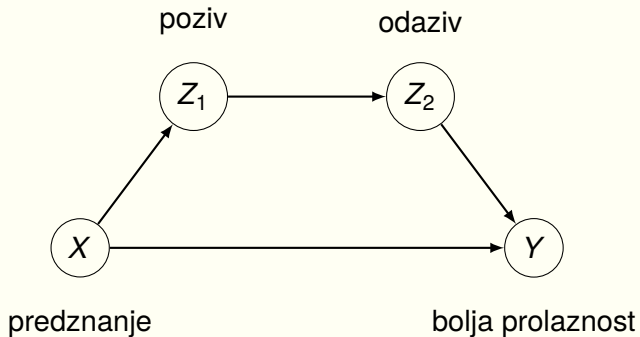
predznanje

bolja prolaznost

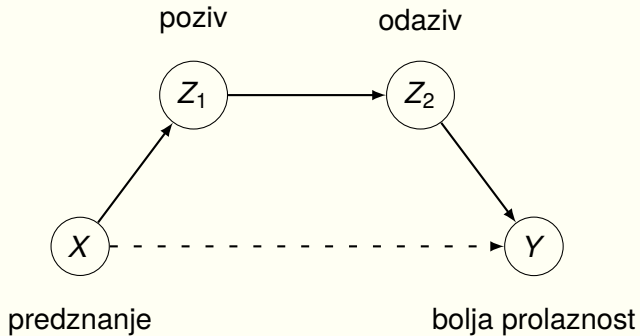
ak. godina	dijag. test	održan mostni	prisutnost	prolaz. MAT2
2013/14	NE	DA	NE*	STIS
2014/15	DA	DA	DA	STIS
2015/16	DA	DA	?	STIS
2016/17	DA	<b>NE</b>	N/A	STIS
2017/18	DA	<b>?</b>	N/A	N/A

Kvazieksperiment?

# Verzija 0.3



# Verzija 0.3b



Jesu li u nekoj populaciji poziv/odaziv puno bolji prediktori prolaznosti od predznanja? ...

# Relevantno?

- Rezultati državne mature
- Rezultati MAT1 (preduvjet)
- Ankete?
- Nastavnik?



# A dalje?

- Prikupiti još podataka ...

Normalizirati neke od postojećih. ...

- Publicirati rezultate

Časopis i sl. ...

- Upotrebiti tehnike strojnog učenja za predikciju

I smisliti što s tim? ...

- Evaluacija strategije/upravljanja (policy?)

Policy evaluation ...