18/1/20

OUI

Ocenjevanje verjetnosti

relativna f.: $\boxed{p = \frac{n}{N}}$

Laplace: $\boxed{p = \frac{n+1}{N+k}}$

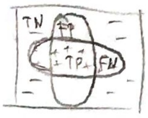
m-ocena: $\boxed{\frac{n + p_a m}{N + m}}$

n... št primerov, ki pripadajo razredu C, večini ?
N... št. vseh primerov (v tem vozlišču)
k... št. vseh razredov (ne upošteva apriorne verjetnosti

p_a... apriorna verjetnost razreda C
m... parameter ocene (podano, vpliva na delež upoštevanja p_a)

porezeš če: statična točnost > vzvratna točnost

Klasifikacijska točnost: $\boxed{CA = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} = \frac{TP+TN}{N}}$



Mera entropije: $\boxed{H = -\sum_k p_k \log_2 p_k}$
(manj je boljše)

Informacijski prispevek: $\boxed{I_{res} = -\sum_{V_i \in A} \cdot \sum_c p(c|v_i) \cdot \log_2 p(c|v_i)}$
(boljše manj)
utež

$\boxed{Gain(A) = I - I_{res}(A)}$
boljše več. To računaš, ko ugotavljaš, kateri atribut je boljši za vejitev vozlišča

$\boxed{I(A) = -\sum p_v \log_2 p_v}$
vrednost atributa
Informacija, ki jo potrebujemo za določitev vrednosti atributa A (entropije atributa)

$\boxed{Gain Ratio(A) = \frac{Gain(A)}{I(A)} = \frac{I - I_{res}(A)}{I(A)}}$

kakovost atributa: Gini index: $\boxed{Gini = \sum_{c_1 \neq c_2} p(c_1) \cdot p(c_2)}$

$\boxed{Gini(A) = \sum_v p(v) \cdot \sum_{c_1 \neq c_2} p(c_1|v) \cdot p(c_2|v)}$

19/1/20

$$P(AB) = P(A)\cdot P(B|A) = P(B)\cdot P(A|B)$$

Bayesov izrek:
$$\boxed{P(B|A) = \frac{P(B)\cdot P(A|B)}{P(A)}}$$

$$\boxed{P(A \wedge B | C) = P(A|C)\cdot P(B|AC)}$$

$$P(y | x_1, \dots, x_n) = \frac{P(y)\cdot P(x_1|y)\cdot P(x_2|y) \dots P(x_n|y)}{\underbrace{P(x_1, x_2, \dots, x_n)}_{\text{konstanta}}} = \frac{P(y)\cdot P(x_1, x_2, \dots, x_m)}{P(x_1, x_2, \dots, x_m)}$$

apriorna verjetnost

naivni bayes:
$$\boxed{P(x_1, \dots, x_m | y) = P(x_1|y)\cdot P(x_2|y) \cdot \dots \cdot P(x_m|y)}$$

NOMOGRAM:
$$\boxed{\log \frac{P(A=v|C)}{P(A=v|\overline{C})}}$$

$$\boxed{\begin{aligned} P(x_1 x_2 \dots x_n | C) &\approx P(x_1|C)\cdot P(x_2|C) \cdot \dots \cdot P(x_n|C) \\ P(x_1 x_2 \dots x_n) &\approx P(x_1)\cdot P(x_2) \cdot \dots \cdot P(x_n) \end{aligned}}$$

bayesov klasifikator:
$$\boxed{h(\underbrace{x_1 x_2 \dots x_n}_{\text{vhodni vektor}}) = \underbrace{\mathrm{argmax}_k}_{\text{argument, kjer imamo največje število točk}} \left(P(C_k) \cdot \prod_{i=1}^{n} P(x_i | C_k) \right)}$$

3. vaje
primer: $x=1, y=1, z=a$

$P(R=0)=0{,}5$	$P(R=1)=0{,}5$
$P(x=1 \mid R=0)=\frac{2}{5}$	$P(x=1 \mid R=1)=\frac{3}{5}$
$P(y=1 \mid R=0)=\frac{3}{5}$	—"—
$P(z=A \mid R=0)=\frac{2}{5}$	—"—

$$P(R=0)\cdot P(x=1|R=0)\cdot P\_\_\_ \cdot P\_\_\_ = \frac{6}{125} < = \frac{9}{125}$$

Klasifikacija v $R=1$: $\frac{9/125}{9/125 + 6/125} = 0{,}6$ ... s tako verjetnostjo

$$\boxed{\frac{P(x_i|C)}{P(x_i|\overline{C})} = \frac{\frac{P(C|x_i)}{P(\overline{C}|x_i)}}{\underbrace{\frac{P(C)}{P(\overline{C})}}_{\text{konst}}}}$$

$$\text{točke}(yes \mid status = first) = \log \frac{\frac{P(yes|first)}{P(no|first)}}{\frac{P(yes)}{P(no)}}$$

19/1/20

Regresijska drevesa

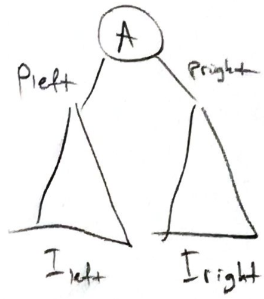
srednja kvadratna napaka v vozlišču v:

$$\boxed{MSE(v) = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^{n} (y_i - \bar{y})^2}$$

povpr.

$I_{res}(A) = p_{left} \cdot I_{left} + p_{right} \cdot I_{right}$

manj je boljše



Evklidska razdalja: (primer)

$$\boxed{T(2,3) \rightarrow d = \sqrt{(x-2)^2 + (y-3)^2}}$$

zapolniš s točkami

KNN

- enojna povezanost (single linkage)
- popolna povezanost (complete linkage)
- povprečna razdalja (average linkage)

PREISKOVANJE

d... depth ; b... branching factor

• BFS popoln, optimalen (če je optimalna najkrajša pot - cena povezav je 1)

čas: $O(b^d)$

prostor: $O(b^d)$

FIFO, ni ciklov

• DFS ni popoln, ni optimalen

čas: $O(b^{max})$

prostor: $O(bm)$ ... linearno

$b \cdot max$ ... zgornja meja

hraniš le pot (trenutno)

• IDA

popoln, optimalen

prostor: $O(bd)$ .. linearen

čas: podoben BFS (največ se dogaja na zadnjem nivoju)

$O(b^d)$

• cenovno optimalno iskanje , **dvosmerno**

$O(b^{d/2})$

Če je vozl. ciljno preveriš šele ob razvijanju

popoln, optimalen, čas in prostor: $O(b^{1 + \lfloor C^*/\varepsilon \rfloor})$

1 nivo za ugotavljanje cilja

$\frac{C^*}{\varepsilon}$ - dol. poti

Če so vse cene enake: $O(b^{1+d})$

19/1/20

Informirani preiskovalni algoritmi

hevristično p., požrešno preisk., A*, IDA*, iskanje v snopu, plezanje na hrib

- **požrešno p.** - ni popolno, ni optimalno

  $f(n) = h(n)$ $\quad O(b^m)$ ... $m \rightarrow$ največja globina drevesa

- **A*** popoln IN optimalen ČE ustreza pogoju dopustnosti = če hevristika ne precenjuje poti do cilja

  $h(n) <= h^*(n)$, $h^*(n)$... dejanska cena do vozlišča

  $O(b^{\epsilon d})$, $\underbrace{\epsilon = (h^* - h)/h^*}_{\text{napaka hevristike}}$

- **IDA*** - iterative deepening A*

  monotona ali konsistentna ocena

  redundanca - ponovno generiranje velikega števila vozlišč

  $\boxed{\text{Monotonost/kons.} \Rightarrow \text{dopustnost}}$

  monotona cenilna f.: $\boxed{f(n) <= f(n')}$

$$\begin{tikzcd} n \ f(n) \arrow[d] \\ n' \ f(n') \end{tikzcd}$$

AO*

ALI vozlišče: $\boxed{H(N) = \min_{i=1,\dots,n}(cena(N, N_i) + H(N_i))}$ rezultat je poddrevo.

IN vozlišče: $\boxed{H(N) = \sum_{i=1,\dots,n}(\underbrace{cena(N, N_i)}_{\text{cena da pridemo do sina } N_i} + \underbrace{H(N_i)}_{\text{cena v vozlišču } N_i})}$

20/1/20

Igranje iger

• MINMAX

OR – izbira poteze s strani igralca MAX. Preferira ZVIŠANJE. ($\alpha = -\infty$) — najboljša poteza

AND – predvideti je potrebno vse poteze nasprotnika MIN. Preferira ZNIŽANJE ($\beta = \infty$) — najboljša protipoteza

čas.: $O(b^m)$

• rezanje ALFA-BETA

$[\alpha, \beta] = [-\infty, \infty]$

če je nekje $\alpha \geq \beta$, lahko (preostale) sinove vozlišča porežemo

čas: $O(b^{m/2})$

planiranje

└ S KLASIČNIM PREISKOVANJEM PROSTORA STANJ

PLAN: zaporedje akcij, ki privede od zač. do konč. stanja

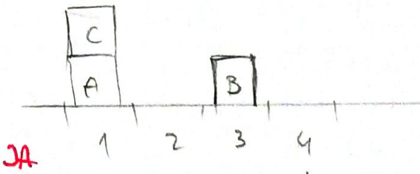
~~V~~ praksi: - logistični problemi

- robotika
- razporejanje opravil, urniki, optimizacija elementov na vezju

FORMALNI OPIS PROBLEMA:
- def. zač. in končnih stanj
- def. akcij, z njihovimi predpogoji (conditions) in učinki (effects) — add, del
- def. omejitev (constraints)

PRIMERI:
- PDDL
- STRIPS
- ADL

1. izberemo še nerešen cilj
2. izberemo akcijo, ki reši še naš nerešen cilj
3. omogoči akcijo (izpolni pogoje)
4. izvedemo akcijo
5. če $\exists$ nerešen cilj $\Rightarrow$ 1.



└ S SREDSTVI IN CILJI – SUSSMANOVA ANOMALIJA

obravnava cilje lokalno

└ Z REGRESIRANJEM CILJEV

greš v tej smeri

$G_n \xrightarrow{A_n} \ldots \xrightarrow{A_1} G_1 \xrightarrow{A_0} G_0$

S_0 zač. stanje

se pravi nobenega cilja ne smemo izbrisati prehitro

- vzvratno preiskovanje od cilja proti začetnemu stanju
- globalno planiranje (vse cilje hkrati)
- obravnavamo najbolj smiselne akcije

regresirani cilji = cilji $\cup$ predpogoji(A) − add(A), cilji $\cap$ del(A) $= \emptyset$

$G_{i+1} = G_i \cup \mathrm{cond}(A_i)_5 - \mathrm{adds}(A_i)$, $G_i \cap \mathrm{dels}(A_i) = \emptyset$

20/1/20

Planiranje in razporejanje opravil

↳ tu imamo (v praksi) časovne omejitve & resurse

- metoda kritične poti

ES →
← LS

Vsaki akciji priredimo [ES, LS]

- algoritem najmanjše časovne rezerve

bayesovske mreže

model: usmerjen aciklični graf

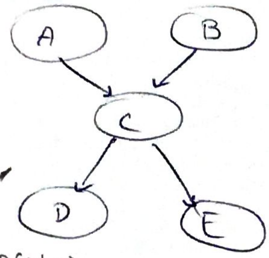
popolna verjetnostna porazdelitev: $\boxed{2^n - 1}$ verjetnosti, n ... št. vozlišč / spremenljivk

odvisna: $P(xy) = P(x) \cdot P(y|x)$ nepraktično za veliko št. spremenljivk.

neodvisna: $P(xy) = P(x) P(y)$
$(P(y|x) = P(y))$

$2^5 - 1 = 31$

Dejansko rabimo: 10 podatkov



$P(A)$, $P(B)$, $P(C|AB)$, $P(C|\bar{A}B)$, $P(C|A\bar{B})$, $P(C|\bar{A}\bar{B})$

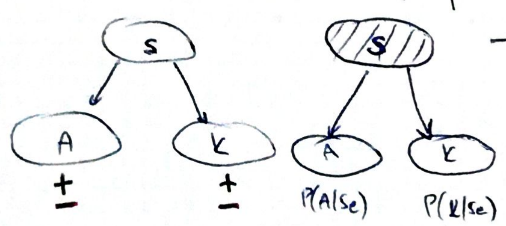
$P(D|C)$, $P(D|\bar{C})$, $P(E|C)$, $P(E|\bar{C})$

informacije k za elemente, ki so med seboj odvisni

$$\boxed{P(X_1 X_2 \dots X_n) = \prod_{i=1}^{n} P(X_i \mid \text{starši}(X_i))}$$

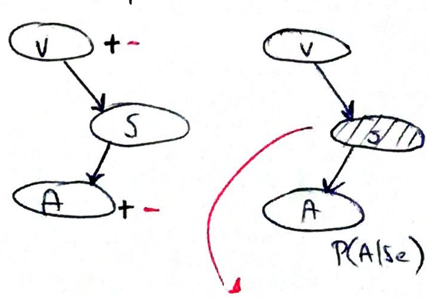
smer sklepanja:
- vzročno (od vzroka k posledicam)
- diagnostično (od posledic k vzrokom)

- DIVERGENTNO VOZLIŠČE - skupni prednik



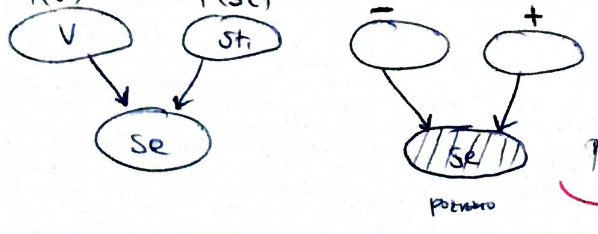
→ poznamo S, A in K postaneta neodvisna

- VERIGA



S blokira vpliv V na A

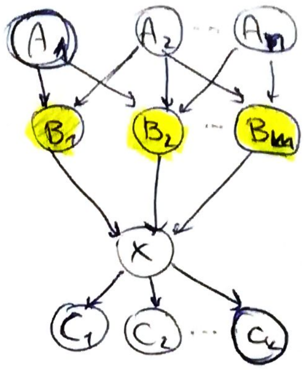
- KONVERGENTNO VOZLIŠČE - skupni naslednik



poznavanje skupnega sina ju naredi odvisna

poznamo

$P(D|ABC) = P(D|C)$



če so podani starši od vozlišča X, je X odvisen samo od svojih nenaslednikov.

$$\boxed{P(X \mid A_1 \dots A_n\, B_1 \dots B_n\, C_1 \dots C_n) = P(X \mid B_1 \dots B_n\, C_1 \dots C_n)}$$

↳ velja le, če so podani vsi starši in samo starši: $(B_1 \dots B_m)$

OVOJNICA MARKOVA

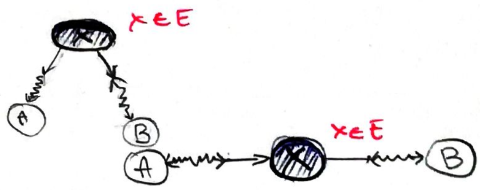
↳ če so podani starši, otroci in starši otrok, je X neodvisno od vseh ostalih.

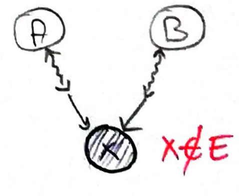
D-LOČEVANJE

↳ posplošitev določanja neodvisnih vozlišč
A in B sta neodvisni, če obstaja množica vozlišč E, ki d-loči A in B.

$$P(AB \mid E) = P(A \mid E) \cdot P(B \mid E)$$
$$P(A \mid EB) = P(A \mid E)$$

Množica E, vozlišča, ki ločujejo A in B:
~ X je divergentno vozlišče (skupni vzrok). $\boxed{X \in E}$
~ X je zaporedno vozlišče (veriga). $\boxed{X \in E}$
~ X je konvergentno vozlišče (skupna posledica) $\boxed{X \notin E}$
velja za X in vse njegove nasledn.





PRAVILA VERJ. SKLEPANJA

① verjetnost konjunkcije
$P(X_1 X_2 \mid C) = P(X_1 \mid C) \cdot P(X_2 \mid X_1 C)$

② verjetnost gotovega dogodka
$P(X \mid \dots X \dots) = 1$

③ verjetnost nemogočega dogodka
$P(X \mid \dots \bar{X} \dots) = 0$

④ verjetnost negacije
$P(\bar{X} \mid C) = 1 - P(X \mid C)$

⑤ Če pogoj vključuje naslednika Y (vzvratno sklepanje)
Y je naslednik od X

$P(X \mid YC) = P(X \mid C) \cdot \frac{P(Y \mid XC)}{P(Y \mid C)}$ } posplošena Bayesova formula

⑥ Če pogoj C ne vključuje naslednika od X:
a) če X nima staršev: $P(X \mid C) = P(X)$
b) če X ima starše P:

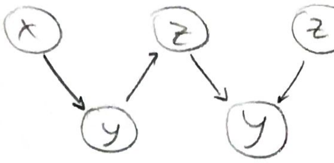
$$P(X \mid C) = \sum P(X \mid S) \cdot P(S \mid C)$$
S ∈ stanja staršev (X)

EKVIVALENCA BAYESOVSKIH MREŽ

2 mreži sta ekvivalentni, če je z verjetnostmi ene mreže možno izraziti vse verjetnosti druge, tako da mreži še vedno izražata iste odvisnosti

I-EKVIVALENCA MREŽ

- če imata enako strukturo (ob ignoriranju usmerjenosti povezav)
- če imata ista konvergentna vozlišča



$\approx$