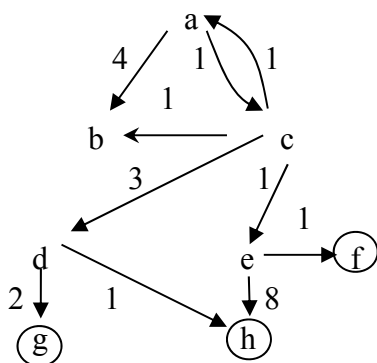


**Navodila:**

Čas: 70 min. Uporaba literature, zapiskov in elektronskih naprav (razen ure) ni dovoljena.

Točkovanje: vse naloge so enakovredne. Ustni izpit v torek, 10.2.2015, ob 10h. Ogledi pisnih izpitov v ponedeljek, 9.2.2015, ob 12h.

**1. Dan je spodnji prostor stanj**



Naj bo **a** začetno vozlišče preiskovanja. **f**, **g** in **h** so ciljna vozlišča. Algoritmi preiskovanja naj generirajo naslednike vozlišč po abecednem vrstnem redu. Npr. vrstni red naslednikov vozlišča **c** je: **a**, **b**, **d**, **e**.

Vsi preiskovalni algoritmi naj razpoznavajo cikle in generirano vozlišče, ki sklene cikel, takoj zavržejo. Vendar pa obravnavajo graf kot drevo. Torej, če pridejo do kakega vozlišča **N** po različnih poteh, naredijo kopijo **N'** vozlišča **N** in obravnavajo **N'**, kot da bi bilo novo vozlišče. Če imata dve vozlišči enako **f**-oceno, se najprej razvije tisto vozlišče, ki je bilo prej generirano.

Hevristične ocene **h** vozlišč so dane takole:

X	a	b	c	d	e	f	g	h
$h(X)$	1	4	1	2	7	0	0	0

- (a) Katero rešitveno pot vrne iskanje v globino? ? Zapiši vrstni red, v katerem to iskanje generira vozlišča, preden najde rešitev.

Gen: a,b,c,(a),b,d,e,g,h

Rešitev: a,c,d,g

- (b) Katero rešitveno pot vrne iskanje v širino? Zapiši vrstni red, v katerem to iskanje generira vozlišča, preden najde rešitev.

Gen: a,b,c,(a),b,d,e,g,h,f,h

Rešitev: a,c,d,g

- (c) Katero rešitveno pot vrne iterativno poglobljanje? Zapiši vrstni red, v katerem to iskanje generira vozlišča, preden najde rešitev (štejemo tudi ponovno generirana vozlišča).

Gen: a;a.b.c;a,b,c,(a),b,d,e;a,b,c,(a),b,d,e,g,h

Rešitev: a,c,d,g

- (d) Katero rešitveno pot vrne algoritem A\*? V kakšnem vrstnem redu A\* razvija vozlišča, preden najde rešitev?

Razvija: a,c,b,d,h

Rešitev: a,c,d,h

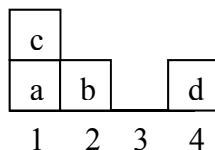
- (e) Ali je ocenitvena funkcija za gornji prostor stanj monotona? Na kratko utemelji odgovor.

Ne, ker  $f(e) > f(f)$ .

- (f) Koliko hevrističnih ocen moramo spremeniti, da bo A\* našel optimalno rešitev? Poišči rešitev z najmanj spremembami. Katere so te spremembe?

nova vrednost:  $h(e) \leq 3$

2. Dana je domena planiranja v svetu kock. Domena vsebuje štiri kocke a, b, c in d ter štiri lokacije 1, 2, 3, in 4 na mizi. Možno stanje v tej domeni je:



Stanja so opisana s predikatoma:

**c(X)**, kar pomeni, da je kocka ali lokacija X prosta (nima ničesar na sebi)

**on(Y, Z)**, kar pomeni, da je kocka Y na kocki ali lokaciji Z

Gornje stanje je definirano z: [ **c(c)**, **c(b)**, **c(3)**, **c(d)**, **on(a,1)**, **on(b,2)**, **on(c,a)**, **on(d,4)** ]

Definirana je akcijska shema **move(Block, From, To)**, kot običajno takole:

PREDPOGOJ: [ **clear(Block)**, **clear(To)**, **on(Block, From)** ]

ob omejitvah, da je **Block** kocka, **From** in **To** pa je kocka ali lokacija, ter **From**  $\neq$  **To** in **To**  $\neq$  **Block**

POZITIVNI UČINKI: [ **on(Block,To)**, **clear(From)** ]

NEGATIVNI UČINKI: [ **on(Block,From)**, **clear(To)** ]

- (a) Kakšno je novo stanje po uporabi akcije **move(c,a,d)**?

[**c(a)**,**c(b)**,**c(c)**,**c(3)**,**on(a,1)**,**on(b,2)**,**on(d,4)**,**on(c,d)**]

- (b) Kaj je rezultat RG regresiranja ciljev [ **on(a,b)**, **on(b,c)**, **on(c,4)** ] skozi akcijo **move(b,d,c)**?

[**on(a,b)**,**on(c,4)**,**c(b)**,**c(c)**,**on(b,d)**] (nemogoči cilji, **on(a,b)** in **c(b)** hkrati!)

- (c) Podaj množico vseh alternativnih akcij, ki jih bo planer upošteval pri regresiranju množice ciljev [ **on(a,b), on(b,c)** ].

$\text{move}(a,X,b); X=\{c,d,1,2,3,4\}$

$\text{move}(b,X,c); X=\{a,d,1,2,3,4\}$

- (d) Definiraj akcijsko shemo **moveAll(Block, From, To)**, ki premakne kocko **Block** skupaj z vsemi kockami, ki so na njej. Gre torej za premikanje celotnega stolpa.

$\text{moveAll}(\text{Block}, \text{From}, \text{To})$

conds:  $\text{on}(\text{Block}, \text{From}), c(\text{To})$

adds:  $\text{on}(\text{Block}, \text{To}), c(\text{From})$

dels:  $\text{on}(\text{Block}, \text{From}), c(\text{To})$

3. Imamo enostaven problem učenja s tremi atributi A, B in C, ter dvema razredoma 0 in 1. Atributa A in B sta binarna (vrednosti "y" in "n"), C ima več vrednosti. Učni primeri so dani v spodnji tabeli:

A	B	C	Razred
y	y	a	1
y	y	b	0
n	n	c	1
n	y	d	0
y	n	e	1
y	n	f	1
n	y	g	0
y	y	h	0

- (a) Brez računanja ugotovi, kateri atribut bo algoritem učenja odločitvenih dreves izbral za koren drevesa po kriteriju *informacijskega dobitka* (na kratko utemelji, kako lahko pridemo do odgovora brez računanja).

Izbral bo C, saj so vse porazdelitve v listih čiste. Residualna informacija je torej 0 in zato  $\text{InfoGain}(C) = 1$

- (b) Kaj se zgodi, če izberemo najboljši atribut po kriteriju *relativnega informacijskega dobitka*? (na kratko utemelji, kako lahko pridemo do odgovora brez računanja).

Izbral bo B, ker je  $\text{InfoGain}(B)$  le malo manjši od  $\text{InfoGain}(C)$ , vendar pri relativnem informacijskem dobitku delimo  $\text{InfoGain}$  z  $\text{Info}(\text{atribut})$ , ki pa je v primer C:  $\text{Info}(C) = 3$ . Torej:

$$\text{InfoGain}(B) / \text{Info}(B) > \text{InfoGain}(C) / \text{Info}(C)$$

- (c) Koliko je vrednost G Ginijevega indeksa za celotno množico vseh osmih učnih primerov. Koliko je Ginijev dobitok  $\text{GiniGain}(A)$  atributa A? Pusti rezultate v obliki ulomka.

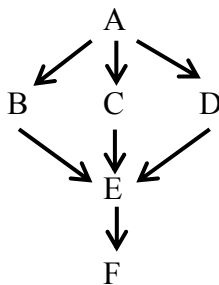
$$\text{Gini} = \frac{1}{2}$$

$$\text{GiniGain}(A) = \frac{1}{30}$$

- (d) Vzemimo odločitveno drevo za gornje podatke, ki vsebuje le atribut C (torej drevo ima koren C ter ustrezno število listov). Ocenite klasifikacijsko točnost z relativno frekvenco. Ali se vam zdi ta ocena dobra? Pojasnite vaš odgovor.

Ocenjena točnost = 1. Ocena je slaba, saj atribut C zelo slabo posplošuje. Pojavi se preveliko prilagajanje.

4. Naj bo dana spodnja bayesovska mreža:



- (a) Zapiši število pogojnih verjetnosti, ki jih zahteva ta struktura? Koliko vrednosti bi morali podati, če bi hoteli definirati popolno verjetnostno porazdelitev?

V mreži: 17

Vseh:  $2^6 - 1 = 63$

- (b) Zapiši vse množice, ki določujejo vozlišči B in D.

$\{A\}$  in  $\{A, C\}$

- (c) Zapiši formulo v simbolični obliki za izračun verjetnosti  $p(B \& D)$  iz podatkov danih v mreži:

$$p(B \& D) = \dots$$

$$p(B \& D) = p(B) * p(D|B)$$

$$p(B) = p(B|A) * p(A) + p(B|\sim A) * p(\sim A)$$

$$p(D|B) = p(D|A) * p(A|B) + p(D|\sim A) * p(\sim A|B)$$

$$p(A|B) = p(A) * p(B|A) / p(B)$$

Krajša rešitev:

$$p(B \& D) = p(B \& D|A) * p(A) + p(B \& D|\sim A) * p(\sim A)$$

$$p(B \& D|A) = p(B|A) * p(D|A) \text{ (vemo zaradi d-ločevanja)}$$

- (c) Zapiši formulo za izračun verjetnosti  $P(A|B\&D)$ .

$$p(A|B\&D) = p(A) * P(B\&D|A) / P(B\&D) \text{ (vse izračunano pri prejšnji nalogi)}$$