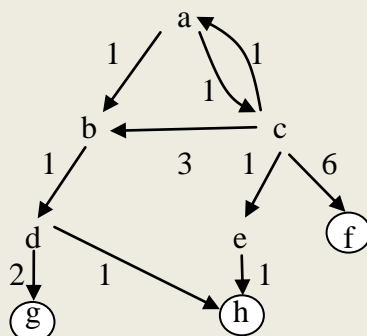


Navodila:

Čas: 70 min. Uporaba literature in zapiskov ni dovoljena.

Vse naloge so enakovredne.

1. Dan je spodnji prostor stanj



Naj bo c 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, e, f.

Vsi presikovalni 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	3	1	1	6	0	0	0

(a) Katero rešitveno pot vrne algoritem preiskovanja v globino?

ODG: c,a,b,d,g

(b) Katero rešitveno pot vrne algoritem preiskovanja v širino?

ODG: c,f

(c) Katero rešitveno pot vrne algoritem A*?

ODG: c,a,b,d,h

(d) V kakšnem vrstnem redu A* razvija vozlišča (pazi: *razvija*, ne *generira*)? Upoštevaj tudi razvijanje morebitnih kopij vozlišč, do katerih je prišel po različnih acikličnih poteh.

ODG: c,a,b',d,(h)

(e) Katero rešitveno pot vrne algoritem IDA*?

ODG: c,a,b,d,g

(f) Kako se spreminja zgornja meja f-limit za oceno f med izvajanjem algoritma? Za vsako mejo podaj vrstni red vozlišč, ki jih pri tej meji generira IDA*.

ODG:

f-limit Vozlišča

0 c

1 c,a,b,d,e,f

2 c,a,b,b',d,e,f

5 c,a,b,d,g Zdaj vrne to suboptimalno pot.

2.

(a) Napiši formule za izračun vzratne hevristične ocene $H(N)$ vozlišča N v AND/OR drevesu za tri primere: ko je (1) N list drevesa iskanja, (2) N je OR vozlišče, ki ima že generirane disjunktivno povezane naslednike), (3) ko je N AND vozlišče, ki ima že generirane konjunktivno povezane naslednike.

ODG: (1) $H(N) = h(N)$

(2) $H(N) = \min(c(N, N_i) + H(N_i))$

(3) $H(N) = \text{SUM} (c(N, N_i) + H(N_i))$

(b) V ekspertnih sistemih je znanje pogosto predstavljeno s pravili oblike if-then. Pojasni, kaj v takih sistemih pomenita vprašanji tipa "Kako?" in "Zakaj?". Na kakšen način sistem generira odgovore na ti dve vprašanji uporabnika (angl. "How explanation" in "Why explanation")?

ODG:

Kako si dobil ta rezultat?

Zakaj potrebuješ ta podatek?

Kako: dokazno drevo za uporabnikovo vprašanja.

Zakaj: Pot, tj. veriga pravil, od zahtevanega podatka do začetnega vprašanja.

(c) Naj bo RG rezultat regresiranja ciljev G skozi akcijo A . RG je potrební pogoj za kaj?

ODG:

Če so v kateremkoli stanju sveta resnični cilji RG, potem so po akciji A resnični cilji G .

(d) Naj bo RG rezultat regresiranja ciljev G skozi akcijo A . Kaj mora veljati, da je $RG \cup \{g\}$ rezultat regresiranja ciljev $G \cup \{g\}$ skozi akcijo A ? (Tu "U" pomeni unija množic).

ODG:

g ni v množici $\text{Adds}(A)$ niti v $\text{Dels}(A)$.

(e) Kaj v strojnem učenju pomeni izraz »pristranskost« (angl. bias)? Navedi dve vrsti pristranskosti in ju na kratko razloži.

ODG:

To je kriterij, po katerem algoritem izbira med hipotezami.

Jezikovna pristranskost definira, katere hipoteze je možno izraziti z opisnim jezikom in katerih ne (te so zato že vnaprej izločene). *Preferenčna pristranskost* je kriterij, ki odloča med izrazljivimi hipotezami, npr. najkrajša, najbolj specifična, ...

3. Imamo enostaven problem učenja s tremi binarnimi atributi A , B in C , ter dvema razredoma 0 in 1. Vsi trije atributi imajo možni vrednosti "y" in "n". Učni primeri so dani v spodnji tabeli:

A	B	C	Razred
y	y	y	1
y	y	n	0
n	n	y	1
n	y	n	0
y	n	y	1
y	n	n	1
n	y	y	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).

ODG: B, ki ima v vejah naslednje ugodne razporeditve razredov: yes: {1,0,0,0}, in no: {1,1,1}

(b) Kaj se zgodi, če izberemo najboljši atribut po kriteriju *relativnega informacijskega dobitka*? Brez računanja ugotovi, kateri atribut bo izbran zdaj? Pojasni odgovor z referenco na odg. (a).

ODG: Spet B, ker imajo vsi atributi enako infoirmacijo na vrednost

(c) Koliko je vrednost G Ginijevega indeksa za celotno množico vseh sedmih učnih primerov. Koliko je Ginijev dobitok GiniGain(A) atributa A? Pusti rezultate v obliki ulomka.

ODG: $GINI = 1 - \sum P_i^2 = 1 - (4/7) ** 2 - (3/7) ** 2 = 24/49 = 0.49$

$GINI_GAIN(A) = GINI - GINI_res(A) = 24/49 - 24/56 - 12/63$

$GINI_res(A) = 4/7 * 3/8 + 3/7 * 4/9$

(d) Vzemimo odločitveno drevo za gornje podatke, ki vsebuje le atribut C (torej drevo ima koren C ter dva lista). Oцени klasifikacijsko napako tega drevesa z uporabo m-ocene verjetnosti. Izberi m=7, apriorne verjetnosti pa naj bodo ocenjene z relativnimi frekvencami na celotni učni množici.

4. V bayesovski mreži naj bodo vozlišča (dogodki): A, B, C, D, E in F. A, B in C so roditelji vozlišča D; C je tudi roditelj vozlišča E; D je roditelj vozlišča F. Drugih povezav ni. Nariši ta graf. Kako lahko z upoštevanjem te strukture maksimalno poenostavimo pogojni del v pogojnih verjetnostih:

(a) $p(F | \sim A \wedge B \wedge C \wedge D \wedge E) = p(F | \dots?)$

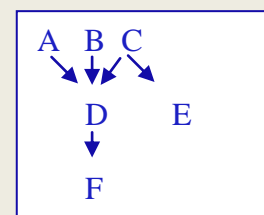
ODG: $= p(F | D)$

(b) $p(B | \sim A \wedge C \wedge D) = \dots ?$

ODG: $= p(B | \sim A \wedge C \wedge D)$

(c) $p(E | A \wedge D \wedge F) = \dots ?$

ODG: $= p(E | AD)$



(d) Izrazi pogojno verjetnost $p(F | A B C)$ z verjetnostmi, ki so po definiciji podane v tem bayesovskem grafu.

ODG: $p(F|ABC) = p(F|D) * p(D|ABC) + p(F|\sim D)*P(\sim D|ABC) =$
 $= p(F|D) * p(D|ABC) + p(F|\sim D)*(1-P(D|ABC))$

(e) Zapiši vse najmanjše množice z največ dvema elementoma, ki d-ločujejo vozlišči A in E. Najmanjše množice so take, ki ne vsebujejo nobene množice, ki tudi d-ločuje A in E.