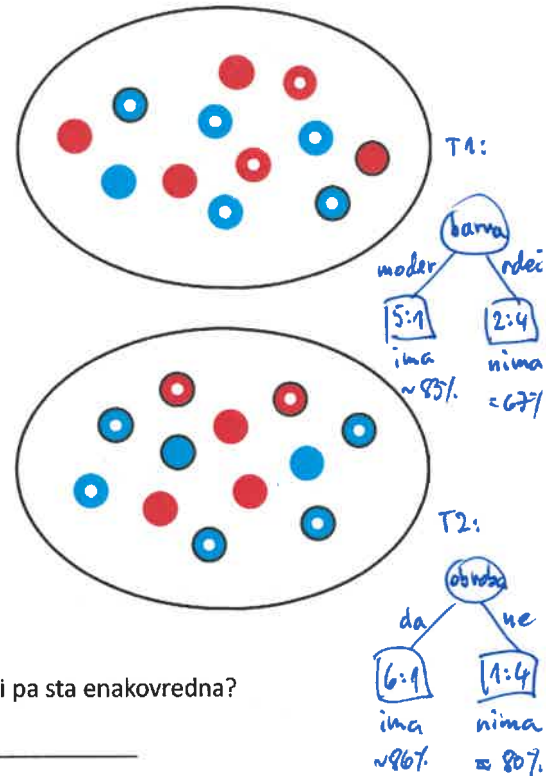


Odgovarjajte kratko in jedrnato, točno na zastavljena vprašanja. Vse odgovore pišite na črto pod vprašanji in izključno na ta list, ki ga edinega oddate na koncu! Elektronske naprave niso dovoljene. Čas pisanja: 75 minut.

(1)

Imamo dvorazreden problem, kjer nam na sliki razred predstavlja luknja (ima/nima). Vsi primeri so opisani z dvema binarnima atributoma, prvi atribut je »obroba« (da/ne) in drugi je »barva« (rdeč/moder). Problem rešujemo z naključnim gozdom, ki pa ga moramo najprej zgraditi. Pri tem bo gozd majhen, sestavljen le iz dveh klasifikacijskih dreves, uporabljal pa bo gini prispevek kot mero nečistoče. Naključno izbrani učni množici za učenje teh dveh dreves sta prikazani na sliki. Drevesa »porežemo« tako, da omejimo njihovo največjo globino in sicer na globino največ ena (torej le ena delitev, angl. *split*).



(a) V kateri razred uvrsti zgrajen naključni gozd moder primer brez obrobe, če deluje verjetnostno?

Ima luknjo.

(b) Kakšno verjetnost, da ima luknjo pripiše naključni gozd, ki spet deluje verjetnostno, rdečemu primeru brez obrobe?

T1: 33%, T2: 20%; verjetnost: ~26,5%

(c) Kateri atribut (obroba, barva) bi naključni gozd označil kot najpomembnejši? Ali pa sta enakovredna?

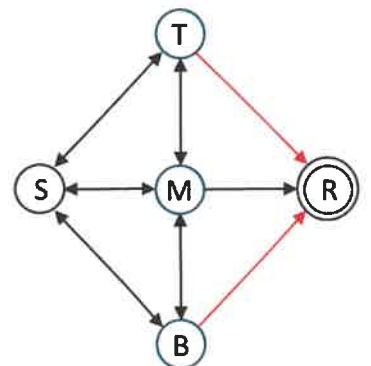
Atribut obroba.

(d) Kakšna je klasifikacijska točnost na učnih podatkih za prvo (zgornja slika) od dveh dreves v naključnem gozdu?

Napobe napore 3 primere od 12, klasifikacijske točnost je 9/12 = 75%.

(2)

Na sliki je podana domena v kateri agenta učimo s pomočjo spodbujevanega učenja. Vse povezave (puščice) med stanji so deterministične; izjemi sta označeni z rdečo puščico, kjer je le 25% verjetnost, da gre agent resnično desno (sledi puščici), v preostalih 75% pa se ne zgodi nič (ostane v istem stanju)! Stanje »R« je končno (»igra« se konča), v tem stanju prejme agent nagrado kot je podano pri vprašanjih spodaj. Puščice predstavljajo možne akcije agenta v danem stanju.



Pri spodnjih vprašanjih podajte naučene strategije tako, da za vsako nekončno stanje (S, T, M in B) navedete v katero stanje se agent želi premakniti (pri nedeterminističnih povezavah seveda ni nujno, da mu to tudi uspe).

(a) Katere strategije se bo naučil agent, če v »R« dobi nagrado +1, ob vsakem prehodu pa dobi še kazen -0,01?

S: v M; M: v R; T in B: v M.

(b) Katere strategije pa se bo naučil, če ob vsakem prehodu dobi nagrado +0,5?

S: vseeno; T, M in B: samo ne v R.

(c) Katere strategije se bo naučil agent, če tokrat v »R« dobi kazen -1, ter ob vsakem prehodu še kazen -0,01?

S: v M; M: v R; T in B: v M.

(3)

Na desni sliki so podani primeri, urejeni po *napovedani* verjetnosti za **moder** razred. Za model, ki je podal te napovedi izračunajte:

(a) Klasifikacijsko točnost (razreda sta dva), če je meja za napoved 50%.

$4/15$ napovede **moder**, $CA = 11/15 = 73\%$

(b) Natančnost in priklic, ampak ob meji 75% (za napoved »modro«).

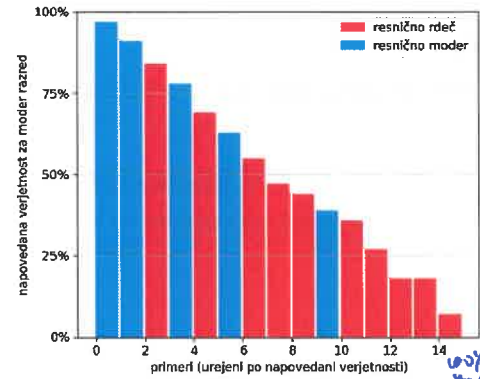
natančnost: $3/4 = 75\%$; priklic: $3/5 = 60\%$.

(c) Kakšna je vrednost AUROC, torej ploščine pod ROC krivuljo?

84%

(d) Želimo optimizirati priklic za napoved »modro« in izbiramo med mejami 75%, 50% in 25%. Katero mejo izberemo?

Mejo 25%.



(4)

Na sliki je podan prostor stanj. Začetno vozlišče je a. Nasledniki nekega vozlišča se *vedno* generirajo po abecednem vrstnem redu. Opazimo lahko, da je problem nerešljiv, a tega preiskovalni algoritmi na začetku seveda ne vedo.

(a) Kakšen je vrstni red razvitih vozlišč pri preiskovanju v globino?

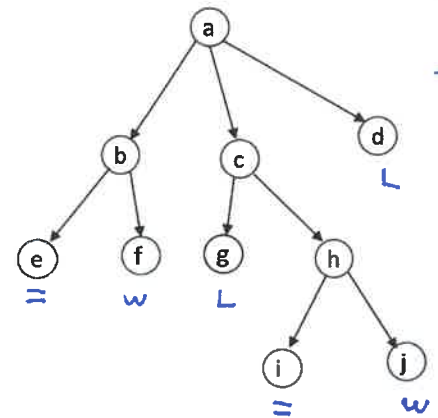
abefcg hijd

(b) Kakšen je vrstni red razvitih vozlišč pri preiskovanju v širino?

abcdefghij

(c) Kolikokrat razvije vozlišče a iterativno poglobljanje?

4x



(d) Recimo, da so cene vseh povezav 1 in da imamo zelo slabo hevristično funkcijo, ki vsa vozlišča oceni z 0, razen vozlišča h, ki ga oceni z 10. V kakšnem vrstnem redu razvije vozlišča A*? (Če sta dva ali več enakovrednih kandidatov, razvije najprej tistega, ki je bil prej generiran.)

abcdefghij

(e) Je hevristična funkcija, podana v nalogi (d) dopustna (angl. admissible)? Obrazložite odgovor.

Da.

(f) Neodvisno od problema na sliki, če algoritem *planiranja* uporablja algoritem IDA*, kakšna je pri preiskovanju njegova *prostorska* zahtevnost?

$O(b \cdot d)$.

(5)

Sedaj pa slika pri nalogi (4) predstavlja drevo igre za dva igralca s popolno informacijo. Igralca poteze izvajata izmenično, v vozlišču a je na potezi prvi igralec. Po pravilih igre, v vozliščih f in j zmaga prvi igralec, v vozliščih e in i je igra neodločena (ne zmaga nihče), v vozliščih d in g pa zmaga drugi igralec.

(a) Katero potezo izbere kot najboljšo algoritem minimax za prvega igralca, tisto, ki vodi v vozlišče b, c ali d? Kakšen bo v tem primeru rezultat igre, če oba igralca vodi minimax?

V vozlišče B, rezultat bo neodločen (=).

(b) Sedaj na tem drevesu igre uporabimo algoritem minimax z alfa-beta rezanjem. Kolikšen je v tem primeru prihranek n v številu pregledanih vozlišč v primerjavi z algoritmom minimax brez rezanja?

Prihranek pregledanih vozlišč: h, i, j.