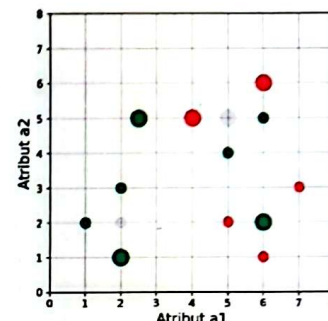


Odgovarjajte kratko in jedrnat, točno na zastavljena vprašanja. Vse odgovore pišite na črto pod vprašanji in **izključno na ta list**, ki ga edinega oddate na koncu! Čas pisanja: 45 minut.

(1)

Na sliki je podanih 12 primerov, ki so opisani s tremi atributi, **a1**, **a2** in **velikost**, barva pa označuje njihov razred. Velikost je lahko mala ali velika (velik ali mali krog). Siva krogca na koordinatah (2,2) in (5,5) predstavljata dva nova primera, ki ju boste kasneje klasificirali.



(a) Napovejte razred za oba neznan primer (siva krogca) s pomočjo algoritma kNN. Pri tem je $k = 3$, uporabite pa evklidsko razdaljo in navadno glasovanje. Pri tem sta numerični vrednosti za atribut velikost: mala = 0, velika = 1.

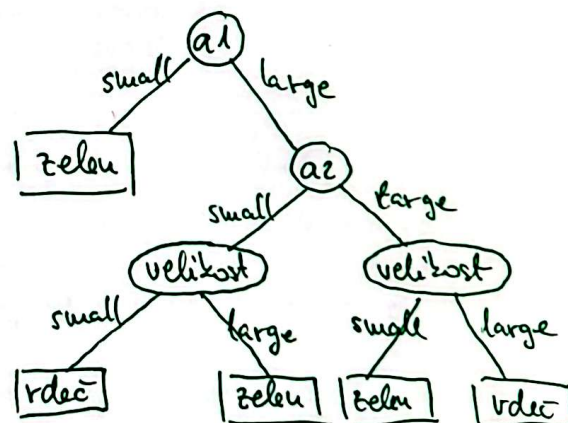
(1) (2,2,mala): zelen (5,5,velika): rdeč

(b) Za oceno kvalitete napovedi algoritma kNN (sedaj s $k = 1$ in evklidsko razdaljo) uporabite metodo izpusti enega (leave-one-out). Pri tem se zgodi, da se primer (7,3,mala) označi za rdečega. Kakšna je tako ocenjena klasifikacijska točnost? Kaj pa priklic za zeleni razred?

(1) klasifikacijska točnost: $8/12 = 67\%$ priklic (zelen): 5/7

Sedaj pa atributa **a1** in **a2** diskretiziramo v samo dve vrednosti, pri obeh je meja 3,5 (siva črtkana črta na sliki zgoraj): manj od meje pomeni vrednost *nizko*, več pa *visoko*. Tako imajo sedaj vsi trije atributi le po dve vrednosti.

(1) (c) Z uporabo tako diskretiziranih učnih podatkov zgradite in narišite odločitveno drevo. Pri tem lahko uporabite poljubno mero nečistoče, vse pa lahko približno ocenite (ne potrebujete natančnega izračuna). V pomoč: delitev na podmnožici [3,1] in [2,2] je nekoliko čistejša od delitve na [2,1] in [3,2].



(d) Kako odločitveno drevo klasificira oba neznan primer?

(1) (2,2,mala): zelen (5,5,velika): rdeč

(e) Nazadnje zgornje diskretizirane podatke uporabimo še za klasifikacijo s pomočjo Naivnega Bayesa (NB). Pri tem ne rabite zgraditi celotnega modela, le toliko kolikor je potrebno za klasifikacijo (če je možna) naslednjih dveh primerov. Za prvi primer vemo le, da je vrednost atributa **a1** visoka. Za drugi primer pa sploh ne vemo nič!

(1) (visoka,?): rdeč (?,?,?): zelen

(2)

Pridobili smo podatke devetih zaporednih meritev. Vrednosti, ki smo jih dobili so: {4, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 17, 18}. Z uporabo gručenja k-means želimo nad podatki zgraditi gruče. Začetna centroida sta postavljena na $C1=2$ in $C2=20$.

a) Navedi v katero gručo spadajo posamezne točke v prvi iteraciji gručenja:

(1) $C1$: 4, 6, 7, 8, 10 $C2$: 12, 13, 17, 18

b) Navedi vrednosti centroidov $C1$ in $C2$ po prvi iteraciji:

(1) $C1$: 7 $C2$: 15

(3)

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

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

① $\frac{8}{12} = 67\%$

(b) Natančnost in mero F1, spet ob meji 50% (za napoved »modro«).

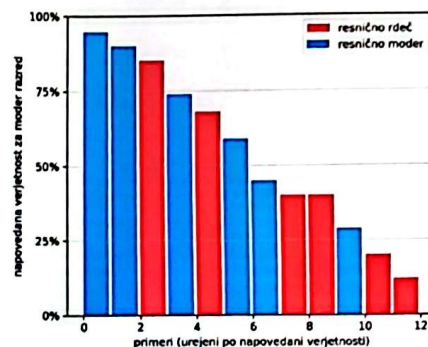
① $\text{natančnost: } \frac{4}{6} = 67\% \quad F1 = 67\%$

(c) V kateri točki koordinatnega sistema (x,y) smo, ko narišemo prvih pet primerov na ROC krivuljo? Koordinati x in y izrazite v odstotkih!

① $x = 33\%, y = 50\%$

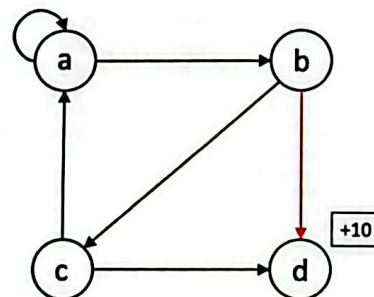
(d) Naključno izberemo dva primera, enega iz **rdečega** in enega iz **modrega** razreda. Kakšna je verjetnost, da ju naš model, ko napoveduje v **moder** razred, pravilno razvrsti (torej, da večjo verjetno za moder razred tistemu, ki je resnično moder)?

① $AUROC = \frac{27}{36} = \frac{3}{4} = 75\%$



(4)

Na sliki je podan preprost svet, ki se ga naš agent uči s pomočjo spodbujevanega učenja (reinforcement learning). Stanja so označena s črkami a-d, možne akcije v stanjih predstavljajo puščice. Tako je npr. v stanju a možno izbrati akcije »ostani v a« ali »pojdi v b«. Stanje d je končno, tam agent dobi nagrado +10 točk. Vse akcije so deterministične, edina izjema je označena z rdečo puščico. Tukaj se v tretjini primerov res zgodi akcija »pojdi v d«, v preostalih primerih pa se preprosto ne zgodi nič. Pri spodnjih vprašanjih konkretno napišite kako bi agent ravnal v stanjih a, b in c.



(a) Katere (optimalne) strategije se nauči naš agent, če ob vsaki akciji dobi še nagrado -1, tudi ob prehodih v končno stanje in tudi, če se po akciji ne zgodi nič?

① $a: \text{pojdi v } b; b: \text{pojdi v } c; c: \text{pojdi v } d$

(b) Kaj pa, če ob akciji »ostani v a« (krožna povezava na sliki) dobi nagrado +1, pri vseh ostalih pa tako kot pri nalogi (a) nagrado -1?

① $a: \text{ostani v } a; b: \text{pojdi v } c; c: \text{pojdi v } a$

Sedaj pa algoritem spodbujevanega učenja učimo preko neposredne ocene koristnosti (angl. direct utility estimation; DUE). Veljajo pravila (nagrade) iz naloge (b). Zapis (angl. log) dveh poskusov v tem svetu je naslednji: [a -> a -> a -> b -> b -> d] in [a -> b -> c -> a -> b -> d]. Upoštevajte še, da se iz istih podatkov nauči tudi približne ocene verjetnosti prehodov.

(c) Kakšne so verjetnosti za prehode v stanju b ob izbiri akcije »pojdi v d«, torej $P(s'|b, \text{»pojdi v d«})$?

① $P(b|b \rightarrow d) = 33\%; P(d|b \rightarrow d) = 67\%$

(d) Kakšne strategije se na podlagi tega nauči naš algoritem?

① $a: \text{ostani v } a; b: \text{pojdi v } d; c: \text{pojdi v } d$