

Uvod v računalniški vid in razpoznavanje vzorcev

500t

1. pisni izpit (on-line)

Natančno preberite besedila nalog in odgovorite na zastavljena vprašanja. V primeru nejasnosti se v privatnem klepetu v okolju MS Teams posvetujte s prof. Božidarjem Potočnikom. Vsakršno drugo sodelovanje ali komuniciranje (npr. med študenti ali v javnih klepetih v ekipi za vaje in predavanja ali kakršnikoli drugi načini komuniciranja) je v času preverjanja znanja strogo prepovedano in lahko pomeni sankcije ter da vam izpita ne ocenimo!

Dodatna navodila za reševanje nalog. Vrstice in stolpce štejemo z 0. Levi zgornji piksel je torej (0, 0). Prva številka v pikslu (4, 5) pomeni številko vrstice (4), druga pa številko stolpca (5). Smer x pomeni, da se pomikamo po stolpcu (tj. spreminjamo številko vrstice, številka stolpca ostane ista), smer y pa, da se pomikamo po vrstici (tj. spreminjamo številko stolpca, številka vrstice ostane ista). Rezultate zaokrožujemo glede na 0,5.

1. Digitalno sliko tvorimo s pomočjo 8-bitnega A/D pretvornika. Vse napetosti višje od 2 V se porežejo. V katero sivino se pretvori napetost 1,1 V (rezultat zaokrožite)? Označite pravilno trditev!

a) 145 b) 214 c) 140 d) 32 e) 47 f) 85

2. Naj bodo notranji parametri kamere naslednji: $f = 20$ mm, $k=l=100$ pikslov/m, $\theta=88$ stopinj, $u_0 = 800$ in $v_0 = 600$. V kateri piksel se preslika točka $P = [432, 234, 678]$ (vrednosti so v cm). Rezultat zaokrožite. Označite pravilno trditev!

a) (801, 601) b) (543248, 407268) c) (1390057, 875085)
d) (1258, 943) e) (5940, 3740) f) Nič od naštetega

3. Geometrijsko kalibrirajmo kamero z linearnim postopkom kalibriranja. Imejmo korespondenčni par (P_i, p_i) , kjer je $P_i = [58, 245, 89]$ in $p_i = [115, 140]$. Kakšna je pripadajoča liha vrstica v matriki P za ta korespondenčni par? Označite pravilno trditev!

a) Nič od naštetega b) 0, 0, 0, 0, 58, 245, 89, 1, -8120, -34300, -12460, -140 c) 58, 245, 89, 1, 0, 0, 0, 0, -48, -201, -73, -1
d) 0, 0, 0, 58, 245, 89, -71, -298, -108 e) 58, 245, 89, 1, 0, 0, 0, 0, -6670, -28175, -10235, -115 f) 58, 245, 89, 1, 0, 0, 0, 0, -71, -298, -108, -1

4. Imejmo spodaj prikazano 3-bitno sliko I . Kontrast spreminjamo s postopkom izenačitve histograma. V katero sivino se preslika sivina 1, če je $Q=255$? Rezultat zaokrožite. Označite pravilno trditev!

$$I = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 3 & 6 \\ 6 & 2 & 1 & 4 \\ 2 & 0 & 2 & 7 \\ 4 & 5 & 6 & 1 \\ 1 & 5 & 0 & 3 \end{bmatrix}$$

a) 242 b) 0 c) 77 d) 204 e) 26 f) 115

5. Imejmo spodaj prikazano sliko I . Sliko filtrirajmo z medianim filtrom velikosti 3×3 . Kolikšno vrednost ima po filtriranju piksel (3, 1)? Označite pravilno trditev!

$$I = \begin{bmatrix} 27 & 222 & 110 & 35 \\ 245 & 22 & 232 & 222 \\ 1 & 102 & 46 & 148 \\ 198 & 66 & 67 & 140 \\ 208 & 204 & 37 & 37 \end{bmatrix}$$

a) 46 b) Nič od naštetega c) 27
d) 67 e) 67 f) 148



6. Imejmo spodaj prikazano sliko I. Sliko filtrirajmo z nizkim sitom velikosti 3x3. Kolikšno vrednost ima po filtriranju piksel (3, 2)? Označite pravilno trditev! 1odg/20t

$$I = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 27 & 222 & 110 & 35 \\ \hline 245 & 22 & 232 & 222 \\ \hline 1 & 102 & 46 & 148 \\ \hline 198 & 66 & 67 & 140 \\ \hline 208 & 204 & 37 & 37 \\ \hline \end{array}$$

- a) 88 b) Nič od naštetega c) 109
d) 87 e) 61 f) 57

7. Imejmo spodaj prikazano sliko I. V tej sliki želimo določiti "prave" robne piksele. Gradiente računamo s pomočjo Sobelovega operatorja, pri čemer uporabimo eksaktno formulo. Odločitev o tem, ali je piksel "pravi" robni piksel, sprejememo na osnovi praga za gradient (>500). Ali je piksel (2, 2) "pravi" robni piksel? Označite pravilno trditev! 1odg/20t

$$I = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 27 & 222 & 110 & 35 \\ \hline 245 & 22 & 232 & 222 \\ \hline 1 & 102 & 46 & 148 \\ \hline 198 & 66 & 67 & 140 \\ \hline 208 & 204 & 37 & 37 \\ \hline \end{array}$$

- a) Odgovora ni mogoče podati b) Ne c) Da

8. Imejmo spodaj prikazano sliko I. Na tej sliki izvedemo enopragovno operacijo s pragom $T=100$. Regije v sliki nato labeliramo (od levega zgornjega piksla, najprej desno do konca vrstice in nato navzdol), pri čemer upoštevamo 8-sosedstvo. Kakšno vrednost ima piksel (3, 0)? Označite pravilno trditev! 1odg/20t

$$I = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 218 & 19 & 106 & 125 \\ \hline 159 & 61 & 13 & 86 \\ \hline 89 & 31 & 230 & 230 \\ \hline 131 & 47 & 241 & 94 \\ \hline 102 & 61 & 125 & 28 \\ \hline \end{array}$$

- a) 4 b) 10 c) 7 d) 0 e) 6 f) -1

9. Imejmo spodaj prikazano 3-bitno sliko I. Kolikšen je globalni prag določen s postopkom mediane (MEDIAN). (Pri pragovni operaciji predpostavimo $S(i,j)=1$, če $I(i,j) > T$.) Označite pravilno trditev! 1odg/20t

$$I = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 1 & 3 & 3 & 5 \\ \hline 2 & 2 & 4 & 1 \\ \hline 6 & 0 & 0 & 1 \\ \hline 3 & 5 & 2 & 1 \\ \hline 5 & 3 & 5 & 0 \\ \hline \end{array}$$

- a) 1 b) 0 c) 6
d) Odgovora ni mogoče podati e) 2 f) 4



- $$I = \begin{array}{c|cccc} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \hline & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{0} & \mathbf{1} \\ \mathbf{I} = & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{0} \\ & \mathbf{0} & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{0} \\ & \mathbf{0} & \mathbf{1} & \mathbf{1} & \mathbf{1} \end{array}$$

f) $(2, 3)$

- | | | | | | | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| $I =$ | 135 | 109 | 194 | 170 | 31 | 238 | 171 | 162 | 99 | 244 |
| | 212 | 32 | 189 | 228 | 134 | 42 | 182 | 242 | 36 | 68 |
| | 152 | 6 | 190 | 132 | 83 | 235 | 164 | 113 | 6 | 236 |
| | 86 | 74 | 27 | 179 | 139 | 203 | 107 | 15 | 107 | 57 |
| | 76 | 81 | 174 | 39 | 102 | 147 | 100 | 221 | 47 | 95 |
| | 115 | 167 | 118 | 243 | 106 | 112 | 208 | 161 | 185 | 22 |
| | 108 | 244 | 54 | 138 | 46 | 66 | 81 | 91 | 94 | 163 |
| | 92 | 239 | 25 | 173 | 65 | 192 | 208 | 254 | 215 | 46 |
| | 142 | 117 | 210 | 9 | 5 | 58 | 201 | 57 | 187 | 11 |
| | 189 | 61 | 45 | 206 | 236 | 16 | 217 | 166 | 146 | 184 |
| | 108 | 195 | 42 | 191 | 167 | 196 | 129 | 154 | 45 | 89 |

$$H = \begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline & 118 & 243 & 106 & 112 & 208 \\ \hline & 54 & 138 & 46 & 66 & 81 \\ \hline & 25 & 173 & 65 & 192 & 208 \\ \hline \end{array}$$

f) (6, 6)

- | | | | | |
|--------|-----|-----|-----|-----|
| | 208 | 25 | 40 | 36 |
| | 231 | 71 | 248 | 108 |
| $I1 =$ | 32 | 139 | 244 | 234 |
| | 233 | 244 | 124 | 202 |
| | 161 | 246 | 204 | 245 |

$I2 =$	167	193	180	210
	9	189	8	177
	217	100	71	81
	238	167	12	242
	173	44	25	9

f) $-120 u_x - 120 u_y - 112 = 0$

- f) 80

14. Imejmo sistem dveh kamer v umerjenih oz. kalibriranih razmerah. Translacijski vektor t in rotacijska matrika R sta podana spodaj. Določite enačbo epipolarne premice v sliki prve kamere, ki je prirejena pikslu (49, 62) v sliki druge kamere. Označite pravilno trditev!
- $t = \begin{bmatrix} 4 & 69 & 73 \end{bmatrix}$ $R = \begin{bmatrix} 4 & 4 & 3 \\ 4 & 4 & 3 \\ 10 & 2 & 9 \end{bmatrix}$
- a) $v = 0.34 u - 0.96$ b) $v = -0.34 u + 0.96$ c) $v = 1.25 u + 0.88$
d) $v = 2.91 u + 1.04$ e) $v = -1.00 u - 5.07$ f) Pravilnega odgovora ni mogoče podati
15. Kalibrirajmo sistem dveh kamer z algoritmom osmih točk. Piksel na sliki leve kamere je (272, 230), ujemač se piksel na sliki desne kamere pa je (171, 399). Povprečje korespondenčnih točk na sliki leve kamere je (558, 163), na sliki desne kamere pa (666, 443). Skalirni faktor za normaliziranje povprečne razdalje je za levo sliko enak 0.52, za desno sliko pa 0.21. Kako izgleda pripadajoča vrstica za ta korespondenčni par v matriki, ki jo uporabimo v tem kalibracijskem postopku? Uporabite ustrezno normalizacijo. Označite pravilno trditev!
- a) 141570.0, 12584.0, -286.0, -33165.0, -2948.0, 67.0, -495.0, -44.0 b) Pravilnega odgovora ni mogoče podati c) 5079.1, 11851.3, 141.4, 4294.8, 10021.3, 119.6, 35.9, 83.8
d) 15459.4, 1374.2, -148.7, -3621.6, -321.9, 34.8, -104.0, -9.2 e) 262470.3, 149632.5, -416.6, 27345.9, 15589.7, -43.4, -630.1, -359.2 f) 371628.0, 247194.0, 558.0, 108558.0, 72209.0, 163.0, 666.0, 443.0
16. Sceno opazujemo s sistemom treh kamer. Za izbran piksel na sliki želimo opraviti 3D rekonstrukcijo oz. vzvratno projekcijo. Problema se lotimo s trikratnim ločenim obravnavanjem problema dveh kamer. Na tej osnovi smo dobili tri 3D rekonstrukcije oz. tri točke v prostoru, in sicer točko (488, 535, 104), (414, 508, 174) in (446, 567, 170). Izkazalo se je, da je bila prva navedena rekonstruirana točka 2x bolj natančna kot ostali dve. Kakšen je torej rezultat 3D rekonstrukcije tega sistema treh kamer, če končni položaj točke rekonstruiramo s postopkom, ki ima geometrijsko interpretacijo? Rezultat zaokrožite. Označite pravilno trditev!
- a) (463, 526, 127) b) (459, 536, 138) c) (488, 535, 104)
d) (430, 538, 172) e) Pravilnega odgovora ni mogoče podati f) (449, 537, 149)
17. Imejmo stereo sistem z dvema paralelnima kamerama. Velikost osnovnice je 12 cm, goriščna razdalja obeh kamer pa je 50 mm. Konica nosu košarkarja je na sliki leve kamere na lokaciji (176, 325), na sliki desne kamere pa na lokaciji (176, 308). Piksli so kvadratni, pri čemer je prostorska ločljivost enaka 1400 pikslov/m. Kolikšna je absolutna oddaljenost konice nosu košarkarja od osnovnice (v enoti meter)? Rezultat zaokrožite. Označite pravilno trditev!
- a) 494.12 b) Pravilnega odgovora ni mogoče podati c) 25.21
d) 35.29 e) 0.03 f) 0.49
18. Imejmo stereo sistem s paralelnima kamerama. Spodaj je prikazana ista vrstica v sliki leve in sliki desne kamere. Imejmo piksel (stolpec 5) v sliki leve kamere. V desni sliki pa imamo dva piksla, to sta piksel v stolpcu 5 in stolpcu 3, ki sta kandidata za ujemanje s pikslom iz leve slike. Kateri od obeh pikslov v sliki desne kamere se bolje ujema s pikslom iz slike leve kamere? Ujemanje merimo z evklidsko razdaljo med svinami v 1x3 okolici opazovanega piksla. Označite pravilno trditev!
- LEVA =

247	228	48	0	181	221	30	10	153
-----	-----	----	---	-----	-----	----	----	-----

 DESNA =

154	132	2	176	241	223	29	90	62
-----	-----	---	-----	-----	-----	----	----	----
- a) 3 b) Pravilnega odgovora ni mogoče podati c) 5



19. Vzorce smo zložili v matriko Data (vrstice so vzorci, stolpci pa značilnice), ki je podana spodaj. Te vzorce normiramo z nelinearno transformacijo, pri čemer je $r=1$. Kolikšna je značilnica z indeksom 2 za vzorec z indeksom 4? Matriko indeksiramo z 0! Označite pravilni odgovor!

1odg/20t

Data =

6	1	18	5	6
20	2	9	12	4
14	20	11	10	9
8	10	10	7	1
2	0	1	13	18
15	1	18	19	12
13	3	6	12	4

- a) 0.160 b) 0.186 c) 0.772
d) 0.785 e) 0.224 f) Nič od naštetega

20. Imejmo podana razreda vzorcev A in B vsak s tremi vzorci (vsak vzorec je v svoji vrstici matrike). S postopkom (3,2) najbližjih sosedov razvrstimo neznan vzorec x , $x = [9, 10, 8]$. V kateri razred ga bomo razvrstili? Označite pravilni odgovor!

1odg/20t

A =

11	9	14
7	12	4
19	14	2

B =

5	9	13
17	9	13
11	15	3

- a) Razred B b) Vzorca ni možno razvrstiti c) Razred A

21. Podana sta razreda vzorcev A in B (v vsaki vrsti je vzorec). Razvrščajmo po pravilu "najbližji sosed", pri čemer je znanje o posameznem razredu shranjeno v obliki tipičnega predstavnika razreda. Ocenite zgornjo mejo predikcijske napake za ta razvrščevalnik vzorcev s pomočjo metode izpusti enega. Označite pravilni odgovor!

1odg/20t

A =

10	4
2	0

B =

10	20
4	8

- a) 0 b) Nič od naštetega c) 100
d) 25 e) 75

22. S pomočjo enonevronskega zveznega perceptrona razvrščamo vzorce v razred A in B. Spodaj sta podani učni množici za oba razreda (v vsaki vrstici je vzorec). Začetni razširjen vektor sinaptičnih uteži $w=[1.7, -3.1, 2.3]$. Prenosna funkcija je sigmoidna. Razvrščevalnik učimo z 1 in 0 označevanjem. Stopnja učenja je enaka 1. Kolikšen je razširjen vektor sinaptičnih uteži po učenju za ta nevron (napaka E mora biti blizu 0)? Označite pravilni odgovor!

1odg/20t

A =

0	0
-1	-1

B =

0	-1
-1	0

- a) [2.11, 0.54, 2.10] b) [1.45, -3.11, 2.70] c) [0.41, 1.63, -1.07]
d) [-0.40, 0.40, 0.17] e) Problem ni rešljiv f) [0.52, -0.93, 0.61]



23. Imejmo trinevrnski dvoplastni zvezni perceptron. Razširjeni vektorji sinaptičnih uteži v trenutnem koraku učenja so za te nevrone: $w1=[0.3, 0.2, 0.8]$, $w2=[0.2, 0.4, 0.3]$ in $w3=[-0.1, 1.4, -1.8]$. Prenosna funkcija za nevrona na 1. plasti je oblike $f(s)=s$, za nevron na 2. plasti pa je prenosna funkcija sigmoidna. S tem perceptronom želimo razvrščati vzorce v razred A in B. Učni množici sta podani spodaj (v vsaki vrstici je vzorec). Uporabimo označevanje z dvojnim pragom, pri čemer $a=0.6$ in $b=0.3$. Kolikšna je napaka E v trenutnem koraku učenja ($E = 0.5*(\dots)$)? Označite pravilni odgovor!
- A =

3	4
1	4

 B =

-6	0
-1	-1
- a) Nič od naštetega b) 0.080 c) 0.537
d) 0.124 e) 0.044 f) 0.446

24. Mreža SOM ima nevrone razporejene v 4×5 rešetko (vrstice in stolpce v rešetki štejemo z 0). S pomočjo ekvivalentnega algoritma želimo spremeniti sinaptične uteži nevrona na lokaciji (3,1). Trenutni vektor uteži za ta nevron je $w=[1.3, 1.7, 0.4]$. Po vstavljanju vektorja $x=[0.1, 0.7, 0.8]$ je bil zmagovalni nevron na lokaciji (1,3). Epsilon je enak 1, sigma pa je konstanten in enak 3.51. Vse razdalje merimo s pomočjo evklidske razdalje. Kolikšen je vektor sinaptičnih uteži za nevron na lokaciji (3,1) po ažuriranju? Označite pravilni odgovor!
- a) [0.20, 0.30, 0.70] b) [0.67, 1.18, 0.61] c) [-0.60, -0.30, 0.50]
d) [0.10, 0.70, 0.80] e) Nič od naštetega f) [-0.54, 0.12, -1.08]

25. Imejmo mrežo SOM, ki ima nevrone razporejene v 2×2 rešetko (vrstice in stolpce v rešetki štejemo z 0). Delovanje te mreže aproksimiramo z ekvivalentnim algoritmom. Vektorji sinaptičnih uteži za nevrone v mreži so: $w00=[0.0, 0.9, 0.9]$, $w01=[0.5, 0.2, 0.7]$, $w10=[0.7, -0.1, -0.6]$ in $w11=[0.3, 1.9, -1.5]$. Prenosna funkcija je za vse nevrone sigmoidna. V mrežo vstavimo vzorec $x=[1.7, -1.8, -0.8]$. Kateri nevron je zmagovalni nevron za ta vhodni vzorec? Označite pravilni odgovor!
- a) (1, 1) b) (0, 1) c) (0, 0)
d) Odgovora ni mogoče podati e) (1, 0)

