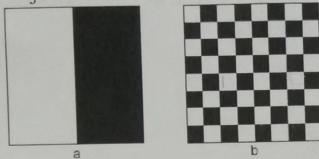


Digitalna obrada i analiza slike  
Pismeni ispit – 29.06.2016.

**1. Gradivo prvog ciklusa (7 bodova)**

1. Dokažite da vrijedi  $f(x \pm a, y \pm b) \leftrightarrow \exp^{\pm j2\pi(a\xi_1 + b\xi_2)} F(\xi_1, \xi_2)$
2. Objasnite što je to separabilna, a što je to simetrična transformacija. Napišite odgovarajuće formule.
3. Objasnite što je to ortogonalna transformacija. Navedite tri svojstva ortogonalnih transformacija.
4. Definirajte 1D Karhunen-Loéve transformaciju. Objasnite što je restrikcija baze.
5. Histogrami:
  - Što je to histogram?
  - Dvije slike u nastavku su sadržajno različite, ali imaju identične histograme. Rezolucija obje slike iznosi  $80 \times 80$  točaka.



- Ukoliko primijenimo filter za usrednjavanje od dimenzija  $3 \times 3$ , hoće li histogrami i dalje biti jednak?
- Nacrtajte histograme nakon primjene filtra za usrednjavanje.

6. Neka je zadana slika S:

$$S = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 5 & 4 & 2 & 3 & 1 \\ 4 & 3 & 5 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 3 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4 & 4 & 4 \end{bmatrix}$$

- Navedite za koju vrstu šuma je pogodno medianfiltriranje, a za koju vrstu šuma je pogodno prostorno usrednjavanje.
  - Primjenite odgovarajući filter (zaključite koja vrsta šuma je prisutna u slici i na temelju toga odaberite odgovarajući filter) za uklanjanje šuma dimenzije  $3 \times 3$ .
  - Koliko iznosi prvi koeficijent nakon provedbe diskretnog kosinusnog transformatora nad ovom slikom?
7. Logaritamskim transformacijama se može postići kompresija dinamike sivih tonova (DA/NE).

**2. Ekstrakcija značajki (5 bodova)**

1. Zadana je slika T ( $N \times N$ ):

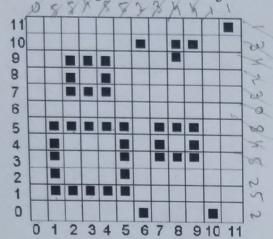
$$T = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & \cdots & N \\ 1 & 2 & 3 & \cdots & N \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & 2 & 3 & \cdots & N \end{bmatrix}$$

Napišite kako izgleda histogram prvog reda ove slike.

2. Izračunajte dvije značajke histograma prvog reda za sliku.
3. Napišite kako izgleda histogram drugog reda za pomak  $(2, 2)$  pri čemu je  $N$  paran broj.
4. Izračunajte odziv na Sobelov filter za detekciju vertikalnih rubova.
5. Izračunajte energiju kao značajku histograma drugog reda.
6. Binarna slika sadrži horizontalne linije. Odredite  $1 \times 3$  masku koja se može koristiti za detekciju prekida takvih linija. Duljina prekida koji se detektira je 1 piksel, intenzitet linija je 1, intenzitet pozadine 0, a konvolucija maskom na mjestu prekida treba davati vrijednost 1, a na ostalim mjestima vrijednost različitu od 1.

**3. Segmentacija slike (9 bodova)**

1. Objasnite što je to narastanje područja.
2. Objasnite kako radi metoda dijeljenja i stapanja (split and merge).
3. Objasnite što su to amplitudne projekcije.
4. Houghova transformacija
  - Napišite jednadžbu za Houghovu transformaciju.
  - Ukoliko imamo pet točaka koje se nalaze na pravcu, u akumulatorskom prostoru se te točke preslikavaju u 5 pravaca (DA/NE).
  - Neka je zadana slika kao u nastavku (crno je objekt, a bijelo pozadina). Ako primijenimo Houghovu transformaciju na navedenu sliku, koja će biti najveća vrijednost u akumulatorskom polju u  $(\rho, \theta)$  prostoru? Na kojoj poziciji u  $(\rho, \theta)$  prostoru se postiže ta vrijednost? Objasnite.



5. Izračunajte horizontanu i vertikalnu projekciju gornje slike.
6. Objasnite koje mjere sličnosti se tipično koriste prilikom narastanja područja.
7. Zadana je slika T:

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 9 & 27 & \dots & 3^N \\ 3 & 9 & 27 & 81 & \dots & 3^{N+1} \\ 9 & 27 & 81 & 243 & \dots & 3^{N+2} \\ 27 & 81 & 243 & 729 & \dots & 3^{N+3} \end{bmatrix}$$

Koliko povezanih komponenti ćemo imati ako koristimo narastanje područja pri čemu se točke smatraju sličnima ako je razlika vrijednosti susjednih elemenata manja ili jednaka od 27 te se koristi 4-susjedstvo za definiciju povezanog područja pri čemu  $N > 4$  označava širinu slike? Sliku obilazite s lijeva nadesno i od gore prema dolje.

8. Neka je zadan skup točaka  $S = \{(1,1), (2,1), (4,3), (5,4)\}$ . Grupirajte ove točke u dvije grupe korištenjem algoritma K-srednjih vrijednosti za  $K = 2$ . Za početne centre uzmite prve dvije točke. Kao funkciju udaljenosti koristite L1 normu (Manhattan udaljenost)
9. Zadan je skup točaka  $S = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10\}$ . Početni centri su dvije početne točke. Ukoliko koristimo algoritam K-srednjih vrijednosti pri čemu je  $K = 2$ , koliko iteracija će biti potrebno kako bi algoritam stao? Objasnite.
10. Nacrtajte strukturu višeslojnog perceptron-a. Jasno označite pojedine dijelove.

#### 4. Analiza oblika (5 bodova)

1. Objasnite granične skalarne metode.
2. Objasnite što je to transformacija simetrične osi.
3. Objasnite ideju opisa oblika sintaktičkim tehnikama.
4. Izračunajte Levenshteinovu udaljenost između stringova "Hrvatska" i "Portugal".
5. Izračunajte Levenshteinovu udaljenost između stringova "nogomet" i "go...ol" gdje se slovo o ponavlja N puta pri čemu je N prirodan broj.
6. Napišite općenitu formulu za računanje momenata u slici.
7. Objasnite ideju stohastičkih metoda za opis oblika.

#### 5. Analiza pokreta (4 boda)

1. Izvedite jednadžbe za optički tok.
2. Koje su mane, a koje prednosti korištenja optičkog toka za analizu pokreta?
3. Objasnite koje su mane, a koje prednosti korištenja kroskorelacijske transformacije za analizu pokreta?
4. Napišite i objasnite ulogu regularizacijskog faktora kod Horn-Schunk algoritma.
5. Objasnite problem otvora.