

Digitalna obrada i analiza slike  
**Završni ispit – 28.06.2014.**

**1. Transformacija slike (5 bodova)**

1. Definirajte 1D Karhunen-Loève transformaciju.
2. Zadana je autokorelacijska matrica:

$$R = \begin{bmatrix} 4 & 0 & -2 \\ 0 & 2 & 0 \\ -2 & 0 & -4 \end{bmatrix}$$

- (a) Izračunajte svojstvene vrijednosti i svojstvene vektore zadane autokorelacijske matrice.
  - (b) Ako je  $T$  matrica čiji stupci su normirani svojstveni vektori matrice  $R$  izračunajte  $T^H R T$ . Je li dobivena matrica dijagonalna?
  - (c) Objasnite što je to restrikcija baze.
  - (d) Koristeći svojstvene vektore iz prethodnog dijela zadataka izračunajte projekciju točke  $T = (1, 2, 3)$  u prostor razapet tim svojstvenim vektorima.
3. Dokažite da vrijedi  $f(ax) \circ \bullet \frac{1}{|a|} F\left(\frac{u}{a}\right)$

**2. Histogrami (4 boda)**

1. Objasnite što je to histogram.
2. Objasnite što je to histogram drugog reda.
3. Neka je zadana slika:

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

- (a) Napišite kako izgleda histogram drugog reda za ovu sliku za pomak  $(1, 0)$ .
- (b) Izračunajte dvije značajke histograma drugog reda za ovu sliku.
- (c) Koliko iznosi entropija ove slike ako je  $N=1024$ ?
- (d) Kako bi izgledao prag kako bismo željeli da 25% slike predstavlja pozadinu?

**3. Segmentacija slike (7 bodova)**

1. Objasnite što je to amplitudna segmentacija.
2. Objasnite Tomita metodu za segmentaciju.
3. Houghova transformacija:
  - (a) Napišite jednadžbu za Houghovu transformaciju.
  - (b) Pravac se Houghovom transformacijom preslikava u sinusoidu (DA/NE).
  - (c) Neka su zadane točke  $(3, 0)$ ,  $(1, 2)$ ,  $(0, 3)$ . Nacrtajte kako izgledaju te točke u Houghovoj domeni.
  - (d) Što znači ako je  $A(\theta, \rho) = M$  pri čemu  $A$  predstavlja Houghovo akumulatorsko polje?
4. Objasnite kako radi metoda dijeljenja i stapanja (split and merge).
5. Napišite pseudokod algoritma K-srednjih vrijednosti.
6. Neka su zadane tri kanala slike (R,G,B):

$$R = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 8 & 9 \\ 2 & 2 & 3 \end{bmatrix}$$

$$G = \begin{bmatrix} 4 & 5 & 6 \\ 2 & 2 & 2 \\ 1 & 8 & 1 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 8 & 8 & 8 \\ 2 & 1 & 1 \\ 3 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

Provedite dvije iteracije algoritma K-srednjih vrijednosti pri čemu je  $K=2$ . Funkcija udaljenosti koju treba koristiti je zadana s  $d(A, B) = \sum_{i=1}^N |A_i - B_i|$  gdje je  $N$  dimenzionalnost podataka.

7. Koristeći algoritam narastanja područja segmentirajte slike R i G pri čemu za sliku R kao kriterij sličnosti koristite sličnosti pojedinih točaka dok za sliku G kao kriterij koristite sličnosti centroida i točke. Koristite 4-susjedstvo.
8. Objasnite koja je ideja segmentacije ekspertnim sustavom.
9. Nacrtajte strukturu McCulloch-Pits modela neurona te nacrtajte strukturu multi-layer feed-forward mreže. Jasno označite sve dijelove.

#### 4. Ekstrakcija značajki (5 bodova)

1. Navedite svojstva koja ima Cannyev algoritam za detekciju rubova.
2. Napišite kompas maske dimenzije  $3 \times 3$  za četiri glavna smjera. Jasno označite koju masku koristimo za detekciju kojeg smjera.
3. Neka je zadana slika S:

$$S = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

- (a) Izračunajte odziv na Sobel operator za detekciju horizontalnih linija.
  - (b) Izračunajte odziv na Sobel operator za detekciju vertikalnih linija.
  - (c) Izračunajte amplitudu i smjer rubova.
  - (d) Izračunajte standardnu devijaciju u klizećem prozoru dimenzija  $3 \times 3$ . Za elemente izvan slike pretpostavite da imaju vrijednost 0.
4. Ukoliko je Laplaceov operator zadan s  $\nabla^2 f = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}$  te ukoliko Gaussova funkcija ima oblik  $G = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp\left(-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}\right)$  napišite kako izgleda LoG (Laplacian of Gaussian) filtar.

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

1. Napišite podjelu metoda za opis oblika u četiri grupe.
2. Objasnite što su to granične skalarne transformacije.
3. Objasnite ideju stohastičkih metoda za opis objekta.
4. Objasnite što je to transformacija simetrične osi.
5. Izračunajte Levenstheinovu udaljenost između stringova "prvenstvo" i "gol".
6. Izračunajte Levenstheinovu udaljenost između stringova "prvenstvo" i "goooo...ol" gdje se slovo o ponavlja  $N$  puta pri čemu je  $N$  prirodan broj.
7. Zadane su točke  $(0,0), (10,10), (20,0), (15,4), (18,2)$ . Interpolirajte krivulju linearnim segmentima između točaka  $(0,0)$  i  $(20,0)$ . Prag za dijeljenje segmenta u dva dijela iznosi 1.

#### 6. Analize pokreta (5 bodova)

1. Što je to kros-korelacija? Koje su prednosti, a koje mane kroskorelacije?
2. Što je to optički tok? Koje su prednosti, a koje mane računanja optičkog toka?
3. Ilustrirajte problem otvora.
4. Objasnite i izvedite jednadžbe za optički tok.
5. Objasnite i izvedite Horn-Schunckov algoritam.
6. Navedite i skicirajte 4 vrste pokreta u slikama.
7. Imamo dva objekta koji se kreću prema nama. Nacrtajte kako bi izgledalo polje kretanja za takav slučaj.