

Digitalna obrada i analiza slike
Međuispit – 22.4.2022.

1. 2-D sustavi (6 bodova)

1. (2 boda) Ispitajte svojstva linearnosti i prostorne nepromjenjivosti za prostorno diskretni 2D sustav S opisan sljedećim izrazom:

$$v(m, n) = S[u(m, n)] = u(m, n) + mn,$$

gdje je $u(m, n)$ ulazna, a $v(m, n)$ izlazna slika.

2. (2 boda) Kako se skaliranje $f(ax, by)$ početne kontinuirane slike $f(x, y)$ očituje u frekvencijskoj domeni? Objasnite riječima i napišite matematički izraz za spektar skalirane slike izražen pomoću spektra originalne slike.
3. (2 boda) Dokažite da vrijedi sljedeće svojstvo modulacije za kontinuiranu prostornu Fourierovu transformaciju:

$$e^{\pm j2\pi(\eta_1 x + \eta_2 y)} f(x, y) \rightarrow F(\xi_1 \mp \eta_1, \xi_2 \mp \eta_2) \quad (1)$$

2. Transformacije slike (8 bodova)

1. (3 boda) Neka su zadane slika S i impulsni odziv h :

$$S = \begin{bmatrix} 4 & 2 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}, \quad h = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Izračunajte 2D cirkularnu konvoluciju slike S i impulsnog odziva h koristeći formulu za 2D cirkularnu konvoluciju.

2. (1 boda) Kolika je složenost računanja 2D cirkularne konvolucije za sliku proizvoljne veličine prije spomenutom formulom, a kolika koristeći 2D diskretnu Fourierovu transformaciju?
3. (3 boda) Odredite matricu A Karhunen-Loeve transformacije ako je zadana autokorelacijska matrica R :

$$R = \begin{bmatrix} 2 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 2 \end{bmatrix}$$

4. (1 boda) Navedite dva svojstva Karhunen-Loeve transformacije.

3. Poboljšanje slike (5 bodova)

1. (3 boda) Zadana tablica sadrži podatke o frekvenciji pojavljivanja intenziteta 8-bitne sive slike I . Pretpostavite da je frekvencija pojavljivanja ostalih intenziteta 8-bitne sive slike I jednaka 0.

i	f(i)
1	15
10	20
60	80
71	100
72	120
73	125
74	90
120	20
220	5
255	5

Prikažite novu tablicu s podacima o frekvenciji pojavljivanja intenziteta nove slike A nakon provedbe postupka izjednačavanja histograma slike I .

2. (1 bod) Je li medijan filtar linearan ili nelinearan? Koju vrstu šuma možemo uspješno ukloniti koristeći medijan filtar?
3. (1 bod) Nacrtajte izgled niskopropusnog i visokopropusnog filtra za filtriranje određenog dijela frekvencijskog spektra DFT-a. Obavezno prikažite ishodište na crtežima

4. Obnavljanje slike (4 boda)

1. (2 boda) Na kontinuiranu sliku $S(x, y)$ je primijenjen niz geometrijskih transformacija ovim redom:

- pomak za 4 u x i za -1 u y smjeru
- skaliranje za faktor $3/2$ u x smjeru i faktor 2 u y smjeru
- rotacija oko ishodišta za kut $\phi = \pi/4$ u smjeru obrnutom od kazaljke na satu.

Odredite matricu složene transformacije u homogenim koordinatama. Odredite na kojoj poziciji u originalnoj slici $S(x, y)$ se nalazila točka koja se u transformiranoj slici nalazi na poziciji $S_T(7, 5)$.

Napomena: Pretpostavite da se nulti element nalazi u donjem lijevom uglu slike. Elementi u retku imaju istu vrijednost nezavisne varijable y , dok elementi u stupcu imaju istu vrijednost varijable x . Vrijednost x se povećava s pomakom s lijeva na desno dok se vrijednost y povećava s pomakom prema gore.

2. (0.5 boda) Navedite glavni nedostatak inverznog filtra.
3. (1.5 bod) Navedite izraz za Wienerov filter i objasnite pojedine komponente izraza.

5. Ekstrakcija značajki slike (7 bodova)

1. (4 bodova) Neka je zadana slika S :

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

- (a) (1 boda) Izračunajte odziv Sobelovog operatora za detekciju vertikalnih rubova u podcrtanoj točki zadane slike S .
- (b) (2 boda) Odredite histogram drugog reda uz pomak $(\Delta x, \Delta y) = (2, 2)$ za sliku S .
- (c) (1 bod) Izračunajte autokorelaciju histograma iz prethodnog podzadatka.
2. (3 boda) Objasnite razlike kod izračuna i veličine izlazne slike prilikom primjene *full*, *valid* i *same* tipa konvolucije nad slikom.