

1. Selitä lyhyesti (1.5 p. / kohta)

- (a) histogrammin tasoitus (histogram equalization),
- (b) käänteissuodatuksen ja Wiener-suodatuksen ero kuvan entistämässä,
- (c) HSI/HSV-värimalli,
- (d) bilineaarinen interpolointi.

2. Suodata seuraava  $4 \times 4$  harmaasävykuva:

1	2	4	5
5	2	5	2
1	1	3	6
2	4	6	7

- (a)  $3 \times 3$  keskiarvosuodattimella käyttäen nolilla täydennystä. (2 p.)
- (b)  $3 \times 3$  mediaanisuodattimella käsittelemällä vain sellaiset pikselit, joilla on kaikki tarvittavat naapurit. (2 p.)
- (c) Laplace-suodattimella käyttäen maskia  $w_d$  ja heijastamalla reunapikseleiden arvot niiden ympärille. (2 p.)

$$w_d = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & -4 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}.$$

3. Kaksiulotteinen diskreetti Fourier-muunnos (DFT)  $N \times N$  kuvalle  $f$  on:

$$F(u, v) = \frac{1}{N^2} \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) e^{-j \frac{2\pi}{N} (ux+vy)}$$

- (a) Laske alla olevan kuvan  $f$  kaksiulotteisen diskreetin Fourier-muunnoksen arvot taajuustason pisteissä  $(u, v) = (0, 0)$  and  $(1, 1)$ . Piste  $(0, 0)$  vastaa kuvan vasenta yläkulmaa sekä paikkatasossa että taajuustasossa. (4 p.)

1	0	0	0
0	0	2	0
0	0	1	0
0	0	0	0

- (b) Mitä Fourier-muunnoksen separoituvuus tarkoittaa? (1 p.)
- (c) Olkoon kaksiulotteisen diskreetin Fourier-muunnoksen kantafunktio neliönmuotoisille kuville:

$$\phi_{u,v}(x, y) = e^{-j \frac{2\pi}{N} (ux+vy)}$$

Osoita, että muunnos on separoituva. (1 p.)

4. (a) Selitä lyhyesti, mitä dataredundanssin tyyppejä digitaalisessa kuvassa on yleensä. Kuinka dataredundanssin eri tyyppejä hyödynnetään kuvan kompressoinnissa? (4 p.)
- (b) Selitä lyhyesti, kuinka aallokkeita voidaan käyttää kuvan kompressoinnissa. (2 p.)
5. (a) Morfologinen avaaminen koostuu eroosiosta ja sen jälkeen suoritettavasta dilaatiosta:

$$A \circ B = (A \ominus B) \oplus B.$$

Suorita morfologinen avaaminen kuvalle **A** rakenne-elementillä **B**. Rakenne-elementin **B** origo on alleviivattu. (3 p.)

0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	1	1	1	0	1	0	0
0	1	1	1	1	1	1	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0

**A**

0	<u>0</u>	0
1	1	1

**B**

- (b) Laske adaptiivisen kohinaa poistavan suodattimen vaste seuraavassa  $3 \times 3$ -ikkunassa käyttäen estimoitua kohinan varianssia  $\sigma_\eta^2=0.5$ . (3 p.)

$$\hat{f}(x, y) = g(x, y) - \min\left(1, \frac{\sigma_\eta^2}{\sigma_L^2}\right)[g(x, y) - m_L],$$

missä  $m_L$  and  $\sigma_L^2$  vastaavat paikallisen ikkunan keskiarvoa ja varianssia.

2	2	4
1	4	1
0	3	1