

1. Selitä lyhyesti: (1.5 p. / kohta)

- (a) alueen kasvatus (region growing) kuvan segmentoinnissa.
- (b) mediaanisuodatin
- (c) HSI-värimalli
- (d) binäärikuvien 1D-jononpituuskoodaus (run-length coding)

2. (a) Suorita annetulle histogrammille histogrammin tasoitus (histogram equalization). ( $r$ =harmaasävy ja  $n$ =pikselien lukumäärä) (3 p.)

$r$	0/7	1/7	2/7	3/7	4/7	5/7	6/7	7/7
$n$	32	64	32	8	16	8	0	0

(b) Laske seuraavan kuvan arvo koordinaateissa (1.6, 2.2) käyttäen::

- i. lähimmän naapurin interpolointia. (1 p.)
- ii. bilineaarista interpolointia. (2 p.)

	2	3	5	7
	6	1	8	9
	1	3	2	5
	0	0	0	2

Koordinaatit (0, 0) vastaavat kuvan vasenta yläkulmaa ja ensimmäinen koordinaatti merkitsee pystysuoraa suuntaa.

3. Tee seuraavalle kuvalle gradienttipohjainen reunanilmaisu käyttäen Prewittin gradienttioperaattoria, ja kaavaa  $G \approx |G_x| + |G_y|$ . Käytä kynnsarvoa  $T = 10$  reunapikselin ilmaisuun. Ei-maksimikohtien vaimennusta (non-maximum suppression) ei tarvitse tehdä. Käsittele vain sellaiset pikselit, joilla on kaikki tarvittavat naapurit. (6 p.)

$$h_x = \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}, h_y = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

3	3	4	8
6	4	5	9
2	7	9	0
8	9	1	2

4. Kaksiulotteinen diskreetti Fourier-muunnos (DFT) on:

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

Oletetaan, että kuva  $f$  määritetään seuraavasti:

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

(a) Laske alla olevan kuvan kaksiulotteisen diskreetin Fourier-muunnoksen arvot pisteissä  $(u, v) = (1, 1)$  ja  $(2, 2)$ . Piste  $(0, 0)$  vastaa kuvan vasenta yläkulmaa ja ensimmäinen koordinaatti merkitsee vaakasuoraa suuntaa. (4 p.)

(b) Mitä Fourier-muunnoksen separoitavuus tarkoittaa? (1 p.)

(c) Annettuna 2-D Fourier-muunnoksen kantafunktio neliönmuotoiselle kuvalle

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

osoita, että  $\phi_{u,v}$  on separoituva. (1 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 origo **B** on alleviivattu. (3 p.)

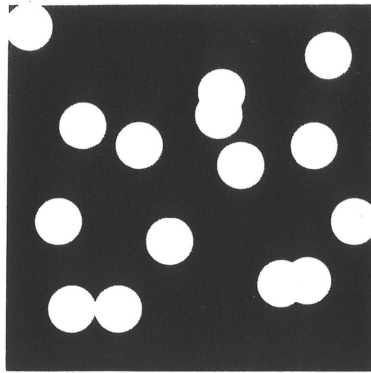
**A**

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

**B**

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

(b) Oletetaan, että käsiteltävänä on binäärikuva, joka sisältää ainoastaan ympyränmuotoisia kiekkoja joiden säde on tasan  $R$  pikseliä (katso seuraava kuva). Kiekot voivat koskettaa toisiaan tai olla osittain päällekkäin, ja ne voivat olla myös osittain kuvan reunan ulkopuolella.



Esitä morfologisiin operaatioihin perustuva kuvankäsittelymenetelmä, joka:

- i. tuottaa binäärikuvan, jossa on ykkönen jokaisen kiekon keskipisteessä, ja nolla-pikseleitä kaikkialla muualla. (1 p.)
- ii. poistaa kuvasta kaikki kiekot jotka koskettavat tai ovat päällekkäin jonkin toisen kiekon kanssa tai osittain reunan ulkopuolella. Muiden kiekkojen tulee jäädä kuvaan. (2 p.)