T-61.5100 Digitaalinen kuvankäsittely Jorma Laaksonen
TENTTI 05.09.2006

1. Selitä lyhyesti, noin 20–40 sanalla tai matemaattisella määritelmällä, seuraavat käsitteet tai lyhenteet: 6p.

(i) 4-naapurit, 8-naapurit, m-naapurit
(ii) epäterävä maskaus
(iii) järjestysfunktioon perustuvat suotimet
(iv) kuvien ehostamisen ja entistämisen ero
(v) väärät reunaviivat
(vi) harmaa-arvohistogrammioperaatiot kuvanparannuksessa

2. (i) Osoita, että 3×3 -kokoisen, keskiarvon laskevan maskin käyttäminen voidaan korvata 1×3 ja 3×1 -kokoisten maskien käyttämisellä peräkkäin. (ii) Vertaa tarvittavien yhteenlaskuoperaatioiden lukumäärää 3×3 -maskin tapauksessa verrattuna 1×3 ja 3×1 -maskien tapaukseen. (iii) Vastaavasti, kuinka suhtautuvat toisiinsa tarvittavien yhteen- ja kertolaskujen lukumäärät yleisessä tapauksessa, jossa alkuperäinen $n \times n$ -kokoinen maski on hajotettu $1 \times n$ ja $n \times 1$ -kokoisten maskien käyttämiseksi ja kertoimet maskeissa poikkeavat ykkösestä? (iv) Esitä 3×3 -kokoiset Sobelin gradienttimaskit. (v) Osoita toiselle Sobel-maskille, että sen toiminta voidaan keskiarvomaskin tapaan jakaa kahdeksi peräkkäiseksi yksiulotteiseksi maskiooperaatioksi. (vi) Tutki, voidaanko myös 3×3 -kokoinen diskreetti Laplace-operaattori toteuttaa kahtena peräkkäisenä yksiulotteisena operaationa. 6p.

3. Alla on yksi rivi 8-harmaatasoisesta kuvasta, jonka leveys on 15 pikseliä. (i) Muodosta binaarikoodin bittitasoittain tapahtuva virheetön juoksunpituuskoodaus, jossa oletetaan, että jokainen rivi alkaa 0-arvoisella juoksulla ja jokainen juoksunpituus esitetään neljällä bitillä. (ii) Muodosta vastaavasti Gray-koodin bittitasoihin perustuva virheetön juoksunpituuskoodaus. (iii) Laske molempien koodauksien tarvitsema keskimääräinen bittimäärä pikseliä kohden ja kompressiosuhde alkuperäiseen esitysmuotoon nähden. (iv) Laske alkuperäisen esitysmuodon suhteellinen redundanssi parempaan juoksunpituuskoodaukseen nähden. (v) Arvioi tuloksia. Kuinka kompressiota vielä voisi tässä tehostaa? (vi) Minkä redundanssilajin poistosta tässä on kyse ja mitä muita redundanssilajeja on olemassa? 6p.

0 0 0 1 1 2 2 5 4 4 7 7 6 6 6

 Käännä!

4. Tutkitaan 4×4 -kokoisen kuvan moniresoluutiokäsittelyä aallokkeiden avulla. (i) Haarin skaalausfunktio on

$$\varphi(x) = \begin{cases} 1 & , \ 0 \leq x < 1 \\ 0 & , \ x < 0 \vee x \geq 1 \end{cases} .$$

Esitä graafisesti siitä muodostettavien kantafunktioiden $\varphi_{j,k}(x) = 2^{j/2}\varphi(2^j x - k)$ joukko, jota tarvitaan, kun käsiteltävän sekvenssin pituus on neljä. (ii) Esitä matemaattisesti, millainen on Haarin aallokefunktio $\psi(x)$, ja piirrä siitä muodostettava edellisiä kantafunktioita vastaava aallokejoukko. (iii) Näytä, kuinka $\varphi_{1,0}(x)$ ja $\varphi_{1,1}(x)$ voidaan muodostaa $\varphi_{0,0}(x)$:n ja $\psi_{0,0}(x)$:n avulla. Mistä yleisemmästä lainalaisuudesta tämä on esimerkki? (iv) Muodosta $\varphi_{1,0}(x)$:stä, $\varphi_{1,1}(x)$:stä, $\psi_{1,0}(x)$:stä ja $\psi_{1,1}(x)$:stä 4×4 -kokoisen kuvan moniresoluutiokäsittelyyn soveltuva muunnosmatriisi $\mathbf{H}$. (v) Laske edellisen kohdan matriisilla muunnos $\mathbf{T} = \mathbf{HFH}^T$, missä analysoitava kuva on

$$\mathbf{F} = \begin{matrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{matrix} .$$

(vi) Kommentoi suorittamiasi operaatioita, selitä saamasi matriisin $\mathbf{T}$ sisältöä moniresoluutiokäsittelyn kannalta ja kerro, mitä järkeä tässä kaikessa on ollut. 6p.