T-61.5100 Digitaalinen kuvankäsittely

Jorma Laaksonen

TENTTI 19.12.2005

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

(i) homomorfinen suodatus
(ii) rengastuminen
(iii) muunnoskoodaus kuvantiivistyksessä
(iv) Hough-muunnos
(v) Haarin skaalaus- ja aallokefunktiot
(vi) morfologisten operaatioiden duaalisuus

2. Tutkitaan alla kuvissa (a) ja (b) näkyviä "klassisia" diskreettejä Laplace-operaattoreita ja kuvissa (c) ja (d) niille esitettyjä vaihtoehtoisia toteutuksia. (i) Näytä, kuinka jokin tai jotkut maskeista (a)–(d) voidaan muodostaa jatkuva-arvoisen Laplace-operaattorin

$$\Delta = \nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2}$$

diskreettinä approksimaationa. (ii) Osoita, että jokin tai jotkut maskeista voidaan tulkita alipäästösuodatetun ja alkuperäisen kuvan erotukseksi. (iii) Osoita, että jokin tai jotkut maskeista voidaan toteuttaa kahtena peräkkäisenä yksidimensioisena suodatuksena. Laske edellisen perusteella taajuusvaste(et) $H(u,v)$ $N \times N$-kokoisen kuvan tapauksessa. Hahmottele $H(u,v)$:n muoto janoilla (1): $u \in [0, N/2], v = 0$ ja (2): $u = v \in [0, N/2]$. (iv) Osoita, että jokin tai jotkut maskeista voidaan toteuttaa kahden peräkkäisen yksidimensioisen suodatuksen tuloksen ja alkuperäisen kuvan erotuksena, ja laske ja hahmottele tämän perusteella taajuusvaste(et). (v) Osoita, että maski (d) voidaan muodostaa kahden muun (a)–(c) maskin avulla, ja laske ja hahmottele tämän perusteella sen taajuusvaste. (vi) Laske kaikkien maskien vasteet kuva-aloille (e)–(g). Kommentoi eri maskien (a)–(d) soveltuvuutta diskreetiksi Laplace-operaattoriksi. 6p.

0	1	0
1	−4	1
0	1	0

(a)

1	1	1
1	−8	1
1	1	1

(b)

−1	2	−1
2	−4	2
−1	2	−1

(c)

2	−1	2
−1	−4	−1
2	−1	2

(d)

1	1	1
1	1	1
1	1	1

(e)

−1	1	−1
−1	1	−1
−1	1	−1

(f)

1	−1	1
−1	1	−1
1	−1	1

(g)

Käännä!

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

4. (i) Hahmottele kromaattisuusdiagrammi käyttäen sen ääripisteinä (x, y, λ)-arvoja $(0.75, 0.25, 780\,\text{nm})$, $(0.05, 0.8, 520\,\text{nm})$, $(0, 0.65, 505\,\text{nm})$ ja $(0.2, 0, 380\,\text{nm})$. Selitä, kuinka hue-, saturaatio- ja intensiteettiakselit sijaitsevat diagrammissa. (ii) Oletetaan, että säteilylähteen tuottamat tristimulusarvot (yksikköä vailla) ovat $(X, Y, Z) = (110, 70, 20)$. Laske normalisoidut tristimulusarvot eli trikromaattisuuskertoimet (x, y, z) ja sijoita laskemasi (x, y) edellisen kohdan kromaattisuusdiagrammiin. (iii) Sijoita kromaattisuusdiagrammiin oikeille paikoilleen spektrin värien nimet sekä valkoinen. Nimeä myös edellisen kohdan väri. (iv) Oletetaan annetuksi kaksi väriä, c_1 ja c_2, joiden koordinaatit kromaattisuusdiagrammissa ovat (x_1, y_1) ja (x_2, y_2). Johda yleiset yhtälöt c_1:n ja c_2:n suhteellisille prosenttiosuuksille värissä c, joka sijaitsee kyseisiä värejä yhdistävällä janalla. (v) Lisätään tarkasteluun kolmas väri c_3, jonka koordinaatit ovat (x_3, y_3). Selitä ja havainnollista, kuinka suhteelliset prosenttiosuudet nyt laskettaisiin. (vi) Selitä, miksi millään kolmen säteilylähteen yhdistelmällä ei voida tuottaa kaikkia spektrin väreistä muodostettavissa olevia värejä. 6p.