

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

- (i) Machin nauhat
- (ii) histogrammin tasoitus
- (iii) suola ja pippuri -kohina
- (iv) Hough-muunnos
- (v) Haarin skaalaus- ja aallokefunktiot
- (vi) CMYK-värijärjestelmä

2. Tarkastellaan kuvantasoitusmenetelmää, jossa lasketaan keskiarvo kunkin pisteen neljästä lähimmästä naapurista, mutta itse piste jätetään pois keskiarvon laskusta. (i) Piirrä kyseisen tasoitusmenetelmän toteuttava spatiaalitason maski $h(x, y)$. (ii) Esitä diskreetin kaksiulotteisen Fourier-muunnoksen yleinen muoto. (iii) Muodosta $h(x, y)$:tä vastaava taaajuustason suodatin $H(u, v)$. (iv) Osoita, että saadulla suodattimella on alipäästösuodattimen ominaisuuksia. (v) Laske $h(x, y)$:n vaihekulma $\phi(u, v)$. (vi) Kommentoi tuloksia suhteessa suodattimen toimintaan, kun suodatettava kuva on (a) tasainen pinta, (b) yhden pikselin levyisiä mustia ja valkoisia pystyraitoja ja (c) ”shakkiruudukko”. 6p.

3. Tutkitaan kuvan ennustevirhekoodausta. (i) Esitä virhettä tuottamattoman ennustevirhekooderi-dekooderi-parin lohkokaaavio. Selitä, kuinka lohkokaaavio muuttuu, jos koodauksen sallitaan tuottaa virhettä. (ii) Selitä ja toteuta yksinkertainen yksidimensioiden virhettä tuottamaton ennustevirhekoodaus, jolla koodaat alla olevassa kuvassa vahvennettuina näkyvien pikselien arvot. Laske samoille pikseleille myös keskimääräinen neliöllinen ennustevirhe. (iii) Selitä ja esitä graafisesti virhettä tuottavassa ennustevirhekoodauksessa käytettävän kvantisioijan rakenne. (iv) Olettaen, että käytetään nelitasoista ($L = 4$) tasavälistä kvantisioijaa, jonka kvantisointiväli on $\theta = 2$, kvantisoijaa edellä laskemasi ennustevirheet kussakin pikselissä muista riippumattomasti ja laske keskimääräinen neliöllinen kvantisointivirhe. (v) Tee yksinkertainen kaksidimensioiden ennustevirhekoodaus, jolla ennustat samat pikseliarvot kuin edellä, ja laske vastaavat keskimääräiset ennuste- ja kvantisointivirheet. (vi) Kommentoi tuloksia: vertaa yksi- ja kaksidimensioiden koodauksen ominaisuuksia, selitä ennuste- ja kvantisointivirheiden merkitystä koodauksen tehokkuudelle ja virheettömyydelle sekä selvitä, kuinka todelliset ennuste- ja kvantisointivirheet poikkeavat tässä käytetyistä. 6p.

101	103	105	108	113	115	119	121
102	106	108	109	114	118	120	123

4. Alla on osa 8-harmaatasoisesta kuvasta, josta halutaan löytää tumman taustan ja vaalean kohteen välinen reunaviiva. (i) Esitä 3×3 -kokoiset Sobel-operaattorimaskit. (ii) Esitä 3×3 -kokoinen diskreetti Laplace-operaattorimaski. (iii) Laske kuvan vahvistetuille pikseleille gradientin suunta ja suuruus. (iv) Laske samalle alalle myös Laplace-operaattorin arvot. (v) Missä reunaviiva tulosten valossa sijaitsee? (vi) Kuinka gradientin suuruutta ja Laplace-operaattorin arvoa voidaan yleisesti käyttää etsittäessä reunaviivoja kuvista? 6p.

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