

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

- (i) Wiener-suodatus
- (ii) homomorfinen suodatus
- (iii) morfologisen dilaation ja eroosion duaalisuus
- (iv) ideaalinen suodin ja Butterworth-suodin
- (v) approksimaatio- ja ennustusvirhepyramidit
- (vi) diskreetti gradienttioperaattori

2. Tutkitaan diskreetin Laplace-operaattorin ja epäterävän maskauksen käyttöä kuvanehostuksessa. (i) Esitä 3×3 -kokoinen diskreetti Laplace-operaattori, jonka keskellä on lukuarvo -4 . (ii) Laske kyseisen spatiaalisuotimen taajuusvaste Fourier-muunnoksella $N \times N$ -kokoisen kuvan tapauksessa. Laske erityisesti vasteen arvo (u, v) -taajuuksille $(0, 0)$, $(0, N/2)$, $(N/2, 0)$ ja $(N/2, N/2)$ ja selitä, millaisia kuvia kyseiset taajuudet vastaavat. (iii) Vertaa graafisesti diskreetin suotimen taajuusvastetta jatkuva-arvoisen kaksimuuttujaisen Laplace-operaattorin taajuusvasteeseen $-(2\pi)^2(u^2 + v^2)$. Mitä voit sanoa operaattoreiden vaihekulmasta? (iv) Kuinka Laplace-operaattoria voidaan käyttää kuvanehostuksessa? Esitä kuvailemasi ehostusoperaatio myös yhtenä spatiaalisena maskioperaationa sekä Fourier-tasossa. (v) Esitä spatiaali- ja Fourier-tasoissa 3×3 -kokoinen epäterävä maskaus -operaatio, jossa käytät pikselin ja sen nelinaapureiden keskiarvoa. (vi) Tutki myös epäterävän maskauksen vastetta edellä mainituilla (u, v) -arvoilla ja arvioi havaintojesi perusteella näitä kahta kuvanehostusmenetelmää käyttäen sanoja “ylipäästösuodatus” ja/tai “korkeiden taajuuksien korostus”. 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

4. (i) Piirrä kuva RGB-värijärjestelmän akselistosta ja selitä, miksi RGB-järjestelmä on paljon käytetty. (ii) Merkitse RGB-akseliston ääripisteisiin niiden koordinaatit ja vastaavat värit sekä piirrä kuvaan harmaasävyasteikon sijainti. (iii) Kuinka RGB-järjestelmä muunnetaan CMY-värijärjestelmäksi? Entä kuinka CMY-järjestelmä muunnetaan CMYK-värijärjestelmäksi? (iv) Piirrä kuva HSI-värijärjestelmän akselistosta ja merkitse siihen harmaasävyasteikko ja samat väripisteet HSI-koordinaatteineen kuin yllä RGB-koordinaatistoon. (v) Selitä, mikä tekee HSI-värijärjestelmästä RGB-järjestelmää paremman. (vi) Selitä, mihin tarvitaan erilaisia värijärjestelmiä, esimerkiksi tässä tehtävässä mainittuja. Kerro lisäksi, mitä tarkoitetaan värisegmentoinnilla ja mikä sen suhde on eri värijärjestelmiin. 6p.