

Digitaalisen kuvankäsittelyn perusteet

Ennakkotehtävä A: Kevyitä teoriaosan harjoituksia

- Määrittele *lyhyesti* seuraavien värimallien komponentit:
(a) RGB (b) CMYK (c) HSL (d) YCbCr
- Kuvaustilanteita ja –välineitä on hyvin monentyyppisiä. Pohdi, miksi normaalin kameran suurennuskerroin on < 1 ? Missä tilanteessa kerroin voi olla > 1 ?
Laske suurennuskerroin, kun kohde on 5 metrin päässä linssistä, jonka polttoväli on 50 mm.
- Jos kuvaa suurennetaan voimakkaasti, siitä tulee yleensä joko rakeinen tai sumea, riippuen interpolaatitavasta. Laadukkaan tuloksen tuottava suurennussuhde riippuu luonnollisesti kuvan alkuperäisestä pikselimäärästä. Laske, mikä on tulostetun (neliömäisen) kuvapisteen leveys, kun kuva on otettu 12 Megapikselin kameralla, ja paperikoko on A0, eli 841 mm x 1189 mm, eikä reunoihin jätetä marginaaleja. Voidaan olettaa, että kameran kuvasuhde (eli korkeuden suhde leveyteen) on sama kuin paperin. Oletetaan, että $1 \text{ Mega} = 2^{20} = 1\,048\,576$.
- Oletetaan, että mustavalkotulostimella tuotetaan vaikutelma harmaasävyistä käyttäen ditherointia. Ditherointimatriisi sisältää kynnyisarvoja, joiden perusteella vastaavat kuvapisteet asetetaan joko mustiksi tai valkoisiksi sen mukaan, onko kuvan vastinarvo pienempi-tai-yhtäsuuri vai suurempi kuin kynnyisarvo. Vastaavuus tarkoittaa sitä, että matriisi ajatellaan sijoitetuksi kuvan päälle eri kohtiin siten, että koko kuva tulee katettua, mutta ilman päällekkäisyyksiä, vähän samaan tapaan kuin seinän laatoituksessa.
Sovella alla vasemmalla olevaa ditherointimatriisia oikealla olevaan kuvamatriisiin, jonka luvut edustavat harmaasävykuvan pisteiden kirkkausarvoja. Tuloksena on 8x8-ruudukko, jossa kukin ruutu on joko musta tai valkoinen.

0	128	32	160
192	64	224	96
48	176	16	144
240	112	208	80

10	30	50	70	90	110	130	150
30	50	70	90	110	130	150	170
50	70	90	110	130	150	170	190
70	90	110	130	150	170	190	210
90	110	130	150	170	190	210	230
110	130	150	170	190	210	230	250
130	150	170	190	210	230	250	250
150	170	190	210	230	250	250	250

5. Kuvia suurennettaessa joudutaan laskemaan uusille pikseleille sävyarvot interpoloimalla. Laske *bilineaarista interpolaatiota* käyttäen alla olevasta harmaasävykuvan 4x4-alueesta puuttuvien pikselien sävyt. Arvot pyöristetään tarvittaessa lähimpään kokonaislukuun välillä 0..255.

75			84
96			78

6. Harmaasävykuvassa halutaan lisätä kontrastia tummilla alueilla. Tämä oletetaan tässä tehtäväksi siten, että sävyalue 0..63 kuvataan lineaarisesti sävyalueeksi 0..191, ja puolestaan sävyalue 64..255 kuvataan lineaarisesti sävyalueeksi 192..255. Laske muunnoskaavat ja sovelta niitä seuraaviin pikselirivin sävyihin. Arvot pyöristetään tarvittaessa lähimpään kokonaislukuun välillä 0..255.

5	10	15	20	30	50	80	120	170	230
---	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----

7. Konvoluutio on suodatuksen perusoperaatio, jolla voidaan muokata kuvaa monella tavalla. Sovella konvoluutiota, käyttäen alla olevia kahta 3x3-ydintä (eli 'kerneliä') erikseen niiden alapuolella olevaan harmaasävykuvaa esittävään sävyarvomatriisiin. Mahdollisesti syntyvät negatiiviset arvot tulkitaan nolliksi ja maksimissaan arvot rajataan 255:een. Miten kuvailisit suodattimien vaikutuksia, ja miten tulokset eroavat toisistaan?

0	1/8	0
1/8	1/2	1/8
0	1/8	0

0	-1	0
-1	5	-1
0	-1	0

0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	64	0	0	0
0	0	64	64	64	0	0
0	64	64	64	64	64	0
0	0	64	64	64	0	0
0	0	0	64	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

8. Sovella 3x3-mediaanisuodatinta yllä olevaan harmaasävykuvaa esittävään matriisiin. Kuvaile sen vaikutuksia.

9. Päättele, minkätyyppinen konvoluutiokernel voisi sopia tilanteeseen, jossa kamera on kuvaushetkellä liikkunut vaakasuunnassa vakionopeudella, ja haluttaisiin eroon liikkeen aiheuttamasta sumeudesta? Miten Fourier-muunnos liittyy asiaan?

10. Affiini muunnoksella voidaan tehdä kuvaan lineaarisia geometrisia siirtoja, kiertoja, vinoutuksia ja skaalauksia. Ratkaise affiini muunnoksen yhtälöt (x, y) -koordinaatistossa kun halutaan, että seuraavat kolme ehtoa toteutuvat:

- piste $(1, 1)$ pysyy paikallaan
- piste $(2, 1)$ siirtyy paikkaan $(2, 2)$
- piste $(1, 2)$ siirtyy paikkaan $(1, 3)$

11. Morfologiset operaatiot kohdistuvat yleensä mustavalkokuvaan. Suorita vasemmalla olevaa rakenne-elementtiä käyttäen peräkkäin ensin eroosio ja sitten dilaatio oikealla olevaan kuvaan. (Tulkinta: tausta on valkoinen = 0, muotoiltava kohde musta = 1. Alueen ulkopuoliset pisteet oletetaan valkoisiksi.)

0	1	0
1	1	1
0	1	0

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

12. Selvitä netti- ym. lähteistä, miten kosinimuunnos eroaa Fourier-muunnoksesta, ja miksi JPEG-kuvanpakkauksessa käytetään juuri kosinimuunnosta.