

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i : INF2310 — Digital bildebehandling

Eksamensdag : Onsdag 6. juni 2012

Tid for eksamen : 09:00 – 13:00

Oppgavesettet er på : **6 sider**

Vedlegg : **Ingen**

Tillatte hjelpemidler: **Ingen**

- Det er 8 oppgaver i dette oppgavesettet.
- Les gjennom hele oppgavesettet før du begynner å løse oppgavene. Kontroller at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare det. Dersom du savner opplysninger i en oppgave, kan du selv legge dine egne forutsetninger til grunn og gjøre rimelige antagelser, så lenge de ikke bryter med oppgavens "ånd". Gjør i såfall rede for forutsetningene og antagelsene du gjør.
- Det er tilsammen 20 delspørsmål. **Hvert delspørsmål teller like mye.** Det lønner seg derfor å disponere tiden slik at man får besvart alle oppgavene. Hvis du står fast på enkeltoppgaver, gå videre slik at du får gitt et kort svar på alle oppgaver.
- **Alle svar skal begrunnes.** Gjør rede for bruken av eventuelle teoremer, prinsipper eller forutsetninger slik at en tredjeperson kan følge dine resonnerer.

1. Histogramutjevning og gråtonetransform

La oss anta at vi har følgende 4x5 gråtonebilde med en 3 biters gråtoneskala.

3	7	2	0	6
3	4	2	2	3
3	4	1	3	1
3	4	2	5	0

- a) Vis hvordan du går fram for å utføre en histogramutjevning av dette bildet til et utbilde med bare 4 gråtoner fra gråtone 2 til gråtone 5. Vis også resultatbildet.
- b) Beskriv hvordan du kan modifisere histogrammet slik at det blir tilnærmet Gaussisk.

2. Konvolusjon

La intensiteten omkring pikselposisjonen (x,y) være modellert ved ved polynomet

$$f(x,y) = k_1 + k_2x + k_3y + k_4x^2 + k_5xy + k_6y^2$$

I et lokalt 3x3 område rundt posisjonen (x,y) vil da intensitetene være

$k_1 - k_2 - k_3 + k_4 + k_5 + k_6$	$k_1 - k_3 + k_6$	$k_1 + k_2 - k_3 + k_4 - k_5 + k_6$
$k_1 - k_2 + k_4$	k_1	$k_1 + k_2 + k_4$
$k_1 - k_2 + k_3 + k_4 - k_5 + k_6$	$k_1 + k_3 + k_6$	$k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_5 + k_6$

- a) Vis at filtermasken

$$\begin{bmatrix} -2 & 1 & -2 \\ 1 & 4 & 1 \\ -2 & 1 & -2 \end{bmatrix}$$

gir et skalert estimat av den korrekte lokale Laplace-verdien, gitt denne modellen.

- b) Forklar hvordan vi på to måter kan gjøre Laplace-estimatet robust for støy.

3. Medianfiltrering

Et "SWitching Median" (SWM) filter er en to-steps prosedyre, der man først avgjør om et piksel er påvirket av støy ved å se om absoluttverdien av differansen mellom medianen av pikselverdiene i et naboskap og pikselverdien selv er større enn en gitt terskelverdi T . Hvis det er tilfelle, gis utbildet en pikselverdi lik den klassiske medianverdien innenfor naboskapet. Hvis ikke, bli pikselverdien i utbildet satt lik verdien i innbildet. Altså:

$$g(x, y) = \begin{cases} M_w(x, y) & \text{hvis } |M_w(x, y) - f(x, y)| > T \\ f(x, y) & \text{ellers} \end{cases}$$

der $f(x, y)$ er innbildet, $M_w(x, y)$ er medianverdien innenfor et $W \times W$ vindu sentrert om posisjonen (x, y) i innbildet, T er en terskelverdi, og $g(x, y)$ er utbildet.

Anta at innbildet er 5×5 -bildet nedenfor, med pikselverdier mellom 0 og 7.

5	1	7	2	0
5	4	5	0	4
1	4	0	6	1
3	5	3	5	1
3	4	6	6	4

- Finn pikselverdiene i det 3×3 utbildet du får ved å bruke et 3×3 median-vindu. NB! Her er det ikke nok å bare gi et svar i form av pikselverdiene i utbildet. Du må også vise hvordan du finner svarene.
- Finn pikselverdiene i det 3×3 utbildet du får ved å bruke et 3×3 SWM-filter med terskelverdi $T = 2$. NB! Her er det ikke nok å bare gi et svar i form av pikselverdiene i utbildet. Du må også vise hvordan du finner svarene.
- Beskriv fem vanlige måter å håndtere situasjonen når filteret ligger delvis utenfor innbildet, og du ønsker et ut-bilde $g(x, y)$ som er like stort som inn-bildet $f(x, y)$.

4. Frekvensdomenet

- a) Hva forteller Fourier-spekteret til et gråtonebilde oss om bildet?
Kan vi generelt rekonstruere bildet ved å bare bruke Fourier-spekteret?
- b) Beregn verdien til Fourier-spekteret for frekvensen (1,1) til følgende 4x4-gråtonebilde:

5	5	7	6
7	0	7	3
1	2	1	6
7	4	7	1

Du kan få bruk for følgende matriser:

1	0	-1	0
0	-1	0	1
-1	0	1	0
0	1	0	-1

Cosinus-bildet av
størrelse 4x4 og frekvens (1,1)

0	-1	0	1
-1	0	1	0
0	1	0	-1
1	0	-1	0

Sinus-bildet av
størrelse 4x4 og frekvens (1,1)

(alle frekvenskomponenter i denne deloppgaven er nullindeksert)

- c) Vi har sett på tre ulike overgangstyper som kan brukes når vi designer filtre i frekvensdomenet, og vi har kalt de resulterende filterne for enten ideelle filtre, Gaussiske filtre eller Butterworth filtre. Redegjør kort for fordeler og ulemper ved hver av disse tre overgangstypene.

5. Kompresjon

- a) Beskriv kort de tre ulike typene redundans som er aktuelt for kompresjon av bilder. Hvilken redundans fører generelt til ikke-tapsfri kompresjon?
- b) Finn en Huffman-kodebok for følgende sannsynlighetsmodell:

Symbol	a	b	c	d	e
Sannsynlighet	0,25	0,19	0,41	0,02	0,13

- c) Beskriv kort gangen i JPEG-komprimering, fra gråtonebilde til bitkode.

6. Segmentering ved terskling

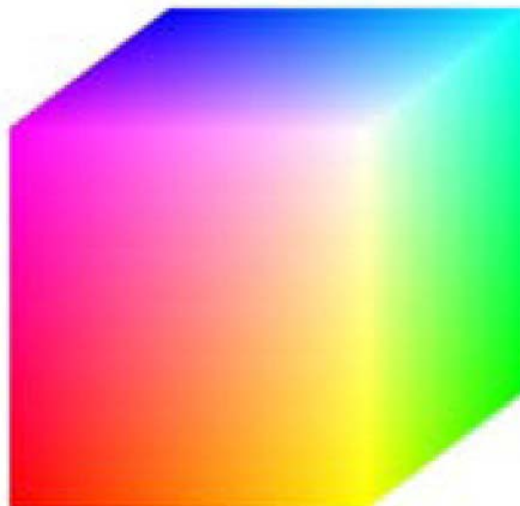
Anta at de normaliserte bakgrunns- og forgrunnsfordelingene av intensitetene i et 3 bits gråtonebilde er gitt ved følgende tabell:

i	$b(i)$	$f(i)$
0	0,3	0
1	0,25	0
2	0,2	0,5
3	0,15	0,5
4	0,1	0
5	0	0
6	0	0
7	0	0

- a) Med a priori sannsynlighetene for hhv bakgrunn og forgrunn $B=0.75$ og $F=0.25$, tegn en skisse som viser de to fordelingene veiet med a priori sannsynlighet.
- b) Anta at du terskler bildet slik at du får minst mulig total klassifikasjonsfeil,
- Hvilke pikselverdier vil da bli klassifisert som forgrunn og bakgrunn?
 - Hvor stor andel av bildet vil bli feilklassifisert?
 - Hvor stor andel av forgrunns pikslene vil bli feilklassifisert?
- c) Anta at du terskler et vilkårlig bilde med gråtoneskala fra 0 til $L-1$ med en terskel T , men at du ønsker et utbilde med to *gråtoneverdier*, slik at den gjennomsnittlige gråtonen i utbildet og innbildet er den samme. Finn og begrunn et uttrykk for gråtoneverdiene i utbildet, gitt innbildets normaliserte histogram $p(i)$.

7. Farger og fargerom

- a) Hvor mange forskjellige gråtoner kan det finnes i et 12 biters $N \times M$ fargebilde der hver av fargene R, G og B er representert med 4 biter?
- b) Beskriv hvordan I-komponenten i IHS-systemet varierer over de tre ytterflatene av RGB-kuben som sees i figuren nedenfor, når du vet at de tre hjørnene som svarer til primærfargene R, G og B har RGB-verdier $(1,0,0)$, $(0,1,0)$ og $(0,0,1)$.



8. Morfologi

La oss anta at vi har følgende 8x8 binære bilde:

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

der 1 angir forgrunns piksel og 0 angir bakgrunns piksel.

a) Finn erosjonen av bildet med strukturelementet:

0	1	0
1	1	1
0	1	0

Den den uthevede rammen angir origo.

b) Hvordan kan man generelt finne kantene i et binært bilde basert på morfologi?
Hvilket strukturelement vil man bruke for at kantene skal være sammenhengende med henholdsvis 4-naboskap og 8-naboskap?

LYKKE TIL !