

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i : INF2310 — Digital bildebehandling

Eksamensdag : Tirsdag 29. mars 2011

Tid for eksamen : 15:00 – 19:00

Oppgavesettet er på : **5 sider**

Vedlegg : **Ingen**

Tillatte hjelpemidler: **Ingen**

- Det er 11 oppgaver i dette oppgavesettet.
- Les gjennom hele oppgaven før du begynner å løse oppgaven. Kontroller at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare det. Dersom du savner opplysninger i oppgaven, 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 21 delspørsmål, og det lønner seg å disponere tiden slik at man får besvart alle oppgavene. Hvis dere står fast på enkeltoppgaver, gå videre slik at dere 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.
- Dette oppgavesettet foreligger på bokmål, nynorsk og engelsk. Dersom du er usikker på fagtermene som er brukt i den norske oppgaveteksten – siden læreboka er på engelsk - kan du be eksamensvaktene om å få også den engelske oppgaveteksten.

1. Sampling og geometrisk transform

Anta at vi har et (kontinuerlig) båndbegrenset bilde med en høyeste frekvens $f_{\max} = 2\text{mm}^{-1}$.

- Det som er avbildet er bl.a. noen punktkilder som står så nær hverandre at de så vidt kan skilles fra hverandre i bildet. Gi en nedre grense for hvor tett disse punktkildene står.
- Hvor tett må vi sample dette bildet for å unngå aliasing? Gi en nedre grense for *samlingsfrekvensen*, f_s . La oss videre anta at vi har samplet bildet med en rate så vidt over denne grensen.
- Anta at den geometriske transformen er:

$$x' = 0.5x + 100$$

$$y' = 0.5y + 200$$

der x og y er koordinatene i "innbildet", x' og y' er de transformerte koordinatene. La oss videre anta at det benyttes en "vanlig" resampling ved baklengstransformasjon.

Hva vil den effektive samplingsraten være etter en slik transform, og hvilke (uønskede) effekter vil dette kunne gi opphav til?

2. Et avbildnings- og bildebehandlingssystem

Forklar eventuelle prinsipielle problemer med rekkefølgen i dette avbildnings- og bildeanalyse-systemet:

Avbildning -> Sampling -> Analyse av romlig oppløsning fra det samlede bildet -> Anti-aliasing -> Videre strukturanalyse av bildet

3. Histogrammer

La oss anta at vi har følgende 4x4 gråtonebilde:

1	3	2	1
5	4	5	3
4	1	1	2
2	3	2	1

Skissér gråtonehistogrammet, h , det normaliserte histogrammet, p , samt det kumulative histogrammet, c , til bildet.

4. Gråtonetransform og bildestandardisering

Anta gråtonetransformen $T[i] = ai + b$, der a og b er konstanter.

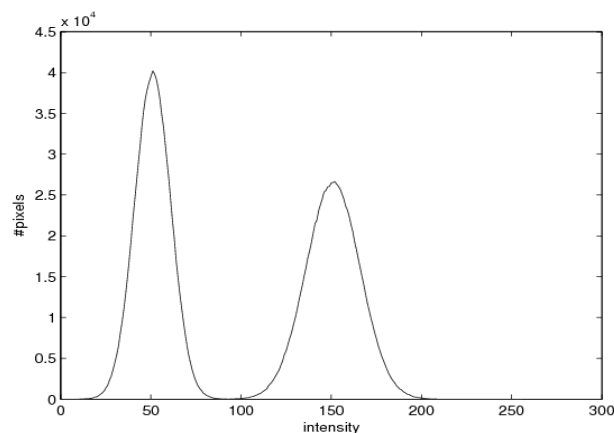
- Hvilken effekt har parametrene a og b på gråtonehistogrammet til det resulterende bildet?
Forklar også effekten av a og b på kontrasten og lysheten til bildet.
- Man kan gi en serie bilder lik varians og middelværdi ved å benytte slike gråtonetransformer. Hva prøver man å oppnå ved slik standardisering av varians og middelværdi?

5. En logaritmisk gråtonetransform

Anta gråtonetransformen $T[i] = \log(i+1)$. Hva vil denne transformen gjøre med kontrasten i henholdsvis de mørke og lyse intensitetsintervallene?

6. Gråtonetransform og rekonstruksjon

Anta at vårt 8-bits bilde har følgende histogram:



La oss anta at vi skal rekvantisere bildet til 1 bit per piksel, altså til et bilde bestående av 0-ere og 1-ere. Skisser gråtonetransformen ($T[i]$) du ville benyttet. Hvilken verdi for 0 og hvilken verdi for 1 ville du benyttet ved rekonstruksjon til et 8 bits bilde? Gi en (kort) begrunnelse for dine valg for både gråtonetransform og rekonstruksjonsverdier.

7. Histogramutjevning

Hva er histogramutjevning? For et generelt bilde, beskriv gråtonetransformen som utfører en histogramutjevning.

8. Filtrering

Gitt et 3 x 3 utsnitt av et 3 bits gråtonebilde med pikselverdier

0	5	1
3	7	4
1	4	2

Hvilken verdi vil senterpikslet her få hvis vi bruker:

- a) Et 3x3 uniformt konvolusjonsfilter, skalert ved å dividere med summen av filterkoeffisientene?
- b) Et filter som er resultatet av konvolusjonen $[1 \ 2 \ 1] * [1 \ 2 \ 1]^T$, skalert ved å dividere med summen av filterkoeffisientene?
- c) Et 3x3 kvadratisk medianfilter?
- d) Et 3x3 pluss-formet medianfilter?

NB! Her er det ikke nok å bare gi et svar i form av en pikselverdi. Du må også gi en kort begrunnelse, eller en utregning.

9. En konvolusjonsoperator

En operator T_1 er definert ved

$$T_1 = [1 \ 2 \ 3 \ 2 \ 1] * [-1 \ 0 \ 2 \ 0 \ -1]^T + [1 \ 2 \ 3 \ 2 \ 1]^T * [-1 \ 0 \ 2 \ 0 \ -1]$$

- a) Forklar hva slags operator dette er.
- b) Beskriv operatoren T_1 ved filtre av størrelse 3x3. Hvilke kjente filtre er dette?

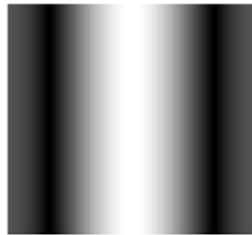
10. Transformer og Fourier-spektra

- a) Anta gråtonetransformen $T[i] = i + c$, altså at vi legger til en konstant, c , til hver piksel. Hvordan vil en slik transform virke inn på Fourier-spekteret til bildet?
- b) Anta et bilde med helt sort bakgrunn, og med en kanin plassert i bildets sentrum. Hvis man flyttet kaninen fem piksler til høyre, hvordan ville dette endret bildets frekvensspektrum?

11. Konvolusjon og frekvensrespons

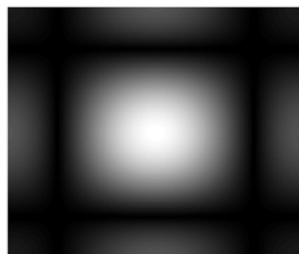
- a) Hva sier konvolusjonsteoremet?
- b) Under følger to konvolusjonskjerne og to tilhørende frekvensrespons. I vår fremstilling av spektrene tilsvarer sort en lav verdi og hvitt en høy verdi, og nullfrekvensen er sentrert midt i bildet.

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



Hvilket spekter tilhører det første filteret, og hvilket tilhører det andre?

- c) Hvis man multipliserer de to frekvensresponsene sammen element for element får vi resultatet under. Hvilken konvolusjonsfilterkjerne svarer til denne frekvensresponsen?



LYKKE TIL!