

# UNIVERSITETET I OSLO

## Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i :	INF2310 — Digital bildebehandling
Eksamensdag :	Onsdag 2. april 2008
Tid for eksamen :	13:30 (3 timer)
Oppgavesettet er på :	5 sider
Vedlegg :	Ingen
Tillatte hjelpemidler :	Ingen

- 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.
- Merk at alle delspørsmål teller like mye. Det lønner seg derfor 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.

## Sampling og kvantisering

1.
  - a. Hvis man dobler antall bits per piksel, hvor mange flere kvantiseringsnivåer vil man da ha tilgjengelig?
  - b. Anta at vi i utgangspunktet kvantiserer til  $B$  bit pr. piksel. Hvis vi antar lik sannsynlighet for alle intensiteter i input-intervallet (uniform fordeling), hvor stor endring i kvantiseringsfeil vil vi forvente hvis vi tar med ett ekstra bit ( $B+1$ )?
2.
  - a. Samplingsteoremet sier noe hvor tett man er nødt til å sample for å kunne digitalt representere bilder med en gitt romlig oppløsning. Hva sier samplingsteoremet (Nyquist)?
  - b. Anta at vi har et avbildningssystem som gir en punktspredningsfunksjon med bredde  $0.2\text{mm}$ . Altså vil det kunne skille punkter som har avstand  $0.2\text{mm}$  mellom seg. Hva er den minste samplingsraten (**frekvensen**) vi må benytte ifølge samplingsteoremet? Vær presis med benevnningen.
  - c. Hva skjer om vi ikke følger samplingsteoremet, og velger en for lav samplingsrate?
  - d. Når et bilde skal krympes (reskaleres/resamples) med en heltallig faktor  $n$  er en løsning å velge ut hver  $n$ -te piksel i hver retning. Ofte gir det bedre resultat om man istedenfor henter ut snittverdien i hver  $n \times n$  blokk av bildet. Gi en forklaring på dette relatert til samplingsteoremet.

## Geometriske operasjoner

3. Nærmeste nabo-interpolasjon og bilinear interpolasjon er to vanlige teknikker benyttet ved geometriske operasjoner.
  - a. Forklar kort forskjellen mellom de to interpolasjonsteknikkene. Nevn noen fordeler og ulemper med begge.
  - b. I hvilke situasjoner vil de gi likt resultat?

## Gråtonetransformer

4.

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

- a. Tegn histogrammet og det kumulative histogrammet til bildet over.
  - b. Hva menes med det normaliserte histogrammet?
5. Anta gråtonetransformen  $T[i] = ai + b$ , der  $a$  og  $b$  er reelle tall.
- a. Hvilke effekter har parametrene  $a$  og  $b$  på kontrasten og ”lysheten” i det resulterende bildet?
  - b. Man kan gi resultatbildet ønsket middelvei og varians ved å benytte slike lineære transformeringer med bestemte  $a$  og  $b$ . Hvorfor vil man ofte standardisere bildeserier ved å gi de samme varians og middelvei?
6. Tegn og forklar hvordan de følgende gråtonetransformeringene endrer kontrasten i bildet:
- a. Logaritmisk skalering
  - b. Eksponentiell skalering
7. Hva er histogramutjevning og hvilken gråtone-transformasjonsfunksjon benyttes for å utføre histogramutjevningen?

## Naboskapsoperasjoner

### 8. Konvolusjon

- a. La to filtre  $h1$  og  $h2$  være gitt ved

$$h1 = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad h2 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Regn ut filteret  $h3=h1*h2$  ved å konvolvare  $h1$  med  $h2$ . Beregn verdier for alle posisjoner der  $h1$  og  $h2$  overlapper.

- b. Hvilke to 1D-filtre kan filter  $h1$  splittes opp i? Altså, hvilke to 1D-filtre gir  $h1$  når de konvolveres.

- c. Gitt filterkjernene

$$h4 = \begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad h5 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$$

Hvordan kan vi bruke disse til å beregne henholdsvis gradient-magnitudo og -retning?

- d. Hvilken operator er gitt ved

$$\nabla^2(f; x, y) = \frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 f}{\partial y^2}$$

og hva brukes denne hovedsakelig til?

### 9. Median-filtrering

Gitt et 3-bits 7x7 gråtonebilde der det midterste pikselet har verdi  $c$ :

4	4	3	3	2	2	2
0	4	4	3	3	1	1
0	5	5	3	3	3	3
0	3	3	$c$	1	2	3
0	5	5	3	3	3	3
0	4	4	3	3	1	1
4	4	3	3	2	2	2

Dette bildet skal filtreres med et plussformet medianfilter gitt ved

```
    1
    1
  1 1 1 1 1
    1
    1
```

- a. Finn ut hvilke piksler i ut-bildet som avhenger av verdien på c. Vi antar at bare piksler der bilde og filterkjernen overlapper helt skal beregnes.

Hint: sjekk resultatet ditt ved å sette inn faktiske verdier og beregne medianen.

- b. Hvilken verdi får det midterste pikselet i resultatbildet gitt verdien på c?
- c. Hvilken fordel kan det ha å bruke pluss-formet vindu i motsetning til kvadratisk vindu for median-filtrering?