

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i :	INF2310 — Digital bildebehandling
Eksamensdag :	Onsdag 1. april 2009
Tid for eksamen :	15:00 – 18:00
Oppgavesettet er på :	5 sider
Vedlegg :	Ingen
Tillatte hjelpemidler :	Ingen

- Det er 7 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 lønner seg å disponere tiden slik at man får besvart alle oppgavene. Hvis du står fast på enkeltoppgaver, så gå videre slik at du i hvert fall får gitt et kort svar på alle oppgaver.

1. Kvantisering

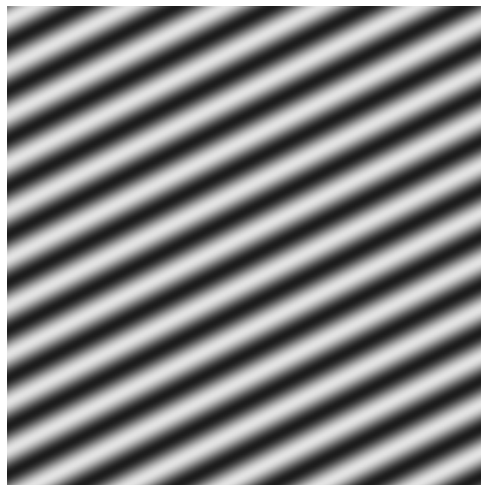
- a) Anta at vi i utgangspunktet har B biter per piksel. Hvis vi så halverer antall biter per piksel, hvor mange kvantiseringsnivåer vil vi miste?
- b) Anta at vi i utgangspunktet kvantiserer til B biter per piksel. Hvis vi antar lik sannsynlighet for alle intensiteter i input-intervallet (uniform fordeling), hvor stor endring i kvantiseringsfeil vil vi forvente hvis vi tar med en bit mindre (fra B til B-1)?

2. Sampling

- a) Intensiteten i hvert piksel i bildet nedenfor er beskrevet ved

$$f(x, y) = 127 + A \cos\left(\frac{2\pi(ux + vy)}{N} + \psi\right)$$

der $A = 100$, $u = 5$, $v = 10$, ψ er en konstant fase, og det er $N = 200$ piksler i både x- og y-retning i bildet.



Vi skal resample bildet med en heltallig faktor m i x-retning og en heltallig faktor n i y-retning ved å ta snittverdiene av $m \times n$ piksler. Hva er da maksimal verdi for m og n hvis vi vil unngå aliasing?

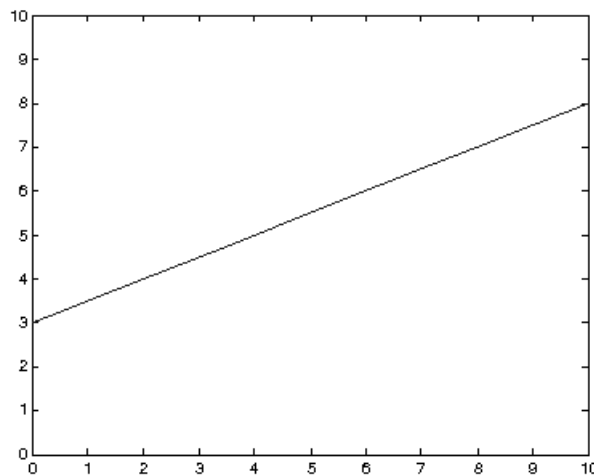
- b) En annen metode er å velge ut hver m -te piksel i x-retning og hvert n -te piksel i y-retning. Hvis vi setter m og n eksakt lik Nyquist-raten kan de to metodene gi veldig forskjellige resultat-bilder. Når og hvorfor?

3. Geometriske operasjoner

- a) Koordinatene i et bilde skal transformeres vha skalering slik at objekter i resultatbildet blir dobbelt så store i alle retninger, sammenlignet med originalbildet. Hva blir koordinattransformen for denne operasjonen?
- b) Origo skal videre også translateres slik at origo i det nye bildet tilsvarer pikselkoordinat (100, 150) i det opprinnelige bildet. Hvordan kan dette gjøres mest effektivt, og hva blir transformkoeffisientene for denne løsningen?

4. Histogram

- a) Kan man ut fra et bilde som er histogramutjevnet rekonstruere det originale bildet? Begrunn svaret ditt.
- b) En gråtonetransform er gitt ved $T[i] = a i + b$, der i er opprinnelig gråtone. Hva blir transformkoeffisientene hvis vi skal invertere bildet (finne "negativen")?
- c) Hva blir transformkoeffisientene for plottet under?



- d) Anta at et 8-biters bilde har middelvei lik 100 og standardavvik lik 10. Hva kan du da si om hvor god kontrasten er i bildet?
- e) Hvis bildet blir sendt gjennom gråtonetransformen $g(x,y) = 2 f(x,y) + 10$, hva blir middelvei og varians i det transformerte bildet $g(x,y)$?

5. Konvolusjon

- a) La h_1 og h_2 være to ortogonale konvolusjons-operatorer:

$$h_1 = \begin{bmatrix} 0 & -1 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \\ 2 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad h_2 = \begin{bmatrix} -2 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{bmatrix}$$

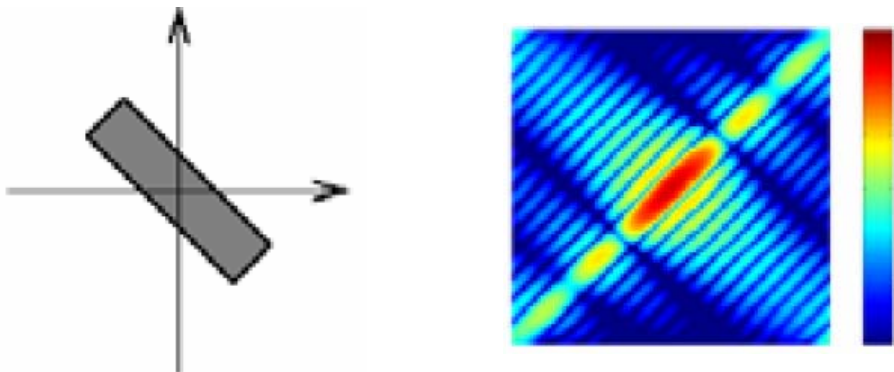
Hva er forskjellene mellom estimatene av gradientmagnitudo og gradientens retning som vi finner ved hjelp av resultatene fra operatorene h_1 og h_2 , i forhold til de to ordinære Sobel-operatorene h_x og h_y :

$$h_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \quad h_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

- b) Kan vi separere filtrene h_1 og h_2 i to 1D-filtre?
Hva med h_x og h_y ?
Begrunn svaret.

6. Fourier-spektra

Gitt et bilde og et spektrum som vist nedenfor.



- a) Hvordan endres spektret hvis vi roterer det rektangulære objektet?
- b) Hvordan endres spektret hvis vi endrer bredden på objektet slik at det blir et skråstilt kvadrat med sidekanter lik lengden på rektanlet?
- c) Hvordan endres spektret hvis vi endrer det rektangulære objektet fra å ha en jevn gråtone – der et tverrsnitt gjennom objektet er en firkantprofil, til at tverrsnittet er en trekantprofil?

7. Median-filtrering og Huffman-koding

Gitt et 8x5 piksels gråtonebilde med 2 biter per piksel:

1	1	2	0	3	3	1	0
0	0	2	3	1	0	0	0
1	1	3	0	3	3	1	0
0	1	2	3	1	0	0	3
1	2	2	0	1	0	1	0

- a) Dette bildet skal filtreres med et plussformet medianfilter gitt ved

$$\begin{array}{ccccccc} & & & & 1 & & & \\ & & & & 1 & & & \\ & & & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ & & & 1 & & & & \\ & & & 1 & & & & \end{array}$$

Vi antar at bare piksler der bilde og filterkjernen overlapper helt skal beregnes. Hva blir resultatet?

- b) Vis hvordan du vil gå fram for å Huffman-kode gråtonebildet, og finn det gjennomsnittlige antall biter per piksel i det kodede bildet.

Lykke til!

Anne Schistad Solberg og Fritz Albrechtsen