

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: INF2310 — Digital bildebehandling

Eksamensdag: Onsdag 28. mai 2014

Tid for eksamen: 09:00 – 13:00

Oppgavesettet er på: **6 sider**

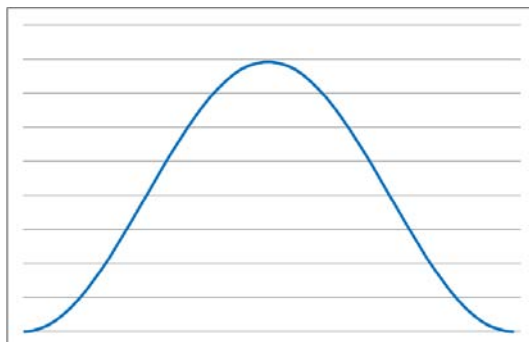
Vedlegg: **Ingen**

Tillatte hjelpemidler: **Ingen**

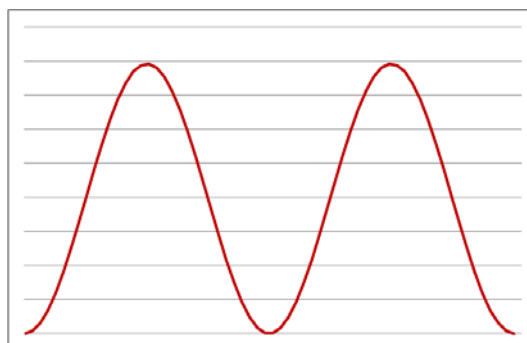
- Det er 7 oppgaver i dette oppgavesettet.
- Les gjennom hele oppgavesettet før du begynner å løse oppgavene !
Kontroller at oppgavesettet er komplett før du begynner å besvare det.
Dersom du savner opplysninger i en oppgave, kan du selv legge dine egne forutsetninger til grunn og gjøre rimelige antagelser, så lenge de ikke bryter med oppgavens "ånd".
Gjør i såfall rede for forutsetningene og antagelsene du gjør.
- Det er tilsammen 18 deloppgaver. **Hver deloppgave teller like mye.** Det lønner seg derfor å disponere tiden slik at man får besvart alle deloppgavene. Hvis du står fast på en deloppgave, gå videre slik at du får gitt et kort svar på alle deloppgavene.
- **Alle svar skal begrunnes.** Gjør rede for bruken av eventuelle teoremer, prinsipper eller forutsetninger slik at en tredjeperson kan følge dine resonnerer.

1. Histogramtransform

Anta at du har et analogt bilde $f(z)$ med gråtoner $0 \leq z \leq 2\pi$ der bildets en-toppede histogram er gitt ved en én-perioders sinusoid og ser slik ut:



- Forklar hvordan vi finner gråtonetransformen som histogramutjevner bildet uten å endre intervallet gråtonene dekker, dvs. $[0, 2\pi]$.
Hva blir uttrykket for denne transformen?
- Forklar hvordan vi finner en histogramtransform som gir et utbilde med et to-toppet histogram gitt ved en to-perioders sinusoid som vist i figuren nedenfor.



- Hva skjer med gråtone-entropien til bildet ved histogramutjevningen i deloppgave a? Forklar!

2. Filtrering i Fourier-domenet

- Hva er det vi mener med *ringing* og hvorfor vil det forekomme etter filtrering med et ideelt lavpassfilter i Fourier-domenet?
- Hvorfor vil ikke ringing forekomme etter filtrering med et Gaussisk lavpassfilter i Fourier-domenet?

3. Kantdetektering

- a) Beskriv hvordan man kan beregne gradientmagnitudebildet av et inn-bilde f ved bruk av Sobel-operatoren:

$$h_x = \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 2 & 1 \\ \hline 0 & \mathbf{0} & 0 \\ \hline 1 & -2 & 1 \\ \hline \end{array}$$

$$h_y = \begin{array}{|c|c|c|} \hline 1 & 0 & -1 \\ \hline 2 & \mathbf{0} & -2 \\ \hline 1 & 0 & -1 \\ \hline \end{array}$$

Cellen med tykk kant angir origo i filteret, dvs. der $x = y = 0$.

- b) I Canny's kantdetektoralgoritme blir gradientmagnitudebildet tynnet (før hysteresetærsklingen). Hvordan har vi lært at dette kan bli gjort?
- c) Tynningen i Canny's kantdetektoralgoritme fører grovt sett til at vi står igjen med de lokalt sett største gradientmagnitudene. Hvordan kan vi finne pikslene med lokalt sett størst gradientmagnitudo ved bruk av en Laplace-operator?

4. Kompresjon og koding

- a) Beregn differansetransformen av bildet:

7	7	7	7	7	7	7
7	7	7	6	6	5	5
7	5	3	2	2	2	2
3	2	2	2	2	2	2

- b) Finn Huffman-kodeboken av det differansetransformerte bildet.
Dersom du ikke løste deloppgave a så kan du finne Huffman-kodeboken av det opprinnelige bildet i stedet.
- c) Hva mener vi med at JPEG-kompresjon kan gi blokk-artefakter?

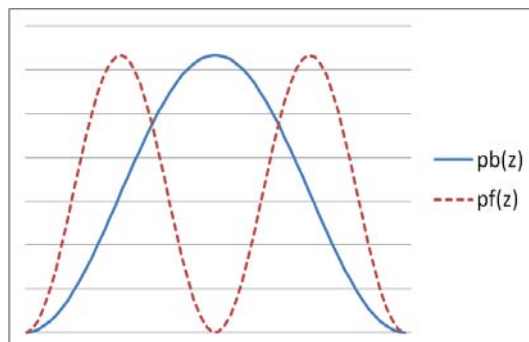
5. Segmentering ved terskling

I et analogt bilde med gråtoner $0 \leq z \leq 2\pi$ er de normaliserte histogrammene til bakgrunn og forgrunn gitt som sinusoider med henholdsvis én og to perioder:

$$p(z) = \begin{cases} k[1 - \cos(z)] & \text{bakgrunn} \\ k[1 - \cos(2z)] & \text{forgrunn} \end{cases}$$

der k er en felles konstant.

De normaliserte histogrammene $p_b(z)$ og $p_f(z)$ ser altså slik ut:

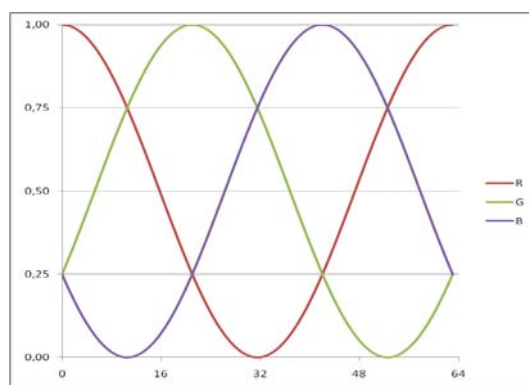


- Finne et enkelt uttrykk for den høyeste verdien, p_{\max} , i de normaliserte histogrammene. Forklar resonneret!
- Med *a priori* sannsynlighet F for forgrunn, finne en annengradsligning for terskelverdiene som gir minst mulig total feil ved en histogrambasert segmentering. Hint: $\cos(2z) = \cos^2(z) - \sin^2(z) = 2\cos^2(z) - 1$.
- Anta at du har et gråtonebilde med ganske homogen bakgrunn og en del objekter med ganske homogen intensitet. Finnes det en gruppe filtre fra pensum i dette kurset som vil gi et resultat-bilde der histogrammet er en veiet sum av to histogrammer som har samme form som p_b og p_f ovenfor? Forklar!

6. Fargebilder og fargetabeller

Et 6-bits gråtonebilde med $L = 64$ gråtoner vises fram med en RGB-pseudofargetabell der R er en sinusoid, $R=0.5(1+\cos(2\pi z/64))$, mens G og B-komponentene er tilsvarende sinusoider som er faseforskjøvet med henholdsvis $4\pi/3$ og $2\pi/3$, som vist i figuren nedenfor. Når gråtonen l øker, vil fargen (H) øke lineært fra 0 til 1 med denne fargetabellen. I oppgaven kan du få bruk for formlene for metning (S) og intensitet (I):

$$S = 1 - \frac{3 \min(R, G, B)}{R + G + B} \quad I = \frac{R + G + B}{3}$$



- Hvilke farger vil piksler med gråtoneverdi $l = L/6$, $l = L/2$ og $l = 5L/6$ vises som?
- Vi har i en av ukeoppgavene i kurset sett på en fargetabell med lineær intensitet, og intensiteten er faktisk lineær også i fargetabellen ovenfor. Hvis vi nå konverterer fra RGB til HSI, hvordan vil da intensiteten I endre seg når gråtonen l går fra 0 til 63?
- For hvilke av gråtonene som svarer til skjæringspunktene i figuren øverst vil denne pseudo-fargetabellen gi halvt mettede farger?

7. Morfologisk lukking

Utfør morfologisk lukking på følgende binære bilde:

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

ved bruk av følgende binære strukturelement:

1	1	1
1	1	1
1	1	1

Cellen med tykk kant angir origo.

I både bildet og strukturelementet angir 1 forgrunns piksel og 0 bakgrunns piksel.

LYKKE TIL !