

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i: INF2310 — Digital bildebehandling

Eksamensdag: Mandag 1. juni 2015

Tid for eksamen: 14:30 – 18:30

Oppgavesettet er på: **6 sider**

Vedlegg: **Ingen**

Tillatte hjelpemidler: **Ingen**

- Det er 6 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 resonnementer.

1. Tema: Kompresjon og koding

Gitt følgende sekvens av 14 symboler: ABCDEAADEEDADA

- a) Finn Huffman-kodeboken for symbolsekvensen.
Hvis vi ser bort fra kodeboken, hvor mange biter vil vi bruke på å kode symbolsekvensen med Huffman-koding?
Hva er gjennomsnittlig antall biter per symbol?
- b) UTF8 koding bruker 8 biter per symbol.
Hvilke kompresjonsrate har vi oppnådd sammenlignet med om vi hadde brukt UTF8 koding til å kode symbolsekvensen?

Entropien for sekvensen er ≈ 2 .
Hva er kodingsredudansen vi får ved å bruke Huffman-koding?
- c) Kan du foreslå en annen kodingsteknikk som generelt sett gir en enda høyere kompresjonsrate?
Hvordan skiller denne teknikken seg fra Huffman-koding?
Nevn fordeler og ulemper med den alternative teknikken sammenlignet med Huffman-koding.

2. Konvolusjon

- a) Du får oppgitt en kombinert konvolusjonsoperator O som bygger på to vektorer A og B :

$$O = -\frac{1}{16} (A * A * B * B^T * B^T * B^T + A^T * A^T * B * B * B * B^T)$$
$$A = [1 \quad 0 \quad -1], \quad B = [1 \quad 2 \quad 1]$$

Hvilken operator er O , og hva bruker vi den til?
Bruk egenskaper ved konvolusjon til å begrunne svaret uten å utføre konvolusjonen!

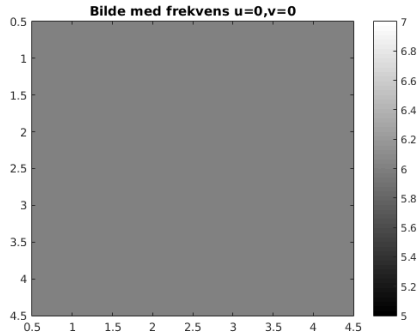
- b) Hvor stor er filtermatrisen O ovenfor?
Begrunn svaret uten å utføre konvolusjonen!
- c) Hvor brede diskrete strukturer kan dette filteret detektere med korrekt plassering av kantene? Begrunn svaret.

3. Fouriertransform

a) Nedenfor følger tre 4x4 gråtonebilder.

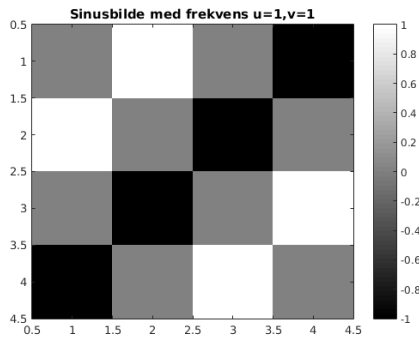
Tegn Fourierspekteret til hvert av de tre bildene. Bruk nullindeksering i Fourierspekterne, altså slik at frekvensen til DC komponenten er (0,0).

Det første bildet er et bilde med kun en gråtoneverdi:



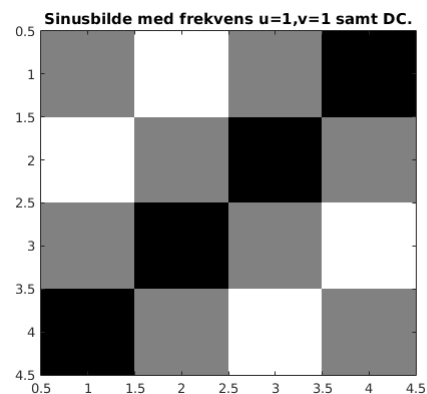
6	6	6	6
6	6	6	6
6	6	6	6
6	6	6	6

Det andre bildet er et sinusbilde med frekvens $u = 1, v = 1$:



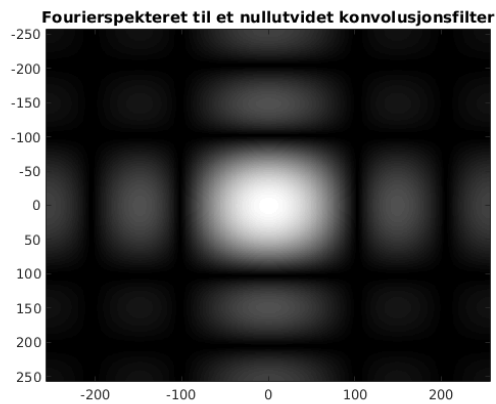
0	1	0	-1
1	0	-1	0
0	-1	0	1
-1	0	1	0

Det tredje bildet er summen av de to første bildene:



6	7	6	5
7	6	5	6
6	5	6	7
5	6	7	6

- b) I figuren nedenfor er det gitt den nullutvidede Fourier-spekteret til et 5x5 konvolusjonsfilter. Resonner deg frem til hvilke konvolusjonsfilter dette kan være ved å analysere frekvensresponsen til filteret.



- c) Prewitt's horisontale gradientoperator er gitt ved:

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

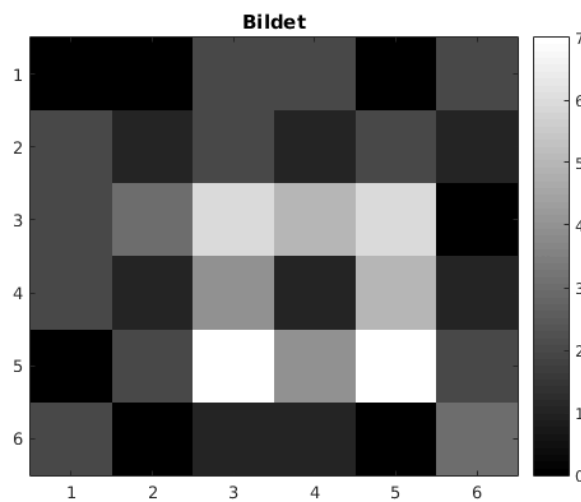
Denne brukes som kjent til å finne gradienter i den horisontale retningen i bildet. Forklar hvilke frekvenssegenskaper dette filteret har, og tegn en skisse av Fourierspekteret.

4. Segmentering ved terskling

Vi har følgende 6x6 gråtonebilde med 3 bits gråtoneskala:

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

Bildet som tallverdier



Bildet med pikelsverdier indikert med gråtoner.

- Finn histogrammet og det normaliserte histogrammet til gråtonebildet.
- Bruk histogrammet og Ridler Calvard's metode (enkel tersklingsalgoritme) til å finne en passende terskel for bildet. Vis fremgangsmåten. Tegn tersklingen som en transformasjon og tegn det resulterende bildet etter terskling.
- Gjør en løpelengdetransformasjon på det tersklede bildet. Gjør løpelengdetransformasjonen rad for rad i bildet. Bruk formatet: (tall, løpelengde).
Hint: Utnytt gjerne at det tersklede bildet er binært.

5. Morfologiske operasjoner

I læreboka og i forelesningen om morfologiske operasjoner på binære bilder antas det at piksler utenfor det binære bildet har verdien 0, og det er ofte bare ett objekt i bildet.

- a) Forklar de ulike teknikkene man kan bruke til å håndtere ”rand-problemet” ved filtrering, der deler av et filter faller utenfor bildet, og kommentér spesielt hvor godt egnet de ulike teknikkene er i forbindelse med morfologiske operasjoner på binære bilder når det er flere objekter i bildet, og noen av dem åpenbart strekker seg utenfor bildet.

Anta at strukturelementet er 3x3 med origo i midten, og forklar resonnementet!

- b) ”Hit / miss” transformasjonen er definert ved

$$A(*)S = A(*) [S_1, S_2] = (A \theta S_1) \cap (A^c \theta S_2)$$

der A er et binært bilde, og strukturelementet S er definert ved et par $[S_1, S_2]$ av binære strukturelementer som ikke har noen felles elementer.

Anta at S_1 og S_2 er symmetriske og har felles origo.

Bruk dualiteten mellom erosjon og dilasjon til å uttrykke $A(*)S$ ved bare A og S_1 , altså uten å bruke A^c og S_2 .

- c) Beskriv hva man kan oppnå med operasjonene lukking og åpning, forklar hvordan den ene operasjonen kan utføres ved hjelp av den andre hvis struktureringselementet er symmetrisk, og forklar hva nytten av dette er.

6. Fargerom og fargebilder

- a) Forklar tre måter å representere fargebilder på; RGB, $RGB\alpha$, og en metode som bruker en fargetabell.

Angi hvor stor plass de vil ta per piksel, og hvor mange forskjellige farger de tillater i bildet.

- b) Gi en enkel definisjon av gråtoneverdien (intensiteten) til en RGB-verdi.

Hvordan vil dette modifieres hvis man skal ta hensyn til mengden av de tre typene detektorer i øyet eller i et kamera?

- c) Beskriv kortfattet ”Median-Cut” algoritmen, og forklar hvordan den brukes.

LYKKE TIL !