

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

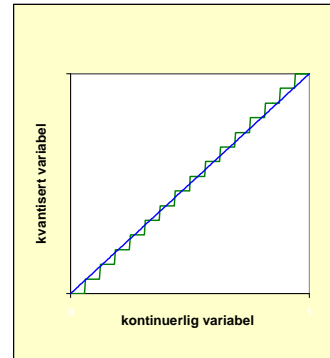
Eksamen i :	INF2310 — Digital bildebehandling
Eksamensdag :	Onsdag 3. juni 2009
Tid for eksamen :	14:30 – 17:30
Oppgavesettet er på :	6 sider
Vedlegg :	Ingen
Tillatte hjelpemidler :	Ingen, heller ikke kalkulator.

- 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 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 oppgavene.

1. Kvantisering og histogram-operasjoner

- a) Anta at vi i utgangspunktet har B biter per piksel i et digitalt bilde. Hvis vi så reduserer antall biter per piksel med to (fra B til $B-2$), hvor mange kvantiseringsnivåer vil vi miste?

- b) Anta at vi i utgangspunktet kvantiserer til $B = 4$ biter per piksel, med en kvantisering som illustrert i figuren til høyre, der 16 gråtoneintervaller mappes til 16 nivåer. Vi antar en uniform fordeling av gråtoner. Anta så at vi reduserer antall biter per piksel med to. For hvor stor andel av pikselverdiene vil det ikke bli noen endring i kvantiserings-feilen? Illustrer med figur!



- c) Anta at vi har et bilde f med gråtoneskala $0 \leq i \leq (G-1)$, med $G = 16$, og at det normaliserte histogrammet er gitt ved

$$p(i) = \begin{cases} 0 & 0 \leq i < G/2 \\ 2/G & i \geq G/2 \end{cases}$$

Skisser det kumulative normaliserte histogrammet til bildet f .

- d) Anta at vi har et bilde $f(x,y)$ med B biter per piksel. Vi produserer et binært bilde $g(x,y)$ som består av det *mest* signifikante bitplanet i bildet f . Hvilken enkel bildebehandlingsoperasjon svarer dette til? Beskriv gjerne med en formel!

2. Konvolusjon

a) Du får oppgitt en kombinert konvolusjonsoperator:

$$O = -(A * A * B^T * B^T + A^T * A^T * B * B)$$
$$A = [1 \ 0 \ -1], \quad B = [1 \ 1 \ 1]$$

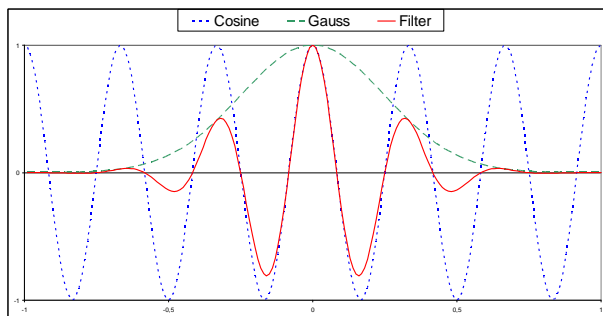
Hvilken operator er O, og hva bruker vi den til?

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) Hvis vi lager oss et filter ved å multiplisere et 2-D lavpass Gauss-filter $G(x,y)$ med en 1-D cosinus-funksjon $\text{Cos}(x)$, så vil et snitt gjennom filtret langs x-aksen kunne se slik ut:



Filtret vil altså ha flere minima og maksima med avtagende amplitude på hver side av den sentrale toppen.

Hvilket teorem fra pensum kan du bruke til å forklare at Fourier-transformen av dette filtret bare har to maksima?

Forklar hvordan du bruker teoremet i dette tilfellet.

3. Median-filtrering og Huffman-koding

Gitt et 3-biters gråtonebilde med 5 x 5 piksler:

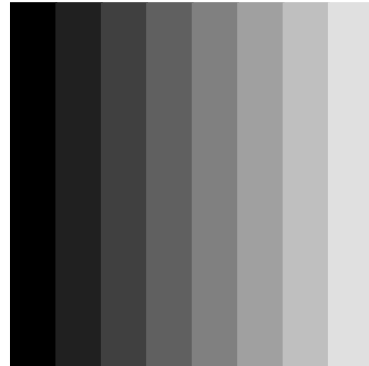
2	2	2	2	2
2	1	1	1	2
2	1	5	5	6
2	1	5	5	6
2	2	6	6	6

- Dette bildet skal filtreres med et 3x3 piksels medianfilter. Vi antar at bare piksler der bildet og filterkjernen overlapper helt skal beregnes. Hva blir resultatet?
- Gjør en medianfiltrering av hvert bitplan i bildet, og lag et nytt gråtonebilde. Blir resultatet det samme?
- Vis hvordan du vil gå fram for å Huffman-kode original-bildet, og finn det gjennomsnittlige antall biter per piksel i det kodede bildet.
- Er det mulig å få samme kodetre og kodebok med en Shannon-Fano koding? Begrunn svaret!

4. Terskling av gråtonebilde

I et 3 biters gråtonebilde med størrelse 64 x 64 piksler består bakgrunnen av vertikale striper som er 8 piksler brede. Intensiteten i stripene øker fra venstre mot høyre, fra 0 til 7, som illustrert i figuren til høyre, som bare viser bakgrunnen i bildet.

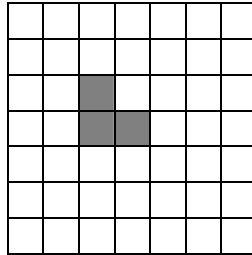
På hver av de fire midterste stripene legges det objekter som utgjør 1/2 av stripens areal, og som er ett gråtonetrinn lysere enn bakgrunnen.



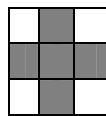
- Skisser de normaliserte histogrammene til bakgrunns pikslene og objektpikslene i bildet.
- Skisser de normaliserte histogrammene skalert med a priori sannsynlighet.
- Forklar hvorfor vi her ikke har noen entydig løsning på om vi må ha en eller to terskler for å få minst mulig total feil-segmentering ved terskling, og heller ikke en entydig løsning på hvor terskelverdien(e) ligger.

5. Morfologiske operasjoner

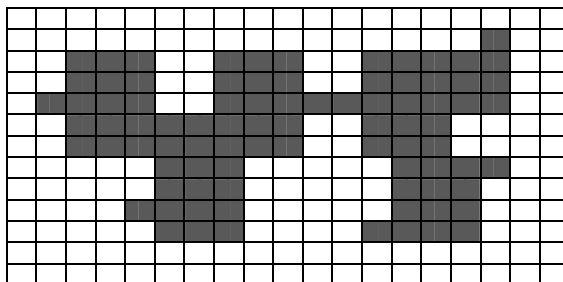
Gitt bildet f der objektpikslene er grå:



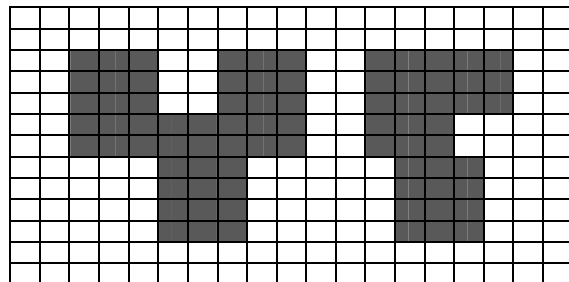
og strukturelementet S



- Skisser resultatet etter at bildet f er dilatert med S .
- Hva blir resultatet etter gjentatte dilasjoner av f med S ?
- Under ser du to bilder, et originalbilde og et filtrert bilde. Det filtrerte bildet er laget ved å gjøre en morfologisk operasjon på originalbilde med et strukturelement med størrelse 3×3 . Hvilken morfologisk operasjon er gjort, og hvordan ser 3×3 strukturelementet ut? Begrunn svaret ditt.



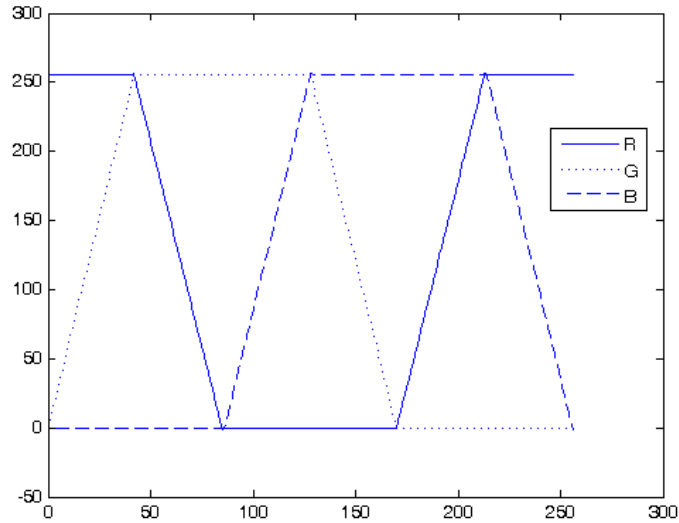
Original



Filtrert bilde.

6. Fargebilder og fargerom

Et 8-bits gråtonebilde (med $G=256$ gråtoner) vises fram med en RGB-pseudofarvetabell der R, G og B-komponenten er som vist i figuren.



- Hvilken farge vil piksler med gråtoneverdi $G/6$ vises som?
- Hvilken farge vil piksler med gråtoneverdi $2G/3$ vises som?
- Kan du kort beskrive hvordan fargene vil endre seg når gråtonene går fra 0 til 255, dvs. hvordan farvetabellen ser ut ?
- Hvis du tegner en RGB-kube, hvilke deler av RGB-kuben vil farvetabellen dekke? Illustrer med en figur!

Lykke til!

Anne Schistad Solberg og Fritz Albrechtsen