

UNIVERSITETET I OSLO

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Eksamen i :	INF2310 — Digital bildebehandling
Eksamensdag :	Tirsdag 5. juni 2007
Tid for eksamen :	09:00 – 12:00
Oppgavesettet er på :	5 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 er 8 oppgaver.
- Alle svar skal begrunnes.
Det er ikke tilstrekkelig å gi svar som "Ja", "Nei", eller bare en tallverdi.
- Merk at alle delspørsmål teller like mye.
- Det lønner seg å disponere tiden slik at man får besvart alle oppgavene. Hvis du står fast på enkeltoppgaver, gå videre slik at du i alle fall får gitt et kort svar på alle oppgavene.

1. Sampling og kvantisering

- a. Hva sier Nyquist og Shannons samplingsteorem?
- b. Anta at vi har et avbildningssystem som gir en punktspredningsfunksjon med bredde 0.25mm. Altså vil det kunne skille punkter som har avstand 0.25mm mellom seg i bildet. Hva er den minste samplingsraten (**frekvensen**) vi må benytte ifølge samplingsteoremet? Vær presis med benevningen.
- c. Forklar prinsipielle problemer med rekkefølgen i dette avbildnings- og bildeanalyse-systemet:

Avbildning => Sampling => Analyse av romlig oppløsning fra samplede bilde => Anti-aliasing => Videre strukturanalyse av bildet

2. Histogrambaserte operasjoner

Gråtone-transformfunksjonen som gir et histogramutjevnet bilde er i det kontinuerlige tilfellet gitt generelt ved

$$T(i) = G \int_0^i p(x) dx$$

der p er bildets normaliserte histogram, og G er maksimal gråtoneverdi i bildet.

- a. Anta at vi har et histogram som kan tilnærmes med den kontinuerlige funksjonen

$$f(i) = -\frac{i}{2} + 1, \quad 0 \leq i \leq 2$$

Hva er gråtone-transformfunksjonen, $T(i)$, som vil histogramutjevne et bilde med f som histogram?

- b. Skissér funksjonene f og T , samt det resulterende histogrammet til bildet etter transformen T .

3. Gråtonetransformer

Gitt gråtonetransformen $T[i] = ai + b$, der a og b er reelle tall.

- Hvilke effekter har parametrene a og b på kontrasten og ”lysheten” i det resulterende bildet?
- 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 bildene samme varians og middelvei?
- Hvis den generelle ”formen” på histogrammet ikke skal gå tapt, ville man da standardisere en billedserie ved bruk av histogramutjevning eller ved en lineær transformering som beskrevet i innledningen til oppgaven?

4. Filtrering

Gitt følgende 3 x 3 utsnitt av et 3 bits gråtonebilde med pikselverdier

3	1	7
2	5	7
1	7	3

Hvilken verdi vil senterpikset her få hvis vi bruker:

- Et 3x3 ideelt lavpassfilter?
- Et 3x3 kvadratisk medianfilter?
- Et 3x3 pluss-formet medianfilter?

NB! For å få full uttelling kan du ikke bare gi et svar i form av en pikselverdi. Du må også gi en kort begrunnelse, eller en utregning.

5. Median-filtrering av binære bilder

Vi har tersklet et gråtonebilde, og vil bruke et kvadratisk medianfilter til å fjerne små objekter i det binære bildet, eventuelt ved å filtrere flere ganger. Vi antar at objektene ligger så langt fra hverandre at vi kan betrakte ett objekt av gangen.

- a. Hvor mange ganger må vi filtrere med et kvadratisk 3×3 medianfilter for å fjerne binære objekter som er mindre eller lik 2×2 ? Gi en kort begrunnelse.
- b. Hvor mange ganger må vi filtrere med et kvadratisk 3×3 medianfilter for å fjerne kvadratiske 3×3 objekter i det binære bildet? Gi en kort begrunnelse.
- c. Hva skjer ved gjentatt filtrering av et binært 4×4 objekt med et 3×3 kvadratisk median-filter? Gi en kort beskrivelse.

6. Segmentering ved terskling

Anta at du har et digitalt gråtonebilde av størrelse 8×8 med $G = 8$ gråtoner.

- Det normaliserte **kumulative** histogrammet til bakgrunns pikslene stiger lineært fra $1/8$ ved $g = 0$ til 1 ved $g = 7$.
 - Det normaliserte **kumulative** histogrammet til forgrunns pikslene stiger lineært fra 0 ved $g = 1$ til 1 ved $g = 3$.
 - Forgrunns pikslene har a priori sannsynlighet $= 1/4$.
- a. Tegn en skisse av forgrunns- og bakgrunns histogrammene, og gi en kort forklaring på hvordan du kommer fram til dem.
 - b. Tegn en skisse av de normaliserte forgrunns- og bakgrunns histogrammene skalert med a priori sannsynlighet, og gi en kort forklaring på hvordan du kommer fram til dem.
 - c. Indiker hvor terskelen(e) må settes for å få minst mulig feilterkling, gi et uttrykk for hvordan du vil terskle (vær presis med terskelverdi og ulikhetstegn), og angi hvor stor del av for- og bakgrunns pikslene som nå blir feilsegmentert.

7. Run-length transform og Huffman-koding uten kalkulator

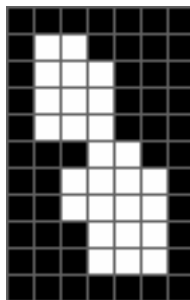
Vi har følgende 2 bits gråtonebilde med 8 x 8 piksler:

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

- Forklar hvorfor en naturlig binærkoding med like lange kodeord for hver pikselverdi er optimal for dette bildet.
- Gjør en løpelengdetransform linje for linje i bildet, slik at vi får en kontinuerlig sekvens av enkelt-siffer, og vis det samlede histogrammet for løpelengder og gråtoner.
- Finn kodeboken for en Huffman-koding av resultatet av løpelengdetransformen, og beregn det totale antall bit som trengs for å kode bildet med denne teknikken.

8. Binær morfologi

La hvitt være 1 og svart være 0 i bildet under. Anta at vi benytter et 3x3 kvadratisk strukturelement med origo i midten.



- Hva vil slutt-resultatet bli ved gjentatte morfologiske erosjoner?
- Utfør og vis resultatet av en morfologisk åpning. (Morfologisk åpning er morfologisk erosjon etterfulgt av morfologisk dilasjon.).
- Hvis man etter en segmentering satt igjen med et binært bilde hvor objektene hadde litt rufsete kanter og små, uønskede hull spredt rundt omkring, hvilke morfologiske operasjoner ville du da benyttet for å "rengjøre" bildet?

Lykke til !