

INF 2310, Obligatorisk oppgave nr 2, våren 2010

Dette oppgavesettet er på fire sider og består av tre bildebehandlingsoppgaver.

Besvarelsen av denne og forrige obligatoriske oppgave må være godkjent for at du skal få anledning til å gå opp til endelig skriftlig eksamen i kurset.

Besvarelsene kan utarbeides i smågrupper på opptil to studenter, men det er ikke noe i veien for å arbeide alene. Studenter i samme smågruppe kan levere identisk besvarelse, men samarbeidet må framgå av navnene på forsiden av besvarelsen.

Av side 1 skal det fremgå hvem som har utarbeidet besvarelsen. Her skal det også settes inn følgende formulering:

*Jeg/vi har lest og forstått reglene som er gitt i dokumentet
«Krav til innleverte oppgaver ved Institutt for informatikk»
på <http://www.ifi.uio.no/studinf/skjemaer/egenerklaring.pdf>*

Det forventes at arbeidet er et resultat av egen innsats. Å utgi andres arbeid for sitt eget er uetisk og kan medføre sterke reaksjoner fra Ifis side.

Den skriftlige rapporten, programkode og resultatbildene skal sendes per e-post til gruppelæreren. Filene skal være pakket til én fil, f.eks. med zip, med følgende navn: *inf2310-oblig2-brukernavn.zip* der brukernavn byttes ut med ditt eget brukernavn. Filen sendes som vedlegg i en e-post til martiert@student.matnat.uio.no. Husk å sette «INF2310 Oblig2» i subjekt-feltet! Ved ønske om annen leveringsform, f.eks. å kunne levere rapporten på papir, kontaktes gruppelærer.

Bildene det refereres til vil være å finne under:

<http://www.uio.no/studier/emner/matnat/ifi/INF2310/v10/undervisningsmateriale/bilder/>

Oppgaven utleveres mandag 26. april 2010.

Innleveringsfrist er fredag 7. mai 2010.

Oppgave 1 Konvolusjonsfiltres frekvensrespons

1. Hva sier konvolusjonsteoremet?
2. Gitt en filterkjerne i bildedomenet, forklar hvordan vi kan benytte en DFT (FFT) til å finne ut hvilke frekvenser et konvolusjonsfilter demper og hvilke det slipper igjennom?
3. Figur 1 og figur 2 viser et sett med konvolusjonskjerne og et sett med frekvensresponser/spektre.

Dere skal bestemme hvilke kjerner som hører til hvilke spektre. Skriv noen få ords begrunnelse for hvert valg.

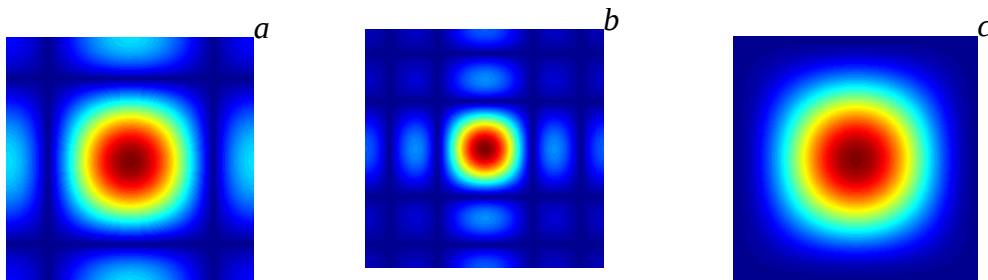
Spektrene har blitt sentrert slik at nullfrekvensen er midt i bildet. Mørkerødt indikerer høy verdi, mens mørkeblått indikerer lav verdi (standard Matlab-fargemapping).

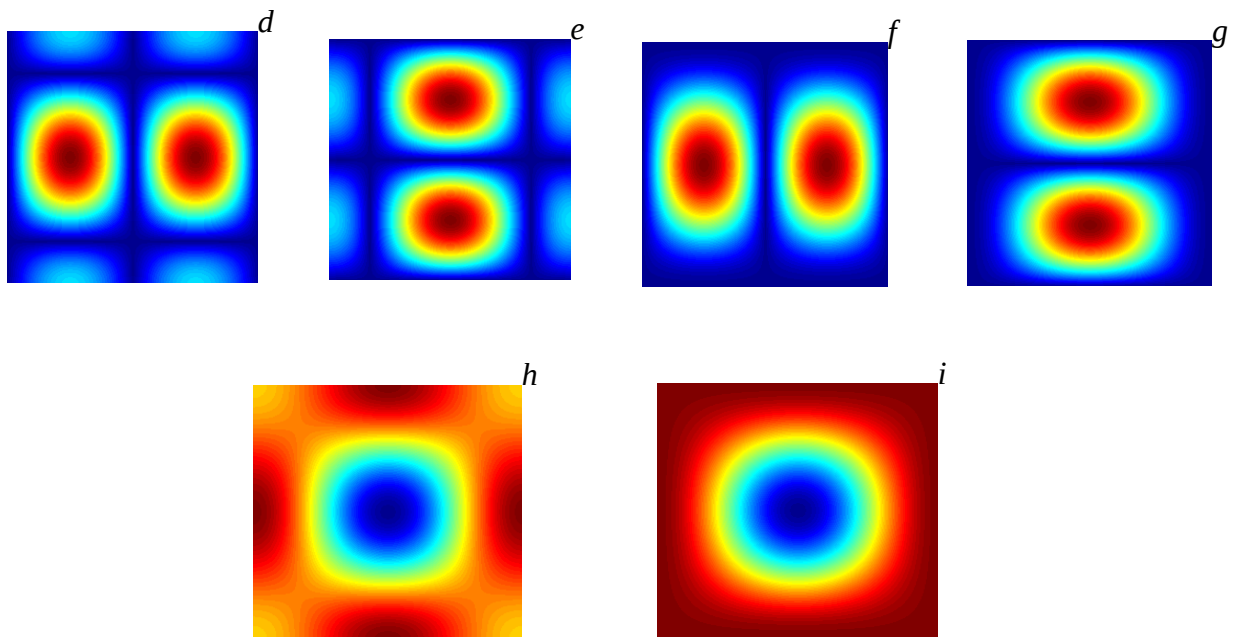
Hint: Tenk høypass/lavpass, retning på filteret, og mulig ``Gaussisk'' form.

Figur 1:

$$\begin{aligned}
 a &= \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} & b &= \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} & c &= \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix} & d &= \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} & e &= \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \\
 f &= \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} & g &= \begin{pmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix} & h &= \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 8 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{pmatrix} & i &= \begin{pmatrix} -1 & -2 & -1 \\ -2 & 12 & -2 \\ -1 & -2 & -1 \end{pmatrix}
 \end{aligned}$$

Figur 2:





Oppgave 2 Implementasjon av konvolusjonsfiltre i frekvensdomenet

1. Last inn bildet *cow.png*. Gjør en 5x5 middelveidfiltrering, implementert både som en romlig konvolusjon (benytt `conv2`-kommandoen) og ved å gå til frekvensdomenet og gjøre filtreringen der (benytt `fft2`-kommandoen). Verifiser at du får samme visuelle resultat, om enn med en mulig romlig forflytning.
2. Vi skal nå utforske hva som er raskest; å implementere middelveidfiltret som en konvolusjon (ikke tenk på å separere filteret eller bruken av overlapp, kun ren 2D-konvolusjon) eller ved å gå til frekvensdomenet, filtrere, for så å gå tilbake.

Lag et program som filtrerer bildet med et sett av middelveidfiltre med forskjellig størrelse, både i det romlige domenet (konvolusjon) og ved å gå til frekvensdomenet.

Lag én kurve over kjøretiden ved å konvolvare direkte, og én kurve over kjøretiden ved å bruke frekvensdomenet. Diskuter for hvilke filterstørrelser det vil lønne seg å utføre filtreringen i frekvensdomenet.

Får å måle kjøretiden, kan kommandoene `tic/toc` være nyttige:

```
tic;          % Starter klokken
... utfør regneoperasjoner ...
tid = toc    % Antall sekunder siden tic-kommandoen
```

Oppgave 3 Huffman-koding av kvantisert bilde

Bildet *zebra_5.png* har gjennomgått en histogramutjevning med påfølgende rekvantifisering, inneholder ganske få gråtoner, og har nå et histogram som er egnet for Huffman-koding.

1. Last inn bildet, og studer histogrammet. Forklar hvorfor dette bildet egner seg for Huffman-koding.
2. Du skal nå programmere en enklest mulig Huffman-koding basert på et gitt histogram. Du skal altså finne kodeordene for de forskjellige gråtonene som faktisk forekommer i bildet.

Her har du nytte av oppgave 2 fra ukeoppgavene om kompresjon til uke 17 (tilsvarende forelesning 27. April).

Du skal IKKE implementere selve lagringen av det Huffman-kodede bildet. (Altså, du skal *ikke lagre bildet* hvor pikslene lagres med ulikt antall bits.)

3. Skriv ut kodeboken, samt programkoden som finner denne kodeboken.
4. Beregn hvor stor lagerplass bildet ville tatt hvis hver faktisk forekommende pikselverdi i bildet ble erstattet med tilhørende kodeord fra Huffman-kodeboken.
5. Beregn også kodingsredundansen $R-H$, d.v.s. differansen mellom gjennomsnittlig antall bit per piksel etter Huffman-kodingen (R), og entropien til bildet (H).

Lykke til!