NTNU
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

Fakultet for informasjonsteknologi, matematikk og elektroteknikk

Institutt for datateknikk og informasjonsvitenskap

EKSAMEN I EMNET
TDT4195 BILDETEKNIKK
ONSDAG 24. MAI 2006
KL. 09.00 – 13.00

Number of pages: 5 (including English version)

Kontakter under eksamen:
Bildebehandling; Jørn Hokland, mobil 99506322
Grafikk; Odd Erik Gundersen, mobil 47637075

Hjelpemidler:
Ingen trykte eller håndsskrevne hjelpemidler tillatt.
Bestemt enkel kalkulator tillatt.

Sensurfall: 14. juni 2006

NB: Kun fem av de seks gitte oppgaver skal besvares!

Les gjennom hele oppgavesettet tidlig slik at du kan ha spørsmål klare når faglærer kommer på runden sin.

Oppgave 1: Bildeforbedring

a) Definer Fouriertransformen, F(u,v), for bildet f(x,y) av størrelse MxN. *(25%)*

b) Vis at din formel for F(u,v) kan separeres til to endimensjonale transformer i x og y hver for seg. Hint: $e^{A+B}=e^A e^B$, der A og B kan være komplekse uttrykk. *(40%)*

c) Gi konvolusjonsteoremet, og skissér Fouriertransform-par for lavpass- og høypassfiltre. *(20%)*

d) Er filtrering i Fourierdomenet lineær? *(15%)*

Oppgave 2: Bildesegmentering

a) Hva er de to hovedtilnærminger til segmentering?
Gi pseudokode for én metode for hver tilnærming. *(50%)*

b) Hvilke av de to tilnærmingene, gitt i ditt svar på 2a, vurderer du å være mest robust? Begrunn svaret. *(25%)*

c) Hvilke steg ville du bruke for å identifisere rette kanter i et bilde?
Ikke gi psudokode. *(25%)*

Oppgave 3: Bildeegenskaper og -gjenkjenning

a) Hva menes med 'numerisk egenskap (feature)'? *(15%)*

b) Gi en formel for egenskapen: $\text{perimeter}^2/\text{areal}$,
for de følgende former:

- en sirkel med radius r *(10%)*
- et kvadrat med side l *(10%)*
- et rektangel med lengde l og bredde b *(10%)*

c) I et enkelt mønstergjenkjenningsproblem er det nødvendig å gjenkjenne tre mønsterklasser:

Klasse 1: røde kvadrater

Klasse 2: blå kvadrater
Klasse 3: røde sirkler

Under antagelse at du er gitt en pålitelig segmenteringsmetode som identifiserer pixlene som tilhører en form, og at du kjenner de originale fargebildene, foreslå features/egenskaper som ville være tilstrekkelige for gjenkjenning i et 2-dimensjonalt egenskapsrom. Ikke gi detaljer for egenskapsuttrekking og gjenkjenningsmetode. *(30%)*

d) Hva menes med 'nærmeste nabo-klassifikasjon'? Tegn et diagram som illustrerer ditt svar. *(25%)*

Oppgave 4: Rasterisering

a) Beskriv hvordan man kan utvide DDA-algortimen til å rasterisere sirkler. *(40%)*

b) Skriv pseudokode for algoritmen du har beskrevet i a). *(40%)*

c) Eksekver pseudokoden som du har beskrevet i b) på en sirkel med sentrum i (0,0) og radius 10. List opp i en tabell verdiene til viktige variable for hvert punkt som tegnes. *(20%)*

Oppgave 5: Linjeklipping

a) Beskriv Liang-Barskys algoritme for linjekliping. *(40%)*

b) Klipp linjen med endepunkter i (0,0) og (5,4) mot klippevinduet med nedre venstre hjørne (2,0) og øvre høyre hjørne i (6,4) ved hjelp av Liang-Barskys linjeklippingsalgoritme. *(40%)*

c) Hvorfor er Liang-Barskys algoritme for linjeklipping kjappere enn Cohen Sutherland-algoritmen? (*20%)*

Oppgave 6: Transformasjoner og projeksjoner

a) Utled en 4x4 matrise for å rotere et punkt P om x-aksen. **Hint:** sin(A+B) = sin(A)cos(B) + cos(A)sin(B), cos(A+B) = cos(A)cos(B) - sin(A)sin(B) *(50%)*

b) Gitt et syntetisk kamera med projeksjonssenter i punktet (0,0,5,1) og bildeplanet definert for z=0. Projiser punktet P=(10,7,-9,1) som er angitt i kamerakoordinater inn i bildeplanet. Hva blir de kartesiske koordinatene til det projiserte punktet? (*50%)*

NB: Only five out of the six given tasks shall be answered.

Read through all tasks early in order to have your questions ready when the lecturer arrives.

Task 1: Image enhancement

a) Define the Fourier transform, $F(u,v)$, of the image $f(x,y)$ of size MxN. *(25%)*

b) Show that your formula for $F(u,v)$ is separable into two one dimensional transforms in x and y separately. Hint: $e^{A+B}=e^A e^B$, where A and B can be complex expressions. *(40%)*

c) State the convolution theorem, and sketch Fourier transform pairs of low pass and high pass filters. *(20%)*

d) Is Fourier domain filtering linear? *(15%)*

Task 2: Image segmentation

a) What are the two main approaches to segmentation?
Give pseudo code for one method of each approach. *(50%)*

b) Which of the approaches, named as your answer to 2a do you consider most robust? Justify your answer. *(25%)*

c) What steps would you use to identify straight edges in an image?
Do not give pseudo code. *(25%)*

Task 3: Image features and recognition

a) What is meant by the term 'numerical feature'? *(15%)*

b) Give a formula for the feature: $\text{perimeter}^2/\text{area}$,
for the following shapes:

- a circle of radius r *(10%)*
- a square of side l *(10%)*
- a rectangle with length l and breadth b *(10%)*

c) In a simple pattern recognition problem it is necessary to recognize three pattern classes:

Class 1: red squares

Class 2: blue squares
Class 3: red circles.

Assuming that you are provided with a reliable segmentation method that identifies the pixels belonging to a shape, and that you have the original colour images, suggest features that would be adequate for the recognition in a 2-dimensional feature space. Do not give details of the feature extraction or the recognition method. *(30%)*

d) What is meant by 'nearest neighbour' classification? Draw a diagram to illustrate your answer. *(25%)*

Task 4: Rasterizing

a) Describe how to extend the DDA algorithm to rasterizing circles. *(40%)*

b) Write the algorithm you have described in a) in pseudo code *(40%)*

c) Execute the pseudo code for a circle with center in (0,0) and a radius of 10 using the pseduo code you have written in b). Show, for each pixel drawn, all the important variables in a table *(20%)*

Task 5: Line clipping

a) Describe Liang-Barsy’s line clipping algorithm. *(40%)*

b) Clip the line with end points (0,0) and (5,4) against the clipping window with lower left corner at (2,0) and upper right corner at (6,4) using Liang-Barsky’s line clipping algorthm. *(40%)*

c) Why is Liang-Barsky’s line clipping algorithm more computational efficient than Cohen-Sutherland’s algortihm? *(20%)*

Task 6: Transformations and Projections

a) Develop the 4x4 matrix that will rotate a point P about the x-axis. **Hint:** sin(A+B) = sin(A)cos(B) + cos(A)sin(B), cos(A+B) = cos(A)cos(B) - sin(A)sin(B) *(50%)*

b) Given a synthetic camera with the center of projection at the point (0,0,5,1) and the projection plane z=0. Project the point P=(10,7,-9,1) given in camera coordinates into the proojection plane. What are the cartesian coordinates of the projected point? *(50%)*