

NTNU
Norges teknisk-naturvitenskapelige
universitet

**Fakultet for informasjonsteknologi,
matematikk og elektroteknikk**

**Institutt for datateknikk
og informasjonsvitenskap**



**KONTINUASJONSEKSAMEN I EMNE
TDT4195 BILDETEKNIKK
TIRSDAG 16. AUGUST 2005
KL. 09.00 – 13.00**

Kontakter under eksamen:

Richard Blake tlf. 93683/926 20 905
Odd Erik Gundersen tlf. 51020/476 37 075

Hjelpemidler:

Ingen trykte eller håndskrevne hjelpemidler tillatt.
Bestemt enkel kalkulator tillatt.

Sensurfall:

6. september

Besvar alle 5 oppgavene! Maksimal samlet poengsum er 400.

Gode råd:

- Les gjennom hele oppgavesettet før du begynner på besvarelsen! Da øker du sjansen din til å utnytte tida godt samtidig som du kan ha flere spørsmål klare når faglærer kommer på runden sin
- Svar kort og konsist
- Poengene for hver oppgave eller deloppgave bør gi en indikasjon på hvor mye tid det lønner seg å bruk på (del)oppgaven

Vedlegg:

Opgavene i bildebehandling på engelsk.

OPPGAVE 1 Grafikk – forskjellige tema

(80 poeng)

a) Hva er de inverse transformasjonene av følgende tre transformasjoner T , R og S :

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & 0 & t_y \\ 0 & 0 & 1 & t_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad R = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & -\sin(\theta) & 0 & 0 \\ \sin(\theta) & \cos(\theta) & 0 & 0 \\ 0 & & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad S = \begin{bmatrix} s_x & 0 & 0 & 0 \\ 0 & s_y & 0 & 0 \\ 0 & 0 & s_z & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

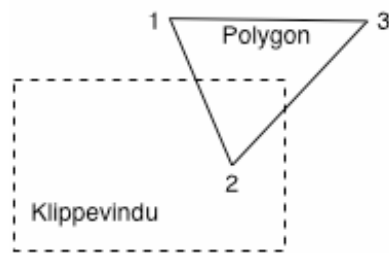
- b) Hvilke to egenskaper kjennetegner affine transformasjoner? Er skjærtransformasjonen affin?
- c) Hva er grunnen til at man spesifiserer et klippevindu i visningsprosessen og hva skiller et klippevindu fra en *viewport*?
- d) Hvorfor klipper man ofte i normaliserte koordinater?
- e) Hva er stereoskopisk visning, og hvordan oppnår man stereoskopi i grafisk programvare?
- f) Hvordan kan man finne ut om et punkt er foran eller bak en polygon som ligger i planet beskrevet av en implisitt ligning med parametrene A , B , C og D ? Angi en formel og forklar de ulike parametrene.
- g) Pikselfasing (pixel phasing) skiller seg grunnleggende fra de andre antialiaseringsmetodene som er beskrevet i boken. Hvordan?
- h) Hva er sammenhengen mellom kartesiske og homogene koordinater?
- i) Nevn og forklar *kortfattet* de tre hovedproblemene innen datagrafikk bruken av homogene koordinater løser.
- j) Kvaternionrepresentasjonen av punktet p er $P = (0, p)$. Vis hvordan man kan rotere punktet p θ grader rundt en akse som går gjennom origo og som representeres av kvaternionen $q = (s, v)$. u er en enhetsvektor langs rotasjonsaksen. Angi formlene for s og v og for P' , hvor P' er kvaternionrepresentasjonen av punktet p' som rotasjonen av P resulterer i.

(Hver deloppgave teller med 8 poeng.)

OPPGAVE 2

Grafikk - klipping i to dimensjoner

(70 poeng)



Figur 1



Figur 2

Forutsett klipping i to dimensjoner når du svarer på denne oppgaven.

- Hvorfor må klipping av linjer ved hjelp av linjeklippingialgoritmer suppleres med andre tiltak ved klipping av polygoner?
- Forklar algoritmen for klipping av polygoner utarbeidet av Sutherland og Hodgeman. *Skriv gjerne pseudokode i stedet for en forklaring om du føler det er lettere. Pseudokode er ikke et krav og vil ikke belønnes i større grad enn en tilsvarende annen type god forklaring.*

Bruk algoritmen på situasjonen vist i figur 1, og framhev de nødvendige stegene.

- Hva blir resultatet om Sutherland-Hodgeman-algoritmen slik den er beskrevet i læreboka, blir benyttet for å klippe polygonen med klippevinduet slik det er illustrert i figur 2? Hva blir resultatet om man benytter Weiler-Atherton-algoritmen? Illustrer resultatet med to figurer, en for hver algoritme.
- Sutherland-Hodgmans algoritme kan benyttes til å klippe mot et hvilket som helst konvekst, polygonformet klippevindu. Hvorfor foretrekkes å bruke et rektangulært klippevindu i sammenheng med denne algoritmen?

(Deloppgavene teller med henholdsvis 12, 30, 12 og 16 poeng.)

OPPGAVE 5 Bildebehandling – segmentering, beskrivelse og gjenkjenning (100 poeng)

a) Hva menes med kantbasert segmentering?

b) Følgende uttrykk er gitt:

$$y = A \sin(\omega_s \cdot t) + B \sin(\omega_n \cdot t)$$

Anta at ω_s er en vinkelfrekvens som er knyttet til et signal og at ω_n er en vinkelfrekvens tilknyttet støy. Anta at $\omega_n \gg \omega_s$. Bruk uttrykket til påvise at kantforbedring som benytter differensiering har en tendens til å forsterke støy.

c) Hvordan har det seg at Laplace/Gauss-kantdetektoren (Laplacian of Gaussian) motstår virkningen av støy ved lokalisering av en kant som nullkryssingen av den andrederiverte?

d) Hva er Eulertallet til en form?

e) Hvilken teknikk kan brukes for å sammenlikne formtall (shape numbers)?

(Hver deloppgave teller med 20 poeng.)

Vedlegg:

Oppgavene i bildebehandling på engelsk

THEME 4 Image processing fundamentals and filtering

- a) How would you set up a camera to capture images that are silhouettes of shapes without using reflected light?
- b) A square image is to reliably represent a shape with a minimum width of 10 cms in the real world. The image will cover 10m*10m in the plane of the shape. What is the lowest resolution that the square image can have when the number of pixels on each side must be a power of two?
- c) What is meant by the term pseudo-colour?
- d) Give a mathematical statement of a theorem that relates filtering in the space domain to filtering in the frequency domain.
- e) Assuming that the Fourier transform of $f(x, y)$ is $F(u, v)$, write down the expression for the power spectrum. Comment on the dynamic range of the values in the Fourier transform $F(u, v)$ when the values of $f(x, y)$ lie between 0 and 255.

Theme 5 Segmentation, description and recognition

- a) What is meant by 'edge based segmentation'?
- b) Consider the expression

$$y = A \sin(\omega_s \cdot t) + B \sin(\omega_n \cdot t)$$

Assume that ω_s is an angular frequency that is associated with a signal and that ω_n is an angular frequency associated with noise. Assume $\omega_n \gg \omega_s$. Use the expression to reason that edge enhancement involving differentiation tends to magnify noise.

- c) How does the Laplacian of Gaussian edge detector resist the effects of noise in locating an edge as the zero crossing of the second derivative?
- d) What is the Euler number of a shape?
- e) What technique can be used to match shape numbers?