

**NTNU**  
Norges teknisk-naturvitenskapelige  
universitet

**Fakultet for informasjonsteknologi,  
matematikk og elektroteknikk**

**Institutt for datateknikk  
og informasjonsvitenskap**



**KONTINUASJONSEKSAMEN I EMNE  
TDT4195 BILDETEKNIKK  
MANDAG 14. AUGUST 2006  
KL. 09.00 – 13.00**

**Kontakter under eksamen:**

Jørn Hokland                      tlf. 91844/995 06 322  
Torbjørn Hallgren                tlf. 93679/986 17 341

**Hjelpemidler:**

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

**Sensurfall:**

4. september 2006

Besvar alle 6 oppgavene! Maksimal samlet poengsum er 600.

**Gode råd:**

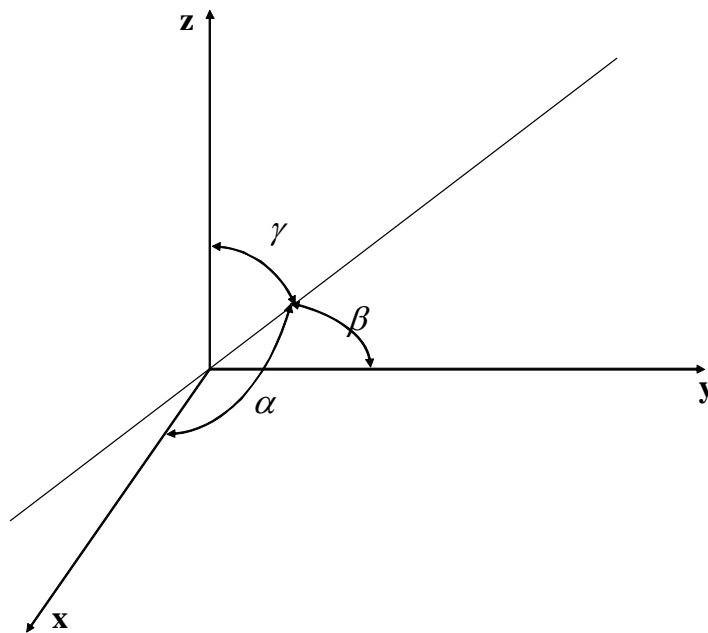
- Les gjennom hele oppgavesettet før du begynner på besvarelsen! Da øker du sjansen din til å utnytte tida godt samtidig som du kan ha flere spørsmål klare når faglærer kommer på runden sin
- Svar kort og konsist

**Vedlegg:**

Opgavene i bildebehandling på engelsk.

**OPPGAVE 1 Grafikk – linjeklipping****( 100 poeng )**

- Gjør rede for prinsippet for Cohen-Sutherlands algoritme for linjeklipping i 2D.
- Skriv pseudokode for Cohen-Sutherlands algoritme for linjeklipping i 2D

**OPPGAVE 2 Grafikk – geometriske transformasjoner****( 100 poeng )**

Et objekt skal skaleres med faktoren  $S$  i retningen som har retningsvinklene  $\alpha$ ,  $\beta$  og  $\gamma$ . Vinkelrett på retningen skal det ikke skaleres (skaleringsfaktoren = 1). Ovenstående figur viser aksene og vinklene. Objektet blir ikke vist. Besvar følgende deloppgaver:

- Tenk deg en enhetsvektor langs aksene i skaleringsretningen. Finn komponentene av denne enhetsvektoren langs koordinataksene  $x$ ,  $y$  og  $z$ .
- Still opp de transformasjonsmatrisene som er nødvendige for å gjennomføre skaleringen, i rett rekkefølge.

**OPPGAVE 3            Grafikk – avbildningstransformasjoner            ( 100 poeng )**

- a) Forklar **kort** og **konsist** følgende begreper:
- Parallellprojeksjon
  - Perspektivisk projeksjon
  - Ortografisk (også kalt ortogonal) projeksjon
  - Aksonometrisk projeksjon
  - Isometrisk projeksjon
  - Forsvinningspunkt
- b) Utled avbildningsmatrisen for perspektivisk projeksjon når bildet skal være i planet  $x = 0$  og projeksjonscenteret skal være punktet  $( -d, 0, 0 )$  med  $d > 0$ .
- c) Hvordan kan du enkelt komme frem til avbildningsmatrisen for parallellprojeksjon i det samme planet når projeksjonsretningen er langs x-aksen. Skriv opp matrisen.

**OPPGAVE 4            Grunnleggende bildebehandling            ( 100 poeng )**

Et bilde blir digitalisert over et  $2048 * 2048$  gitter. Kameraet blir fokusert slik at et virkelig kvadrat med sidekant 1 m nøyaktig fyller bildet.

- a) Hvilken form og størrelse har det området i det virkelige kvadratet som svarer eksakt til en piksel?
- b) Estimer den minste bredden på en virkelig struktur som kan bli samlet på akseptabel måte. Begrunn eventuelle forutsetninger du gjør.
- c) Svar på følgende tre spørsmål:
1. Hva menes med begrepet ”punktspredefunksjon”?
  2. Hvilken matematisk funksjon er en god tilnærming til formen på en punktspredefunksjon?
  3. Hvilken parameter er den viktigste i punktspredefunksjonen?
- d) Nevn fire avbildningsteknikker som ikke bruker reflektert lys til å danne et bilde og nevnt kort anvendelsesområdet for hver av teknikkene.

**OPPGAVE 5      Bildebehandling – segmentering og beskrivelse      ( 100 poeng )**

- a) Beskriv forskjellen på kantbasert og regionbasert segmentering. Hvilken av disse to teknikkene hører Sobel-operatoren til?
- b) Hva menes med ”uniformitetskriteriet” og hvordan anvendes dette kriteriet?
- c) Gitt en kjedekode som benytter åtte symboler. Partallene 0, 2, 4 og 6 representerer henholdsvis nord, øst, sør og vest. De odde tallene 1, 3, 5 og 7 representerer henholdsvis nordøst, sørøst, sørvest og nordvest. Et kvadrat er representert av:

00000000000000222222222222224444444444444466666666666666

der det er 14 forekomster av 0, 2, 4 og 6 i rekkefølge.

1. Hvordan vil dette kvadratet bli representert etter en 45 graders rotasjon med klokka?
2. Hvilke vanskeligheter knyttet til rotasjon av kjedekoder viser dette eksemplet?

**OPPGAVE 6      Bildebehandling – beskrivelse og gjenkjenning      (100 poeng)**

- a) En godtakbar kjeks viser seg som en lys sirkulær region etter segmentering av bildet som inneholder den.
1. Foreslå en enkel numerisk egenskap som kunne bli brukt til å kjenne igjen godtakbare kjekser for å skille dem fra andre kjekser som bør forkastes.
  2. Hvilket beslutningskriterium vil skille godtakbare kjekser fra kjekser som bør forkastes?
- b) Forbrukernes preferanser endrer seg og kvadratiske kjekser blir etterspurte. Kvadratiske kjekser skal produseres sammen med sirkulære kjekser.
1. Vil du endre valget av egenskaper å benytte? I så fall hvilke andre eller nye egenskaper vil du innføre?
  2. Hvilket nytt beslutningskriterium vil være hensiktsmessig for å skille mellom godtakbare kvadratiske kjekser og godtakbare runde kjekser samtidig som kjekser av alle andre former blir forkastet?

Vedlegg:

## Oppgavene i bildebehandling på engelsk

### **THEME 4      Image processing fundamentals**

An image is digitized on a 2048\*2048 grid. The camera is focused so that a square with a side of 1 m in the real world exactly fills the frame.

- a) What size and shape in the real world exactly corresponds to a pixel?
- b) Make an estimate of the narrowest width of a structure in the real world that will be adequately sampled. Justify any assumptions that you make.
- c) Answer each of the following three questions:
  1. What is meant by the term 'point spread function'?
  2. What mathematical function is a good approximation to the shape of a point spread function?
  3. What is the most important parameter in the point spread function?
- d) List 4 imaging techniques that do not use reflected light to form an image and write a note on their application area.

### **Theme 5      Segmentation and description**

- a) Distinguish between edge-based and region-based segmentation. Which of these techniques might the Sobel operator be part of?
- b) What is meant by the term 'uniformity criterion' and how is this criterion applied?
- c) Consider a chain code that uses 8 symbols. The even values, 0, 2, 4, 6, represent North, East, South and West respectively. The odd values, 1, 3, 5, 7, represent North-East, South-East, South-West and North-West respectively. A square is represented by

00000000000000222222222222224444444444444466666666666666

where there are 14 instances of 0, 2, 4 and 6 in succession.

1. What will this shape be represented by after a 45 degree rotation clockwise?
2. What difficulties does this example imply for rotating chain codes?

**Theme 6                      Description and recognition**

- a) An acceptable biscuit appears to be a bright circular region after segmentation of the image that contains it.
  - 1. Suggest a simple numerical feature that could be used to identify acceptable biscuits, and distinguish them from other biscuits that should be discarded.
  - 2. What decision criterion would separate acceptable biscuits from biscuits that should be discarded.
  
- b) Consumer tastes change and square biscuits become desirable. They are to be produced together with circular biscuits.
  - 1. Would you change your choice of features? If so, what other, or new, feature would you introduce?
  - 2. What new decision criterion would be appropriate to detect acceptable square biscuits as well as acceptable round biscuits and reject all other shapes as unacceptable?