NTNU
Institutt for datateknikk
og informasjonsvitenskap

KONTINUASJONSEKSAMEN I EMNE TDT4195 BILDETEKNIKK
LØRDAG 21. AUGUST 2010
KL. 09.00 – 13.00

Oppgavestillere: Richard Blake
Torbjørn Hallgren

Kvalitetskontroll: Jo Skjermo

Kontakt under eksamen: Richard Blake tlf. 93683/926 20 905
Torbjørn Hallgren tlf. 93679/986 17 341

Hjelpemidler – kode D:
Ingen trykte eller håndskrevne hjelpemidler tillatt.
Bestemt enkel kalkulator tillatt.

Sensurfrist: 11. september

Besvar alle **6** oppgavene! Maksimal samlet poengsum er **440**.

- Det lønner seg å lese gjennom hele oppgavesettet før du setter i gang med 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.
- Svart kort og konsist.
- Det vil i de fleste tilfelle være mulig å besvare deloppgavene uavhengig av hverandre slik at du ikke trenger å stå fast selv om du ikke greier å løse de foranstående deloppgavene.
- Dersom du mener at oppgaveformuleringen er ufullstendig, kan det være fornuftig å gjøre begrunnede antakelser.

Vedlegg:

OPPGAVE 1 Bildebehandling – Grunnleggende begreper (60 poeng)

a) Beskriv kort det som skiller det menneskelige øyet og et kamera på hvert av de følgende punktene:

1. Fokuseringsmetode
2. Tilpasning som respons på lysintensitet
3. Respons på farge
4. Synsfelt (field of view)

(20 poeng)

b) Et kamera er fokusert slik at bildet av en kvadratisk plakat på 100 cm x 100 cm danner et bilde på 2048 x 2048 piksler.

1. En lang region på plakaten har en minimumsbredde på 5 mm. Vil den regionen bli representert av 4-forbundne piksler dersom bildefangsten ikke er signifikant forstyrret av støy?
2. En annen lang region på plakaten har en minimumsbredde på 0,5 mm. Hvilken konnektivitet vil du vente å observere i den digitale representasjonen av denne regionen?

(20 poeng)

c) Tegn et diagram som viser skrittene når du anvender Fourierdomenefilteret $G(u,v)$ på bildet $f(x,y)$ for å få et nytt bilde $q(x,y)$. Du bør angi andre mulige dataobjekter som beregnes. Diagrammet bør tydelig vise hvilken aktivitet som dannet dem.
(20 poeng)

OPPGAVE 2 Bildebehandling – Kantbaserte metoder (100 poeng)

a) Angi Sobelmasken som ofte brukes for kantforbedring.
(20 poeng)

b) Hvilken matematisk funksjon simuleres av Sobelmasken?
(20 poeng)

c) Hvorfor betraktes en kant som en vektorstørrelse?
(20 poeng)

d) Hvilken relasjon er det mellom en kants retning og retningen til den største endringen i intensitet?
(20 poeng)

e) Å ta differenser og differensiering forbedrer støy på kanter. Hvordan kan dette fenomenet bli brukt til å lette kantforbedring og merking?
(20 poeng)

OPPGAVE 3 Bildebehandling – Filtrering i det romlige domenet (60 poeng)

a) Hva slags symmetri vil du forvente i en konvolusjonskjerne laget for å redusere bevegelsesuskarphet?
(20 poeng)

b) Hvordan kan et høyfrekvensforbedret bilde bli laget fra originalen og en uskarp versjon?
(20 poeng)

c) Beskriv skrittene for glatting slik at kanter blir bevart med så liten reduksjon som mulig.
(20 poeng)

OPPGAVE 4 Grafikk – Perspektivprojeksjon (80 poeng)

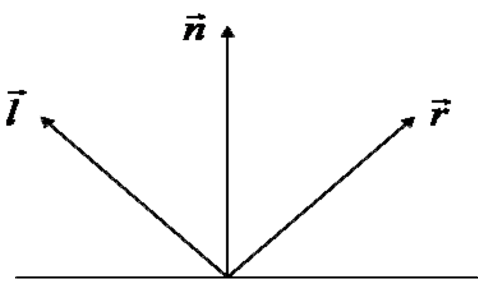
Vi ønsker å projisere en scene på et plan som danner vinkelen $\theta, 0 < \theta < \pi,$ med planet $y = 0$. Planet skjærer z-aksen i punktet $\begin{bmatrix} 0 & 0 & d & 1 \end{bmatrix}^T$ og skjæringslinjen med planet $y = 0$ er parallell med x-aksen. Projeksjonssenteret er punktet $\begin{bmatrix} q_x & q_y & q_z & 1 \end{bmatrix}^T$. Finn projeksjonsmatrisen.

OPPGAVE 5 Grafikk – Phongs refleksjonsmodell (60 poeng)

a) Gjør rede for den faktoren i Phongs refleksjonsmodell som modellerer forskjellige typer av lyskilder (punktlys og lyskilder med utstrekning).
(20 poeng)

b) Hva er den fysiske begrunnelsen for at betraktningsretningen ikke spiller noen rolle for spredningen av lys fra diffuse flater.
(20 poeng)

c) Vi betrakter en blank flate. $\vec{n}$ er flatenormalen, $\vec{l}$ er vektor rettet mot lyskilden og $\vec{r}$ er den speilede lysstrålen. De tre vektorene er alle enhetsvektorer. Finn $\vec{r}$ uttrykt ved $\vec{n}$ og $\vec{l}$.
(20 poeng)



OPPGAVE 6 Grafikk – Geometriske transformasjoner (80 poeng)

a) En ortogonal matrise har den egenskapen at radene utgjør et sett av ortonormale vektorer (enhetsvektorer som er ortogonale til hverandre). Det samme gjelder kolonnene. Anta at vi har to kartesiske koordinatsystemer med felles origo. Vi kaller dem system 1 og system 2. Basis i system 1 er de ortonormale vektorene $\vec{u}$, $\vec{v}$ og $\vec{n}$. Vi nytter oss av homogene koordinater. I system 2 har den ortonormale basisen komponenter langs aksene *x*, *y* og *z* slik:

$$\vec{u} = \begin{bmatrix} u_{2x} \\ u_{2y} \\ u_{2z} \\ 0 \end{bmatrix} \qquad \vec{v} = \begin{bmatrix} v_{2x} \\ v_{2y} \\ v_{2z} \\ 0 \end{bmatrix} \qquad \vec{n} = \begin{bmatrix} n_{2x} \\ n_{2y} \\ n_{2z} \\ 0 \end{bmatrix} \tag{1}$$

Av disse komponentene danner vi den ortogonale matrisen:

$$M = \begin{bmatrix} u_{2x} & u_{2y} & u_{2z} & 0 \\ v_{2x} & v_{2y} & v_{2z} & 0 \\ n_{2x} & n_{2y} & n_{2z} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{2}$$

I system 1 har punktet P representasjonen:

$$P = \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \\ 1 \end{bmatrix} \tag{3}$$

Si med ord (ikke regn ut) hva resultatet av å anvende matrisen *M* på punktet *P* er? Sannsynliggjør din påstand ved å betrakte produktet av matrisen *M* og hver av enhetsvektorene i (1). Et generelt bevis for påstanden ventes ikke.
(20 poeng)

b) Kommuterer (kan du bytte om rekkefølgen på) en rotasjon og en uniform skalering (samme skaleringsfaktor i alle akseretninger) uten at sluttresultatet endres? Vis at det er slik du påstår.
(20 poeng)

c) Hva er en affin transformasjon, hvilke transformasjoner er affine og hvilken generell form har en matrise for affine transformasjoner? Vi tenker på en matrise som gjerne kan være en konkatenering av flere affine transformasjoner. Nevn en transformasjon som ikke er affin.
(20 poeng)

d) Vi forutsetter at vi arbeider med affine transformasjoner i 3D. I et tilfelle kjenner vi ikke transformasjonsmatrisen. Men vi kjenner koordinatene til et antall punkter før og etter transformasjonen. Vi kan da beregne koeffisientene i transformasjonsmatrisen.

1. Hvor mange punkter må vi benytte for å kunne regne ut koeffisientene?
2. Må det stilles noe krav til plasseringen av punktene i forhold til hverandre?

Begrunn svarene.
(20 poeng)