

DTU CIVILINGENIØREKSAMEN

År: 2003

Kursusnr: 02501 Billedanalyse, vision og computer grafik Forside + 25 sider

Skriftlig prøve, den 15. december 2003.

Kursus navn: Billedanalyse, vision og computer grafik.

Tilladte hjælpemidler: Alle sædvanlige.

"Vægtning": Alle opgaver vægtes ligeligt.

NAVN : . . Lærerne
.....

Underskrift :

Bord nr. :

Ogave	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Svar	4	4	3	2	5	4	1	2	5	3	2	1	5	5	3

Opgave	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Svar	1	2	4	3	3	4	5	1	3	3

Svarmulighederne for hvert spørgsmål er nummereret fra 1 til 6. For hvert spørgsmål skal nummeret på den valgte svarmulighed indføres i skemaet ovenfor. Indføres et forkert nummer i skemaet kan dette rettes ved at "sværte" det forkerte nummer over og anføre det rigtige nummer nedenunder. Er der tvivl om meningen med en rettelse, betragtes spørgsmålet som ubesvaret. **KUN FORSIDEN SKAL AFLEVERES.** Afleveres blankt eller forlades eksamen i utide, skal forsiden alligevel afleveres. Kladder, mellemregninger og bemærkninger tillægges **ingen** betydning, kun tallene indført ovenfor registreres.

Det gives 5 points for et korrekt svar og -1 for et ukorrekt svar. Ubesvarede spørgsmål eller et 6 -tal (svarende til "ved ikke") giver 0 points. Det antal points, der kræves for, at et sæt anses for tilfredsstillende besvaret, afgøres endeligt ved censureringen af sættene.

Husk at forsyne opgaveteksten med navn, underskrift og bord nummer.

DTU CIVILINGENIØREKSAMEN

År: 2003

Kursusnr: 02501 Billedanalyse, vision og computer grafik Forside + 25 sider

MODELLØSNING 03.1

År: 2003

Kursusnr: 02501 Billedanalyse, vision og computer grafik Forside + 25 sider

MODELLØSNING 03.2

Vi ønsker at lave et histogrammatch, således at et billede får middelværdi $1/2$ og standardafvigelse $\sigma = 1/8$ (variansen er σ^2). Hvad er parametrene (α, β) i en beta-fordeling, der opfylder dette?

Af lærebogens side 37 fås

$$\mu = \frac{\alpha}{\alpha + \beta} = \frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = \beta$$

$$\sigma^2 = \frac{\alpha \cdot \beta}{(\alpha + \beta)^2 (\alpha + \beta + 1)} = \frac{\alpha^2}{4\alpha^2 (2\alpha + 1)} = 1/64 \Rightarrow \alpha = 7.5$$

Dvs. $(\alpha, \beta) = (7.5, 7.5)$

Det rigtige svar er 4.

År: 2003

Kursusnr: 02501 Billedanalyse, vision og computer grafik Forside + 25 sider

MODELLØSNING 03.3

Lad H_b betegne den binære entropi.

Den betingende entropy er $0,55H_b(1/2)=0,55$ bit dvs.3). Der er kun bidrag når de to causale pixels er 0. Hvis en af dem er '1' er udfaldet givet.

DTU CIVILINGENIØREKSAMEN

År: 2003

Kursusnr: 02501 Billedanalyse, vision og computer grafik Forside + 25 sider

MODELLØSNING 03.4

År: 2003

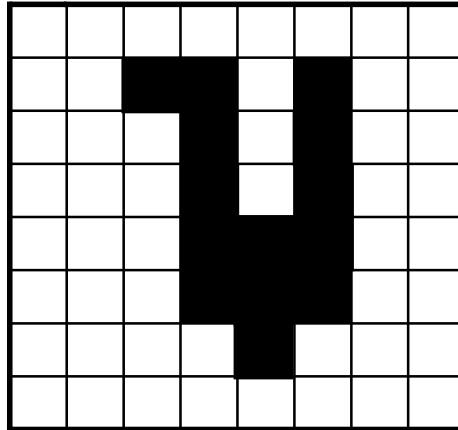
Kursusnr: 02501 Billedanalyse, vision og computer grafik Forside + 25 sider

MODELLØSNING 03.5

a_3 er koefficienten til tredjegradsleddet i det polynomium, der beskriver den radialsymmetriske linsefortegning. Linsefortegningen kan ikke modelleres lineært.

Det rigtige svar er 5.

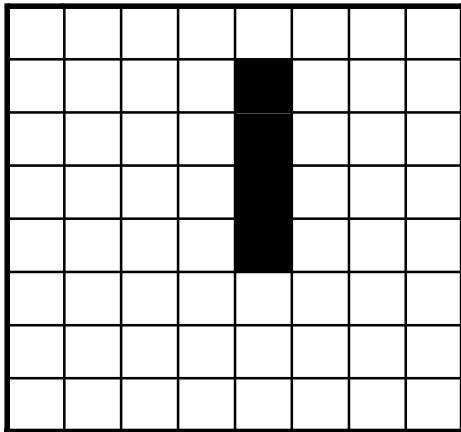
MODELLØSNING 03.6



På mængden af sorte pixels i ovenstående billede udføres den morfologiske operation

$$((X \otimes A) \cup (X \otimes B))$$

Resultatet er



Altså er det rigtige svar 4.

År: 2003

Kursusnr: 02501 Billedanalyse, vision og computer grafik Forside + 25 sider

MODELLØSNING 03.7

Transformationen mellem billedkoordinater og objektkoordinater er givet ved formel 4.18 i lærebogen. Transformationsmatricen beregnes ved at indsætte de givne størrelser:

$$\mathbf{P} \cdot \mathbf{R}^t \cdot \mathbf{T} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1/10 & 0 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0,1 & 0 & -0,1 \end{bmatrix}$$

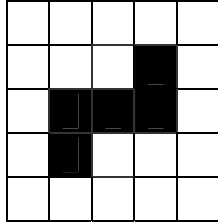
Da punktet ligger i objektkoordinatsystemets XZ plan gælder:

$$\begin{bmatrix} 10 \cdot w \\ -10 \cdot w \\ w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0,1 & 0 & -0,1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X \\ 0 \\ Z \\ 1 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{cases} 10 \cdot w = X - 1 \\ -10 \cdot w = Z - 1 \\ w = -0,1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} X = 0 \\ Z = 2 \end{cases}$$

Alternativt kan stråleligningerne (4.19) anvendes:

$$\begin{aligned} 10 &= -10 \cdot \frac{1 \cdot (X - 1)}{-1 \cdot (-1)} \Rightarrow X = 0 \\ -10 &= -10 \cdot \frac{1 \cdot (Z - 1)}{-1 \cdot (-1)} \Rightarrow Z = 2 \end{aligned}$$

Det rigtige svar er 1.

MODELLØSNING 03.8

Fastlæggelse af (0,0) har ingen betydning for den spatielle dispersionsmatrix. Hvis vi fastlægger (0,0) til øverste venstre pixel kan følgende *spatial moments* beregnes:

$$m_{00} = 5$$

$$m_{10} = 10 \text{ og dermed } r_c = 10/5 = 2$$

$$m_{01} = 10 \text{ og dermed } c_c = 10/5 = 2$$

$$\mu_{20} = 2$$

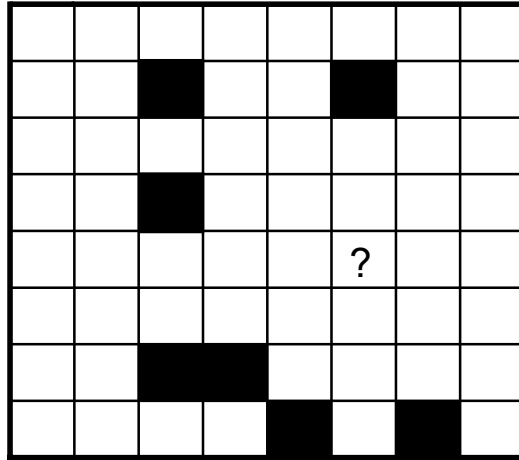
$$\mu_{02} = 4$$

$$\mu_{11} = -2$$

$$\text{Dvs. } S = \begin{pmatrix} 2 & -2 \\ -2 & 4 \end{pmatrix}$$

Det rigtige svar er 2.

MODELLØSNING 03.9



Vi udfører en chamfer-1.2-1.7 afstandstransformation på de hvide pixels i billedet ovenfor. Hvad bliver værdien i den pixel, der er markeret med et "?" ?

Den mindste afstand består af to diagonale skridt skråt ned til venstre.
Chamfer-afstanden er $2 \cdot 1.7 = 3.4$

Det rigtige svar er 5.

År: 2003

Kursusnr: 02501 Billedanalyse, vision og computer grafik Forside + 25 sider

MODELLØSNING 03.10

Aperture stop, på dansk blænden, er forholdet mellem brændvidden og diameteren af blændeåbningen i et linsekamera.

Det rigtige svar er 3.

DTU CIVILINGENIØREKSAMEN

År: 2003

Kursusnr: 02501 Billedanalyse, vision og computer grafik Forside + 25 sider

MODELLØSNING 03.11

Det rigtige svar er 2.

År: 2003

Kursusnr: 02501 Billedanalyse, vision og computer grafik Forside + 25 sider

MODELLØSNING 03.12

Hvad er den maksimale værdi af saturation i RGB farverummet givet intensiteten 0.25? NB: I RGB farverummet ligger R, G og B mellem 0 og 1.

$$I=(R+G+B)/3=0.25$$

Max. Saturation kan opnås på kanten af kuben langs den røde, grønne eller blå akse. Tages den blå er R og G nul. Dvs.

$$(R,G,B)=(0,0,3/4)$$

Indsættes dette i ligning 2.10 på side 39 i JMC-lærebogen fås $v_1=3/4$ og $v_2=0$.

Saturation er dermed $3/4$.

Det rigtige svar er 1.

År: 2003

Kursusnr: 02501 Billedanalyse, vision og computer grafik Forside + 25 sider

MODELLØSNING 03.13

Jf. kapitel 13.6 i lærebogen går epipolarplanet gennem billedernes projektionscentre og er i øvrigt uafhængig af billedernes rotation.

Epipolarplanet indeholder således basisvektoren:

$$\begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

og vektoren fra f.eks. projektionscentrum af billede 1 til objektpunktet:

$$\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Planets normalvektor findes ved krydsproduktet af de to vektorer:

$$\begin{pmatrix} 2 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 2 \\ -2 \end{pmatrix}$$

Planet går gennem $(0, 0, 0)$ så ligningen bliver $2Y - 2Z = 0$ eller $Y - Z = 0$.

Det rigtige svar er 5.

År: 2003

Kursusnr: 02501 Billedanalyse, vision og computer grafik Forside + 25 sider

MODELLØSNING 03.14

Et kamera har følgende data:

CCD-chip

Opløsning:	640 pixels horisontalt * 480 pixels vertikalt
Pixelstørrelse:	12 μm * 12 μm
Pixelplacering:	12 μm (center til center)

Linse

Brændvidde: 16 mm

Beregn den horisontale og den vertikale synsvinkel (θ_h , θ_v) i grader .

Horisontal sensorstørrelse: 640*12 μm

Vertikal sensorstørrelse: 480*12 μm

Horisontal synsvinkel: $2 \cdot \text{atan}(640 \cdot 12 / (2 \cdot 16000)) = 27.0$

Vertikal synsvinkel: $2 \cdot \text{atan}(480 \cdot 12 / (2 \cdot 16000)) = 20.4$

Det rigtige svar er 5.

DTU CIVILINGENIØREKSAMEN

År: 2003

Kursusnr: 02501 Billedanalyse, vision og computer grafik Forside + 25 sider

MODELLØSNING 03.15

DTU CIVILINGENIØREKSAMEN

År: 2003

Kursusnr: 02501 Billedanalyse, vision og computer grafik Forside + 25 sider

MODELLØSNING 03.17

Kamerakonstanten regnes fra linsens indre projektionscentrum jf. lærebogen kapitel 4.4.

Det rigtige svar er 2.

DTU CIVILINGENIØREKSAMEN

År: 2003

Kursusnr: 02501 Billedanalyse, vision og computer grafik Forside + 25 sider

MODELLØSNING 03.18

Det rigtige svar er 4.

MODELLØSNING 03.19

3	2	1	0	2
1	3	1	0	0
1	2	3	3	1
0	1	3	3	4
0	0	2	2	3

Pixelværdier uden for billedfeltet i billedet ovenfor sættes til 0. Hvad er værdien af den markerede pixel efter først det lineære 3x3 filter

$$\begin{bmatrix} 1 & -2 & 1 \\ -2 & 4 & -2 \\ 1 & -2 & 1 \end{bmatrix}$$

og derefter et 3x3 modus (eng. mode) filter er kørt over billedet ?

Efter det lineære filter fås flg. resultat i de 9 pixels omkring den markerede

8	-3	-1
-3	1	6
0	1	-3

Modus (flertalsafstemning) af disse 9 tal er -3.

Det rigtige svar er 3.

DTU CIVILINGENIØREKSAMEN

År: 2003

Kursusnr: 02501 Billedanalyse, vision og computer grafik Forside + 25 sider

MODELLØSNING 03.20

Det rigtige svar er 3.

År: 2003

Kursusnr: 02501 Billedanalyse, vision og computer grafik Forside + 25 sider

MODELLØSNING 03.21

Billedmålestokken beregnes til (se lærebogen kapitel 4.1).

$$1/M = c/H; M = H/c = 4500/0,153 = \text{ca. } 30000$$

Nøjagtigheden i de plane koordinater (parallelt med billedplanet) er

$$M \cdot \sigma_{\text{billed}} = 30000 \cdot 0,010 \text{ mm} = 30 \text{ cm} .$$

Det rigtige svar er 4

År: 2003

Kursusnr: 02501 Billedanalyse, vision og computer grafik Forside + 25 sider

MODELLØSNING 03.22

Ved at tegne fordelingerne op ses tydeligt, at alle 5 observationer klassificeres som hørende til population 1.

Det rigtige svar er 5.

År: 2003

Kursusnr: 02501 Billedanalyse, vision og computer grafik Forside + 25 sider

MODELLØSNING 03.23

Formel 13.8 i lærebogen anvendes. **B** opstilles ud fra basisvektoren:

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} 0 & -bz & by \\ bz & 0 & -bx \\ -by & bx & 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Da vi regner med positivbilleder skifter $1/c$ fortegn i P matricen, og herved bliver også C lig med enhedsmatricen. Da billederne er optaget med samme kamera er $C_1 = C_2$.

Rotationsmatricen er også en enhedsmatrice, således at $C_1^{-T} \cdot \mathbf{B} \cdot \mathbf{r} \cdot C_2^{-1} = \mathbf{B}$.

Altså er det rigtige svar 1.

År: 2003

Kursusnr: 02501 Billedanalyse, vision og computer grafik Forside + 25 sider

MODELLØSNING 03.24Hvad er *Inertia* for $\mathbf{h} = (1,1)$ i nedenstående tekstur?

2	3	3	0	2	1
2	1	3	3	2	1
0	2	2	1	3	0
3	2	1	0	3	0
2	3	0	1	1	0
1	2	2	1	0	1

Den unormerede GLCM er

	0	1	2	3
0	0	2	2	0
1	1	2	1	1
2	3	3	2	0
3	2	1	1	4

Normeringskonstanten er summen af elementerne i en GLCM, altså 25.

Herfra udregnes gray level difference histogrammet til

	0	1	2	3
GLSH	8/25	8/25	7/25	2/25

Inertia er $I = 0^2 \cdot 8/25 + 1^2 \cdot 8/25 + 2^2 \cdot 7/25 + 3^2 \cdot 2/25 = 54/25$

Det rigtige svar er 3.

DTU CIVILINGENIØREKSAMEN

År: 2003

Kursusnr: 02501 Billedanalyse, vision og computer grafik Forside + 25 sider

MODELLØSNING 03.25

Det rigtige svar er 3.