

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 :

Underskrift :

Bord nr. :

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

Opgave	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Svar										

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.

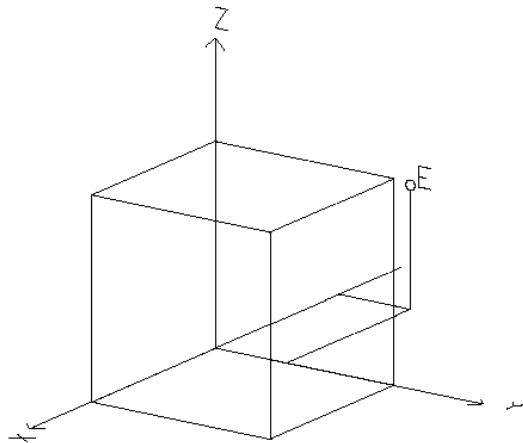
OPGAVE 03.1

En terning med kantlængden 10 og en rumdiagonal fra punktet $(0,0,0)$ til $(10, 10, 10)$ er del af en scene, som er defineret i verdenskoordinatsystemet (Ow, Xw, Yw, Zw) , se figur 1.

Scenen visualiseres (centralprojektion) ud fra øjepunktet $E = (-10, 4, 6)$ på en billedplan, der er sammenfaldende med planen $Xw = 5$. Up-vektoren, U , er parallel med Zw -aksen.

Hovedpunktet (point of interest, at-point), H , og distancen, d , kan bestemmes til

1. $H = (0,0,0)$ og $d = 10$
2. $H = (0,4,6)$ og $d = 10$
3. $H = (0,4,6)$ og $d = 15$
4. $H = (5,4,6)$ og $d = 15$
5. $H = (10,4,6)$ og $d = 20$
6. Ved ikke



Figur 1

År: 2003

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

OPGAVE 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?

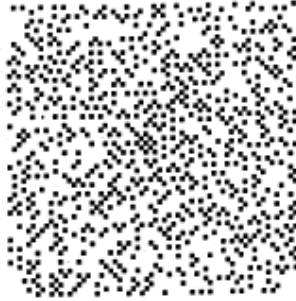
1. (7, 1)
2. (5, 3)
3. (4, 4)
4. (7.5, 7.5)
5. (9, 9)
6. Ved ikke

År: 2003

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

OPGAVE 03.3

Et binært billede skal kodes ud fra de betingede sandsynligheder. Billedet har den egenskab at to 4-nabo pixels ikke begge kan have værdien '1'.



Billedet gennemløbes række for række. Pixel $f(i,j)$ kodes betinget de to tidligere 4-naboer, $f(i,j-1)$ og $f(i-1,j)$. Hvis $f(i,j-1) = 1$ og/eller $f(i-1,j) = 1$ er det givet at $f(i,j) = 0$. Det er kun når begge de tidligere 4-naboer er 0 at der er usikkerhed om næste pixel. Det gives at den betingede sandsynlighed i denne kontekst er givet ved $P(f(i,j)=1 | f(i,j-1) = 0, f(i-1,j) = 0) = 1/2$. Sandsynligheden for at $f(i,j-1) = f(i-1,j) = 0$ er 0.55, dvs. $P(f(i,j-1) = 0, f(i-1,j) = 0) = 0.55$. (De to angivne sandsynligheder er konsistente. Første række ($i=0$) og første søjle ($j=0$) er ligeledes givet i overensstemmelse med sandsynlighederne.)

Hvad er den mindste forventede kodelængde for pixel $f(i,j)$ for $i>0, j>0$? (Det antages at der benyttes en optimal kodning baseret på de angivne sandsynligheder.)

(Billeder af denne type kan anvendes som 2-dimensionelle strekkoder.)

1. 0 bit
2. 0.25 bit
3. 0.55 bit
4. 0.90 bit
5. 1 bit
6. Ved ikke

År: 2003

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

OPGAVE 03.4

En scene visualiseres under identiske betingelser som i opgave 1, d.v.s. med øjepunktet $E = (-10, 4, 6)$, og billedplanen sammenfaldende med planen $X_w=5$ og U_p -vektoren, U , lodret og parallel med Z_w -aksen. Viewing transformationen, V , der transformerer fra verdenskoordinatsystemet (O_w, X_w, Y_w, Z_w) til et venstrehåndet øjekoordinatsystem (O_e, X_e, Y_e, Z_e) kan beskrives ved følgende matrix:

$$1. \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 & -10 \\ 0 & 1 & 0 & -4 \\ 1 & 0 & 1 & -6 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$2. \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 4 \\ 0 & 0 & 1 & -6 \\ 1 & 0 & 0 & 10 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$3. \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 & -6 \\ 0 & 1 & 0 & 10 \\ 0 & 0 & -1 & -4 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$4. \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 10 \\ 0 & 0 & 0 & -4 \\ 1 & 0 & -1 & -6 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$5. \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & -10 \\ 0 & 1 & 0 & 4 \\ 0 & 0 & -1 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

6. Ved ikke

OPGAVE 03.5

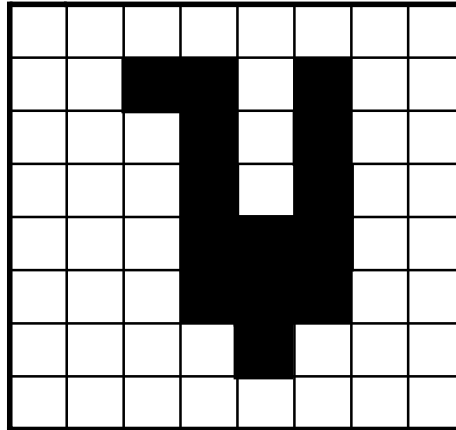
Ved kalibrering af et linsekamera er der fundet følgende homogene transformationsmatrix mellem kamerakoordinatsystemet og pixelkoordinatsystemet :

$$\begin{pmatrix} 0 & -1 & -0,36 & 0 \\ 0,99 & 0,0001 & -0,50 & 0 \\ 0 & 0 & -0,001 & 0 \end{pmatrix}$$

Hvilken af nedenstående parametre (angivet i lærebogens notation) er der ikke taget hensyn til i denne modellering.

1. c
2. x_h
3. β
4. y_h
5. a_3
6. Ved ikke

OPGAVE 03.6



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

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

hvor

A=

1	*	1
1	1	1
1	*	1

B=

*	0	*
1	0	1
1	*	1

Hvor mange sorte pixels er der i resultatbilledet?

1. 1
2. 2
3. 3
4. 4
5. 5
6. Ved ikke

År: 2003

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

OPGAVE 03.7

Et hulkamera ('pin hole camera') med kamerakonstanten $c= 10$ opstilles i et rum.

Objektkoordinatsystemet ligger i rummets vægge, således at Z er op. Kameraet er opstillet i punkt $(1, 1, 1)$ og drejningen beskrives ved matricen:

$$\mathbf{R}^t = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

Find objektkoordinaterne til det punkt, der afbildes i billedkoordinaterne $(10, -10)$. Det vides, at punktet ligger på væggen i objektkoordinatsystemets XZ-plan.

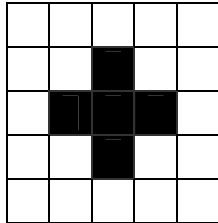
1. $(0,0,2)$
2. $(1,0,1)$
3. $(3,0,0)$
4. $(2,0,1)$
5. $(4,0,2)$
6. Ved ikke

OPGAVE 03.8

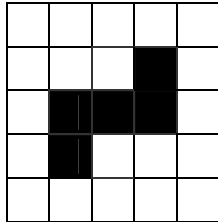
Hvilken af nedenstående sorte objekter har den spatielle dispersionsmatrix

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

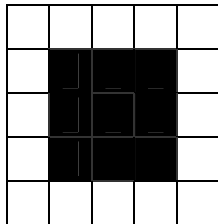
1.



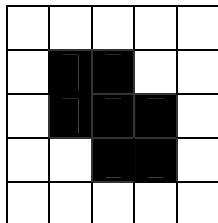
2.



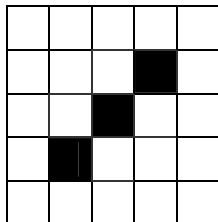
3.



4.

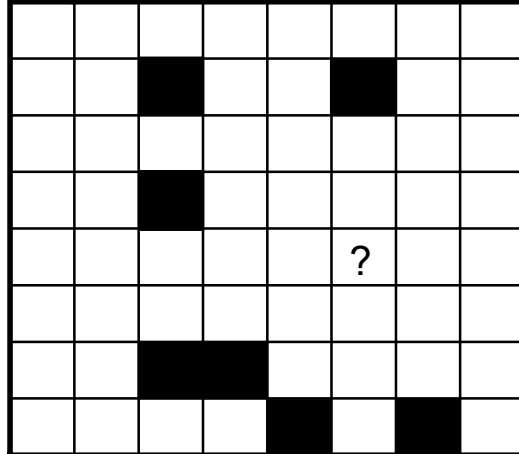


5.



6. Ved ikke

OPGAVE 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 "?" ?

1. 2.4
2. 5.1
3. 4.1
4. 3.6
5. 3.4
6. Ved ikke

År: 2003

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

OPGAVE 03.10

Hvilket af nedennævnte begreber har **ikke** nogen direkte relation til 'image matching' i digitale billeder:

1. correlation
2. matching window
3. aperture stop
4. vertical line locus
5. search window
6. Ved ikke

År: 2003

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

OPGAVE 03.11

Skærmkoordinaterne (X_s , Y_s) af hjørnepunkterne i terningen bestemt under identiske forhold til beskrivelsen i opgave 1 og 4 er

1. (0,0), (0,10), (10,10), (10,0)
(2,3), (2,8), (7,8), (7,3)
2. (6,-9), (6,6), (-9,6), (-9,-9)
(3,-5), (3,3), (-4.5,3), (-4.5,-5)
3. (-2,-3), (-2,12), (13,12), (13,-3)
(1,1), (1,9), (8.5,9), (8.5,1)
4. (4,-6), (4,4), (-6,4), (-6,-6)
(2,-3), (2,2), (-3,2), (-3,-3)
5. (-4,-6), (-4,14), (16,14), (16,-6)
(0,0), (0,10), (10,10), (10,0)
6. Ved ikke

År: 2003

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

OPGAVE 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.

1. 0.75
2. 0.67
3. 0.50
4. 0.45
5. 0.33
6. Ved ikke

År: 2003

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

OPGAVE 03.13

Et billedpar har følgende ydre orienteringsparametre:

Billede 1: $(X_0, Y_0, Z_0) = (0, 1, 1); (\Omega, \Phi, K) = (-1.503, 0.012, 0.023)$

Billede 2: $(X_0, Y_0, Z_0) = (2, 1, 1); (\Omega, \Phi, K) = (-1.478, -0.003, 0.037)$

Hvilke af følgende 5 ligninger beskriver epipolarplanet gennem objekt punktet $(0, 0, 0)$.

1. $2Y+Z=0$
2. $Y+Z=0$
3. $3Z-2Y=0$
4. $2Y-3Z=0$
5. $Y-Z=0$
6. Ved ikke

År: 2003

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

OPGAVE 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.

1. $(\theta_h, \theta_v) = (25.0, 18.0)$
2. $(\theta_h, \theta_v) = (28.0, 21.8)$
3. $(\theta_h, \theta_v) = (29.0, 22.6)$
4. $(\theta_h, \theta_v) = (26.0, 19.2)$
5. $(\theta_h, \theta_v) = (27.0, 20.4)$
6. Ved ikke

År: 2003

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

OPGAVE 03.15

En punktluskilde i $L=(10,4,26)$ belyser opstillingen i figur 1. Belysningen i punktet $(0,4,6)$ på terningeoverfladen beregnes ved anvendelse af Phong's model. Den/de dominerende bidrag til belysningen i punktet vil være

1. Højlys (specular) og ambient
2. Højlys (specular), diffus og ambient
3. Ambient
4. Højlys (specular) og diffus
5. Ambient og diffus
6. Ved ikke

OPGAVE 03.16

	0					x
0	2	2	3	5	2	5
	2	4	1	3	3	2
	3	5	1	2	5	3
	4	3	2	1	4	2
	2	2	2	2	5	2
y	2	1	2	4	5	4

Der udføres en geometrisk opretning af ovenstående billede. Opretningen er beskrevet ved følgende 'output-to-input' transformation:

$$x = 3.5 - 0.7 \cdot x' + 1.1 \cdot y' - 0.2 \cdot x' \cdot y'$$

$$y = 1.0 - 0.9 \cdot x' + 0.8 \cdot y' + 0.1 \cdot x' \cdot y'$$

Hvad bliver værdien af pixel (3,4) i output-billedet, når der anvendes nærmeste nabo 'resampling' i 'input' billedet?

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
6. Ved ikke

År: 2003

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

OPGAVE 03.17

Hvilket af følgende 5 udsagn er **forkert**:

1. Vertikale parallakser i et stereoskopisk billedpar ophæves ved resampling af billederne langs epipolarlinjer
2. Kamerakonstanten er afstanden fra linsens ydre projektionscentrum til billedets hovedpunkt (principal point)
3. Til den ydre orientering af et billede optaget med et kalibreret kamera kræves mindst 3 paspunkter
4. Der indgår 7 parametre i absolutorientering af en fotogrammetrisk model
5. Homologe punkter er afbildningen af det samme objektpunkt i to eller flere billeder
6. Ved ikke

År: 2003

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

OPGAVE 03.18

Terningen defineret i opgave 1 belyses af en parallel (directional) lyskilde orienteret efter vektoren $(1,0,-5)$. Skyggedannelsen på en plan flade $Z_w=0$ kan bestemmes v.h.a. følgende matrix

1.
$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ \frac{1}{5} & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

2.
$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \frac{1}{5} & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

3.
$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{1}{5} & 0 \end{bmatrix}$$

4.
$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & \frac{1}{5} & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

5.
$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

6. Ved ikke

År: 2003

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

OPGAVE 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 ?

1. 0
2. -5
3. -3
4. 1
5. 2
6. Ved ikke

År: 2003

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

OPGAVE 03.20

På terningefluden $P_0 = (0,0,0)$, $P_1 = (0,0,10)$, $P_2 = (0,10,10)$, $P_3 = (0,10,0)$ fra opgave 1 laves en lukket andengrads B-spline kurve, der starter og slutter i P_0 og er defineret ud fra

$$\mathbf{P}(u) = \sum_{k=0}^m B_{k,d}(u) \mathbf{P}_k, \text{ hvor } d \text{ er graden af kurven og}$$

$$B_{k,0}(u) = \begin{cases} 1, & u_k \leq u < u_{k+1} \\ 0 & \text{Otherwise} \end{cases}$$

$$B_{k,d}(u) = \frac{u - u_k}{u_{k+d} - u_k} B_{k,d-1}(u) + \frac{u_{k+d+1} - u}{u_{k+d+1} - u_{k+1}} B_{k+1,d-1}(u)$$

Knudevektoren for denne kurve er :

1. $\{0, 0, 0, 0, 1, 1, 1, 1\}$
2. $\{0, 0, 0, 1, 1, 1\}$
3. $\{0, 0, 0, 1, 2, 3, 3, 3\}$
4. $\{0, 1, 2, 3, 4, 5\}$
5. $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6\}$
6. Ved ikke

År: 2003

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

OPGAVE 03.21

Der foretages en flyfotografering fra 4500 meters højde. Billederne er optaget som lodbilleder med 60% længdeoverlap. Der er anvendt et standard flykamera med en kamerakonstant på 15,3 cm.

Angiv et overslag over den nøjagtighed, der kan forventes ved måling af plane koordinater i den fotogrammetriske model, når paspunkternes koordinater betragtes som fejlfri, og målingerne i billedet foretages med en spredning på 0,010 mm.

1. 50 cm
2. 65 cm
3. 20 cm
4. 30 cm
5. 5 cm
6. Ved ikke

År: 2003

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

OPGAVE 03.22

Der er givet 2 normalfordelte populationer:

1. $N\left(\begin{pmatrix} 1 \\ 2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 3 \end{pmatrix}\right)$

2. $N\left(\begin{pmatrix} 4 \\ 2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 3 \end{pmatrix}\right)$

Apriori sandsynlighederne kan antages ens og tabene ved misklassifikation kan antages ens. Hvor mange af de 5 observationer $\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$, $\begin{pmatrix} -2 \\ 0 \end{pmatrix}$, $\begin{pmatrix} 2 \\ 3 \end{pmatrix}$, $\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$ og $\begin{pmatrix} 2 \\ 7 \end{pmatrix}$ vil af en Bayes classifier blive klassificeret som tilhørende population 1?

1. 1
2. 2
3. 3
4. 4
5. 5
6. Ved ikke

År: 2003

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

OPGAVE 03.23

Et objekt er fotograferet fra to opstillinger med det samme hulkamera (pin hole camera). Kamerakonstanten er 1. For at lette regnearbejdet i opgaven kan transformationen fra billedkoordinater ('image coordinates') til pixelkoordinater beskrives ved enhedsmatricen:

Ved relativorientering er billedernes indbyrdes orientering fundet til:

$$(b_x, b_y, b_z) = (1, 0, 0); \quad (\omega, \varphi, \kappa) = (0, 0, 0)$$

Find den fundamentale matrix for billedparret, når der regnes med positivbilleder ('front projection').

1.
$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

2.
$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

3.
$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

4.
$$\begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 \end{bmatrix}$$

5.
$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

6. Ved ikke

År: 2003

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

OPGAVE 03.24

Hvad 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

1. 37/25
2. 46/25
3. 54/25
4. 60/25
5. 71/25
6. Ved ikke

OPGAVE 03.25

Benyttes opstillingen i opgave 1 fås et billede, som kan karakteriseres som

1. En isometri.
2. En dimetri.
3. Et frontperspektiv (Et-punktperspektiv).
4. Et X-perspektiv (To-punktperspektiv).
5. En Kavalér-projektion.
6. Ved ikke