

Mittwoch, den 24.01.2012

Prof. Dr.-Ing. Andreas Meisel

Klausur "Robot Vision"

Name

Matrikel-Nummer

Hinweise:

- 1.) Tragen Sie in obige Felder Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer ein.
- 2.) Zusätzliche Lösungsblätter versehen Sie bitte mit **Namen und Matrikelnummer**.
Nehmen Sie zur Bearbeitung einer Aufgabe jeweils ein neues Blatt.
- 3.) Vermerken Sie in den vorgesehenen Lösungsfeldern der Aufgabenblätter, falls ein Zusatzblatt existiert.
- 4.) Zur Bearbeitung stehen **120 Minuten** zur Verfügung.
- 5.) **Erlaubte Hilfsmittel:**
Bücher, Vorlesungsskript und eigene Aufzeichnungen, Taschenrechner, Lineal, Geodreieck.
Sonst keine weiteren Hilfsmittel (keine Notebooks, Handy's,).

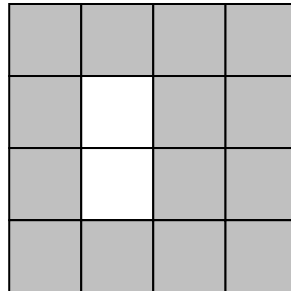
Übersicht zur Bewertung der Aufgaben.		
Aufgabe	Punkte	
01	10	
02	12	
03	10	
04	6	
05	12	
06	6	
07	6	
08	6	
09	12	
Punkte \cong	80	

Aufgabe 1 (Bildvorverarbeitung, Bildeigenschaften)

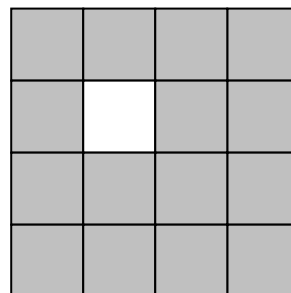
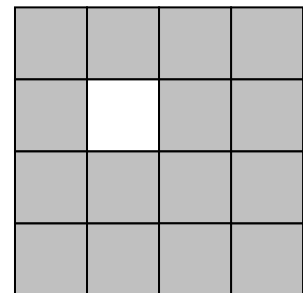
[10 Punkte]

a) Geben Sie für die 2 hellen Felder das Ergebnis des 3x3-Median-Filters an.

1	1	2	2
1	2	1	7
3	2	3	8
4	5	9	9

Quellbild*Zielbild*b) Geben Sie für das helle Feld den Gradienten G und die Kantenrichtung (in $^\circ$) mit Hilfe des angegebenen 3x3-Sobel-Operators an (ohne Normierung).

6	5	4	2
5	3	2	1
3	2	1	0
0	0	0	0

Quellbild*Gradient* $G \in \mathbb{R}$ *Richtung* $G \in [0^\circ \dots 360^\circ)$

Faltungsmasken:

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

 \mathbf{G}_x

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

 \mathbf{G}_y

- c) Gegeben sind 2 gleichgroße Bilder $A(x,y)$ und $B(x,y)$.
Die Zahlen geben den Grauwert in den jeweiligen Bildkacheln an.

Bild A		Bild B	
0	255	131	131
128	192	131	131

Geben Sie die Ergebnisbilder nach Anwendung der folgenden Bildpunktoperationen an:

$A(x,y) \text{ AND } B(x,y) \rightarrow$

$A(x,y) \text{ OR } B(x,y) \rightarrow$

$A(x,y) \text{ XOR } B(x,y) \rightarrow$

Aufgabe 2 (Bildtransformationen)

[12 Punkte]

Die folgende Transformation (source-to-target) beschreibt die Rotation eines Bildes um einen beliebigen Drehpunkt (x_0, y_0) .

$$\begin{pmatrix} x_z \\ y_z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_q - x_0 \\ y_q - y_0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} x_0 \\ y_0 \end{pmatrix}$$

- a) Geben Sie die Parameter a_0, a_1, a_2 und b_0, b_1, b_2 der affinen Transformation an.
- b) Geben Sie die Parameter A_0, A_1, A_2 und B_0, B_1, B_2 der inversen (target-to-source) Transformation an.

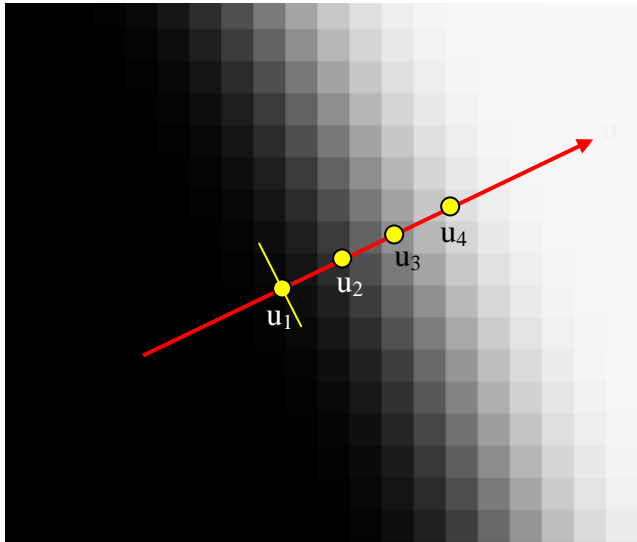
Vereinfachender Hinweis: Für die Matrix $\underline{A} = \begin{pmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{pmatrix}$ gilt $\underline{A}^{-1} = \underline{A}^T$.

da es sich um eine sog. *orthonormale Matrix* handelt.

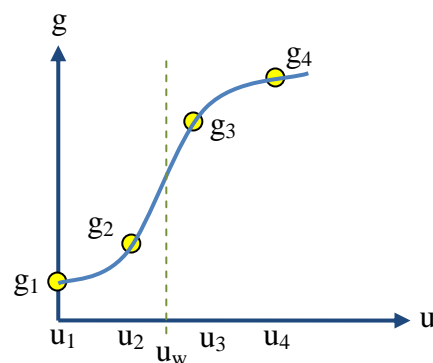
Aufgabe 3 (Kantenortbestimmung, lin. Gleichungssystem)

[10 Punkte]

Der Ort einer Kante soll subpixelgenau bestimmt werden. Hierzu wird das Bild senkrecht zur Kante geschnitten. Auf der Schnittgeraden werden vier Grauwerte ($g_1 \dots g_4$) in den Punkten u_1, \dots, u_4 durch Interpolation bestimmt.



Durch die Grauwerte soll ein Polynom $g = au^3 + bu^2 + cu + d$ gelegt werden. Der Ort des Wendepunktes u_w soll der subpixelgenaue Kantenort sein.



Folgende Werte werden gemessen: $g_1(u_1) = 2$, $g_2(u_2) = 3$, $g_3(u_3) = 6$, $g_4(u_4) = 8$
bei $u_1=0$, $u_2=1$, $u_3=2$, $u_4=3$

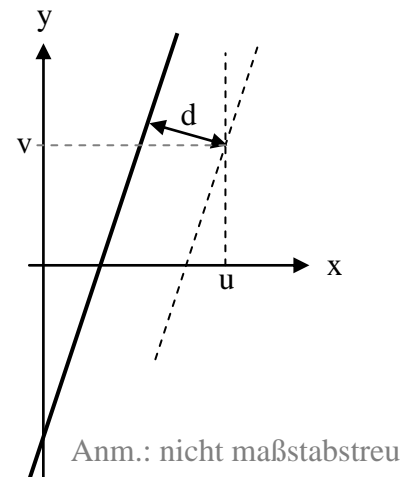
- Welchen Wert hat der Parameter d ?
- Stellen Sie das Gleichungssystem zur Bestimmung der Parameter a, b, c auf (in Matrixform).
(Anm.: **nicht** ausrechnen)
- Angenommen die Parameter der Parabel sind $a = -0.5$, $b = 2.5$, $c = -1$, $d = 0$.
Wo liegt der subpixelgenaue Kantenort u_w ?

Aufgabe 4 (Geraden, Bildmesstechnik)

[6 Punkte]

Gegeben ist eine Kante in Geradenbeschreibung: $y = 1.6x - 10$

- a) Geben Sie die Hessesche Normalform der Gerade an (r, θ) .
- b) Angenommen die Parameter der Hesseschen Normalform sind $(r, \theta) = (5, -30^\circ)$.
In welcher Höhe v (= y-Koordinate) liegt der Punkt $(u=10, v)$, der rechts von der Gerade einen senkrechten Abstand von genau $d=2$ hat.



Aufgabe 5 (Bildtransformation, Ausgleichsrechnung)

[12 Punkte]

Gegeben ist die folgende Bildtransformation $(x,y) \rightarrow (u,v)$:

$$u = \frac{ax + 4y - 5}{x + by + 1} \quad (1)$$

$$v = \frac{2x + cy + 4}{3x + dy + 1} \quad (2) \quad \text{Anm.: nicht benötigt}$$

Die folgenden korrespondierenden Bildkoordinatenpaare sind gegeben:

x	y	u	v
1	1	2	0
2	1	1	1
1	2	1	4

Bestimmen Sie die Parameter a und b mit Hilfe der Ausgleichsrechnung.
Verwenden Sie zur Lösung des Gleichungssystems die Determinantenmethode.

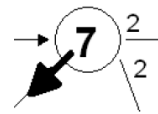
Aufgabe 6 (Dynamische Programmierung)

[6 Punkte]

Ein Wegegraph wird durch folgende Liste beschrieben:

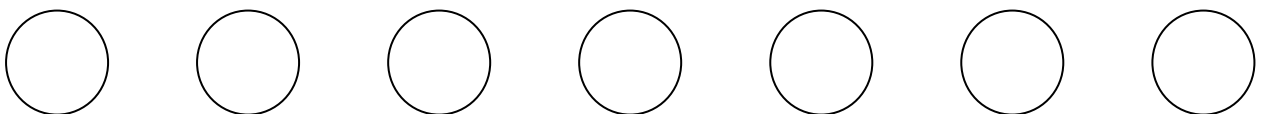
Vorgänger-knoten-Nr.	Nachfolger-knoten-Nr.	Wege-gewicht
1	2	1
1	3	2
2	3	2
2	4	2
3	4	2
3	5	2
3	6	2
4	5	2
4	6	4
4	7	2
5	6	1
5	7	2
6	7	2

Skizzieren Sie den Wegegraphen und bestimmen Sie mit Hilfe der dynamischen Programmierung den Weg mit der **minimalen** Wegesumme.



Zeichnen Sie in den Hypothesengraphen ein:

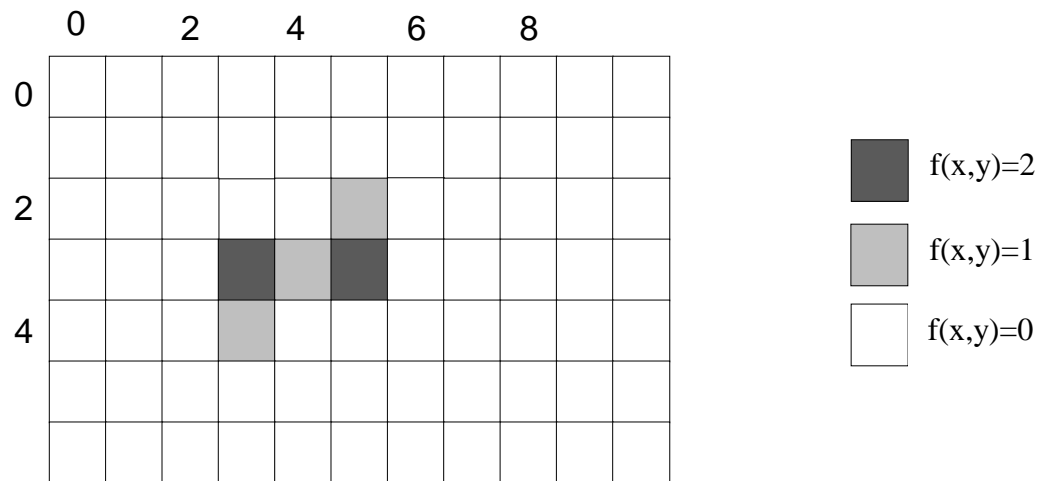
- die maximale Gewichtssumme der Einzelknoten
- die Richtung des Rückwegs pro Knoten
- den optimalen Gesamtweg (dick zeichnen).



Aufgabe 7 (Momentenmethode)

[6 Punkte]

a) Berechnen Sie den Schwerpunkt des Bildobjektes mit der Momentenmethode.



b) Berechnen Sie das normalisierte Zentralmoment η_{20} des Bildobjektes.

Aufgabe 8 (Connected components labeling)

[6 Punkte]

Ein Bild wurde initial gelabelt. Dabei haben sich folgende Äquivalenzen gezeigt:

Lab 1 = Lab 8

Lab 2 = Lab 3

Lab 3 = Lab 7

Lab 4 = Lab 6

Lab 4 = Lab 8

- Tragen Sie die Label-Äquivalenzen in die Matrix ein (mit ‚X‘ markieren).
- Wenden Sie jetzt den Floyd-Warshall-Algorithmus an und markieren Sie die dadurch gesetzten Felder mit ‚o‘.

	1	2	3	4	5	6	7	8
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

	1	2	3	4	5	6	7	8
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								

Aufgabe 9 (Houghtransformation)

[12 Punkte]

In einem Bild sollen kollineare (auf einer Gerade liegende) Punkte gefunden werden. Die Steigung der gesuchten Geraden liegt im Bereich $m = \pm 1$.

Es soll eine Variante der Houghtransformation verwendet werden, die nicht auf der Hesseschen Normalform basiert (also den Parametern r und θ), sondern auf der Geradengleichung $y = mx + b$ (also den Parametern m und b).

Das zu untersuchende Bild hat die Größe (100, 100).

- In welchem Bereich kann der Parameter b liegen?
- Skizzieren Sie die Spuren, die durch die markierte Bildpunkte (0, 50) und (50, 50) im Parameterraum erzeugt werden.
- Geben Sie den Hough-Algorithmus dieser Variante an.

