

Klausur "Robot Vision" / Bildverarbeitung

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	10	
03	6	
04	7	
05	10	
06	4	
07	6	
08	10	
09	7	
Punkte	≅ 70	

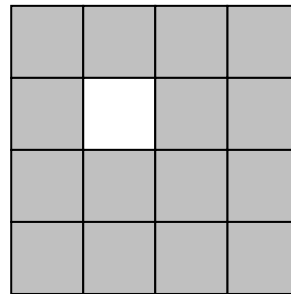
Aufgabe 1 (Bildvorverarbeitung, Bildeigenschaften)

[10 Punkte]

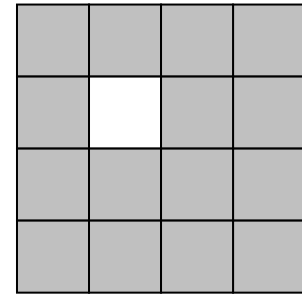
- a) Geben Sie für das helle Feld den Gradienten G und die Kantenrichtung (in $^\circ$) mit Hilfe des angegebenen 3x3-Sobel-Operators an (ohne Normierung).

9	6	5	2
6	4	3	2
7	3	2	1
1	2	2	1

Quellbild



Gradient $G \in \mathbb{R}$



Richtung $G \in [0^\circ \dots 360^\circ)$

Faltungsmasken:

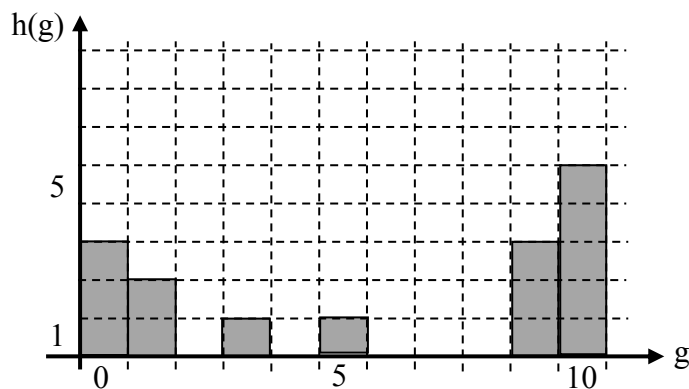
-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

G_x

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

G_y

- b) Gegeben ist das Histogramm eines kleinen rechteckigen Bildes:

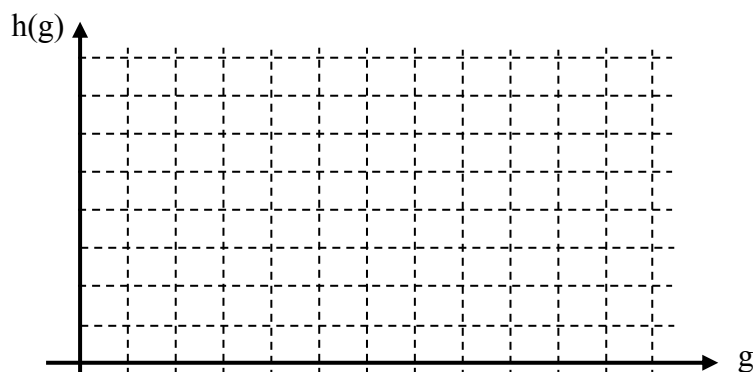


- b1) Wie groß ist das Bild?

- b2) Wie groß ist der Mittelwert m ?

- b3) Wie groß ist der Median d ?

- b4) Geben Sie das Histogramm an, wenn das Bild XOR-verknüpft wird mit 0x01.



Aufgabe 2 (affine Bildtransformationen)

[10 Punkte]

Der angegebene Bildausschnitt soll in ein Zielbild der Größe 121 x 91 (= Zeilen x Spalten) affin transformiert werden. Bildursprung ist oben-links.



Die 3 Eckpunkte (gelb markiert) des zu kopierenden Bildausschnitts liegen an folgenden Positionen :

Index	i	Punkt
1		(30, 100)
2		(70, 90)
3		(40, 160)

Bestimmen Sie (**nur**) die Parameter A_0 , A_1 und A_2 der Target-to-Source-Transformation.

Verwenden Sie die **Determinantenmethode**.

$$x_q = A_1 x_z + A_2 y_z + A_0$$

$$y_q = B_1 x_z + B_2 y_z + B_0$$

Aufgabe 3 (Funktionsapprox. mit radialen Basisfunktionen)

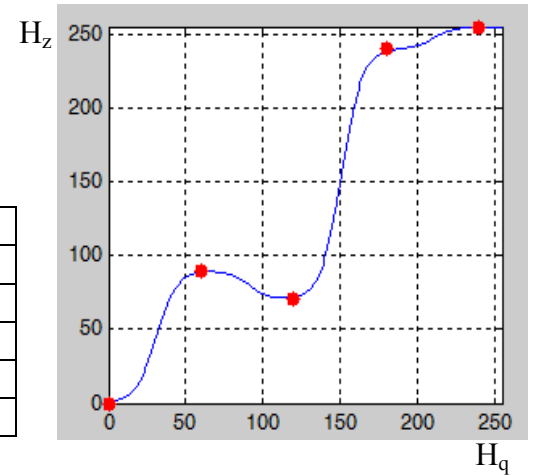
[6 Punkte]

Mit Hilfe von radialen Basisfunktionen soll eine Farbtransformation durchgeführt werden.

Die Farbwerte H_q (Hue=Farbton) des Quellbildes sollen im Zielbild auf die Farbwerte H_z abgebildet werden.

Die Funktion ist durch 5 Punkte festgelegt:

k	$H_{q,k}$	$H_{z,k}$
1	0	0
2	60	90
3	120	70
4	180	240
5	240	255



Geben Sie die Approximationsfunktion $H_z = f(H_q)$ an ($\sigma=20$).

Aufgabe 4 (Geraden, Bildmesstechnik)

[7 Punkte]

Zu einer Gerade $y = 5x + 20$ (G1) soll eine parallele Gerade (G2) konstruiert werden, welche den senkrechten Abstand 50 von G1 hat und rechts von der Gerade G1 verläuft.

- a) Geben Sie die Gerade G1 in der Hesseschen Normalform (r_1, θ_1) an.
- b) Geben Sie die Hessesche Normalform der Gerade G2 an (r_2, θ_2) . Anm.: Skizze machen
- c) Angenommen G2 ist $(r_2 = 45, \theta_2 = -10^\circ)$. Geben sie die Gerade G2 in der Form $y = mx + b$ an.

Aufgabe 5 (Bildmesstechnik, Ausgleichsrechnung)

[10 Punkte]

Mit Hilfe eines 3D-Sensors (z.B. Kinect) werden 3D-Oberflächenpunkte gemessen. In 4 gegebene Punkte $p_1 \dots p_4$ soll eine Raumebene bestmöglich eingepasst werden.

Die Ebene wird beschrieben durch die Gleichung:

$$Ax + By + Cz = 1$$

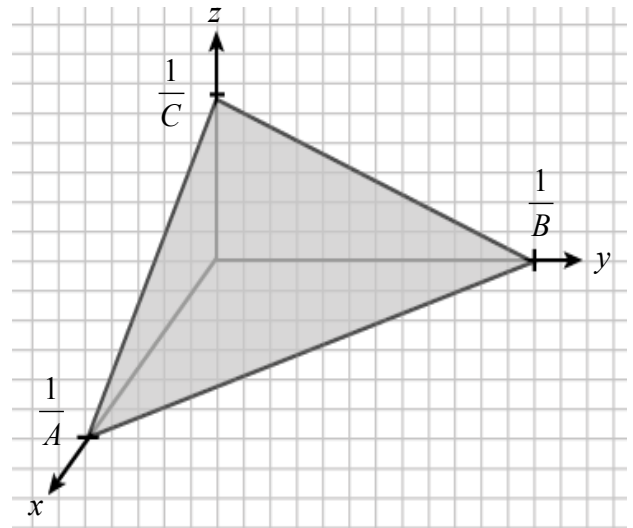
Raumpunkte $p_1 \dots p_4$:

$p_1 : (10, 10, 12)$,

$p_2 : (40, 1, 0)$,

$p_3 : (1, 40, 0)$,

$p_4 : (1, 1, 20)$.



- Geben Sie das Gleichungssystem zur Bestimmung der Parameter A, B und C in Matrixform an.
- Geben Sie das Ausgleichs-Gleichungssystem an (ausmultiplizieren aber nicht lösen).

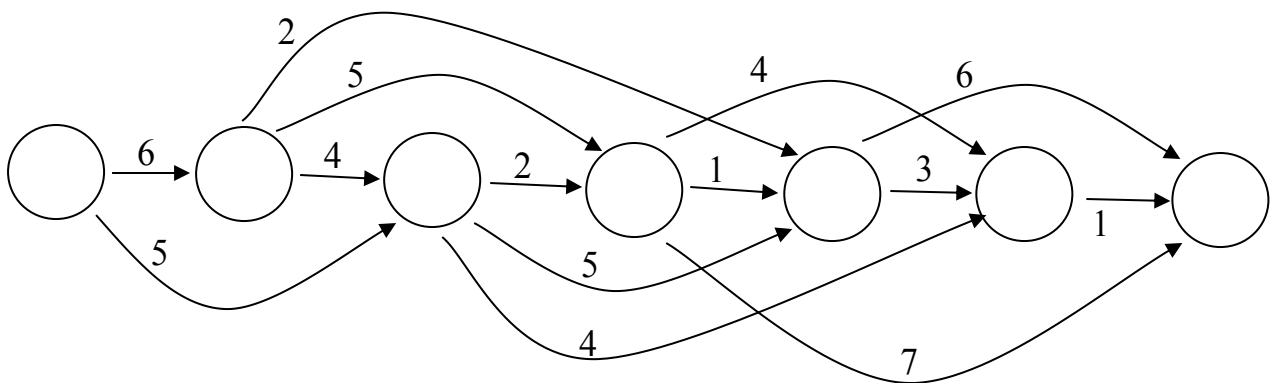
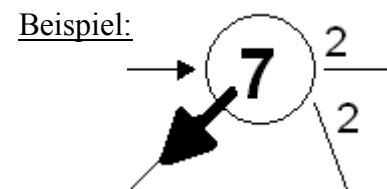
Aufgabe 6 (Dynamische Programmierung)

[4 Punkte]

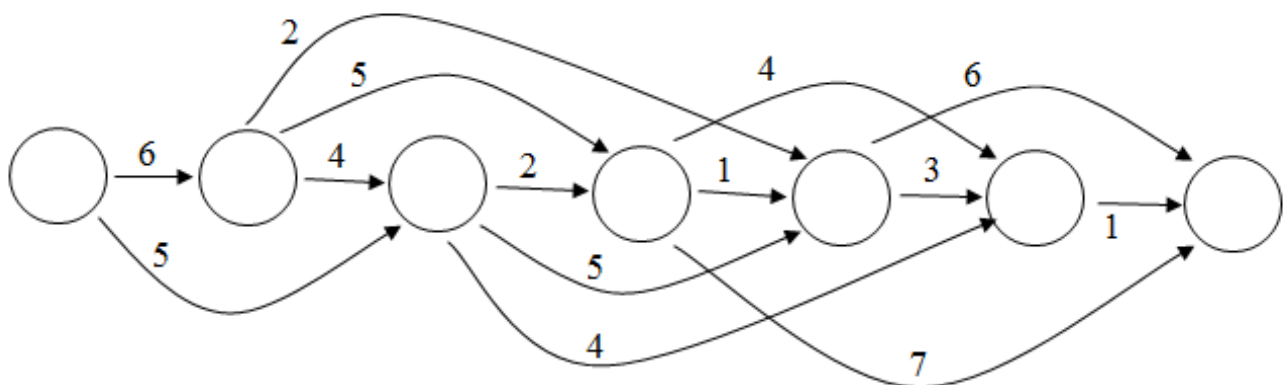
Mit Hilfe der dynamischen Programmierung soll im angegebenen Graphen ein Weg von links nach rechts mit der maximalen Gewichtssumme gefunden werden.

Zeichnen Sie hierzu in den abgebildeten Graphen ein:

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



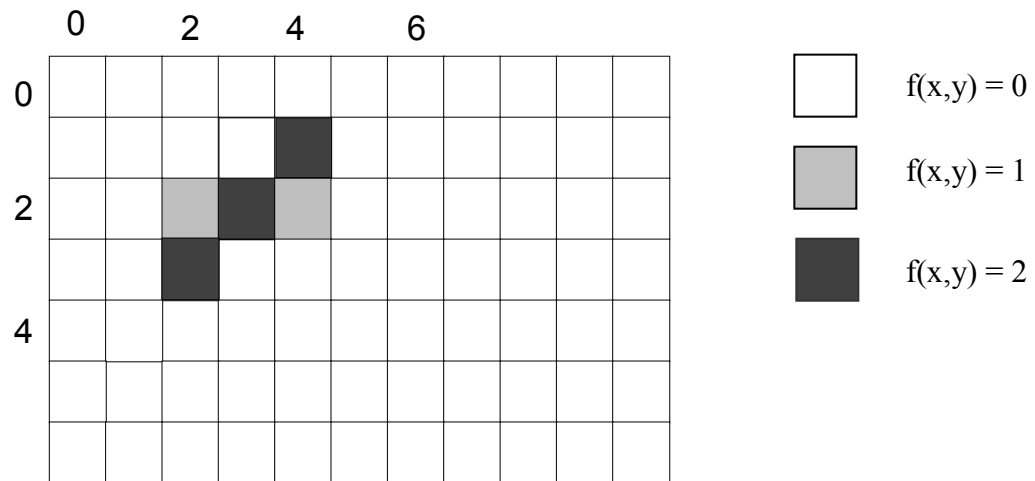
Reservebild:



Aufgabe 7 (Momentenmethode)

[6 Punkte]

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



b) Wie groß ist das Zentralmoment μ_{20} ?

Aufgabe 8 (Bildmesstechnik, iterative Nullstellensuche)

[10 Punkte]

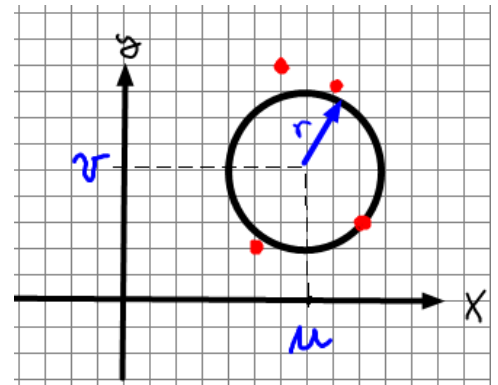
Für eine kreisförmigen Kante sollen die Parameter u , v und r des Ausgleichskreises durch iterative Nullstellensuche (Newton-Verfahren) bestimmt werden. Folgende Kreisgleichung soll verwendet werden:

$$(x - u)^2 + (y - v)^2 = r^2$$

Als Kantenpunkte sind gegeben:

$$(x_a, y_a) = (5, 2), \quad (x_b, y_b) = (9, 3),$$

$$(x_c, y_c) = (6, 9), \quad (x_d, y_d) = (8, 8)$$



Die zu bestimmenden Parameter im Iterationschritt k werden bezeichnet als (u_k, v_k, r_k) .

- Stellen Sie pro Kantenpunkt eine Funktion auf: $f_a(u, v, r) \dots f_d(u, v, r)$
(Anm.: die Funktionen, deren Nullstelle zu suchen ist)
- Geben Sie die Jacobimatrix J an (bekannte Zahlenwerte einsetzen).
- Geben Sie die Iterationsgleichung in Matrixschreibweise an.

Aufgabe 9 (Houghtransformation)

[7 Punkte]

In den Daten eines 3D-Sensors (z.B. Kinect) sollen koplanare Punkte (3D-Punkte die auf einer Raumebene liegen) gefunden werden. Hierfür soll eine Variante der Hough-Transformation verwendet werden.

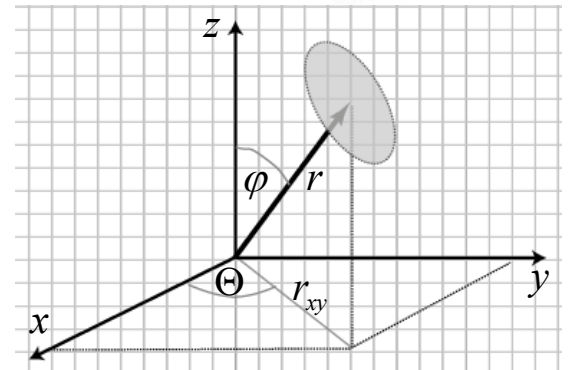
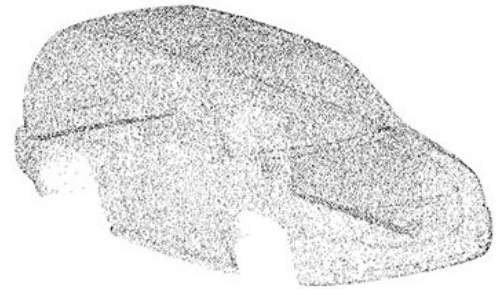
Raumebenen können durch die folgende Ebenengleichung (Hesse-Normalform der Ebene) beschrieben werden:

$$r = x \cos \Theta \sin \varphi + y \sin \Theta \sin \varphi + z \cos \varphi$$

θ : Winkel zwischen der xy-Lotvektorprojektion r_{xy} und der x-Achse (s. Bild)

φ : Winkel zwischen Lotvektor r und der z-Achse

r : Senkrechter Abstand der Ebene vom Ursprung
(= Länge des Lotvektors)



Folgende Randbedingungen sollen gelten:

$\varphi \in [0^\circ, +180^\circ]$ $x, y, z \in [0, 100]$ d.h. die Raumgröße ist 101 x 101 x 101

$\Theta \in [-180^\circ, 180^\circ]$

- a) Geben Sie das maximale r an.
- b) Geben Sie den Algorithmus für die Hough-Transformation an ($\Delta\varphi, \Delta\theta = 1^\circ$).
Anm.: gültige Längen für r sind immer positiv

for $k=1 \dots \text{numPkt}-1$ **do** // für alle 3D-Punkte

endfor