Mittwoch, den 29.01.2014 | Prof. Dr.-Ing. Andreas Meisel

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	12	
02	10	
03	10	
04	10	
05	6	
06	6	
07	12	
08	8	
Punkte ≅	74	

Aufgabe 1 (Bildvorverarbeitung) [12 Punkte]

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

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

Quellbild

Gradient $G \in R$

Richtung $G \in [0° ... 360°)$

Faltungsmasken:

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

G_x

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

G_y

b) Separieren Sie den Faltungskern $\begin{pmatrix} -2 & +4 & -2 \\ +3 & -6 & +3 \\ -2 & +4 & -2 \end{pmatrix}$

c) Geben Sie den 1D-Ganzzahl-Gauss-Faltungskern mit den Parametern (σ=0.4, Precision=3) an.

Aufgabe 2 (Bildtransformationen) [10 Punkte]

Ein Quellbild soll mit der folgenden Transformation in ein Zielbild transformiert werden:

$$x_q = \frac{ax_z + 2}{by_z - 4} \quad (1) \qquad y_q = \frac{cx_z - 5}{dy_z + 3} \quad (2)$$

Die Parameter *a* und *b* der Transformation (1) sollen bestimmt werden (nur die !!).
Hierzu sind 2 korrespondierende Punktpaare im Quell- und Zielbild gegeben:

Index i	(x_q, y_q)	(x_z, y_z)
1	(5, 10)	(1, 1)
2	(2, 8)	(5, 1)

Verwenden Sie die **Determinantenmethode**.

Aufgabe 3 (Geraden, Bildmesstechnik) [10 Punkte]

Gegeben ist eine Gerade G1 : $y = 2x+7$.

a) Geben Sie die Gerade G1 in der Achsenabschnittsform Ax+By=1 an.

b) Wie lauten die Parameter der Hesseschen Normalform (r_1, θ_1) der Gerade G1.

Gegeben sei jetzt eine Gerade G2 : (r_2=3, θ_2=150°).

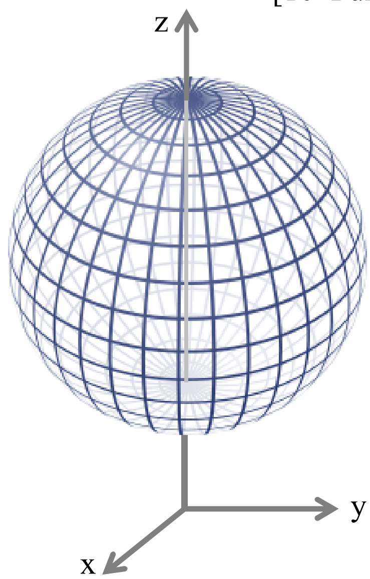
c) Geben Sie eine zur Gerade G2 parallele Gerade G3 an (in Hessescher NF: r_3, θ_3), die durch den Punkt (1,1) verläuft (Tipp: Skizze machen).

d) Geben Sie eine zur Gerade G2 senkrechte Gerade G4 an (in Hessescher NF: r_4, θ_4), die durch den Punkt (1,1) verläuft.

Tragen Sie alle Ergebnisse in die Tabelle ein:

a)	A =	B =
b)	r_1 =	θ_1 =
c)	r_3 =	θ_3 =
d)	r_4 =	θ_4 =

Aufgabe 4 (Bildmesstechnik, Ausgleichsrechnung) [10 Punkte]



Mit Hilfe eines 3D-Sensors (z.B. Kinect) werden 3D-Oberflächenpunkte einer Kugel gemessen.

Das Zentrum der Kugel liegt bei $(x,y,z) = (0,0,z_0)$, so dass die Kugel vereinfacht durch folgende Gl. beschrieben werden kann:

$$Cz + D = -(x^2 + y^2 + z^2)$$

In 3 gegebene Punkte $p_1 \dots p_3$ soll die Kugel bestmöglich eingepasst werden.

$p_1 : (1,\ 1,\ 3)$,
$p_2 : (0,\ 1,\ 7)$,
$p_3 : (2,\ 3,\ 5)$,

a) Geben Sie das Gleichungssystem zur Bestimmung der Parameter C und D in Matrixform an.

b) Geben Sie das Ausgleichs-Gleichungssystem an (ausmultiplizieren aber nicht lösen).

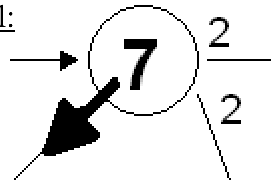
Aufgabe 5 (Dynamische Programmierung) [6 Punkte]

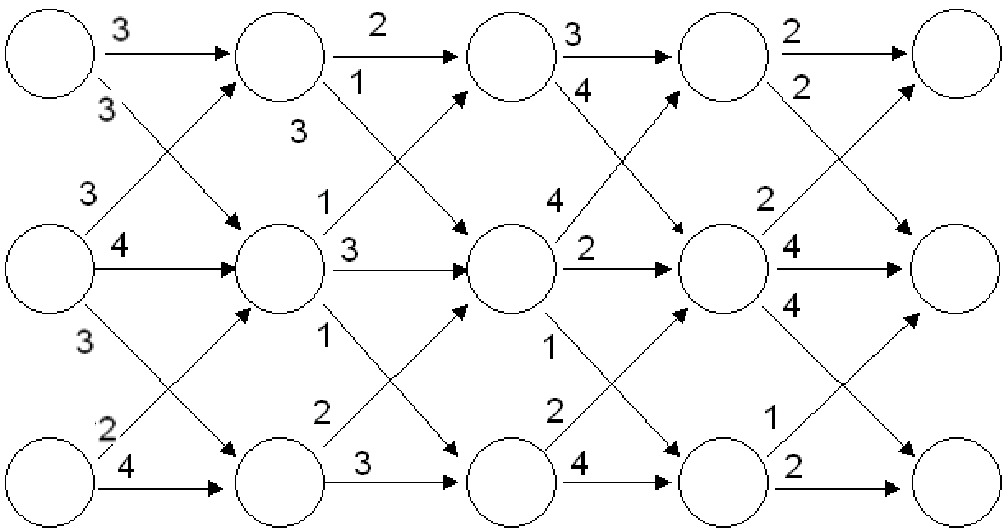
Mit Hilfe der dynamischen Programmierung soll im angegebenen Graphen ein Weg von links nach rechts mit der <u>minimalen Gewichtssumme</u> gefunden werden.

Zeichnen Sie hierzu in den abgebildeten Graphen ein:

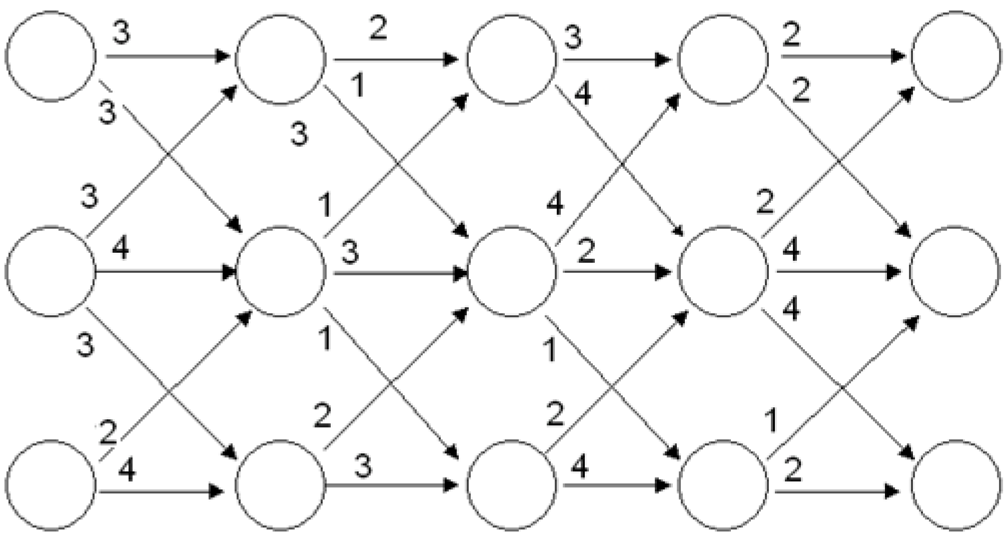
- die minimale Gewichtssumme der Einzelknoten
- die Richtung des Rückwegs
- den optimalen Gesamtweg.

<u>Beispiel:</u>



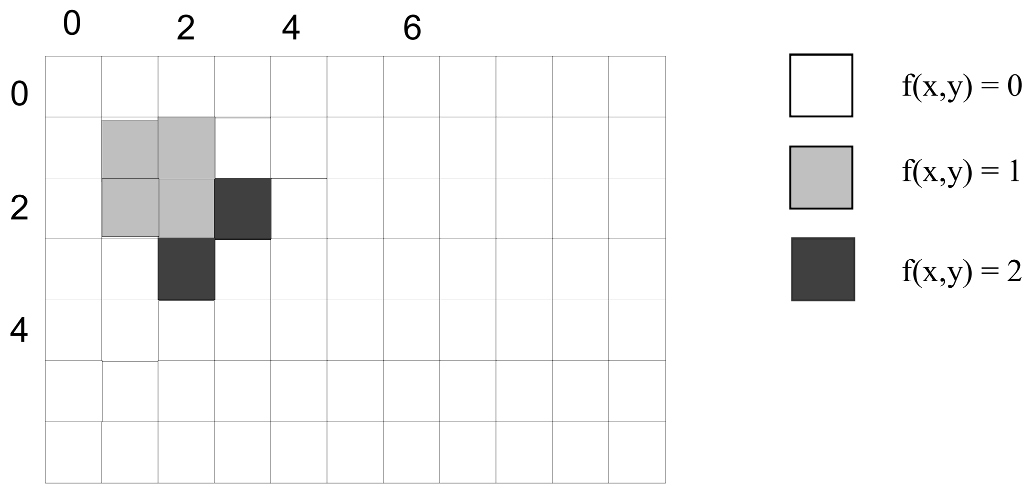


Reservebild:



Aufgabe 6 (Momentenmethode) [6 Punkte]

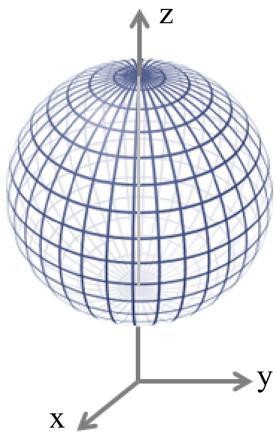
a) Berechnen Sie den Schwerpunkt des Bildobjektes mit der Momentenmethode.



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

<u>Aufgabe 7</u> (Bildmesstechnik, iterative Nullstellensuche) [12 Punkte]

Die Parameter p und r einer auf der z-Achse zentrierten Raumkugel sollen durch <u>iterative Nullstellensuche</u> (Newton-Verfahren) bestimmt werden. Die Kugelgleichung lautet:



$$x^2 + y^2 + (z - p)^2 = r^2$$

Folgende Oberflächenpunkte wurden mit einem 3D-Sensor gemessen:
$(x_a, y_a) = (1, 1, 3)$, $(x_b, y_b) = (0, 1, 7)$, $(x_c, y_c) = (2, 3, 5)$

a) Stellen Sie pro Punkt eine Funktion auf: $f_a(p,r)$ …. $f_c(p,r)$
(<u>Anm.:</u> die Funktionen, deren Nullstelle zu suchen ist)

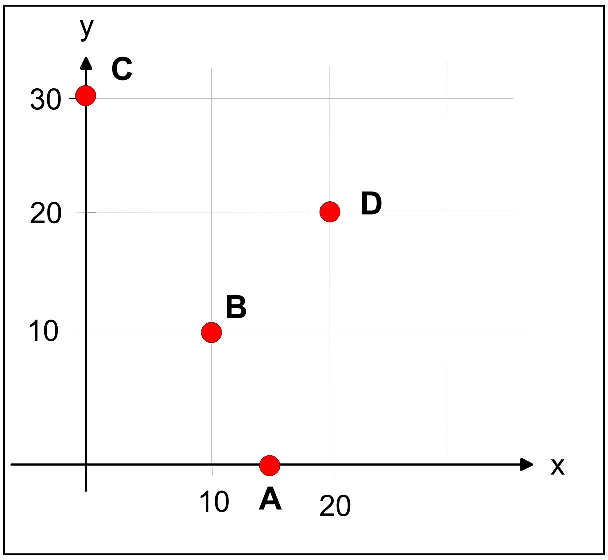
b) Geben Sie die Jacobimatrix <u>J</u> an (alle bekannten Zahlenwerte einsetzen). Der Startwert der Iteration sei $(p_0, r_0) = (5, 2)$

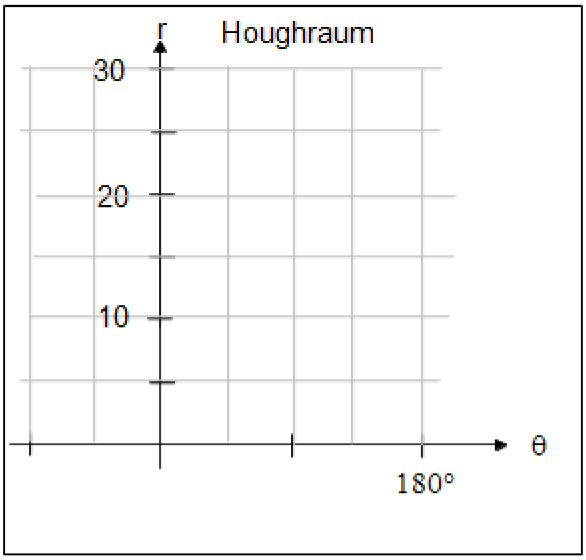
c) Geben Sie das Gleichungssystem des ersten Iterationsschritts zur Bestimmung der verbesserten Parameter (p_1, r_1) in Matrixschreibweise an (mit Zahlenwerten).

Aufgabe 8 (Houghtransformation) [8 Punkte]

Das folgende aus 4 Punkten bestehende Bild ist gegeben.

a) Skizzieren Sie den Houghraum für die gegebenen Bildpunkte unter Angabe charakeristischer Werte.





b) Angenommen es ist bekannt, dass alle Punkte (A…D) auf Geraden liegen, deren Richtung etwa 45°+/-22.5° beträgt.

Anm.: s. Bild unten

Wenn man dieses Wissen bei der Houghtransformation berücksichtigen würde, wie würde der Houghraum dann aussehen?