Dienstag, den 29.01.2013	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.

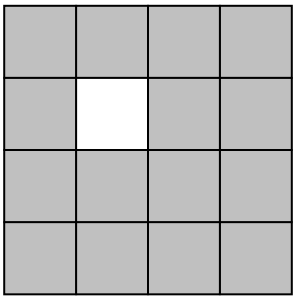
Aufgabe	Punkte	
01	**12**	
02	**10**	
03	**6**	
04	**7**	
05	**12**	
06	**4**	
07	**6**	
08	**7**	
09	**6**	
Punkte ≅	**70**	

Aufgabe 1 (Bildvorverarbeitung, Bildeigenschaften) [12 Punkte]

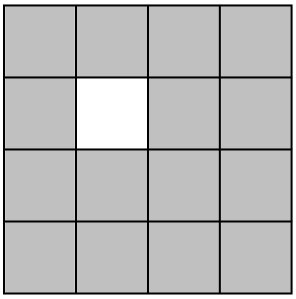
a) Geben Sie für das helle Feld den Gradienten G und die Kantenrichtung (in °) mit Hilfe des angegebenen 3x3-Sobel-Operators an (ohne Normierung).

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

Quellbild



Gradient $G \in R$



Richtung $G \in [0°...360°)$

Faltungsmasken:

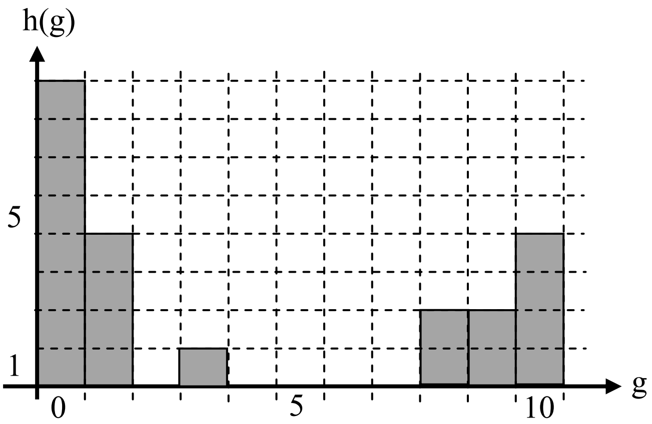
-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

$\mathbf{G_x}$

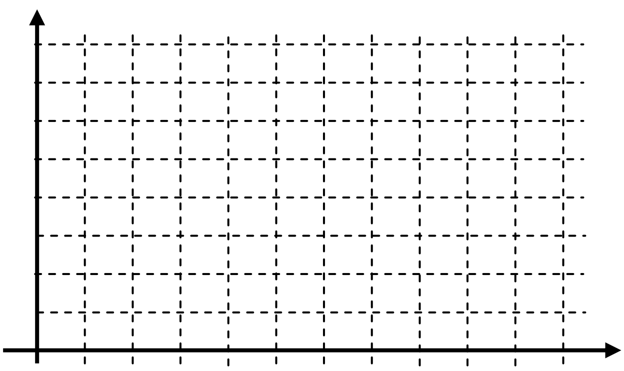
-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

$\mathbf{G_y}$

b) Gegeben ist das Histogramm eines kleinen quadratischen Bildes:



c1) Wie groß ist das Bild?
c2) Wie groß ist der Mittelwert m ?
c2) Wie groß ist der Median d ?
c3) Geben Sie das Histogramm an, wenn das Bild mit 0xFD bitweise AND-verknüpft wird.



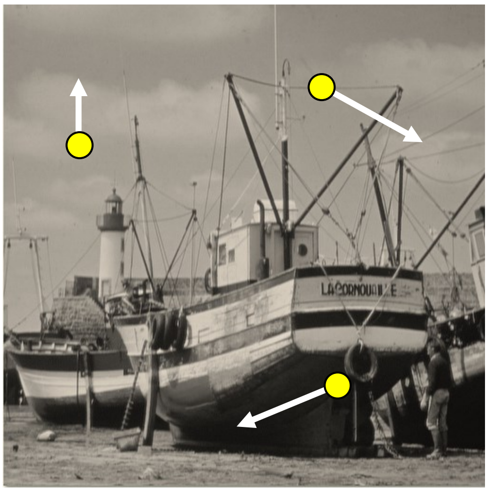
c) Geben Sie die separierten 1D-Faltungskerne zu folgendem 2D-Faltungskern an:

1	-2	1
-2	4	-2
1	-2	1

d) Geben Sie für die Parameter [Precision=2.0, σ =1.7] den 1D-Gauss-Faltungskern an
   d1) als normierter Floatingpointkern
   d2) als Ganzzahlkern und Normierungsfaktor

Aufgabe 2 (Bildtransformationen) [10 Punkte]

Für ein Bildbearbeitungsprogramm soll ein interaktives Modul zur affinen Transformation realisiert werden. Der Anwender markiert hierzu im Quellbild 3 Punkte ($\vec{x}_{q1}$, $\vec{x}_{q2}$, $\vec{x}_{q3}$,) und wohin diese verschoben werden sollen (Verschiebungsvektoren $\Delta\vec{x}_1$, $\Delta\vec{x}_2$, $\Delta\vec{x}_3$).



In einem konkreten Fall sind folgende Punkte und Verschiebungsvektoren gegeben :

Index i	Punkte $\vec{x}_{qi}$	Verschiebungs-vektor $\Delta\vec{x}_i$
1	(50, 100)	(0, 30)
2	(300, 50)	(100, 50)
3	(300, 300)	(-100, 25)

Bestimmen Sie den Parameter A_2 (nur den) 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 ein Farbe-zu-Grauwert-Wandler realisiert werden. Das Verhalten des Wandlers soll anhand von Beispielen festgelegt werden.

In einem konkreten Fall sind folgende Beispiele (R, G, B) → Y gegeben:

(10, 10, 14) → 13
(1, 1, 10) → 4

Geben Sie die Approximationsfunktion Y= f(R, G, B) an (σ=1).

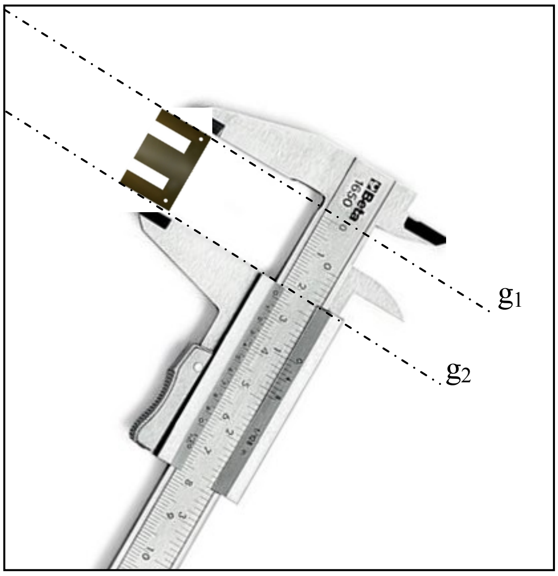
Aufgabe 4 (Geraden, Bildmesstechnik) [7 Punkte]

Ein Gerade $5000 = -25x + 50y$ verläuft durch ein Bild der Größe 500x700.

a) Wo schneidet die Gerade die Bildränder (Koordinatenwerte angeben)?
b) Geben Sie die Hessesche Normalform der Gerade an (r, θ).

c) Angenommen die Parameter der Hesseschen Normalform sind $(r, \theta) = (90, 120°)$.
Wie weit ist der Bildpunkt (100, 200) von der Gerade entfernt (senkrechter Abstand)?

<u>Aufgabe 5</u> (Bildmesstechnik, Ausgleichsrechnung) [12 Punkte]



Für ein interaktives Bildmesssystem soll ein Modul „*ausgleichender Messchieber*" realisiert werden.

Bestimmt werden sollen die Parameter zweier <u>parallel angenommener</u> Geraden

$y = ax + b_1$ Gerade g_1
$y = ax + b_2$ Gerade g_2

mit gleicher Steigung a (wg. Parallelität) aber unterschiedlichen b (y-Achsenabschnitten.)

In einem konkreten Fall sind auf jeder Gerade je 2 Punkte (x,y) gegeben:

Gerade g_1 : (3, 6), (5, 4)
Gerade g_2 : (3, 2), (6, 1)

a) Stellen Sie für jede Gerade ein Gleichungssystem zur Bestimmung der Geradenparameter (a, b_1) und (a, b_2) auf (zunächst unabhängig voneinander). **<u>Anm.:</u>** aufstellen, nicht lösen

b) Geben Sie jetzt ein gemeinsames Gleichungssystem zur Bestimmung der Parameter (a, b_1, b_2) an, welches die Parallelität erzwingt. **<u>Anm.:</u>** aufstellen, nicht lösen

c) Gegeben sei das folgende überbestimmte Gleichungssystem:

$$\begin{pmatrix} 5 \\ 4 \\ 3 \\ 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 & 0 & 2 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 3 & 1 \\ 2 & 1 & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} a \\ b \\ c \end{pmatrix}$$

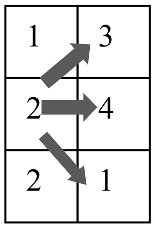
Gebern Sie die Ausgleichslösung an (**Anm.:** ausmultiplizieren, aber nicht lösen).

Aufgabe 6 (Dynamische Programmierung) [4 Punkte]

Im folgenden Bild soll vom linken zum rechten Bildrand ein Weg so gefunden werden, dass die Grauwertsumme der Wegpunkte maximal wird. Hierzu soll die dyn. Programmierung eingesetzt werden.

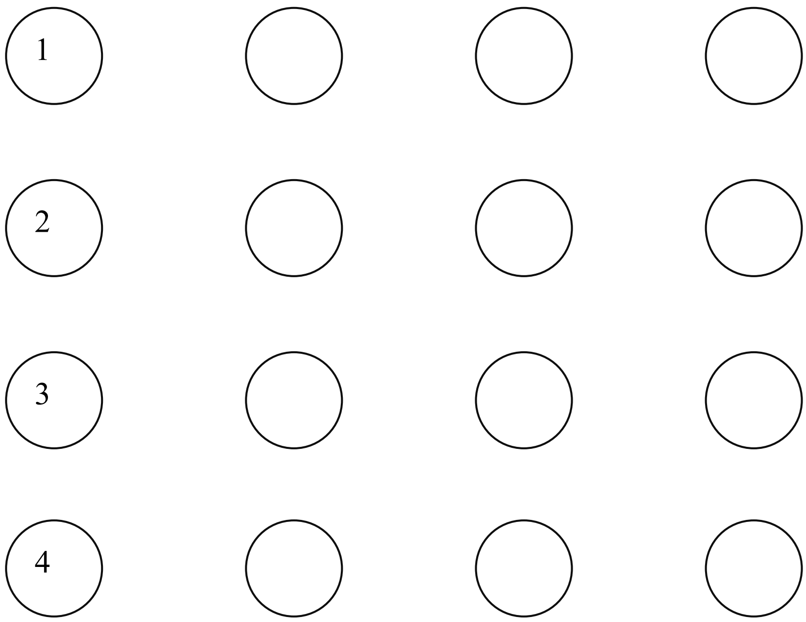
1	2	1	4
2	3	2	3
3	1	4	2
4	1	2	2

Erlaubt sind nur Wegschritte in horizontaler und diagonaler Richtung um ein Pixel:

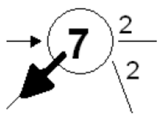


a) Tragen Sie in den Lösungsgraphen (s.u.) die Wegpfeile mit den Gewichten ein.
Anm.: Als Schrittgewicht wird jeweils der Grauwert des Nachfolgepixels eingetragen.

b) Finden Sie mit der dyn. Programmierung den Weg mit der maximalen Grauwertsumme.

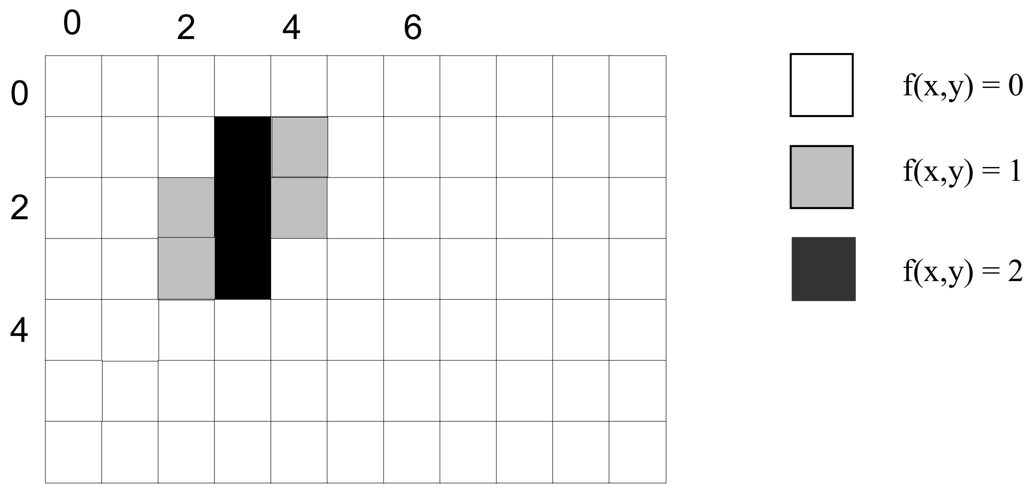


Zeichnen Sie in den Hypothesengraphen ein:
- die maximale Gewichtssumme der Einzelknoten
- die Richtung des Rückwegs pro Knoten
- den optimalen Gesamtweg (dick zeichnen).



Aufgabe 7 (Momentenmethode) [6 Punkte]

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



b) Wie groß ist das Zentralmoment μ_{22} ?

Aufgabe 8 (Approximation, iterative Parameterbestimmung) [7 Punkte]

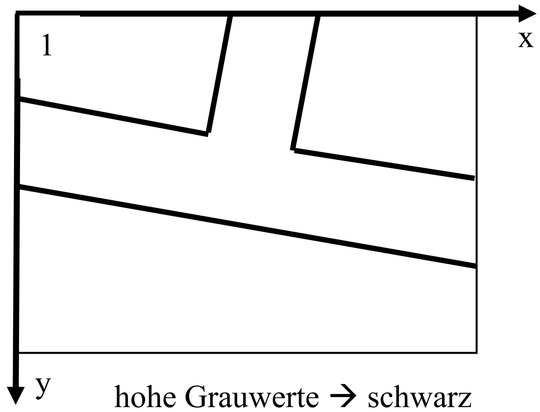
Die Parameter (a, b, c) einer ausgleichenden Approximationsfunktion $y=ax^2+bx+c$ sollen iterativ bestimmt werden. Die aktuellen Schätzwerte der Parameter sind $(a_n, b_n, c_n) = (3, 2, 3)$. Bei einem Trainingswert x=2 wird ein Ausgabewert von y=25 gewünscht.

Geben Sie die Parameter $(a_{n+1}, b_{n+1}, c_{n+1})$ nach einem Trainingsschritt an (Schrittweitenfaktor $\eta=0.01$).

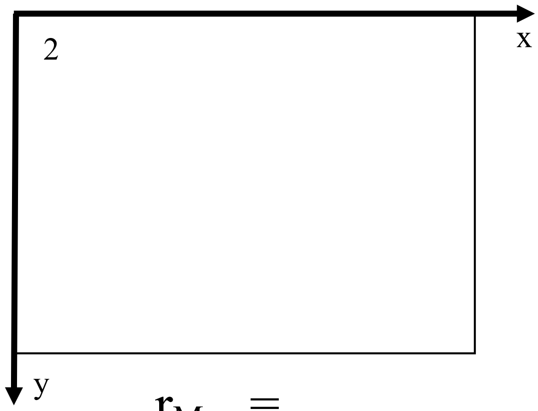
Aufgabe 9 (Houghtransformation) [10 Punkte]

Für ein automatisches Andockmanöver wird von einer Kamera eine T-förmige Zielmarkierung aufgenommen und Sobel-gefiltert. Die Zielmarkierung kann im Bild um bis zu +/-15° verkippt und in alle Richtungen verschoben sein. In der Null-Lage liegt die untere Kante horizontal.

Anm.: alle Ecken sind 90°, parallele Kanten haben einen Abstand von 200 Pixeln, Bildgröße: 1000 x 600



hohe Grauwerte → schwarz



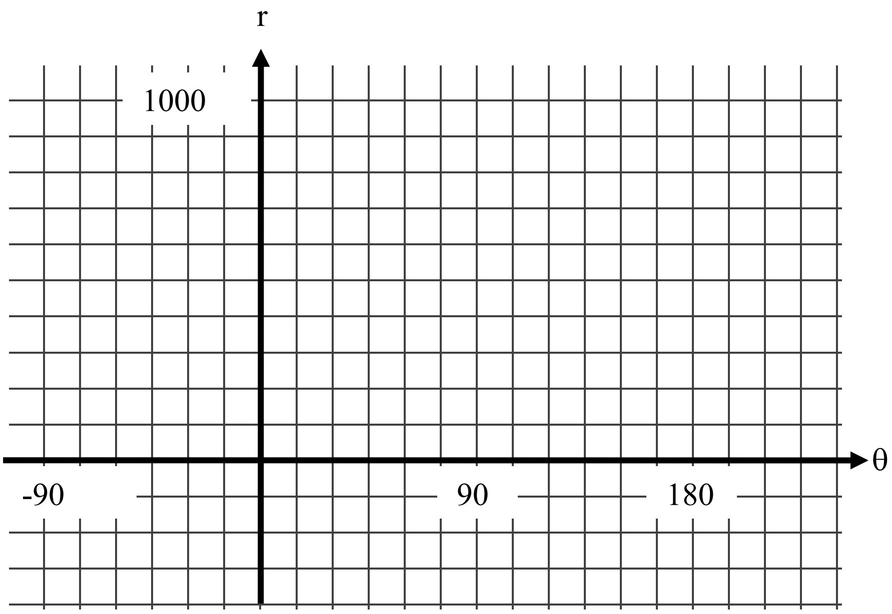
$r_{Max} =$

a) Skizzieren Sie unten, welche θ−Bereiche des Houghraums berechnet werden müssen.

b) Schätzen Sie das maximal mögliche r ab (Augenmaß), wenn alle Kanten mindestens gerade noch im Bild erkennbar sind. Skizzieren Sie diesen Fall im Bild 2.

c) Zeichnen Sie für den in Bild 1 gezeichneten Zustand (15°-Verkippung) die Maxima in den Houghraum ein (geschätzt) und markieren Sie das größte Maximum mit einem x.

d) Geben Sie einen möglichst effizienten Algorithmus zur Berechnung der Houghtransformation an, d.h. es soll nur der Teil des Houghraumes berechnet werden, in dem die Kanten darstellt werden.



```
for y=0 …… maxcol-1 do                          // für alle Bildpunkte
   for x=0 …… maxrow-1 do
      g[x,y]= Sobel(Quellbild[x,y])             // Gradient bei (x,y)
      if g[x,y] > Kantenschwelle then           // nur relevante Punkte





      endif
   endfor
endfor
```