Mittwoch, den 07.07.2010	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	**5**	
02	**10**	
03	**7**	
04	**8**	
05	**15**	
06	**5**	
07	**10**	
08	**10**	
Punkte ≅	**70**	

<u>Aufgabe 1</u> (Bildvorverarbeitung, Bildeigenschaften) [5 Punkte]

a) Geben Sie für die 2 hellen Felder das Ergebnis der **5x1**-Median-Filterung an.

0	0	0	0	0	0
2	2	3	2	1	2
2	2	2	2	3	3
3	8	9	4	9	4
9	9	9	1	7	8
9	9	9	4	9	9

Quellbild

Zielbild

Medianmaske

b) Geben Sie für die 2 hellen Felder das Ergebnis des angegebenen 3x3 -Operators an.

1	1	1	1
1	2	1	1
1	1	1	1
1	1	1	2

Quellbild

Zielbild

-1	-2	-1
-2	12	-2
-1	-2	-1

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

5	4	2	1
4	2	1	0
2	1	0	0
4	2	0	0

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

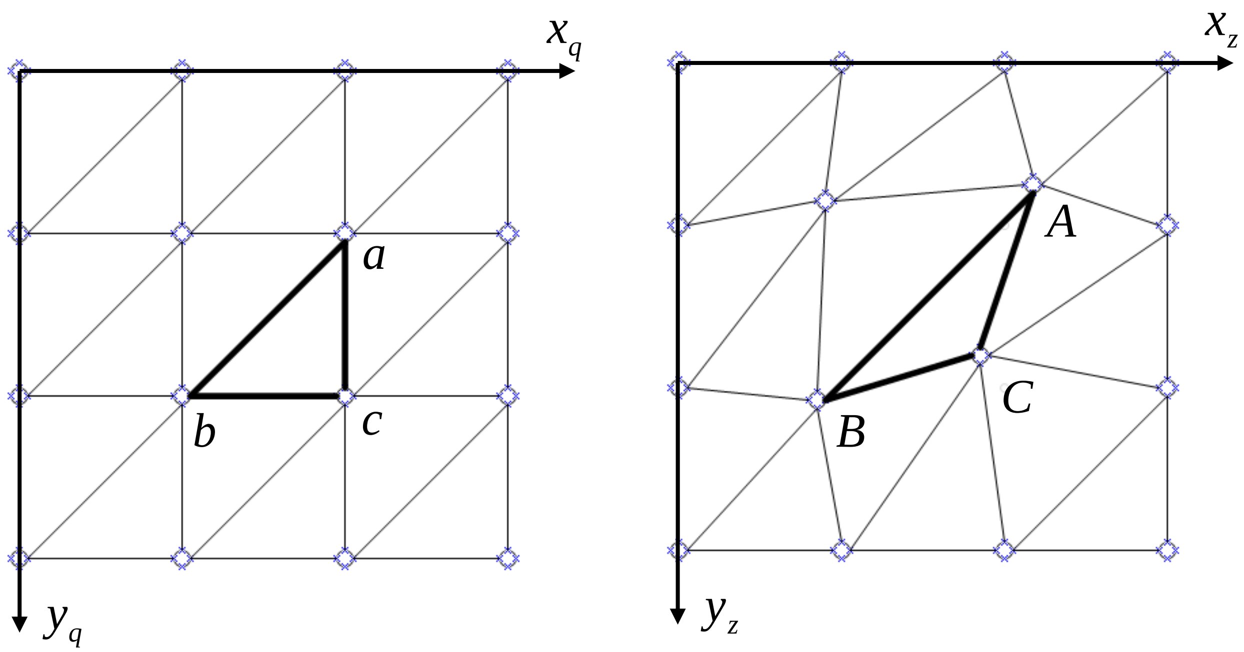
G_y

Aufgabe 2 (Bildtransformationen) [10 Punkte]

Bei einem Programm zum „warpen“ von Bildern wird das Quellbild in Dreiecke zerlegt. Die Eckpunkte der Dreiecke können vom Anwender an andere Bildkoordinaten verschoben werden. So wird z.B. aus dem Dreieck a-b-c (Quellbild) das Dreieck A-B-C (Zielbild).

Pkt.	**x**	**y**
a	200	100
b	100	200
c	200	200

Pkt.	**x**	**y**
A	240	80
B	80	210
C	180	180



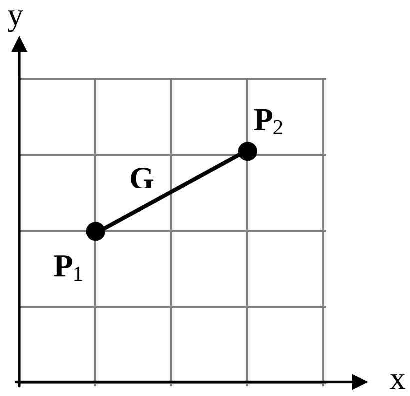
Für die Transformation soll die <u>affine Transformation</u> verwendet werden.

Bestimmen Sie den Parameter **a_1 (nur diesen)** der affinen Transformation für die Transformation des Dreiecks a-b-c in das Dreieck A-B-C. Verwenden Sie die <u>Determinantenmethode</u>.

$$\begin{bmatrix} x_q \\ y_q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 \\ b_1 & b_2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_z \\ y_z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_0 \\ b_0 \end{bmatrix}$$

Aufgabe 3 (Geraden, Bildmesstechnik) [7 Punkte]

Eine Gerade **G** geht durch die Punkte:
$\mathbf{P}_1$=(50, 100), $\mathbf{P}_2$=(150, 150).



a) Bestimmen Sie die Parameter A und B der Gerade **G**: $Ax + By = 1$
b) Wo schneidet die Gerade die x- und y-Achse?
c) Geben Sie die Hessesche Normalform der Gerade **G** an (r, θ).

Aufgabe 4 (Dynamische Programmierung) [8 Punkte]

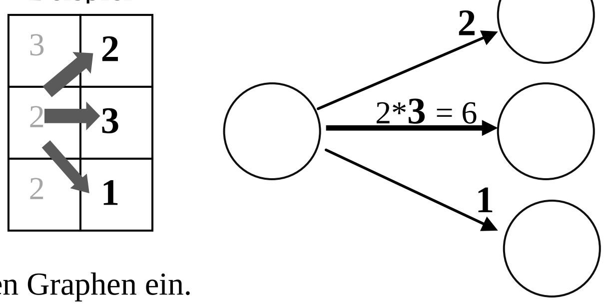
In einem stark verrauschten Bild wird eine näherungsweise horizontale Linie gesucht. Hierzu soll mit der dyn. Programmierung vom linken zum rechten Bildrand ein Weg so gefunden werden, dass die Grauwertsumme der Wegpunkte maximal wird, wobei horizontale Wege höher gewichtet werden sollen als diagonale Wege.

2	1	3	2	2
3	2	2	2	2
2	3	1	3	1
2	1	3	2	3
0	3	2	2	2

Beispiel: Ohne Horizontalwichtung ist der im Bild eingezeichnete Weg optimal.

a) Als Schrittgewichte sollen verwendet werden:
- für Diagonalschritte → (Grauwert des Zielpixels)
- für Horizontalschritte → (Grauwert des Zielpixels)*2.

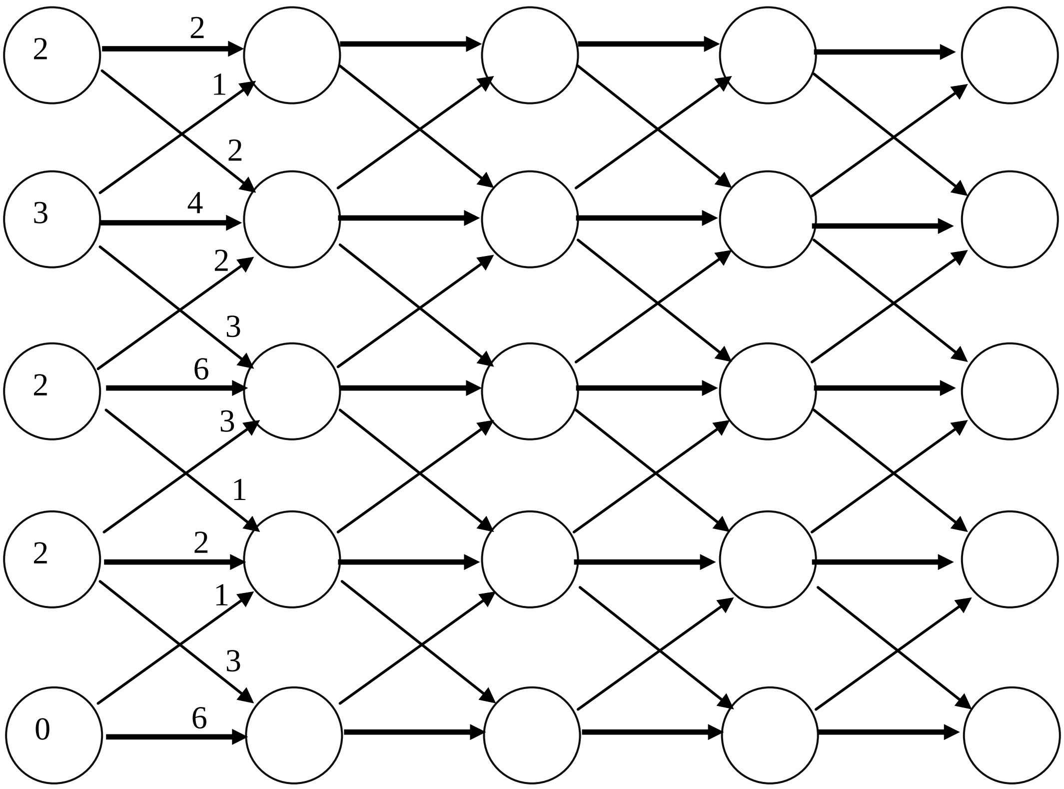
Beispiel



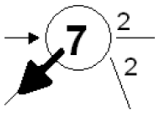
Erlaubt sind nur Wegschritte in horizontaler und diagonaler Richtung um ein Pixel.

Tragen Sie die Schrittgewichte in den Graphen ein.

b) Finden Sie mit der dyn. Programmierung den Weg mit der maximalen Grauwertsumme.
Anm: Anmerkungen zur Notation und Ersatzgraph siehe folgende Seite.



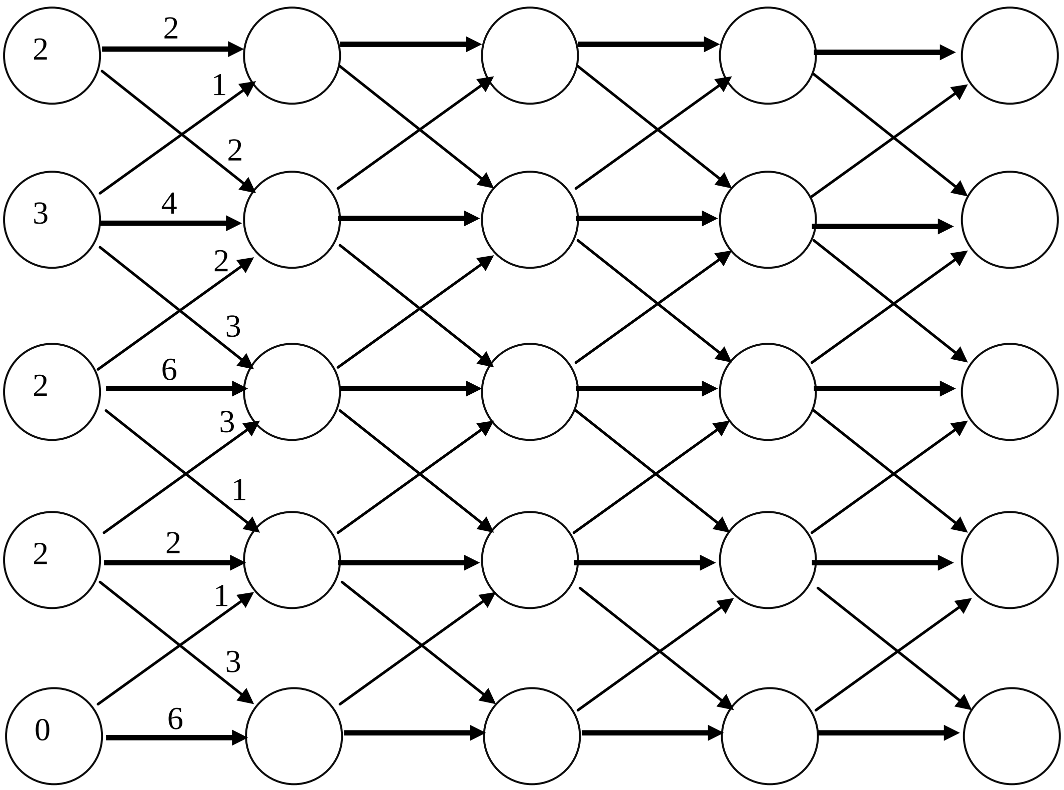
Zeichnen Sie in den Hypothesengraphen ein:
- die maximale Gewichtssumme der Einzelknoten
- die Richtung des Rückwegs pro Knoten
- den optimalen Gesamtweg (dick zeichnen).



Falls mehrere Verzweigungsalternativen bestehen, zeichen Sie diese auch ein.

Nur verwenden, falls Sie sich oben verzeichnet haben:

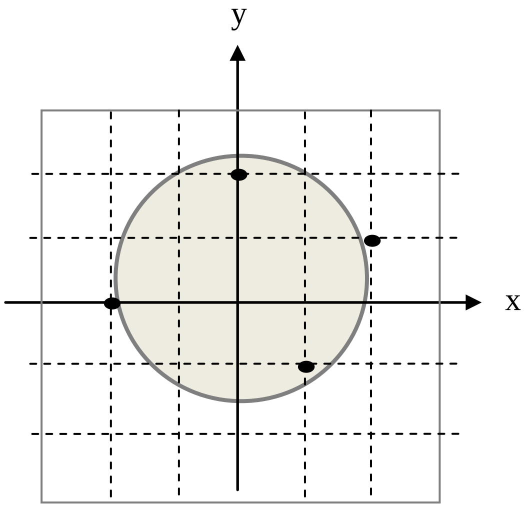
2	1	3	2	2
3	2	2	2	2
2	3	1	3	1
2	1	3	2	3
0	3	2	2	2



Aufgabe 5 (Bildmesstechnik + Ausgleichsrechnung) [15 Punkte]

Eine mit einer Kamera bestückte Roboterhand soll relativ zu einer kreisförmigen Bohrung positioniert werden.

Der Kreis wird beschrieben durch: $x^2 + y^2 + Dx + Ey + F = 0$



Auf der Kreiskontur werden folgende Koordinaten gemessen:

Punkt	**x**	**y**
P1	0	2
P2	2	1
P3	1	-1
P4	-2	0

a) Geben Sie das überbestimmte Lösungs-Gleichungssystem zur Bestimmung von *D*, *E* und *F* in Matrixform an.

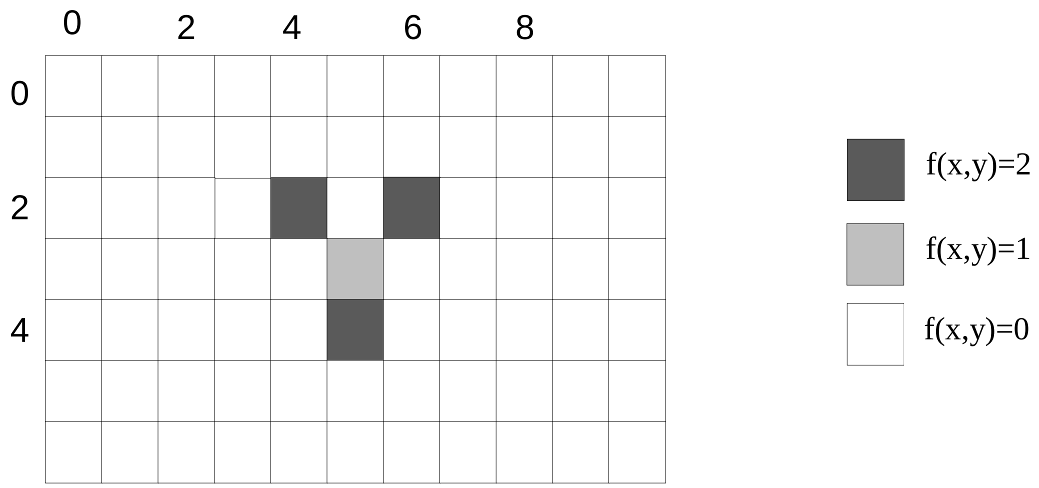
b) Geben Sie das Ausgleichs-Gleichungssystem zur Berechnung von *D*, *E* und *F* an.
Anm.: Ausmultiplizieren aber **nicht lösen**.

Anm: Schwerpunkt und Radius des Kreises können aus D, E und F berechnet werden mit:

$$x_0 = -D/2 \qquad y_0 = -E/2 \qquad r = \sqrt{x_0^2 + y_0^2 - F}$$

Aufgabe 6 (Momente) [5 Punkte]

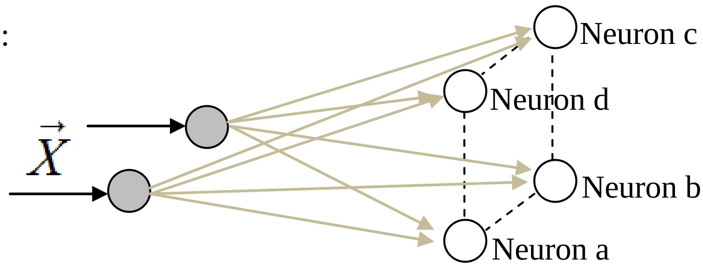
a) Berechnen Sie den Schwerpunkt des Bildobjektes mit der Momentenmethode.



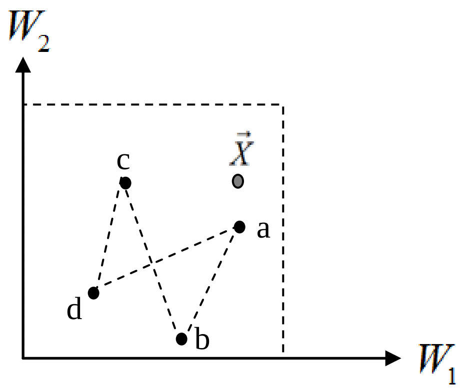
b) Berechnen Sie das Zentralmoment μ_{20} des Bildobjektes.

Aufgabe 7 (Kohonennetz, Self-Organizing-Maps) [10 Punkte]

Gegeben ist das
folgende Kohonennetz:



Die Gewichtsvektoren der Neuronen **a**…**d** haben die folgenden Werte:



$$\vec{W}_a = (0.8,\ 0.5) \quad \vec{W}_b = (0.6,\ 0.1)$$
$$\vec{W}_c = (0.4,\ 0.7) \quad \vec{W}_d = (0.3,\ 0.3)$$

$$\vec{W} = (W_1, W_2)$$

Der Eingangsvektor hat den Wert: $\vec{X} = (0.8,\ 0.7)$

a) Welches Neuron ist das Gewinnerneuron

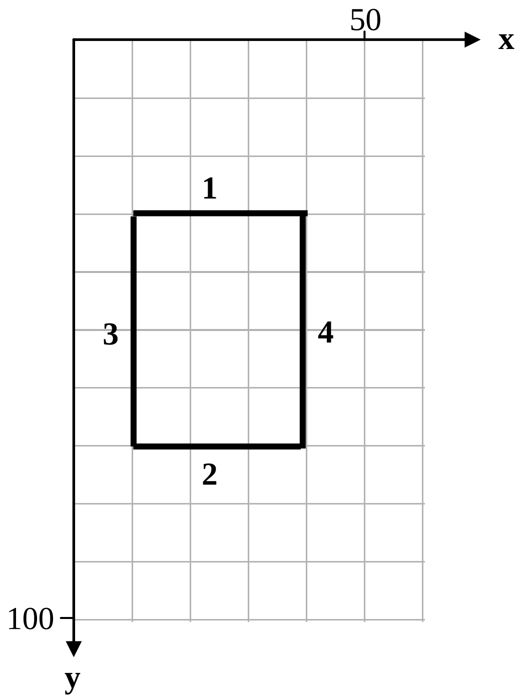
b) Welchen Gewichtsvektor hat das Gewinnerneuron nach einem Trainingsschritt?
$\eta = 0.5 \qquad \sigma = 1$

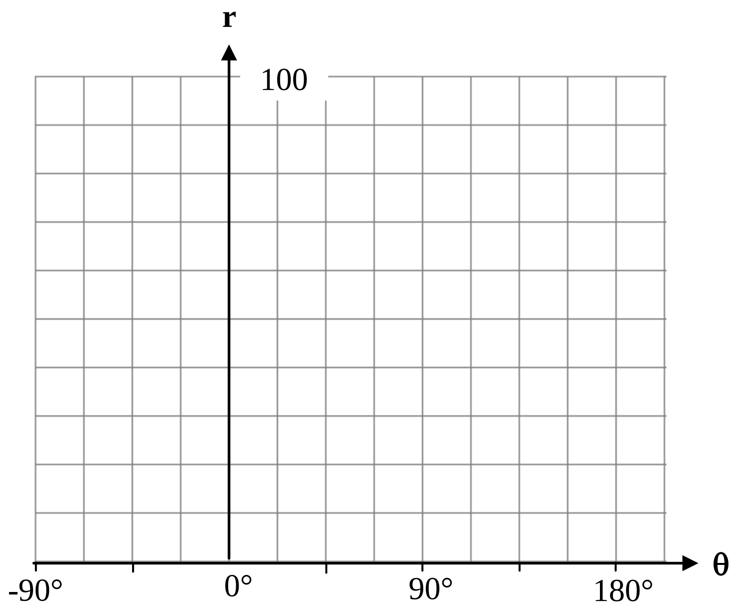
c) Welchen Gewichtsvektor hat das Neuron **c** nach einem Trainingsschritt?

Aufgabe 8 (Houghtransformation) [10 Punkte]

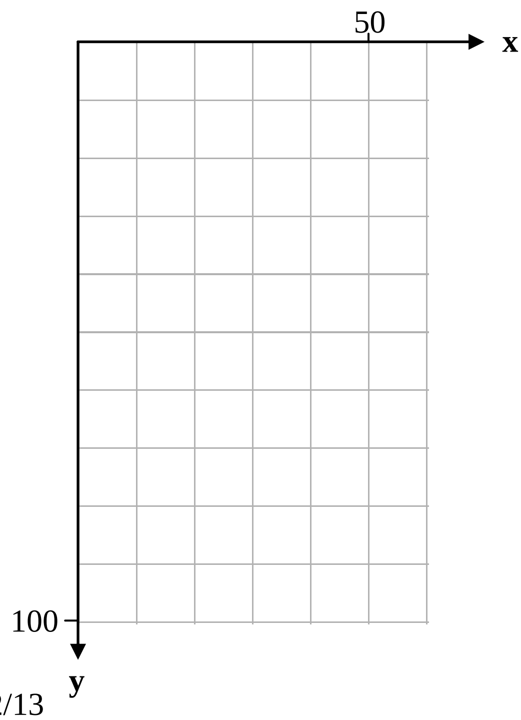
Gegeben ist das kantengefilterte Bild (z.B. Sobel) eines Rechtecks.
Anm.: Hohe Grauwerte sind schwarz dargestellt.

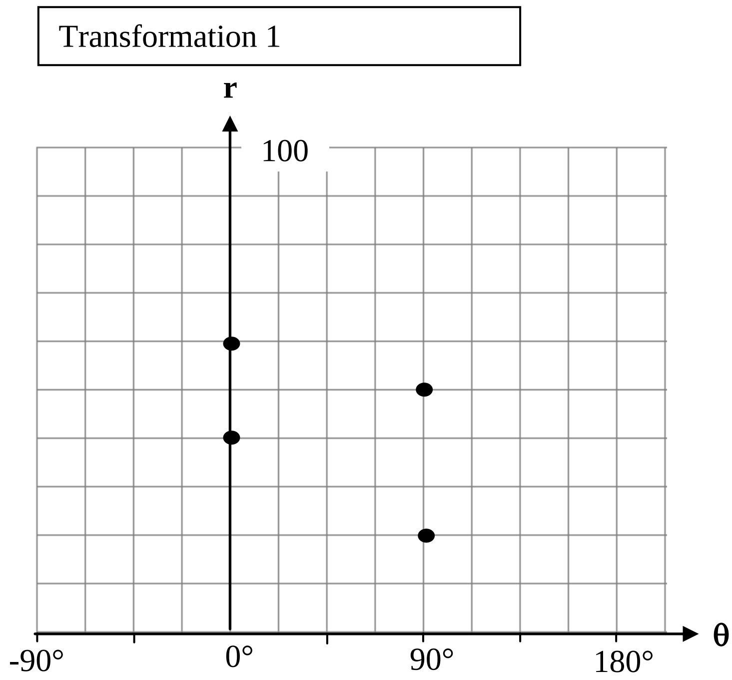
a) Markieren Sie die Positionen der durch die Rechteckkanten hervorgerufenen Maxima im Parameterraum.

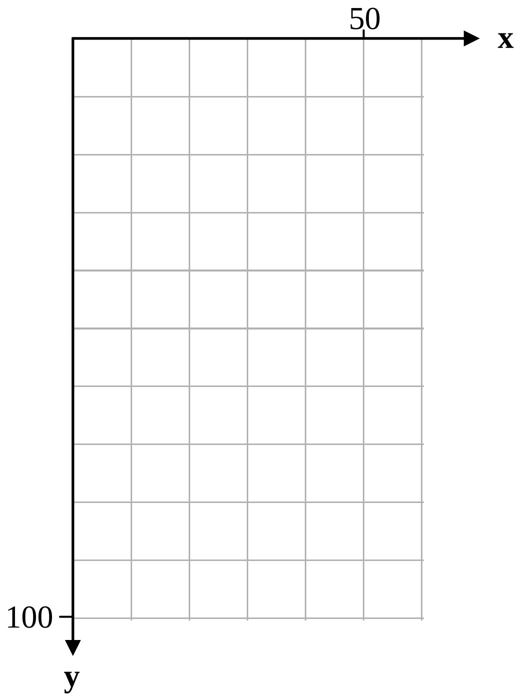




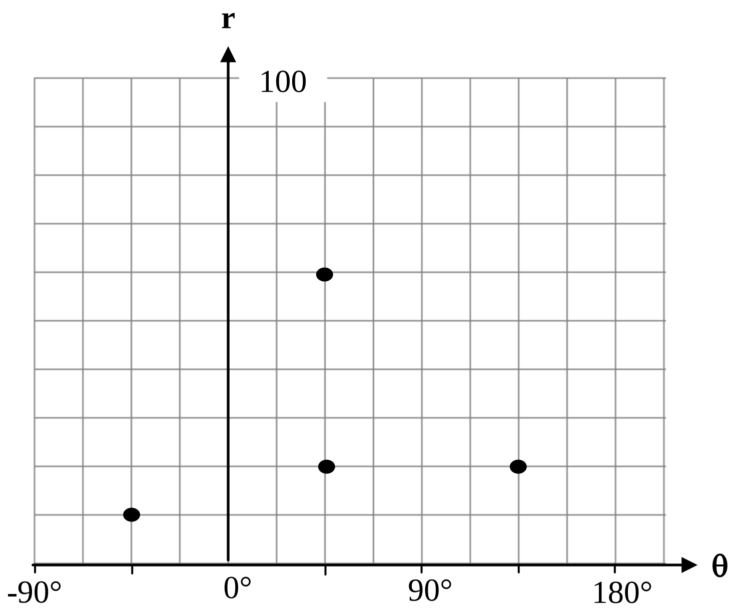
b) Auf das Bild werden jetzt 3 verschiedene affine Transformationen angewendet (s. nä. Seite). Die Hough-Maxima der Ergebnisbilder sind gegeben. Zeichen Sie die dazugehörenden Bilder. Schraffieren Sie das transformierte Viereck. Linealgenauigkeit reicht aus.

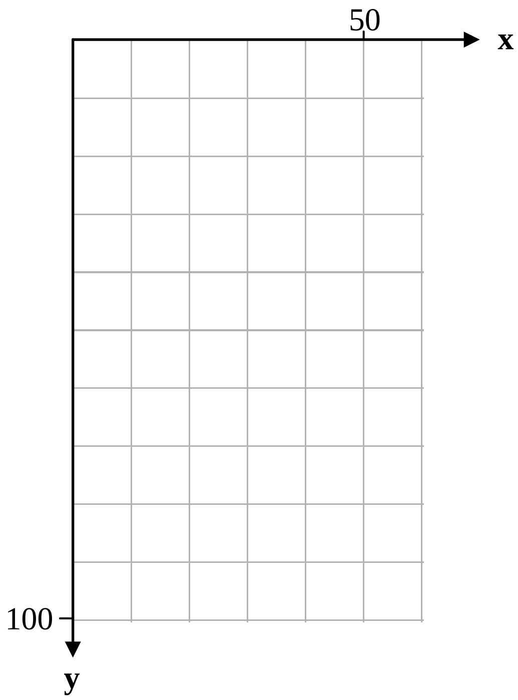






Transformation 2





Transformation 3