

Mittwoch, den 27.01.2010

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.  
Sonst keine weiteren Hilfsmittel (keine Notebooks, Handy's, .....).

### Übersicht zur Bewertung der Aufgaben.

Aufgabe	Punkte	
01	7	
02	6	
03	12	
04	6	
05	15	
06	6	
07	13	
Punkte $\cong$	65	

# Aufgabe 1 (Bildvorverarbeitung, Bildeigenschaften)

[7 Punkte]

a) Geben Sie für die 2 hellen Felder das Ergebnis der **5x3**-Median-Filterung an.

0	0	0	0	0	0
2	2	3	2	1	2
2	4	4	2	3	3
3	8	9	4	5	4
9	9	9	8	7	8
9	9	9	9	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

0	-2	0
-2	10	-2
0	-2	0

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

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

$G_x$

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

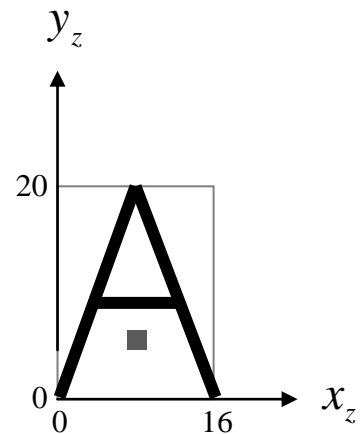
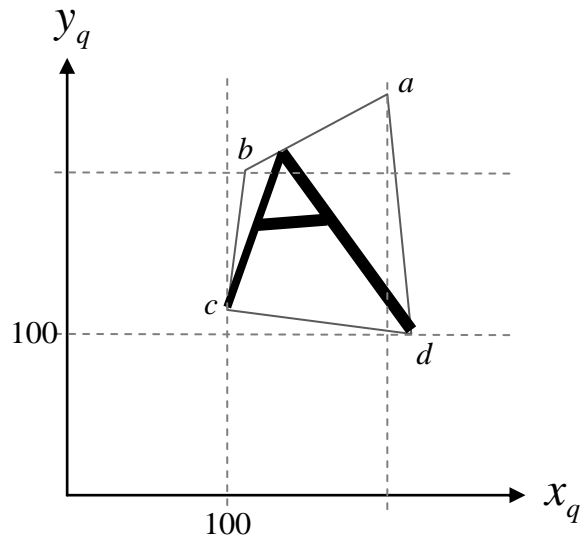
$G_y$

**Aufgabe 2** (Bildtransformationen)

[6 Punkte]

Ein System zur Druckbildkontrolle soll den Aufdruck auf Produktverpackungen lesen. Die Kamera blickt schräg auf den Aufdruck.

Pkt.	x	y
a	200	250
b	120	200
c	100	120
d	220	100



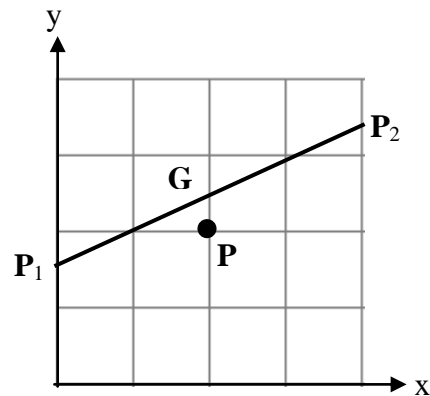
Mit Hilfe der Vierpunkte-Transformation soll der Bildausschnitt a-b-c-d in ein 21x17-Pixel großes Zielbild transformiert werden.

Geben Sie die korrespondierende Quellbildkoordinate zur Zielbildkoordinate (8, 5) an (**Anm.:** Punktreihenfolge beachten).

**Aufgabe 3** (Geraden, Bildmesstechnik)

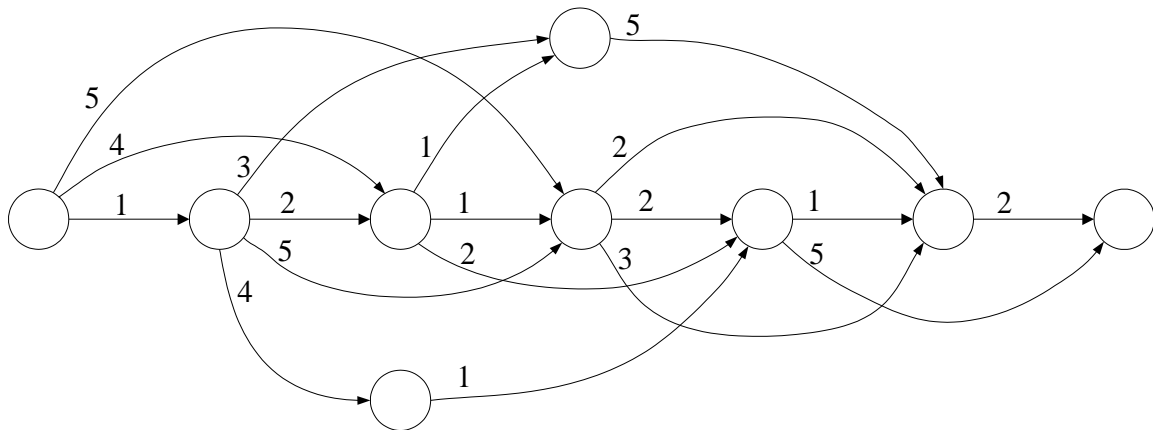
[12 Punkte]

Eine Gerade **G** schneidet die Bildränder in den Punkten:  $P_1=(0, 75)$ ,  $P_2=(200, 170)$ .




- a) Bestimmen Sie die Parameter A und B der Gerade **G**:  $Ax + By = 1$
- b) Geben Sie die Hessesche Normalform der Gerade **G** an  $(r, \theta)$ .
- c) Gegeben ist ein Punkt  $P=(100, 100)$  neben der Gerade **G**. Geben Sie die Hessesche Normalform  $(r', \theta')$  einer zu **G** parallelen Gerade an, welche durch den Punkt **P** verläuft.  
Hinweis: Welche Gemeinsamkeit haben parallele Geraden in der Hesseschen Normalform?

[6 Punkte]



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

1: 

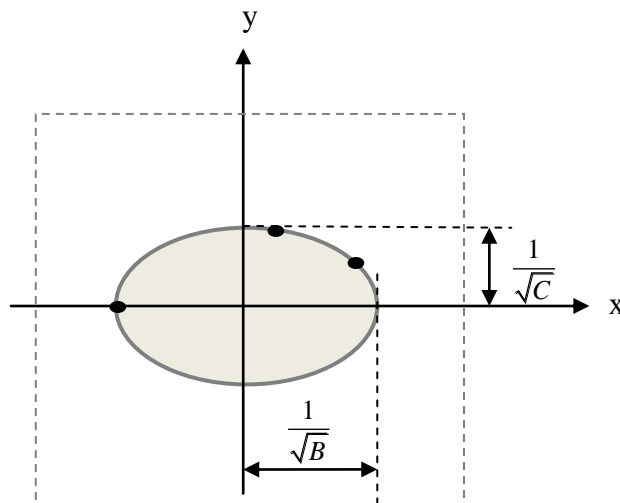
**Aufgabe 5** (Bildmesstechnik + Ausgleichsrechnung)

[15 Punkte]

Eine mit einer Kamera bestückte Roboterhand soll relativ zu einer Bohrung positioniert werden. Durch die Verkippung der Kamera erscheint die Bohrung im Bild als Ellipse.

Im Schwerpunktkoordinatensystem (x,y) der Ellipse (s. Bild) wird die Ellipse beschrieben durch:

$$Bx^2 + Cy^2 = 1$$



Auf der Ellipsenkontur werden folgende Koordinaten gemessen:

Punkt	x	y
P1	-2	0
P2	0.5	0.9
P3	1.5	0.6

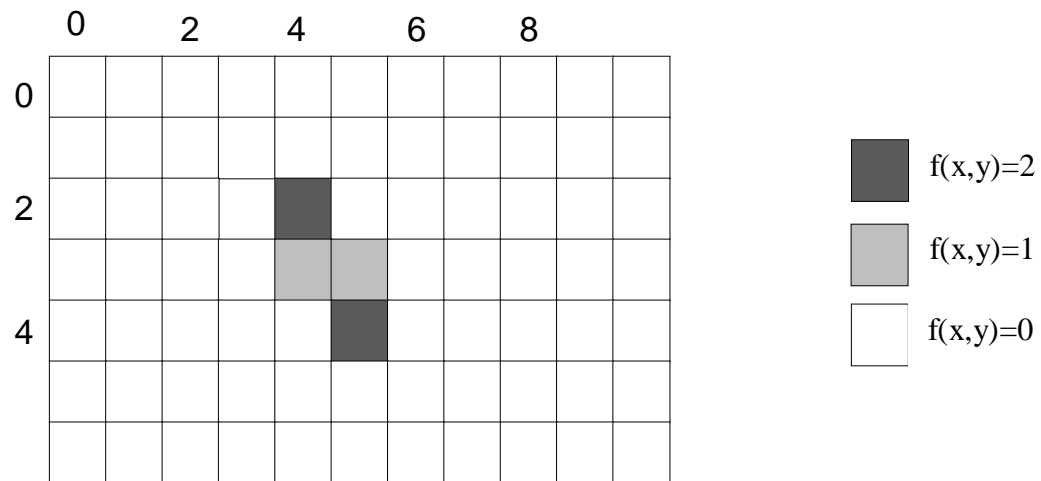
- Geben Sie das überbestimmte Lösungs-Gleichungssystem zur Bestimmung von  $B$  und  $C$  in Matrixform an.
- Geben Sie das Ausgleichs-Gleichungssystem zur Berechnung von  $B$  und  $C$  an und bestimmen Sie  $B$  und  $C$  mit der Determinantenmethode.



**Aufgabe 6** (Momente)

[6 Punkte]

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



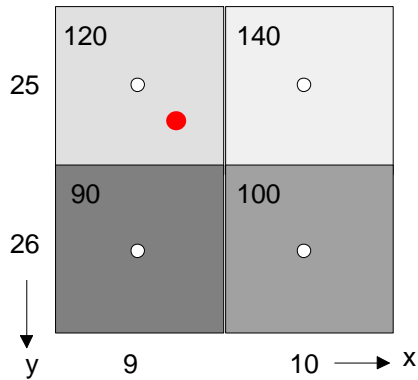
b) Berechnen Sie den Parameter  $\mu_{20}$  des Bildobjektes.



**Aufgabe 7** (Grauwertinterpolation, radiale Basisfunktionen)

[13 Punkte]

Bei einer geometrischen Bildtransformation wird der Grauwert  $G_q$  der Quellbildkoordinate  $(x_q, y_q) = (9.25, 25.25)$  benötigt.



- a) Berechnen Sie  $G_q$  mit Hilfe der "*bilinearen Interpolation*".
- b) Jetzt soll der Grauwert  $G_q$  mit Hilfe von *radialen Basisfunktionen* interpoliert werden.
- Berechnen Sie  $h_1(x,y) \dots h_4(x,y)$ .
  - Berechnen Sie den interpolierten Grauwert. Dabei soll gelten:  $2\sigma^2 = 1$

