

Mittwoch, den 02.07.2008

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

Übersicht zur Bewertung der Aufgaben.

Aufgabe	Punkte	
01	10	
02	10	
03	10	
04	10	
05	10	
06	7	
07	8	
Punkte \cong	65	

Aufgabe 1 (Bildvorverarbeitung, Bildeigenschaften)

[10 Punkte]

a) Geben Sie für die 2 hellen Felder das Ergebnis der 3x3-Median-Filterung an.

8	9	1	3
5	9	1	2
2	1	0	2
2	1	1	0

Quellbild

■	■	■	■
■	□	■	■
■	■	□	■
■	■	■	■

Zielbild

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

2	2	2	2
2	2	2	2
3	3	3	3
3	3	3	3

Quellbild

■	■	■	■
■	□	■	■
■	■	□	■
■	■	■	■

Zielbild

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

*Operator*c) Geben Sie für das helle Feld den Betrag und die Richtung des 3x3-Sobel-Operators an.

5	5	3	2
5	3	2	2
4	2	1	1
2	2	1	0

Quellbild

■	■	■	■
■	■	■	■
■	□	■	■
■	■	■	■

Zielbild

Faltungsmasken:

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

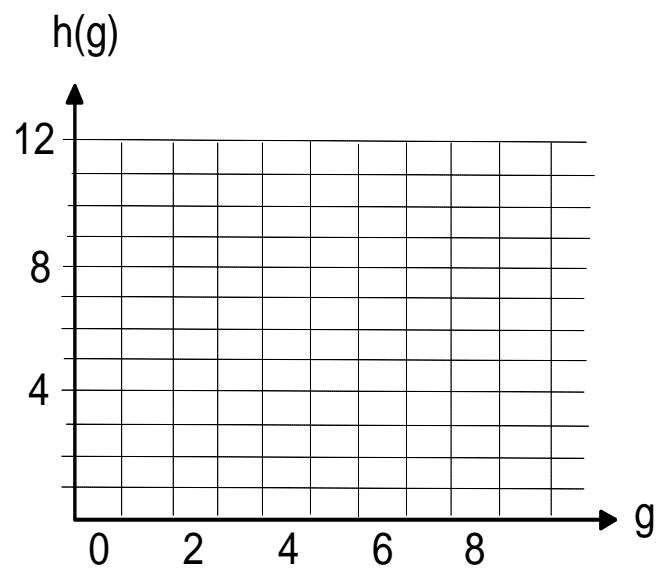
 G_x

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

 G_y

- d) Die Bildpunkte des nachfolgenden Bildausschnittes (8-bit-Grauwertbild) werden mit der Konstanten $C=254$ UND-verknüpft. Skizzieren Sie das Histogramm des Ergebnisbildausschnitts.

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

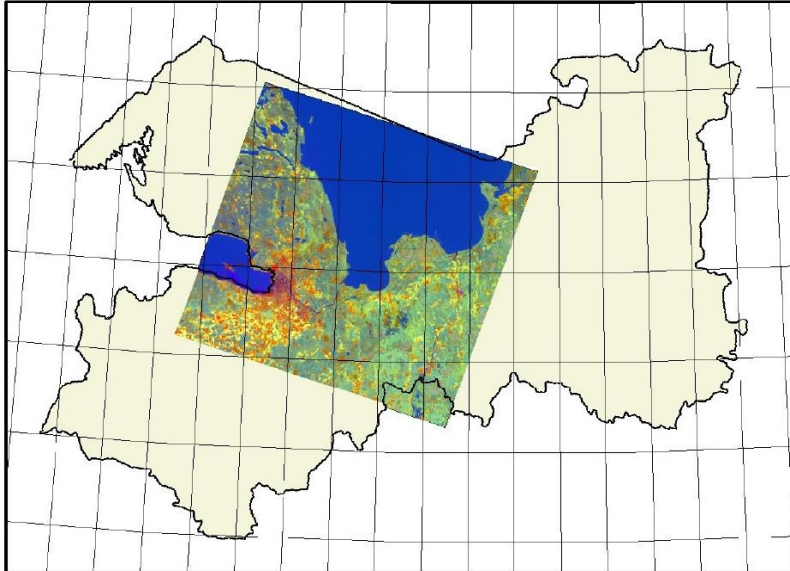


Aufgabe 2 (Bildtransformationen)

[10 Punkte]

Gegeben ist das Bild einer Landkarte der Größe 1800*1200.

In die Landkarte soll ein Luftbild der Größe 600*500 eingepasst werden.



Hierbei sollen die Luftbildkoordinaten $(0,0)$, $(500, 0)$ und $(0,400)$ auf den Landkartenkoordinaten $(600, 200)$, $(1200, 400)$ und $(400, 600)$ liegen.

Berechnen Sie die Parameter a_1 , a_2 und a_0 der inversen affinen Transformation:

(Anm.: b_1 , b_2 und b_0 muss **nicht** berechnet werden)

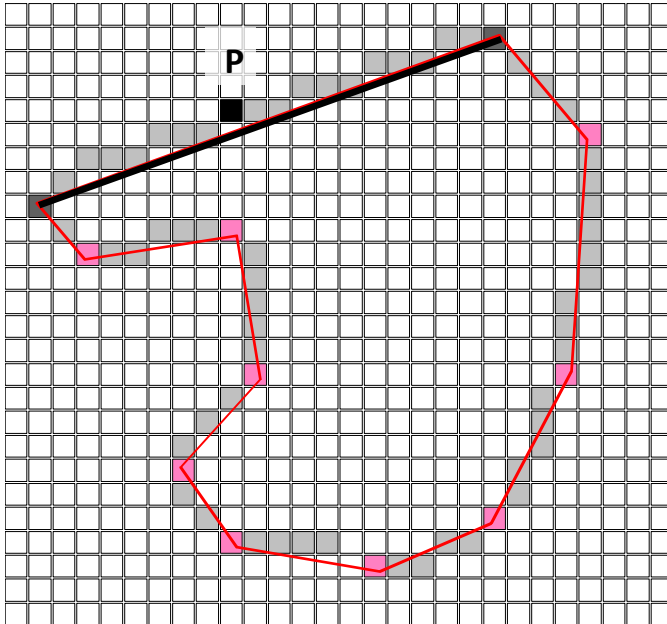
$$x_q = a_1 x_z + a_2 y_z + a_0$$

$$y_q = b_1 y_z + b_2 y_z + b_0$$

Aufgabe 3 (Konturen, Polygonzerlegung)

[10 Punkte]

Gegeben ist die folgende polygonzerlegte Kontur.



Der **Bildpunkt oben-links** hat die Koordinate (0,0) !

- a) Geben Sie die Geradengleichung der (dem schwarzen Punkt **P** am nächsten liegenden) Polygonkante an und zwar in der Form: $Ax+By=1$
- b) Angenommen es ist $A=0.05$ und $B=0.1$. Wie lautet die Geradengleichung in der Hesseschen Normalform.

Aufgabe 4 (Dynamische Programmierung)

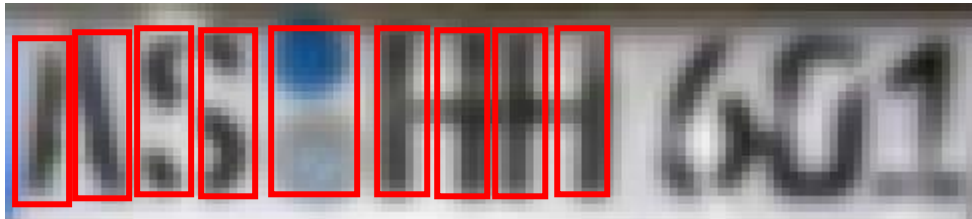
[10 Punkte]

Ein Autokennzeichen soll mit Hilfe der dynamischen Programmierung optimal segmentiert werden.



Eine kritische Segmentierung führt zu folgenden Teilsegmenten (mit Bezeichnung).

a b c d e f g h i



Ein Bewertungsmodul (Neuronales Netz, heuristische Tests, ..) bewertet die einzelnen Segmente bzw. Segmentgruppierungen wie folgt:

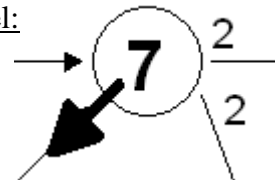
Segment/ S.-gruppe	a	ab	abc	b	bc	bcd	c	cd	d	e	ef	f	fg	fgh	g	gh	ghi	h	hi	i
Bewer- tung	2	5	4	2	1	3	2	5	2	0	0	2	5	3	2	3	4	2	5	2

- Zeichnen Sie den Hypothesengraphen mit den Bewertungen.
- Finden Sie mit der dyn. Programmierung die beste Gesamtsegmentierung (= Maximale Bewertungssumme).

Zeichnen Sie hierzu in den Hypothesengraphen ein:

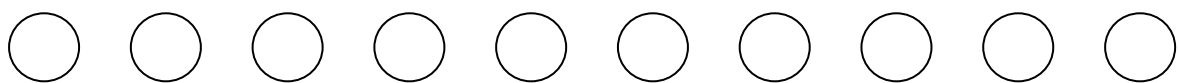
- die maximale Gewichtssumme der Einzelknoten
- die Richtung des Rückwegs pro Knoten
- den optimalen Gesamtweg (dick zeichnen).

Beispiel:



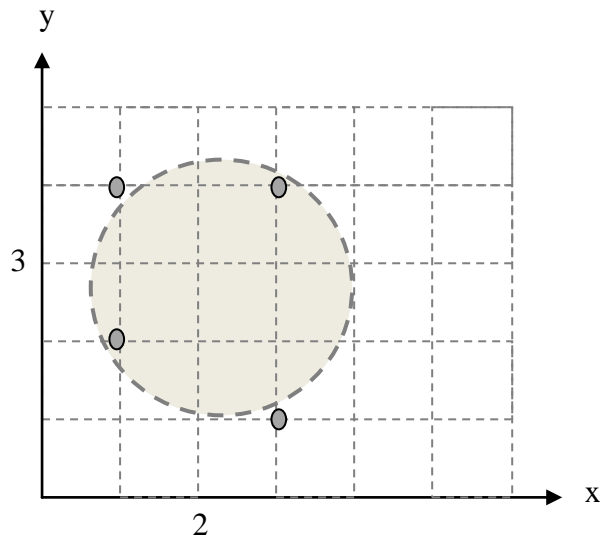
Anm.: Lösungsblatt auf der nächsten Seite

Segment/ S.-gruppe	a	ab	abc	b	bc	bcd	c	cd	d	e	ef	f	fg	fgh	g	gh	ghi	h	hi	i
Bewer- tung	2	5	4	2	1	3	2	5	2	0	0	2	5	3	2	3	4	2	5	2



Der Radius und die Mittelpunktkoordinate einer kreisförmigen Bohrung soll gemessen werden. Die Gleichung des Ausgleichskreises lautet:

$$x^2 + y^2 + ax + by + c = 0$$



Auf der Kreiskontur werden folgende Koordinaten gemessen:

Punkt	x	y
P1	1	4
P2	3	1
P3	3	4
P4	1	2

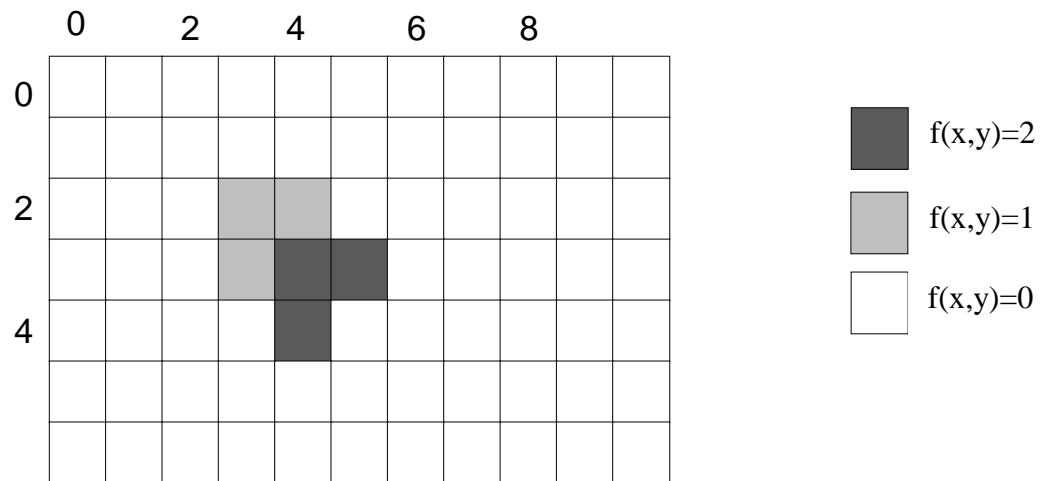
- a) Geben Sie das überbestimmte Lösungs-Gleichungssystem zur Bestimmung von a , b und c in Matrixform an.
- b) Geben Sie das Ausgleichs-Gleichungssystem zur Berechnung von a , b und c an.
Anm.: Ausmultiplizieren aber nicht lösen.

Anm.: Aus a , b , und c erhält man den Ort und den Radius des Ausgleichskreises mit $x_0 = -a/2$, $y_0 = -b/2$, $r^2 = x_0^2 + y_0^2 - c$
(wird für die Aufgabenstellung nicht benötigt)

Aufgabe 6 (Momente)

[7 Punkte]

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



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

Aufgabe 7 (Houghtransformation)

[8 Punkte]

Ein Fahrzeug soll mit einer bildverarbeitungs-basierten Spurführung versehen werden. Hierzu muss der Kippwinkel β der Fahrspurmarkierung bestimmt werden.

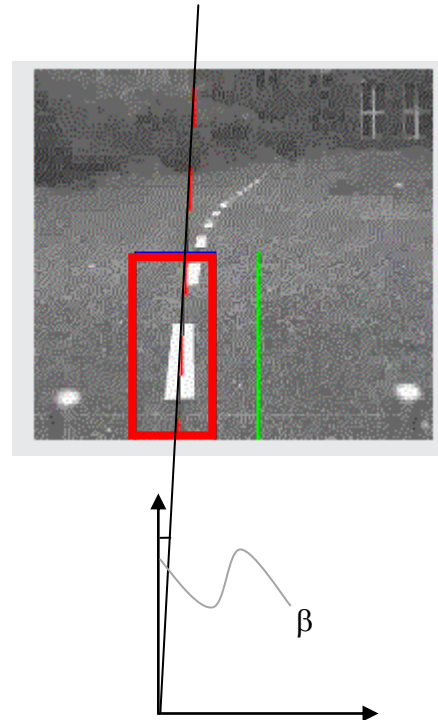
Der Algorithmus soll wie folgt arbeiten:

1. Der (dick umrandete) Bildausschnitt (ROI: Region of Interest), welcher die Fahrspurmarkierung enthält, wird mit einem Sobelfilter kantengefiltert (= Sobelbild[x,y]).
2. Auf Sobelbild[x,y] wird die Houghtransformation wie unten angegeben angewendet.

Folgende Randbedingungen werden jetzt gefordert bzw sind vorgegeben:

- a) Der Kippwinkel β der Fahrspurmarkierung kann von senkrechten Richtung um maximal $\pm 10^\circ$ abweichen.
- b) Die Kantenpunkte sollen bei der Houghtransformation entsprechend ihrem Grauwert gewichtet werden.

Ändern Sie den gegebenen Algorithmus der Houghtransformation so ab, dass die Randbedingungen erfüllt bzw. berücksichtigt werden.



```
for y=0 ..... maxcol-1 do
  for x=0 ..... maxrow-1 do
    g = Sobelbild[x,y]
    if g > Kantenschwelle then
       $\theta_{\max} = \arctan(y/x)$ 
      for  $\theta = \theta_{\max} - 90^\circ$  .....  $\theta_{\max} + 90^\circ$  step  $1^\circ$  do
         $r = \text{round}(x \cdot \cos(\theta) + y \cdot \sin(\theta))$ 
         $A[r, \theta] = A[r, \theta] + 1$ 
      endfor
    endif
  endfor
endfor

Kippwinkel = sucheMaximalwinkelInHoughraum(A)
```