Mittwoch, den 26.01.2011	**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 **105 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.

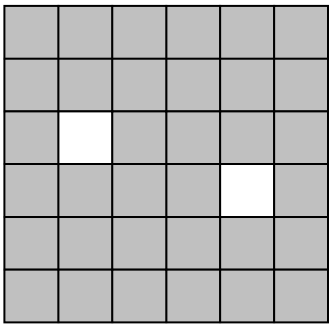
Aufgabe	Punkte	
01	**5**	
02	**15**	
03	**5**	
04	**5**	
05	**12**	
06	**10**	
Punkte ≅	**52**	

Aufgabe 1 (Bildvorverarbeitung, Bildeigenschaften) [5 Punkte]

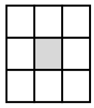
a) Geben Sie für die 2 hellen Felder das Ergebnis der **3x3**-Median-Filterung an.

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

Quellbild



Zielbild

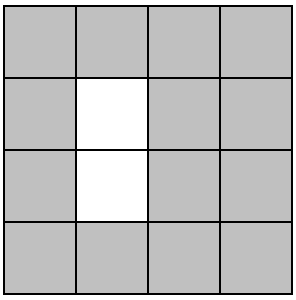


Medianmaske

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

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

Quellbild



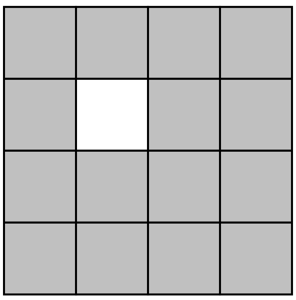
Zielbild

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

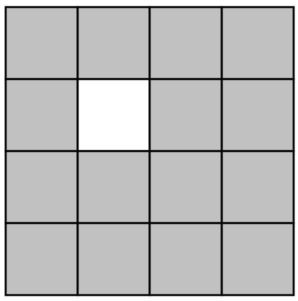
c) Geben Sie für das helle Feld den Gradienten G und die Kantenrichtung (in °) mit Hilfe des angegebenen 3x3-Sobel-Operators an (ohne Normierung).

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

Quellbild



Gradient $G \in R$



Richtung $G \in [0°...360°)$

Faltungsmasken:

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

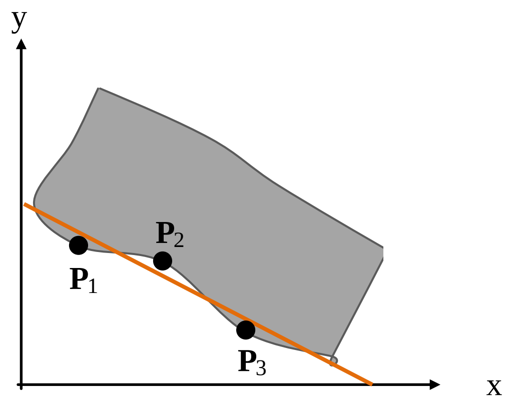
G_x

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

G_y

Aufgabe 2 (Geraden, Bildmesstechnik, Ausgleichsrechnung) [15 Punkte]

Gegeben sind 3 Punkte auf einer fast geraden Werkstückkante:
$\mathbf{P}_1=(20, 40)$, $\mathbf{P}_2=(40, 29)$, $\mathbf{P}_3=(60, 20)$.



a) Bestimmen Sie die Parameter m und b der Ausgleichsgerade $y = mx + b$
   Verwenden Sie zur Berechnung die Determinantenmethode.

b) Angenommen die Geradengleichung lautet $y = -0.5x+50$. Geben Sie die Gleichung in der Form $Ax + By = 1$ an.

c) Geben Sie die Hessesche Normalform der Gerade an (r, θ).

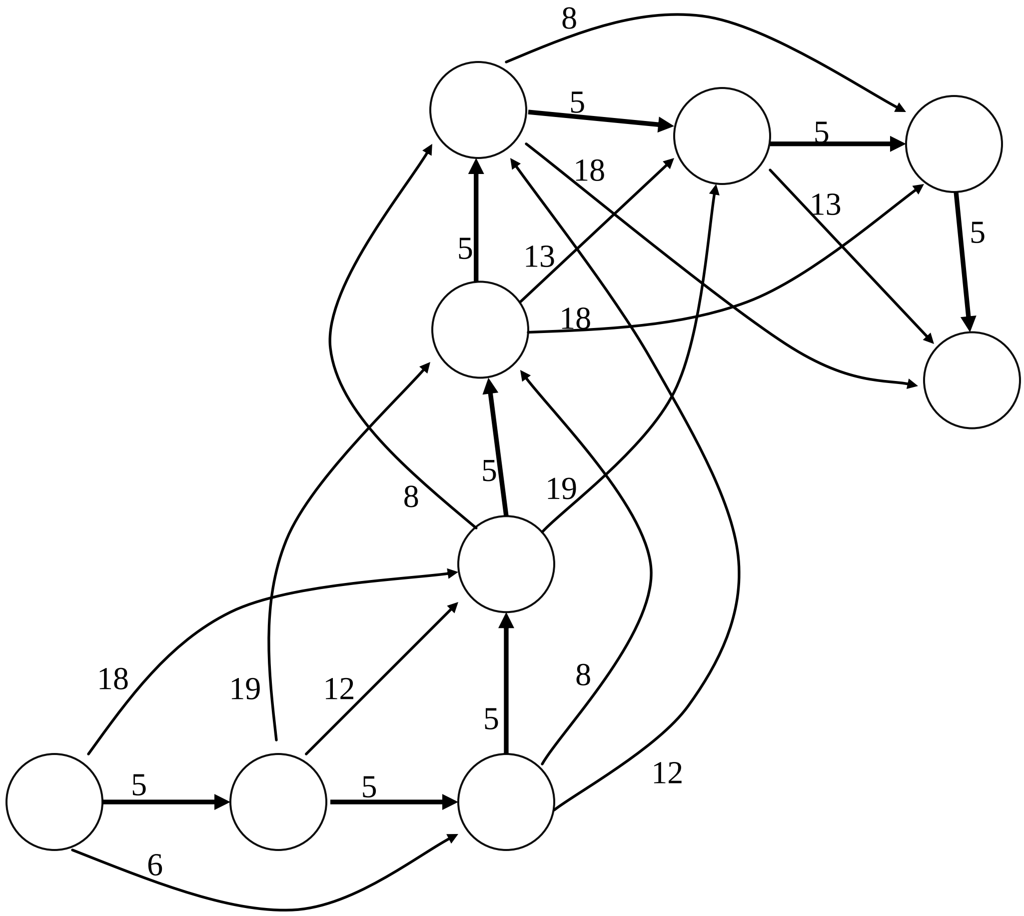
d) Wie groß ist der senkrechte Abstand des Punktes $\mathbf{P}_2$ von der Gerade?

Aufgabe 3 (Dynamische Programmierung) [5 Punkte]

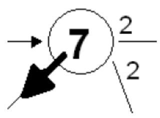
Eine Liste von Konturpunkten soll mit Hilfe der dyn. Programmierung ausgedünnt werden (Polygonapproximation). Hierzu soll geprüft werden, ob Punkte aus der Liste entfernt werden können, ohne dass der Approximationsfehler allzu groß wird.

Finden Sie mit der dyn. Programmierung den Weg mit der <u>minimalen Grauwertsumme</u>.

<u>Anm:</u> Anmerkungen zur Notation und Ersatzgraph siehe folgende Seite.

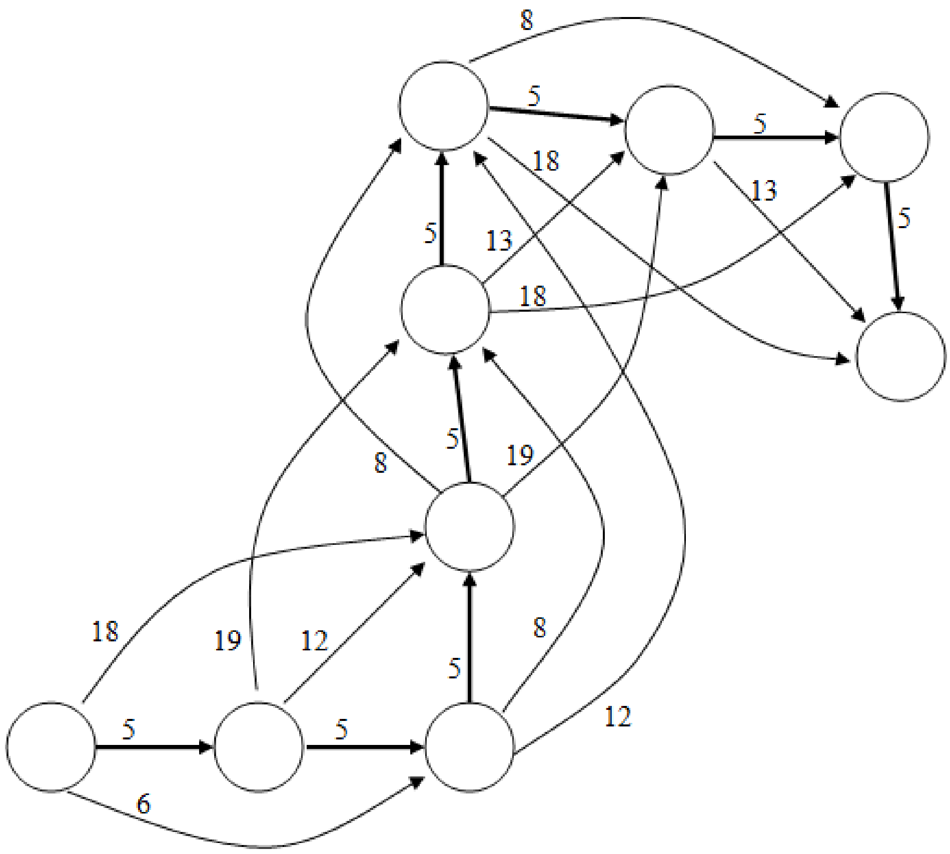


Zeichnen Sie in den Hypothesengraphen ein:
- die maximale Gewichtssumme der Einzelknoten
- die Richtung des Rückwegs pro Knoten
- den optimalen Gesamtweg (dick zeichnen).



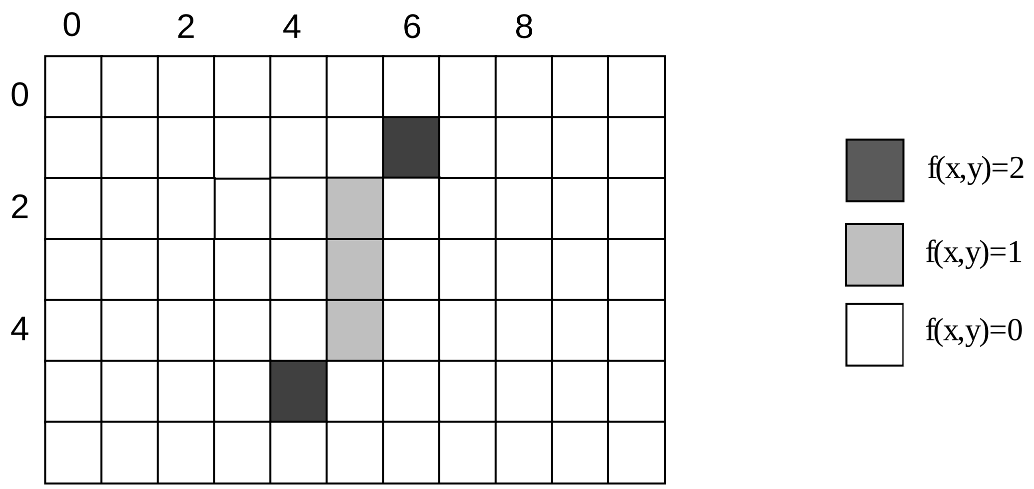
Falls mehrere Verzweigungsalternativen bestehen, zeichen Sie diese auch ein.

Ersatzgraph: Nur verwenden, wenn Sie sich verzeichnet haben.



Aufgabe 4 (Momente) [5 Punkte]

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



b) Berechnen Sie μ_{20}.

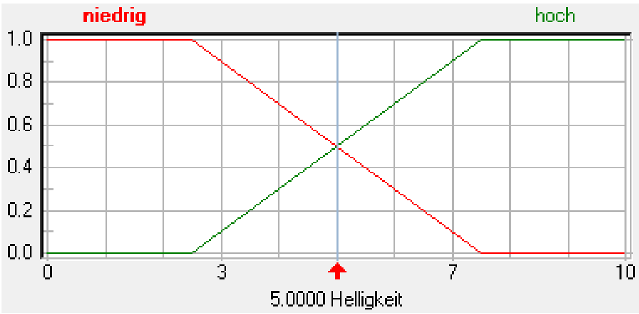
Aufgabe 5 (Fuzzy-Klassifikator) [12 Punkte]

Der Klassifikator einer automatischen Fischsortieranlage soll mit Hilfe von Fuzzy-Logic realisiert werden.

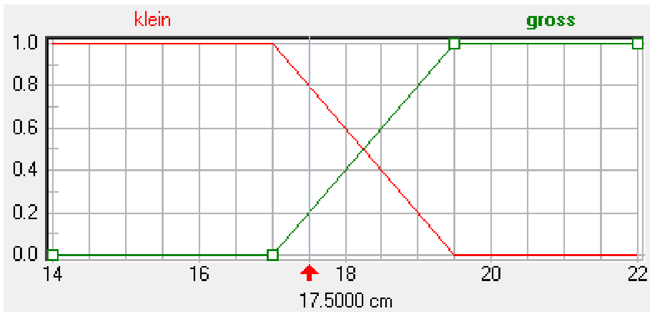
Zur Unterscheidung der unterschiedlichen Fischtypen werden die Merkmale „*Länge*“ und „*Helligkeit*“ des Fisches verwendet.

Die Zugehörigkeitsfunktionen der Merkmale sind gegeben:

Helligkeit (0…10)



Länge (14….22 cm)



Die Zugehörigkeit ZG zu einer Fischklasse wird durch folgende Ausgangsgrößen beschrieben: *klein* = 0, *mittel* =0.5, *hoch*=1.0

Für die Klasse „*Lachs*“ gelten die folgenden Regeln:

```
(R1) WENN Helligkeit  = niedrig UND Länge = klein DANN ZG_Lachs  = hoch
(R2) WENN Helligkeit  = niedrig UND Länge = gross DANN ZG_Lachs  = hoch
(R3) WENN Helligkeit  = hoch    UND Länge = klein DANN ZG_Lachs  = mittel
(R4) WENN Helligkeit  = hoch    UND Länge = gross DANN ZG_Lachs  = klein
```

Methodenfestlegung; Eingangsaggregation: Minimum,
Ausgangsaggregation: Maximum,
Defuzzyfizierung: Singelton.

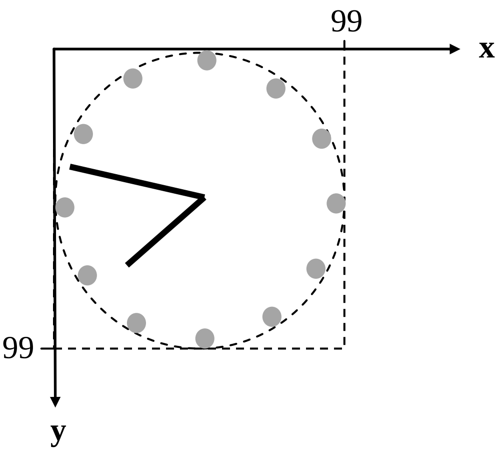
Der Merkmalsvektor (Helligkeit, Länge) habe den Wert (5, 17.5cm).

a) Geben Sie die Erfüllungsgrade μ_{Hn}, μ_{Hh}, μ_{Lk}, μ_{Lg} der Zugehörigkeitsfunktionen an.
b) Welche Regeln sind erfüllt?
c) Wie sind der Erfüllungsgrade ε_{nk}, ε_{ng}, ε_{hk}, ε_{hg} der Regeln?
d) Geben Sie die Erfüllungsgrade der Ausgangsgrößen α_k, α_m, α_g an.
e) Welchen Wert β gibt der Klassifikator für die Klasse „*Lachs*“ aus?

<u>Anmerkungen zu den Indizes</u>:
H=Helligkeit, **L**=Länge, **n**=niedrig, **h**=hoch, **k**=klein, **g**=groß, **m**=mittel

Aufgabe 6 (Houghtransformation) [10 Punkte]

Ein begeisterter Fan der Bildverarbeitung möchte eine Zeigeruhr in der Hough-Raum-Darstellung anzeigen (Hough-Uhr).

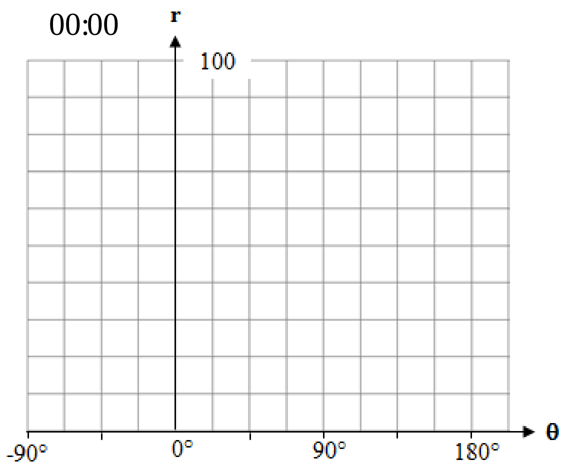


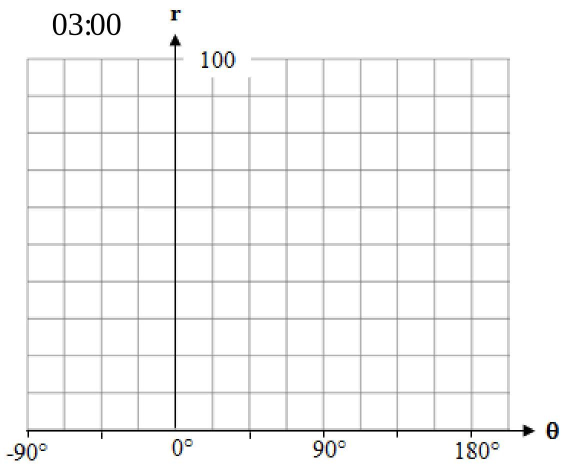
Die Zeiger (kurzer Stundenzeiger, langer Minutenzeiger) werden als dünne, helle Bildstrecken vor schwarzem Zifferblatt angenommen (Anm.: im Bild invers dargestellt).

Da Bildgeraden Maxima im Houghraum erzeugen, werden die Zeiger im Houghraum als zwei Maxima erscheinen.

Weiter gelten die Randbedingungen:
- die Uhrzeiger drehen kontinuierlich und springen nicht
- dargestellt wird der Zeitbereich 00:00 – 11:59

a) Markieren Sie die Positionen der durch die Zeiger hervorgerufenen Maxima im Parameterraum (Minutenmarke “o“, Stundenmarke “x“) für die folgenden Uhrzeiten:





b) Welcher Bereich des Houghraumes reicht für die Darstellung der Hough-Uhr aus?

$r \in$ [......... , ...] $\Theta \in$ [......... , ...]

c) Bei welchen Uhrzeiten hat die Stundenmarke das maximale r erreicht?

d) Auf welche x-Position müsste man die Uhr (das Zentrum des Zifferblatts) horizontal verschieben, damit die Stundenmarke genau um 01:00 ihr maximales r erreicht.