

Freitag, den 7.07.2006

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 (Notebooks, Handy's).

### Übersicht zur Bewertung der Aufgaben.

| Aufgabe        | Punkte |  |
|----------------|--------|--|
| 01             | 10     |  |
| 02             | 5      |  |
| 03             | 5      |  |
| 04             | 10     |  |
| 05             | 10     |  |
| 06             | 5      |  |
| 07             | 15     |  |
| 08             | 5      |  |
|                |        |  |
| Punkte $\cong$ | 65     |  |

# Aufgabe 1 (Bildvorverarbeitung)

[10 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 | 5 | 4 | 2 | 3 | 3 |
| 3 | 8 | 9 | 4 | 6 | 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.

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 2 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | 3 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | 2 | 2 | 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 |
| 4 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 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** (Bildeigenschaften)

[5 Punkte]

a) Zeichnen Sie das Histogramm zu folgendem Bild.

Beschriften Sie die Koordinatenachsen und geben Sie die charakteristischen Werte an.

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 2 | 3 | 4 | 4 |
| 2 | 2 | 3 | 4 |
| 2 | 2 | 2 | 3 |
| 0 | 1 | 1 | 2 |



b) Berechnen Sie den Mittelwert des Histogramms.

**Aufgabe 3** (Farbe)

[5 Punkte]

Gegeben ist die Farbe eines Bildpunktes im (normalisierten) RGB-Farbmodell:

$$f_{\text{RGB}} = (0.7, 0.3, 0.2)$$

a) Geben Sie die Farbe im (normalisierten) CMY-Farbmodell an:

b) Wie groß sind die Intensität **I** und die Farbsättigung **S** des Bildpunktes entsprechend dem HSI-Modell?

**Aufgabe 4** (Bildtransformationen)

[10 Punkte]

Gegeben ist die folgende (inverse) affine Transformation :

$$x_q = 2.5 x_z + 0.5 y_z + 10$$

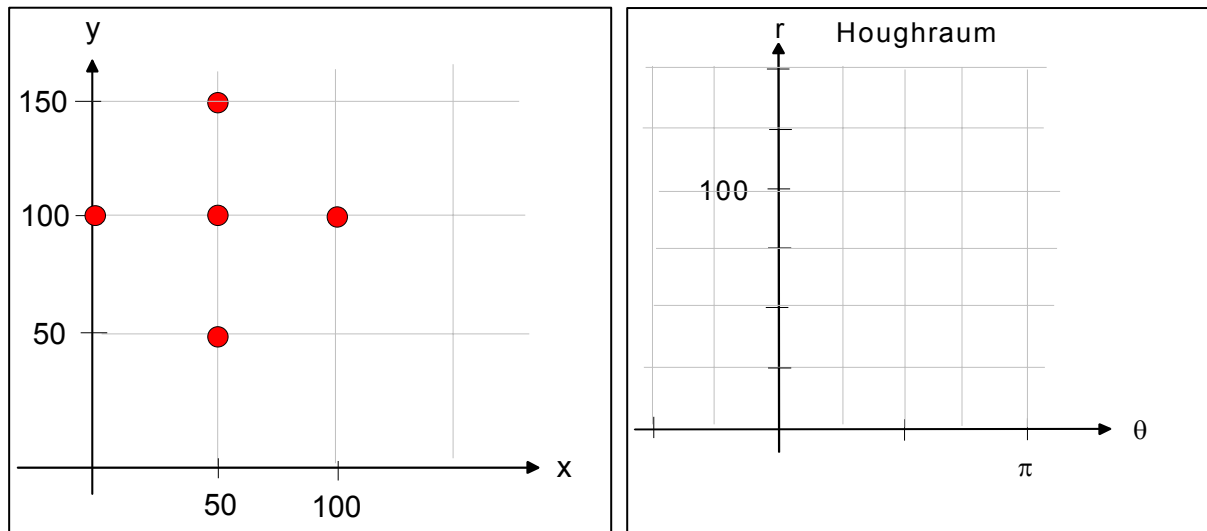
$$y_q = 0.5 x_z + 1.0 y_z$$

Auf welchen Zielpunkt  $(x_z, y_z)$  wird der Quellpunkt  $P = (x_q, y_q) = (10, 10)$  transformiert?  
Verwenden Sie zur Lösung die Determinantenmethode.

**Aufgabe 5** (Houghtransformation)

[10 Punkte]

Das folgende, aus 5 Punkten bestehende Bild, ist gegeben.



- a) Wie viele Maxima (Akkumulatorwert  $> 1$ ) befinden sich im Houghraum?  
Zeichnen Sie die zugehörigen Geraden in das Bild.
- b) Zeichnen Sie die beiden größten Maxima mit Akkumulatorwert im Houghraum ein.
- c) Geben Sie die Hessesche Normalform der Geraden  $y = 3x + 2$  an.

**Aufgabe 6** (Dynamische Programmierung)

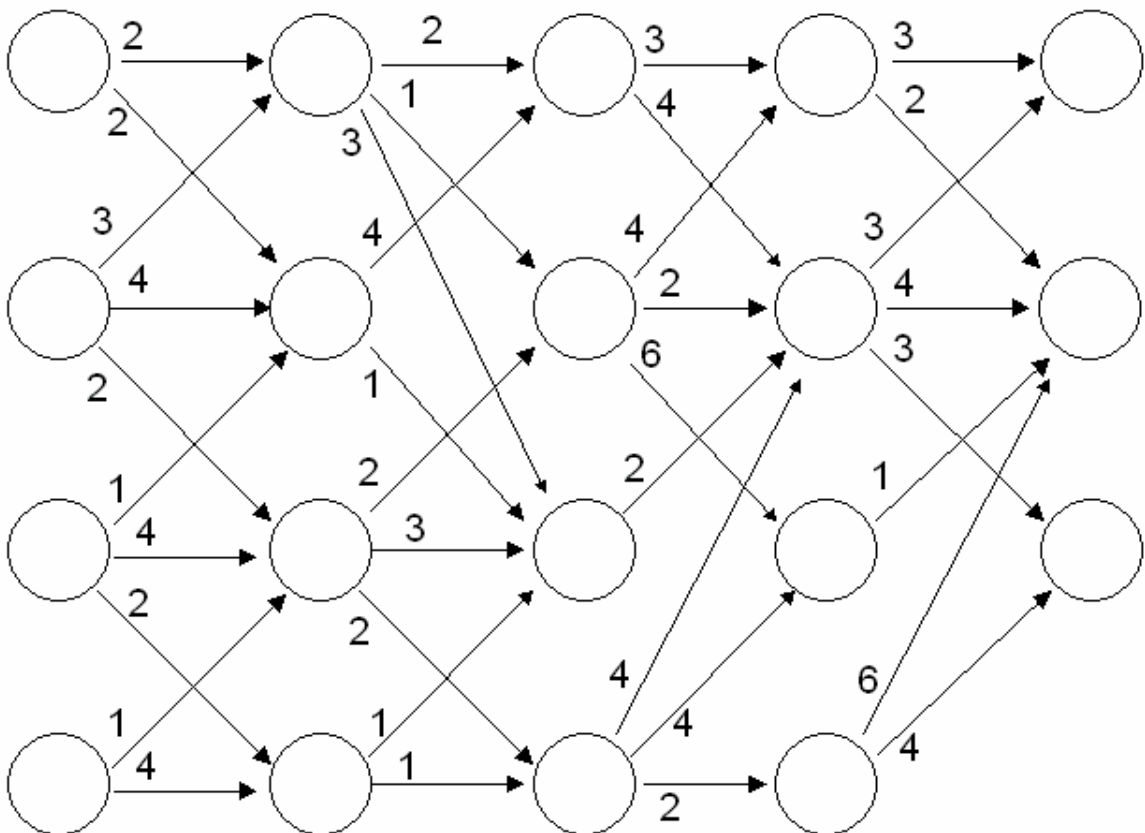
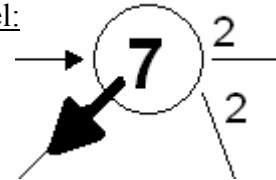
[5 Punkte]

Mit Hilfe der dynamischen Programmierung soll im angegebenen Graphen ein Weg von links nach rechts mit der minimalen Gewichtssumme gefunden werden.

Zeichnen Sie hierzu in den abgebildeten Graphen ein:

- die minimale Gewichtssumme der Einzelknoten
- die Richtung des Rückwegs
- den optimalen Gesamtweg.

Beispiel:

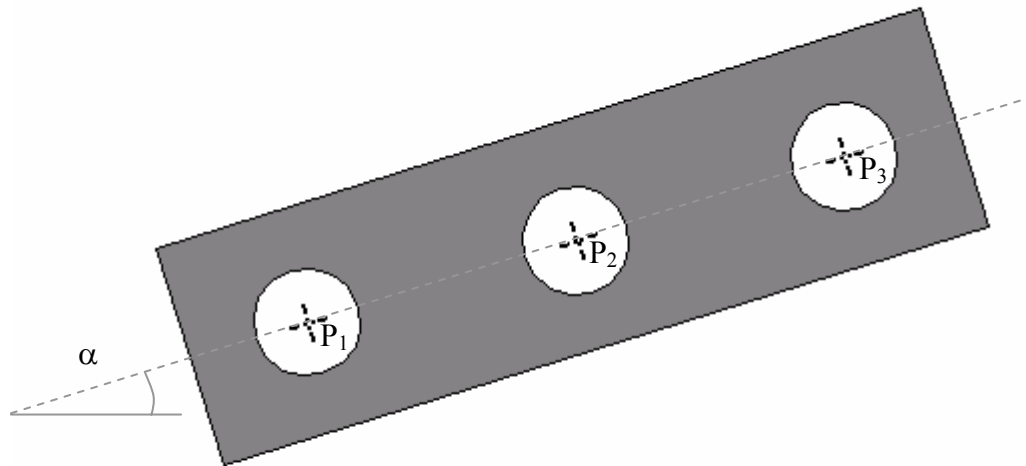


**Aufgabe 7** (Bildmesstechnik)

[15 Punkte]

Anm.: alle Teilpunkte sind unabhängig voneinander lösbar

Ein Werkstück (Rechteckblech mit 3 Kreislöchern) soll mit Hilfe eines Bildverarbeitungssystems vermessen werden. Zunächst sollen die Parameter  $\mathbf{m}$  und  $\mathbf{b}$  der der Ausgleichsgeraden  $\mathbf{y} = \mathbf{mx} + \mathbf{b}$  bestimmt werden, welche durch die Lochzentren  $P_1$ - $P_3$  verläuft..



Die Lochzentren wurden wie folgt gemessen:

| Punkt | x  | y  |
|-------|----|----|
| P1    | 20 | 35 |
| P2    | 40 | 40 |
| P3    | 60 | 45 |

- Berechnen Sie die Parameter  $\mathbf{m}$  und  $\mathbf{b}$  Ausgleichsgerade.  
Verwenden Sie zur Lösung die Determinantenmethode.
- Ein Roboter soll das Werkstück greifen. Hierzu muss der Kippwinkel  $\alpha$  bestimmt werden.  
Angenommen die Ausgleichsgerade  $\mathbf{y} = \mathbf{mx} + \mathbf{b}$  durch die Kreiszentren hat die Parameter  $m=0.4$  und  $b=25$ . Wie groß ist der Kippwinkel  $\alpha$ ?
- Es gelte weiter die Gerade  $\mathbf{y} = \mathbf{mx} + \mathbf{b}$  mit  $m=0.4$  und  $b=25$ .  
Angenommen das Bildfeld habe die Größe  $x=[0...100]$ ,  $y=[0...100]$ .  
Wo schneidet die Gerade die Bildränder?
- Es gelte weiter die Gerade  $\mathbf{y} = \mathbf{mx} + \mathbf{b}$  mit  $m=0.4$  und  $b=25$ .  
Wie weit ist der Punkt  $P_4 = (10, 5)$  von der Geraden entfernt?

**Aufgabe 8** (Bildmesstechnik)

[5 Punkte]

Berechnen Sie den Schwerpunkt des Bildobjektes mit der Momentenmethode.

