BA-INF 131 - Intelligente Sehsysteme
Wintersemester 2020/2021

Institut für Informatik 4
PD Dr. V. Steinhage
K. Buschbacher, B.Sc., F. Huber, B.Sc., T. Jakoby, B.Sc., A. Yushchenko
Email: {steinhage, buschbac, jakobyt,}@cs.uni-bonn.de, {s6flhube,s6aryush}@uni-bonn.de

# Übungsblatt 10

Abgabe bis Sonntag, 24.01.2021, 12:00 Uhr in Gruppen von 3 Personen

## 1 ImageToolBox: Objekterkennung durch Formmerkmale (3P)

Auf dem letzten Übungsblatt implementierten Sie die Berechnung formbasierter Merkmale und wandten diese auf die Objekte Bit, Diskette, Hammer, Inbusschlüssel und Schieblehre an. Implementieren Sie nun eine einfache Objektidentifikation, indem Sie gegebene Formmerkmale mit denen eines neuen Bildes vergleichen und das Ähnlichkeitsmaß ausgeben. Gehen Sie dazu bitte wie folgt vor:

1. Der Pfad zu den `.feat`-Dateien, die die Werte der formbasierten Merkmale vom vorherigen übungsblatt enthalten, kann entweder als Filtereigenschaft übergeben oder im Filter fest gesetzt werden.

2. Berechnen Sie dieselben formbasierten Merkmale für das Objekt des in der ImageToolBox geladenen Bildes. Sie können dabei davon ausgehen, dass sich in diesem Bild nur ein Objekt befindet und dieses bereits binarisiert wurde.

3. Die Unterschiede in den $n$ (hier 6) Merkmalen $m_i$ werden von der idealen Ähnlichkeit 1.0 abgezogen durch folgende Formel, wobei P den Mustermaßen und S ermittelten Werten im aktuellen Bild entspricht:

$$sim(P,S) = max\left(0.0; 1.0 - \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{|m_i(P) - m_i(S)|}{|m_i(P)|}\right)$$

4. Geben Sie die über die maximale Ähnlichkeit zugewiesene Bezeichnung des Objekts inklusive entsprechender Ähnlichkeit aus und färben Sie die Objektpixel im Szenenbild entsprechend ein (rot für Bit, grün für Diskette, blau für Hammer, gelb für Inbusschlüssel und schwarz für Schiebelehre).

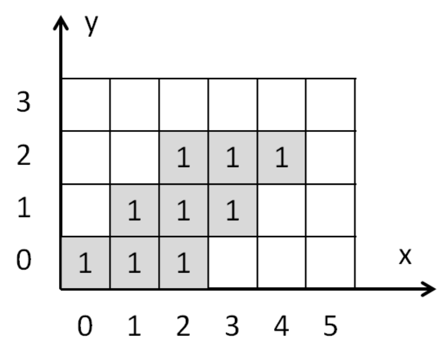
Testen Sie Ihre Implementierung auf den mit diesem Übungsblatt zur Verfügung gestellten Bildern `Test_Bit.ppm`, `Test_Floppy.ppm` etc. und fügen Sie deren $sim(P,S)$-Werte der Lösung bei.
Wenn Sie Aufgabe 3 von Blatt 9 nicht implementiert haben, können Sie die ebenfalls mit diesem Übungsblatt zur Verfügung gestellten `.feat`-Dateien nutzen.

Institut für Informatik 4
PD Dr. V. Steinhage
K. Buschbacher, B.Sc., F. Huber, B.Sc., T. Jakoby, B.Sc., A. Yushchenko
Email: {steinhage, buschbac, jakobyt,}@cs.uni-bonn.de, {s6flhube,s6aryush}@uni-bonn.de

## 2 Formmerkmale (2P)

Emitteln Sie schrittweise über geeignete Formmerkmale (Folie 16 ff. der Vorl. 10) den Drehwinkel $\alpha$ zwischen x-Achse und Symmetrieachse des abgebilden Segments (es handelt sich um ein Binärbild, in dem alle Segementpixel des Wert 1 haben).

1. Ermitteln Sie die Formmerkmale der Fläche und des Schwerpunktes.
2. Leiten Sie dann die Trägheitsmomente in x- und y-Richtung sowie das gemischte Trägheitsmoment und aus diesen den gefragten Drehwinkel her.




## 3 Between-class- und Within-class-scatter (2P)

Für 3 Klassen A, B, C wurden für jeweils 5 Instanzen die 3 Merkmale $m_1, m_2, m_3$ berechnet. Die daraus resultierenden Merkmalsvektoren für die einzelnen Klassen mit $0 \leq i \leq 4$ sind:
Klasse A:

$$\vec{m_i} = \begin{pmatrix} m_{i1} \\ m_{i2} \\ m_{i3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 \\ 6 \\ -5 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 \\ 8 \\ -2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 2.5 \\ 8 \\ 3 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 \\ 7 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 2.5 \\ 11 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Klasse B:

$$\vec{m_i} = \begin{pmatrix} m_{i1} \\ m_{i2} \\ m_{i3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6 \\ 3 \\ -2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 \\ 1 \\ -4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 7 \\ 3 \\ 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 \\ 2 \\ -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 7 \\ 1 \\ -3 \end{pmatrix}$$

Klasse C:

$$\vec{m_i} = \begin{pmatrix} m_{i1} \\ m_{i2} \\ m_{i3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 13 \\ -5 \\ 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 12 \\ -4 \\ 0.5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 12 \\ -2 \\ 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 13 \\ -3 \\ 3.5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 15 \\ -1 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Berechnen Sie sowohl Between-class-scatter als auch Within-class-scatter nach den Formeln aus Vorlesung 11, Folie 13.

Institut für Informatik 4
PD Dr. V. Steinhage
K. Buschbacher, B.Sc., F. Huber, B.Sc., T. Jakoby, B.Sc., A. Yushchenko
Email: {steinhage, buschbac, jakobyt,}@cs.uni-bonn.de, {s6flhube,s6aryush}@uni-bonn.de

# 4 MAP-Klassifikation (3P)

Rechnen Sie eine einfache Variante des Apfel-Birnen-Beispiels aus der Vorlesung nach. Bilder der Trainings- und Testmengen werden wieder über dieselben beiden Merkmale $m_1(s)$ der Kreisähnlichkeit $Kr(s)$ des Konturrandes und $m_2(s)$ der mittleren Intensitätswert des Segments $s$ beschrieben.
Gegeben sei eine Trainingsmenge mit zwei Stichproben der Klasse $C_1$ (Apfelbilder), nämlich $\mathbf{T}_1 = \{(0,90; 0,60), (0,80; 0,70)\}$, und zwei Stichproben der Klasse $C_2$ (Birnenbilder), nämlich $\mathbf{T}_2 = \{(0,65; 0,80), (0,75; 0,90)\}$.
Die A-Priori-Wahrscheinlichkeiten werden wieder geschätzt als $P(C_1) = 0,67$ und $P(C_2) = 0,33$.
Die Merkmalsverteilungen sind wieder als unkorrelierte und normalverteilte Schätzungen durchzuführen.

1. Ermitteln Sie mit Herleitung die Parameter $\mu$ und $\sigma$ der Merkmalsverteilungen für beide Merkmale und beide Klassen. Rechnen Sie mit der korrigierten Stichprobenvarianz (s. Vorl. 2).

2. Klassifizieren Sie nun ein Bildsegment $s$ eines Obstobjekts mit den Merkmalen $(m_1(s); m_2(s)) = (0,75; 0,85)$ als Apfel- bzw. Birnenbild. Ermitteln Sie dazu die A-Posteriori-W'keiten $P(s = C_i|(m_1(s), m_2(s))(i = 1,2)$ für Segment $s$.

3. Allgemein lässt sich die A-Posteriori-W'keit $P(s = C_i|\mathbf{m}(s))$ für ein Segment $s$ mit Merkmalsvektor $\mathbf{m}(s))$ auch über ähnliche Segmente $t$ aus der Trainingsmenge schätzen nach:

$$P(s = C_i|\mathbf{m}(s)) = \frac{|\{t_j|t_j \in \mathbf{T}_i \wedge \|\mathbf{m}(t_j) - \mathbf{m}(s)\| < \epsilon)\}|}{|\{t_k|t_k \in \mathbf{T} \wedge \|\mathbf{m}(t_k) - \mathbf{m}(s)\| < \epsilon)\}|}.$$

   Wenden Sie diese einfache Nächste-Nachbar-Klassifikation auf das Segment $s$ mit den Merkmalen $(m_1(s); m_2(s)) = (0,75; 0,85)$ sowie die o.g. Trainingsmenge $\mathbf{T} = \mathbf{T}_1 \cup \mathbf{T}_2$ an. $\|.\|$ steht für die Euklidische Distanz.

   Schätzen Sie $P(s = C_i|(m_1(s), m_2(s))(i = 1,2)$ für $\epsilon =$ 0,1, 0,2, 0,3. Diskutieren Sie in der Übungsgruppe die Ergebnisse für diese drei Fälle.