

Übungsblatt 11

Abgabe bis Sonntag, 14.01.2024, 12:00 Uhr in Gruppen von 3 Personen

1 Local Binary Pattern (0.5+1+0.5 = 2 P)

Gegeben seien die beiden folgenden 3×3 -Bildausschnitte.

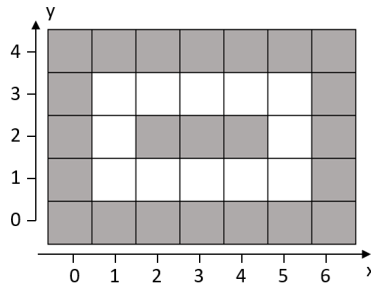
18	12	10
4	10	6
5	4	5

10	11	14
8	9	13
5	8	14

1. Berechnen Sie die zwei *Local Binary Pattern* (LBP) für das jeweilige zentrale Pixel mit folgendem Parameterpaar: ($P = 8$, $R = 1.0$)
2. Ermitteln Sie für beide Pixel die *Uniform Rotational Invariant Local Binary Pattern* ($LBP_{8,1.0}^{riu2}$).
3. Der Einfachheit halber nehmen wir an, dass ein Segment nur aus den beiden bislang behandelten zentralen Pixeln besteht. Erstellen Sie dann das vollständige Histogramm über die *Uniform Rotational Invariant Local Binary Pattern* ($LBP_{8,1.0}^{riu2}$) gemäß den Einträgen nach Folie 9 der Vorl. 11.

2 Momente ($4 \cdot 0.5 = 2$ P)

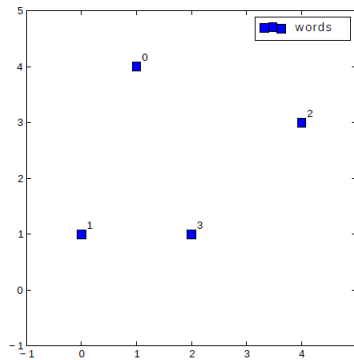
Gegeben sei ein binäres Bild $B(x,y)$: mit Wert 1 für weiße Segmentpixel und Wert 0 für schwarze Hintergrundpixel (vgl. Folie 10 von Vorl. 11):



1. Berechnen und benennen Sie Fläche und Schwerpunkt des weißen Segments s gemäß Folie 11 ff.
2. Berechnen Sie die zentralen Momente $\mu_{20}(s)$ und $\mu_{02}(s)$.
3. Berechnen Sie die normalisierten zentralen Momente $\eta_{20}(s)$ und $\eta_{02}(s)$.
4. Berechnen Sie das erste Hu-Moment ohne und mit Skalierung, also $\phi_1(s)$ bzw. $\phi'_1(s)$.

3 Bag of Words (1+0.5+0.5 = 2 P)

Wir greifen das Beispiel aus Vorlesung 11 mit der *Dictionary* $D = \{(0, 1), (1, 4), (2, 1), (4, 3)\}$ auf (s. auch Abb.).



Für ein Segment s seien jetzt die folg. sieben zweidimensionalen Deskriptoren extrahiert worden: $(0.1, 0.8), (3.2, 2.3), (2.1, 3.7), (0.4, 0.1), (3.5, 3.4), (2.5, 1.4), (3.2, 1.3)$

1. Führen Sie die Nächste-Nachbar-Zuordnung für die Deskriptoren durch.
2. Leiten Sie zunächst das nicht-normalisierte Histogramm der Auftreten der visuellen Wörter ab (behalten Sie dafür die o.g. Reihenfolge der visuellen Wörter aus D bei).
3. Leiten Sie die BoW-Repräsentation $BoW(s)$ ab.

4 Hauptkomponentenanalyse (0.5+0.5+1 = 2 P)

Wir greifen das Beispiel auf aus Vorlesung 11, Folien 31 ff.

1. Berechnen Sie die neuen Merkmalsvektoren \mathbf{w}_i mit unkorrelierten Merkmalen w_{ij} ($i = 1, \dots, 5; j = 1, 2$) für die fünf Merkmalsvektoren \mathbf{z}_i . Zeigen Sie die Herleitung.
2. Zeigen Sie, dass die Merkmale w_j unkorreliert sind.
3. Rekonstruieren Sie die fünf Merkmalsvektoren \mathbf{z}_i alleine unter Verwendung des Variationsmodus mit maximaler Varianz, also maximalem Eigenwert. Zeigen Sie die Herleitung.

5 Objektbeschreibung durch Hu-Momente (2 P)

Implementieren Sie analog zu Aufgabe 3 von Übungsblatt 9 die Berechnung der Hu-Momente wie in den Folien der Vorlesung 11 beschrieben.

Berechnen Sie alle Hu-Momente für die Objekte aus den fünf Musterbildern `Bit.ppm`, `Floppy.ppm`, `Hammer.ppm`, `Allen_Key.ppm` und `Sliding_Caliper.ppm`. Die Bilder finden Sie in eCampus zusammen mit diesem Übungsblatt.

Die Bilder sind vor der Berechnung der Hu-Momente zu binarisieren (in der o.g. Reihenfolge mit den Schwellwerten 115, 90, 110, 80 bzw. 90).

Die Werte der Hu-Momente schreiben Sie bitte in ASCII-Dateien mit dem Suffix `.hu`, also `Bit.hu`, `Hammer.hu` etc., wobei die `.hu`-Dateien in der ersten Zeile den Namen der Bilddatei und in den folgenden sechs Zeilen die Hu-Momente enthalten sollen. Der Name der Bilddatei kann entweder als String fest eingegeben oder über die Methode `ImageToolBox.getFrame().getTitle()` (liefert den Pfad zum Bild und muss entsprechend auf den Bildnamen abgekürzt werden) ausgelesen werden.

Da die Hu-Momente sehr klein werden können, nehmen Sie hier eine Skalierung mit dem natürlichen Logarithmus vor nach: $\phi'_i = -\ln(|\phi_i|)$.

Geben Sie Ihre `.hu`-Dateien zusammen mit Ihrem Code ab.

6 Objekterkennung durch Hu-Momente (2 Bonuspunkte)

Implementieren Sie nun eine Variante der einfachen Objektidentifikation der Aufgabe 1 von Blatt 10, indem Sie nun gegebene Hu-Momente mit denen eines neuen Bildes vergleichen und das Ähnlichkeitsmaß ausgeben. Gehen Sie dazu bitte wie folgt vor:

1. Der Pfad zu den .hu-Dateien, die die Werte der Hu-Momente von der vorherigen Aufgabe enthalten, kann entweder als Filtereigenschaft übergeben oder im Filter fest gesetzt werden.
2. Berechnen Sie dieselben Hu-Momente für das Objekt des in 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 7) Merkmalen ϕ'_i werden von der idealen Ähnlichkeit 1.0 abgezogen durch folgende Formel, wobei P den Vergleichsmaßen und S dem aktuellen Bild entspricht:

$$\text{sim}(P, S) = \max \left(0.0, 1.0 - \frac{1}{7} \sum_{i=1}^7 \frac{|\phi'_i(P) - \phi'_i(S)|}{|h'_i(P)|} \right)$$

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).

Sie können Ihre Implementierung auf den mit diesem Übungsblatt zur Verfügung gestellten Bildern `Test_Bit.ppm`, `Test_Floppy.ppm` etc. testen.