

Übungsblatt 1

Abgabe bis Sonntag, 22.10.2023, 12:00 Uhr in Gruppen von 3 Personen.

1 ImageToolBox: Installation

Laden Sie bitte das ZIP-Archiv *ImageToolBox* aus dem Ordner *Software* des Moduls *BA-INF 131* in ecampus [1] herunter. Installieren Sie Eclipse [2] und ImageToolBox und machen Sie sich mit der Erstellung von Filtern vertraut. Bei Abgaben von Programmierübungen müssen alle beteiligten Autoren explizit in allen abgegebenen Dateien genannt werden und in der Lage sein die Lösungen zu erklären. Wer nicht beteiligt war, notiert sich nicht als Autor oder Autorin. Außerdem müssen die Namen der Dateien so gewählt sein, dass sie Ihre Initialen enthalten und eindeutig angeben, zu welcher Aufgabe sie gehören. Z.B. sollte die Code-Datei für Aufgabe 2 von John Doe und Mary Jane folgendermaßen benannt werden: `Graufilter_JD.MJ.java`. Bitte behalten Sie diese Konventionen auch bei allen folgenden Übungsblättern bei.

[1] <https://ecampus.uni-bonn.de>

[2] <http://www.eclipse.org/>

2 ImageToolBox: Selektive Farbverbesserung (1P)

Viele Bildbearbeitungsprogramme bieten die Möglichkeit, ausgewählte Farben oder Farbbereiche im Vergleich zu anderen Farben zu verstärken. Oft wird dabei die Sättigung des Farbbereichs erhöht. Hier wollen wir uns aber auf einen der drei RGB-Kanäle und deren Intensität beschränken.

Betrachten Sie als einführendes Beispiel die Klasse *Grayfilter.java* (zu finden im Ordner *filter* des ImageToolBox-Archivs). Von Bedeutung ist hier nur die Methode *Image filter(Image input)*. Implementieren Sie anschließend ein ImageToolBox-Filter, das zu einem RGB-Farbbild $\mathbf{I}_{RGB} = [I(x, y, k)]$ den Kanal $k \in \{R, G, B\}$ wie folgt verstärkt:

$$I'(x, y, k) = a \cdot I(x, y, k) \quad (1)$$

für alle Pixelkoordinaten (x, y) und mit $a \in [0, 10]$, $k \in \{R, G, B\}$. Der Parameter a und der Kanal k soll vom Benutzer in der Oberfläche der ImageToolBox ausgewählt werden können. Die Klasse *PropertyExample.java* enthält nützliche Beispiele dazu.

Wenden Sie Ihr Filter auf das Bild *Testbild_Lena_512x512.ppm* (zu finden im Ordner *image* des ImageToolBox-Archivs) an.

Wichtig: Stellen Sie, wenn nötig, die Kodierung von Java-Dateien in Ihrer IDE bzw. in Ihrem Texteditor auf UTF-8. Programme wie IntelliJ IDEA oder Eclipse nutzen die korrekte Kodierung bereits standardmäßig.

3 ImageToolBox: Maskierung (1P)



(a) Testbild_Lena_512x512.ppm



(b) Maske_Lena.ppm

Die Maskierung von Signalen ist ein wichtiges Werkzeug in der Bildverarbeitung. Hierbei wird ein Eingabebild mit einem anderen Bild "maskiert", um spezifische Regionen im Bild auszublenden und den restlichen Teil durchzulassen. Die Maskierung eines RGB-Bildes $I_{RGB} \in \{0, \dots, I_{max}\}^{W \times H \times 3}$ mit einer binären Maske $M \in \{0, 1\}^{W \times H}$ kann wie folgt aussehen:

$$I'_{RGB}(x, y, k) = I_{RGB}(x, y, k) \cdot M(x, y) \quad (2)$$

Implementieren Sie ein ImageToolBox-Filter, der mit Hilfe von zwei Eingabebildern eine Maskierung vornimmt und das maskierte Bild zurückgibt. Überschreiben Sie dazu die Methode `Image[] filter(Image[] input)`, um mehrere Bilder auf einmal verarbeiten zu können.

Wenden Sie Ihr Filter auf *Testbild_Lena_512x512.ppm* (s. Ordner image des ImageToolBox-Archivs) und das beiliegende Bild *Maske_Lena.ppm* an.

4 Interpretation von Histogrammen (2P)

Zur einfachen Rechnung seien die beiden folgenden 4×4 -Grauwertbilder $\mathbf{I}_1 = [I_1(x, y)]$ und $\mathbf{I}_2 = [I_2(x, y)]$ mit Intensitätsspektrum $\{0, 1, 2, \dots, 7\}$ gegeben:

$$\mathbf{I}_1 = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 4 & 2 & 5 & 1 \\ \hline 5 & 3 & 2 & 3 \\ \hline 4 & 2 & 6 & 2 \\ \hline 4 & 1 & 2 & 1 \\ \hline \end{array}$$
$$\mathbf{I}_2 = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 2 & 1 & 2 & 1 \\ \hline 1 & 7 & 6 & 1 \\ \hline 0 & 6 & 6 & 2 \\ \hline 1 & 1 & 2 & 1 \\ \hline \end{array}$$

1. Berechnen Sie die unnormalisierten Intensitätshistogramme $h(\mathbf{I}_1)$ sowie $h(\mathbf{I}_2)$ und stellen Sie diese tabellarisch dar.
2. Berechnen Sie die normalisierten Intensitätshistogramme $p(\mathbf{I}_1)$ sowie $p(\mathbf{I}_2)$ und stellen Sie diese tabellarisch dar.

3. Berechnen Sie die Mittelwerte $m_{\mathbf{I}_1}$ und $m_{\mathbf{I}_2}$ sowie die mittl. quadr. Abweichungen $q_{\mathbf{I}_1}$ und $q_{\mathbf{I}_2}$.
4. Welche vergleichenden Aussagen sind über die Bilder \mathbf{I}_1 und \mathbf{I}_2 anhand ihrer Mittelwerte und mittl. quadr. Abweichungen ableitbar? Was ist bzgl. beider Werte für \mathbf{I}_2 kritisch zu bedenken?

5 Lineare Histogrammspreizung (2P)

Zur einfachen Rechnung sei das folgende 4×2 -Grauwertbild $\mathbf{I} = [\mathbf{I}(x,y)]$ mit Intensitätsspektrum $\{0, 1, 2, \dots, 7\}$ gegeben:

2	3	3	5
2	4	4	5

- a) Berechnen Sie das unnormalisierte Intensitätshistogramm $h(\mathbf{I})$ und stellen Sie dies tabellarisch dar.
- b) Berechnen Sie das normalisierte Intensitätshistogramm $p(\mathbf{I})$ und stellen Sie dies tabellarisch dar.
- c) Berechnen Sie mit Herleitung die beiden Konstanten c_1 und c_2 für die lineare Histogrammspreizung $T(\mathbf{I})$.
- d) Wenden Sie die so ermittelte lineare Histogrammspreizung T auf das obige 4×2 -Grauwertbild $\mathbf{I} = [\mathbf{I}(x,y)]$ an und geben Sie das so gespreizte neue Grauwertbild $\mathbf{I}' = T(\mathbf{I})$ wieder.

6 Gamma-Korrektur (1P)

Zur einfachen Rechnung sei das folgende 4×2 -Grauwertbild $\mathbf{I} = [\mathbf{I}(x,y)]$ mit Intensitätsspektrum $\{0, 1, 2, \dots, 7\}$ gegeben:

0	1	1	4
0	2	2	4

- a) Berechnen Sie die Gamma-Korrektur für $\mathbf{I} = [\mathbf{I}(x,y)]$ mit $\gamma = 0.5$ und geben Sie das so korrigierte neue Grauwertbild $\mathbf{I}' = T_{\gamma=0.5}(\mathbf{I})$ wieder.
- b) Berechnen Sie die Gamma-Korrektur für $\mathbf{I} = [\mathbf{I}(x,y)]$ mit $\gamma = 2.0$ und geben Sie das so korrigierte neue Grauwertbild $\mathbf{I}' = T_{\gamma=2.0}(\mathbf{I})$ wieder.
- c) Welche der beiden Gamma-Korrekturen ($\gamma = 0.5$, $\gamma = 2.0$) ist angemessen? Begründen Sie Ihre Antwort einerseits mit der Qualität des Eingabebildes und andererseits mit der Eigenschaft der jeweiligen Gamma-Korrektur.

7 Histogrammlinearisierung bzw. Maximierung der Entropie (1P)

Zur einfachen Rechnung sei das folgende 4×2 -Grauwertbild $\mathbf{I} = [I(x,y)]$ mit Intensitätsspektrum $\{0, 1, 2, \dots, 7\}$ gegeben:

0	1	1	7
2	6	6	7

- Berechnen Sie das unnormalisierte Intensitätshistogramm $h(\mathbf{I})$ und stellen Sie dies tabellarisch dar.
- Berechnen Sie das normalisierte Intensitätshistogramm $p(\mathbf{I})$ und stellen Sie dies tabellarisch dar.
- Berechnen Sie das kumulative Intensitätshistogramm $s(\mathbf{I})$ und stellen Sie dies tabellarisch dar.
- Wenden Sie nun die Histogrammlinearisierung T_H auf das obige 4×2 -Grauwertbild $\mathbf{I} = [I(x,y)]$ an und geben Sie das so korrigierte neue Grauwertbild $\mathbf{I}' = T_H(\mathbf{I})$ wieder.