

## Übungsblatt 2

Abgabe bis Sonntag, 30.10.2022, 12:00 Uhr in Gruppen von 3 bis 4 Personen

### 1 ImageToolBox: Gamma-Korrektur (2P)

- A. Implementieren Sie ein Filter, das auf einem gegebenen Grauwertbild eine Gamma-Korrektur ausführt, wie in Vorlesung 1, Folie 38 ff. beschrieben. Der Wert  $\gamma$  soll vom Benutzer eingegeben werden. Testen Sie Ihr Filter mit dem Bild `Weeki_Wachee_spring_10079u` [1], das Sie im ppm-Format zusammen mit dem Übungsblatt von ecampus herunterladen können.
- B. Vergleichen Sie die Werte  $\gamma = 3$ ,  $\gamma = 1$ ,  $\gamma = 0.3$ . Welche Effekte können Sie beobachten? Erklären Sie diese anhand des Verlaufs der Korrekturfunktion, die sie in Grafik `Gammafrp.png` [2] dargestellt sehen.

[1] Toni Frissell: „Weeki Wachee spring, Florida“.

[http://en.wikipedia.org/wiki/File:Weeki\\_Wachee\\_spring\\_10079u.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/File:Weeki_Wachee_spring_10079u.jpg).

[2] Berklas: „gamma correction“.

<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gammafrp.svg>.

### 2 Signal-to-noise ratio (2P)

Gegeben sind die folgenden  $4 \times 4$ -Grauwertbilder:

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 230 | 230 | 205 | 205 |
| 230 | 75  | 50  | 205 |
| 205 | 50  | 75  | 230 |
| 205 | 205 | 230 | 230 |

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| 255 | 255 | 230 | 230 |
| 255 | 100 | 75  | 230 |
| 230 | 75  | 100 | 255 |
| 230 | 230 | 255 | 255 |

- A. Schätzen Sie für jedes Bild den normalverteilten Rauscheinfluss durch Bestimmung der Varianz  $\sigma^2$  basierend auf dem mittleren, homogenen  $2 \times 2$ -Teilbereich  $B$ , wobei sein ungestörter Intensitätswert  $I' = 75$  ist. (0,5 P)
- B. Berechnen Sie  $\text{SNR}_{\max}$  und  $\text{SNR}_{\text{avg}}$  für jedes Bild unter der Annahme unbekannter Bildinhalte. (0,5 P)
- C. Berechnen Sie  $\text{SNR}_{\text{obj}}$  für jedes Bild unter der Annahme, dass der Teilbereich  $B$  das Vordergrundobjekt darstellt und die restlichen Pixel den Hintergrund. (0,5 P)

- D. Vergleichen Sie die berechneten SNR-Werte. Welchen Vorteil hat  $\text{SNR}_{obj}$  gegenüber  $\text{SNR}_{max}$  und  $\text{SNR}_{avg}$  in Bezug auf vergleichbare Rauscheffekte? (0,5 P)

### 3 Mittelwertfilter und Binomialfilter (1,5P)

Gegeben sei die folg.  $6 \times 1$ -Grauwertbildzeile mit Intensitätsspektrum  $\{1, \dots, 255\}$ , die eine vertikale Kante zw. dem dritten und vierten Pixel zeigen soll:

|     |     |     |   |   |   |
|-----|-----|-----|---|---|---|
| 255 | 255 | 255 | 0 | 0 | 0 |
|-----|-----|-----|---|---|---|

- A. Wenden Sie das eindimensionale  $3 \times 1$ -Mittelwertfilter auf die mittleren vier Pixel der Bildzeile an. Geben Sie als Lösung das  $3 \times 1$ -Mittelwertfilter sowie die resultierenden und auf ganze Zahlen gerundeten neuen Werte der mittleren vier Pixel wieder.
- B. Wenden Sie das normierte eindimensionale Binomialfilter der Ordnung 2 auf die mittleren vier Pixel der Bildzeile an. Geben Sie als Lösung das normierte eindimensionale Binomialfilter der Ordnung 2 sowie die resultierenden und auf ganze Zahlen gerundeten neuen Werte der mittleren vier Pixel wieder.
- C. Was deuten die beiden Ergebnisse auf den zentralen vier Pixeln hinsichtlich der Kantenerhaltung der beiden Filter warum an? Begründen Sie Ihre Antwort.

### 4 Gauß-Filter (1,5P)

- A. Erzeugen Sie ein  $3 \times 3$  Gauß-Filter, indem Sie die Gauß-Funktion

$$g(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \cdot e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

für jeden Eintrag im Filter sampeln. Hier sind  $x, y$  jeweils die Distanz vom zentralen Filterursprung in horizontaler und vertikaler Richtung. Verwenden Sie für die Standardabweichung  $\sigma = 0.3$ . Denken Sie an die Normierung des Filters.

- B. Separierbare Filter sind zweidimensionale Filter, die sich als Multiplikation zweier eindimensionaler Filter darstellen lassen. Das zweidim. Gauß-Filter wird also als Produkt zweier eindim. Gauß-Filter in horizontaler und vertikaler Richtung erzeugt. Nutzen Sie die O-Notation, um darzustellen, wie viele Operationen jeweils die Anwendung des normalen und des separierten Filters bezüglich einer Filtergröße mit Breite  $w_{kernel}$  und Höhe  $h_{kernel}$  und einem Bild mit insgesamt  $N$  Pixeln benötigt.

- C. Welche Konsequenzen hat es, wenn für ein diskretes Gauß-Filter mit Standardabweichung  $\sigma$  als Filtergröße  $m = 2 \cdot \lceil 2 \cdot \sigma \rceil + 1$  anstatt  $m = 2 \cdot \lceil 3 \cdot \sigma \rceil + 1$  gewählt wird? Für  $\sigma = 1$  zum Beispiel würde dies ergeben  $m = 5$  anstatt  $m = 7$ . Begründen Sie Ihre Antwort.

## 5 ImageToolBox: Konvolutionsfilter (3P)

- A. Schreiben Sie eine abstrakte Klasse *ConvolutionFilter*, die in der *filter()* Methode eine Konvolutionsmaske mit beliebiger Größe auf ein Grauwertbild anwendet. Deklarieren Sie eine abstrakte Methode *getKernel()*, die von allen implementierenden Klassen überschrieben werden muss und die jeweilige Konvolutionsmaske zurückgeben soll.
- B. In der Vorlesung lernten Sie das Mittelwertfilter (bewegter Mittelwert) kennen. Testen Sie Ihr Konvolutionsfilter mit einem  $3 \times 3$ - und einem  $5 \times 5$ -Mittelwertfilter auf dem Bild *Testbild\_Werkzeuge\_768x576.ppm* aus dem ITB-Ordner *image*. Bitte implementieren Sie beide Mittelwertfilter als Unterklassen des *ConvolutionFilter* und lassen die Methode *getKernel()* die jeweiligen Konvolutionsmasken angeben.