

Intelligente Sehsysteme – Übungsblatt 2

PD. Dr. W. Koch, Dr. F. Govaers, H. Hoelzemann

E-Mail: {wolfgang.koch, felix.govaers, henry.hoelzemann}@fkie.fraunhofer.de

Abgabe bis Sonntag, 02.11.2025, 12:00 Uhr in Gruppen von 3 Personen.

1. Gamma-Korrektur (2P)

A. Implementieren Sie ein Filter in Python, welches auf einem gegebenen Grauwertbild eine Gamma-Korrektur ausführt. Der Wert γ soll vom Benutzer eingegeben werden. Testen Sie Ihr Filter mit dem Bild `Weeki_Wachee_spring_10079u.png`¹ das Sie von eCampus herunterladen können. (1P)

B. Vergleichen Sie die Werte $\gamma = 3$, $\gamma = 1$, $\gamma = 0.3$. Welche Effekte beobachten Sie? Erklären Sie diese anhand des Verlaufs der Korrekturfunktion, die Sie in `Gammafrp.png`² dargestellt sehen. (1P)

2. Signal-to-Noise Ratio (2P)

Gegeben sind zwei 4×4 -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 σ^2 im mittleren, homogenen 2×2 -Bereich B mit ungestörtem Intensitätswert $I' = 75$. (0,5P)

B. Berechnen Sie SNR_{\max} und SNR_{avg} für jedes Bild unter der Annahme unbekannter Bildinhalte. (0,5P)

C. Berechnen Sie SNR_{obj} für jedes Bild unter der Annahme, dass der Teilbereich B das Vordergrundobjekt darstellt und die restlichen Pixel den Hintergrund. (0,5P)

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

¹http://en.wikipedia.org/wiki/File:Weeki_Wachee_spring_10079u.jpg

²<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Gammafrp.svg>

3. Mittelwert- und Binomialfilter (1,5P)

Gegeben sei folgende 6×1 -Grauwert-Bildzeile mit Intensitäten, die eine Kante zwischen dem dritten und vierten Pixel zeigen soll:

255	255	255	0	0	0
-----	-----	-----	---	---	---

A. Wenden Sie ein eindimensionales 3×1 -Mittelwertfilter auf die mittleren vier Pixel an. Geben Sie als Lösung das 3×1 -Mittelwertfilter sowie die resultierenden und auf ganze Zahlen gerundeten neuen Werte der mittleren vier Pixel wieder. (0,5P)

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. (0,5P)

C. Was deuten die beiden Ergebnisse auf den zentralen vier Pixeln hinsichtlich der Kantenhaltung der beiden Filter an? Warum? Begründen Sie Ihre Antwort. (0,5P)

4. Gauß-Filter (1,5P)

A. Erzeugen Sie ein 3×3 -Gauß-Filter, indem Sie die Funktion

$$g(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \cdot e^{-\frac{x^2+y^2}{2\sigma^2}}, \quad \sigma = 0.3$$

für jeden Eintrag im Filter sampeln. Hier sind x, y jeweils die Distanzen vom zentralen Filterursprung in horizontaler und vertikaler Richtung. Denken Sie an die Normierung des Filters.

B. Separierbare Filter sind zweidimensionale Filter, die sich als Multiplikation zweier eindimensionaler Filter darstellen lassen. Das zweidimensionale Gauß-Filter wird also als Produkt zweier eindimensionaler 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 σ 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. Konvolutionsfilter (3P)

A. Implementieren Sie in Python eine Methode `filter_image`, die eine Konvolutionsmaske beliebiger Größe auf ein Grauwertbild anwendet. Die Methode soll dazu sowohl das Bild als auch den Konvolutionskernel als zweidimensionales Array übergeben bekommen können. (2P)

B. In der Vorlesung wird das Mittelwertfilter (bewegter Mittelwert) eingeführt. Testen Sie Ihre Konvolutionsmethode mit einem 3×3 - und einem 5×5 -Mittelwertfilter auf dem Bild `Testbild_Werkzeuge_768x576.png`, welches per eCampus bereitgestellt wird. (1P)