Intelligente Sehsysteme - Übungsblatt 2

Hendrik Walther, Jan Konrad, Berkan Kaya

1 ImageToolBox: Gamma-Korrektur

B. Eine Gamma-Korrektur mit $\gamma = 3$ dunkelt das Bild ab.
Der Verlauf der Korrekturfunktion zeigt, dass niedrige Intensitätswerte gestaucht werden: $[0, 0.5] \rightarrow [0, 0.2]$
Hohe Intensitätswerte werden gespreizt: $[0.8, 1] \rightarrow [0.5, 1]$

Eine Gamma-Korrektur mit $\gamma = 1$ hat keinen Effekt.
Der Verlauf der Korrekturfunktion zeigt, dass jeder Intensitätswert unverändert bleibt: $T_\gamma(I) = I$

Eine Gamma-Korrektur mit $\gamma = 0.3$ hellt das Bild auf.
Der Verlauf der Korrekturfunktion zeigt, dass niedrige Intensitätswerte gespreizt werden: $[0, 0.2] \rightarrow [0, 0.6]$
Hohe Intensitätswerte werden gestaucht: $[0.5, 1] \rightarrow [0.8, 1]$

(a) $\gamma = 3$

(b) $\gamma = 1$

(c) $\gamma = 0.3$

2 Signal-to-noise ratio

A. $\sigma^2 = \frac{1}{|B|-1} \cdot \sum_{p \in B} (I(p) - I')^2$

$\mathbf{I}_1$: $B_1 = \{50, 50, 75, 75\}$ und $I' = 75$

$$\implies \sigma^2 = \frac{1}{4-1} \cdot \left(2 \cdot (-25)^2 + 2 \cdot 0^2\right)$$

$$= \frac{1250}{3} \approx 416.67$$

$\mathbf{I}_2$: $B_2 = \{75, 75, 100, 100\}$ und $I' = 75$

$$\implies \sigma^2 = \frac{1}{4-1} \cdot \left(2 \cdot 25^2 + 2 \cdot 0^2\right)$$

$$= \frac{1250}{3} \approx 416.67$$

B. $\mathrm{SNR}_{max}(\mathbf{I}) = \frac{I_{maxGiven}}{\sigma}$

$\mathrm{SNR}_{avg}(\mathbf{I}) = \frac{m_{\mathbf{I}}}{\sigma}$

$\mathbf{I}_1$: $\mathrm{SNR}_{max}(\mathbf{I}_1) = \frac{230}{\sqrt{\frac{1250}{3}}} \approx 11.28$

$$\mathrm{SNR}_{avg}(\mathbf{I}_1) = \frac{178.75}{\sqrt{\frac{1250}{3}}} \approx 8.76$$

$\mathbf{I}_2$: $\mathrm{SNR}_{max}(\mathbf{I}_2) = \frac{255}{\sqrt{\frac{1250}{3}}} \approx 12.49$

$$\mathrm{SNR}_{avg}(\mathbf{I}_2) = \frac{203.75}{\sqrt{\frac{1250}{3}}} \approx 9.98$$

C. $\mathrm{SNR}_{obj}(\mathbf{I}) = \frac{\left|m_{\mathbf{I}\setminus B} - m_B\right|}{\sigma}$

$\mathbf{I}_1$: $\mathrm{SNR}_{obj}(\mathbf{I_1}) = \frac{\left|\frac{6\cdot(205+230)}{12} - \frac{2\cdot(50+75)}{4}\right|}{\sqrt{\frac{1250}{3}}}$

$$\approx 7.59$$

$$\mathbf{I}_2\text{: } \mathrm{SNR}_{obj}(\mathbf{I_2}) = \frac{\left|\frac{6\cdot(230+255)}{12} - \frac{2\cdot(75+100)}{4}\right|}{\sqrt{\frac{1250}{3}}}$$

$$\approx 7.59$$

3 Mittelwertfilter und Binomialfilter

A. $f(u,v) = \frac{1}{3}\begin{pmatrix}1 & 1 & 1\end{pmatrix}$

$$(f*g)(2,1) = \frac{1}{3}(1\cdot 255 + 1\cdot 255 + 1\cdot 255) = 255$$

$$(f*g)(3,1) = \frac{1}{3}(1\cdot 255 + 1\cdot 255 + 1\cdot 0) = 170$$

$$(f*g)(4,1) = \frac{1}{3}(1\cdot 255 + 1\cdot 0 + 1\cdot 0) = 85$$

$$(f*g)(5,1) = \frac{1}{3}(1\cdot 0 + 1\cdot 0 + 1\cdot 0) = 0$$

$\Longrightarrow$

255	255	170	85	0	0

B. $f(u,v) = \frac{1}{4}\begin{pmatrix}1 & 2 & 1\end{pmatrix}$

$$(f*g)(2,1) = \frac{1}{3}(1\cdot 255 + 2\cdot 255 + 1\cdot 255) = 255$$

$$(f*g)(3,1) = \frac{1}{3}(1\cdot 255 + 2\cdot 255 + 1\cdot 0) \approx 191$$

$$(f*g)(4,1) = \frac{1}{3}(1\cdot 255 + 2\cdot 0 + 1\cdot 0) \approx 64$$

$$(f*g)(5,1) = \frac{1}{3}(1\cdot 0 + 2\cdot 0 + 1\cdot 0) = 0$$

$\Longrightarrow$

255	255	191	64	0	0

C. Die zentralen vier Pixel repräsentieren in der Eingabe die harte Kante zwischen 255 und 0. Durch die Filter wird dieser Übergang auf alle vier Pixel aufgeteilt und dadurch glätten die Filter die Kante.
Die Glättung durch das Mittelwertfilter (255 $\rightarrow$ 170 und 0 $\rightarrow$ 85) ist hierbei stärker als die Glättung durch das Binomialfilter (255 $\rightarrow$ 191 und 0 $\rightarrow$ 64).

4 Gauß-Filter

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

$$\sigma = 0.3$$

$$f(u,v) = \frac{1}{\sum_u \sum_v g(u,v)} \begin{pmatrix} g(-1,1) & g(0,1) & g(1,1) \\ g(-1,0) & g(0,0) & g(1,0) \\ g(-1,-1) & g(0,-1) & g(1,-1) \end{pmatrix}$$

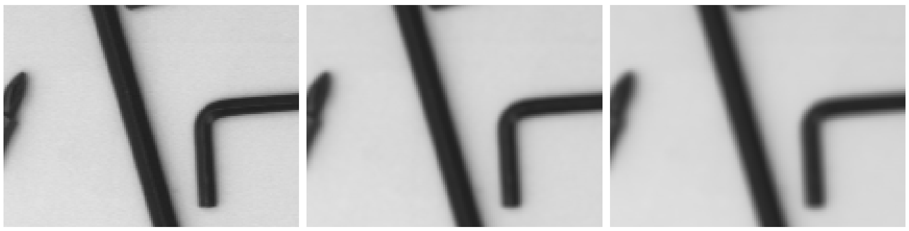
$$\approx \frac{1}{1.79587} \begin{pmatrix} 0.00003 & 0.00684 & 0.00003 \\ 0.00684 & 1.76839 & 0.00684 \\ 0.00003 & 0.00684 & 0.00003 \end{pmatrix}$$

B. Bei der Berechnung von $(f * g)(x,y)$ werden $\Theta(w_{kernel} \cdot h_{kernel})$ Operationen benötigt. Für das gesamte Bild werden bei der Anwendung des normalen Filters $\Theta(N \cdot w_{kernel} \cdot h_{kernel})$ Operationen benötigt.

Bei der Anwendung des separierten Filters werden einmal $\Theta(N \cdot w_{kernel})$ und einmal $\Theta(N \cdot h_{kernel})$ Operationen benötigt.
Insgesamt werden also $\Theta(N(w_{kernel} + h_{kernel}))$ Operationen benötigt.

C. Je größer m gewählt wird, desto größer ist die Umgebung, die beim Filtern betrachtet wird. Dementsprechend stärker ist die Glättung.
Der Einfluss auf die Glättung nimmt dabei mit steigendem Abstand zum Zentrum ab. Bei $m = 7$ betragen die Funktionswerte an den Ecken des Filterkerns nur 1 % des Maximums der Gauß-Funktion. Bei $m = 5$ sind es dagegen noch fast 14 %.

5 Konvolutionsfilter



(a) Eingabe (b) 3×3-Mittelwertfilter (c) 5×5-Mittelwertfilter