

Übung 1 – Lösungsvorschlag

Prof. Dr. A. Kuijper



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Aufgabe 1a: Hochpass vs Tiefpass

(Punkteverteilung: jeweils 0,5 Punkte für den Namen und Begründung)

a) Geben Sie für die gegebenen Amplitudenspektren an, um welche Art von Filtern es sich hierbei handelt und begründen Sie Ihre Antwort.

1. Tiefpass

- Hohe Frequenzen werden Unterdrückt
- Tiefe Frequenzen werden durchgelassen

2. Hochpass

- Tiefe Frequenzen werden Unterdrückt
- Hohe Frequenzen werden durchgelassen

Aufgabe 1a: Hochpass vs Tiefpass

(Punkteverteilung: jeweils 0,25 Punkte für Eigenschaften und ein Anwendungsgebiet)

b) Beschreiben Sie nun die Eigenschaften der zuvor genannten Filterarten im Ortsraum und geben Sie jeweils ein typisches Anwendungsgebiet an.

- Tiefpass

- Koeffizienten ausnahmslos positiv
- Koeffizienten normalisiert
- Produzieren nur positive Werte
- Randeffekte

Anwendungen: Rauschunterdrückung,
Glättung, Entfernung von Bilddetails,
Blurring

- Hochpass

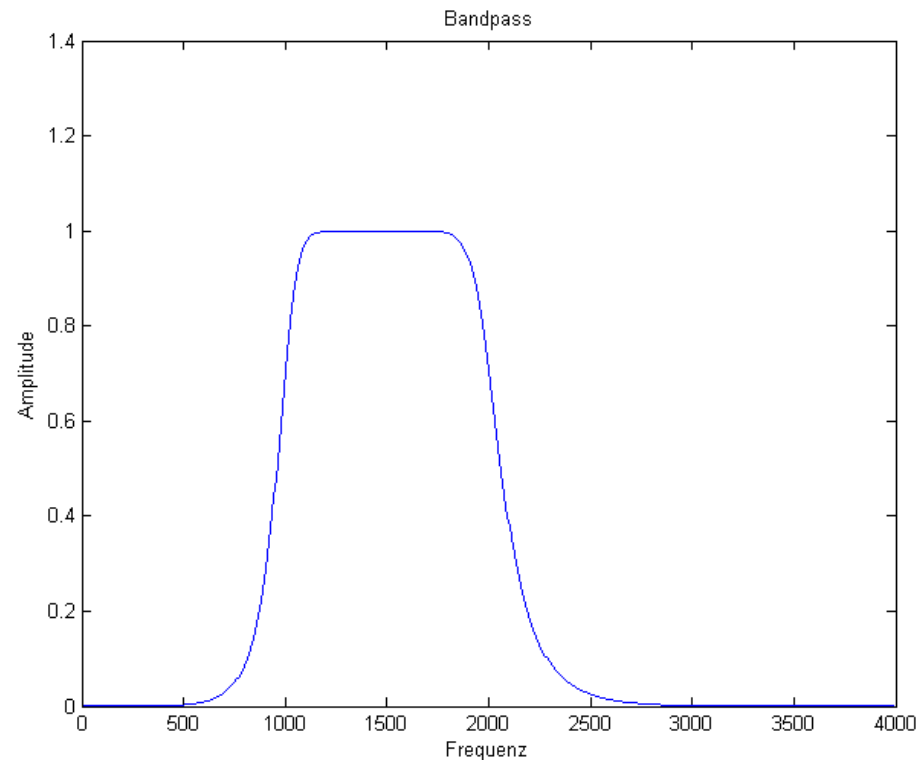
- Koeffizienten sowohl negativ als auch positiv
- Koeffizienten normalisiert
- Produzieren positive und negative Werte

Anwendungen: Kantenextraktion,
Hervorhebung feiner Bilddetails

Aufgabe 1c: Hochpass vs Tiefpass

(Punkteverteilung: 0,25 Punkte für den Namen, 0,25 Punkte für die Skizze)

c) Nennen und Skizzieren Sie das Amplitudenspektrum der dritten in der Vorlesung genannten Filterart.



Aufgabe 2: Pixeloperation und Filtermasken

(Punkteverteilung: a) 0,5 Punkte für den Unterschied, b) 0,5 Punkte für die Beschreibung des Problems, jeweils 0,25 Punkte pro Lösungsvorschlag)

a) Geben Sie den Unterschied zwischen Pixeloperationen und Filtermasken an.

Filtermasken manipulieren den Wert eines Pixels anhängig von seiner Nachbarschaft und berücksichtigt somit den lokalen Kontext des Bildes.

b) Bei der Verwendung von Filtermasken tritt am Rand des Bildes ein Problem auf. Beschreiben Sie das auftretende Problem und geben Sie zwei mögliche Lösungen an.

Wie auf dem Bild rechts zu sehen ist fehlen am Rand des Bildes die Nachbarpixel, die für die Anwendung der Filtermaske benötigt werden.

?	?	?		
?	42	92	96	42
?	14	55	118	58
	63	105	32	114
	68	3	13	113
	4	56	52	91

Mögliche Lösungsansätze sind: Die Randpixel werden nicht betrachtet, Zero-Padding (das Bild wird mit 0en erweitert), Fortsetzung vom Wert des letzten Pixel $g(0, -1) = g(0, 0)$, Spiegelung des Bildes am Rand $g(0, -1) = g(0, 1)$

Aufgabe 2c: Pixeloperation und Filtermasken



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

(Punkteverteilung: 0,5 Punkte für die Randbehandlung, 0,5 Punkte für das Ergebnis der Filteranwendung)

**c) Geben ist folgendes Graustufenbild:
Wenden Sie auf das Bild einen 3x3
Mittelwertfilter an.**

230	15	220	158	100
156	239	122	68	19
7	0	190	23	103
88	109	92	195	73
142	234	67	186	28

**Nutzen Sie für die Randbehandlung einen der von Ihnen angegebenen
Lösungsvorschläge aus Teilaufgabe b. Geben Sie Ihr Ergebnis der Randbehandlung
sowie das Ergebnis des Filterns an.**

- Lösung für die Randbehandlung mittels Zero-Padding:

0	0	0	0	0	0	0
0	230	15	220	158	100	0
0	156	239	122	68	19	0
0	7	0	190	23	103	0
0	88	109	92	195	73	0
0	142	234	67	186	28	0
0	0	0	0	0	0	0

Aufgabe 2c: Pixeloperation und Filtermasken

(Punkteverteilung: 0,5 Punkte für die Randbehandlung, 0,5 Punkte für das Ergebnis der Filteranwendung)

Das Ergebnis dieser Aufgabe hängt von Ihrer gewählten Randbehandlung ab. Die hier angegebene Lösung, basiert auf der zuvor vorgestellten Randbehandlung mittels Zero-Padding. Sollten Sie sich für eine andere Randbehandlung entschieden haben, werden sich die Werte in dem Gelb hervorgehobenen Bereich von der Musterlösung unterscheiden.

71	109	91	76	38
72	131	115	111	52
67	111	115	98	53
64	103	122	106	68
64	81	98	71	54

Aufgabe 3a: Digitale Bilder

(Punkteverteilung: 0,75 Punkte, 0,25 Punkte für jeden Schritt)

In der Vorlesung haben wir kennen gelernt, dass Digitale Kameras mit dem (Loch-) Kameramodell arbeiten. Dieses verwendet die Perspektivische Projektion, geben durch:

$$d = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(\theta_x) & \sin(\theta_x) \\ 0 & -\sin(\theta_x) & \cos(\theta_x) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos(\theta_y) & 0 & -\sin(\theta_y) \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin(\theta_y) & 0 & \cos(\theta_y) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos(\theta_z) & \sin(\theta_z) & 0 \\ -\sin(\theta_z) & \cos(\theta_z) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} (a - c),$$

mit

$$d = \begin{pmatrix} d_x \\ d_y \\ d_z \end{pmatrix}, c = \begin{pmatrix} c_x \\ c_y \\ c_z \end{pmatrix}, a = \begin{pmatrix} a_x \\ a_y \\ a_z \end{pmatrix}$$

Berechnen Sie die 3D Position des projizierten Objekts a für $d = (-20, 0, 10)^T$, $a = (30, 40, 10)^T$ und $\theta = (0, 90^\circ, 0)^T$. Notieren Sie auch alle zwischen Schritte.

Orientierungswinkel der Kamera θ einsetzen und auf der linken Seite die ersten drei Matrizen multiplizieren.

$$d = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos(0) & \sin(0) \\ 0 & -\sin(0) & \cos(0) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos(\pi/2) & 0 & -\sin(\pi/2) \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin(\pi/2) & 0 & \cos(\pi/2) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos(0) & \sin(0) & 0 \\ -\sin(0) & \cos(0) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} (a - c) \quad d = \begin{pmatrix} 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix} (a - c)$$

Aufgabe 3a: Digitale Bilder

(Punkteverteilung: 0,75 Punkte, 0,25 Punkte für jeden Schritt)

Vektor **d** einsetzen und die Vektoren **a-c** auf eine Seite bringen:

$$(a-c) = \begin{pmatrix} 0 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} -20 \\ 0 \\ 10 \end{bmatrix} \quad (a-c) = \begin{bmatrix} 10 \\ 0 \\ 20 \end{bmatrix}$$

c einsetzen und auflösen nach **a**:

$$a = \begin{bmatrix} 10 \\ 0 \\ 20 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 30 \\ 40 \\ 10 \end{bmatrix} \quad a = \begin{bmatrix} 40 \\ 40 \\ 30 \end{bmatrix}$$

Aufgabe 3b: Digitale Bilder

(Punkteverteilung: 1,5 Punkte, 0,5 Punkte für jeden Wert)

Berechnen sie die Koordinaten P1', P2' und P3' auf der Hauptebene, auf die die Punkte P1 (-20, 170, 70), P2 (70, 45, 60) und P3 (120, -40, 45) abgebildet werden.

Die Berechnung der des ersten Punktes P1' wird beispielhaft mit dem Dreisatz durchgeführt, die Berechnung der y-Koordinaten, sowie der Punkte P2' und P3' erfolgt analog.

$$\frac{70}{50} = \frac{x}{20} \Rightarrow \frac{70}{50} * 20 = x \Rightarrow x = 28$$

$$-\frac{120}{50} = \frac{y}{20} \Rightarrow -\frac{120}{50} * 20 = y \Rightarrow y = -48$$

Da die Linse die Koordinaten (50, 50, 20) hat, muss jeweils noch 50 addiert werden und wir erhalten P1' = (78,2,0)

Die Berechnung der Punkte P2' und P3' erfolgt analog mit P2' = (40,52.5,0)

und P3' = (-6,122,0)

Aufgabe 3c: Digitale Bilder

(Punkteverteilung: 0,75 Punkte, 0,25 Punkte für jeden Wert)

Berechnen sie die Pixel N1, N2 und N3, auf die die Punkte P1', P2' und P3' abgebildet werden.

Alle Koordinaten müssen mit $127/100$ multipliziert und anschließend gerundet werden, um den korrekten Pixel zu erhalten.

$N1 = (99,3)$, $N2 = (51,67)$ und $N3 = (-8,155)$

Aufgabe 4: Histogrammausgleich

(Punkteverteilung: 1,5 Punkte, 0,75 Punkte für jedes Diagramm)

Wir haben folgendes Grauwertbild gegeben mit 100 Helligkeitsstufen (0 – 99).
Zeichnen Sie das Histogramm H mit 10 Balken und seine Summenkurve S. Die Y-Werte von S sollten in das Intervall [0, 100] normalisiert werden

6	48	94	33	7
12	36	26	71	91
29	17	34	45	67
34	55	74	1	41
87	14	28	61	32

