

Visual Computing

Winter Semester 2020/2021, Übung 04

Prof. Dr. Arjan Kuijper

Max von Buelow, M.Sc., Volker Knauthe, M.Sc.

Lukas Zajonz, Daniel Ochs und Daniel Jan Stepp



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Übung 4 – Bilder

Abgabe bis zum Freitag, den 04.12.2020, 8 Uhr morgens, als PDF in präsentierbarer Form.

Aufgabe 1: Histogrammausgleich (4 Punkte)

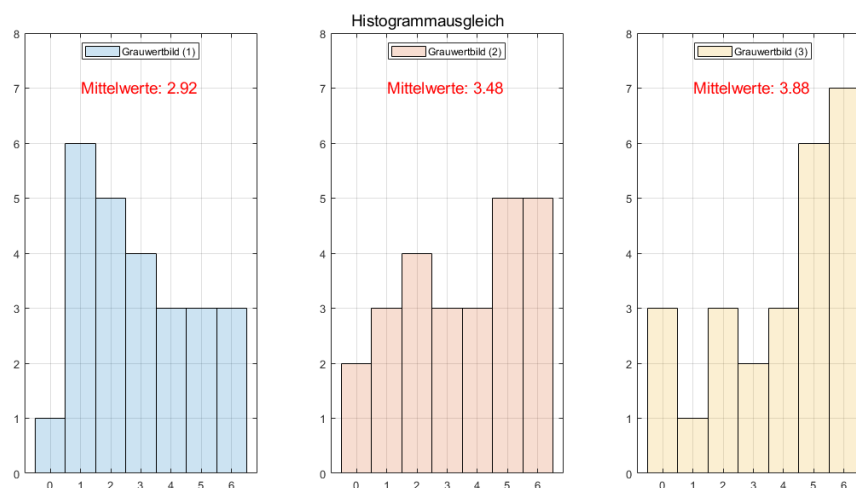
1a) (1 Punkt)

Betrachten sie die drei folgenden Grauwertbilder, 0 symbolisiert schwarz. Welches ist das hellste und welches das dunkelste Bild? (1 Punkt, nur falls komplett richtig)

(1)	<table><tr><td>1</td><td>5</td><td>1</td><td>3</td><td>6</td></tr><tr><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>6</td><td>1</td><td>4</td><td>5</td><td>3</td></tr><tr><td>4</td><td>5</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td>3</td><td>4</td><td>2</td></tr></table>	1	5	1	3	6	2	2	2	0	1	6	1	4	5	3	4	5	3	2	1	1	6	3	4	2	(2)	<table><tr><td>1</td><td>5</td><td>2</td><td>3</td><td>6</td></tr><tr><td>2</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td></tr><tr><td>6</td><td>6</td><td>4</td><td>5</td><td>3</td></tr><tr><td>4</td><td>5</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td>6</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	1	5	2	3	6	2	2	0	0	5	6	6	4	5	3	4	5	3	2	1	1	6	6	4	5	(3)	<table><tr><td>0</td><td>5</td><td>2</td><td>4</td><td>6</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>0</td><td>5</td></tr><tr><td>6</td><td>6</td><td>4</td><td>5</td><td>5</td></tr><tr><td>4</td><td>6</td><td>3</td><td>2</td><td>5</td></tr><tr><td>3</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>5</td></tr></table>	0	5	2	4	6	1	2	0	0	5	6	6	4	5	5	4	6	3	2	5	3	6	6	6	5
1	5	1	3	6																																																																												
2	2	2	0	1																																																																												
6	1	4	5	3																																																																												
4	5	3	2	1																																																																												
1	6	3	4	2																																																																												
1	5	2	3	6																																																																												
2	2	0	0	5																																																																												
6	6	4	5	3																																																																												
4	5	3	2	1																																																																												
1	6	6	4	5																																																																												
0	5	2	4	6																																																																												
1	2	0	0	5																																																																												
6	6	4	5	5																																																																												
4	6	3	2	5																																																																												
3	6	6	6	5																																																																												

Führen Sie einen Histogrammausgleich für folgendes Grauwertbild (1) aus und nehmen Sie 10 Helligkeitsstufen (0 - 9) an.

Lösungsvorschlag:



Vom zusammengefassten Histogrammausgleich zeigt es deutlich, dass Bild (1) am dunkelst ist Parallel ist Bild (3) am hellst. Die jeweilige Mittelwerte beweist solche Schlußfolgerung.

Vorname	Name	Matrikel-Nr.
Yi	Cui	2758172
Yuting	Li	2547040
Xiaoyu	Wang	2661201
Ruiyong	Pi	2309738

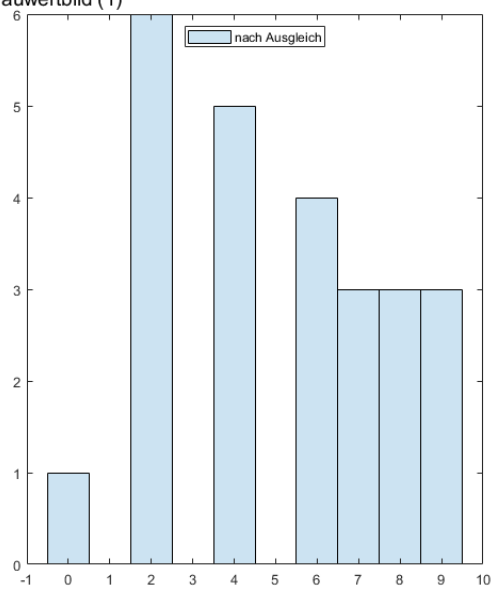
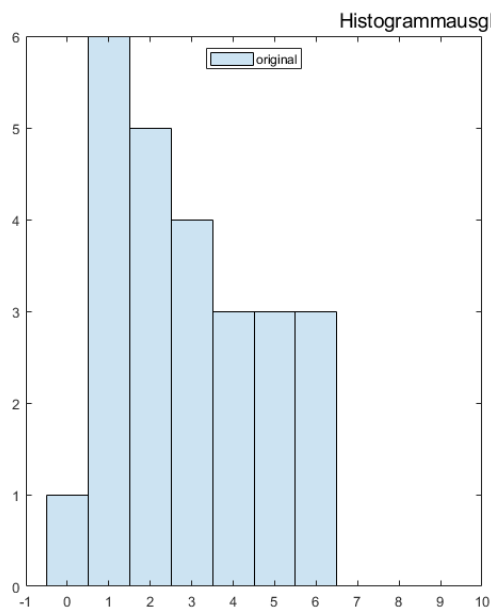
Unterliegender Teil zeigt den Histogrammausgleich für Grauwertbild(1):

$Bild_{original} =$

1	5	1	3	6
2	2	2	0	1
6	1	4	5	3
4	5	3	2	1
1	6	3	4	2

$Bild_{ausgegleichen} =$

2	8	2	6	9
4	4	4	0	2
9	2	7	8	6
7	8	6	4	2
2	9	6	7	4



Vorname	Name	Matrikel-Nr.
Yi	Cui	2758172
Yuting	Li	2547040
Xiaoyu	Wang	2661201
Ruiyong	Pi	2309738

1b) (2 Punkte)

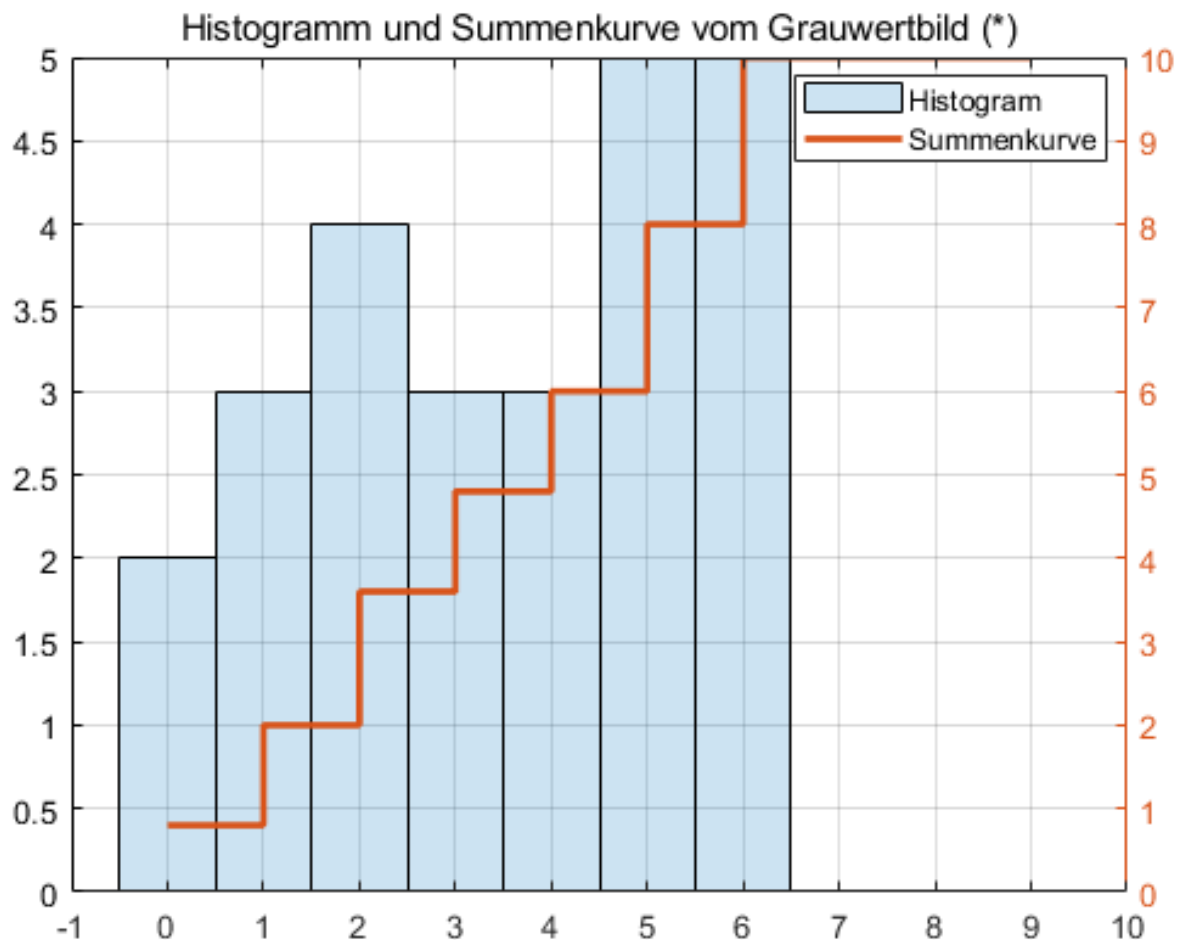
Zeichnen Sie das Histogramm H und seine Summenkurve S. Achten Sie auf die Achsenbeschriftungen. Die Y-Werte von S sollten in das Intervall $[0, 10]$ normalisiert werden.

1	5	2	3	6
2	2	0	0	5
6	6	4	5	3
4	5	3	2	1
1	6	6	4	5

Abbildung 1: Histogramm und Summenkurve

Lösungsvorschlag:

Das Histogramm und die normierte Summenkurve vom Grauwertbild (*) liegt darunter:

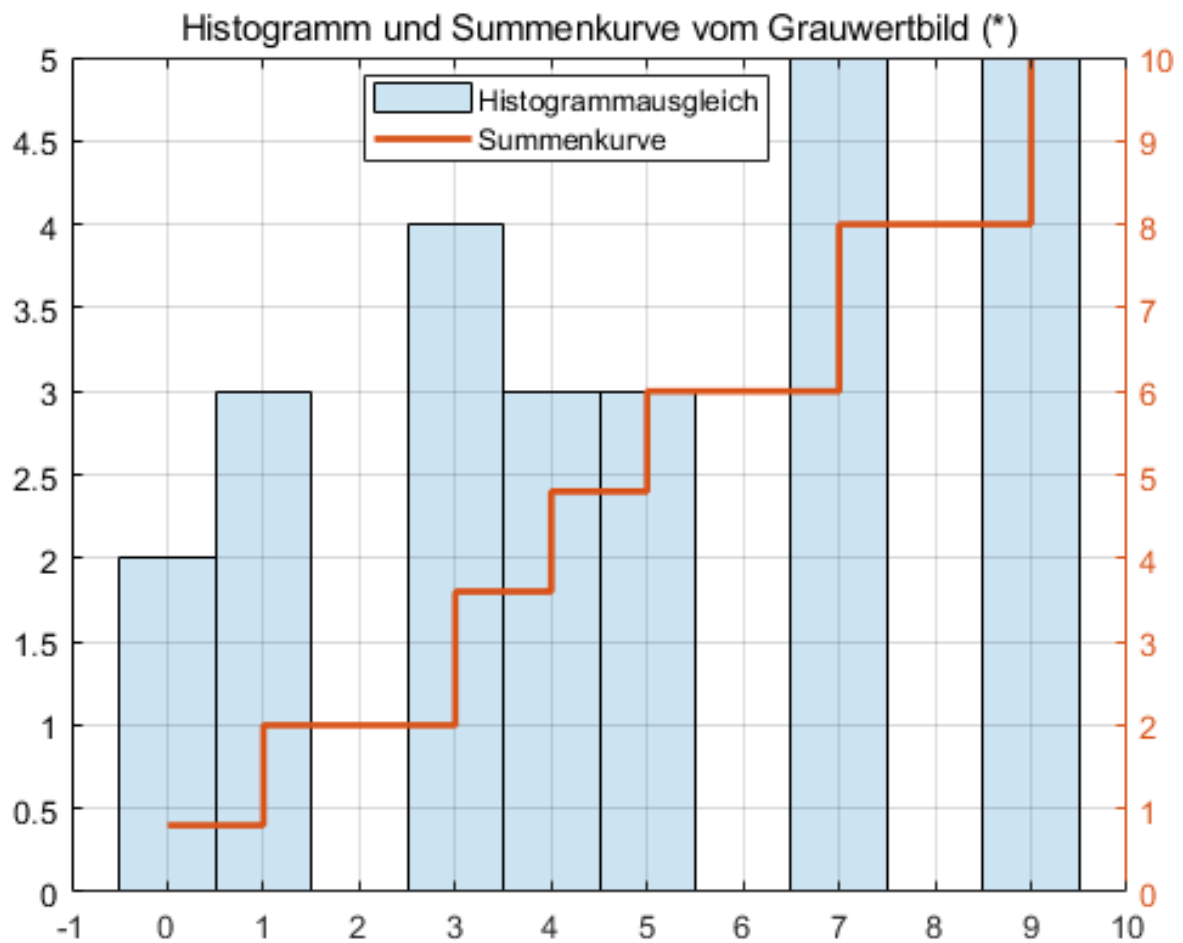


Vorname	Name	Matrikel-Nr.
Yi	Cui	2758172
Yuting	Li	2547040
Xiaoyu	Wang	2661201
Ruiyong	Pi	2309738

1c) (1 Punkt)

Lesen Sie die Werte für das ausgeglichene Histogramm H' am Ursprungshistogramm über die Summenkurve ab und zeichnen Sie H' . ($H'(x) = H(x')$ wobei $S(x') = x$)

Lösungsvorschlag:



$$Bild_{ausgegliehen} = \begin{bmatrix} 1 & 7 & 3 & 4 & 9 \\ 3 & 3 & 0 & 0 & 7 \\ 9 & 9 & 5 & 7 & 4 \\ 5 & 7 & 4 & 3 & 1 \\ 1 & 9 & 9 & 5 & 7 \end{bmatrix}$$

Vorname	Name	Matrikel-Nr.
Yi	Cui	2758172
Yuting	Li	2547040
Xiaoyu	Wang	2661201
Ruiyong	Pi	2309738

Aufgabe 2: Bildfilterung (2 Punkte)

Im Jahr 2012 gewann das neuronale Netzwerk "AlexNet" die sogenannte ImageNet Competition. Dabei ging es kurz gesagt darum, in Bildern Objekte zu erkennen. AlexNet war sehr erfolgreich, da es der Klasse der Convolutional Neural Networks¹ zugehörig ist. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass sie eine Vielzahl von linearen Faltungsfiltren lernen, um diese später bei der Erkennung von Objekten wie z.B. Katzen und Hunden anzuwenden. Wir wollen nun einen dieser Filter beispielhaft anwenden auf folgendes 4x4 Bild:

5	0	200	0
0	200	220	5
190	0	220	0
0	5	180	10

2a) (1 Punkt)

Sie haben nun ihr neuronales Netz trainiert und schauen sich die trainierten Filter an. In den meisten Convolutional Neural Networks wird als Randbehandlungsstrategie "zero padding" verwendet. Wenden sie folgende zwei Filter an und verwenden Sie zero padding. Runden Sie auf ganze Zahlen.

i)

1/16	1/8	1/16
1/8	1/4	1/8
1/16	1/8	1/16

ii)

1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9
1/9	1/9	1/9

Lösungsvorschlag:

$$Bild_{Gaussian} = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 14 & 64 & 90 & 39 \\ \hline 49 & 116 & 133 & 55 \\ \hline 60 & 102 & 119 & 54 \\ \hline 24 & 49 & 74 & 39 \\ \hline \end{array}$$

$$Bild_{Mittelwert} = \begin{array}{|c|c|c|c|} \hline 23 & 69 & 69 & 47 \\ \hline 44 & 115 & 94 & 72 \\ \hline 44 & 113 & 93 & 71 \\ \hline 22 & 66 & 46 & 46 \\ \hline \end{array}$$

Vorname	Name	Matrikel-Nr.
Yi	Cui	2758172
Yuting	Li	2547040
Xiaoyu	Wang	2661201
Ruiyong	Pi	2309738

2b) (1 Punkt)

Ihnen fällt (rein zufällig) auf, dass Ihnen die trainierten Filter bekannt vorkommen. Wie heißen die oben gezeigten Filter?

Lösungsvorschlag:

- * (1): 3x3 Gaussian Filter
- * (2): 3x3 Mittelwert Filter

Aufgabe 3: Bildkompressionsmethoden (4 Punkte)

3a) (2 Punkte)

In welche Arten lassen sich Kompressionen klassifizieren? Erklären Sie dabei die Kompressionsarten und nennen Sie jeweils ein Beispiel. Ordnen Sie anschließend die folgenden Dateiformate den Arten der Kompression zu.

- * JPEG
- * GIF

Lösungsvorschlag:

- * JPEG: Verlustbehaftete Kompression
 - * JPEG (Joint Photographic Experts Group) ist ein Familie von Algorithmen zur Kompression digitalisierter Standbilder in Echtfarbqualität, die Sammlung unterschiedlichster Verfahren 1993 unter der Bezeichnung ISO 10918 standardisiert.

Beispiel:
Für fotografische Aufnahmen mit fließenden Farbübergängen optimiert
 - * Verlustbehaftete Kompression: Komprimierte Kodierung der Bildinformationen, so dass nicht alle Eigenschaften des Bildes berücksichtigt werden und ggf. die exakte Rekonstruktion des Bildes nicht mehr möglich ist.

Beispiel:
Verwendet häufig Modelle der menschlichen Wahrnehmung zur Identifizierung von für den Betrachter irrelevanten Bildeigenschaften, die nicht kodiert werden müssen
- * GIF: Verlustlose Kompression
 - * GIF (Graphics Interchange Format) ist ein Grafikformat für Bilder mit Farbpalette (Farbtabelle mit max. 256 Farben, inkl. einer „Transparenzfarbe“). Es erlaubt eine verlustfreie Kompression der Bilder. Darüber hinaus können mehrere (übereinanderliegende) Einzelbilder in einer Datei abgespeichert werden, die von geeigneten Betrachtungsprogrammen wie Webbrowsern als Animationen interpretiert werden. [ref1]

Beispiel:
GIF-Animationen wie tumblr und 4chan

Vorname	Name	Matrikel-Nr.
Yi	Cui	2758172
Yuting	Li	2547040
Xiaoyu	Wang	2661201
Ruiyong	Pi	2309738

- * Kompressionsverfahren können verlustfrei arbeiten oder verlustbehaftet. Bei der verlustfreien Kompression geht es darum den Informationsinhalt so zu reduzieren, dass man ihn bei der Reproduktion exakt wieder hergestellt bekommt. Bei diesem Verfahren werden lediglich eindeutig redundante Datenbestände komprimiert, ohne dass Informationen verändert oder entfernt werden. [ref2]

Beispiel:
Huffman Code

3b) (1 Punkt)

Nennen Sie die Teilschritte der JPEG-Kompression, die Sie in der Vorlesung kennen gelernt haben.

Lösungsvorschlag:

- * Umwandlung in den $YC_R C_B$ Farbraum
- * Farb Subsampling
- * Diskrete Kosinustransformation
- * Quantisierung
- * Kodierung der Koeffizienten

3c) (1 Punkt)

Wandeln Sie folgende RGB-Werte in den YCBCR-Farbraum um. Geben Sie dabei den Rechenweg an und runden Sie auf ganze Zahlen.

- * $(R, G, B) = (123, 42, 42)$
- * $(R, G, B) = (42, 123, 123)$

Lösungsvorschlag:

- * $(Y, C_R, C_B) = (66, 114, 169)$
- * $(Y, C_R, C_B) = (99, 142, 88)$

Literatur

- [1] Wikipedia, [Graphics Interchange Format](#)
- [2] ITwissen.info, [Verlustfreie Kompression](#)