



Hochschule Konstanz
Technik, Wirtschaft und Gestaltung

Signale, Systeme und Sensoren

Kalibrierung von Digitalkameras

D. Wollmann, V. Bratulescu

Konstanz, 23. November 2020

Zusammenfassung (Abstract)

Thema:	Kalibrierung von Digitalkameras	
Autoren:	D. Wollmann	da161wol@htwg-konstanz.de
	V. Bratulescu	vl161bra@htwg-konstanz.de
Betreuer:	Prof. Dr. Matthias O. Franz	mfranz@htwg-konstanz.de
	Jürgen Keppler	juergen.keppler@htwg-konstanz.de
	Mert Zeybek	me431zey@htwg-konstanz.de

In diesem Versuch werden die Eigenschaften von digitalen Kameras untersucht. Dabei wird die Python Bibliothek OpenCV eingesetzt, um die Kamerasensoren zu kalibrieren. Ein Grauwertkeil wird mit einer digitalen Kamera aufgenommen und für jede Grauwertstufe den Mittelwert und die Standardabweichung berechnet. Als nächstes wird versucht die Auswirkungen des Dunkelstroms zu eliminieren. Dafür wird ein sogenanntes Dunkelbild erstellt, mit dem dann das Originalbild korrigiert wird. Außerdem gibt es noch das Problem, dass die Optik der Kamera die Helligkeit nicht gleichmäßig auf den Sensor überträgt und somit eine Vignettierung entsteht. Dafür wird ein Weißbild erstellt. Im letzten Teil der Aufgabe werden die Bilder auf funktionsuntüchtige Pixel, wie zum Beispiel hot, stuck und dead pixel untersucht.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	V
Listingverzeichnis	VI
1 Einleitung	1
2 Versuch 1: Aufnahme und Analyse eines Grauwertkeiles	2
2.1 Fragestellung, Messprinzip, Aufbau, Messmittel	2
2.2 Messwerte	3
2.3 Auswertung	4
2.4 Interpretation	5
3 Versuch 2: Aufnahme eines Dunkelbildes	7
3.1 Fragestellung, Messprinzip, Aufbau, Messmittel	7
3.2 Messwerte	8
3.3 Auswertung	8
3.4 Interpretation	9
4 Versuch 3	10
4.1 Fragestellung, Messprinzip, Aufbau, Messmittel	10
4.2 Messwerte	10
4.3 Auswertung	10
4.4 Interpretation	10
5 Versuch 4	11
5.1 Fragestellung, Messprinzip, Aufbau, Messmittel	11
5.2 Messwerte	11

5.3	Auswertung	11
5.4	Interpretation	11
Anhang		12
A.1	Quellcode	12
A.1.1	Quellcode Versuch 1	12
A.1.2	Quellcode Versuch 2	12
A.1.3	Quellcode Versuch 3	12
A.1.4	Quellcode Versuch 4	12
A.2	Messergebnisse	12
Literaturverzeichnis		13

Abbildungsverzeichnis

2.1	Versuchsaufbau	3
2.2	Der Grauwertkeil	4
2.3	Die einzelnen Grauwertsstufen und das zusätzliche Gesamtbild	5
2.3a	Grauwert 1	5
2.3b	Grauwert 2	5
2.3c	Grauwert 3	5
2.3d	Grauwert 4	5
2.3e	Grauwert 5	5
2.3f	Grauwertkeil	5
2.4	Standardabweichung und Durchschnitt der jeweiligen Grauwerte	5
2.4a	Mittelwert der Grauwerte	5
2.4b	Standardabweichung der Grauwerte	5
3.1	Eins der zehn aufgenommenen Bilder	8
3.2	Kontrastmaximiertes Dunkelbild	8
3.3	Korrigierter Grauwertkeil	9

Tabellenverzeichnis

2.1	Einstellungen der Sony A6300	4
-----	--	---

Listingverzeichnis

Kapitel 1

Einleitung

Kapitel 2

Versuch 1: Aufnahme und Analyse eines Grauwertkeiles

2.1 Fragestellung, Messprinzip, Aufbau, Messmittel

Im ersten Versuch wird einen Grauwertkeil mithilfe einer Webcam aufgenommen. In Absprache mit Herrn Franz haben wir alle Bilder der Versuche mit einer digitalen Kamera aufgenommen. Dabei verwenden wir die Sony A6300. Der Grauwertkeil wurde an der Wand befestigt und senkrecht dazu die Kamera aufgestellt. Die Kamera wurde ebenfalls so ausgerichtet, dass die Grauwertstufen parallel zum Bildrand verlaufen. Der Lichteinfluss im Raum wurde so angepasst, dass kein Schatten auf das Bild einfällt.

Das aufgenommene Bild wird mit der OpenCV Bibliothek in Python eingelesen und in ein Grauwertbild umgewandelt. Dieses wird in die einzelnen Stufen eingeteilt und jeweils die Standardabweichung und der Mittelwert berechnet. Dabei sollen die Unterbilder möglichst viele Pixel der jeweiligen Stufe umfassen ohne die Stufenränder zu berühren.

Da unser aufgenommenes Bild eine Auflösung von 6000x4000 Pixel hat und mit der Methode `cv2.imshow` nicht angezeigt werden kann, haben wir uns dazu entschieden das Bild auf die Auflösung 600x400 Pixel zu skalieren, was 10% der originalen Größe entspricht. Die Skalierung wurde mithilfe von Python durchgeführt.



Abbildung 2.1: Versuchsaufbau

2.2 Messwerte

Die Aufnahme mit den Einstellungen aus der Tabelle 2.1 ergab folgendes Bild 2.2.



Abbildung 2.2: Der Grauwertkeil

Beschreibung	Wert
Frame Width	600
Frame Height	400
ISO	100
Blende	f3.2
Verschlusszeit	1/13
Manueller Fokus	Ja
Abstand von Objektiv zu Grauwertkeil	32.5cm

Tabelle 2.1: Einstellungen der Sony A6300

2.3 Auswertung

Das Originalbild wird mit der Funktion `cv2.cvtColor` in ein Grauwertbild umgewandelt. Mit Hilfe von Indizierung und Index Slicing wurde das Grauwertbild in fünf Unterbilder unterteilt.

Durch die Funktion `cv2.meanStdDev` wird die empirische Standardabweichung und der

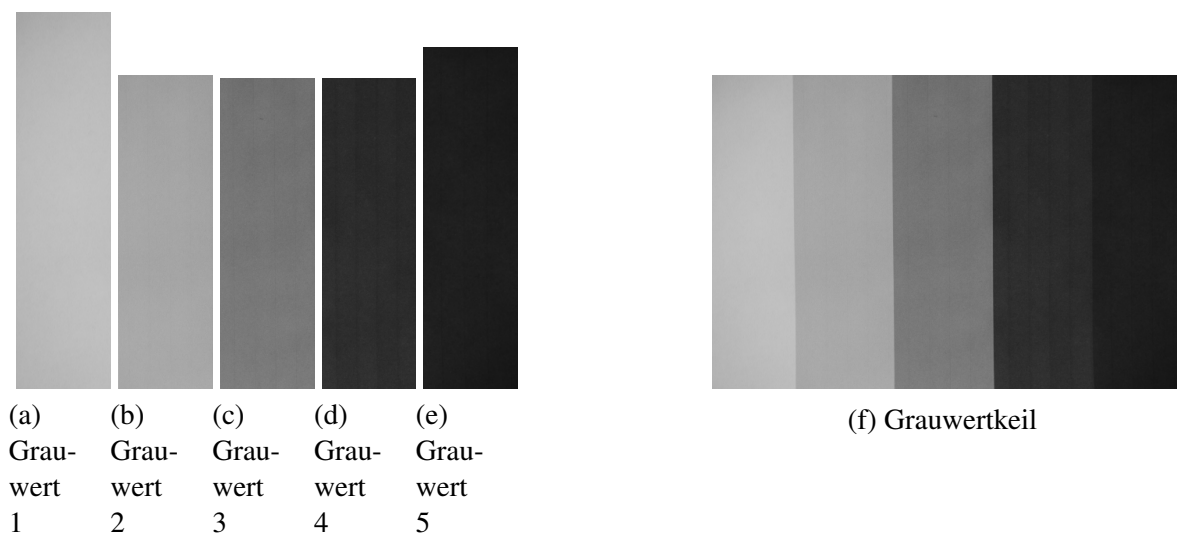


Abbildung 2.3: Die einzelnen Grauwertsstufen und das zusätzliche Gesamtbild

Mittelwert der einzelnen Unterbilder des Grauwertkeils berechnet. Die Ergebnisse der Standardabweichungen und Mittelwerte sehen wir in Abbildung 2.4.

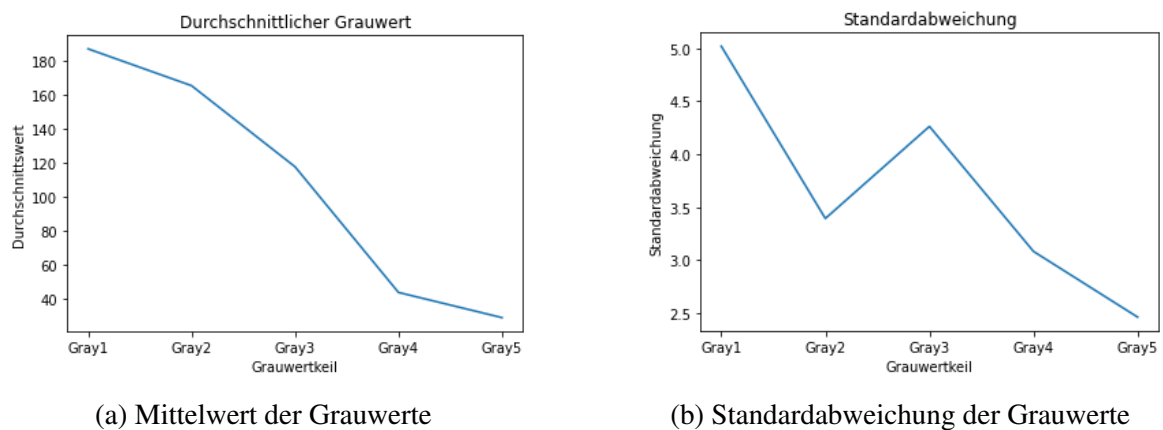


Abbildung 2.4: Standardabweichung und Durchschnitt der jeweiligen Grauwerte

2.4 Interpretation

In Abbildung 2.3 ist zu sehen, dass die einzelnen Grauwertkeile unterschiedlich hoch sind, was darauf zurückzuführen ist, dass wir die Array Breite unterschiedlich gewählt haben, um die Stufenränder nicht zu berühren. Die große Standardabweichung bei Gray 1 in 2.4, könnte daran liegen, dass wir in diesem Bereich am wenigsten Messwerte genommen haben, was das Ergebnis verfälschen könnte.

Zusammenfassend kann man sagen, dass die einzelnen Grauwertstufen eine geringe Standardabweichung aufweisen, was bedeutet, dass fast alle Pixel den gleichen Wert haben.

Kapitel 3

Versuch 2: Aufnahme eines Dunkelbildes

3.1 Fragestellung, Messprinzip, Aufbau, Messmittel

Aufgrund von Fertigungstoleranzen und von spontan entstehenden Ladungsträgerpaaren durch Wärmezufuhr, entsteht ein sogenannter Dunkelstrom. Dieser und das thermische Rauschen der Ausleseelektronik führt dazu, dass jeder Pixel ein leicht unterschiedlicher Nullpunkt hat. Um diesen pixelweisen Offset zu eliminieren, wird in Versuch 2 ein Dunkelbild erstellt. Das Dunkelbild wird von einem Eingabebild subtrahiert und somit bekommt man ein korrigiertes Endbild. Das Dunkelbild haben wir aufgenommen, indem wir das Objektiv komplett abgedeckt haben. In diesem Versuch werden 10 Bilder aufgenommen und dabei pro Pixel ein Mittelwert berechnet. Wenn man alle berechneten Mittelwerte zu einem Bild zusammenfügt, hat man das sogenannte Dunkelbild, das vom Eingabebild subtrahiert werden kann.

3.2 Messwerte

In der nachfolgenden Abbildung 3.1 ist eines der aufgenommenen Bilder, wo das Objektiv verdeckt war, dargestellt.



Abbildung 3.1: Eins der zehn aufgenommenen Bilder

3.3 Auswertung

Um das Objektiv abzudecken, haben wir die standard mitgelieferte Schutzkappe verwendet. Dadurch konnten wir ein maximal dunkles Bild erzielen. Zu aller erst haben wir die 10 aufgenommenen Bilder eingelesen, in ein Grauwertbild umgewandelt und anschließend in ein float image konvertiert. Danach haben wir den pixelweisen Mittelwert berechnet und in einem Ausgabebild gespeichert, welches wir zuvor wieder zurück konvertiert haben als int image. Das Ausgabebild wurde dann mit der Funktion `cv2.equalizeHist` kontrastmaximiert und zum Schluss vom Grauwertkeilbild subtrahiert. Das kontrastmaximierte Bild ist in Abbildung 3.2 zu sehen.

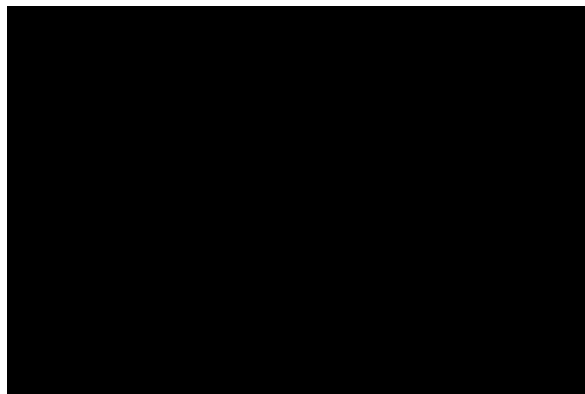


Abbildung 3.2: Kontrastmaximiertes Dunkelbild

Der korrigierte Grauwertkeil ist in Abbildung 3.3 dargestellt.

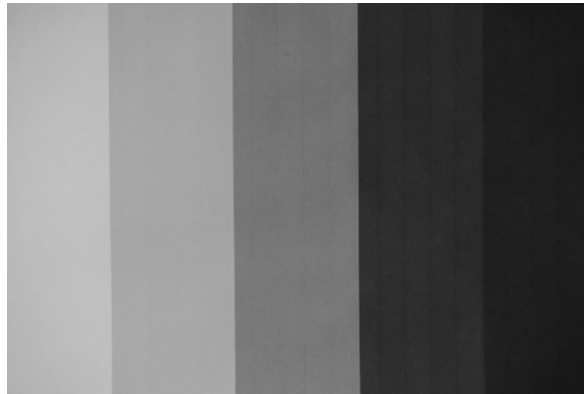


Abbildung 3.3: Korrigierter Grauwertkeil

3.4 Interpretation

Da unser korrigierter Grauwertkeil relativ ähnlich, wenn nicht sogar identisch zu unserem Ausgangsbild ist, können wir davon ausgehen, dass unsere verwendete Kamera, so gut wie keine Dunkelströme aufweist und die schwarzen Farben sehr gut aufnimmt. Des weiteren hatten auch unsere Pixel der aufgenommenen zehn Bilder, einen sehr nahen Wert an null, bzw. nur vereinzelte Pixel standen auf eins. Was dementsprechend ein Dunkelbild ergibt, welches kein starken Einfluss auf die Subtraktion des Eingangsbildes einnimmt.

Kapitel 4

Versuch 3

4.1 Fragestellung, Messprinzip, Aufbau, Messmittel

4.2 Messwerte

4.3 Auswertung

4.4 Interpretation

Kapitel 5

Versuch 4

5.1 Fragestellung, Messprinzip, Aufbau, Messmittel

5.2 Messwerte

5.3 Auswertung

5.4 Interpretation

Anhang

A.1 Quellcode

A.1.1 Quellcode Versuch 1

A.1.2 Quellcode Versuch 2

A.1.3 Quellcode Versuch 3

A.1.4 Quellcode Versuch 4

A.2 Messergebnisse

Literaturverzeichnis