

Laborbericht 2

Tobias Mack, Georgios Gerontidis

Mai 2021, Konstanz

Inhaltsverzeichnis

1	Introduction	3
2	OpenCv-Packet	3
3	Teil 1	4
3.1	Motivation	4
3.2	Messwerte	4
3.3	Auswertung	5
3.3.1	Farbmanagement	6
4	Teil 2	7
4.1	Motivation	7
4.1.1	Pixel Offset	7
4.1.2	Dunkelbild Vorteil	7
4.2	Messwerte	7
4.3	Auswertung	8
5	Teil 3	9
5.1	Motivation	9
5.1.1	Pixel Offset	9
5.1.2	Weißbild Vorteile	9
5.2	Messwerte	9
5.3	Auswertung	10
5.3.1	Vignettierung	10
6	Teil 4	11
6.1	Motivation	11
6.1.1	Dead Pixel	11
6.1.2	Stuck Pixel	11
6.1.3	Hot Pixel	11
6.2	Messwerte	11
6.3	Auswertung	12
7	Quellen	14

1 Introduction

Im zweiten Versuch untersuchen wir die Eigenschaften von digitalen Kameras (in unseren Fall die Selfie-Kamera eines Notebooks). Lernziele sind in diesem Versuch: das Verständnis für Fehlerquellen in Bildsensoren, Kennenlernen von Korrekturverfahren für Bildsensorfehler, Durchführung einfacher Bildverarbeitungsoperationen, allgemeine praktische Erfahrung sammeln mit Kamerasensoren und das Erlernen des Python OpenCV-Packets.

2 OpenCv-Packet

OpenCv ist ein Python-Packet was vor allem für Algorithmen für die Bildverarbeitung und maschinelles Sehen verwendet wird. Das Packet beinhaltet viele verschiedene Funktionen die für unseren Versuch essenziell sind, da diese Funktionen z.B. bei der Fehleranalyse verwendet werden.

Aufnahme und Analyse eines Grauwertkeils

3 Teil 1

3.1 Motivation

Im ersten Teil prüfen wir mit unserer Webcam, ob wir einen stufenförmigen Grauverlauf aufnehmen können. Das Muster ist vorher bekannt, deswegen kann man sie anhand der Aufnahme messen.

Der Grauwert sollte in jeden Pixel unserer Aufnahme konstant sein, jedoch wird unsere Aufnahme abweichen, aufgrund von Bildfehlern und Sensorrauschen. Der Graukeil wird mit einem bestimmten Abstand zur Webcam aufgenommen. Dieser Abstand bleibt bei allen Aufnahmen gleich, da man für jede Fokuseinstellung ein eigenes Weißbild benötigt.

3.2 Messwerte

Für die gesamten Aufnahmen wurden die selben Belichtungsparameter eingestellt, da der Offset jedes Pixels von der Belichtungszeit abhängt.

Parameter	Wert
framewidth	640
frameheight	480
brightness	150.0
contrast	128.0
saturation	64.0
gain	-1
exposure	156.0
whitebalance	-1.0

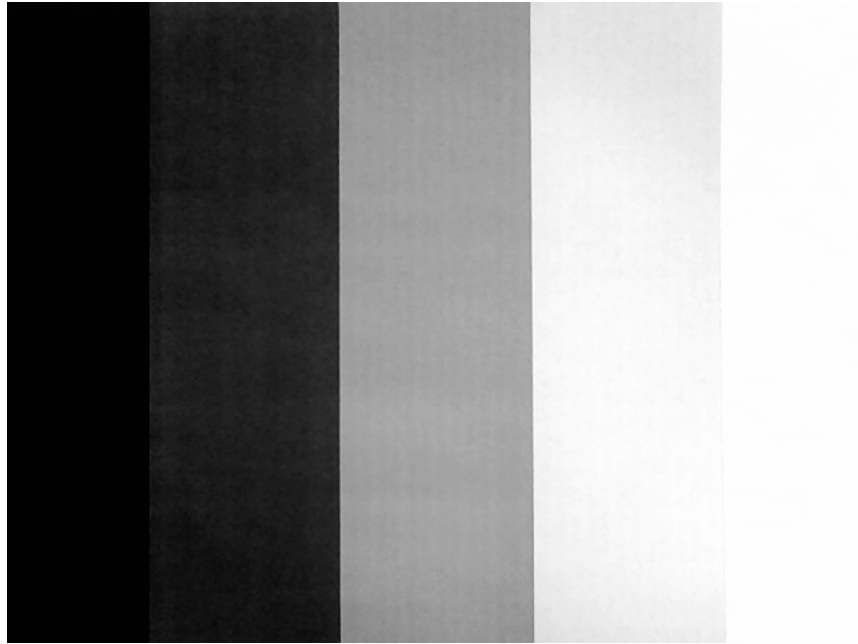


Abbildung 1: Grauwertkeil

Extrahiert man aus dem Grauwertkeil, die einzelnen Graustufen, ohne die Stufenränder zu berühren, kann man den Mittelwert und die Standardabweichung der 5 Unterbilder berechnen.

Unterbilder	Mittelwert	Standardabweichung
frame1	1.000	0.123
frame2	29.739	7.157
frame3	160.468	6.111
frame4	243.342	7.719
frame5	253.762	0.426

3.3 Auswertung

Man sieht deutlich dass bei verschiedenen Grauwertstufen, verschiedene Mittelwerte und Standardabweichungen entstehen. Das liegt daran, dass der Sensor der Kamera die verschiedenen Farbstufen unterschiedlich auffasst. Die Werte weichen in den mittleren Bereichen (Graustufe 2 - 4) etwas höher ab, als an den Rändern der Aufnahme, da zum einen die Druckqualität etwas fehlerbehaftet ist, zum Anderen auch der Sensor der Kamera angepasst werden muss.

3.3.1 Farbmanagement

Die Aufnahme unseres Sensors kann gemessen und angepasst werden. Durch richtige Kalibrierung(wird im späteren Kapitel genauer erklärt) kann man die Aufnahmefehler eliminieren und somit ein harmonisches Bild erzeugen.

Aufnahme eines Dunkelbildes

4 Teil 2

4.1 Motivation

4.1.1 Pixel Offset

Dieser Offset entsteht, wenn das thermische Rauschen der Ausleseelektronik, aufgrund von Fertigungstoleranzen und von spontaner Wärmezufuhr entstehenden Ladungsträgerpaaren, zu einem leicht unterschiedlichen Nullpunkt jedes Pixels führt.

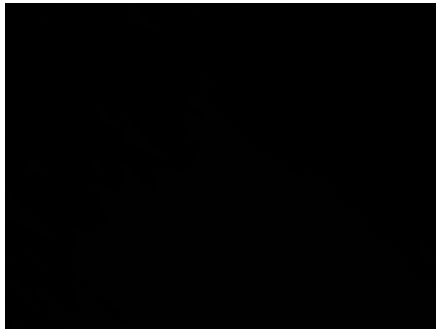
4.1.2 Dunkelbild Vorteil

Diesen Pixel Offset kann man eliminieren, in dem man ein Dunkelbild erstellt. Dieses Dunkelbild subtrahiert man vor jeder Aufnahme, jedoch entfernt man nicht das komplette Rauschen. Der Offset hängt stark von der Belichtungszeit ab, d.h. für jede Aufnahme braucht man einen konstanten Belichtungsparameter mit entsprechendem Dunkelbild.

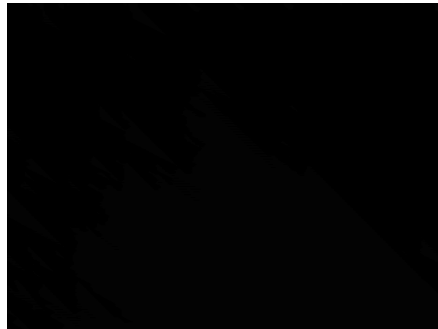
Ein weiterer Vorteil des Dunkelbildes ist, dass es alle Nullpunkte von jedem Pixel des gesamten Sensor bestimmt.

4.2 Messwerte

Das Objektiv der Kamera wurde abgedeckt und aus 10 Aufnahmen anschließend ein pixelweiser Mittelwert berechnet. Somit haben wir ein Bild von Mittelwerten in derselben Größe, wie die Einzelaufnahmen. (640x480)



(a) Dunkelbild aus 10 Aufnahmen



(b) Dunkelbild kontrastmaximiert

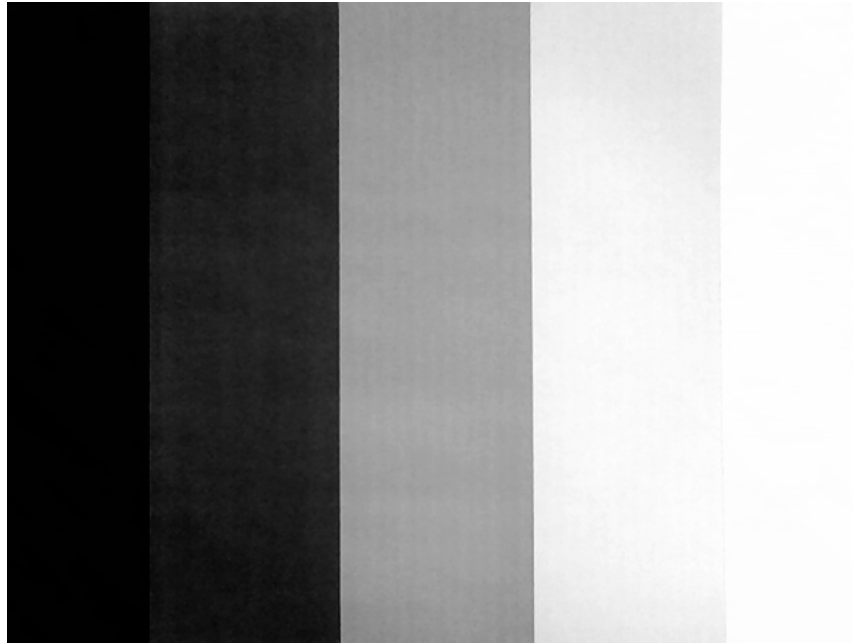


Abbildung 3: Dunkelbild von Grauwertkeil subtrahiert

4.3 Auswertung

Die Pixel unseres Sensors reagieren individuell auf Temperatureinflüsse, d.h. jeder Pixel erzeugt einen Strom für Schwarz.

In Abbildung b, wo das Dunkelbild kontrastmaximiert dargestellt wird, erkennt man deutlich im unteren und mittleren Teil die Pixelfehler(hot pixel). In diesem Intervall schwankt der Dunkelstrom um einen konstanten Wert, den wir berechnen und dann vom Graukeil subtrahieren.

Vergleicht man nun Abbildung 1 (Grauwertkeil vor der Subtraktion) mit Abbildung 3 (Grauwertkeil nach der Subtraktion) kann man im eben beschriebenen Bereich einen Unterschied feststellen(Dark-Frame-Korrektur).

Somit haben wir den ersten Schritt, zur Erzeugung eines harmonischen Bildes, erledigt.

Aufnahme eines Weißbildes

5 Teil 3

5.1 Motivation

5.1.1 Pixel Offset

Die Pixel einer Kamera sind in ihrer Sensitivität nicht völlig gleich, aufgrund von Fertigungstoleranzen. Zudem überträgt die Optik der Kamera die Helligkeit nicht gleichmäßig auf den Sensor (Abdunklung an den Rändern des Bildes).

5.1.2 Weißbild Vorteile

Das Weißbild wird verwendet um den oberen Fehler zu kompensieren. Am Besten eignen sich für Weißbilder, der Himmel (wolkenlos) oder ein Blatt Papier, also homogene Flächen.

Dieses Weißbild dividiert man dann durch unsere Aufnahme. Somit läßt sich die Sensitivität jedes einzelnen Pixels berechnen. Für jede Fokuseinstellung der Kamera benötigt man ein eingenes Weißbild → d.h. unsere Aufnahme muss die selbe Entfernung zum Kameraobjektiv haben, wie unser Weißbild.

Mit dem Dunkelbild, welches wir im ersten Teil erstellt haben, in Kombination mit unserem Weißbild können wir die Intensität des einfallenden Lichts bestimmen.

5.2 Messwerte

Wie zuvor bei dem Dunkelbild, werden bei dem Weißbild ebenfalls die pixelweisen Mittelwerte aus 10 Aufnahmen berechnet. Da das Weißbild vom Fokus des Kameraobjektives abhängt, wurde hier darauf geachtet, es im selben Abstand wie das Bild des Graukeiles aufzunehmen. In diesem Fall waren es 23cm.



(a) Weißbild aus 10 Aufnahmen

(b) Weißbild kontrastmaximiert

5.3 Auswertung

Abbildung (a) in Kapitel 5.2 zeigt deutlich die Fehlerquellen an. Diese Fehler können zu einem durch Verunreinigung des Sensors(z.B. durch Staub) oder die Vignettierung entstehen. Zum anderen weil die Positionierung des Blattes nicht vollkommen planar war und deshalb die Lichtverhältnisse leichte Schatten geworfen haben auf der Oberfläche des Blattes.

5.3.1 Vignettierung

Unter Vignettierung versteht man, dass die Helligkeit ungleichmäßig auf den Sensor übertragen wird. Dafür verantwortlich ist die Optik der Kamera.

Pixelfehler

6 Teil 4

6.1 Motivation

Pixelfehler kann man mit ihren jeweiligen Dunkel- oder Weißbild durch Interpolation aus Ihren Nachbarwerten ersetzen, so das man Sie nicht mehr erkennen kann

6.1.1 Dead Pixel

Pixelfehler die immer auf ihrem niedrigsten Wert bleiben. Kann man mit einem Dunkelbild entdecken(fallen als helle Punkte auf)

6.1.2 Stuck Pixel

Pixelfehler die immer auf ihren maximalen Wert bleiben. Kann man ebenfalls mit einem Dunkelbild entdecken(fallen auch als helle Punkte auf).

6.1.3 Hot Pixel

Pixelfehler die bei längeren Belichtungszeiten in die Sättigung gehen. Kann man mit einem Weißbild entdecken(fallen als dunkle Punkte auf).

6.2 Messwerte

Nach der Korrektur anhand des Dunkel - und Weißbildes erhält man folgenden Graukeil.

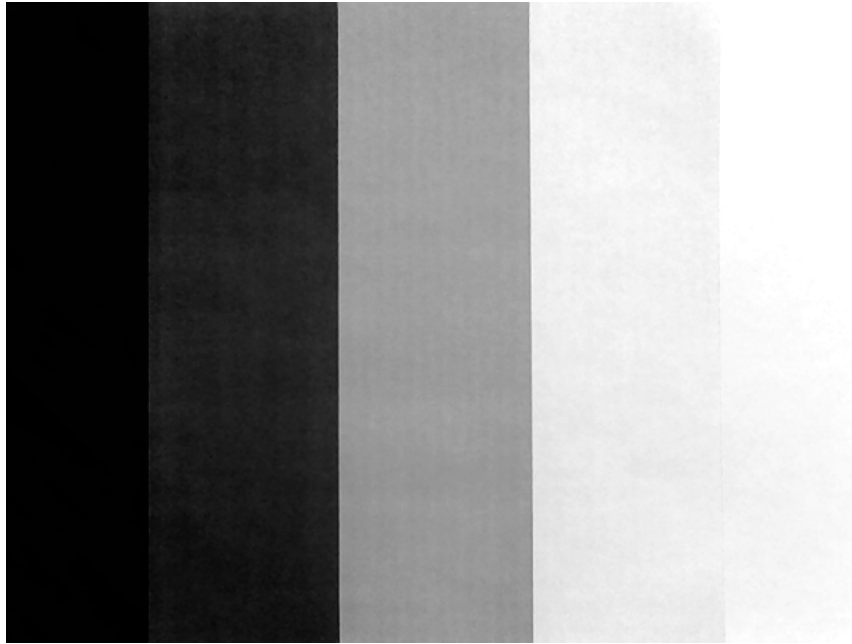


Abbildung 5: Division des normierten Weißbildes von dem Grauwertkeil

Unterbilder	Mittelwert	Standardabweichung
frame1	0.875	0.345
frame2	29.577	7.568
frame3	157.123	5.886
frame4	239.569	5.301
frame5	251.261	4.315

6.3 Auswertung

Zum Vergleich die Werte vor den Anpassungen des Dunkel- und Weißbildes

Unterbilder	Mittelwert	Standardabweichung
frame1	1.000	0.123
frame2	29.739	7.157
frame3	160.468	6.111
frame4	243.342	7.719
frame5	253.762	0.426

Man kann erkennen, dass die Mittelwerte etwas kleiner geworden sind, was auf die Korrektur durch das Dunkelbild zurückzuführen ist. Da das Dunkelbild die Nullpunkte von jedem Pixel des Sensors bestimmt, konnte hier eine Anpassung erfolgen. Die Standardabweichung ist ebenfalls in den mittleren Bereichen gesunken. Aber vor allem im Weißbereich des Graukeils ist eine Verschlechterung aufgetreten. Die Standardabweichung ist in diesem Bereich nahezu verachtfacht worden. Dies lässt sich aufgrund von Messungenauigkeiten erklären. Zum einen ist die erste und wohl größte Fehlerquelle schon bei der Druckqualität zu sehen. Zusätzlich konnten in unserem Test auch keine Laborbedingungen hergestellt werden, die eine genauere Positionierung der ausgedruckten Blätter zuließen. Desweiteren waren auch die Lichtverhältnisse nicht konstant. Der Vignettierung konnte hingegen, durch die Division des normierten Weißbildes, entgegengewirkt werden. Grundsätzlich ist eine solche Korrektur trotzdem unerlässlich, wenn es um Datenverarbeitung geht. Solche korrigierten Bilder werden z.B. in der Astronomie zur quantitativen Analyse verwendet. Ohne die Eliminierung der Pixelfehler würde jegliche Art von Messungen noch stärker verfälscht werden.

7 Quellen

Prof. Franz Moodle Unterlagen

<https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/homogene-flaechehttps>

<https://de.googl-info.com/1008465/1/dunkelbild.html>

<https://www.datacolor.com/de/konsistente-farben-trotz-verschiedenster-kameras/>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Bildsensorkalibrierung>