

# BVER PROJEKTARBEIT

## Erkennung von Widerstandswerte

Alexander Murray  
alexander.murray@students.fhnw.ch

Florian Wernli  
florian.wernli@students.fhnw.ch

18. Juni 2017

## 1 Einführung

In diesem Projekt handelt es sich um das Erkennen von Durchgangswiderständen und deren Farbringe anhand eines gut beleuchteten Fotos einer Leiterplatine. Das Foto wird senkrecht zur Platine aufgenommen und die Platine wird gerichtet beleuchtet (Kamera-Blitz). Die Widerstände sollten möglichst flach auf der Platine liegen, aufgestellte Widerstände werden nicht erkannt. Die Widerstände sollten weiter Blau-farbig sein.

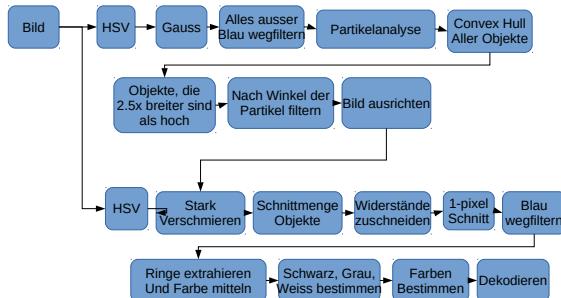


Abbildung 1: Überblick der Bildbearbeitung

## 2 Objekterkennung

Abbildung 2 zeigt die Ausgangslage.

Das Bild wird als erstes in den HSV-Farbraum transformiert und tiefpass-gefilitert, um das Rauschen ein bisschen entgegenzuwirken.

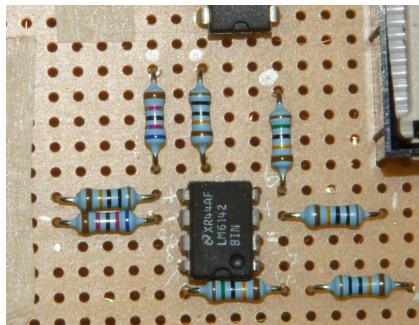


Abbildung 2: Ausgangslage

Die blaue Farbe der Widerstände wird ausgenutzt, um die Widerstände zu isolieren. Eine Maske wird generiert (siehe Abbildung 3) welche nur die

blauen Teile des Bildes enthüllt. Die Vorgehensweise dafür ist ein einfaches Thresholding im HSV-Farbraum.

Diese Maske enthält noch viele Artefakte die mittels eines Openings grösstenteils entfernt werden können. Ein Nachteil hier ist dass die Filtergrösse von der Widerstandsgrösse abhängt, aber wir zu diesem Zeitpunkt nicht wissen können, wie viele Pixel ein Widerstand im Bild besetzt. Für die Bilder, die wir verwendet haben, benutzten wir ein 4x4 Filter.

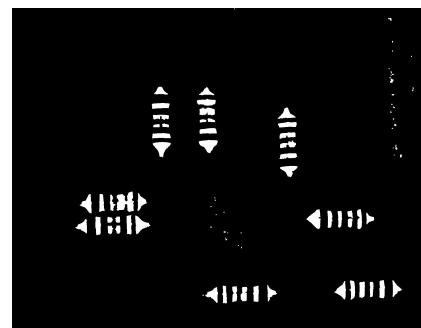


Abbildung 3: Maske, nach Blau gefiltert

Als nächstes wird eine Partikelanalyse durchgeführt. Vorallem von Interesse ist die umhüllende Ellipse der Objekte, weil daraus die Orientierung und die Höhen- und Breitenverhältnisse der Objekte analysiert werden kann. Wie in Abbildung 4 demonstriert wird, wird die Geometrie der Ringe (oder genauer: Die Geometrie des Zwischenraums der Ringe) ausgenutzt.

Partikel, die mehr als 2.5 mal so hoch sind wie Breit (in Abbildung 4 als Rot markiert) werden behalten. Partikel, die dieses Kriterium nicht erfüllen (in Abbildung 4 als Blau markiert), werden eliminiert.

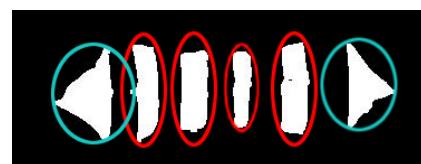


Abbildung 4: Partikelanalyse der Zwischenräume der Ringe.

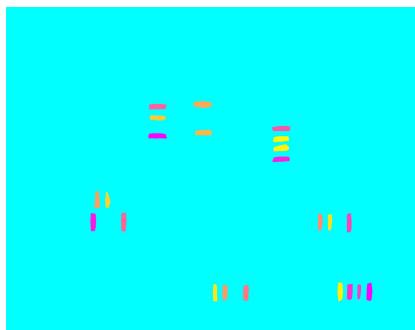
Zu diesem Zeitpunkt können wir mit grosser Sicherheit annehmen, dass die meisten Partikel, die noch übriggeblieben sind, Widerstandsringe sind. Da das Bild nicht unbedingt ausgerichtet aufgenommen wurde, muss die Orientierung der Widerstände

bestummen werden. Dazu wird ausgenutzt, dass Widerstände (hoffentlich) immer  $90^\circ$  zueinander ausgerichtet sind.

Die Standardabweichungen zum Mittelwert aller Winkel der Partikel werden berechnet und die Outliers werden entfernt. Diese Berechnung wird ein zweites Mal durchgeführt mit Winkel-Offsets von  $45^\circ$ . Der Grund dafür ist weil Partikel mit einer Orientierung nahe bei  $0^\circ$  wegen dem Wrap-Around umherspringen, was aber mit dem Offset nicht passt. Die Berechnung mit weniger Outlier wird für die weiteren Berechnungen selektiert.

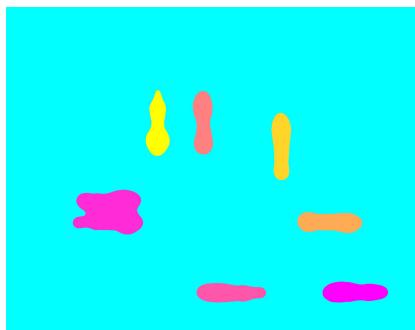
Die Partikel werden nach ihrer Orientierung gefiltert, sodass nur noch Partikel mit  $0^\circ \pm 10^\circ$  oder  $90^\circ \pm 10^\circ$  übrig bleiben.

Aus der kollektiven Orientierung der übrigbleibenden Partikel wird die gesamte Orientierung gewonnen und das Bild wird um diesen Winkel rotiert. Das Resultat sieht nun wie in Abbildung 5 aus.



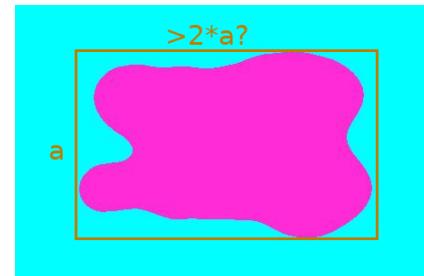
**Abbildung 5:** Übrigbleibende Partikel nach der Winkelfilterung.

Die Partikel werden als nächstes stark verschmiert mit einem Gauss-Filter. Die Filtergrösse dabei ist exakt die Distanz zwischen zwei Ringen. Das Resultat ist in der Abbildung 6 zu sehen.



**Abbildung 6:** Verschmierung der Partikel für die Widerstandserkennung.

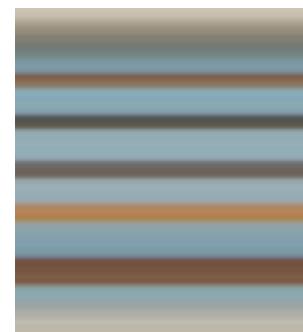
Ein Problem das dabei auftritt ist, dass Widerstände, die nebeneinander liegen, ineinander verschmilzen. Um dieses Problem zu lösen kann wieder die Geometrie eines Widerstandes ausgenutzt werden. Wenn die Länge eines Partikels nicht mindestens doppelt so lang ist wie die Breite, so wird dieses Partikel in der Mitte getrennt (siehe Abbildung 7).



**Abbildung 7:** Trennung zweier „verschmolzenen“ Widerstände.

Momentan funktioniert dieser Ansatz nur für zwei Widerstände, die nebeneinander liegen. Bei drei oder mehr geht es nicht, aber man könnte einen ähnlichen Ansatz verwenden um auch dieses Problem zu lösen.

Die neu gewonnenen Partikel überdecken jetzt genau die Widerstände, die wir suchen. Ein 1-pixel breiter Ausschnitt wird aus dem Originalbild für jeden Widerstand extrahiert (siehe Abbildung 8), was für die Farberkennung verwendet wird.



**Abbildung 8:** 1-pixel breiter Ausschnitt eines Widerstandes.

### 3 Dekodierung der Farben

Das 1-pixel breite Bild wird im HSV-Raum gefiltert (einfaches Thresholding) um die Blaue Farbe zu entfernen. Zum Teil bleiben an den Rändern der Ringe kleine Fragmente übrig, welche mit Hilfe

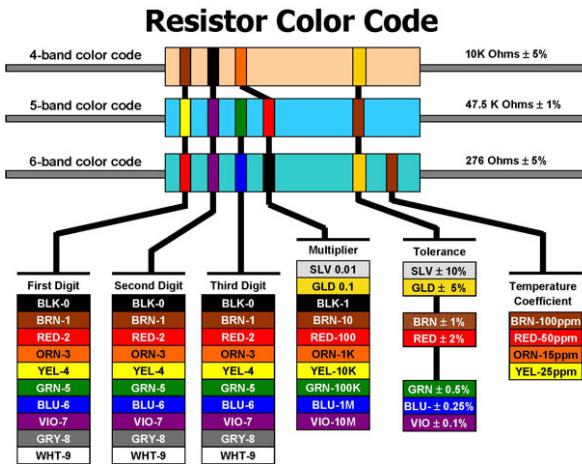


Abbildung 10: Widerstandswerte[2]

einer Dillation entfernt werden. Das Resultat ist in der Abbildung 9 zu sehen.

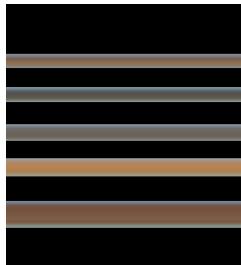


Abbildung 9: Farbringe mit Thresholding isoliert.

Das Bild wird aufgeteilt in mehrere Bilder (in diesem Fall 5, ein Bild für jeden Ring), und der Mittelwert der Pixel wird berechnet um eine Endgültige Farbe zu erlangen.

Die Weiss, Grau, Silber, und Schwarze Farben werden im RGB-Farbraum zuerst detektiert, indem die RGB-Kanäle miteinander verglichen werden. Wenn sie etwa den gleichen Wert aufweisen, wird weiter mit Thresholding der Wert bestimmen.

Haben die Kanäle andere Werte, so kann angenommen werden, dass es sich um eine Farbe handelt. Die MATLAB-Funktion `rgb2ind` wird verwendet, um eine Korrelation zwischen die sieben übrigbleibenden Farben zu finden.

Zu guter Letzt werden die Werte nach einer Tabelle[2] (siehe Abbildung 10) dekodiert. Momentan erfolgt dies in beide Richtungen, weil bei vielen Widerständen die Richtung zweideutig ist.

Das Endresultat ist in der Abbildung 11 zu sehen.

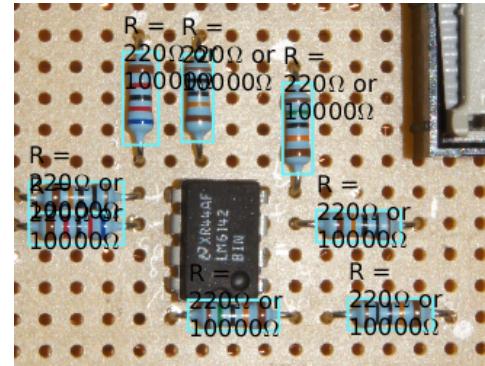


Abbildung 11: Endresultat

## 4 Diskussion

Die verwendete Methode ist sehr spezifisch abgestimmen worden für die kleine Anzahl Bilder, die wir zur Entwicklung verwendeten. Würden andere Bauteile die Farbe Blau enthalten, oder wäre die Leiterplatine Blau oder hoch reflektiv, oder wären die Widerstände *nicht* Blau sondern Beige, oder würde man das Bild mit anderen Lichtverhältnissen aufnehmen, so würde die Erkennung nicht mehr funktionieren.

Es ist uns nicht gelungen, die Farben perfekt zu dekodieren, vor allem nicht bei ähnlichen Farben wie Rot und Braun, oder Grau und Silber, oder Gold und Gelb. Es wäre möglich, dies bei der Dekodierung entgegenzuwirken, indem “unmögliche” Farbreihenfolgen detektiert werden und von der Gruppe von möglichen Ergebnissen eliminiert werden. Die Zeit dafür hat gefehlt.

Ein anderer Ansatz mit neuralen Netzwerken wurde betrachtet, aber wegen der unmengen nötiger Bilder zur Trainierung des Netzwerkes nicht umgesetzt.

Der MATLAB-Code kann online auf GitHub[1] angesehen resp. heruntergeladen werden.

## Literatur

- [1] Alex Murray Florian Wernli. *Projekt Bildverarbeitung*. <https://TheComet93@github.com/0pq76r/bver>. 2017.
- [2] Widerstandswerte. <http://imgarcade.com/5-band-resistor-color-code.html>. 2017-07-12 abgerufen.