

Simulation von Farbenblindheit in Augmented Reality

Christian Schröder

2323133

9. März 2019



1 Einleitung

Das menschliche Auge besitzt drei Zapfenarten für die Farbwahrnehmung. Short-Zapfen, Medium-Zapfen und Long-Zapfen, die auf bestimmte Bereiche des Lichtspektrums spezialisiert sind. Diese Zapfen wandeln Lichtreize in Nervenimpulse um, die anschließend vom Gehirn als Farbe interpretiert werden.

Farbenblindheit ist ein nicht eindeutiger Begriff, unter dem man umgangssprachlich unterschiedliche Farbsinnstörungen versteht und meistens die Rot-Grün Sehschwäche meint. Die Farbsinnstörungen werden durch unterschiedliche Mechanismen hervorgerufen. Beispielsweise entstehen sie durch das Fehlen der entsprechenden Zapfenart in der Netzhaut, durch Störungen an den Zapfen oder durch eine Fehlverarbeitung im Gehirn. Da das Thema sehr weitläufig ist, beschränkt sich die Anwendung auf die folgenden Farbsinnstörungen:

- Rotblindheit (Protanopie) - es fehlt der L-Zapfen, verantwortlich für den langen Wellenbereich. Farben aus dem Rot - Grün Bereich des Lichtspektrums können nicht unterschieden werden.
- Grünblindheit (Deutanopie) - es fehlt der M-Zapfen, verantwortlich für den mittleren Wellenbereich. Farben aus dem Rot - Grün Bereich des Lichtspektrums können nicht unterschieden werden.
- Blaublindheit (Tritanopie) - es fehlt der Short-Zapfen, verantwortlich für den kurzen Wellenbereich. Farben aus dem Blau - Gelb Bereich des Lichtspektrums können nicht unterschieden werden.
- Farbenblindheit (Achromasie) - alle drei Zapfenarten fehlen. Es werden nur Kontraste und keine Farben wahrgenommen.

Ein interessanter Spezialfall sind die Farben auf der Purpurlinie wie z.B. Purpur und Magenta. Diese sind nicht im Lichtspektrum vorhanden und entstehen im Gehirn, aus der Kombination von Rot und Blau. Fehlt der Short- oder Long-Zapfen, so können diese Farben nicht wahrgenommen werden, sondern nur die entsprechenden Rot- oder Blauanteile.

2 Umsetzung

Die Anwendung ist für Smartphones mit Android Betriebssystem ausgelegt. Umgesetzt wurde sie in Android Studio unter Einbindung der freien Programmiersbibliothek OpenCV, die Algorithmen bereitstellt, um Bildmanipulationen in Echtzeit vornehmen zu können.

Die Farbmanipulationen werden im CIELAB-Farbraum hervorgenommen. Die Vorteile des Farbraums sind Geräteunabhängigkeit, Gleichabständigkeit und Wahrnehmungsbezogenheit. Des Weiteren sind die für die Manipulation benötigten Farben und Gegenfarben Paare Rot-Grün und Blau-Gelb auf unabhängigen Achsen a, b dargestellt.

In einem ersten Schritt wird das Kamerabild aus dem RGBA-Farbraum in den CIELAB-Farbraum umgewandelt. Dann wird je nach Farbenblindheit geprüft welcher Pixel im Bereich der entsprechenden Farbe liegt. Für diese Pixel wird der Farbwert auf 0 gesetzt und der Gegenfarbenraum komprimiert. Anschließend wird das Bild aus dem CIELAB-Farbraum in den RGBA-Farbraum zurückgewandelt.

Speziell für die Rot-Blindheit wird eine Herabsetzung der Helligkeit der vorherigen Rottöne beschrieben, teilweise soweit das diese je nach Stärke der Beleuchtung nicht von schwarz unterschieden werden können. Dies wird in der Anwendung in einen weiteren Berechnungsschritt vorgenommen. Hierbei werden nur Pixel bearbeitet die Farbwerte aus dem oberen linken Quadranten des CIELAB-Farbraums enthalten. Bei diesen wird die Helligkeit um 25 Prozent herabgesetzt.

3 Resultate

3.1 Protanopie



Abbildung 1: Vergleich Normal - Protanopie

3.2 Deutanopia



Abbildung 2: Vergleich Normal - Deutanopia

3.3 Tritanopie



Abbildung 3: Vergleich Normal - Tritanopie

3.4 Achromasie

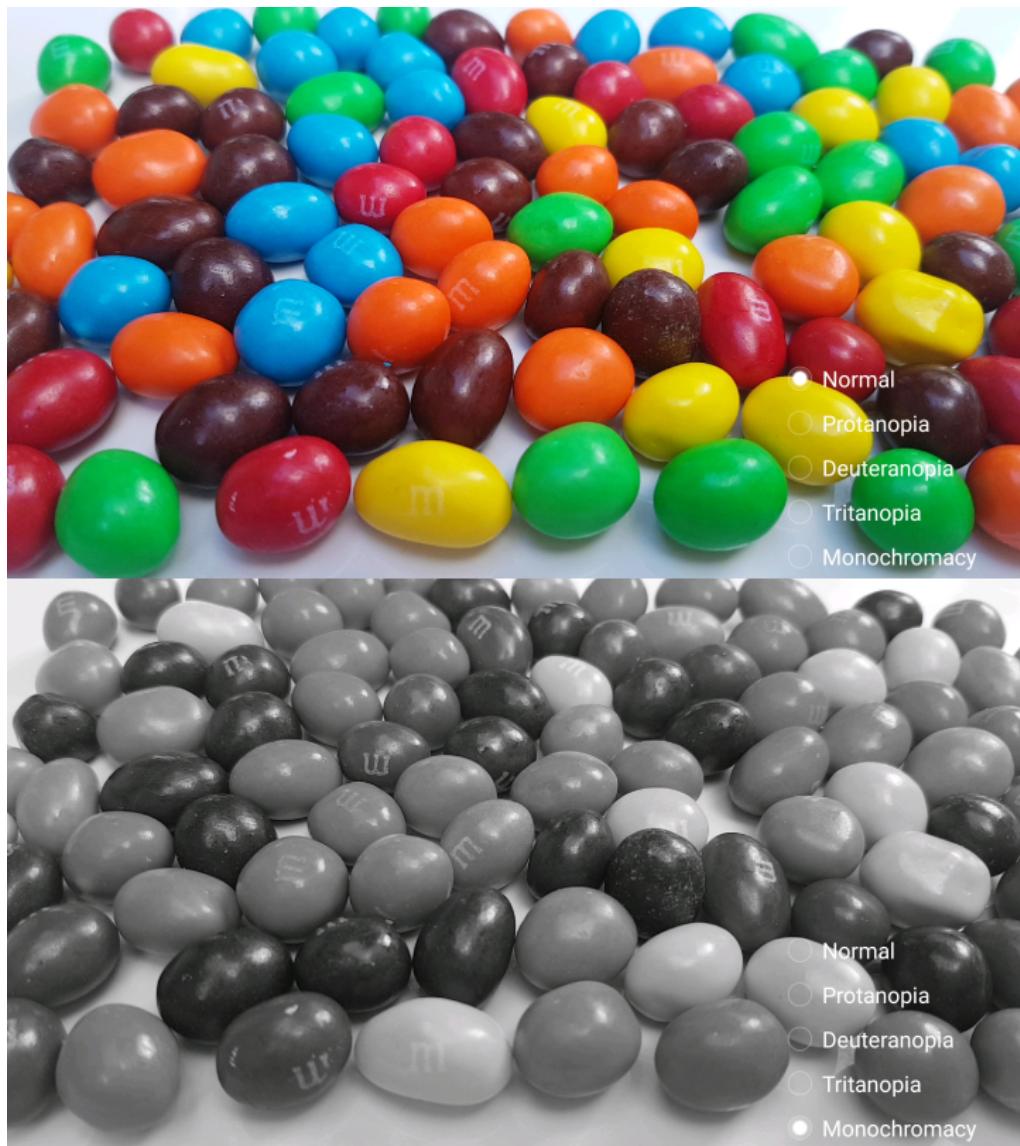


Abbildung 4: Vergleich Normal - Achromasie

4 Fazit

Die Anwendung läuft stabil, ohne gravierende Geschwindigkeitseinbußen auf einem Samsung Galaxy S7 mit Android 8.0 Oreo.

Der Test der Anwendung wurde mit Hilfe verschiedener Internetseiten durchgeführt, die die Simulation von Farbenblindheit anbieten und zusätzlich durch die Ishihara Testtafeln. Der Vergleich mit Internetseiten ergab große Gemeinsamkeiten und kleine Unterschiede. Beispielsweise wird bei der Tritanopie, wird abweichend reines Blau aus dem RGB - Farbraum zu einem Grünton anstelle eines Rottons in dieser Anwendung.

Die Ishihara Testtafel standen mir nur digital zur Verfügung. Teilweise konnten die beschriebenen Effekte mit der Anwendung nachvollzogen werden, aber nicht in der erwarteten Deutlichkeit. Vielleicht würde eine analoge Variante der Tafeln andere Ergebnisse liefern.

Für die Weiterentwicklung der Anwendung würde es sich anbieten, die Differenzierung von Protanopie und Deutanopie stärker herauszubilden und den Darstellungsunterschiede zu den Vergleichsanwendungen zu klären.

5 Quellen

1. https://en.wikipedia.org/wiki/Color_blindness
2. <https://www.colour-blindness.com/colour-blindness-tests/ishihara-colour-test-plates/>
3. <https://www.color-blindness.com/coblis-color-blindness-simulator/>
4. <https://www.sql-und-xml.de/sql-praxis/colour-blindness.html>