

HAUSARBEIT DIGITALE BILDVERARBEITUNG

Perceptually Uniform Color Spaces und der Oklab Farbraum

Digitale Bildverarbeitung
Duale Hochschule Baden-Württemberg
Stuttgart

von
Leon Kampwerth

Matrikelnummer: 5722356
Abgabedatum: 22.03.2023

Inhaltsverzeichnis

1	Farben und Farbräume	3
1.1	Farbräume	4
1.2	Farbeigenschaften	4
1.3	Unterschiedliche Farbräume	5
2	Der Oklab Farbraum	7
2.1	Das Problem mit herkömmlichen Farbräumen	7
2.2	Motivation für Oklab	7
2.3	Herleitung von Oklab	7
2.4	Wie gut ist Oklab?	7
2.5	Bessere Sättigungskorrektur mittels Oklab	7
2.6	Oklab in der Praxis	7

Abkürzungsverzeichnis

Abstract

Dies ist ein Beispiel für ein Abstract [8].

1 Farben und Farbräume

Was ist Farbe? Das ist eine Frage die sehr einfach zu Beantworten scheint, da fast jeder Farben sehen kann. Die Encyclopedia Britannica definiert Farbe sinngemäß als Eigenschaft eines Objektes, die durch dessen Farbton, Helligkeit und Sättigung beschrieben werden kann. In der Physik werden Farben mit Elektromagnetischer Strahlung in einem bestimmten Bereich des elektromagnetischen Spektrums beschrieben, der für das menschliche Auge sichtbar ist [9]. Gerade hier liegt ein Problem vor, da Farben sowohl Physikalisch erklärt werden können, aber auch Teil der Menschlichen Wahrnehmung sind. Und diese beiden Sichtweisen sind nicht immer deckungsgleich.

Farbwahrnehmung durch das menschliche Auge

Die Farbwahrnehmung des Menschen besteht aus mehreren Schritten, welche von dem Einfallen der Lichtstrahlen in das Auge bis zur Interpretation der Farbe durch das Gehirn reichen. Im Auge fällt das Licht auf die Netzhaut, wo sich Zapfen- und Stäbchenzellen befinden, welche Photorezeptoren sind, die das Licht in Signale für das Hirn umwandeln. Für die Farbwahrnehmung sind die Zapfen zuständig, von denen es drei Arten gibt, welche auf unterschiedliche Wellenlängen reagieren. S-Zapfen reagieren auf Wellenlängen im blauen Bereich des sichtbaren Spektrums (ca. 420nm), M-Zapfen auf Wellenlängen im grünen Bereich (ca. 530nm) und L-Zapfen auf Wellenlängen im gelb-grünen Bereich (ca. 560nm). Auch wenn der L-Zapfen auf Licht im gelb-grünen Bereich am stärksten reagiert, ist er am wichtigsten für die Wahrnehmung von Rot und wird daher auch als Rotrezeptor bezeichnet [2]. Die Farbwahrnehmung des Menschen entsteht durch das Zusammenspiel der drei Zapfen, die, wie in Grafik 1 zu erkennen, durch die Wellenlängen unterschiedlich stark angeregt werden.

Farbinterpretation durch das Gehirn

Die Signale der Zapfen werden im Hirn verarbeitet und interpretiert. Dabei werden die Farben durch den Mensch in Form unterschiedlicher Farbeigenschaften wahrgenommen. Zu diesen Farbeigenschaften zählen der Farbton, die Leuchtkraft, die Helligkeit, das Chroma und die Sättigung. Die Bedeutung dieser Begriffe wird im späteren Verlaufe des Artikels noch näher beleuchtet. Wichtig ist hier, dass die Wahrnehmung dieser Eigenschaften durch viele psychologische Phänomene beeinflusst wird. Die chromatische Anpassung beschreibt zum Beispiel die Fähigkeit der menschlichen Farbwahrnehmung, bei der Betrachtung eines reflektierenden Objekts vom Weißpunkt der beleuchtenden Lichtquelle zu abstrahieren. Für das menschliche Auge sieht ein weißes Blatt Papier weiß aus, egal ob die Beleuchtung bläulich oder gelblich ist. Weitere solcher Effekte sind der Bezold-Brücke Effekt und der Abney Effekt, welche sich auf die Wahrnehmung des Farbtons auswirken, der Stevens Effekt, welcher sich auf den Kontrast auswirkt und der Helmholtz-Kohlrausch Effekt, der sich auf die Leuchtkraft auswirkt. All diese Effekte

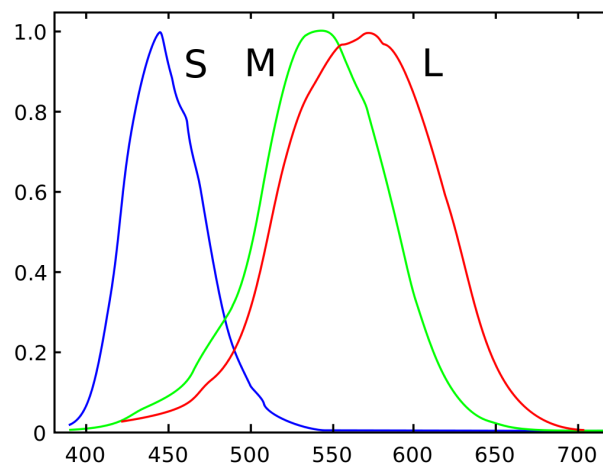


Abbildung 1: Normalisierte Empfindlichkeitsspektren menschlicher Zapfenzellen. X Achse: Wellenlänge in nm, Y Achse: Empfindlichkeit, anteilig. Quelle: [3]

sorgen dafür das die Farbwahrnehmung des Menschen schwer zu beschreiben ist und Modelle, die dies Versuchen sehr komplex werden können [4].

1.1 Farbräume

Ein Farbsystem stellt das Grundprinzip einer Farbmischung dar, beispielsweise durch das Mischen der Lichtfarben Rot, Grün und Blau oder durch das Mischen von Farbpigmenten. Farbmodelle werden aus einem solchen Farbsystem abgeleitet und ordnen Farben einen eindeutigen Wert (Farborte) zu. Farbmodelle sind häufig dreidimensional, damit sie einfach visualisiert werden können. Ein Farbraum wiederum beschreibt alle Farben eines Farbmodells, die durch farbgebende Methoden tatsächlich ausgegeben werden können [5]. Ein Beispiel ist der sRGB Farbraum, welcher ursprünglich für CRTs entwickelt wurde, aber auch heute noch von vielen Displays verwendet wird [1]. Die darstellbaren Farben bilden innerhalb des Farbmodells einen Körper, der als Gamut bezeichnet wird.

1.2 Farbeigenschaften

Abgesehen von den von RGB bekannten Farbdimensionen, welche den Anteil der Grundfarben Rot, Grün und Blau beschreiben, gibt es noch weitere mögliche Farbdimensionen. Diese Dimensionen nehmen Bezug auf die Farbeigenschaften, nach denen die Farben beschrieben werden können. Diese Farbeigenschaften stehen im Bezug zueinander und beeinflussen sich teilweise gegenseitig 3.

Farbton

Der Farbton (eng. hue) ist eine Eigenschaft der visuellen Wahrnehmung, in welcher eine Fläche ähnlich zu einer der Farben rot, gelb, grün oder blau erscheint oder eine Kombination von aneinanderliegenden Paaren dieser Farben in einem geschlossenen Farbring ähnelt (vgl. Grafik 2) [7].



Abbildung 2: Beispiel eines Farbrings. Quelle: [6]

Leuchtkraft (und Brillanz)

Leuchtkraft (eng. brightness) ist eine Eigenschaft der visuellen Wahrnehmung, nach der eine Fläche mehr oder weniger Licht zu emittieren oder zu reflektieren scheint. Die Brillanz (eng. brilliance) ist die Leuchtkraft einer Fläche relativ betrachtet zu ihrer Umgebung. Leuchtkraft ist ein absoluter Wert, während Brillanz in Relation zur Umgebung steht. Da bei der Bildverarbeitung eine Erhöhung der Leuchtkraft auch die Brillanz erhöht, werden diese Begriffe häufig synonym verwendet [7].

Helligkeit

Die Helligkeit (eng. lightness) einer Fläche beschreibt die Leuchtkraft der Fläche relativ zu einer ähnlich beleuchteten weißen oder stark reflektierenden Fläche [7].

Chroma (Buntheit)

Chroma beschreibt die Farbigkeit einer Fläche, beurteilt im Verhältnis zur Leuchtkraft einer ähnlich beleuchteten grauen oder weißen Fläche [7].

Sättigung

Die Sättigung (eng. saturation) ist die Farbigkeit einer Fläche im Verhältnis zu ihrer Leuchtkraft [7].

1.3 Unterschiedliche Farbräume

Farben können in vielen unterschiedlichen Farbräumen dargestellt werden. Dabei braucht jede Farbe unabhängig vom Farbraum mindestens drei Werte, um beschrieben

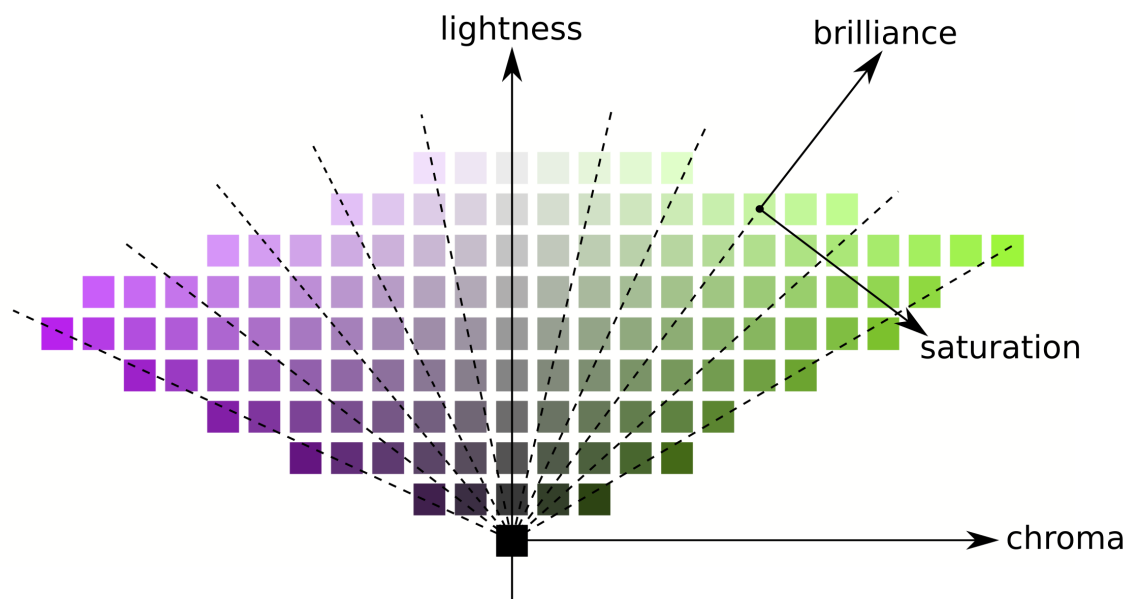


Abbildung 3: Beispiel für den Zusammenhang zwischen den Farbeigenschaften. Quelle: [7]

werden zu können. Zum einen eine Metrik für Helligkeit oder Leuchtkraft und zum anderen zwei Metriken für die Chromazität (nicht zu verwechseln mit Chroma). Diese zwei Metriken können zum Beispiel Farbton und Buntheit/Chroma oder komplementäre Farbkoordinaten sein [7]. Im Folgenden werden einige Farbräume kurz vorgestellt. Diese Farbräume werden im weiteren Verlauf des Artikels nochmal aufgegriffen.

sRGB

HSV

CIE 1931 XYZ

CIELAB

JzAzBz

CAM16-UCS

IPT

2 Der Oklab Farbraum

2.1 Das Problem mit herkömmlichen Farbräumen

2.2 Motivation für Oklab

Helmholtz-Kohlrausch Effekt

2.3 Herleitung von Oklab

2.4 Wie gut ist Oklab?

2.5 Bessere Sättigungskorrektur mittels Oklab

2.6 Oklab in der Praxis

Literatur

- [1] de. Page Version ID: 195090610. Dez. 2019. URL: <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=SRGB-Farbraum&oldid=195090610>.
- [2] de. Page Version ID: 229557864. Jan. 2023. URL: [https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Zapfen_\(Auge\)&oldid=229557864](https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Zapfen_(Auge)&oldid=229557864).
- [3] en. Page Version ID: 1146215736. März 2023. URL: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=LMS_color_space&oldid=1146215736.
- [4] en. Page Version ID: 1149341611. Apr. 2023. URL: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Color_appearance_model&oldid=1149341611.
- [5] de. Page Version ID: 231484234. März 2023. URL: <https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Farbraum&oldid=231484234>.
- [6] en. Page Version ID: 1148627921. Apr. 2023. URL: <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Hue&oldid=1148627921>.
- [7] Darktable. *Farbdimensionen von darktable*. de. 2023. URL: <https://darktable-org.github.io/dtdocs/de/special-topics/color-management/color-dimensions/>.

- [8] Max Mustermann. *Example Domain*. en. Example Type. Apr. 2023. URL: <http://example.com/>.
- [9] Kurt Nassau. *Color Definition, Perception, Types Facts Britannica*. en. März 2023. URL: <https://www.britannica.com/science/color>.