Prof. G. Zachmann
P. Meißenhelter
R. Fischer
A. Mühlenbrock

Universität Bremen
Fachbereich 3
Arbeitsgruppe CGVR
7. Januar 2022

Wintersemester 2021/22

Übungen zu Computergraphik - Blatt 9

Abgabe am 17.01.2022, 23:59 Uhr

Aufgabe 1 (Monochromatische Lichtquellen, *1+1 Punkte*)

a) Können zwei monochromatische Lichtquellen mit unterschiedlicher Wellenlänge die selbe Perzeption im menschlichen Auge hervorrufen? Erklären Sie.

b) Bei heutigen Monitoren kann jedem Pixel (pro Frame) ein RGB-Wert zugewiesen werden. Nehmen wir nun an, wir hätten einen Monitor, dessen Pixel keinen RGB-Wert entgegennehmen, sondern eine Frequenz (wieder pro Frame). D.h. jeder Pixel ist eine frei konfigurierbare perfekt monochromatische Lichtquelle.
Könnten wir dann mit diesem Monitor alle Farben des CIE-Chromatizitätsdiagrammes oder die des sRGB Farbraumes darstellen? Begründen Sie.

Aufgabe 2 (Spektrale Energieverteilung, *1 Punkte*)

Eine spektrale Energieverteilung (spectral energy distribution) gibt bekanntlich zu jeder Wellenllänge eines Lichtspektrums das vorhandene Energielevel an. Wie kann man folgende Größen ablesen:

- Dominante Wellenllänge
- Farbsättigung
- Helligkeit

Aufgabe 3 (Chromatizitätsdiagramm, *0,5+0,5+1+1 Punkte*)

Betrachten Sie das CIE-Chromatizitätsdiagramm in Abb. 1:

a) Welche Bedeutung hat die Verbindungslinie zwischen 770nm und 380nm in diesem Diagramm? Warum ist es eine Gerade? (der übrige Rand des Chromaticity-Diagramms ist gekrümmt)

b) Wie verlaufen Isolinien gleicher Sättigung in dem Diagramm? Skizzieren Sie eine solche Isolinie.

c) Vergegenwärtigen Sie sich nochmals die Methode, mit der das xy-Chromatizitätsdiagramm generiert wurde. Wie würde ein hypothetisches $(\bar{r}, \bar{g})$-Chromatizitätsdiagramm aussehen, wenn man vom RGB-Raum ausgehen würde? Nehmen Sie den RGB-Würfel her und führen Sie damit die selben Operationen durch wie auf Folie "Das CIE-Chromatizitätsdiagramm" (Slide 57). Dazu können Sie beispielhaft die Farbe weiß nehmen. Skizzieren Sie dieses.

d) Gegeben seien die drei Farben im sRGB-Format
   - Hellgrün: $a = (0.6, 1.0, 0.6)$
   - Dunkelgrün: $b = (0.1, 0.3, 0.1)$
   - Himmelblau: $c = (0.4, 0.7, 1.0)$
   - Und die Transformationsmatrix nach CIE XYZ: $M = \begin{pmatrix} 0.4124 & 0.3576 & 0.1805 \\ 0.2126 & 0.7152 & 0.0722 \\ 0.0193 & 0.1192 & 0.9505 \end{pmatrix}$

   Zeichnen Sie die Farben in das Chromatizitätsdiagramm ein, indem Sie vorher die xy-Werte berechnen.

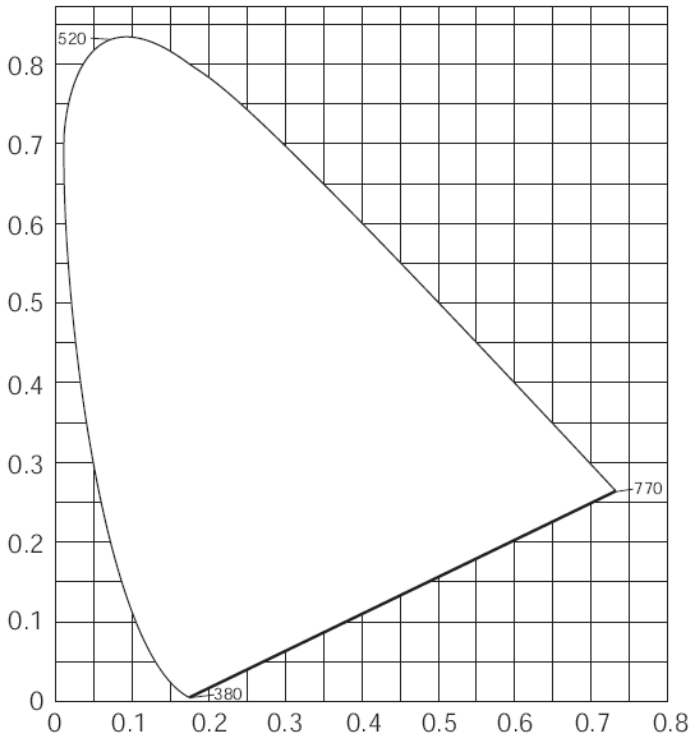

Abbildung 1: CIE-Chromatizitätsdiagramm.

Aufgabe 4 (Farbräume, *0.5+2 Punkte*)

a) In der Vorlesung haben wir gelernt, wie man einen Farbwert vom RGB-Modell ins HSV-Modell umrechnet. Bestimmen Sie nun ein allgemeines Verfahren, mit dem man einen im HSV-Modell gegebenen Farbwert (h, s, v) mit $h \in [0\,°, 360\,°]$, $s \in [0, 1]$ und $v \in [0, 1]$ in einen RGB-Farbwert (r, g, b) mit $r, g, b \in [0, 1]$ umrechnen kann.

b) Gegeben seien die Farben $C_1 = (0.3, 0.8, 0.5)$ im RGB-Modell und $C_2 = (30\,°, 0.7, 0.8)$ im HSV-Modell. Transformieren Sie beide Farben ins jeweils andere Farbmodell und auch ins CMY-Modell. Berechnen Sie dann in allen drei Farbmodellen die interpolierte Farbe $C = \frac{1}{3}C_1 + \frac{2}{3}C_2$, und transformieren Sie die im HSV- und im CMY-Modell interpolierten Farben ins RGB-Modell. Vergleichen und erklären Sie die Ergebnisse.

Aufgabe 5 (Farbkodierung, *1.5 Punkte*)

Gegeben sei ein Algorithmus, der ein Grauwertbild liefert (z.B. die Mandelbrotmenge). Die Intensitäten liegen zwischen 0 und 2^{24}-1. Wie würden Sie das Bild farblich kodieren, so dass der angegebene Intensitätsbereich farblich abgebildet wird? Dabei sollen hohe Intensitätswerte warmen (roten) Farben und niedrige kalten (blauen) Farben entsprechen und keine zwei Intensitätswerte auf den gleichen Farbwert abgebildet werden. Geben sie zudem eine entsprechende Implementierung in Pseudocode an.

Erinnerung: Immer die Rechnung mit angeben!