

Teil 6: Farbe

Farbräume, Verwendung von Farbe

Hellwig-Hauser

Teil 6: Farbe



Einleitung

Farbe:

- ◆ Wichtiger Bestandteil d. vis. Wahrnehmung
- ◆ **Mehrdimensional** (Farbton, Helligkeit, etc.)
- ◆ Rechnen mit Farben: **Farbmetrik**
- ◆ Was ist Farbe überhaupt?
 - ◆ Eigenschaft von Licht
 - ◆ Objekteigenschaft (indirekt: Reflexion)
 - ◆ Farbreiz (Sinnesempfindung)
 - ◆ Farbwahrnehmung (mental)

Hellwig-Hauser

Teil 6: Farbe



Farbreiz vs. Farbwahrnehmung

Farbreiz (physikalische Eigenschaft)

- ◆ dominant wavelength
- ◆ purity
- ◆ luminance

Farbwahrnehmung (vis. Eigenschaft)

- ◆ Farbton (hue)
- ◆ Sättigung (saturation)
- ◆ Helligkeit (brightness/lightness)

Hellwig-Hauser

Teil 6: Farbe



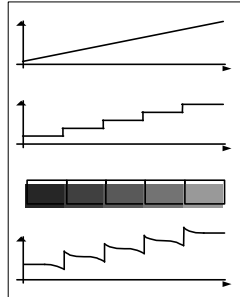
Farbwahrnehmung

Farbreiz (geg. durch Objekteigenschaften und Beleuchtung)

Eigenschaften der umgebenden Objekte

Visuelle System des Betrachters

Beispiel: „Mach-Band“ Effekt



Hellwig/Hausar

Teil 6: Farbe



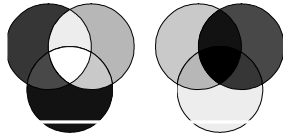
Farbmischung

Additive Farbmischung

- ◆ Kombination von Lichtstrahlen
- ◆ Beispiele: CRT, Video Beamer

Subtraktive Farbmischung

- ◆ Komb. von Farbstoffe (Pigmente, Absorption)
- ◆ Beispiel: Tintenstrahldrucker



Hellwig/Hausar

Teil 6: Farbe



Farbmodelle

Vergleichskriterien:

- ◆ Bezug zur menschlichen Wahrnehmung
- ◆ Darstellbarkeit aller Farben
- ◆ Auswahl von Farben gleicher Helligkeit
- ◆ Hardware-/benutzerorientiert
- ◆ Intuitive oder theoretische Spezifikation

Beispiele: CIE, CIE-LAB, CIE-LUV, RGB, CYM(K), HSV, HLS

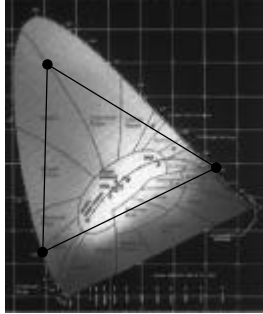
Hellwig/Hausar

Teil 6: Farbe



Standard: CIE

Alle Farben definiert
Farben gleicher Helligkeit
Komplementär-farben
„Color Gamut“



Hellwig Hübner

Teil 6: Farbe



Herkömmliche Farbmodelle

Einfache Abbildung des Modelles auf die verwendeten Geräte
Basierend auf additive oder subtraktive Farbmischung je nach Ausgabemedium

Beispiele: RGB, CMY(K)
HSV, HLS

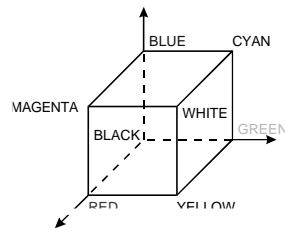
Hellwig Hübner

Teil 6: Farbe



RGB-Farbwürfel

3 Koordinatensystem:
rot, grün, blau
Additive Farbmischung
Einsatz: CRT



Hellwig Hübner

Teil 6: Farbe



CMY/CMYK Farbraum

3 Koord.sys.: cyan, magenta, yellow

Subtraktive Farbmischung

Einsatz: Druckbereich

Umrechnung RGB - CMY:

$$R/G/B = 1 - C/M/Y$$

CYMK: Zusätzliche Komponente

- ◆ $K = \min\{C, M, Y\}$
- ◆ $C/M/Y = C/M/Y - K$

Hellwig Hübner

Teil 6: Farbe

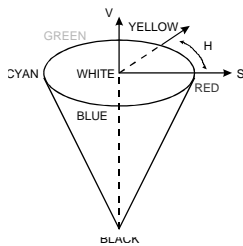


HSV

Zylindrisches Koordinatensystem:

- ◆ Value: Höhe
- ◆ Saturation: Abstand zur Achse
- ◆ Hue: Winkel in der SV-Ebene

Darstellbare Farben repräsentieren eine Pyramide



Hellwig Hübner

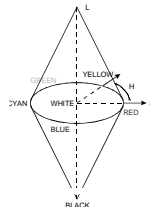
Teil 6: Farbe



Weitere Modelle

HLS

- ◆ Hue
- ◆ Lightness
- ◆ Saturation
- ◆ Doppelte Pyramide



NCS - Natural Color System

CNS - Color Naming System

YIQ - NTSC Farbsystem

Hellwig Hübner

Teil 6: Farbe



Natural Color System (NCS)

Grundfarben:

blue, red, yellow, green

Farbmischungen:

<SS><CC>-<F1><%%><F2>

SS Schwarzanteil
CC Farbanteil
F1 Farbe 1
%% Mischungsverhältnis
F2 Farbe 2

Beispiel:

4020-Y60R

Hellwig-Hausser

Teil 6: Farbe



Color Naming System (CNS) (1)

Idee: Ein HLS verwandtes, sprachliches Farbmodell mit 7 Grundfarben:

red, green, blue, yellow, purple, orange, brown

Mischfarben: Sind zwischen benachbarten Farben mit den Verhältnissen möglich:

- ◆ 25% / 75%: greenish-yellow
- ◆ 50% / 50%: green-yellow
- ◆ 75% / 25%: yellowish-green

Unbunte Farben: Extrabehandlung

Hellwig-Hausser

Teil 6: Farbe



Color Naming System (CNS) (2)

Helligkeiten:



zusätzlich: black, white
(0, 0.16, 0.33, 0.5, 0.66, 0.83, 1.00)

Sättigungen:



Beispiel:

very dark vivid red

Hellwig-Hausser

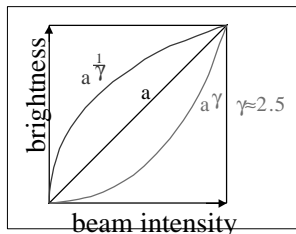
Teil 6: Farbe



Gamma-Korrektur

Der Zusammenhang zwischen Elektronenstrahl-Intensität und Helligkeit ist nicht linear!

Ausgleich:



Hellwig-Hausser

Teil 6: Farbe



Reproduktion von Farbe

Darstellung eines synthetischen Bildes am Bildschirm oder auf Papier (Echtfarbbilder $\rightarrow 2^n$ -Farben)

Problematik 1 (Rasterbildschirme):

- ◆ geometrische Auflösung ausreichend
- ◆ radiometrische Auflösung nicht erfüllt

Problematik 2 (Druckverfahren):

- ◆ geom. Auflösung mehr als ausreichend
- ◆ radiometrische Auflösung nicht erfüllt

Hellwig-Hausser

Teil 6: Farbe



Farbquantisierung

Aufgabenstellung: Darstellung vieler Farben durch einige geeignete Farben mit Hilfe von Farbtabelle (LUT look-up-table).

Verfahren:

- ◆ Uniforme Quantisierung
- ◆ Popularitätsmethode
- ◆ Median-Schnitt-Verfahren
- ◆ Octree-Quantisierung

Hellwig-Hausser

Teil 6: Farbe



Uniforme Quantisierung

TrueColor: 256 Farbmodus:
8 bit rot (256 Stufen) 3 bit rot (8 Stufen)
8 bit grün (256 Stufen) 3 bit grün (8 Stufen)
8 bit blau (256 Stufen) 2 bit blau (4 Stufen)

16.7 Mio Farben. $8 \times 8 \times 4 = 256$ Farben.

Hellwig-Hausler

Teil 6: Farbe



Populäritätsmethode

Idee: finde die K häufigsten Farben und verwende sie in der LUT.

Realisierung:

- ◆ Tabelle mit Häufigkeiten
- ◆ K häufigsten Farben auswählen
- ◆ verwende die nächste Farbe in der Tabelle

Nachteil:

- ◆ kleine Details können durch stark verfälschte Farben dargestellt werden.

Hellwig-Hausler

Teil 6: Farbe



Median-Schnitt Verfahren

Idee: Jeder Eintrag der LUT soll durch ungefähr gleich viele Pixel repräsentiert werden.

Realisierung:

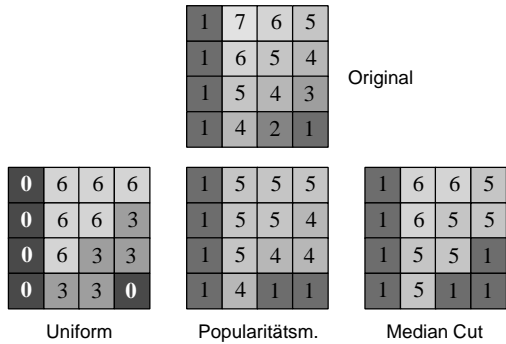
- ◆ Teilung des Farbwürfels, sodaß 2 Teile mit genannter Eigenschaft entstehen.
- ◆ Teilung abwechselnd für jede Komponente durchführen bis K Teile (Farben) entstehen.
- ◆ Jeweils der Mittelwert ist der Repräsentant.

Hellwig-Hausler

Teil 6: Farbe



Vergleich



Hellwig/Hausler

Teil 6: Farbe



Dithering/Halftoning

Simulation vieler Farbstufen zu Kosten der geometrischen Auflösung

Definition von Schwellwertmatrizen

- ◆ mittig beginnen
- ◆ N+1 besitzt alle Punkte von N
- ◆ keine Strukturen erzeugen
- ◆ kompakte Regionen

Alternatives Verf.: „Floyd-Steinberg“-Fehlersummenverfahren

Hellwig/Hausler

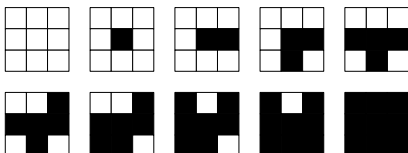
Teil 6: Farbe



Schwellwertmatrizen

Beispiel für n=3:

- ◆ geometrische Auflösung verringert sich um den Faktor 3 (in jede Koordinatenrichtung).
- ◆ Radiometrische Auflösung erhöht sich von 2 (Binärbild) auf 10.



Hellwig/Hausler

Teil 6: Farbe