

Aufgaben

Aufgabe 1 : Farbmodelle und Digitalisierung von Bildern - Allgemeine Fragen

- (a) Was sind Farbmodelle und wie stehen sie in Zusammenhang mit der menschlichen Wahrnehmung?
- (b) Erklären Sie das CIE-XYZ Farbmodell. Welche Farben sind damit abbildbar und was spezifiziert die Black-Body Kurve?
- (c) Erklären Sie das RGB und das CYMK Farbmodell und vergleichen sie es mit dem YCrCb/YPbPr Farbmodell.
- (d) Wie kann das HSV bzw. HSL Farbmodell als Zylinder dargestellt werden und worin liegt der Unterschied zum RGB Modell?
- (e) Beschreiben sie den Digitalisierungsprozess bei Bildern sowie die damit verbundenen wichtigsten Kenngrößen?
- (f) Was bedeutet Dithering?
- (g) Definieren sie den Begriff Gamma-Korrektur sowie dessen Anwendungsbereich.
- (h) Beschreiben sie den grundlegenden Aufbau von TIFF, BMP, GIF und PNG.
- (i) Worin unterscheiden sich PNG und GIFs?
- (j) Diskutieren sie die verschiedenen Anwendungsszenarien von TIFF, BMP, GIF, PNG, JPEG und EXIF.
- (k) Erklären Sie die JPEG Kompression. Wo entstehen Verluste? Erklären Sie den Zusammenhang zur menschlichen Wahrnehmung.

Antwort

[Siehe Vorlesungsfolien]

Aufgabe 2 : Farbmodelle - Umrechnung

Rechnen Sie die folgenden RGB Werte in das CYM, CIE-XYZ, YUV und das YCrCb Farbsystem um:

- RGB(255,255,0)
- RGB(0,255,0)
- RGB(0,0,0)

- RGB(92,33,28)

Antwort

<http://start.farben.rehbein.net/> od.

<http://www.informatics.occursus.de/hp/Farben/Java/SyncFM.htm> od.

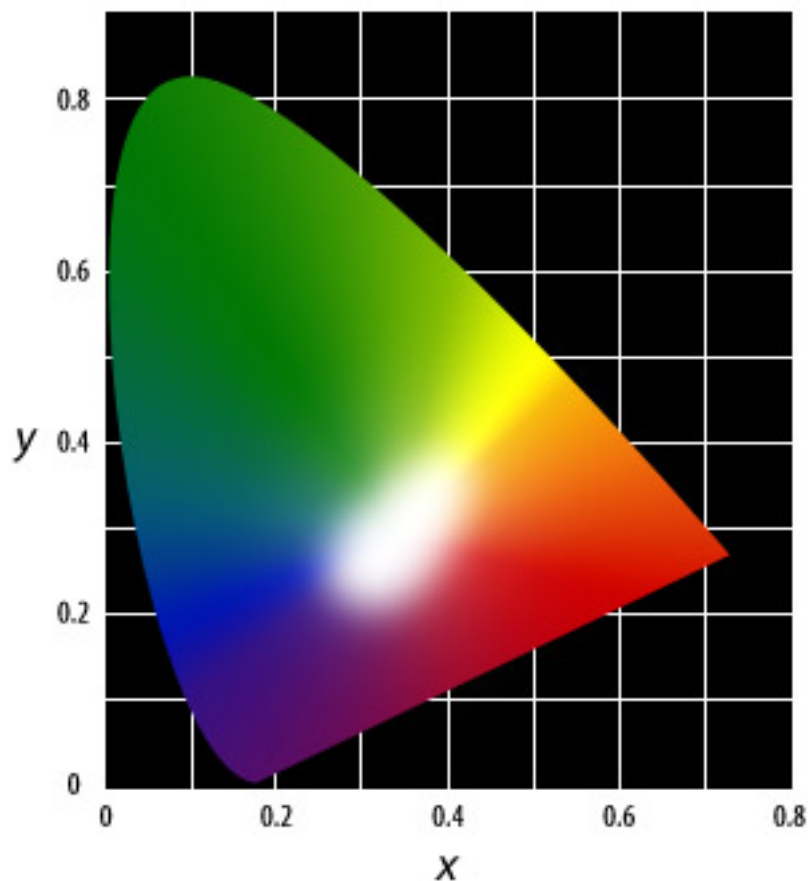
<http://www.cg.info.hiroshima-cu.ac.jp/~miyazaki/knowledge/teche01.html>

Werte sind auf 0-1 normiert.

RGB	CMY	CIE-XYZ	YUV/YIQ	YCrCb
RGB(1,1,0)	CMY(0,0,255)	XYZ(0.772,0.929,0.15)	YUV(0.886, 0.321, -0.314)	210/255, 16/255, 146/255
RGB(0,1,0)	CMY(255,0,255)	0.342,0.707,0.13	154/255, 54/255, 34/255	
RGB(0,0,0)	CMY(255,255,255)	0,0,0	0,0,0	16/255, 128/255, 128/255
RGB(0.36,0.123,0.1)	0.638, 0.877, 0.9	0.216,0.174,0.117	0.192,0.15,0.044	59/255, 117/255, 154/255

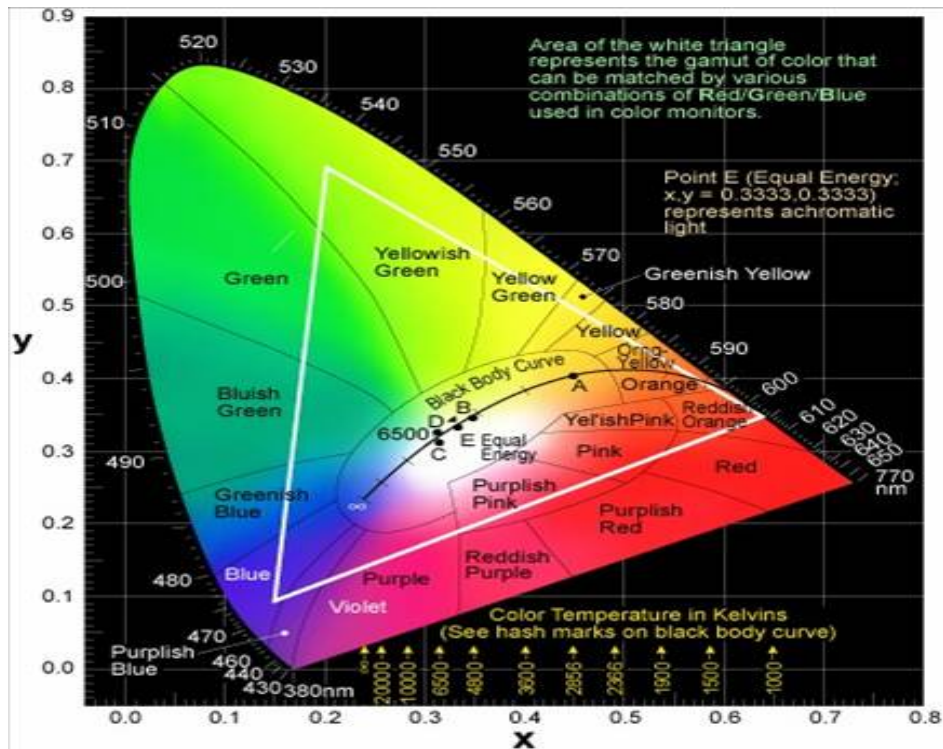
Aufgabe 3 : CIE XYZ Farbmodell

- Erklären sie das CIE XYZ Farbmodell und die wichtigsten ableitbaren Punkte im CIE-XYZ Diagramm (siehe nachfolgende Abbildung).



Antwort

- Weisspunkt
- Black Body Curve - Farbtemperatur
- Spektrallinie
- Purpurlinie
- Gerade WP auf (W Weisspunkt, P Punkt auf der Spektrallinie) zeigt Farben gleicher Farbtöne



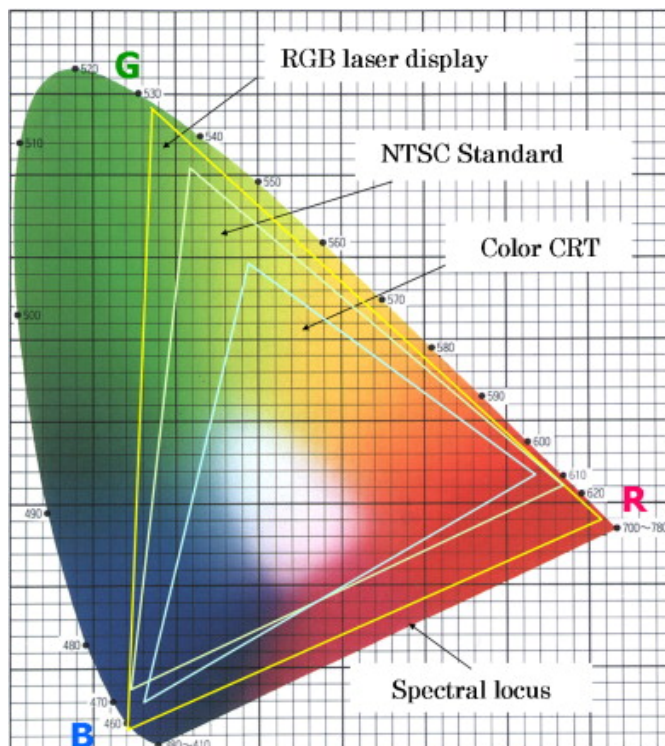
- Welchen Effekt hat ein Weißabgleich im Diagramm?

Antwort

Er verschiebt den Weisspunkt entlang der Black Body Curve

- Erklären sie den Begriff Gamut und wie der RGB Gamut im CIE-XYZ Farbmodell abgebildet wird.

Antwort



- Nehmen sie zwei RGB Quellen mit unterschiedlichem Farbbereich und unterschiedlicher Farbtemperatur an. Erklären sie damit den Effekt der unterschiedlichen Farbtemperatur auf die dargestellten Farben.

Antwort

Wenn der WP verschoben ist, ändert sich auch die Farbtonlinie und wird in der Nähe von Weiß entsprechend bläulicher oder gelber (in Abhängigkeit von der Temperatur)

Aufgabe 4 : Gamma Korrektur

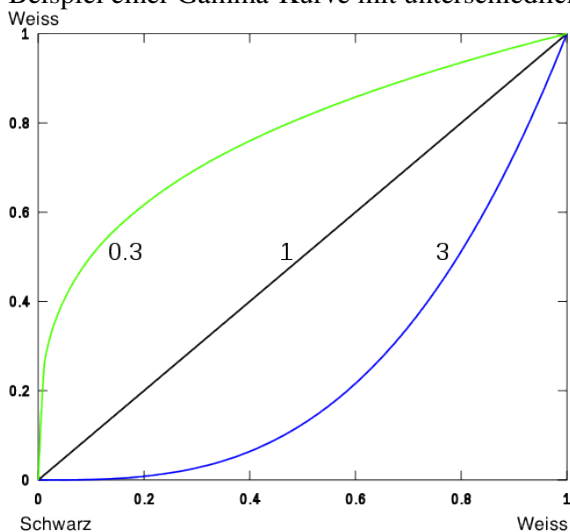
Erklären sie die Gamma Korrektur in der Theorie. Simulieren sie eine Fotoübertragungsstrecke (Kamera zum Monitor) mittels einer Bildbearbeitungssoftware (z.B. GIMP). Nehmen sie dazu ein beliebiges Bild und zeigen sie die Zustände zum Zeitpunkt der Aufnahme, der Abspeicherung und der Darstellung auf einen Röhrenmonitor unter folgenden Annahmen:

- Das Bild wurde Gamma encodiert (mit $\gamma = 1/2.2$), die Anzeige ist linear
- Das Bild wurde Gamma encodiert (mit $\gamma = 1/2.2$), die Anzeige führt eine Gamma-Korrektur mit $\gamma = 2.2$ durch
- Das Bild wurde **nicht** Gamma encodiert, die Anzeige führt eine Gamma-Korrektur mit $\gamma = 2.2$ durch
- Das Bild wurde **nicht** Gamma encodiert, die Anzeige ist linear.

Antwort

siehe <http://www.cambridgeincolour.com/tutorials/gamma-correction.htm>

Beispiel einer Gamma-Kurve mit unterschiedlichen Koeffizienten zur Anpassung der Grauwerte.



Fall 1: Ein $\gamma = 1/2.2$ encodiertes Bild bedeutet, dass dunklere Pixel einen höheren Helligkeitswert erhalten. Die Kodierung wird verwendet, um eine Annäherung an die Wahrnehmung unseres Auges zu erreichen, welches dunkle Abstufungen besser wahrnimmt als helle. Ist die Anzeige nun linear, werden diese Grauwerte auch so dargestellt, d.h. dunkle Grauwerte werden heller. Das Gesamtgamma des Systems entspricht $\gamma = 1/2.2$

Rohbild (ohne Encoding):



Helleres Bild:



Fall 2: Bild Gamma encodiert, Anzeige führt Gamma Korrektur durch. Das Gesamtgamma des Systems entspricht $\gamma = 1$, d.h. die Gamma Kodierung wird bei der Anzeige korrigiert indem hellere Grauwerte der Gammakurve entsprechend dunkler dargestellt werden.

Rohbild (ohne Encoding)==Dargestelltes Bild:



Fall 3: Bild nicht Gamma encodiert, Anzeige ist Gamma korrigierend. Das Gesamtgamma des Systems entspricht $\gamma = 2.2$

Rohbild (ohne Encoding):



Die dunklen Bereiche werden bei der Anzeige nochmals dunkler dargestellt.

Dargestelltes Bild:



Fall 4: Bild nicht Gamma encodiert, Anzeige führt keine Gamma Korrektur durch. Das Gesamtgamma des Systems entspricht $\gamma = 1$

Rohbild (ohne Encoding)==Dargestelltes Bild:



Aufgabe 5 : JPEG Kompression

Geben Sie einen Überblick über die einzelne Schritte der JPEG Transformation.

- Erklären Sie den Schritt des Chroma-Subsampling im Detail
- Erklären Sie den Schritt zur Quantisierung der DCT Koeffizienten sowie die in der DCT verwendeten Basisfunktionen unter Verwendung des folgenden Demonstrators:
<http://demonstrations.wolfram.com/JPEGCompressionAlgorithm/>

Aufgabe 6 : Histogrammanipulationen

Gegeben sei folgendes 3-Bit Graustufenbild:

$$\begin{pmatrix} 4 & 4 & 4 & 4 & 4 \\ 3 & 4 & 5 & 4 & 3 \\ 3 & 5 & 5 & 5 & 3 \\ 3 & 4 & 5 & 4 & 3 \\ 4 & 4 & 4 & 4 & 4 \end{pmatrix}$$

- Bilden Sie das Grauwerthistogramm.
- Führen sie eine Histogrammeinebnung am obigen Graustufenbild durch. Zeigen Sie das entstehende kumulative Histogramm sowie das transformierte Bild.

Antwort

Graustufen	0	1	2	3	4	5	6	7
# Pixel (Histogram)	0	0	0	6	14	5	0	0
Kumulative Summe (kum. Hist.)	0	0	0	6	20	25	25	25
Spreizungshistogramm ($B^{neu}(x, y) = \frac{B(x,y)-3}{2} * 7$)	6	0	0	0	14	0	0	5
Neuer Grauwert bei Einebnung ($G^{neu}(i) = \frac{7}{25} * H_{kum}(i)$)	0	0	0	2	6	7	7	7

Gespreizte Matrix:

$$\begin{pmatrix} 4 & 4 & 4 & 4 & 4 \\ 0 & 4 & 7 & 4 & 0 \\ 0 & 7 & 7 & 7 & 0 \\ 0 & 4 & 7 & 4 & 0 \\ 4 & 4 & 4 & 4 & 4 \end{pmatrix}$$

Einebnung d. Matrix:

$$\begin{pmatrix} 6 & 6 & 6 & 6 & 6 \\ 2 & 6 & 7 & 6 & 2 \\ 2 & 7 & 7 & 7 & 2 \\ 2 & 6 & 7 & 6 & 2 \\ 6 & 6 & 6 & 6 & 6 \end{pmatrix}$$

- Führen Sie eine Histogrammspreizung am obigen Graustufenbild durch. Zeigen Sie das entstehende Histogramm sowie das transformierte Bild.
- Zeigen sie den Unterschied zwischen einer Histogrammspreizung (Stretching) und einer Histogrammeinebnung (Equalization) mit der Bildbearbeitungssoftware GIMP.

Antwort

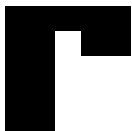
Take image on slide Spreizung and use GIMP Functions Color Auto Equalize and Color => Stretch Contrast and compare the Histogramm

Aufgabe 7 : Filteroperationen

Gegeben ist folgendes 8-Bit Graustufenbild:

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 255 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 255 & 255 & 255 \\ 0 & 0 & 255 & 255 & 255 \\ 0 & 0 & 255 & 255 & 255 \end{pmatrix}$$

Antwort



Als Bild:

Wenden sie folgende Filter auf dieses Bild an:

- 3×3 Medianfilter

Antwort

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 255 & 255 & 255 \\ 0 & 0 & 255 & 255 & 255 \\ 0 & 0 & 255 & 255 & 255 \end{pmatrix}$$

Als Bild:



- 3×3 - Boost Filter

Antwort

Boost-Filter:

$$B^{neu}(x, y) = \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 9 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{pmatrix} * N_8(x, y)$$

Bild nach Anwendung:

$$\begin{pmatrix} 0 & -255 & -255 & -255 & 0 \\ 0 & -2 * 255 & 7 * 255 & -4 * 255 & -3 * 255 \\ 0 & -3 * 255 & 5 * 255 & 3 * 255 & 4 * 255 \\ 0 & -3 * 255 & 4 * 255 & 255 & 255 \\ 0 & -3 * 255 & 4 * 255 & 255 & 255 \end{pmatrix}$$

Die Werte sind außerhalb des darstellbaren Bereichs. Es gibt zwei Möglichkeiten damit umzugehen:

- Clipping:

$$B(x, y) = \begin{cases} 0 & B(x, y) < 0 \\ 255 & B(x, y) > 255 \\ B(x, y) & \text{sonst} \end{cases}$$

- Skalierung $B(x, y) = \frac{B(x, y) - B_{min}}{B_{max} - B_{min}}$

Unter Anwendung von Clipping ergibt sich:

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 255 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 255 & 255 & 255 \\ 0 & 0 & 255 & 255 & 255 \\ 0 & 0 & 255 & 255 & 255 \end{pmatrix}$$

- 3×3 - Laplace Filter (ohne 45° Geradendetektion, d.h. 4er Nachbarschaft)

Antwort

Laplace-Filter:

$$B^{neu}(x, y) = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ -1 & 4 & -1 \\ 0 & -1 & 0 \end{pmatrix} * N_8(x, y)$$

Bild nach Anwendung:

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & -255 & 0 & 0 \\ 0 & -255 & 3 * 255 & -2 * 255 & -255 \\ 0 & -255 & 255 & 255 & 255 \\ 0 & -255 & 255 & 0 & 0 \\ 0 & -255 & 255 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Die Werte sind außerhalb des darstellbaren Bereichs Unter Anwendung von Clipping ergibt sich:

$$\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 255 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 255 & 255 & 255 \\ 0 & 0 & 255 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 255 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Als Bild:



- 3×3 - Gaussfilter

Text

Antwort

Gauß-Filter:

$$B^{neu}(x, y) = 1/16 * \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix} * N_8(x, y)$$

Bild nach Anwendung:

$$\begin{pmatrix} 0 & 255/16 & 2/16 * 255 & 1/16 * 255 & 0 \\ 0 & 3/16 * 255 & 7/16 * 255 & 6/16 * 255 & 0 \\ 0 & 4/16 * 255 & 11/16 * 255 & 13/16 * 255 & 12/16 * 255 \\ 0 & 4/16 * 255 & 12/16 * 255 & 16/16 * 255 & 16/16 * 255 \\ 0 & 4/16 * 255 & 12/16 * 255 & 16/16 * 255 & 16/16 * 255 \end{pmatrix}$$



Als Bild:

- (Optional, 1-Pkt.) Verwenden Sie ein beliebiges RGB Bild um in der Bildbearbeitungssoftware GIMP den Effekt der oben genannten Filter zu zeigen (Menüpunkt Filter, Generic, Convolution Matrix). Erläutern Sie die Effekte der Normalisierung sowie der Offset Funktion.

Hinweis: Setzen sie das Bild an den Rändern einfach fort