

Färg

Sasan Gooran (HT 2003)

2006-11-14

Grafisk teknik

1

FÄRG

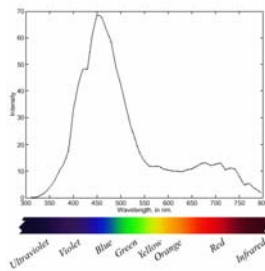
- Det mänskliga ögat kan uppfatta ljus, elektromagnetiska strålningar, med våglängder mellan 380 till 780 nm.
- Ett exempel: Spectral Power Distribution (SPD). Se nästa bild.

2006-11-14

Grafisk teknik

2

SPD Exempel



En blåaktig färg

2006-11-14

Grafisk teknik

3

FÄRG

- Newton: "Indeed rays, properly expressed, are not colored".
- Han hade rätt. SPD existerar i den fysiska världen, men färg existerar bara i ögat och hjärnan.

2006-11-14

Grafisk teknik

4

Ögats receptorer

- Stavar (Rods): De är känsliga för ljus och används för natt-seendet.
- Tappar (Cones): De är färgkänsliga. Har tre olika typer. De är refererade som, L, M och S tappar, eftersom de är känsliga för långa, mellan respektive korta våglängder.

2006-11-14

Grafisk teknik

5

Stavar och Tappar

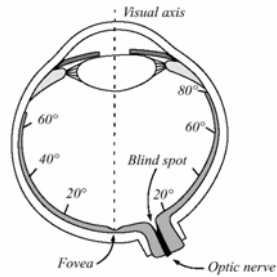
- Tappar: De flesta av dem är koncentrerade i den centrala delen av retinan (fovea).
- Stavar: De ligger utanför fovea.
- Se bilden på nästa sida.

2006-11-14

Grafisk teknik

6

Stavar och Tappar

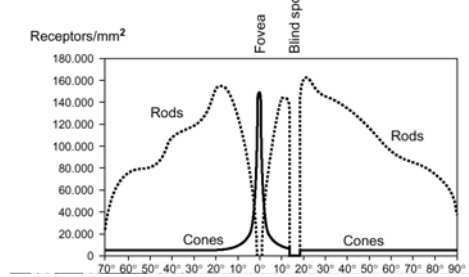


2006-11-14

Grafisk teknik

7

Stavar och Tappar



2006-11-14

Grafisk teknik

8

Stavar och Tappar

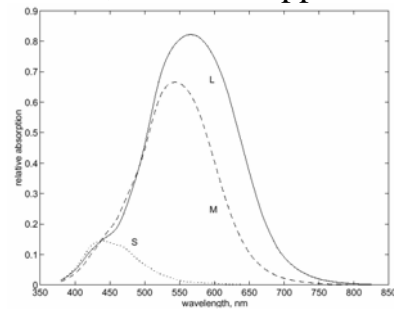
- I mörkret har ögat det minsta siktet i den centrala delen av seendefältet.
- Ex: Om under natten tittar man på en stjärna, försvinner stjärnan när man direkt tittar på den.

2006-11-14

Grafisk teknik

9

L, M och S tappar



2006-11-14

Grafisk teknik

10

R, G och B tappar

- L, M och S tappar kallas ibland för Röd, Grön respektive Blå tappar.
- Tillsammans med informationen från stavar, kodas informationen från tappar och skickas till högre hjärnhalvan.
- Omkodningen består av tre opponentkanaler: Röd-grön, Blå-gul och Svart-vit.

2006-11-14

Grafisk teknik

11

MÄTNING AV FÄRG

- Färgintrycket är relaterat till hur det mänskliga ögat fungerar. Därför bör ögats tre känslighetsfunktioner användas.
- Ljus med olika spektral-fördelningar som ger samma färgintryck, borde mätas som en enda färg.

2006-11-14

Grafisk teknik

12

MÄTNING AV FÄRG

$$L_{tot} = \int_{\lambda} E(\lambda)L(\lambda)d\lambda$$

$$M_{tot} = \int_{\lambda} E(\lambda)M(\lambda)d\lambda$$

$$S_{tot} = \int_{\lambda} E(\lambda)S(\lambda)d\lambda$$

$E(\lambda)$ är det inkommande ljusets spektralfördelning och L, M och S är ögats känslighetsfunktioner. Dessa värden kallas för tristimulus värden.

2006-11-14

Grafisk teknik

13

MÄTNING AV FÄRG

- $E(\lambda)$ kan komma från en ljuskälla, eller kan vara ljus reflekterat från ett objekt.

$$E(\lambda) = R(\lambda)I(\lambda)$$

$I(\lambda)$ är ljuskällans fotondistribution och $R(\lambda)$ är objektets reflektansfunktion.

2006-11-14

Grafisk teknik

14

Metamerism

- Enligt föregående ekvation kan två objekt ha samma färg under en viss belysning och olika färger under en annan belysning.
- Ett enda objekt kan betraktas ha en viss färg under en belysning och en annan färg under en annan belysning.
- Dessa effekter kallas för Metamerism.

2006-11-14

Grafisk teknik

15

$r(\lambda)$, $g(\lambda)$ OCH $b(\lambda)$

- tapparnas känslighetsfunktioner är inte exakt kända.
- 1931, föreslog CIE att L, M och S tappar bör ersättas av andra väldefinierade funktioner, $r(\lambda)$, $g(\lambda)$ och $b(\lambda)$.
- De bestämdes m.h.a experiment. Se nästa bild.

2006-11-14

Grafisk teknik

16

$r(\lambda)$, $g(\lambda)$ OCH $b(\lambda)$

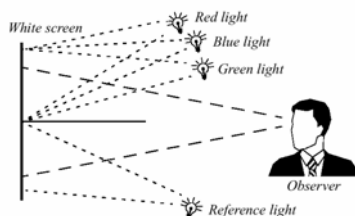


Figure 2.4 Simplified illustration of the experimental setup, when determining the colour matching functions.

2006-11-14

Grafisk teknik

17

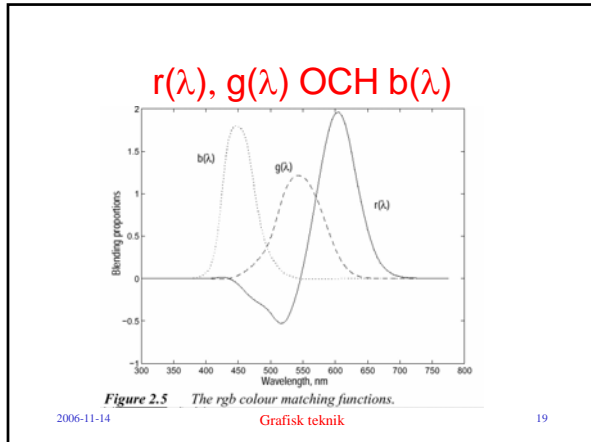
$r(\lambda)$, $g(\lambda)$ OCH $b(\lambda)$

- Våglängder för röd, grön och blå som användes i experimentet är, 700 nm, 546.1 nm resp. 435.8 nm.
- Alla referensvåglängder var inte möjligt att skapas med dessa basfärger.

2006-11-14

Grafisk teknik

18

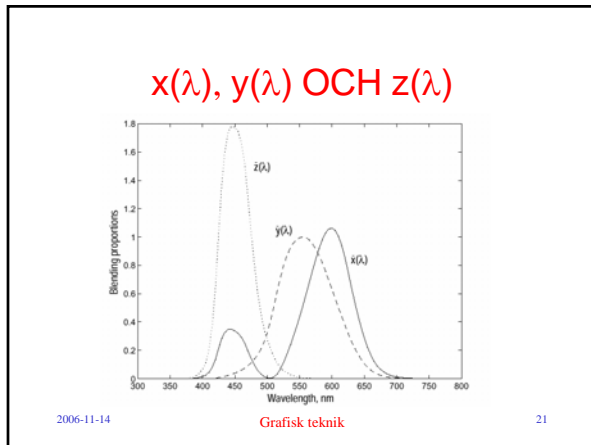


r(λ), g(λ) OCH b(λ)

Ett linjärt basbyte utförs för att undvika negativa värden i färgmatchningsfunktioner.

$$\begin{bmatrix} \bar{x}(\lambda) \\ \bar{y}(\lambda) \\ \bar{z}(\lambda) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,49 & 0,31 & 0,20 \\ 0,17697 & 0,81240 & 0,01063 \\ 0 & 0,01 & 0,99 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r(\lambda) \\ g(\lambda) \\ b(\lambda) \end{bmatrix}$$

2006-11-14 Grafisk teknik 20



TRISTIMULUS VÄRDEN

Från dessa färgmatchningsfunktioner kan tristimulus värden beräknas enligt:

$$X = k \int_{\lambda} R(\lambda) I(\lambda) x(\lambda) d\lambda$$

$$Y = k \int_{\lambda} R(\lambda) I(\lambda) y(\lambda) d\lambda$$

$$Z = k \int_{\lambda} R(\lambda) I(\lambda) z(\lambda) d\lambda$$

$$k = \frac{100}{\int_{\lambda} I(\lambda) y(\lambda) d\lambda}$$

R är reflektans
I är infallande ljus
k är normaliseringsfaktor så att en total vit yta ska ge Y=100

2006-11-14 Grafisk teknik 22

FÄRGSYSTEM

- Med hjälp av XYZ tristimulus värden kan man härleda några olika färgsystem, var och en lämplig för en viss applikation.

2006-11-14 Grafisk teknik 23

- ### RGB, CMY OCH CMYK
- RGB, Red-Green-Blue
 - CMYK, Cyan-Magenta-Yellow-Black
 - RGB används i TV, eller datorskärm, eftersom de använder dessa färger som primära färger.
 - CMYK, används för tryck, eftersom de är de fyra färgerna som används i tryckpressar.
- 2006-11-14 Grafisk teknik 24

RGB, CMY OCH CMYK

- Dessa system är maskinberoende (device dependent), eftersom färgen som visas beror på maskinens karaktäristik.

2006-11-14

Grafisk teknik

25

CHROMATICITY VALUES

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{X}{X+Y+Z} \\ \frac{Y}{X+Y+Z} \\ Y \end{bmatrix}; \quad \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \frac{Y}{y} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1-x-y \end{bmatrix}$$

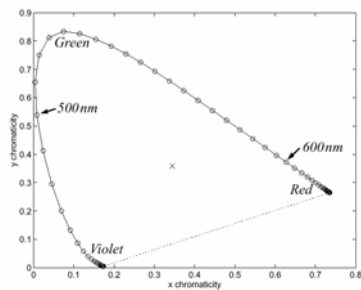
Detta gör det möjligt att plotta färger i en tvådimensionell rymd.

2006-11-14

Grafisk teknik

26

CHROMATICITY VALUES



2006-11-14

Grafisk teknik

27

FÄRGOMFÅNG

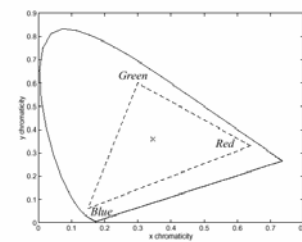


Figure 2.8 The colour gamut of a typical computer monitor. The corners of the triangle are the chromaticity coordinates for red, green, and blue phosphor.

2006-11-14

Grafisk teknik

28

CIELAB

- CIELAB är härlett från XYZ koordinater.
- Systemet är likformigt (uniform), d.v.s färger med samma avstånd var som helst på koordinatsystemet uppfattas som lika olika av det mänskliga ögat.
- Maskinberoende.

2006-11-14

Grafisk teknik

29

CIELAB

$$L^* = \begin{cases} 116 \cdot \left(\frac{Y}{Y_n}\right)^{1/3} - 16, & \left(\frac{Y}{Y_n}\right) > 0,008856 \\ 903,3 \cdot \left(\frac{Y}{Y_n}\right), & \left(\frac{Y}{Y_n}\right) \leq 0,008856 \end{cases}$$

X_n, Y_n och Z_n är XYZ-värdena för den valda referens-vitpunkten.

$$a^* = 500 \cdot \left(f\left(\frac{X}{X_n}\right) - f\left(\frac{Y}{Y_n}\right)\right)$$

$$b^* = 200 \cdot \left(f\left(\frac{X}{X_n}\right) - f\left(\frac{Z}{Z_n}\right)\right)$$

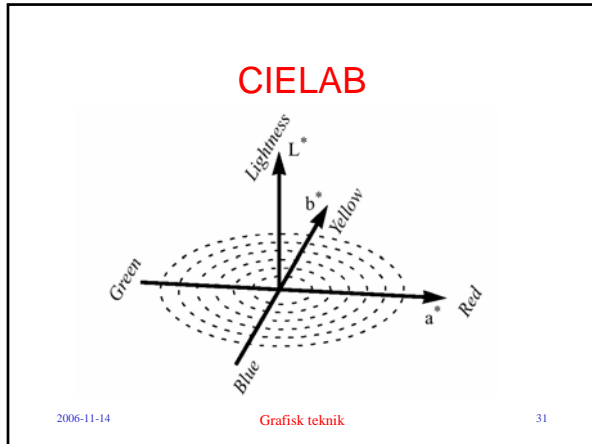
För färgskärmar kan man använda D65:s vitpunkt.

$$f(x) = \begin{cases} x^{1/3}, & x > 0,008856 \\ 7,787x + \frac{16}{116}, & x \leq 0,008856 \end{cases}$$

2006-11-14

Grafisk teknik

30



- ## FÄRGBLANDNING
- Tre primärfärger
 - CYAN (C)
 - MAGENTA (M)
 - GUL (Y)
- 2006-11-14 Grafisk teknik 34

- ## FÄRGBLANDNING
- Tre sekundärfärger
 - RÖD (R, MY)
 - GRÖN (G, CY)
 - BLÅ (B, CM)
- 2006-11-14 Grafisk teknik 35

- ## FÄRGBLANDNING
- En tertiärfärg
 - SVART (K, CMY)
- 2006-11-14 Grafisk teknik 36

3-FÄRGSTRYCK



2006-11-14

Grafisk teknik

37

3-FÄRGSTRYCK



2006-11-14

Grafisk teknik

38

3-FÄRGSTRYCK



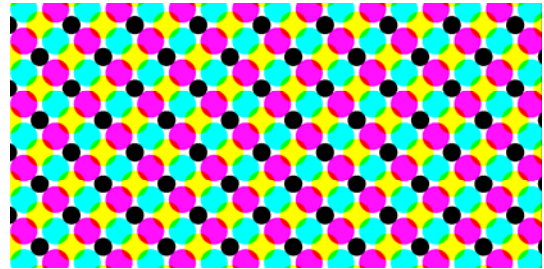
2006-11-14

Grafisk teknik

39

AM-RASTER

samma vinkel för C, M, Y & K



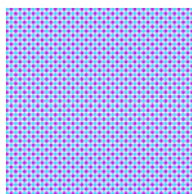
2006-11-14

Grafisk teknik

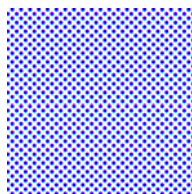
40

AM-RASTER

samma vinkel för C, M, Y & K, Missregistrering



Korrekt registrering



Position fel

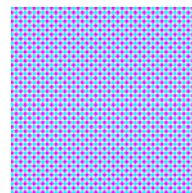
2006-11-14

Grafisk teknik

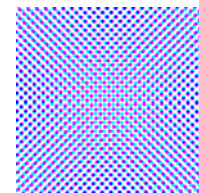
41

AM-RASTER

samma vinkel för C, M, Y & K, Missregistrering



Korrekt registrering



Vinkel fel

2006-11-14

Grafisk teknik

42

AM-RASTER

Moiré



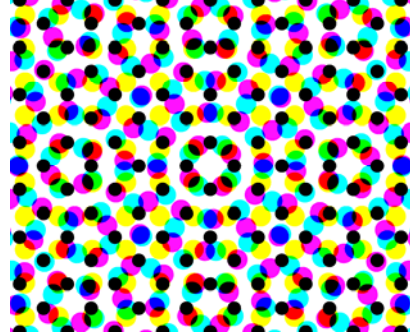
2006-11-14

Grafisk teknik

43

AM-RASTER

olika vinklar för C, M, Y & K 15, 75, 0 och 45 grader



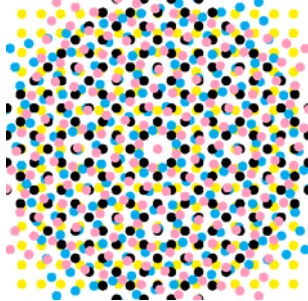
2006-11-14

Grafisk teknik

44

RASTERROSETTER

Centrumpunkt



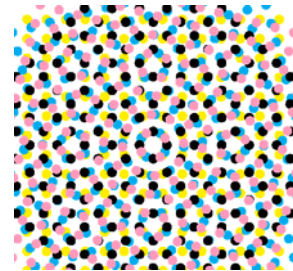
2006-11-14

Grafisk teknik

45

RASTERROSETTER

Öppet centrum



2006-11-14

Grafisk teknik

46

AM-RASTER

- Samma vinkel:
 - Dålig registrering kan orsaka mycket oacceptabel "Moiré pattern"
 - Om tryckprocessen är stabil och är noggrant kontrollerbar är det fullt möjligt att använda samma vinkel för alla 4 färgkanaler
 - Kan expandera färgomfånget (Color Gamut)
 - Elimineras "Rosett Pattern"

2006-11-14

Grafisk teknik

47

AM-RASTER

- Olika vinklar:
 - Vinklar 15, 75, 0 och 45 grader för C, M, Y och K ger ett mönster som är mycket mindre känsligt för missregistrering
 - Problem med "Rosette patterns"

2006-11-14

Grafisk teknik

48

FM (STOKASTISKT) RASTER



“Moiré pattern” och “Rosette pattern” försvinner

2006-11-14

Grafisk teknik

49