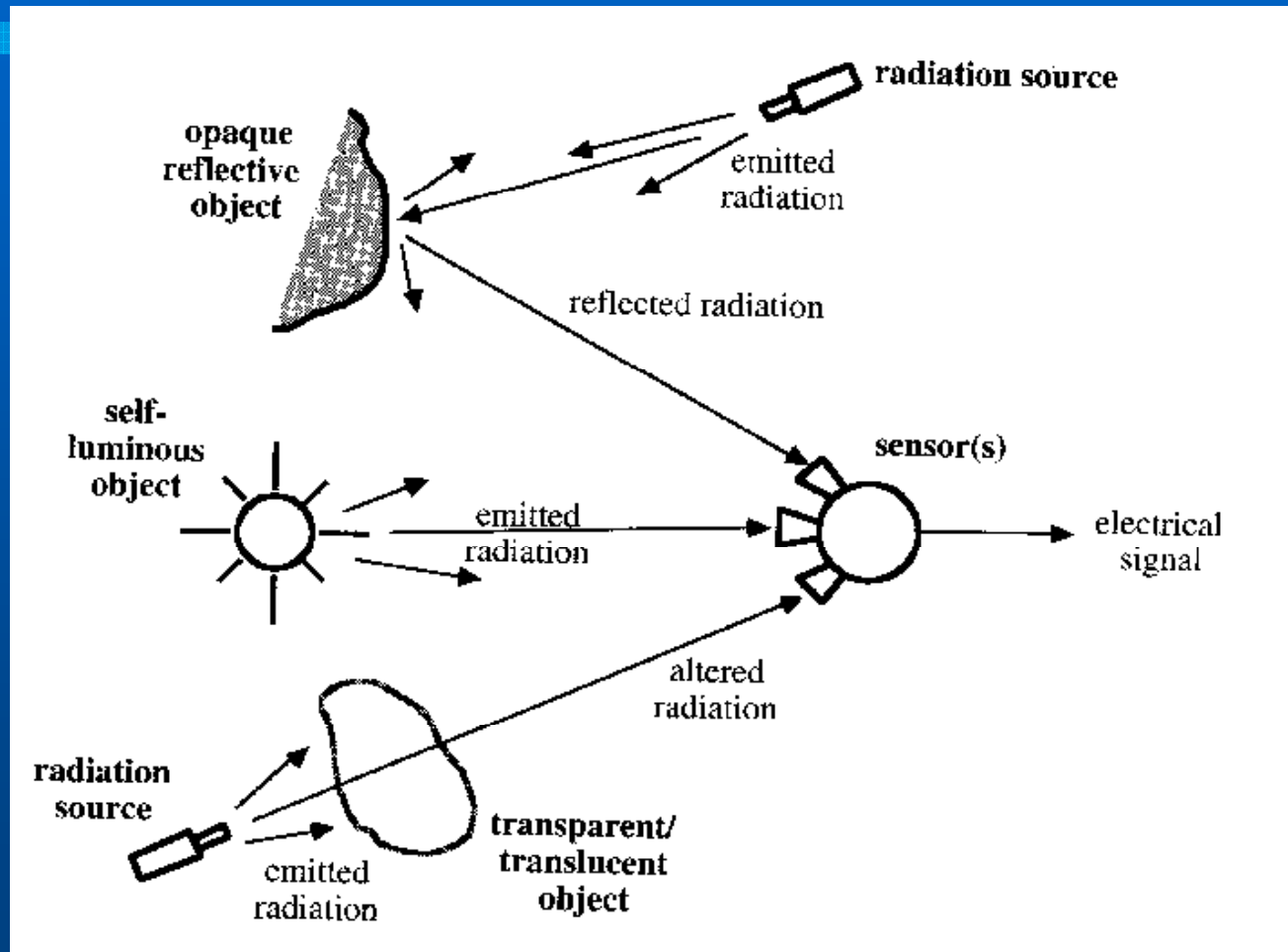


Από το φως στο ψηφιακό σήμα βίντεο

Γιώργος Τζιρίτας
Τμήμα Επιστήμης Υπολογιστών
<http://www.csd.uoc.gr/~tziritas>

Σχηματισμός εικόνων



Τριχρωματική όραση

Τρία πρωτεύοντα χρώματα

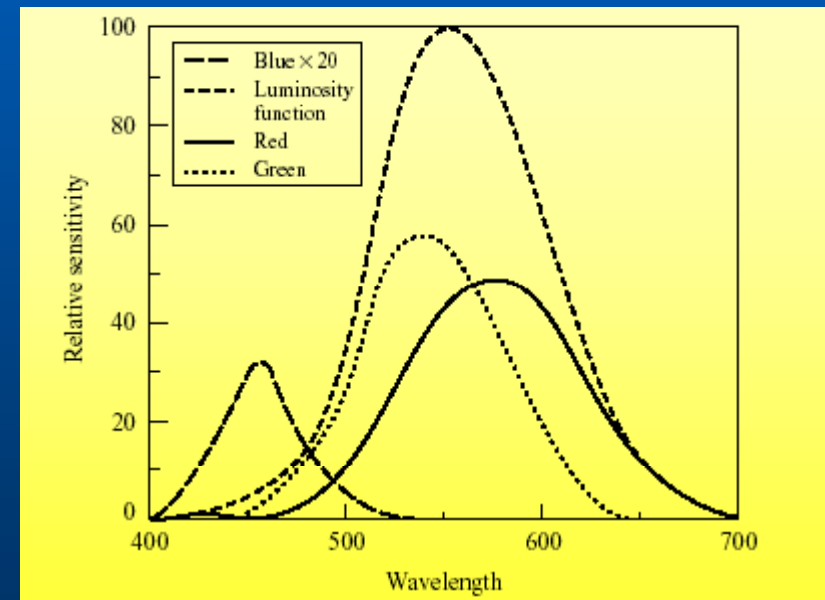
$$R(x,y,t) = \int I(x,y,\lambda,t) r(\lambda) d\lambda$$

$$G(x,y,t) = \int I(x,y,\lambda,t) g(\lambda) d\lambda$$

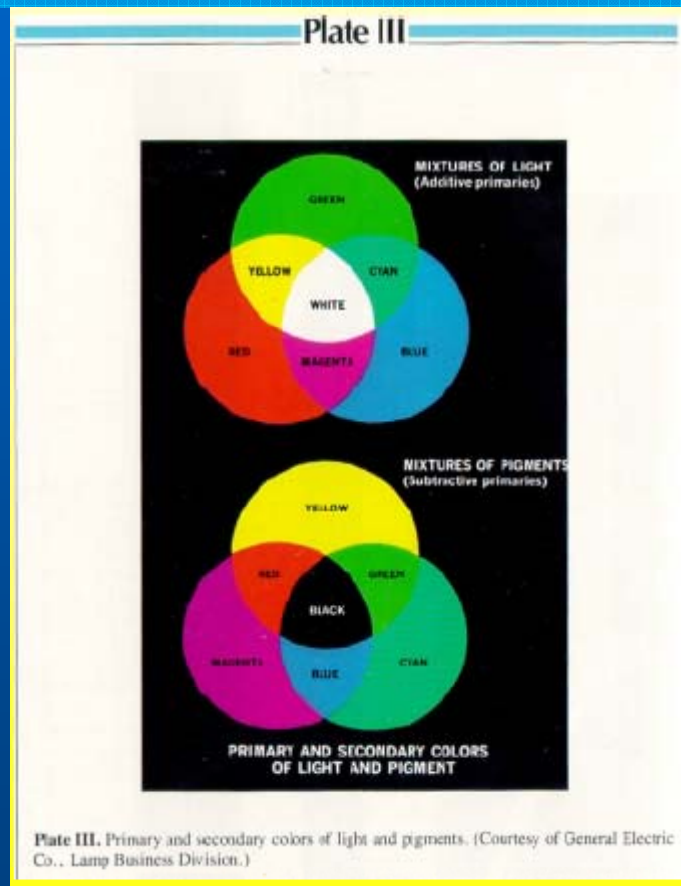
$$B(x,y,t) = \int I(x,y,\lambda,t) b(\lambda) d\lambda$$

Κόκκινο	R	575 nm
Πράσινο	G	535 nm
Μπλε	B	445 nm

Ορατό φάσμα φωτός
380 nm – 780 nm



Μίξη χρωμάτων (1/2)



Τρία δευτερεύοντα χρώματα

Κυανό	C
Ιώδες	M
Κίτρινο	Y

Μίξη χρωμάτων (2/2)



red



Green



Blue

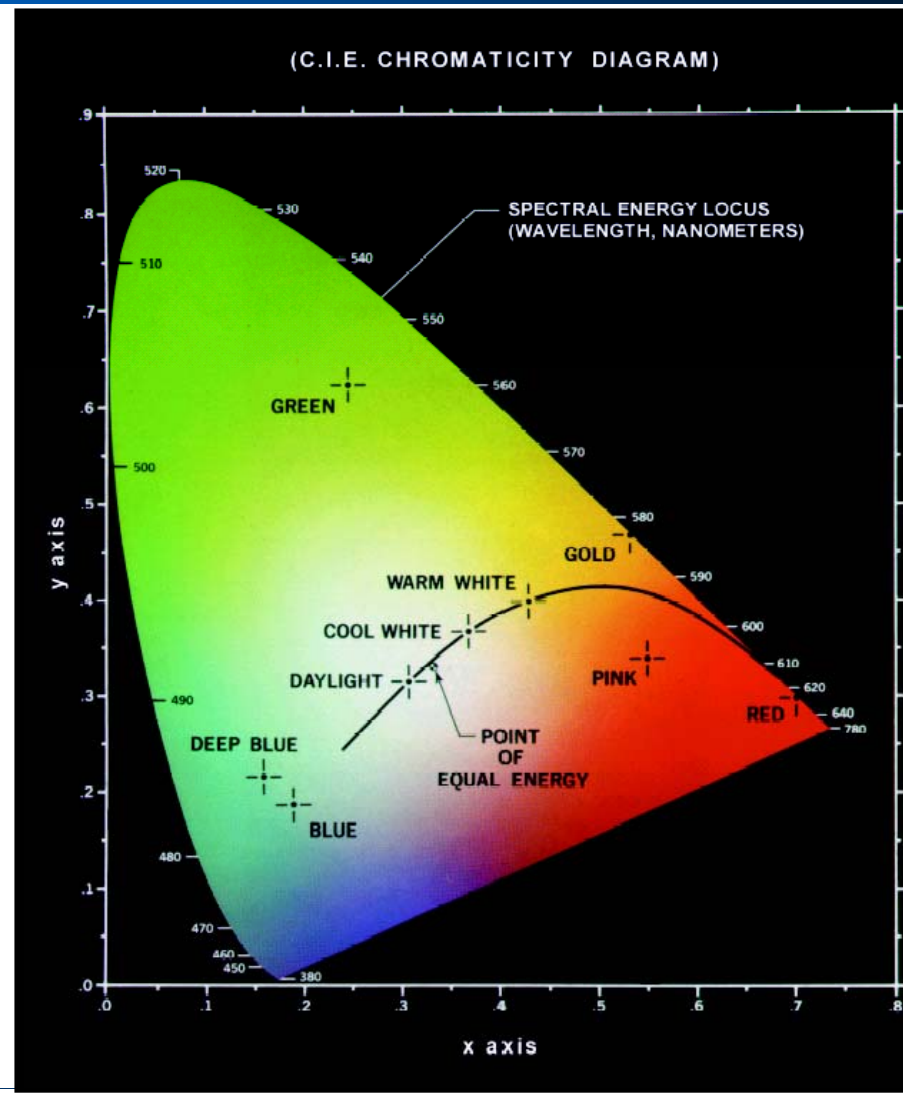
Διάγραμμα χρωμάτων C.I.E.

$$x = \frac{X}{X + Y + Z}$$

$$y = \frac{Y}{X + Y + Z}$$

$$z = \frac{Z}{X + Y + Z}$$

Τριχρωματικοί
συντελεστές

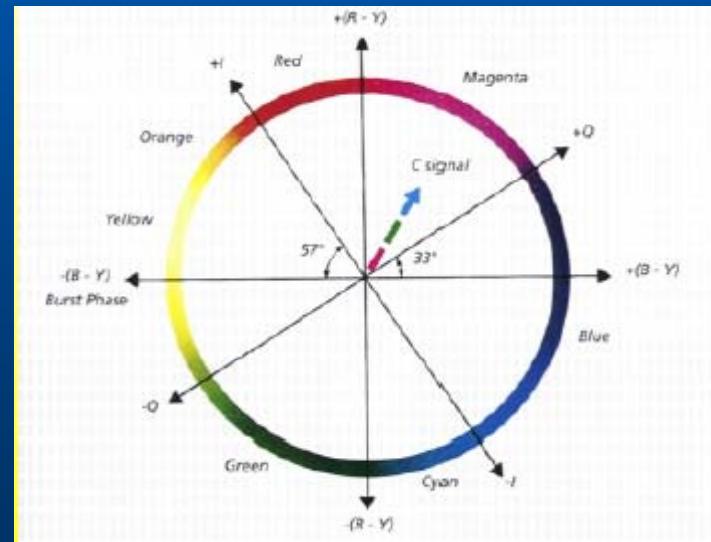


Συστήματα χρωμάτων

Φωτεινότητα – Απόχρωση - Κορεσμός

Διεθνής Επιτροπή Φωτισμού

- X Y Z
- L a b
- L u v
- Y I Q
- Y U V
- Y Δb Δr
- Y Cb Cr



Σύστημα χρωμάτων Lab

$$X = 0.4303R + 0.3416G + 0.1784B$$

$$Y = 0.2219R + 0.7068G + 0.0713B$$

$$Z = 0.0202R + 0.1296G + 0.9393B$$

$$L^* = 116f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - 16$$

$$X_n, Y_n, Z_n$$

λευκό

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

$$\sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$$

κορεσμός
χρώματος

$$b^* = 200\left(f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - f\left(\frac{Z}{Z_n}\right)\right)$$

$$\arctan\left(\frac{a^*}{b^*}\right)$$

χρώμα

$$f(x) = \begin{cases} x^{\frac{1}{3}} & x > 0.008856 \\ 7.787x + \frac{16}{116} & x \leq 0.008856 \end{cases}$$

Ευκλείδια απόσταση (ελάχιστη αντιληπτή 2,3)

Συστήματα χρωμάτων YΔbΔr και YCbCr

$$Y = 0,299 R + 0,587 G + 0,114 B$$

$$\Delta b = -0,299 R - 0,587 G + 0,886 B$$

$$\Delta r = 0,701 R - 0,587 G - 0,114 B$$

Χρησιμοποιείται στην αναλογική τηλεόραση

$$Y = 0,299 R + 0,587 G + 0,114 B$$

$$Cb = -0,169 R - 0,331 G + 0,500 B$$

$$Cr = 0,500 R - 0,419 G - 0,081 B$$

Χρησιμοποιείται στα πρότυπα MPEG

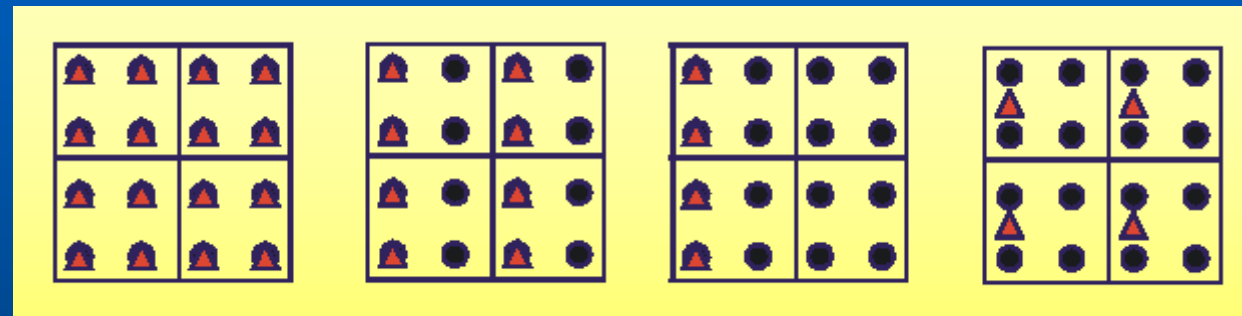


Ψηφιοποίηση βίντεο (1/4)

Recommendation IUT-R BT.601 (May 1982)

- Χρωματικό σύστημα : Y, Cb, Cr
- Συχνότητα δειγματοληψίας Y : 13.5 Mhz
- Συχνότητα δειγματοληψίας Cb, Cr : 6.75 Mhz (4:2:2)
- Κβαντισμός φωτεινότητας : [16,235]
- Κβαντισμός χρωματικών συνιστωσών : [-112, 112]
- Ορθογώνιο πλέγμα δειγματοληψίας
- Αριθμός σημείων / γραμμή : 720
- Παράγοντας πλέγματος 2:1
- Συχνότητα χρονικής δειγματοληψίας : 50 Hz ή 60 Hz
- Αριθμός γραμμών / πλαίσιο : 576 ή 480

Ψηφιοποίηση βίντεο (2/4)



4:4:4

2 x 2 Y

4 Cb

4 Cr

4:2:2

2 x 2 Y

2 Cb

2 Cr

4:1:1

2 x 2 Y

1 Cb

1 Cr

4:2:0

2 x 2 Y

1 Cb

1 Cr

Υποδειγματοληψία

Όχι

2:1 στήλες

4:1 στήλες

2:1 γραμμές/στήλες

Ψηφιοποίηση βίντεο (3/4)

CIF : μισή ανάλυση IUT-R BT.601 4:2:0

- Χρωματικό σύστημα : Y, Cb, Cr
- Συχνότητα δειγματοληψίας Y : 6.75 Mhz
- Αριθμός σημείων / γραμμή : 360
- Συχνότητα χρονικής δειγματοληψίας : 25 Hz ή 30 Hz
- Αριθμός γραμμών / πλαίσιο : 288 ή 240

QCIF : μισή ανάλυση CIF

Ψηφιοποίηση βίντεο (4/4)

Παραγωγή βίντεο MPEG2, 15-50 Mbps	720 x 576	IUT-R BT.601 4:4:4	249 Mbps
Παραγωγή βίντεο MPEG2, 15-50 Mbps	720 x 576	IUT-R BT.601 4:2:2	166 Mbps
Διανομή βίντεο (DVD) MPEG2, 4-8 Mbps	720 x 576	IUT-R BT.601 4:2:0	124 Mbps
Διανομή βίντεο (WWW) MPEG1, 1,5 Mbps	352 x 288	CIF 25Hz 4:2:0	30 Mbps
Βιντεο-διάσκεψη (ISDN) H.261/H.263, 128-384 kbps	352 x 288	CIF 30Hz 4:2:0	36 Mbps
Βιντεο-τηλέφωνο H.263, 20-64 kbps	176 x 144	QCIF 30 Hz 4:2:0	9 Mbps