

Grafica Computerizzata

dott. Giancarlo Amati

gamati@libero.it

wxveuca@tin.it

Programma del Corso

Lo scopo del corso è quello di dare le conoscenze di base della modellazione geometrica 2D e 3D tramite l'utilizzo dei più comuni strumenti informatici.

Programma generale:

- Struttura di un semplice sistema grafico;
- Una libreria grafica: OpenGL;
- Tecniche di Modellazione Geometrica di Curve e Superfici;
- Realizzazione di un progetto (organizzato a fasi);

Conoscenze di base:

- Analisi Numerica, Algebra Lineare e Geometria;
- Ambienti di sviluppo MS Windows, Linux (a scelta);
- Linguaggi di programmazione C++, Visual C++.

Materiale del corso

www.di.unife.it/amati

Libri consigliati:

OpenGL Programming Guide Second Edition

The Official Guide to Learning OpenGL, Version 1.1 ●

Addison-Wesley Developers Press.

Woo M., Neider J., Davis T.

OpenGL Reference Manual

The Official Reference Document for OpenGL, Release 1

Addison-Wesley Publishing Company.

Interactive Computer Graphics with OpenGL

Addison-Wesley ●

Angel

3D Computer Graphics

Addison-Wesley

Watt A.

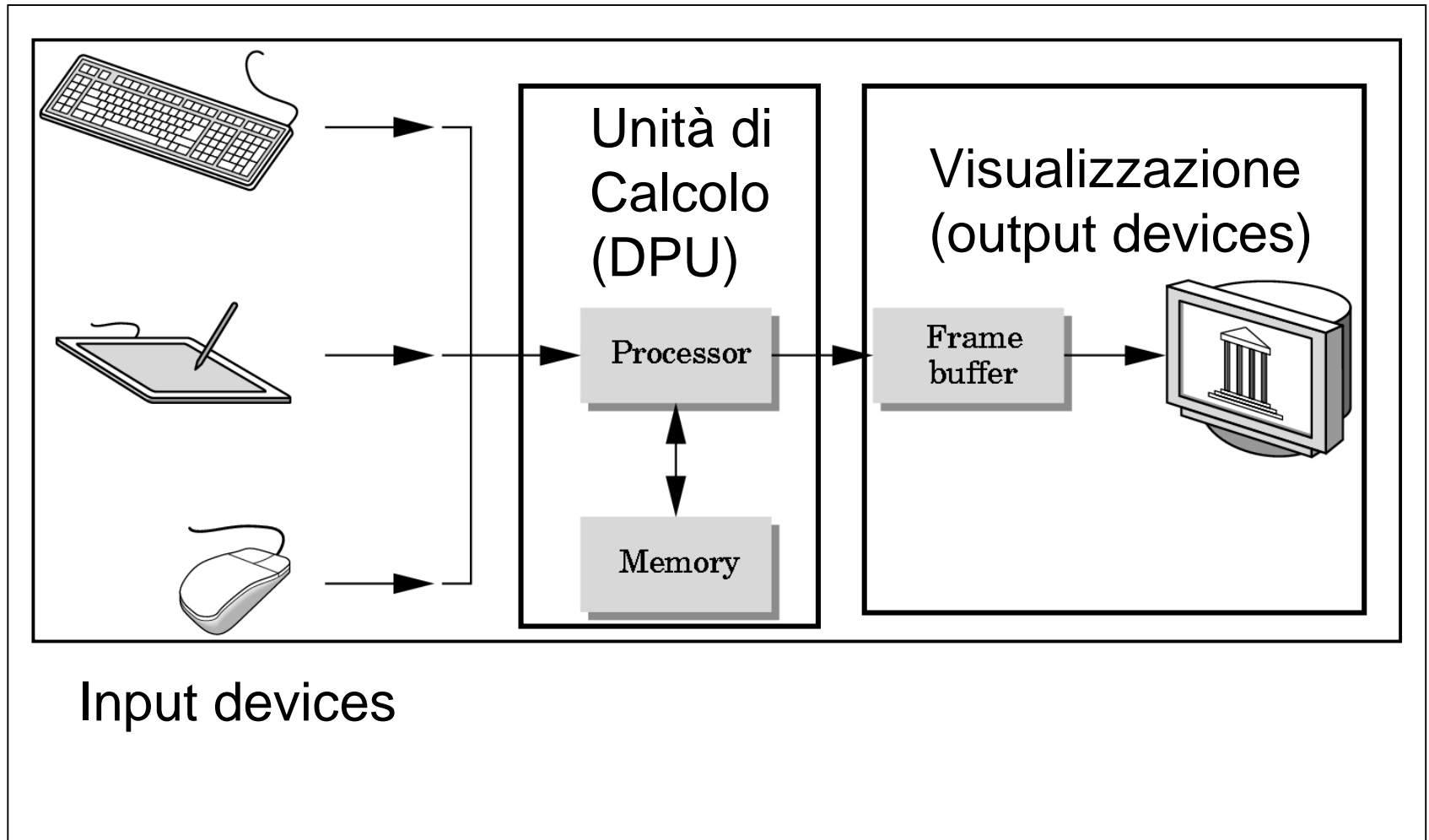
Computer Graphics

Riguarda tutti gli aspetti relativi alla visualizzazione e alla produzione di immagini (2D/3D) tramite l'utilizzo del computer.

Le principali aree di applicazione sono:

- Visualizzazione dati (TAC, MRI, ...);
- Design (CAD/CAM, ...);
- Simulazione;
- Interfacce grafiche (GUI);

Un sistema grafico



Un sistema grafico (2)

I sistemi grafici attuali si dicono *RASTER-BASED*: un'immagine è organizzata in array (RASTER) cui elementi sono detti *picture elements (PIXEL)*.

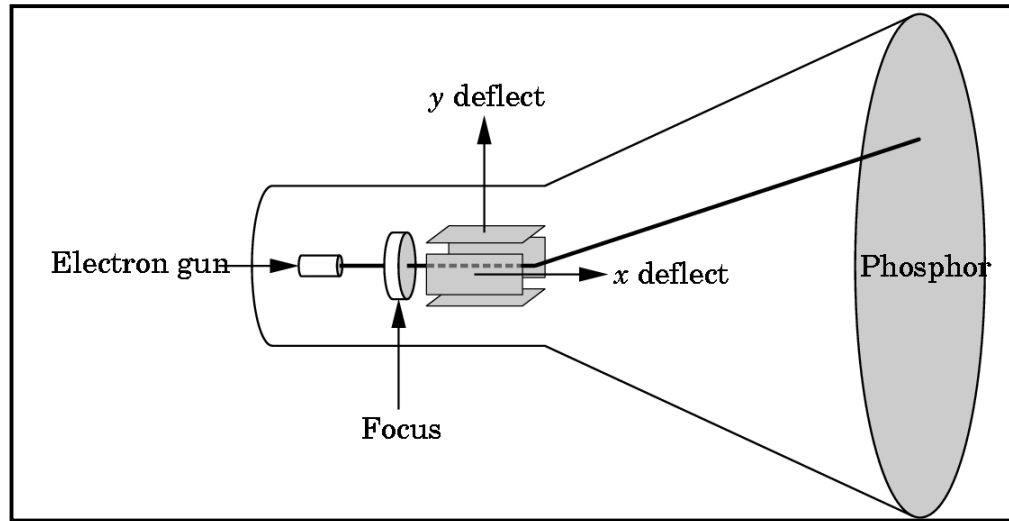
L'area di memoria nella quale sono memorizzati i pixel è il *frame buffer* (VRAM, DRAM).

Depth del frame buffer il numero di bit usato per ogni pixel. Es: 8-bit-deep $\rightarrow 2^8=256$ colori.

Processor: fase di calcolo che converte gli oggetti geometrici in pixel. (*Rasterization/Scan conversion*).

Un sistema grafico (3)

Output Devices: CRT (Cathod-ray tube)

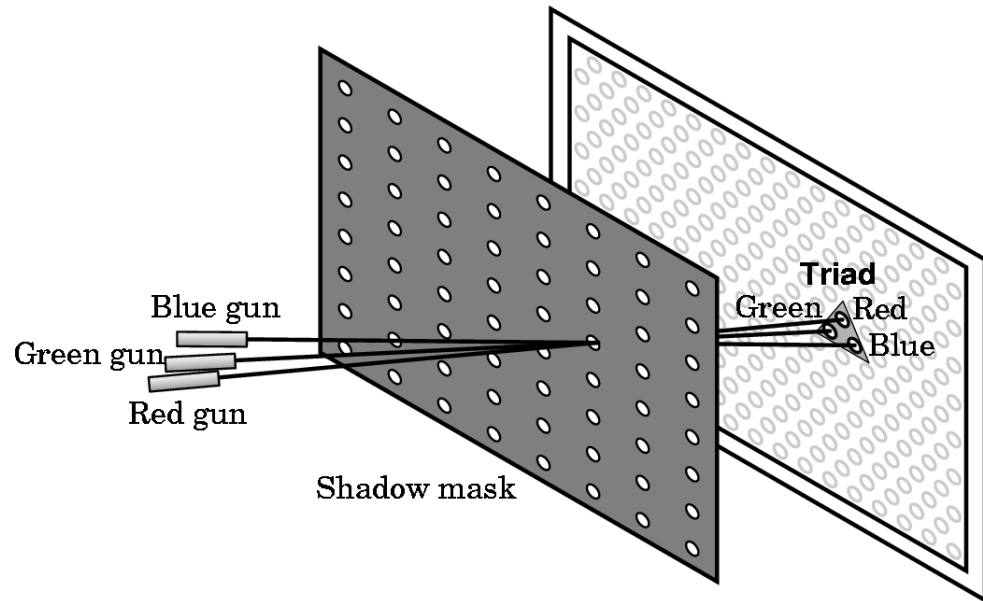


Il sistema visualizza i pixel, contenuti nel frame buffer, e li visualizza, come punti sullo strato di fosforo.

Velocità di *refresh* (*refresh rate*) $> 50\text{Hz}$ per impedire il fenomeno di *flickering*.

Un Sistema grafico (4)

CRT a colori: sono dotati di tre diversi laser beam, uno per ogni colore di base (RGB).

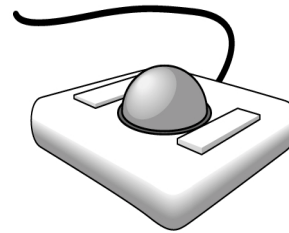
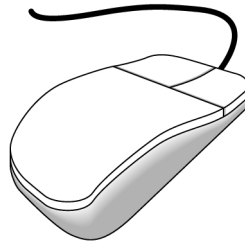


Lo strato di fosforo è organizzato in gruppi triangolari, ognuno per un colore primario. La shadow mask permette di accendere esattamente il fosforo relativo a uno di questi colori.

Un sistema grafico (5)

Dispositivi di Input:

- Tastiera;
- Mouse;
- Tavoleta;
- Trackball;

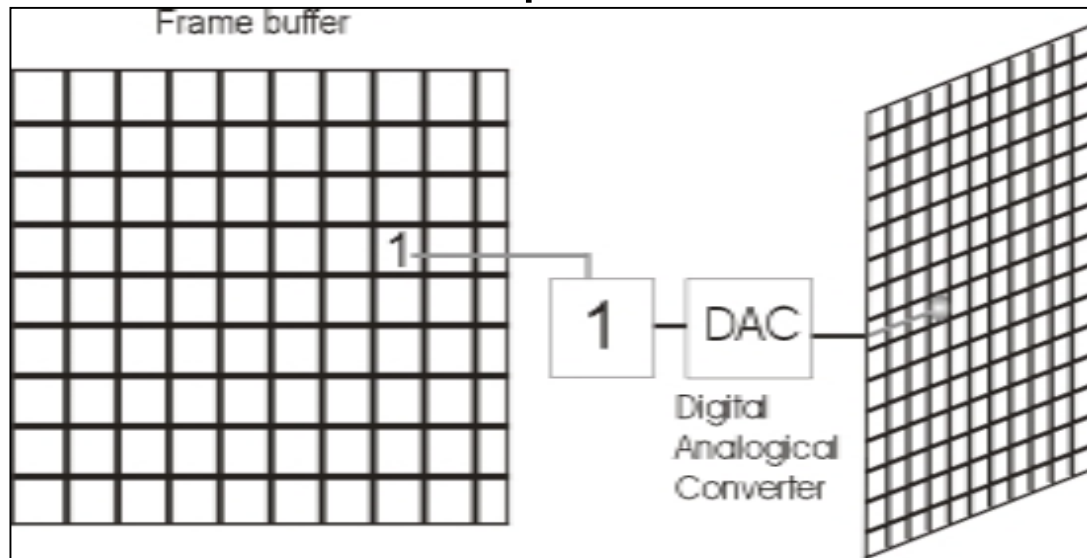


Trackball

Gestione dei Colori

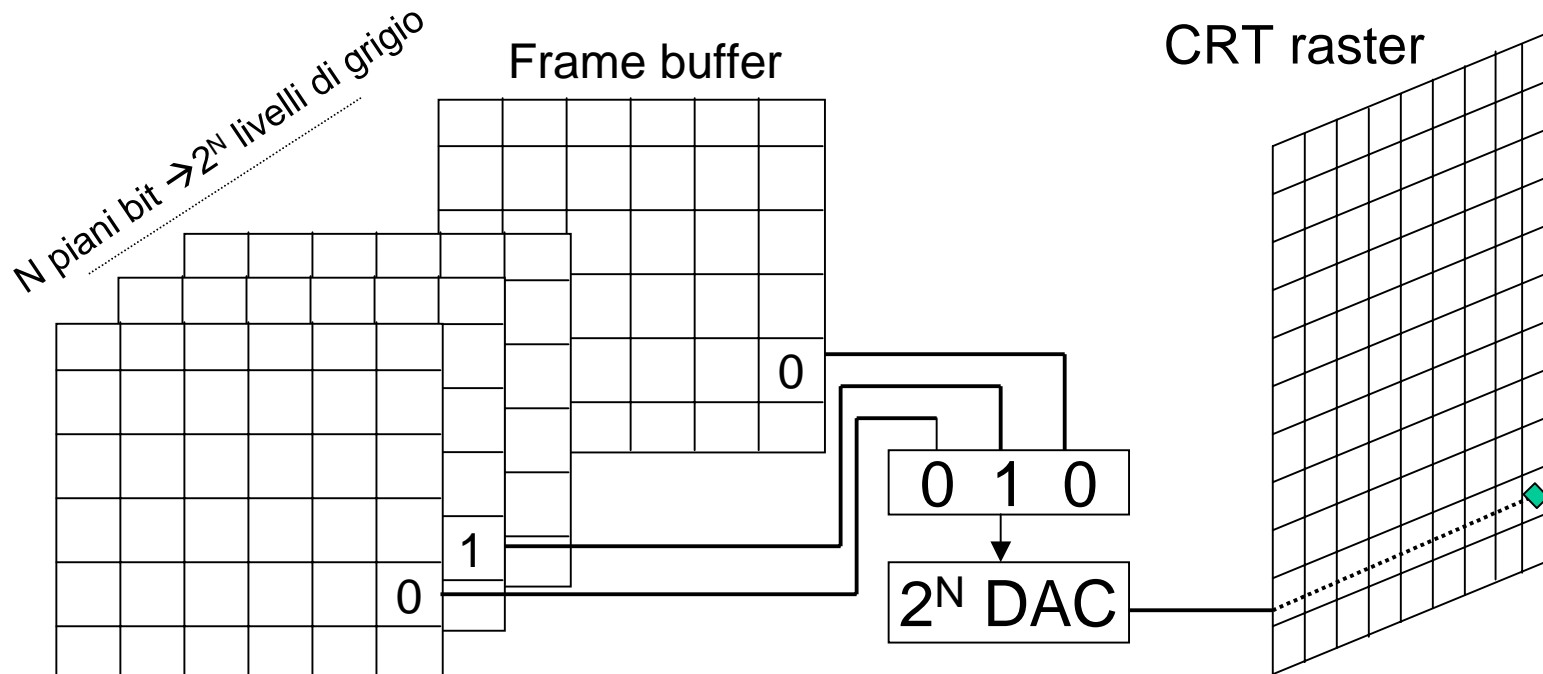
Il frame buffer è una matrice che contiene tutte le informazioni sui pixel da illuminare (coordinate, colori, intensità, ...).

Frame buffer a 1-bit-deep: gestisce il bianco e nero. Ogni elemento del frame buffer può assumere i valori 0/1.



Gestione dei Colori (2)

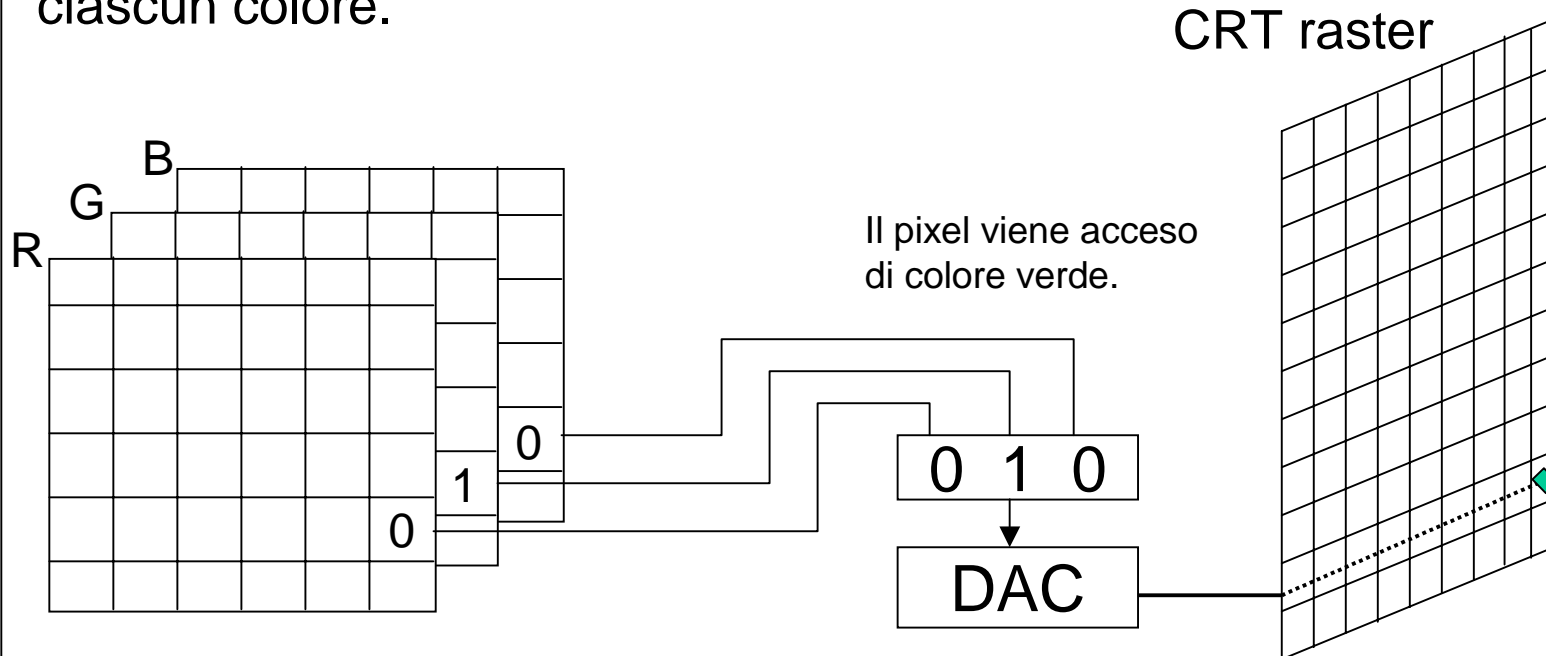
Volendo gestire i livelli di grigio, la complessità del frame buffer aumenta poiché aumentano i piani bit:



Gestione dei Colori (3)

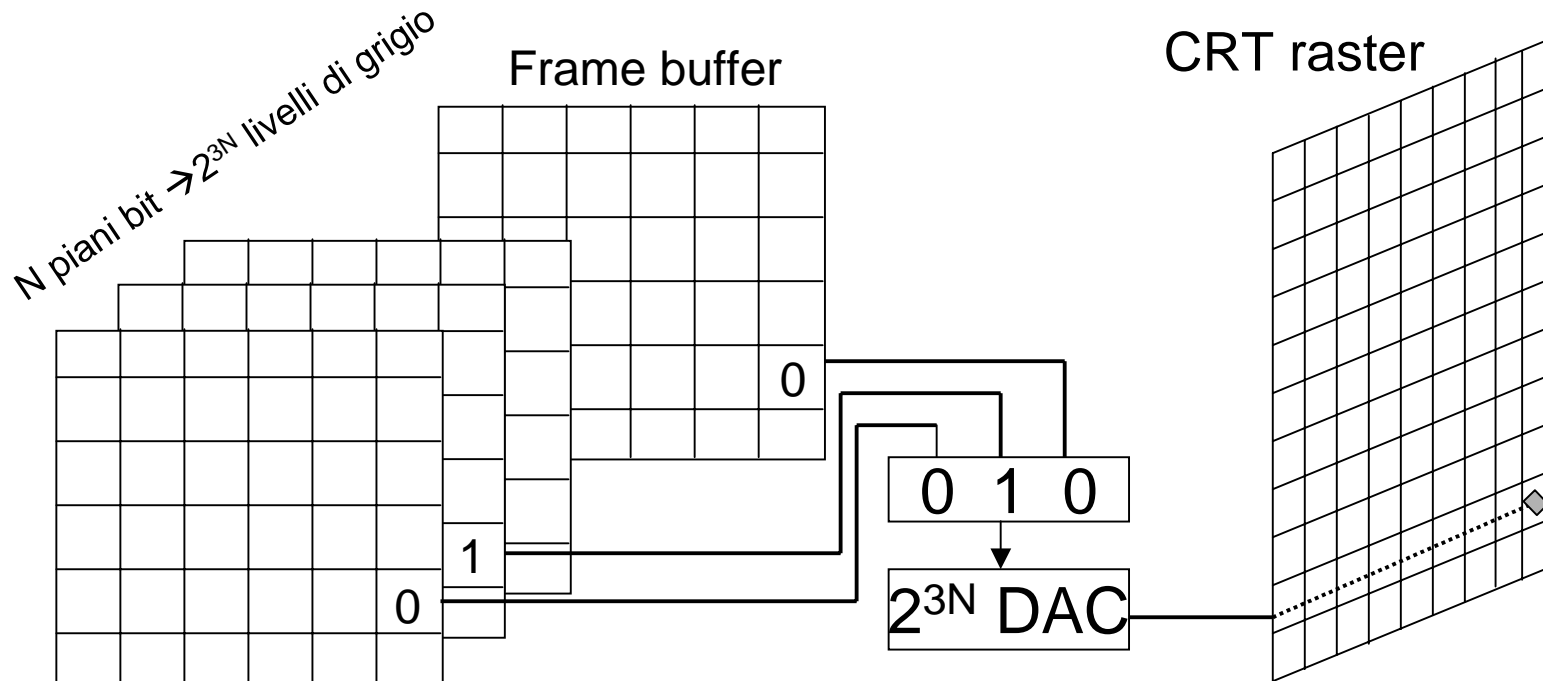
La gestione dei colori si basa sulla combinazione dei colori primari: Rosso, Verde, Blu (RGB).

La configurazione più semplice è quella di avere un piano bit per ogni colore. Tale configurazione gestirà solo valori 1/0 per ciascun colore.



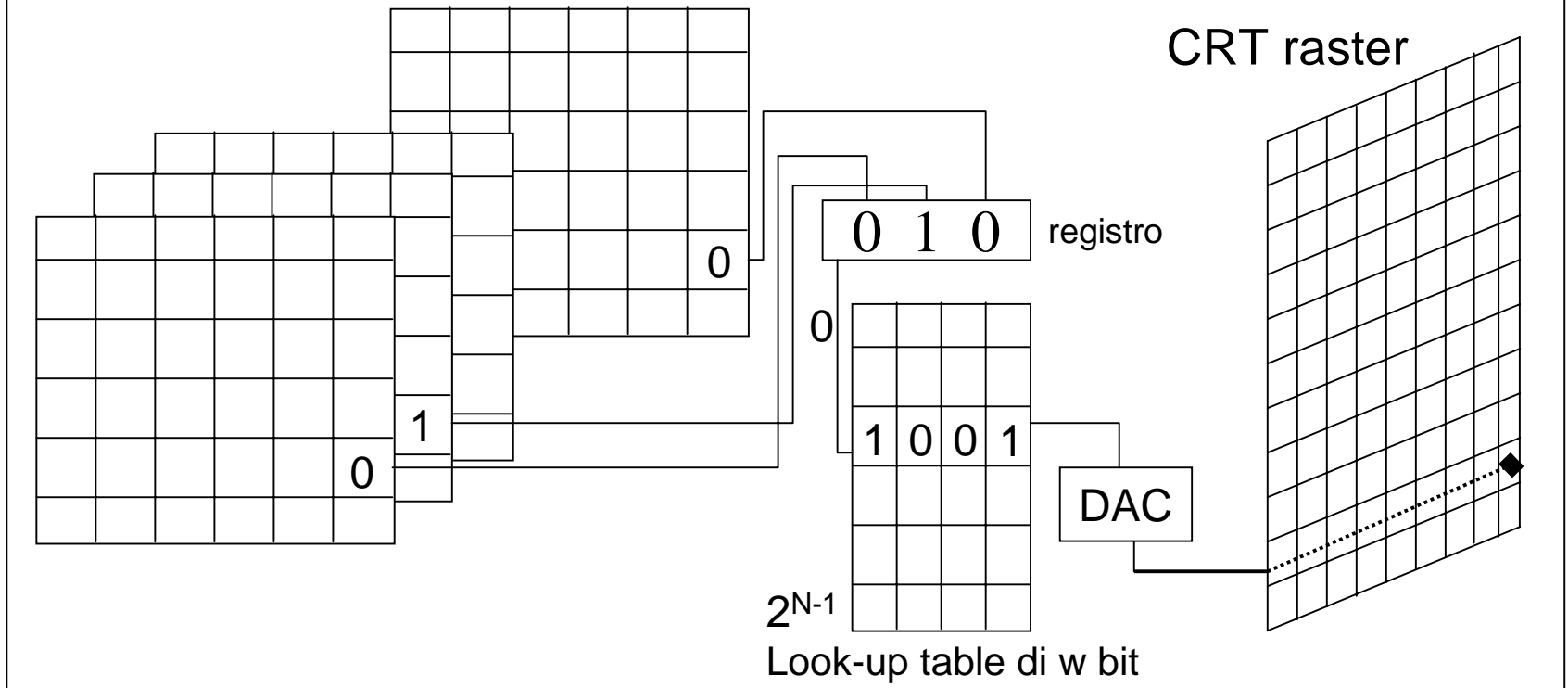
Gestione dei Colori (4)

Aumentando i piani bit per ciascun colore siamo in grado di gestire $2^N \times 2^N \times 2^N = 2^{3N}$ colori.



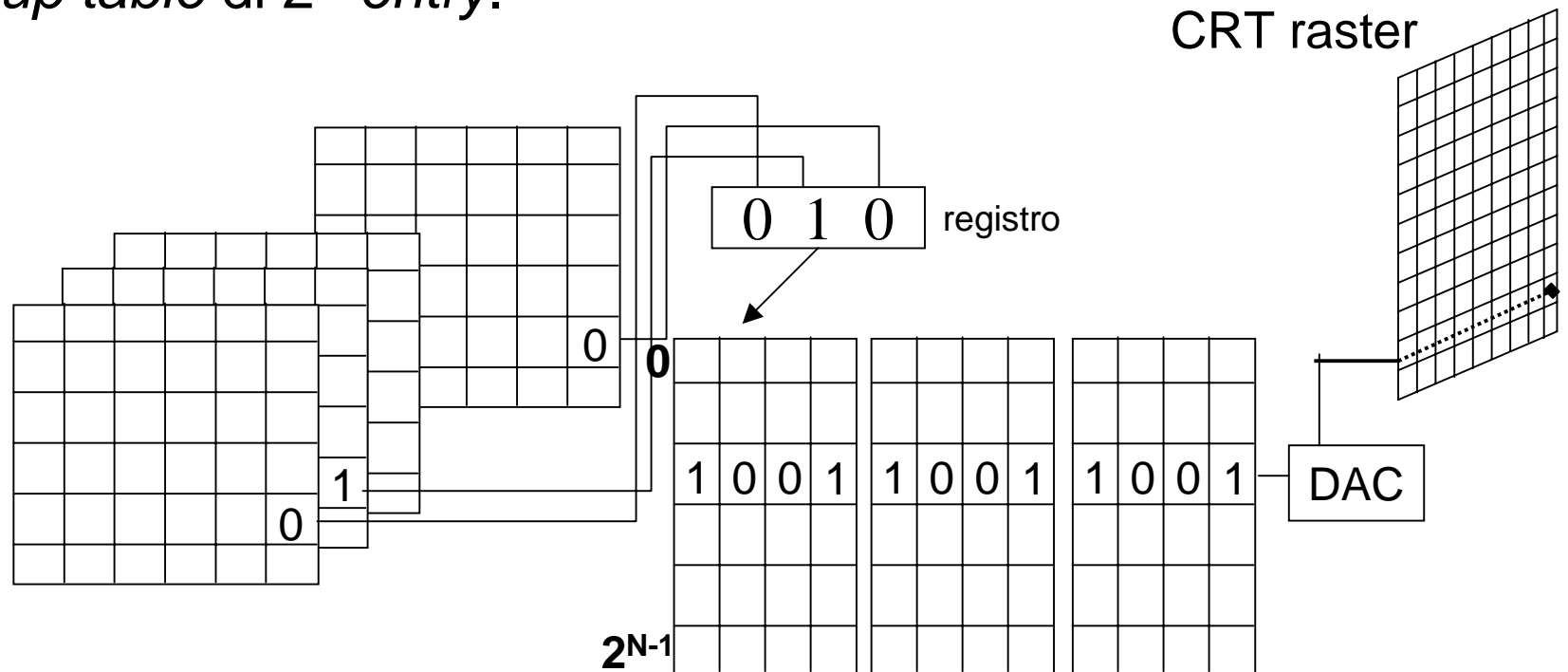
Gestione dei Colori (5)

Il numero di colori può a sua volta aumentare se si utilizzano N piani bit e una *look-up table* di 2^N entry di w bit. Quindi i colori possibili sono 2^{3w} ($3w > N$).



Gestione dei Colori (6)

Concludendo è possibile utilizzare un sistema con $3N$ piani bit, che gestiscono 2^{3N} colori contemporaneamente e 3 *look-up table* di 2^N entry.

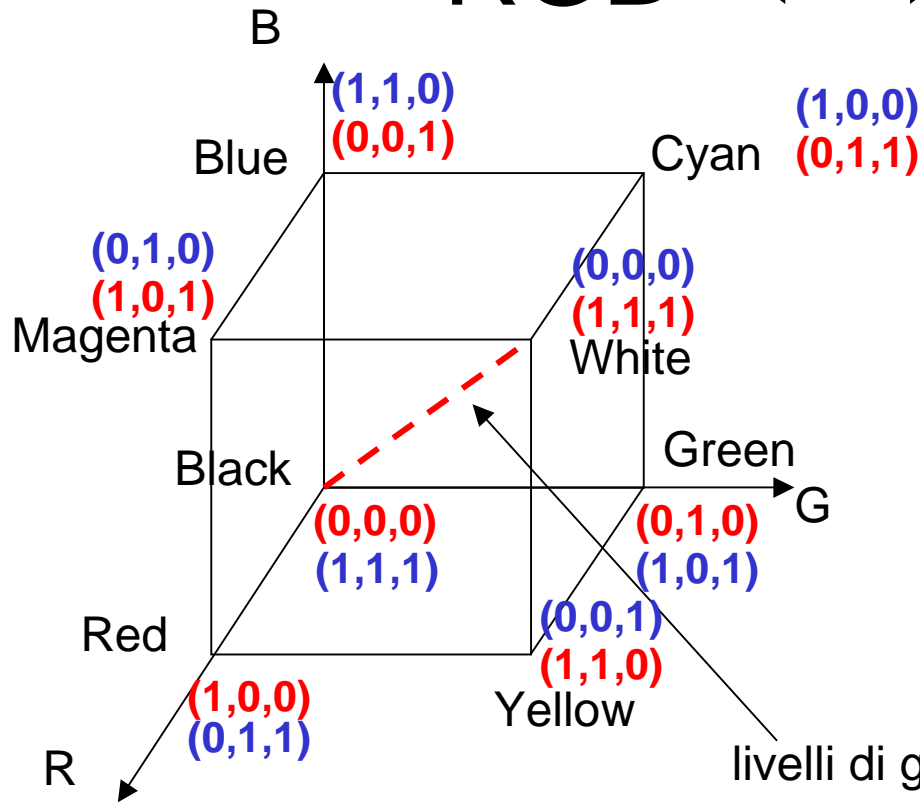


Sistemi di rappresentazione

- **RGB**: rosso, verde, blu; è quello più comunemente utilizzato.
- **CMY**: cyan, magenta, yellow; utilizzato soprattutto per stampanti a colori.
- **YIQ**: luminosità, *inphase* e *quadrature*; standard per TV broadcast.
- **HSI** (hue, saturation, intensity);
- **HSV** (hue, saturation, value).

Sistemi di rappresentazione (2)

RGB ↔ CMY



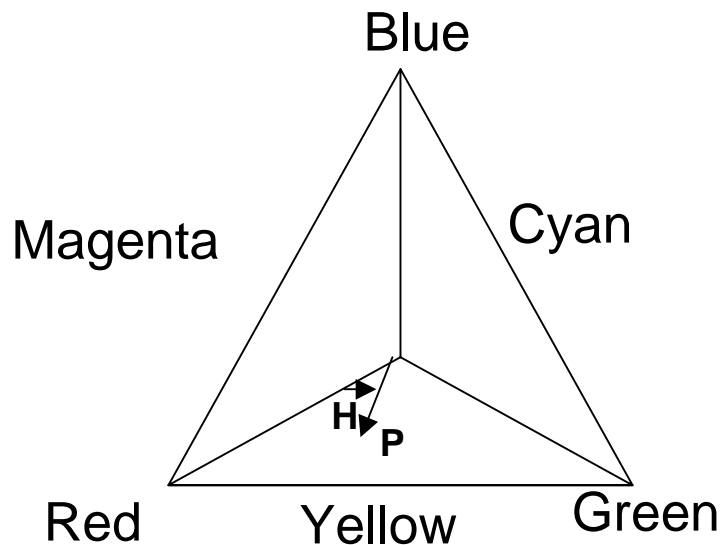
$$\begin{bmatrix} C \\ M \\ Y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}$$

Colori primari sottrattivi

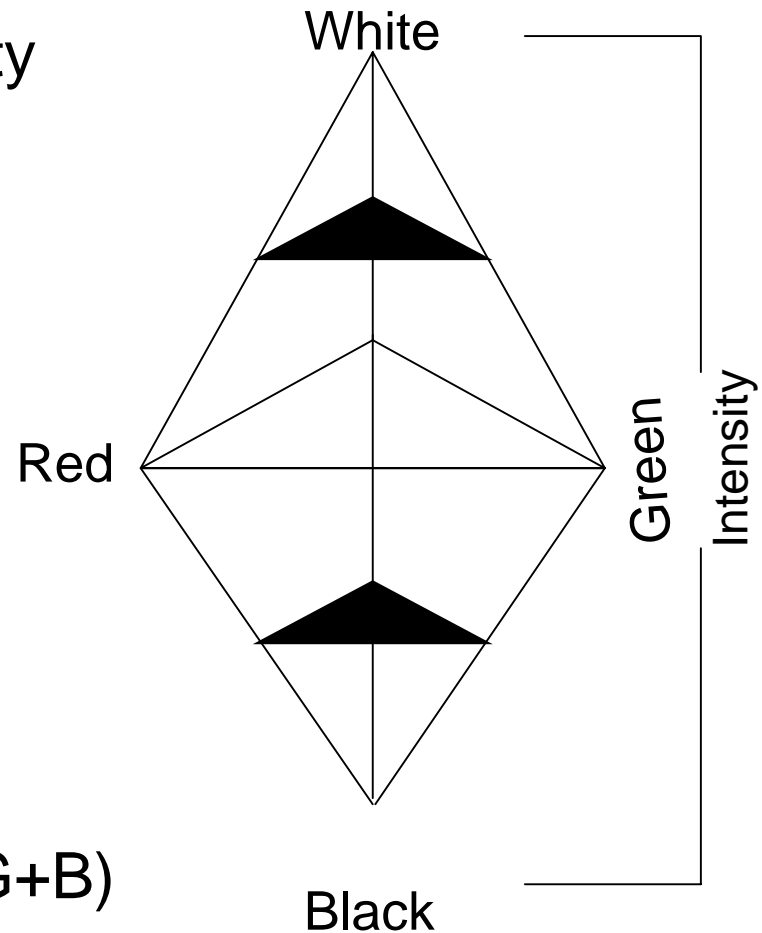
Colori primari additivi

Sistemi di rappresentazione (3)

HSI: hue, saturation, intensity



$$I = 1/3(R+G+B)$$



Sistemi di rappresentazione (4)

RGB  HSI

$$S = 1 - \frac{3}{(R + G + B)} \min(R, G, B)$$

$$I = \frac{1}{3}(R + G + B)$$

$$H = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [(R - G) + (R - B)]}{[(R - G)^2 + (R - B)(G - B)]^{1/2}} \right\}$$

Image Processing

Digital Image Processing

Rafael C. Gonzalez

Richard E. Woods

Ed. Addison Wesley