



La codifica delle immagini

- Analogamente possiamo codificare le immagini a colori. In questo caso si tratta di individuare un certo numero di sfumature, gradazioni di colore differenti e di codificare ognuna mediante un'opportuna sequenza di bit
- Qualsiasi colore può essere rappresentato dalla composizione del rosso, del verde e del blu.
- Quindi, invece che rappresentare alcune sfumature di tanti colori diversi, possiamo rappresentare molte sfumature dei tre colori primari: dalla combinazione di essi otteniamo tanti altri colori.




La codifica delle immagini

- Codifica **RGB** (*Red, Green, Blu* - Rosso, Verde, Blu ovvero i tre colori primari).
- Ogni pixel viene rappresentato con una combinazione dei tre colori
- Per ogni colore primario si usa un certo numero di bit per rappresentarne la gradazione (la "quantità")
- Ad esempio, utilizzando 8 bit per colore primario, otteniamo 256 diverse gradazioni, ovvero $256 \times 256 \times 256 = 16777216$ colori diversi. In questo caso un pixel richiede tre byte di informazione



La codifica delle immagini

Le sequenze di bit relative ad ogni colore primario si possono interpretare come la rappresentazione di una quantità (la gradazione, la sfumatura) quindi si possono esprimere in base decimale:

Ad esempio, se il colore di un pixel fosse  sarebbe espresso con la seguente sequenza di bit: **100010111101001011011000** allora potremmo, più comodamente, scrivere **139 210 216**.

Avendo 8 bit a disposizione per rappresentare la gradazione di un colore fondamentale, tutti e tre i numeri sono compresi tra 0 e 255

Spesso, per comodità di scrittura, tale codifica è espressa in base esadecimale. In questo modo, lo stesso colore dell'esempio sarebbe espresso nel modo seguente: **8B D2 D8** ($8B_{16} = 139_{10}$, e così via...).

100010111101001011011000 equivale a **139 210 216** ed a **8B D2 D8**



La codifica delle immagini

- La rappresentazione di un'immagine mediante la codifica dei pixel, viene chiamata codifica **bitmap** o **raster**
- La **risoluzione** dell'immagine è il numero di pixel che la costituiscono, espressi in termini di *larghezza x altezza*. Ovviamente, aumentando il numero di pixel a disposizione, migliora la qualità dell'immagine.
- La **profondità** dell'immagine è invece il numero di bit che servono per rappresentare un singolo pixel dell'immagine.
- Il numero di bit richiesti per memorizzare un'immagine dipende dalla risoluzione e dalla profondità

numero di bit per immagine = risoluzione x profondità



La codifica delle immagini

- Per distinguere 16777216 colori sono necessari 24 bit per la codifica di ciascun pixel: la codifica di un'immagine formata da 640X480 pixel richiederà 7.372.800 bit (921.600 byte)
- Esistono delle tecniche di compressione delle informazioni che consentono di ridurre drasticamente lo spazio occupato dalle immagini
- **codifiche di compressione:** le più famose sono la *CompuServe Graphic Interface (GIF)* e la *Joint Photographic Experts Group (JPEG)*. I file che usano tali codifiche riportano rispettivamente le estensioni .gif e .jpg (o anche .jpeg)



La codifica delle immagini

- Tali formati (detti anche **codec**: *compression/decompression*), usano un sistema per comprimere l'informazione prima di memorizzarla e per decomprimerla prima di visualizzarla.
- entrambi i formati tendono ad eliminare i pixel ripetitivi,
- Entrambe le soluzioni sono *compressioni con perdita* di informazione. Tale perdita non può essere recuperata in alcun modo. La codifica JPEG consente di manipolare tale fattore di compressione.



La codifica delle immagini

- Un'immagine può occupare molto spazio anche se non tutti i 16777216 colori sono CONTEMPORANEAMENTE usati
- Si può usare un sottoinsieme dei colori
- Si considera una tavolozza (**palette**) di colori (codificati con il sistema RGB) da codificare
- Ad esempio, sono comuni palette a 256 colori, ovvero, con profondità dell'immagine a 8 bit
- La palette viene memorizzata insieme al resto dei dati dell'immagine
- Nell'esempio precedente, sarebbero necessari 8 bit per la codifica di ciascun pixel: la codifica richiederà 2457600 bit (307200 byte) per l'immagine più $256 \cdot 3 = 768$ byte per la palette.

La codifica delle immagini

Palette

81	12	D4
44	D6	D5
3E	52	18
1B	BC	AA

indice nella
tabella (palette)

$\underbrace{10}_{\text{pixel}_1}$
 $\underbrace{11}_{\text{pixel}_2}$
 $\underbrace{11}_{\text{pixel}_3}$
 $\underbrace{00}_{\text{pixel}_4}$
 $\underbrace{01}_{\text{pixel}_5}$
 $\underbrace{01}_{\text{pixel}_6}$

immagine 3x2

4	5	6
1	2	3

Rappresentazione con palette:

$$\underbrace{24 \times 4}_{\text{palette}} + \underbrace{2 \times 6}_{\text{pixel}} = \underline{108} \text{ bit}$$

Rappresentazione RGB:

$$24 \times 6 = \underline{144} \text{ bit}$$

$\underbrace{3E \ 52 \ 18}_{\text{pixel 1}}$
 $\underbrace{1B \ BC \ AA}_{\text{pixel 2}}$
 $\underbrace{1B \ BC \ AA}_{\text{pixel 3}}$
 $\underbrace{81 \ 12 \ D4}_{\text{pixel 4}}$
 $\underbrace{44 \ D6 \ D5}_{\text{pixel 5}}$
 $\underbrace{44 \ D6 \ D5}_{\text{pixel 6}}$

La codifica delle immagini

Palette

81	00	D4
44	00	D5
3E	00	18
1B	00	AA

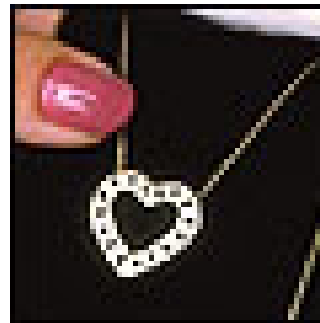
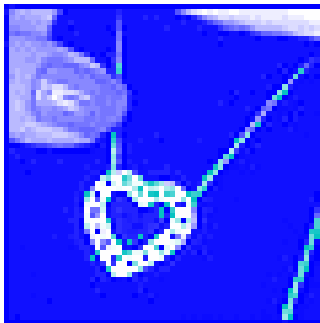
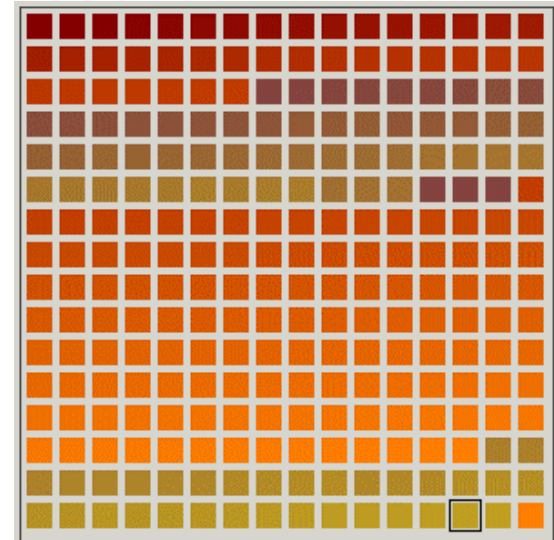
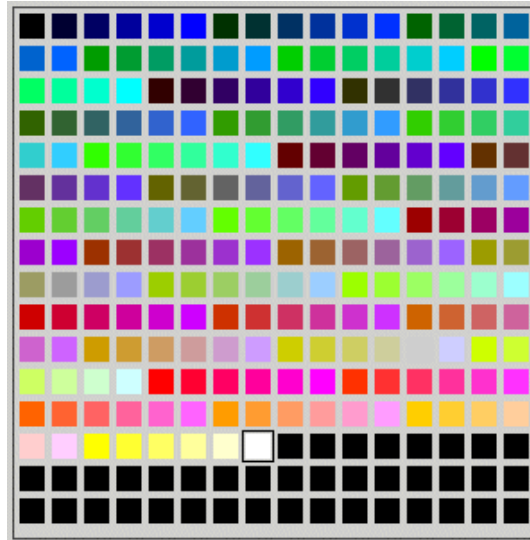
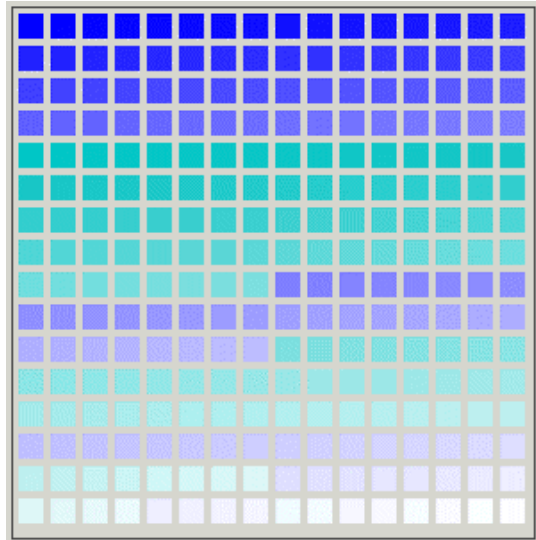
indice nella
tabella (palette)

10 11 11 00 01 01
pixel₁ pixel₂ pixel₃ pixel₄ pixel₅ pixel₆

immagine 3x2

4	5	6
1	2	3

La codifica delle immagini





La codifica delle immagini

- Quando abbiamo bisogno di colori che non sono presenti in questa tavolozza?
- possiamo sostituire il colore mancante con quello più simile presente nella palette,

oppure

- cambiare palette. In questo modo, cambia l'associazione tra sequenze di bit e colori.
- Di conseguenza, quando si usa un programma di elaborazione dell'immagine (es. paint shop pro, photoshop, etc.), bisogna specificare quale palette si sta usando.



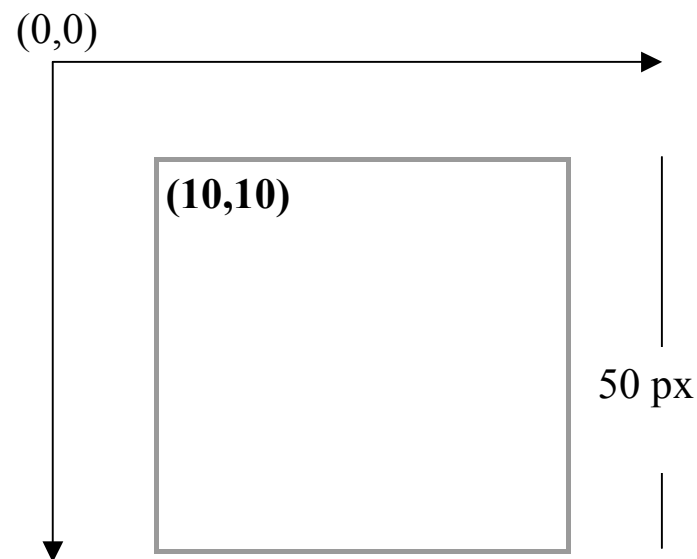
La codifica delle immagini

- **Grafica vettoriale:** *descrizione di elementi geometrici primitivi, i quali vengono specificati individualmente. Non si descrivono i pixel singolarmente.*
- si definiscono le curve e tutti gli elementi geometrici che compongono l'immagine memorizzando solo le loro coordinate
- un programma che gestisce immagini in grafica vettoriale dovrà prima leggere le coordinate e riprodurre pixel per pixel le curve
- formato testuale (si crea e modifica con un editor di testi)
- meno occupazione di memoria + elaborazione per la riproduzione

La codifica dell'immagine

- individuare un punto di riferimento (che può essere il vertice in alto a sinistra del quadrato)
- lunghezza del lato
- origine degli assi cartesiani

Rectangle(10,10, 50, 50)





La codifica delle immagini

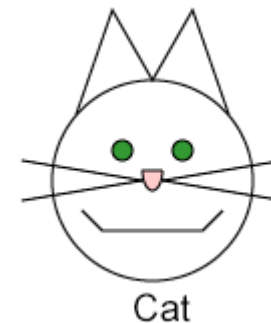
- **Osservazione:** è chiaro che in un file in formato vettoriale bisognerebbe memorizzare opportunamente anche la risoluzione dell'immagine, lo spessore in pixel delle linee, i colori delle linee e dei riempimenti delle figure, etc. Un approfondimento della codifica vettoriale in tal senso è al di fuori degli scopi di questo corso.

La codifica delle immagini: formato SVG

- SVG (Scalable Vector Graphics) è un linguaggio di grafica vettoriale bidimensionale

```
<svg width="140" height="170">
<title>Cat</title>
<desc>Stick Figure of a Cat</desc>

<circle cx="70" cy="95" r="50" style="stroke: black; fill: none;"/>
<circle cx="55" cy="80" r="5" stroke="black" fill="#339933"/>
<circle cx="85" cy="80" r="5" stroke="black" fill="#339933"/>
<g id="whiskers">
  <line x1="75" y1="95" x2="135" y2="85" style="stroke: black;"/>
  <line x1="75" y1="95" x2="135" y2="105" style="stroke: black;"/>
</g>
<use xlink:href="#whiskers" transform="scale(-1 1) translate(-140 0)"/>
<!-- ears -->
<polyline points="108 62, 90 10, 70 45, 50 10, 32 62"
  style="stroke: black; fill: none;" />
<!-- mouth -->
<polyline points="35 110, 45 120, 95 120, 105, 110"
  style="stroke: black; fill: none;" />
<!-- nose -->
<path d="M 75 90 L 65 90 A 5 10 0 0 0 75 90"
  style="stroke: black; fill: #ffcccc"/>
<text x="60" y="165" style="font-family: sans-serif; font-size: 14pt;
  stroke: none; fill: black;">Cat</text>
</svg>
```





La codifica delle immagini

- Immagini complesse od irregolari: codifica *raster* o *bitmap*
 - Codifiche standard: **GIF**, **JPEG**, **BMP**
- Immagini regolari: codifica *vettoriale*
 - Codifiche standard (proprietarie): **CGM**, **DWG**, **DXF**
 - **Macromedia FLASH**
- Codifiche *ibride (raster/vettoriale)*:
 - Codifiche standard (proprietarie): **Postscript**, **PDF** (Portable Document Format)