



# PARTE V: La codifica dell'informazione

# Codifica dei caratteri

- Alfabeto anglosassone
  - Lettere maiuscole e minuscole
  - Cifre numeriche (0, 1, 2, ..., 9)
  - Simboli di punteggiatura (, . ; : ! " ? ...)
  - Segni matematici (+, -, {, [, >, ...)
  - Caratteri nazionali (à, è, ì, ò, ù, ç, ñ, ö, ...)

può essere codificato usando un byte (220 caratteri circa)

- Il metodo di codifica più diffuso tra i produttori di hardware e di software prende il nome ASCII (American Standard Code for Information Interchange)

# Codifica dei caratteri (ASCII)

ASCII	Simbolo
00000000	NUL (spazio bianco)
...	...
00111110	>
00111111	?
01000000	@
01000001	A
01000010	B
01000011	C
...	...

# Codifica delle parole

- ▣ Parole sono sequenze di caratteri
- ▣ Codifica della parole *cane*

01100011	01100001	01101110	01100101
c	a	n	e

- ▣ Il problema inverso: data una sequenza di bit, il testo che essa codifica può essere ottenuto nel modo seguente:
  - ▣ si divide la sequenza in gruppi di otto bit (byte)
  - ▣ si determina il carattere corrispondente ad ogni byte

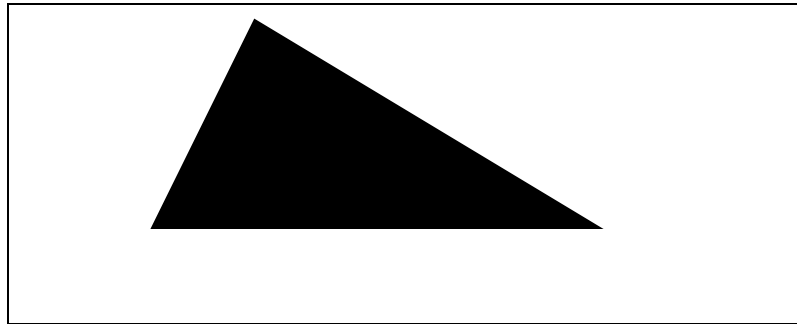
# Codifica dei caratteri

- Abbiamo considerato il codice:
  - ASCII: 8 bit per carattere
- Un'altro codice:
  - UNICODE, 16 bit per carattere (ASCII + caratteri etnici)
  - Microsoft Windows usa un codice proprietario a 16 bit per carattere, simile ad UNICODE

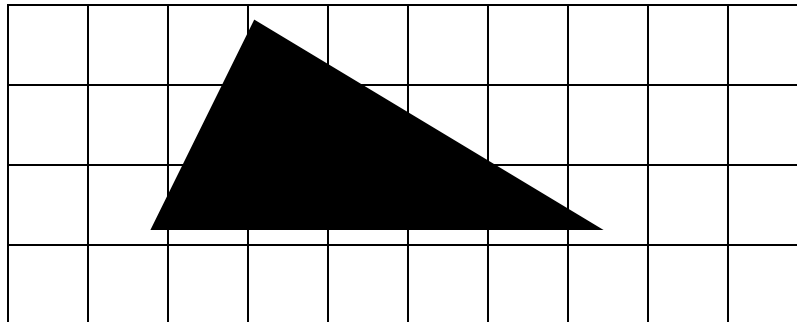
# Codifica dell'informazione

- ▣ Quanti bit si devono utilizzare per rappresentare 300 informazioni distinte?
- ▣ Quanti byte occupa la parola "psicologia" se la si codifica utilizzando il codice ASCII?
- ▣ Dati 12 bit per la codifica, quante informazioni distinte si possono rappresentare?

# Codifica delle immagini



Suddividiamo l'immagine mediante una griglia formata da righe orizzontali e verticali a distanza costante



# Codifica delle immagini

- Ogni quadratino derivante da tale suddivisione prende il nome di *pixel* (picture element) e può essere codificato in binario secondo la seguente convenzione:
  - Il simbolo "0" viene utilizzato per la codifica di un pixel corrispondente ad un quadratino in cui il bianco è predominante
  - Il simbolo "1" viene utilizzato per la codifica di un pixel corrispondente ad un quadratino in cui il nero è predominante





# Codifica delle immagini

0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

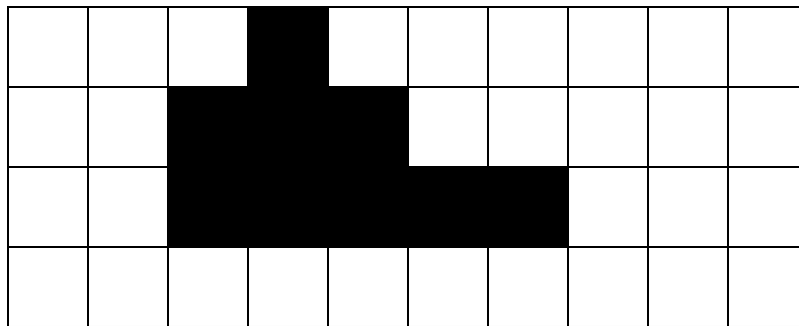
Poiché una sequenza di bit è lineare, è necessario definire convenzioni per ordinare la griglia dei pixel in una sequenza. Assumiamo che i pixel siano ordinati dal basso verso l'alto e da sinistra verso destra

0000000000 0011111000 0011100000 0001000000

# Codifica delle immagini

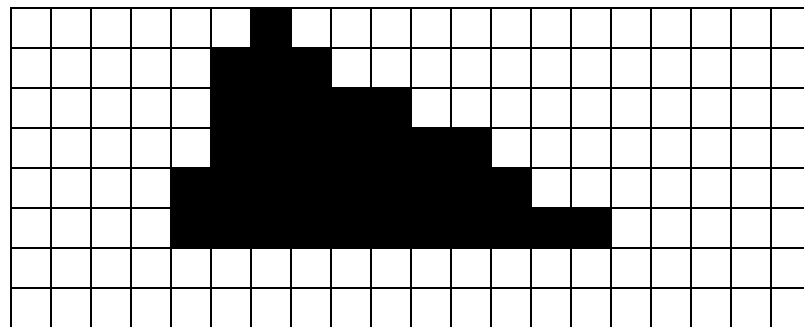
Non sempre il contorno della figura coincide con le linee della griglia. Quella che si ottiene nella codifica è un'approssimazione della figura originaria

Se riconvertiamo la sequenza di stringhe  
000000000 0011111000 0011100000 0001000000  
in immagine otteniamo



# Codifica delle immagini

La rappresentazione sarà più fedele all'aumentare del numero di pixel, ossia al diminuire delle dimensioni dei quadratini della griglia in cui è suddivisa l'immagine



# Codifica delle immagini

- Assegnando un bit ad ogni pixel è possibile codificare solo immagini in bianco e nero
- Per codificare le immagini con *diversi livelli di grigio* oppure a *colori* si usa la stessa tecnica: per ogni pixel viene assegnata una *sequenza* di bit

# Codifica delle immagini (grigio e colore)

- Per memorizzare un pixel non è più sufficiente un solo bit
  - Per esempio, se utilizziamo quattro bit possiamo rappresentare  $2^4 = 16$  livelli di grigio o 16 colori diversi
  - Mentre con otto bit ne possiamo distinguere  $2^8 = 256$ , ecc.

# L'uso del colore

- Il colore può essere generato componendo 3 colori: red, green, blue (RGB)
- Ad ogni colore si associa una possibile sfumatura
- Usando 2 bit per ogni colore si possono ottenere 4 sfumature per il rosso, 4 per il blue e 4 per il verde che, combinate insieme, danno origine a 64 colori diversi
- Ogni pixel per essere memorizzato richiede 6 bit

# L'uso del colore

- Usando 8 bit per ogni colore si possono ottenere 256 sfumature per il rosso, 256 per il blu e 256 per il verde che, combinate insieme, danno origine a circa 16,8 milioni di colori diversi (precisamente 16777216 colori)
- Ogni pixel per essere memorizzato richiede 3 byte



# Risoluzione

- Il numero di pixel presenti sullo schermo (colonne x righe) prende il nome di *risoluzione*
- Risoluzione tipiche sono  
640 x 480    1024 x 768    1280 x 1024
- Esempio:
  - Per distinguere 256 colori sono necessari otto bit per la codifica di ciascun pixel
  - La codifica di un'immagine formata da 640 x 480 pixel richiederà 2.457.600 bit (307.200 byte)

# Compressione

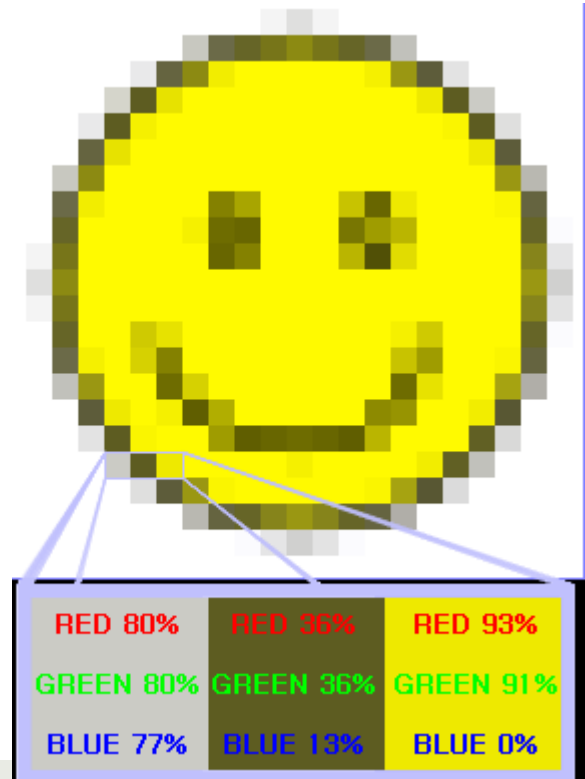
- E' una tecnica usata per ridurre il numero di bit necessari per immagazzinare un'informazione, generalmente applicata a ridurre le dimensioni di un file.
- Le varie tecniche di compressione cercano di organizzare in modo più efficiente le informazioni al fine di ottenere una memorizzazione che richieda minor uso di risorse.
- Le tecniche di compressione si dividono in due grandi categorie:
  - lossy: comprimono i dati con perdita d'informazione
  - lossless: comprimono i dati senza perdita d'informazione che sfrutta le ridondanze nella codifica del dato

# Compressione Lossless

- La **compressione dati lossless** non porta a perdita di informazioni durante la fase di compressione/decompressione delle informazioni.
  - Usati per la compressione di testo e dati in cui non è ammissibile la perdita (anche minima) delle informazioni
  - Migliore compressione con dati contenenti pattern ripetuti (es. colori uniformi o testo)
- Formati di compressione dati:
  - Zip, Gzip, Bzip2, Rar, 7z, LZW.
- Formati immagine che li utilizzano:
  - GIF, PNG, MNG, TIFF.

# Grafica Raster

- La **grafica raster** o **grafica bitmap**, è una tecnica utilizzata in computer grafica per descrivere un'immagine.
- Un'immagine descritta da una griglia di pixel colorati
  - (n° colori = profondità di colore)
- I dati raster possono usare algoritmi di compressione.
- Esempi
  - raw , bmp (non compressi)
  - Png, tga, tiff, gif (compressione lossless)
  - jpeg (compressione lossless)



**CMYK**

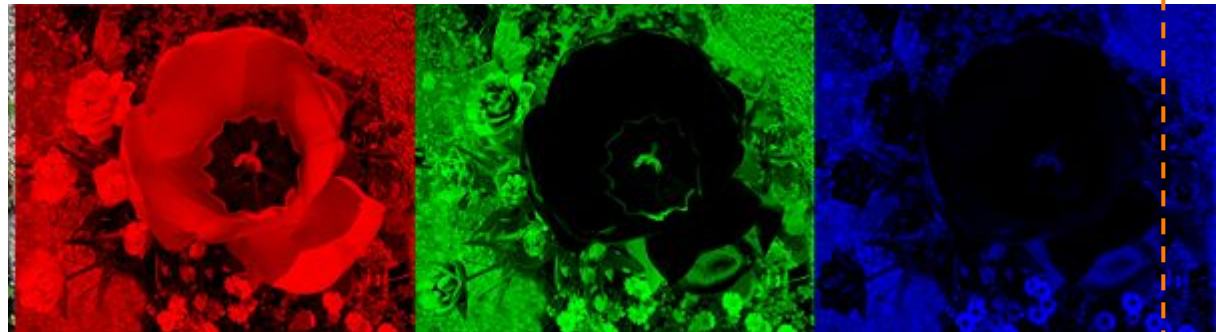
4 valori → colore  
Miscelazione sottrattiva  
(inchiostro stampanti)

colore



**RGB**

3 valori → colore  
Miscelazione additiva  
(monitor)



# BMP/RAW

- Per ogni pixel si usa un numero intero a 24 bit per rappresentare il colore
- Nessuna compressione o bassa compressione
- Non adatti per il web

# GIF/1

- Il **GIF** (Graphics Interchange Format) è un formato per immagini di tipo bitmap molto utilizzato nel World Wide Web. È stato introdotto nel 1987 da CompuServe

## Caratteristiche:

- Tavolozza a **256 colori**
- Il formato GIF utilizza l'algoritmo di **compressione LZW**  
Efficace su immagini con grandi aree di colore uniforme
- **Gestisce la Trasparenza.**
- possibilità di memorizzare più immagini in un unico file accompagnate da dati di controllo, utilizzata per creare **semplici animazioni.**

# GIF/2

- Basato su una **tavolozza** di colori (al massimo 256) che possono essere scelti fra milioni di sfumature.
  - Esiste una tecnica per **simulare** un numero maggiore di colori (**dithering**).
- I colori sono memorizzati in una *tavolozza*, una tabella che associa un numero ad un certo valore di colore.
- Uno dei colori della tavolozza, può essere definito come trasparente e quindi, in fase di visualizzazione, è sostituito con lo sfondo. Usato molto nel WEB

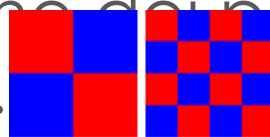


# GIF/3 Unisys e il brevetto su LZW

- L'algorithmo di compressione LZW sul quale è basato il formato GIF, è un brevetto di CompuServe e Unisys.
- Prima del 1994, le compagnie in questione non pretesero il pagamento di alcun diritto.
- Alla fine del Dicembre 1994: pagamento dei diritti di utilizzo del brevetto per qualunque programma commerciale che utilizza GIF.
- Il brevetto sull'algorithmo LZW negli Stati Uniti è decaduto il 20 giugno 2003, quindi Unisys e CompuServe non possono più chiedere il pagamento dei diritti in questo paese. Lo stesso brevetto in Europa, Giappone e Canada è scaduto nel 2004.

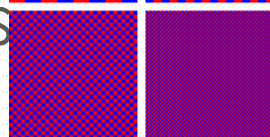
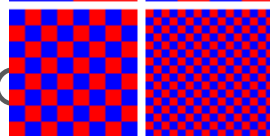
# Dithering

- Il *dithering* viene usato per creare l'illusione della profondità di colore in immagini dotate di una tavolozza limitata. In un immagine sottoposta a dithering, i colori non disponibili vengono approssimati dalla distribuzione dei pixel colorati con le tinte disponibili.

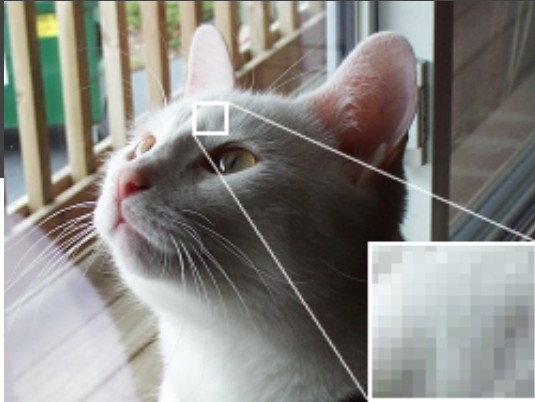


+ zoom

- Es: ottengo il colore del viola usando pixel blue e rosso



- zoom

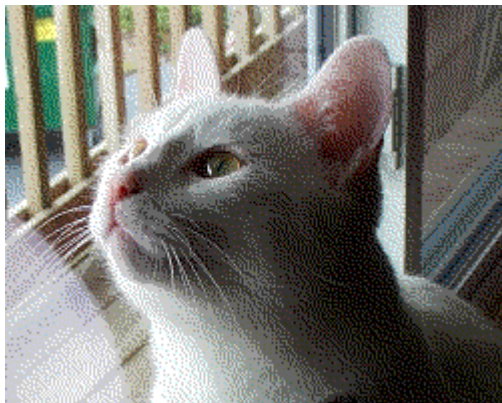


1. Fotografia originale

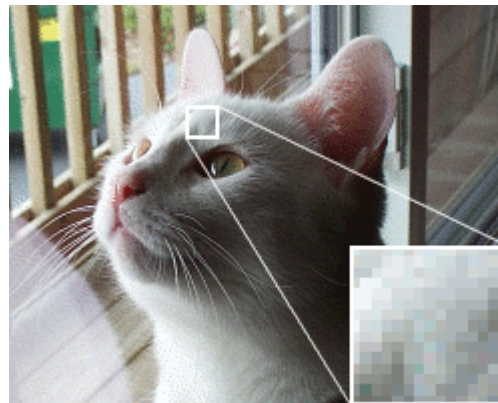
o del



2. Immagine con una tavolozza limitata



3. Immagine ditering su tavolozza originaria



4. Ditering su tavolozza ottimizzata a 256 colori

# PNG

- **Portable Network Graphics** (abbreviato **PNG**, spesso pronunciato "ping") è un formato di file per memorizzare immagini.
- Il PNG è stato creato nel 1995 da un gruppo di autori indipendenti, dopo che nel 1994 il formato GIF iniziò ad avere problemi di brevetti.
- Caratteristiche:
  - Compressione **LossLess**
  - può memorizzare immagini in **colori reali** (mentre il GIF era limitato a 256 colori),
  - ha un canale dedicato per la **trasparenza** (canale alpha).
  - Esiste inoltre un formato derivato MNG che è simile al GIF animato.

# PNG/2

- Il formato PNG supporta:
  - gestione dei colori classica tipo bitmap oppure indicizzata fino a 256 colori;
  - visualizzazione progressiva dell'immagine, grazie all'interlacciamento della medesima;
  - supporto alla trasparenza mediante un canale alpha dedicato, ampliando le caratteristiche già presenti nel tipo GIF;
  - compressione dei dati di tipo *lossless*;
  - immagini truecolor fino a 48 bpp;
  - immagini in scala di grigio sino a 16 bpp;

# TIFF

- Tagged Image File Format
- sviluppato da Microsoft e Aldus (ora Adobe)
- Caratteristiche
  - Compressione LossLess
  - può memorizzare immagini in colori reali (scale di grigio, RGB, CMYK)
  - Multi pagina.
  - Adatto alle trasmissioni via FAX.
  - Formato “flessibile” (tag)
  - Usato per scanner, stampanti e fax

# TIFF/2

- Sono possibili anche diversi formati di compressione tra cui l'LZW.
- Le immagini possono essere memorizzate, oltre come linee di scansione, anche in riquadri (rapido accesso ad immagini di grosse dimensioni).
- Un file TIFF può contenere immagini divise su più "pagine", ad esempio si possono inserire in un unico file tutte le pagine che compongono un fax.
- Uso dei tag
  - Una immagine può essere composta al suo interno da immagini JPEG, RLE opportunamente combinate (TIFF come contenitore)

# Compressione Lossy

- La compressione dati lossy è quella classe di algoritmi di compressione che porta a perdita di informazioni durante la fase di compressione/decompressione delle informazioni.
  - Normalmente viene utilizzata per comprimere i file **multimediali**
- Rapporti di compressione più elevati dei LossLess.
- Tendono a scartare le informazioni poco rilevanti.
  - Per esempio comprimendo un brano audio secondo la codifica dell'MP3 non vengono memorizzati i suoni ad alte frequenze non udibili



# Compressione Lossy/2

Formati immagine che li utilizzano

- ▣ **Musica e suoni**

- ▣ AAC , MP3 , WMA

- ▣ **Voce**

- ▣ GSM 06.10

- ▣ **Foto**

- ▣ JPEG , JPEG 2000

- ▣ **Video**

- ▣ MPEG-1 , MPEG-2 , MPEG-4 , DivX , XviD , WMV

# Compressione Lossy

Qualità 100% - 87,7 kB

Qualità 90% - 30,2 kB



Qualità 50% - 6,7 kB



Qualità 10% - 3,2 kB



# JPEG

- **JPEG** è l'acronimo di **J**oint **P**hotographic **E**xperts **G**roup, un comitato ISO/CCITT che ha definito il primo standard internazionale di compressione per immagini a tono continuo, sia a livelli di grigio che a colori.
- Attualmente JPEG è lo standard di compressione delle immagini fotografiche più utilizzato.
- Caratteristiche:
  - Compressione **Lossy** molto elevata
  - può memorizzare immagini in **colori reali** (mentre il GIF era limitato a 256 colori),
  - Non supporta la trasparenza

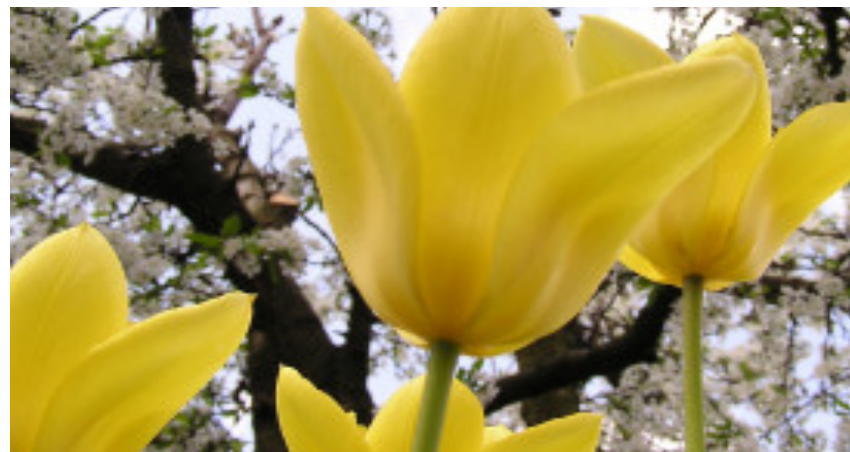
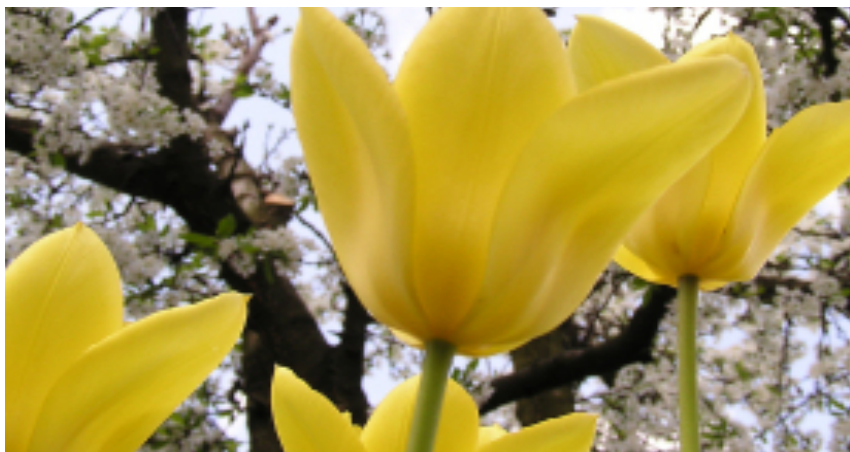
# JPEG/2

- Essenzialmente il JPEG opera in 3 passi fondamentali per trasformare un'immagine raster in una JPEG e viceversa.
  - **Rappresentazione in frequenza** dell'immagine tramite trasformata discreta in coseno (DCT)
  - **Quantizzazione** effettuata tramite opportune matrici, che riducono i coefficienti di ordine più alto (rappresentano le alte frequenze spaziali poco visibili dall'occhio umano). Vengono invece lasciate inalterate le basse frequenze spaziali visibili dall'occhio umano. (**trasformata lossy**)
  - **Codifica ed eliminazione delle ridondanze** di tipo statistico tramite codifica RLE e codici di Huffman (**compressione lossless**)
- Il fattore di compressione che si può raggiungere è determinato da un parametro di scalature per le matrici di **quantizzazione**, tanto più piccolo è questo parametro, tanto peggiore è la qualità, tanto maggiore la compressione.

# JPEG/3

Qualità 100% - 87,7 kB

Qualità 90% - 30,2 kB



Qualità 50% - 6,7 kB

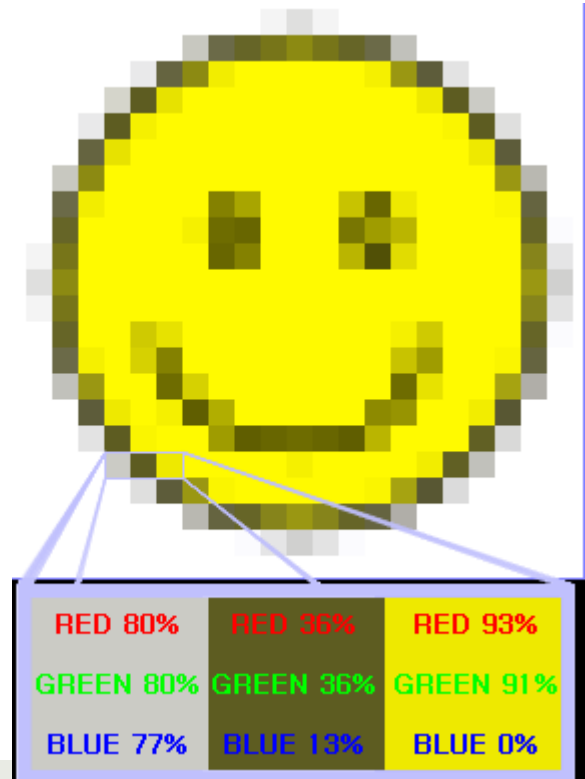


Qualità 10% - 3,2 kB



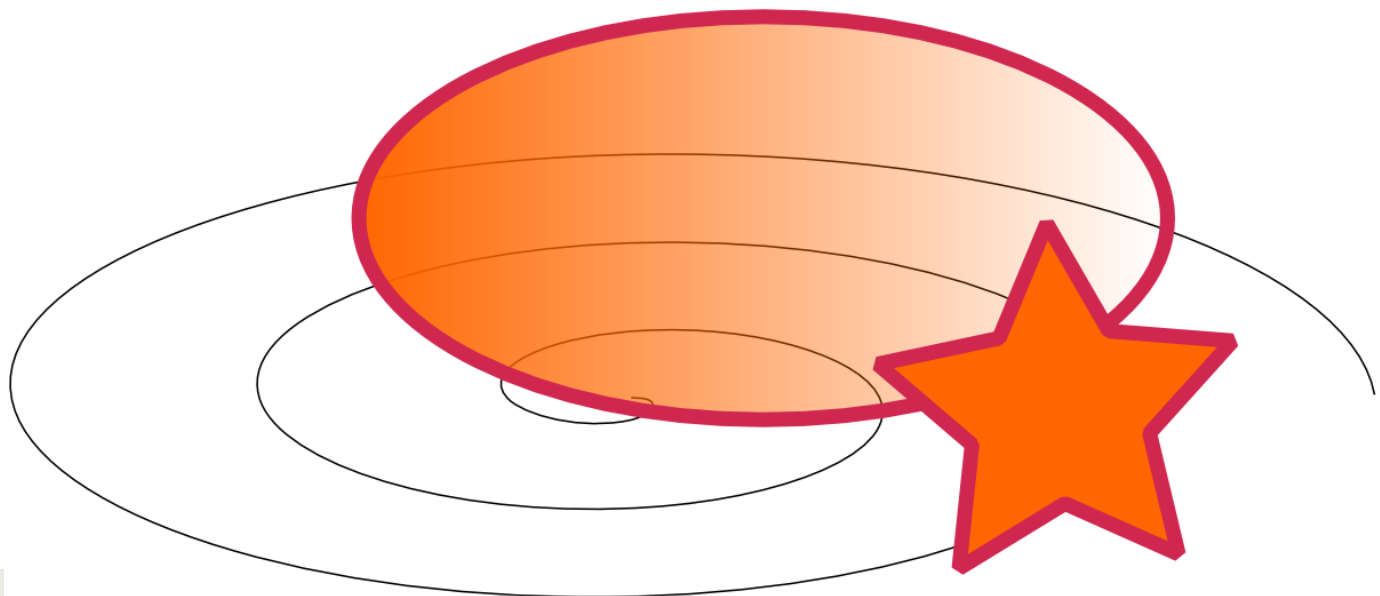
# Grafica Raster

- La **grafica raster** o **grafica bitmap**, è una tecnica utilizzata in computer grafica per descrivere un'immagine.
- Un'immagine descritta da una griglia di pixel colorati
  - (n° colori = profondità di colore)
- I dati raster possono usare algoritmi di compressione.
- Esempi
  - raw , bmp (non compressi)
  - Png, tga, tiff, gif (compressione lossless)
  - jpeg (compressione lossless)



# Grafica Vettoriale

- Nella **grafica vettoriale** un'immagine è descritta mediante un insieme di primitive geometriche che descrivono punti, linee, curve e poligoni ai quali possono essere attribuiti colori e anche sfumature.



# Grafica Raster vs Vettoriale

## Vantaggi della grafica vettoriale

- La grafica vettoriale, essendo definita attraverso equazioni matematiche, è indipendente dalla risoluzione e non perde qualità se ingrandita mentre la grafica raster, se viene ingrandita perde di **definizione**.
- Il sistema di descrizione delle informazioni grafiche della grafica vettoriale presenta una maggiore **compressione dei dati**
- La grafica vettoriale è più adatta per sistemi **cartografici a contenuto geometrico**



# Grafica Raster vs Vettoriale/2

## Vantaggi della grafica Raster

- Le immagini importate da sistemi di acquisizione (fotocamere, videocamere, scanner) sono principalmente di tipo Raster
- Una immagine vettoriale molto complessa può essere molto *corposa* e richiedere l'impiego di un computer molto potente per essere elaborata.
- La grafica Raster è adatta per foto senza contenuti geometrici.

# Grafica Raster vs Vettoriale/3

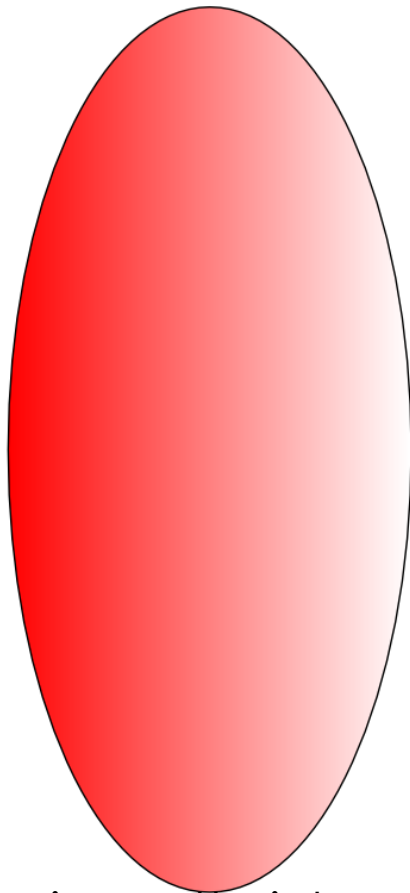


Immagine vettoriale

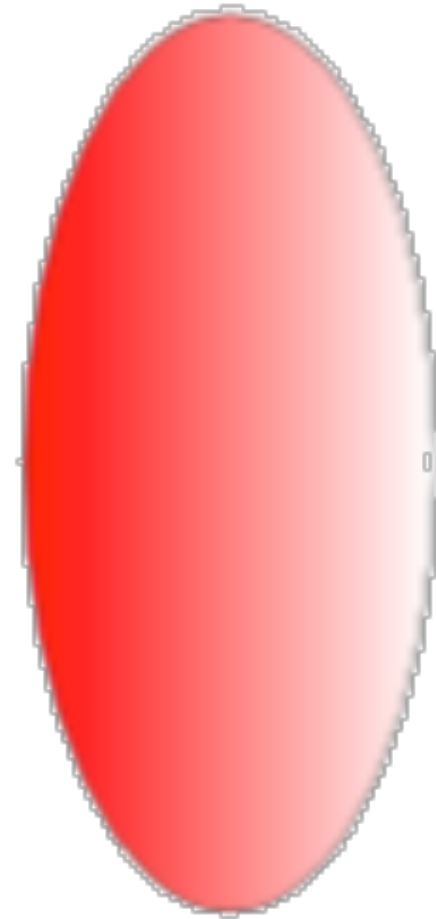


Immagine raster

# SVG

- **Scalable Vector Graphics** abbreviato in **SVG**, indica una tecnologia in grado di visualizzare oggetti di grafica vettoriale
- Utilizza un linguaggio derivato dall'XML, che si pone a descrivere figure bidimensionali statiche e animate.
- Caratteristiche:
  - Grafica vettoriale
  - Animazioni
  - trasparenze

# SVG/2

- SVG permette di trattare tre tipi di oggetti grafici:
  - forme geometriche, cioè linee costituite da segmenti di retta e curve e aree delimitate da linee chiuse;
  - immagini della grafica raster e immagini digitali;
  - testi esplicativi, eventualmente cliccabili.
- Gli oggetti grafici possono essere raggruppati in oggetti più complessi
- Le operazioni attuabili sono:
  - trasformazioni annidate, percorsi di clipping, trasparenze, effetti di filtro, e altro.
- Le figure espresse mediante SVG possono essere dinamiche e interattive.
  
- Inkscape: software opensource per SVG.

# SVG/3 opensource

- Il vantaggio dell' SVG rispetto ad altri formati di grafica vettoriale consiste nella sua natura di standard aperto: in questo modo chiunque lo conosca è in grado di realizzare pagine SVG senza avere la necessità di un ambiente di sviluppo commerciale dedicato.
- Si noti che la natura di standard aperto è stata una delle ragioni della fortuna dell'[HTML](#).

# Immagini per il WEB

- Quali formati usare per il web?
  - BMP, RAW non compresse
    - Non adatte per il web
  - GIF
    - 256 colori, trasparenza, buona compressione
  - PNG
    - milioni di colori, trasparenza, buona compressione, compatibilità limitata
  - JPEG
    - milioni di colori, nessuna trasparenza, elevata compressione
  - SVG
    - dimensioni ridotte, compatibilità limitata

# Codifica di immagini in movimento

- Un filmato è una sequenza di immagini statiche (dette *fotogrammi* o *frame*)
- Per codificare un filmato si “digitalizzano” i suoi fotogrammi
- Esempio:
  - 30 immagini ad alta risoluzione al secondo
  - $30 \text{ imm./sec} \times 2457600 \text{ bit/imm.} = 73728000 \text{ bit/sec}$
  - Un minuto richiederebbe  $60 \text{ sec} \times 73728000 = 4423680000 \text{ bit}$  (5529600 byte)
- Esempi di formati per il video: AVI, MOV
- Compressione: MPEG (Moving Picture Expert Group), differenza tra fotogrammi

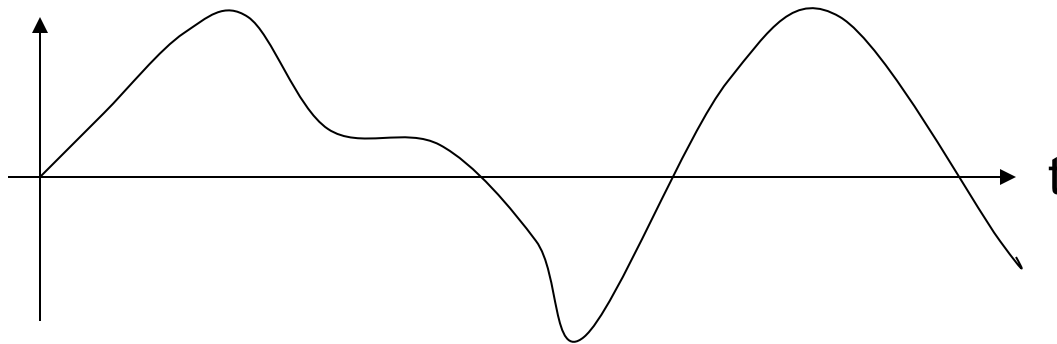
# Codifica delle immagini

- Quanti byte occupa un'immagine di 100 x 100 pixel in bianco e nero?
- Quanti byte occupa un'immagine di 100 x 100 pixel a 256 colori?
- Se un'immagine a 16777216 di colori occupa 2400 byte, da quanti pixel sarà composta?



# Codifica dei suoni

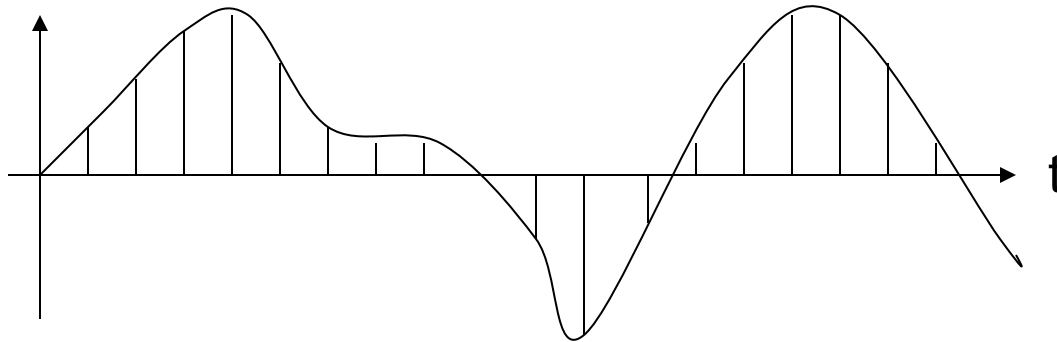
- Fisicamente un suono è rappresentato come un'onda che descrive la variazione della pressione dell'aria nel tempo (onda sonora)



- Sull'asse delle ascisse viene rappresentato il tempo e sull'asse delle ordinate viene rappresentata la variazione di pressione corrispondente al suono stesso

# Codifica dei suoni

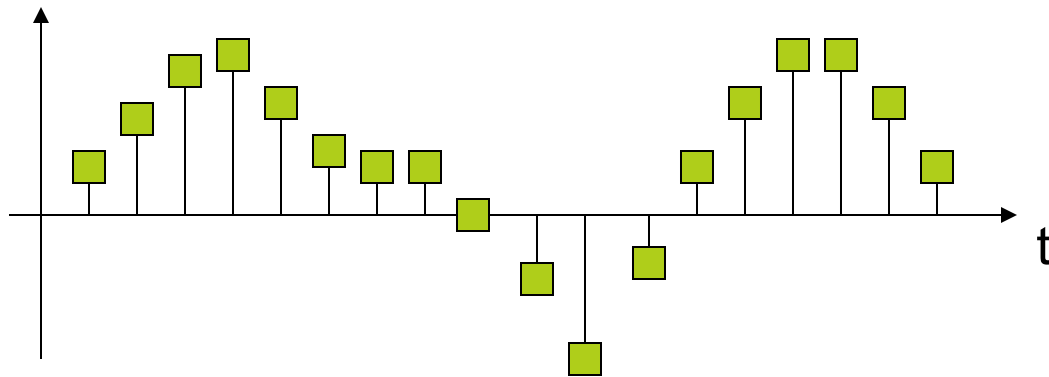
- Si effettuano dei *campionamenti* sull'onda (cioè si misura il valore dell'onda a intervalli di tempo costanti) e si codificano in forma digitale le informazioni estratte da tali campionamenti



- Quanto più frequentemente il valore di intensità dell'onda viene campionato, tanto più precisa sarà la sua rappresentazione
- Il numero di campioni raccolti per ogni secondo definisce la frequenza di campionamento che si misura in Hertz (Hz)

# Codifica dei suoni

- La sequenza dei valori numerici ottenuti dai campioni può essere facilmente codificata con sequenze di bit



Una  
approssimazione!

- La rappresentazione è tanto più precisa quanto maggiore è il numero di bit utilizzati per codificare l'informazione estratta in fase di campionamento

# Codifica dei suoni

## □ Codifiche standard

- WAV (MS-Windows), AIFF (Audio Interchange File Format, Apple)
- MIDI
- MP3

## □ MIDI

- Codifica le note e gli strumenti che devono eseguirle
- Efficiente, ma solo musica, non voce

## □ MP3

- MPEG-3: variante MPEG per suoni
- Grande diffusione, molto efficiente

# Risorse e Riferimenti:

- Il materiale di questa lezione è stato assemblato utilizzando le seguenti risorse disponibili online:
  - <http://www.ferrarialberto.com/scuola/as1213/4sis/lezioni/01-sistema%20operativo.ppt>
  - <http://www.di.unito.it/~sproston/Psicologia/0607/lez2.ppt>
  - <http://www.dis.uniroma1.it/~labigea/IGEA2007/presentazioni/formatigrafici/formatigrafici.ppt>
  - <http://www.di.unito.it/~sproston/Psicologia/0203/inf2.ppt>