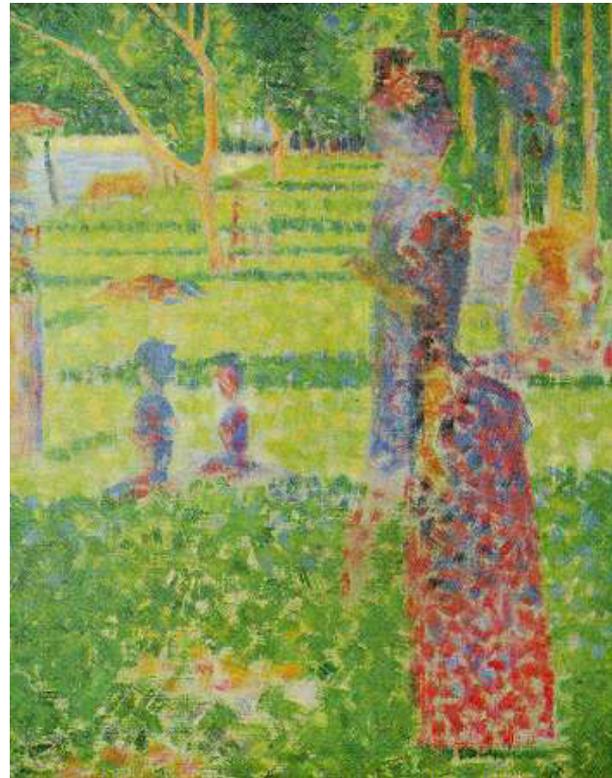


Immagini digitali

- ***Digitalizzazione o acquisizione di immagini del mondo reale (es. da una fotografia).***
- ***Analogia con la scuola divisionista o puntinista***



Georges Seurat (1859-1891), "Un dimanche ' été à l' Ile de la Grande Jatte"

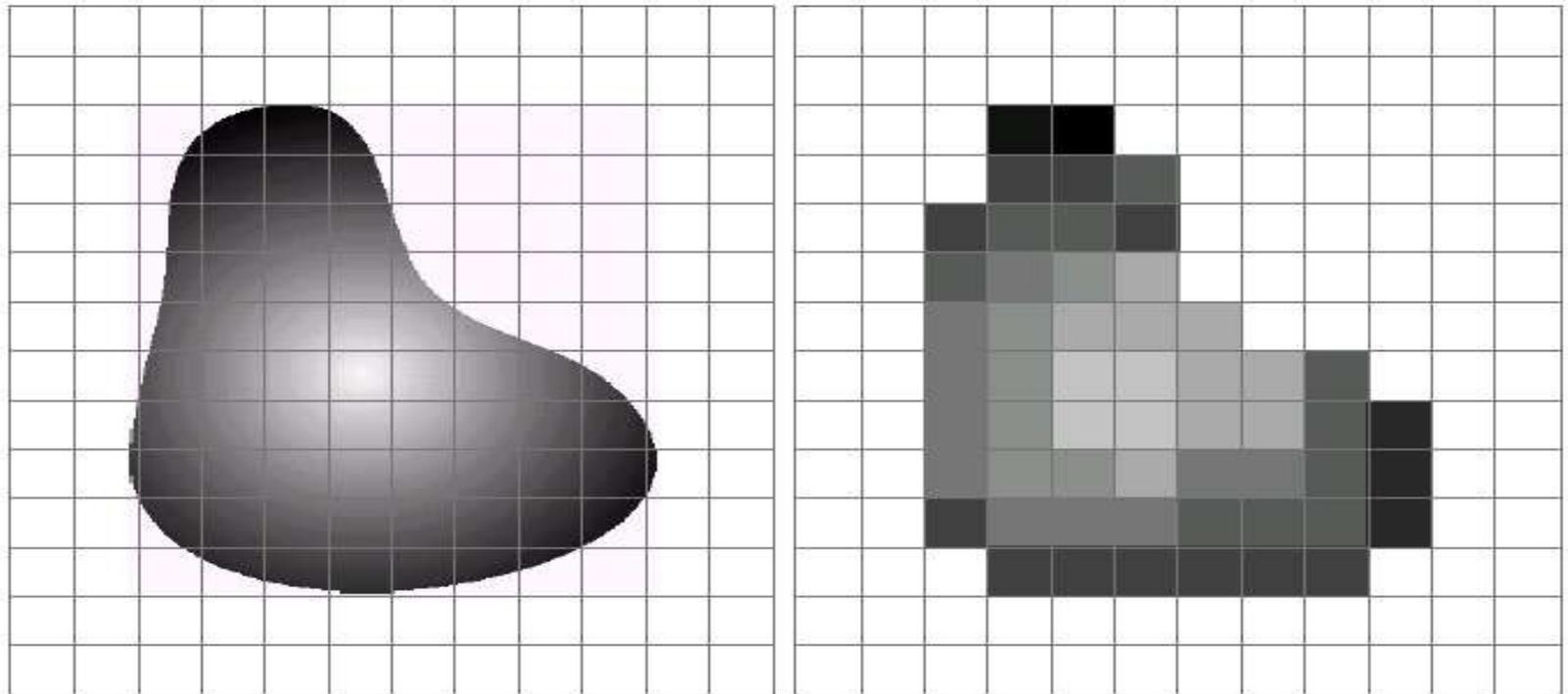
Digitale vs. analogica

- Un'immagine *fotografica* (analogica) è composta da milioni di *pigmenti colorati* (o in B/W) molto piccoli e *spazialmente irregolari*. Si parla di **grana** della fotografia.
- Un'immagine *digitale* è composta da *pixel* (picture element) disposti su una *griglia quadrata regolare* (il pixel è generalmente quadrato ma può assumere anche diverse forme).

Digitalizzazione dell'immagine

- La digitalizzazione avviene con uno **scanner** (per una singola immagine) o un **frame grabber** (per un video) o con le **macchine fotografiche digitali**.
- **Intuitivamente:** la griglia regolare quadrata (o **griglia di campionamento**) viene sovrapposta all'immagine da digitalizzare. Ogni quadrato della griglia darà origine ad un pixel e il colore sarà la media dei colori degli oggetti che cadono all'interno di quel quadrato.

Campionamento e quantizzazione

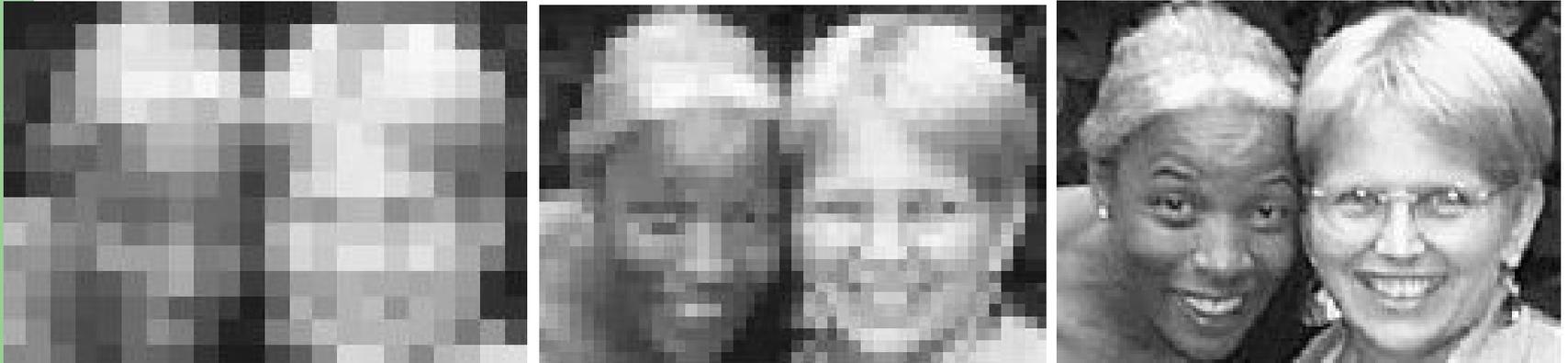


a b

FIGURE 2.17 (a) Continuous image projected onto a sensor array. (b) Result of image sampling and quantization.

Campionamento dell'immagine

- Più la griglia di campionamento è *fitta* e migliore sarà il risultato (e maggiore sarà il numero di pixel generati)



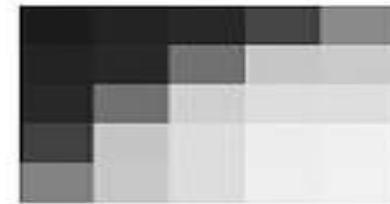
- L'effetto a quadrettatura si dice *pixellatura*

Quantizzazione dell'immagine

- La **quantizzazione** è la conversione dell'immagine campionata in valori numerici.

Ad esempio, il bianco viene convertito in "1" e il nero in "0".

- Con la quantizzazione l'immagine diventa un oggetto **computabile**.



1	0.9	0.8	0.7	0.6
0.9	0.8	0.6	0.5	0.4
0.8	0.6	0.5	0.3	0.2
0.7	0.5	0.3	0.1	0.1
0.6	0.4	0.2	0.1	0

Dimensione dell'immagine

- Dimensione dell'immagine: il numero di pixel che compongono l'immagine. Viene espressa indicando separatamente il numero di pixel verticali e orizzontali (es: 640x480).
- Un'immagine digitale di una determinata dimensione può venire visualizzata su qualche supporto a diverse grandezze.

Risoluzione dell'immagine

- **Risoluzione:** è il numero di pixel contenuti in ciascun pollice (o cm.). Si esprime in *pixel per inch (ppi)* o *dot per inch (dpi)*.
- Rappresenta una **densità** ed è in relazione alla dimensione del **supporto** di visualizzazione (es. monitor o carta).
- Rappresenta la **capacità di dettaglio** (maggiore è la risoluzione è migliore è la discriminazione dei dettagli).

Dimensione dell'immagine

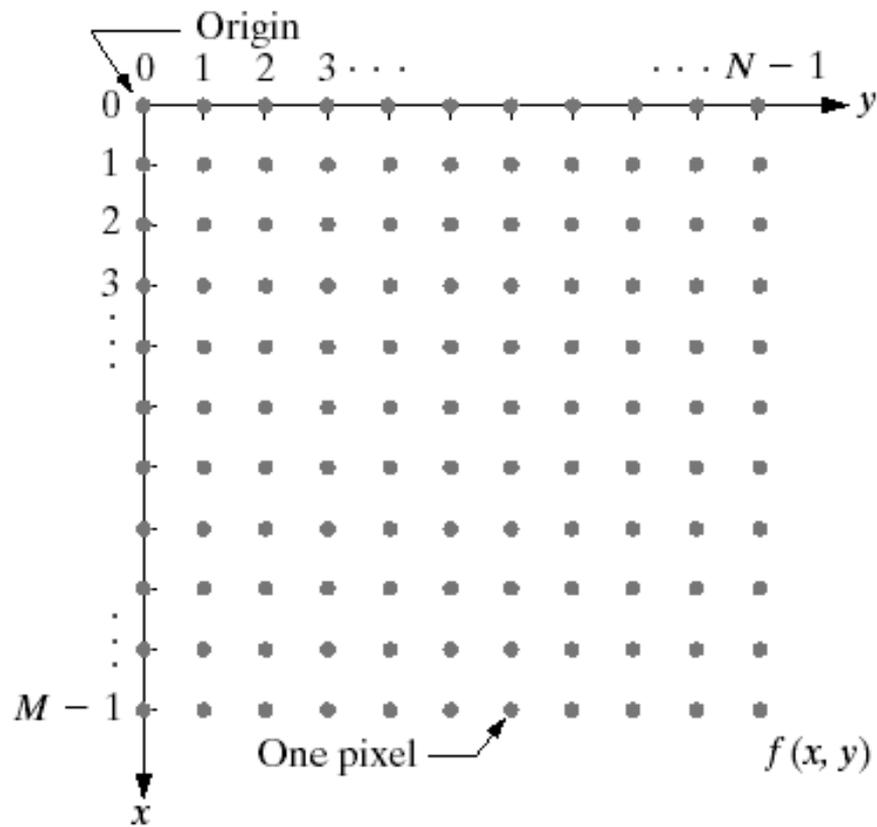


FIGURE 2.18
Coordinate convention used in this book to represent digital images.

Risoluzione: dimensione e grandezza



20 dpi

•La *risoluzione* lega la *dimensione* dell'immagine con la *grandezza* e con la *densità* dei punti con cui viene visualizzata

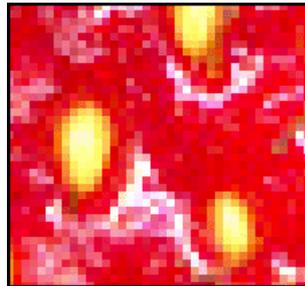
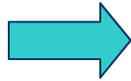


72 dpi



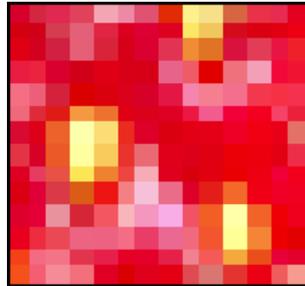
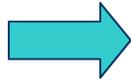
160 dpi

Risoluzione e dettagli



Acquisita a
200 dpi

Ingrandita di 500 volte



Acquisita a
72 dpi

Ingrandita di 500 volte

- Maggiore è la **risoluzione** è migliore è la discriminazione dei **dettagli** e migliore è la possibilità di fare **zooming**.

Dimensione risoluzione grandezza

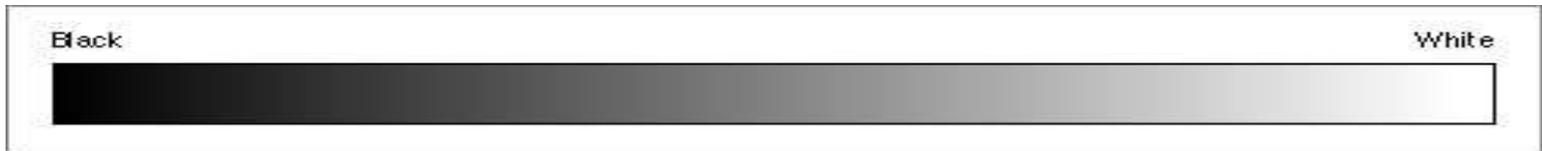
- *Dimensione = Grandezza X Risoluzione*
- La risoluzione di un'immagine deve essere sempre valutata in funzione degli altri due parametri: dimensione e grandezza.
- La risoluzione interviene sia al momento della **visualizzazione** dell'immagine (es. quando cambio la risoluzione dello schermo) e sia al momento della sua **acquisizione** (es. con la macchina fotografica digitale).

Risoluzione e dispositivi (esempi)

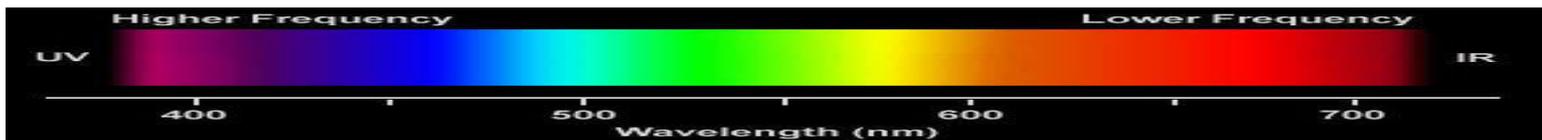
- Per visualizzare una immagine digitale su un monitor (es: su Web), la risoluzione di 72 o 96 dpi va bene (altrimenti il monitor non sarebbe in grado di visualizzare l'immagine a maggiore risoluzione).
- Per una stampante a getto d'inchiostro possiamo stare tra i 150 e i 300 dpi.
- Per una stampante laser possiamo raggiungere i 600/1200 dpi.

Scala tonale

- Scala tonale (o dinamica dell'immagine) è la quantità di colori visualizzabili.
- Nel caso di immagini B/W la scala tonale è composta dall'insieme dei livelli di grigio che la compongono.



- Nel caso dell'immagine a colori la scala tonale è composta dall'insieme di tutte le tinte e le sfumature che la compongono



Profondità di colore

- L'informazione contenuta in un pixel viene espressa in *bit*.
- Maggiore è il numero di bit che rappresenta il pixel e maggiore sarà la dinamica dell'immagine.
- La profondità di colore è il numero di bit riservati ad ogni pixel (1 bit, 4 bit, 8 bit, etc.)
- Se N è la profondità di colore il numero di possibili tonalità sarà 2^N (es $N=1 \Rightarrow 2$ tonalità, $N=4 \Rightarrow 16$ tonalità, $N=8 \Rightarrow 256$ tonalità, etc.).

Esempi



Profondità di colore vs memoria

- Con 24 bit ogni pixel può assumere uno tra circa 16 milioni di colori diversi
- Problema: l'occupazione di memoria occupata dall'immagine potrebbe esplodere

Occupazione = Dimensione X profondità di colore

Occupazione di memoria

- Es. per un'immagine da stampa (10x15cm) con risoluzione di 300dpi e profondità di colore di 24 bit occupa 6 Mbyte...
- Per ovviare si usa la Compressione
- Le dimensioni più diffuse sono 4 o 8 bpp (bit per pixel) per immagini B/W o 8, 24, 32 bit per immagini a colori.

Palette e Look up table (LUT)

- Nel caso di 8 bpp per immagini a colori viene utilizzato un sistema di codifica mediante *palette* (tavolozza di colori).
- E' possibile ottenere differenti effetti di colore sulla stessa immagine semplicemente cambiando la sua palette.
- Si sfrutta il concetto di *look up table* (LUT). Il pixel indica l'indice di questa tabella.

Immagini *Raster* e *Vettoriali*

- La rappresentazione ***raster*** consiste nell'esprimere l'immagine semplicemente come l'insieme dei pixel che la compongono (non c'è informazione sul contenuto dell'immagine).
- La rappresentazione ***vettoriale*** contiene una descrizione geometrica (matematica) di ogni oggetto grafico che compone l'immagine.

Esempi

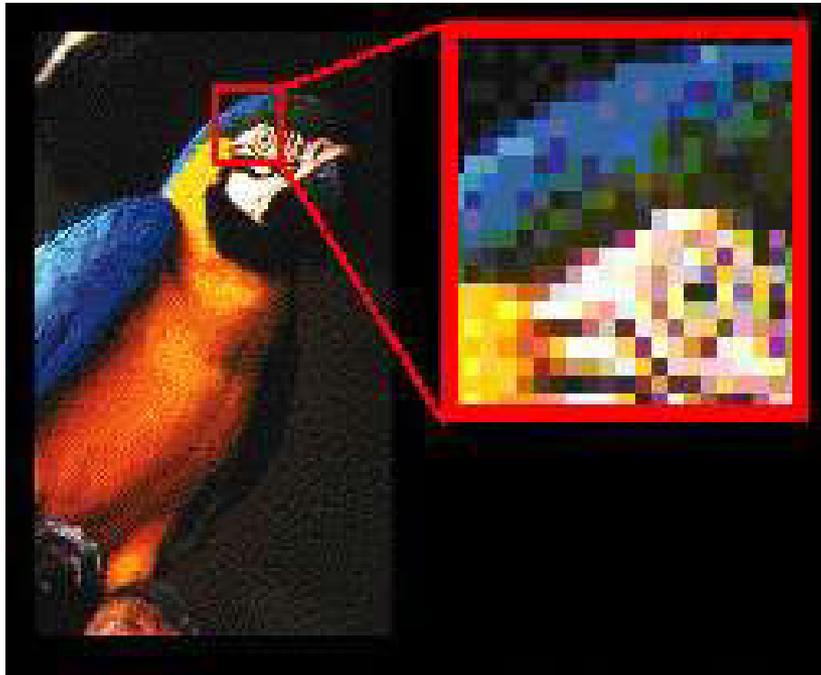
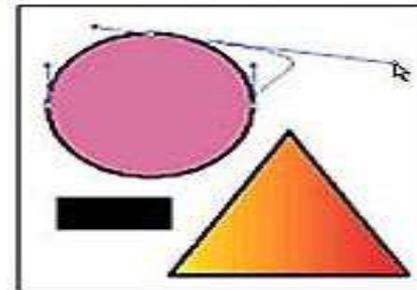


Immagine raster



```
userdict /Adobe_Level2_R15 21 d
put
/packedarray where not
{
  userdict begin
  /packedarray
  {
    array astore readon
  } bind def
  /setpacking /pop load d
  /currentpacking false d
end
0
} if
pop
userdict /defaultpacking cu
/initialize
```

Immagine vettoriale

Immagini vettoriali

- Nella **grafica vettoriale**, una immagine consiste di oggetti grafici (punti, linee, rettangoli, curve, e così via) ognuno dei quali è definito, nella memoria del computer, da una funzione matematica.
- Sono più compatte
- Possono essere meglio manipolate (es. scalatura, rotazione, etc.)
- Sono difficili da ottenere
- Di solito sono *sintetiche*.
- Quando vengono visualizzate devono subire un processo di rasterizzazione

Immagini raster

- Nella **grafica bitmap** l'immagine è una griglia rettangolare (**raster**) di pixel colorati: come un mosaico le cui tessere corrispondono ai pixel.
- Sono realistiche (perché spesso erivano da un processo di digitalizzazione).
- Sono veloci da visualizzare
- Occupano più memoria
- Sono meno versatili da gestire
- Esistono programmi per la vettorializzazione di immagini raster ma non sono ancora stabili

Esempi



Immagine raster

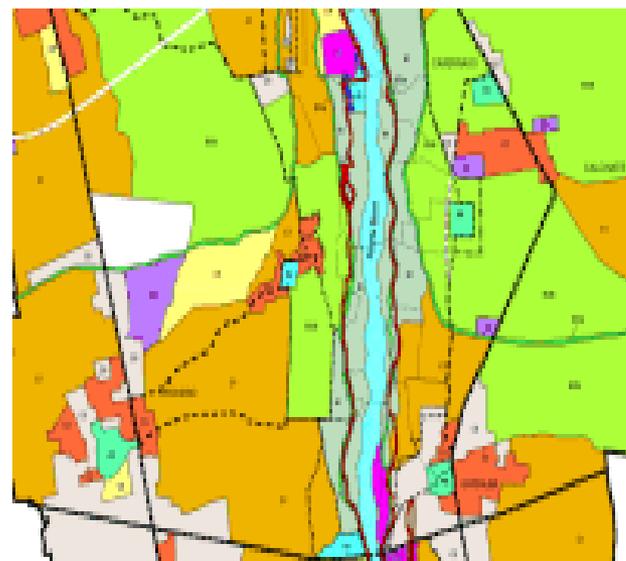


Immagine vettoriale

Esempi

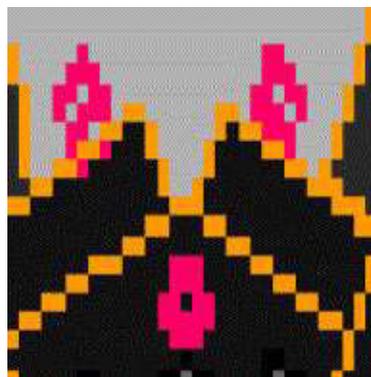
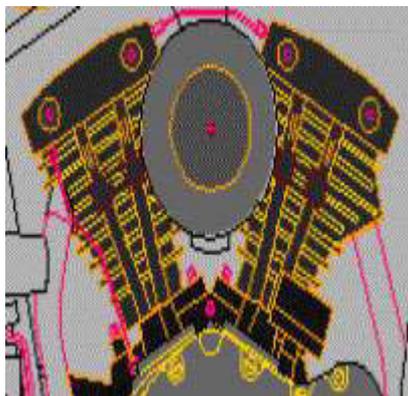


Immagine raster

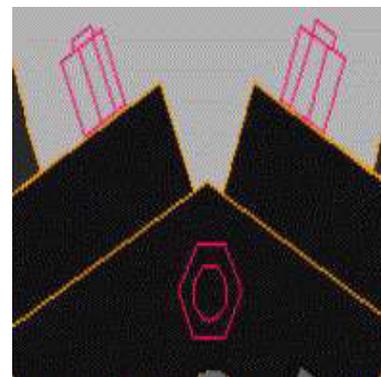


Immagine vettoriale

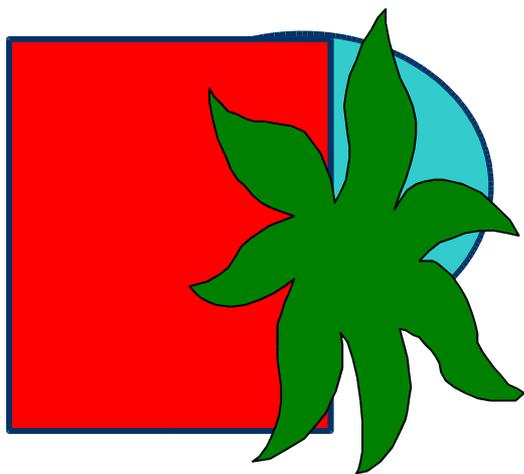
Modellare nel 2D

- Con la **modellazione** l'immagine è interpretata come un **insieme di oggetti** che l'utente (il disegnatore) può creare e modificare.
- In generale si definisce **grafica 2D** quando l'enfasi è sul fatto che l'immagine è sintetica ovvero creata dal disegnatore (eventualmente usando 'pezzi' di immagini reali).

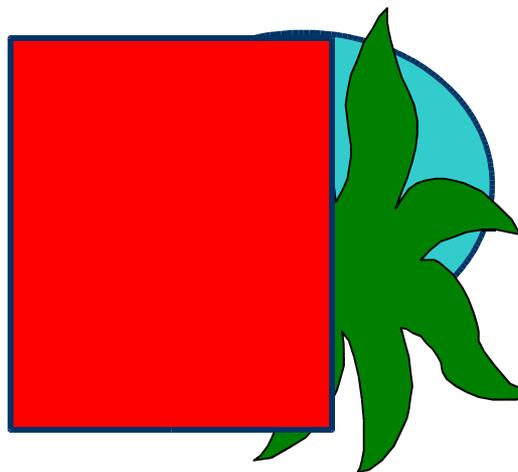
Oggetti grafici

- **Punti o nodi**: rappresentano l'unità elementare. Sono identificati dalle rispettive coordinate 2D (in pixel).
- **Segmenti**: si identificano come un tratto rettilineo tra due punti.
- **Tracciati**: si identificano come insiemi congiunti di segmenti.
- **Primitive geometriche**: Rettangoli, Cerchi/elissoidi, Curve di bézier.
- **Testo**: anche il testo è un oggetto dell'immagine le cui proprietà vengono gestite in modo autonoma
- **Sprite**: oggetti grafici predefiniti (tipo clip-art)

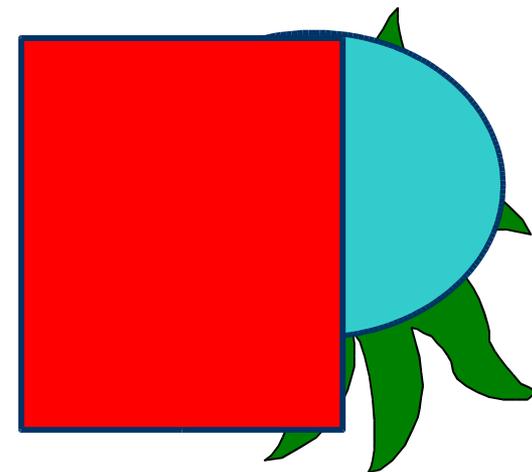
Modifica del livello di priorità



Foglia in primo piano

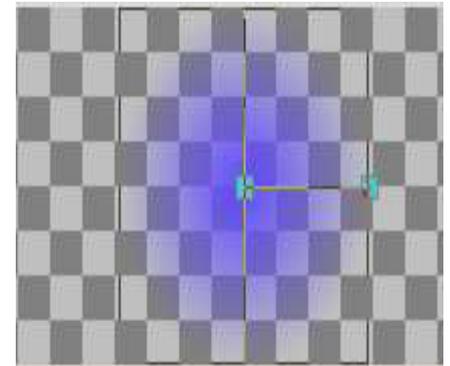
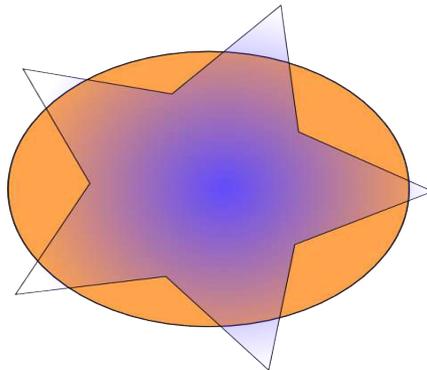
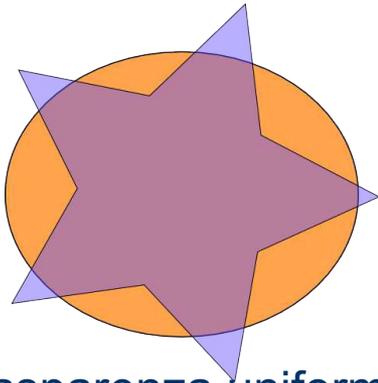
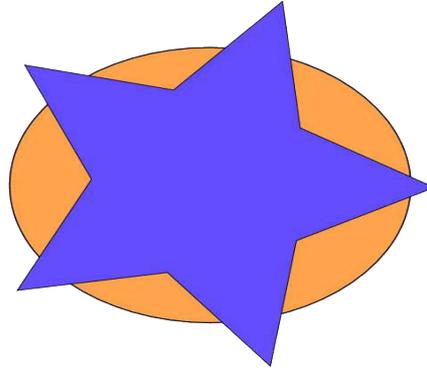
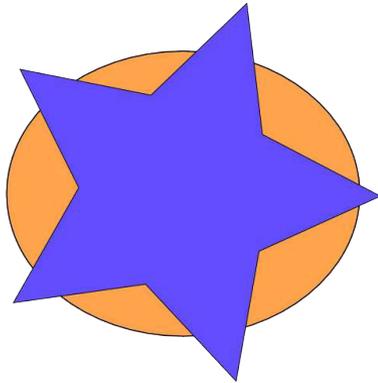


Foglia in secondo piano



Foglia sullo sfondo

Modifica trasparenze



Maschera di trasparenza

Trasparenza uniforme

Trasparenza definita da una maschera

Formati vettoriali

- Per conservare le informazioni sugli oggetti occorre **salvare l'immagine** in formati appropriati (formati vettoriali). In alternativa l'immagine viene salvata semplicemente come matrice di pixel (formato raster).
- Quando l'immagine viene stampata o visualizzata si effettua il processo di **rasterizzazione**
 - **Aliasing**: effetto a dente di sega degli oggetti dovuto alla pixellizzazione
 - **Clipping**: come si effettua il taglio degli oggetti sui bordi dell'immagine ? (occorre trovare le intersezioni tra i segmenti compongono il bordo e tutti gli oggetti).