

La codifica delle Immagini e cenni
sulla codifica Audio

- Il concetto di codifica
 - Introduzione e Concetti Generali
- Richiami sulla codifica dei dati:
 - Campionamento e Quantizzazione
 - Codifica senza perdite (lossless)
 - Codifica con perdite (lossy)
- Cenni sulla codifica delle immagini
 - Il formato Bitmap
 - Il formato JPEG
 - Formati vettoriali
- Cenni sulla codifica Audio



Il numero di telefono di casa di Anna è 0817654321

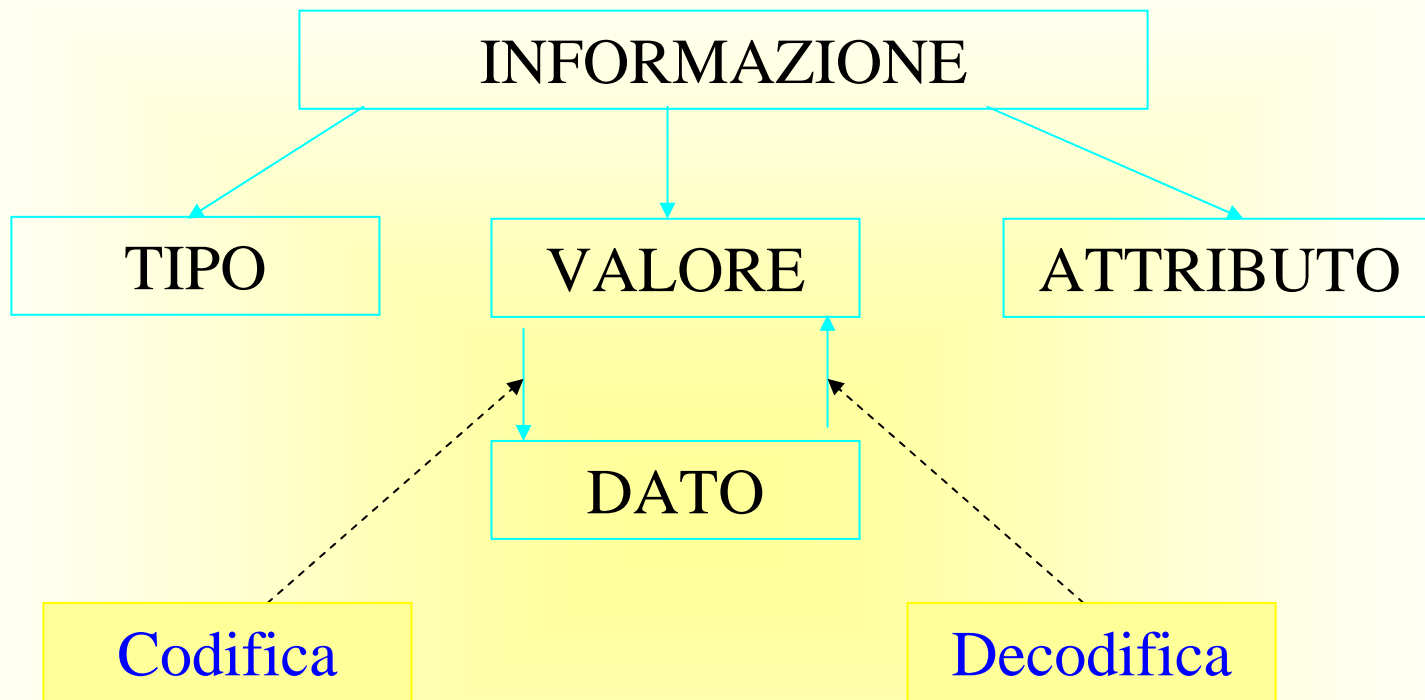
- **Attributo** (significato):
il numero di telefono di casa di Anna
- **Valore**:
0817654321
- Elemento spesso implicito: l'insieme a cui appartiene il valore (**Tipo**)
sequenza di cifre
- Convenzione per la manipolazione del valore:
codifica

L'**INFORMAZIONE** è quindi
caratterizzata dalla tripla:

{TIPO, ATTRIBUTO, VALORE}

- La soluzione dell'equazione di I grado è 4,5
- Il numero di clienti del ristorante è 1000
- Il prezzo delle scarpe gialle è 80 Euro
- La data di nascita di Marco è 01.01.01
- Il numero di persone presenti nell'aula di Informatica è 15

Informazione, dato e codifica



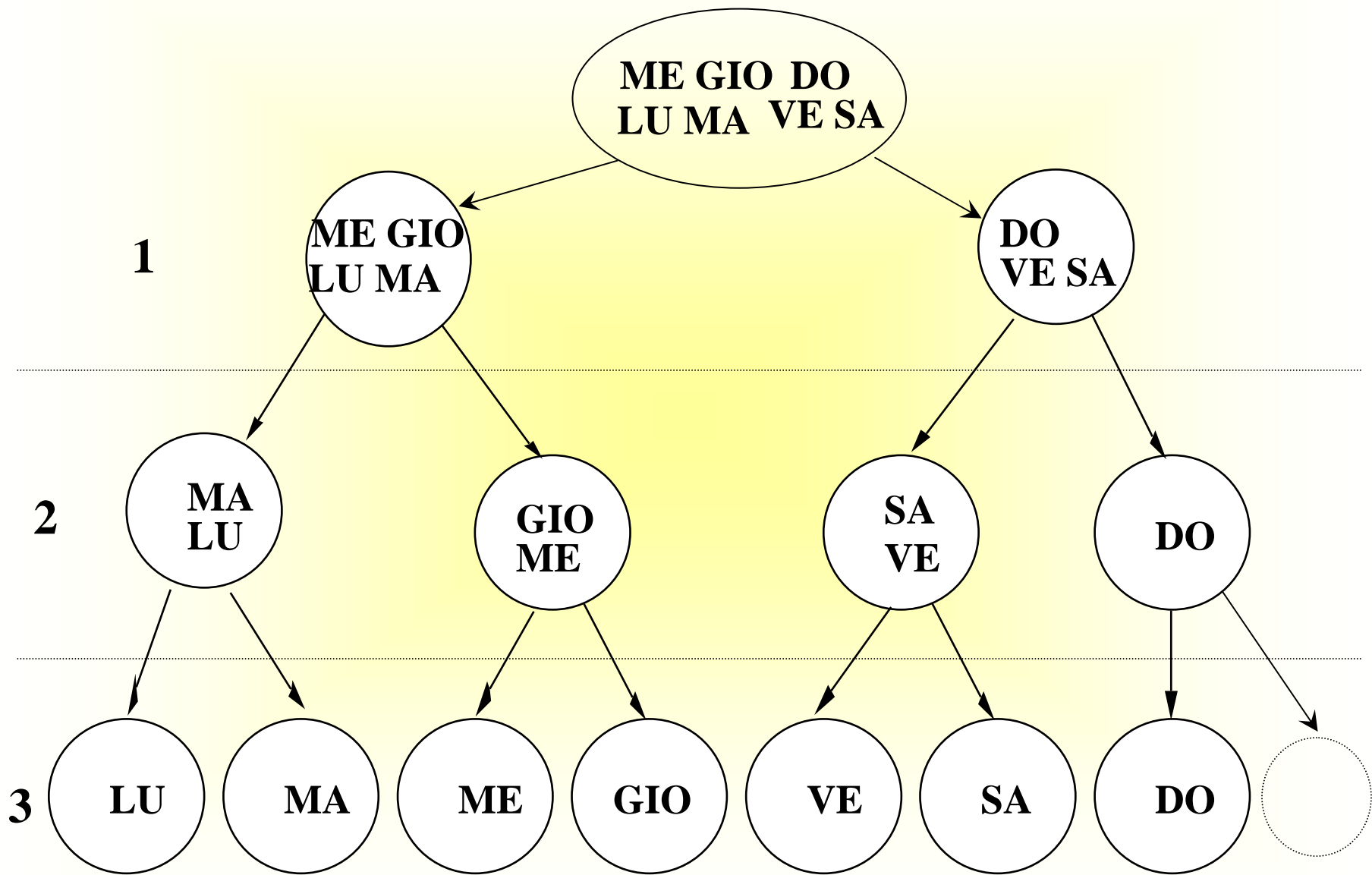
Considerazioni:

- a) Se manca uno di questi elementi non si ha informazione
- b) Il concetto di informazione implica quello di scelta
- c) I valori non sempre sono discreti

Misura dell'informazione: il bit

- *BIT*:
 - È la quantità di informazione associata ad una informazione generica
 - ha cardinalità 2;
 - il BIT rappresenta l'unità di misura dell'informazione
- La scelta più elementare è quella fra elementi di un tipo a cardinalità 2 (al di sotto di 2 non c'è scelta ...)
- E' possibile stabilire per una informazione il cui tipo sia a cardinalità n a quanti bit equivale la quantità di informazione ad essa associata
- Il problema può essere posto in questi termini:
 - a quante scelte fra 2 equivale una scelta fra n ?*
 - e ha una semplice formulazione matematica*

Esempio: una scelta fra 7 a quante scelte tra 2 equivale ?



I multipli del bit

byte	8 bit (2^3)
K	1024 bit (2^{10})
Kbyte	1024 byte (2^{10})
M	1048576 bit (2^{20})
Mbyte	1048576 byte (2^{20})
G	1073741324 bit (2^{30})
Gbyte	1073741324 byte (2^{30})

Esempio di codifica binaria

- $R \equiv \{ 0 , 1 \}$
- Può rappresentare qualunque informazione a due valori ($|D| = 2$)
- Una stringa di m bit può assumere 2^m valori diversi

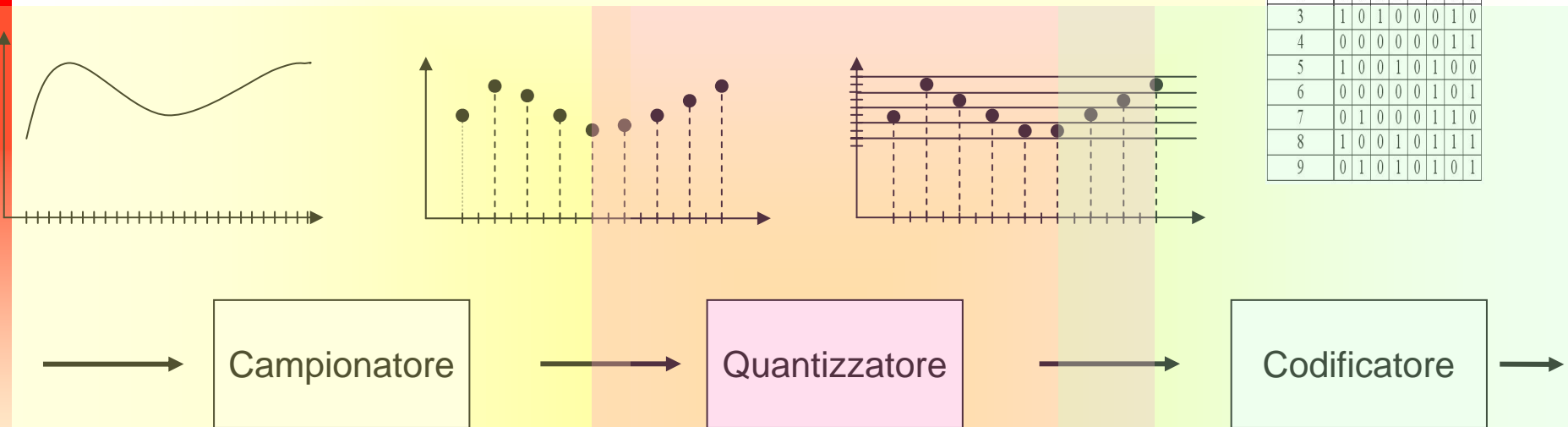
- Esempio:

♥	00
♦	01
♣	10
♠	11

$$|D| = 4$$

$$m = 2$$

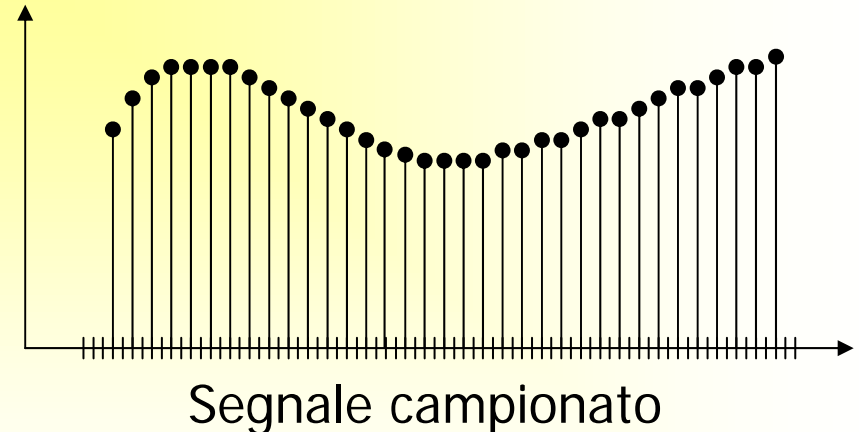
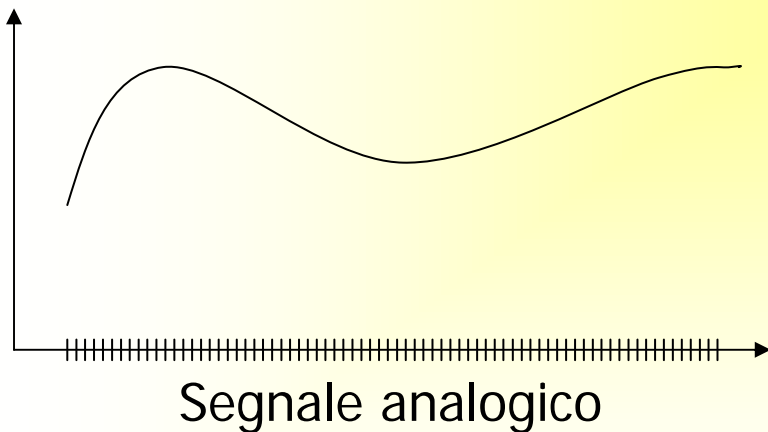
Schema generale di codifica dei segnali



- Campionamento
- Quantizzazione
- Codifica

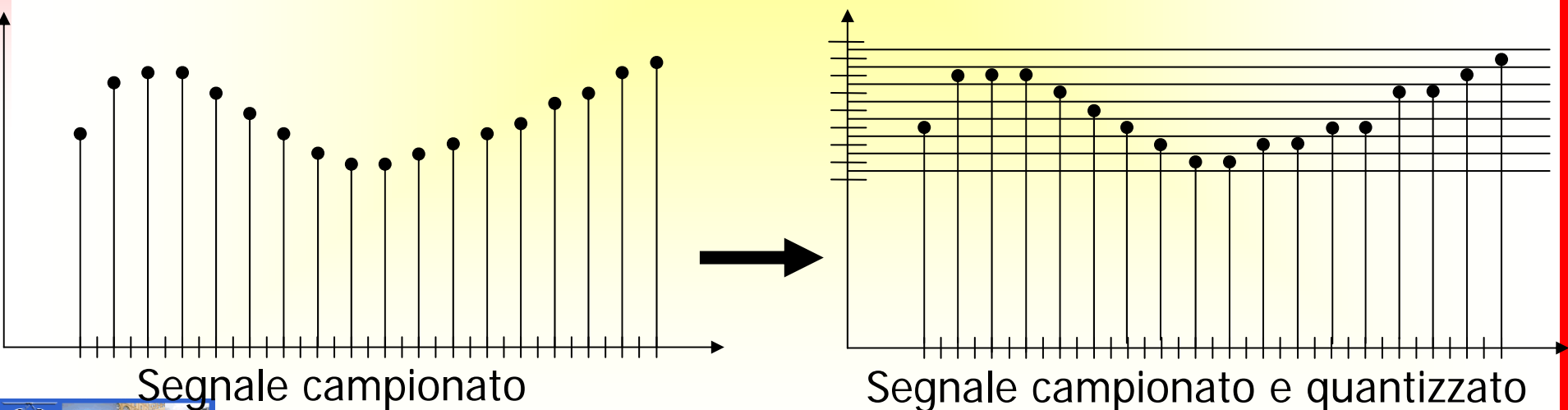
Campionamento

- Consiste nel prelevare dei campioni dal segnale analogico sorgente
- Generalmente il campionamento è uniforme (fatto ad intervalli di tempo regolari)
- L'intervallo di tempo (che determina gli istanti in cui si preleva il campione) è detto "periodo di campionamento"

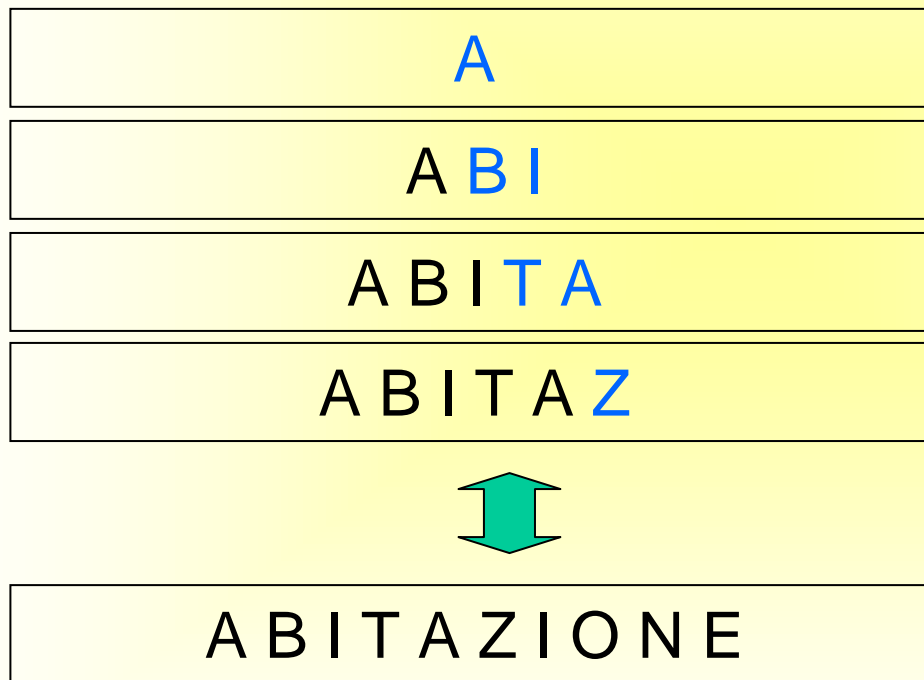


Quantizzazione

- Consiste nell'associare a ciascun campione un valore da un intervallo discreto (con numero finito di punti)
- L'intervallo dei valori viene spesso suddiviso in parti uguali (quantizzazione uniforme)
- Si introduce sempre un errore (di quantizzazione)



- Esempio: La parola **Abitazione**



Non tutte le lettere sono necessarie all'individuazione di una parola

- Conclusioni dell'esempio:
 - Non tutti i dati che compongono un elemento, prodotto da una sorgente di informazione, sono necessari all'individuazione del dato elemento
 - La radice **ABITAZ** è sufficiente all'individuazione del termine **ABITAZIONE** del dizionario italiano

p

- La codifica lossless ha come obiettivo una rappresentazione più efficiente dei dati senza la perdita di informazione
- In termini rigorosi:
 - Detta f la legge di trasformazione di un elemento originario in uno codificato:
 - **Assenza di perdita di informazione** $\rightarrow f$ biunivoca
 - **Compressione** \rightarrow l'insieme di arrivo della funzione f deve avere dimensione inferiore a quella dell'insieme di partenza

Principali tecniche di codifica lossless

- **Codifica RLE (Run Length Encoding)**

Lunghe sequenze di dati uguali vengono codificate attraverso la terna:

Codice di Escape

Valore

Lunghezza

- **Pattern Matching**

E' un miglioramento della codifica RLE, basata sul riconoscimento di pattern (parole o frasi) ripetute.

- **Codifica di Huffman**

E' una codifica binaria che utilizza codici di lunghezza inversamente proporzionale alla probabilità di occorrenza del dato da codificare.

Esempio: RLE

- Ipotizziamo che la sorgente emetta numeri da 0 a 254, e che il nostro codice di escape sia 255

Dati sorgenti:

011	021	090	090	090	090	090	045	080
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Dati codificati:

011	021	255	090	005	045	080
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Num. ripetizioni

Valore

Codice di Escape

Esempio: Pattern Matching

Testo di partenza

Per soli 3.000 dollari potete mettervi in casa una delle invenzioni più promettenti o inquietanti della bioingegneria: il primo robot capace di essere animato da un cervello vivente. Per la precisione il cervello di un topo. Nella prima versione commerciale si chiama Khepera, ha forma e dimensioni cilindriche di una caffettiera, si muove alla velocità di un metro al secondo. Lo vende il produttore svizzero di robotica K-Team.

Indice	Pattern
1	cervello
2	invenzioni
3	bioingegneria
4	cilindriche
5	promettenti
6	dimensioni
^	Codice di Escape

Testo compresso

Per soli 3.000 dollari potete mettervi in casa una delle ² più ⁵ o inquietanti della ³: il primo robot capace di essere animato da un ¹ vivente. Per la precisione il ¹ di un topo. Nella prima versione commerciale si chiama Khepera, ha forma e ⁶ ⁴ di una caffettiera, si muove alla velocità di un metro al secondo. Lo vende il produttore svizzero di robotica K-Team.

Codifica di Huffman

- Definita la probabilità di occorrenza come:

$$p_i = \frac{\text{\# occorrenze del simbolo } i\text{-esimo}}{\text{somma delle occorrenze di tutti i simboli}}$$

- La codifica di Huffman è una codifica a lunghezza variabile cioè non tutti i simboli sono codificati con parole codice della stessa lunghezza.
- Tale codifica attribuisce a simboli più probabili stringhe binarie più brevi permettendo, quindi, di minimizzare la lunghezza media delle parole codice.
- Richiede il calcolo delle probabilità di occorrenza dei simboli da codificare

- Non tutta l'informazione prodotta da una sorgente è necessaria ad una sua rappresentazione efficace
 - Il destinatario ultimo del dato potrebbe non essere in grado di apprezzare completamente minime differenze nei dati sorgenti
 - Il destinatario ultimo del dato potrebbe essere interessato a ridurre la qualità del dato usufruito in cambio di altri parametri (minore banda, minore onere computazionale, ecc.)

Codifica con perdite (lossy) 2/4

- La codifica lossy punta ad aumentare il rapporto di compressione eliminando tutti i dati non percepiti dall'utente finale, ed introducendo un degradamento qualitativo controllato.
- Al contrario della codifica senza perdite, la codifica lossy non è invertibile. Il processo di codifica introduce un errore.
- Il controllo sull'errore si basa, tipicamente, su un'analisi preliminare delle caratteristiche del destinatario del dato compresso.

Codifica con perdite (lossy) 3/4

- Esempio: *Un omaggio floreale ...*



E' 10 volte più compressa dell'altra!

- Esempio: Analisi dei dettagli





Principali tecniche di codifica lossy

- Riquantizzazione
- Sottocampionamento
- Tabella dei colori
- Codifica differenziale
- Codifica con trasformata
- Compressione temporale:
 - Rimpiazzamento condizionato
 - Compensazione del movimento

Esempi di Immagini codificate JPEG 1/4



Dimensione file: 1454 KB



Dimensione file: 115 KB

Esempi di Immagini codificate JPEG 2/4



Dimensione file: 1454 KB



Dimensione file: 45,1 KB

Esempi di Immagini codificate JPEG 3/4



Dimensione file: 1454 KB

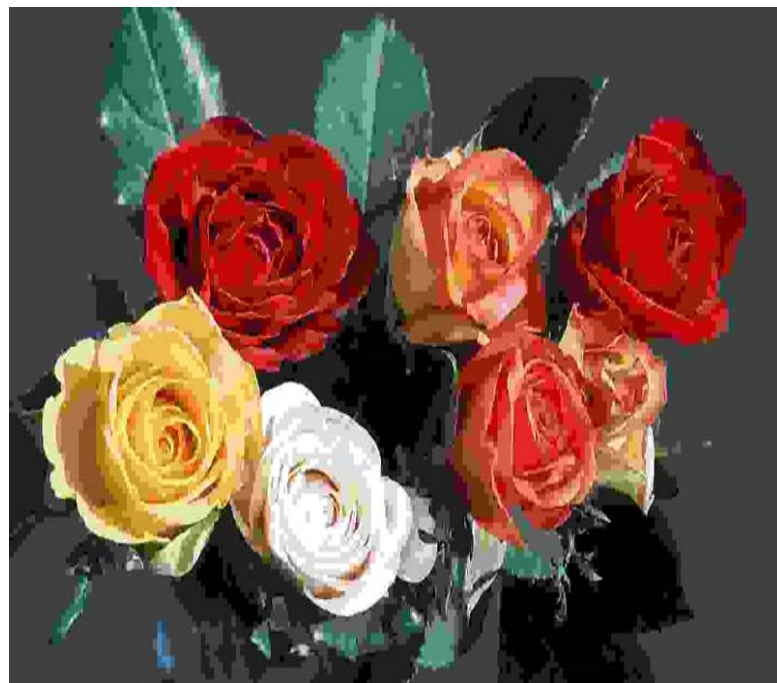


Dimensione file: 28 KB

Esempi di Immagini codificate JPEG 4/4



Dimensione file: 1454 KB



Dimensione file: 13 KB

Le immagini raster, chiamate anche pittoriche o bitmap, sono immagini in computer grafica la cui visualizzazione sullo schermo corrisponde direttamente alla struttura dei bit nella memoria del computer

- **PIXEL** da (“PICTure ELeMent”) identifica una piccola porzione rettangolare dello schermo.
Rappresenta un’unità logica elementare di riferimento per la rappresentazione delle immagini digitali.



- **RISOLUZIONE**

indica le dimensioni dell’immagine espresse in pixel (es. 640x480)

- **DPI** (dots per inch - punti per pollice) è un parametro relativo che, abbinato alla risoluzione, definisce le dimensioni dell’immagine in fase di acquisizione (tramite scanner) e di stampa.
E’ ininfluyente se si lavora solo a video.

$$\frac{\text{PIXEL}}{\text{DPI}} = \text{INCH}$$

Riassumendo...

- L'immagine viene suddivisa in una griglia di celle
- ogni cella corrisponde ad un 'punto' (pixel) dell'immagine, per cui ...
- ... una immagine digitale bitmap è costituita da una matrice di punti detti *picture elements* (pixel), simili ai punti della retinatura nelle immagini a stampa
- tanto più fitta è la griglia (più numerose sono le celle), tanto migliore è la risoluzione dell'immagine

Esempi



- La risoluzione (e dunque la qualità del dettaglio) di una immagine è tanto maggiore quanto più grande è il numero di punti in una data area.
- Essa si esprime come numero di pixel per unità di lunghezza verticale e orizzontale:
 - 75 x 75 punti per pollice (DPI)
 - 300 x 300 punti per pollice (DPI)
 - 600 x 600 punti per pollice (DPI)



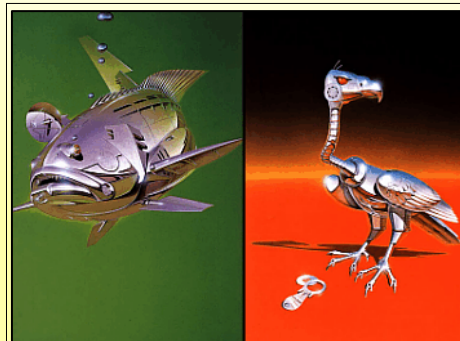
La profondità di colore

- La profondità di colore è data dal numero di bit utilizzato per rappresentare ciascun pixel
 - Una immagine in bianco e nero associa a ciascun punto un solo bit
 - Una immagine con 256 toni di colore o di grigio associa a ciascun pixel 8 bit (un byte)
 - Una immagine a 64k di colori associa a ciascun pixel 16 bit
 - Una immagine a 16 milioni di colori associa a ciascun pixel 24 bit

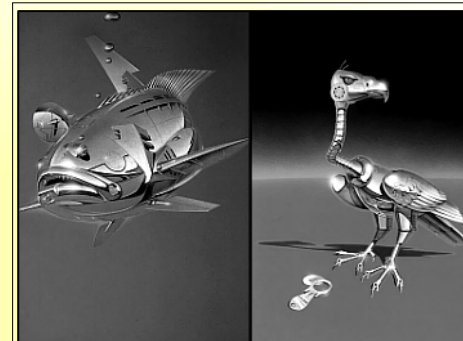
Profondita' di colore



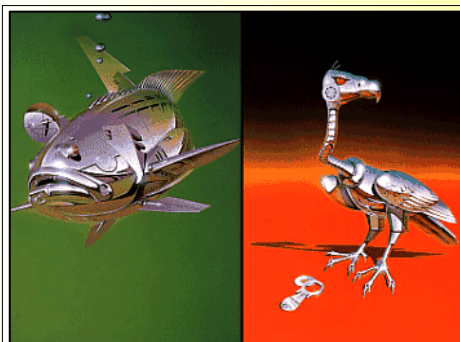
24 bit



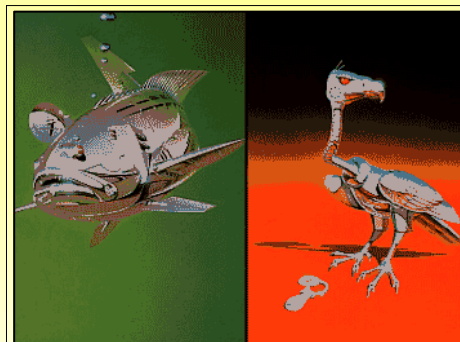
8 bit - "palette"



8 bit - scala di grigi



32 colori



16 colori

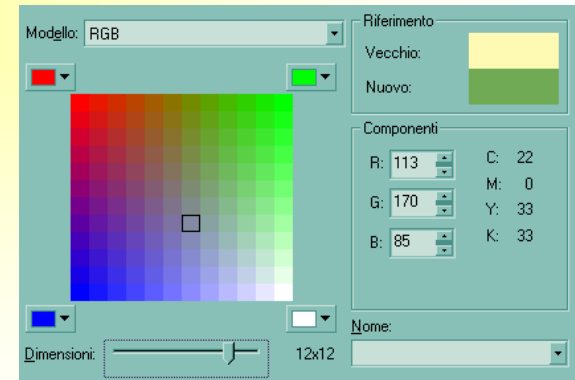
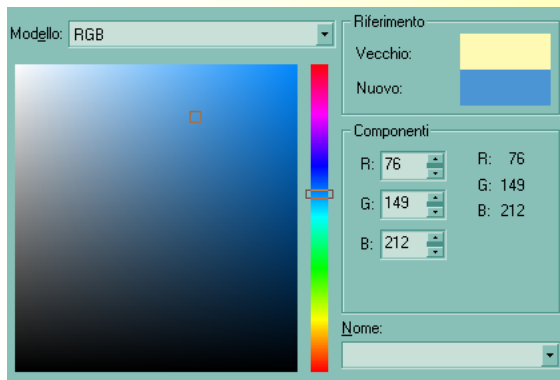


1 bit - al tratto

Codifica del colore

Modelli di rappresentazione del colore:

- RGB (Red / Green / Blue)
- HSB (Hue / Saturation / Brightness) o
HLS (Hue / Lightness / Saturation) o
HSV (Hue / Saturation / Value)
- CYMK (Cyan / Yellow / Magenta / black)
- Colori codificati (es. Pantone)



Antialiasing

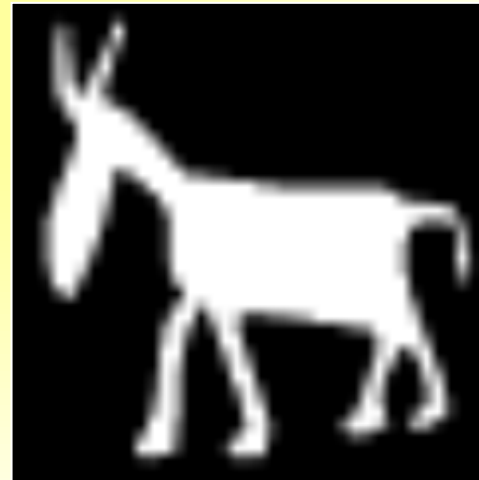
Tecnica di riduzione dell'effetto "scalettatura" dovuto all'arrotondamento del valore reale dei punti nei valori discreti sul video.

Minore risoluzione video = maggiore effetto di "aliasing"

Il processo di antialiasing consiste nella sfumatura dei contorni.



senza
ANTIALIASING



con
ANTIALIASING

La digitalizzazione delle immagini

- Le immagini digitali bitmap occupano tanto più spazio di memoria quanto più aumenta la loro qualità (risoluzione e profondità di colore)
 - Una immagine di un pollice quadrato a 75 dpi e 256 toni di grigio occupa $75 \times 75 \times 8 = 45$ Kbyte ca
 - Una immagine di un pollice quadrato a 300 dpi e 16 milioni di colori occupa $300 \times 300 \times 24 = 2$ Mbyte ca



La memorizzazione delle immagini

- Le immagini digitali sono memorizzate su file con diversi formati alternativi, ciascuno in grado di codificare un determinato numero di colori e dotato di caratteristiche peculiari.
- Alcuni di questi formati prevedono forme di **compressione**, cioè di riduzione dei bit dell'immagine in modo da ridurre l'occupazione di memoria.



Immagini raster: formati

- Con formati, vogliamo intendere i possibili metodi di codifica delle informazioni
- Perché esistono così tanti formati grafici?
- Esaminiamo quelli di uso più frequente evidenziandone i parametri più importanti



JPG, o JPEG (Joint Photographic Expert Group)

E' il formato più usato per le immagini di tipo fotografico in rete.

- 24 bit
- livello di compressione variabile (+ compressione = - qualità).
compressione di tipo “lossy” (con perdita di informazione)
- non supporta le trasparenze
- non supporta animazioni
- piena compatibilità con tutti i browser

E' concepito per funzionare su immagini a “tono continuo” (es. immagini fotografiche), lavora meno bene su immagini di tipo grafico, contenenti, ad esempio, testo o linee.

JPG, o JPEG: caratteristiche

- Consente di scegliere un rapporto di compressione variabile fino ad un massimo di 100:1 con una discreta intelligibilità dell'immagine
- È molto usato per le immagini sul Web.
- La compressione avviene all'interno di celle grandi 8x8 pixel
- L'algoritmo non fa altro che confrontare le similitudini nei valori di colore all'interno di ogni cella e memorizza solo i valori che sono diversi: maggiore è il livello di compressione selezionato, più ampia sarà la gamma di valori di colore considerati simili e quindi maggiore sarà il numero dei valori cromatici che andranno persi.

Considerazioni sulla codifica JPEG

- Finché si resta al di sotto di una ben determinata soglia, le perdite introdotte risultano essere pressoché nulle per l'utente medio
- Mano a mano che si aumenta il fattore di compressione, la codifica lascia passare solo frequenze spaziali basse dando luogo ad ampie chiazze monocolori
- Aumentando il fattore di compressione risulta anche evidente la sovrastruttura a blocchi applicata all'immagine

JPG, o JPEG: esempi

Diversi livelli di compressione



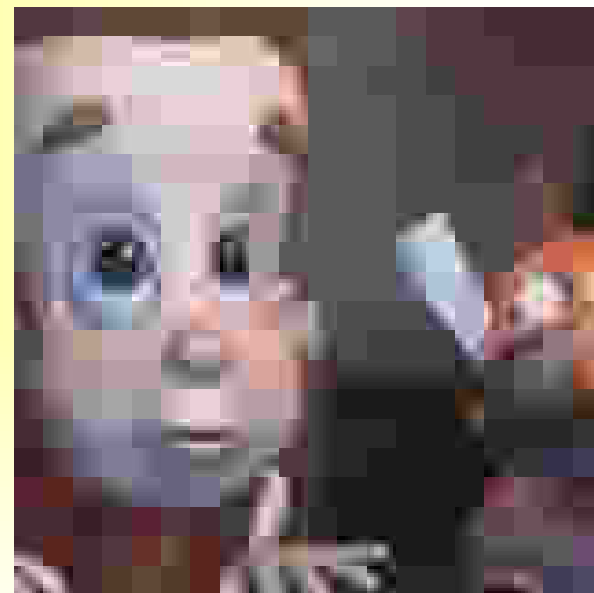
Immagine originale
non compressa (BMP)
450x309 pixel, 24 bit
407 Kb



Compressione JPEG 20%
28 Kb



Compressione JPEG 60%
11 Kb



Compressione JPEG 90%
4 Kb



GIF (Compuserve)

E' il formato più usato per le immagini di piccole dimensioni e limitato numero di colori.

- fino a 8 bit (256 colori), con palette ottimizzata
- compressione "loseless" LZW
- supporta la trasparenza di un colore
- supporta animazioni (versione 89a)
- piena compatibilità con tutti i browser

E' stato concepito espressamente per la trasmissione di immagini in rete, non è adatto a immagini con alto livello di dettaglio (tipo fotografico), è invece ottimo per immagini grafiche (es. con testo)



PNG (Portable Network Graphic)

E' una valida alternativa a GIF per le applicazioni multimediali

- 32 bit (24 + 8 per le trasparenze)
- compressione "loseless" migliore rispetto a LZW
- supporta le trasparenze
- non supporta animazioni
- compatibilità solo con i browser più recenti



TIFF (Tagged Image Format File)

Inizialmente sviluppato per Mac, rappresenta lo standard di riferimento per le immagini destinate alla stampa tipografica

- fino a 24 bit
- compressione “loseless” con supporto per vari algoritmi (LZW - RLE - ecc.) - problemi di compatibilità
- non supporta le trasparenze
- non supporta animazioni
- compatibilità con i browser solo attraverso appositi plug-in (es. Quick Time)
- supporta fino a 24 livelli di PhotoShop

E' il formato bitmap di Windows.

- 24 bit
- compressione “loseless” RLE (opzionale)
- non supporta le trasparenze
- non supporta animazioni
- non compatibile con i browser

E' un formato "storico" utilizzato per immagini di alta qualità

- 24 bit + un canale "alfa" (opzionale) per le trasparenze
- nessuna compressione
- supporta le trasparenze
- non supporta animazioni
- non compatibile con i browser

Formati proprietari

Sono formati specifici di software evoluti. Per esempio:

- | | | |
|----------------------|------------|----------------|
| • PSD | Adobe | PhotoShop |
| • CPT | Corel | PhotoPaint |
| • PSP | Jasc | Paint Shop Pro |
| • PNG ⁽¹⁾ | Macromedia | Fireworks |

Caratteristiche:

- contengono informazioni aggiuntive (livelli, attributi, annotazioni, ecc.)
- generalmente vengono letti solo dal software proprietario
- nessuna compatibilità con i browser
- da utilizzare come sorgenti modificabili delle immagini

(1) estensione del formato PNG standard

Tutte le immagini digitali, senza eccezioni, possono essere elaborate tramite appositi pacchetti software. Le elaborazioni possibili vanno dal semplice aggiustamento dei valori ai più complessi fotomontaggi o manipolazioni "creative".

Tra gli innumerevoli pacchetti applicativi:

- Adobe PhotoShop
- Corel PhotoPaint
- Jasc Paint Shop Pro
- Macromedia Fireworks
- Corel Painter
- - Gimp



Esempio di interfaccia dell'area di lavoro - Photoshop 6



Correzione delle immagini

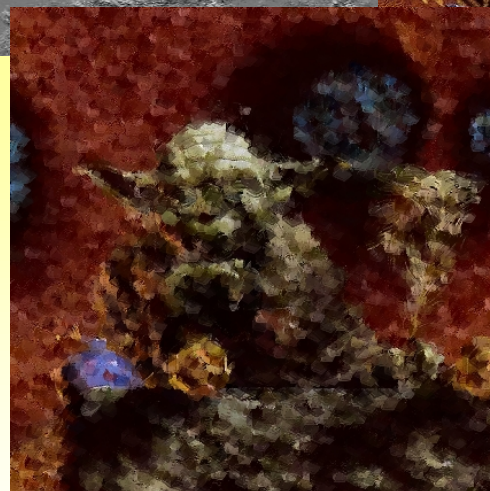
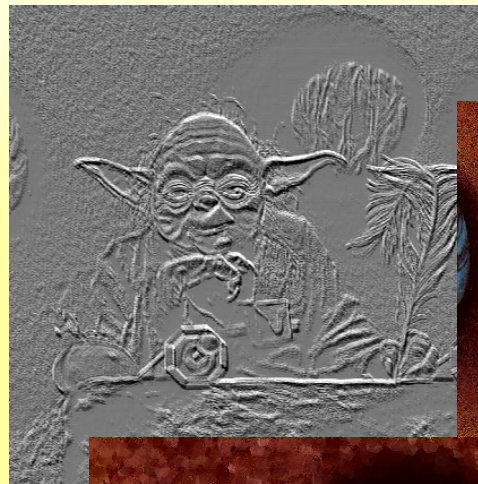
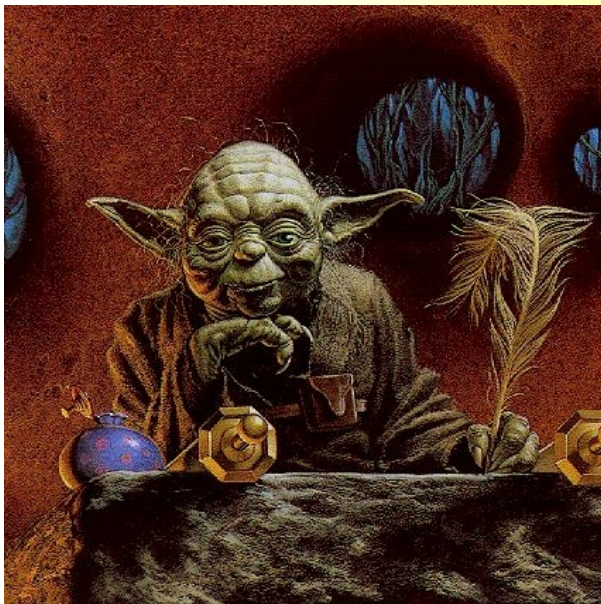
Tra le operazioni “elementari” di Editing:

- Regolazioni di luminosità / contrasto / intensità
- Regolazioni di tonalità / saturazione / brillantezza
- Colorazione di aree uniformi
- Interventi pittorici (mano libera, elementi geometrici, testo)
- Clonazione di aree
- ...

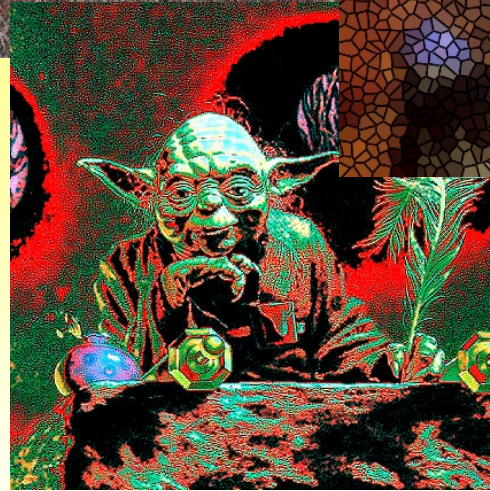
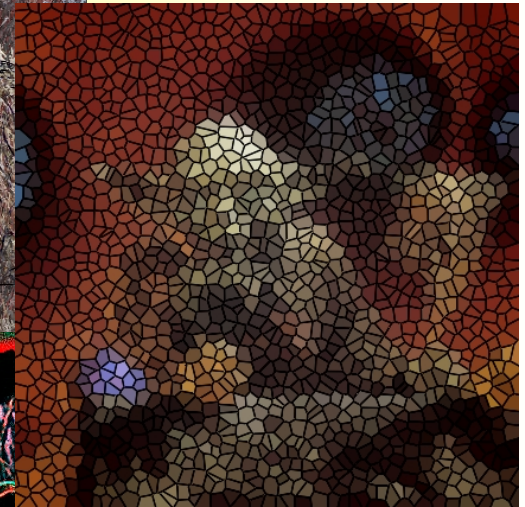
- **Maschere** Permettono di intervenire solo sull'area selezionata dell'immagine
- **Canali** Permettono un editing sulle singole componenti cromatiche (tipicamente RGB)
- **Livelli** Permettono di mantenere separati, e quindi più facilmente modificabili, gli elementi che compongono un'immagine
- ...

Effetti

Ogni pacchetto software dispone di un corredo di effetti predefiniti e configurabili. Tra i più comuni:



Effetti



Effetti

