

# Complementi sulla rappresentazione delle informazioni



Prof. Antonio Scanu  
Prof.ssa M. Cristina Carrisi

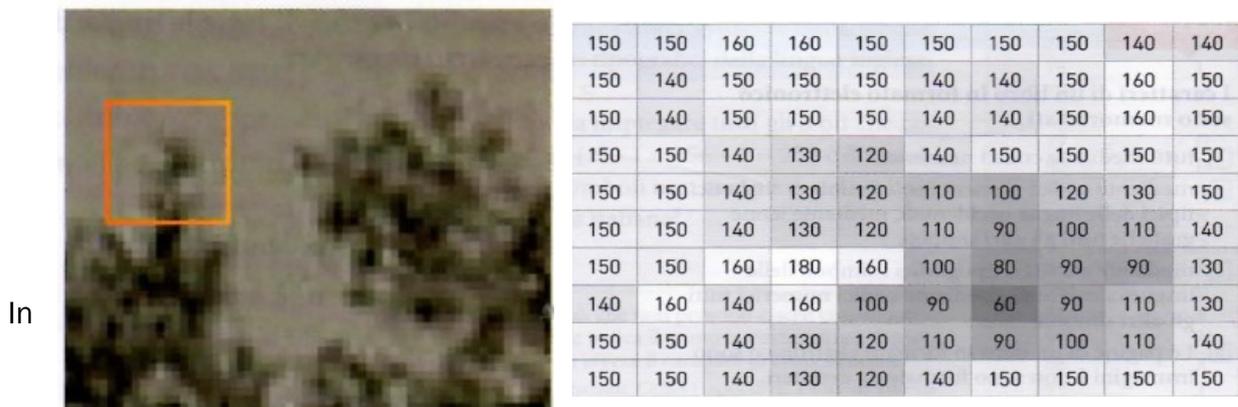
## 1.1 Codifica delle immagini

Per rappresentare le immagini all'interno di un sistema informatico è necessario digitalizzarle, ossia codificarle come sequenze di bit (0 o 1). Il processo di digitalizzazione avviene in due fasi: discretizzazione e quantizzazione.

- ◆ **Discretizzazione:** la superficie dell'immagine viene suddivisa in una griglia di celle - denominate pixel - a ciascuna delle quali corrisponde un colore unico; questa caratteristica risulta chiaramente visibile se si effettua lo zoom di un'immagine digitale, come nel caso del dettaglio riportato nell'esempio.
- ◆ **Quantizzazione:** il colore di ciascuna delle celle (pixel) definite dalla griglia viene codificato mediante un valore numerico; nel caso di immagini in «bianco e nero» è possibile utilizzare lo schema seguente, dove al nero corrisponde 0 e al bianco il massimo numero che si intende utilizzare (normalmente si impiega un byte per memorizzare ogni singolo pixel di un'immagine digitale: in questo caso il valore del bianco è il massimo numero rappresentabile con 8 bit, cioè 255).



La parte di immagine evidenziata nel dettaglio sottostante è numericamente rappresentata dalla griglia numerica a fianco.



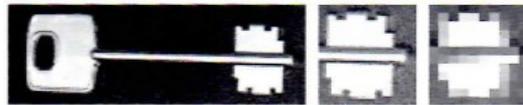
base alla risoluzione della tavolozza cromatica (Palette) o della scala di grigi adottata, si distinguono i diversi tipi di immagini digitalizzate di cui le più comuni sono:

- ◆ **immagini binarie:** ogni pixel viene visto come bianco o nero, e vengono quindi trascurate le mezze tinte che vengono trasformate in base a un valore di soglia in punti bianchi o neri. Ogni elemento (pixel) occuperà un solo bit. Questa modalità è utile per ridurre l'occupazione di memoria e viene usata soprattutto per i disegni tecnici. È la stessa tecnica utilizzata per inviare immagini tramite il sistema telefax;
- ◆ **immagini in scala di grigio:** ciascuna tonalità di grigio viene codificata con un certo numero di bit (da 2 a 8 generalmente) permettendo così la realizzazione di differenti sfumature di grigio (da 4 a 256). È utile soprattutto per disegni pittorici e architettonici;
- ◆ **immagini a pseudocolori:** simile alle scale di grigio, in questo caso vengono codificati da 4 a 256 differenti colori, ma non vengono permesse le sfumature;

- ◆ **immagini a colori:** si usano generalmente 3 byte (uno per ogni colore fondamentale) per ogni pixel, ossia 24 bit/pixel, così è possibile codificare oltre 16 milioni di colori, e si riesce a rappresentare con una buona fedeltà qualunque tipo di fotografia o di disegno. Il colore può essere generato componendo i tre colori primari, rosso, verde, e blu (RGB: red, green, blue). Ad ogni colore si associa una possibile sfumatura. Usando quindi 8 bit per colore si possono ottenere 256 sfumature per ogni colore primario che combinate insieme danno origine a 16,7 milioni di colori diversi (precisamente 16777216).

Le immagini sono quindi memorizzate come sequenza (più o meno lunghe) di bit. Per poterle interpretare è necessario conoscere:

- ◆ **la dimensione dell'immagine;**
- ◆ **la risoluzione geometrica** espressa in DPI (dot per inch), cioè in quanti pixel viene suddivisa un'area di un pollice quadrato (6,4516 cm<sup>2</sup>). Un maggiore numero di pixel corrisponde infatti, com'è illustrato dalle figure che seguono, a una migliore qualità visiva dei dettagli dell'immagine digitale.



Risoluzioni tipiche sono: 800 x 600; 1024 x 768; 1280 x 1024. Se una immagine viene codificata con una particolare risoluzione essa potrà essere presentata su un dispositivo a minore risoluzione ignorando o trasformando opportunamente alcuni dei bit che rappresentano ogni pixel.

### 1.1.1 Esempi

#### Esercizio guidato 1

Quanti byte occupa un'immagine di 200 x 100 pixel in bianco e nero?

Conoscendo la risoluzione dell'immagine puoi trovare il numero di pixel che la compongono:  $200 \times 100 = 20000$  pixel. Inoltre, nel caso di immagini in bianco e nero basta un solo bit per codificare il colore di ogni pixel e quindi saranno necessari 20000 bit per memorizzare l'immagine. Per trovare il numero di byte basta fare quindi  $20000 / 8 = 2500$  byte.

#### Esercizio guidato 2

Quanti byte occupa un'immagine di 200 x 100 pixel a 256 colori?

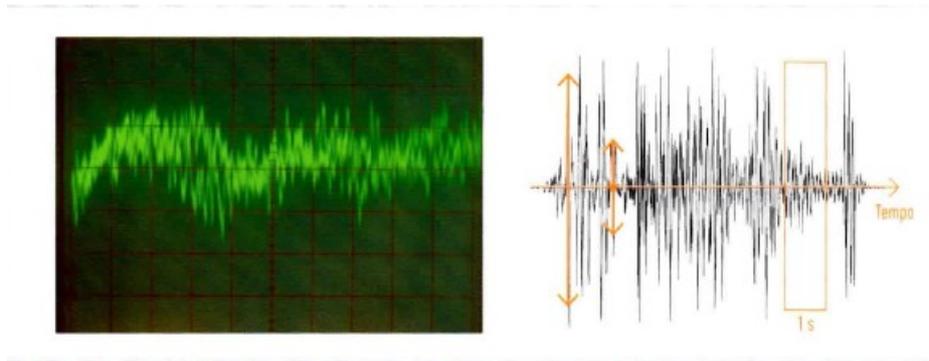
Rispetto all'esercizio precedente, in questo cambia lo spazio occupato da ciascun pixel. Sai che l'immagine è a 256 colori. Per potere rappresentare 256 configurazioni diverse sono necessari 8 bit, ovvero 1 byte. L'immagine occuperà quindi  $20000 \times 1$  byte = 20000 byte.

## 1.2 Codifica del suono

L'audio digitale è codificato mediante una sequenza di valori numerici: per capire come questo sia possibile ricordiamo che il suono è un'onda meccanica che si propaga nell'aria producendo variazioni di pressione che il nostro orecchio interpreta come suoni.

Perché il suono possa essere digitalizzato deve prima di tutto essere trasformato in un segnale elettrico: il microfono effettua questa trasformazione generando un'onda elettrica che riproduce fedelmente l'andamento nel tempo dell'onda sonora.

L'analisi della variazione nel tempo dell'onda elettrica generata da un microfono mediante uno strumento di misura elettronico mostra un andamento come il seguente:

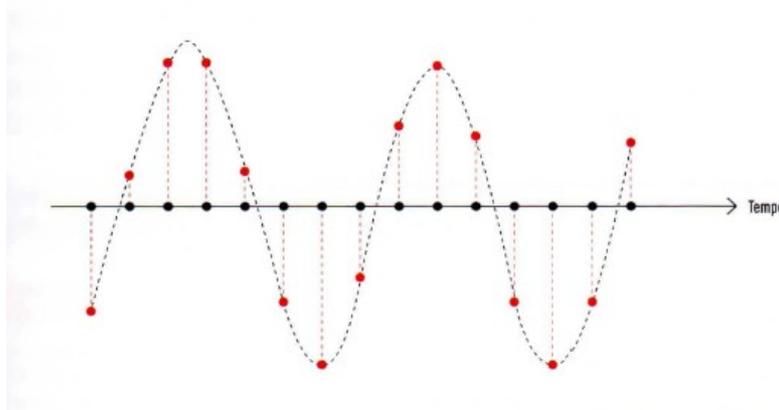


Nel grafico è possibile riconoscere le due caratteristiche fondamentali di un'onda sonora:

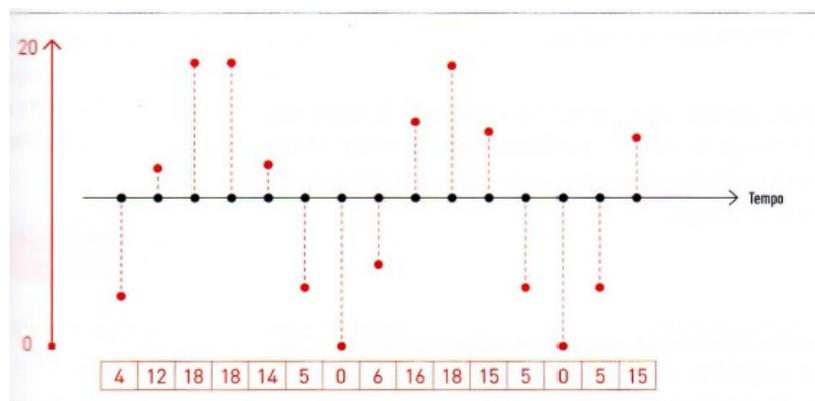
- ◆ **la frequenza:** è il numero di oscillazioni che l'onda effettua in un secondo e determina la tonalità del suono. Nella musica ogni singola nota ha una frequenza caratteristica. L'orecchio umano è in grado di percepire suoni la cui frequenza è compresa tra 20 e 20000 oscillazioni per secondo: l'unità di misura della frequenza che esprime il numero di oscillazioni per secondo è l'Hertz (Hz);
- ◆ **l'ampiezza:** è la quota raggiunta dall'onda in uno specifico istante temporale e determina l'intensità del suono.

La digitalizzazione del suono, cioè la sua trasformazione in una sequenza di valori numerici, viene effettuata da un dispositivo elettronico denominato ADC (Analogic Digital Converter) che opera sull'onda elettrica generata da un microfono (o da un diverso dispositivo, per esempio l'amplificatore di uno strumento musicale elettrico) in due fasi:

- ◆ **un Campionamento:** l'ampiezza dell'onda sonora viene misurata a istanti regolari di tempo (questi particolari punti dell'onda sono gli unici presi in considerazione per la codifica del suono e sono detti campioni):

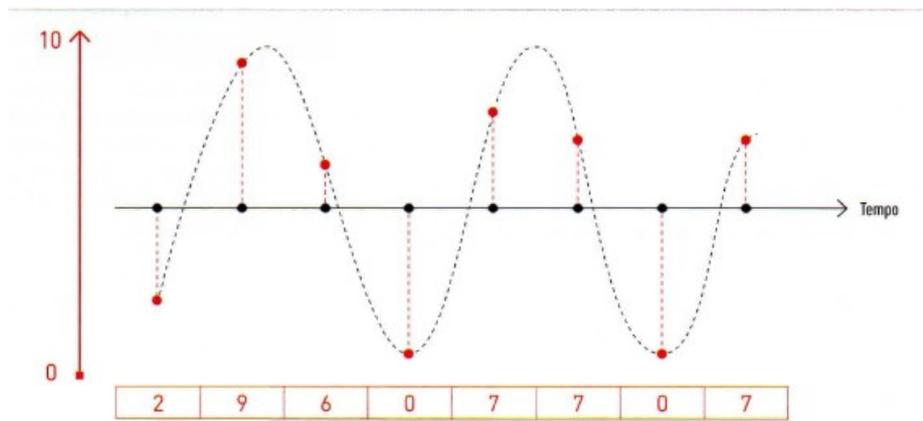


- ◆ **Quantizzazione:** una volta stabilito un valore corrispondente alla massima ampiezza (alla minima ampiezza corrisponde il valore 0), la sequenza delle misure dell'ampiezza dell'onda viene codificata mediante una sequenza di numeri interi porzionali alle singole ampiezze:



Il valore massimo di quantizzazione è determinato dal numero di bit che si intende usare per rappresentare le misure delle ampiezze.

**Esempio:** utilizzando 8 bit, il massimo valore di quantizzazione è pari a  $2^8 - 1 = 255$ . È evidente che la precisione con cui l'onda viene codificata numericamente dipende sia dall'intervallo temporale che intercorre tra un punto di campionamento e il successivo, sia dal numero di bit usati per la quantizzazione. Infatti intervalli di campionamento grandi riducono il numero di punti mediante i quali l'onda viene rappresentata, mentre con valori massimi di quantizzazione piccoli la differenza di ampiezza tra un numero e il successivo si estende portando a codificare con lo stesso valore misure diverse:



### 1.2.1 Esempi

#### Esercizio guidato 1

Quanto spazio occupa un suono della durata di 8 secondi campionato a 200 Hz, in cui ogni campione occupa 4 byte?

La frequenza di campionamento ti dice quanti campioni di suono vengono memorizzati in un secondo, 200 in questo caso. Avendo 8 secondi di suono avrai:  $8 \times 200 = 1600$  campioni

Poiché ogni campione richiede 4 byte, il suono occuperà  $1600 \times 4 = 6400$  byte (circa 6,4 Kbyte).

#### Esercizio guidato 2

Un secondo di suono campionato a 512 Hz occupa 1 KB. Quanti valori distinti si possono avere per i campioni.

Se il campionamento è a 512 Hz, in un secondo di suono ci sono 512 campioni. Se l'occupazione totale è di 1 KB, e cioè di 1024 bytes, ogni campione occupa:  $1024 / 512 = 2$  bytes, e cioè 16 bit

Di conseguenza, per ogni campione si possono avere  $2^{16} = 65536$  valori distinti.

## 1.3 Video digitale

Forti di queste conoscenze possiamo affrontare ora il problema della digitalizzazione dei filmati, visto che questi ultimi altro non sono che immagini in movimento con accompagnamento sonoro.

Proviamo a pensare a come è fatta una vecchia pellicola cinematografica: una successione di fotogrammi (ognuno dei quali corrisponde a una precisa immagine statica), accompagnata da una banda sonora (in sostanza immagini e suoni). La rappresentazione dei

dati multimediali digitalizzare tanto le immagini che corrispondono ai singoli fotogrammi, quanto il sonoro che le accoppia.

Appare immediatamente evidente che il numero di bit necessari per questa operazione aumenta in maniera eccezionale. Il numero di bit necessari alla codifica di un filmato sarà infatti tanto maggiore:

- ◆ quanto più lungo è il filmato;
- ◆ quanto maggiore è la sua risoluzione grafica, cioè quanto più fitta è la griglia che viene utilizzata per convertire in digitale i fotogrammi (frame) che compongono il filmato;
- ◆ quanto più ricca è la palette di colori impiegata;
- ◆ quanto maggiore è il numero di fotogrammi per secondo;
- ◆ quanto migliore è la qualità dell'audio (ossia la frequenza di campionamento).

Vediamo, ora, cosa accadrebbe risparmiando sui bit:

- ◆ una bassa risoluzione grafica produrrebbe un filmato quadrettato, poco chiaro e non differenziato;
- ◆ una palette troppo limitata renderebbe approssimativi e poco realistici i colori visualizzati;
- ◆ un numero troppo basso di frame per secondo darebbe vita a un filmato "a scatti" impreciso e poco scorrevole;
- ◆ una frequenza di campionamento audio troppo bassa pregiudicherebbe, ovviamente, la qualità del suono, così importante affinché un video possa stimolare quelle sensazioni di cui esso è il principale artefice.

Relativamente ai formati di compressione video, lo standard più diffuso è l'MPEG

### 1.3.1 Altri esercizi

1. Considerando la pagina di un libro tascabile con 2000 caratteri. Quante pagine posso memorizzare in 7000 kb?
2. Considera i seguenti numeri decimali : A= 23 , B=-12, C=-67, D=104. Rappresenta i numeri nella forma in complemento a due con 16 bit.
3. Rappresenta il numero reale 23,56 in A) virgola fissa B) virgola mobile.
4. Rappresenta in virgola fissa e in virgola mobile i seguenti numeri:  
-12.56; 0.003; -0.004; 23.45; -23.45; -0.02345.
5. Quanti pixel sono presenti in un'immagine in bianco e nero di 300 X 200?
6. Quanti byte sono necessari per rappresentare 30 secondi di un brano con campionamento a 16 kHz e rappresentazione a 16 bit.
7. Si vuole misurare in forma digitale non compressa un brano musicale della durata di 3 minuti. Si prevede un campionamento a 20 KHz utilizzando 16 bit per la profondità del suono quanti byte sono necessari per la memorizzazione?