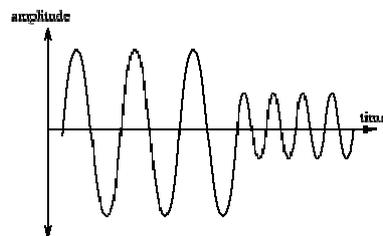


## Natura dei dati multimediali

1

## Generazione dei suoni

- I **suoni** sono generati da onde di pressione dell'aria che fanno vibrare la membrana dell'orecchio
  - L'**ampiezza delle vibrazioni** determina l'intensità (volume) del suono.
  - La **frequenza di vibrazione** determina l'acutezza del suono.
  - Il segnale ha sempre **media nulla**



2

## Generazione delle immagini

- La luce colpisce la retina e genera un segnale nervoso.
- La lunghezza d'onda della luce determina i colori.
- Esiste una distanza minima sotto la quale due punti sono percepiti dall'occhio come un unico punto (**risoluzione spaziale**).
- Esiste un intervallo di tempo minimo sotto il quale due immagini consecutive danno la percezione del movimento (**risoluzione temporale**).

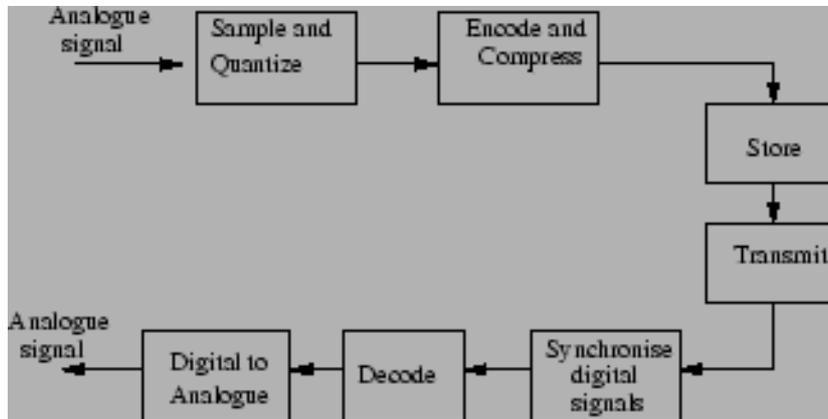
3

## Conversione analogico/digitale

- La pressione dell'aria o l'intensità di luce sono segnali che variano nel tempo assumendo **valori continui** esprimibili mediante **numeri reali** (**segnale analogico**).
- Affinché tali valori possano essere elaborati e compressi occorre trasformarli in una **sequenza discreta** di numeri binari interi con **precisione finita** (**segnale digitale**)
- Due azioni:
  - campionamento
  - quantizzazione

4

## Conversione analogico/digitale



5

## Campionamento di un segnale

- Per catturare la variazione di un segnale nel tempo (suono) o nello spazio (immagine) occorre ripetere la **misura** ad intervalli regolari di tempo o di spazio.
- Intuitivamente più il segnale varia velocemente (nel tempo o nello spazio) e maggiore deve essere la **frequenza di campionamento**.

6

**Quanti campioni ?**



16 x 21 pixel

7

**Quanti campioni ?**



64 x 85 pixel

8

**Quanti campioni ?**



128 x 171 pixel

9

**Quanti campioni ?**

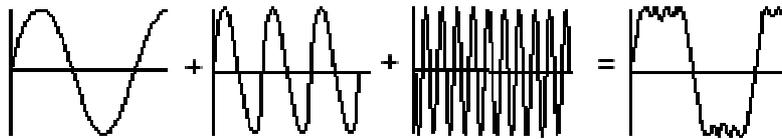


512 x 683 pixel

10

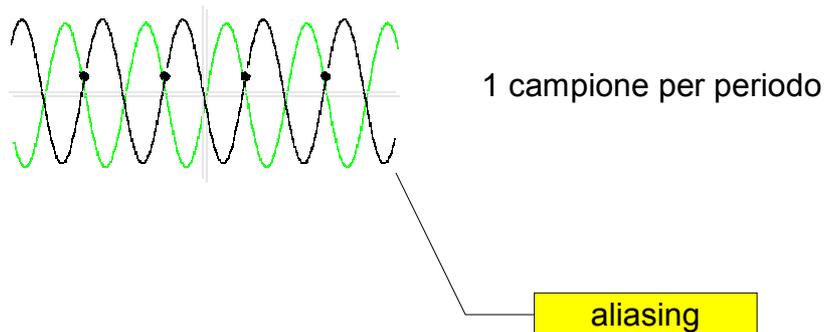
## Teorema del campionamento

- Un segnale può sempre essere rappresentato come **somma di sinusoidi** (rappresentazione in frequenza).
- Per ricreare fedelmente un segnale occorre catturare **tutte** le sinusoidi che lo compongono.



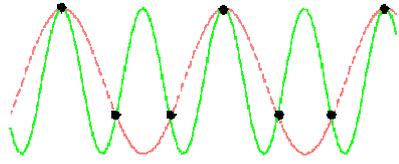
11

## Teorema del campionamento (2)

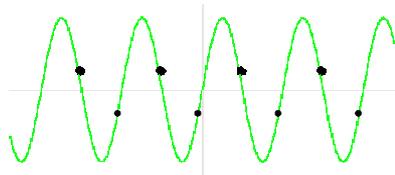


12

## Teorema del campionamento (3)



1.5 campioni per periodo



**2 campioni per periodo**

13

## Teorema del campionamento (4)

- Per riprodurre fedelmente una sinusoide occorrono 2 campioni per periodo.
- La frequenza di campionamento deve essere doppia della frequenza della sinusoide.

14

## Teorema del campionamento (5)

- Se il segnale da campionare ha **larghezza di banda  $f$**  allora la sua componente sinusoidale a frequenza più alta ha periodo  $T=1/f$ .
- Quindi la frequenza di campionamento di tale segnale deve essere doppia della larghezza di banda del segnale (**Teorema di Nyquist**).

15

## Effetto della risoluzione spaziale sulle immagini



512 x 683 pixel



128 x 171 pixel

16

## Effetto della risoluzione spaziale sulle immagini (2)



64 x 85 pixel



16 x 21 pixel

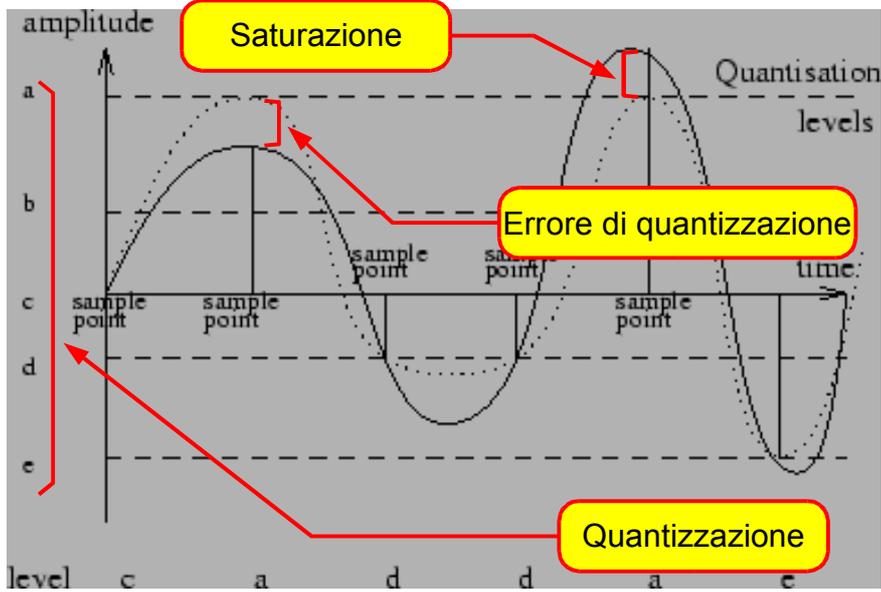
17

## Quantizzazione di una misura

- Assegnazione di una misura a precisione infinita ad un numero avente precisione finita.
  - 1) Determinazione di un range di variazione.
  - 2) Individuazione di un insieme di punti all'interno di tale range.
  - 3) Assegnamento di un numero intero a ciascun punto.
  - 4) Misurazione del segnale analogico e rappresentazione della misura con il numero corrispondente al punto più vicino.

18

## Quantizzazione: problemi



19

## Effetto della quantizzazione sulle immagini



256 livelli (8 bit)



8 livelli (3 bit)

20

## Effetto della quantizzazione

- La quantizzazione implica sempre un errore di arrotondamento detto di **errore di quantizzazione**.
- Maggiore è il numero di bit su cui si rappresenta la misura e minore è l'errore di quantizzazione.
- Tale errore è irreversibile.
  - Quando un procedimento di compressione prevede uno o più fasi di quantizzazione allora non è possibile ritornare alla rappresentazione originale.
- **Compressione con perdita (lossy)**
- La codifica di dati multimediali comporta sempre una perdita di informazione.

21

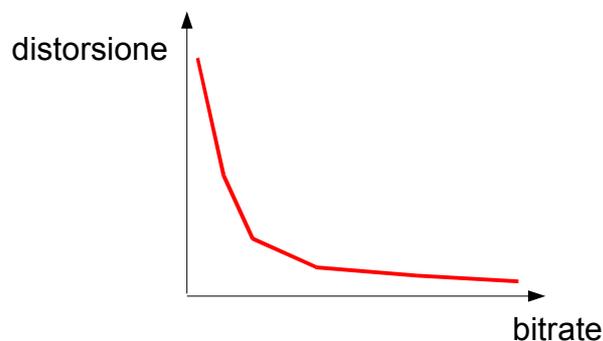
## Distorsione di quantizzazione

- Una possibile misura di distorsione

$$MSE = \frac{\sum_1^N (v_i - v'_i)^2}{N}$$

•  $v_i$ : simbolo prima della quantizzazione

•  $v'_i$ : simbolo dopo la decodifica



22