

# Video

Stefano Lodi

Insegnamento di Informatica

*Alma Mater Studiorum Università di Bologna*

`stefano.lodi@unibo.it`

# Sistemi video

## Sistemi video

Frequenza dei frame

Dimensioni

Esempio di calcolo

Colorimetria e aspect ratio

Standard

internazionali

MPEG-1

Ridondanza spaziale e temporale

Ridondanza temporale

Tipi di frame MPEG

MPEG-2

- Un *sistema video* è un sistema per la riproduzione di immagini in movimento
- Si basa sulla *persistenza della visione*:
  - ◆ Immagini visualizzate molto velocemente in sequenza sono percepite come se cambiassero in modo continuo, senza interruzione
- Il sistema visualizza una sequenza di immagini statiche, o *fotogrammi (frame)* e la continuità del movimento è un'illusione ottica
- L'illusione si manifesta quando la frequenza di visualizzazione è non inferiore a 20 immagini/s
- Un documento video è dunque:
  1. Una *traccia video*: una sequenza di frame di uguale forma e numero di pixel, riprodotti a una certa frequenza
  2. Una *traccia audio*, riprodotta in modo sincronizzato alla traccia video

# Frequenza dei frame

Sistemi video

Frequenza dei frame

Dimensioni

Esempio di calcolo

Colorimetria e aspect ratio

Standard

internazionali

MPEG-1

Ridondanza spaziale e temporale

Ridondanza temporale

Tipi di frame MPEG

MPEG-2

- Misurata in *frame al secondo* (**frame per second**, fps), oppure Hertz
- Effetti di diverse frequenze
  - ◆ 10 fps: movimenti a scatti (teleconferenza)
  - ◆ 16 fps: movimento con poca continuità (film muto)
  - ◆ 25÷60 fps: movimento continuo (TV fino a 30fps, oltre HDTV)

# Dimensioni

- Sistemi video
- Frequenza dei frame
- Dimensioni
- Esempio di calcolo
- Colorimetria e aspect ratio
- Standard internazionali
- MPEG-1
- Ridondanza spaziale e temporale
- Ridondanza temporale
- Tipi di frame MPEG
- MPEG-2

- Ogni frame è un'immagine di  $H \times V$  pixel con profondità di colore  $N$  bit; pertanto ha dimensione in bit

$$H \times V \times N.$$

- Se  $F$  fps è la frequenza, ogni secondo si riproducono  $F$  frame, quindi si riproducono

$$H \times V \times N \times F$$

bit. Tale valore è detto *bit rate*.

- Se il video ha durata  $T$  s, la sua dimensione è dunque

$$H \times V \times N \times F \times T$$

bit.

# Esempio di calcolo

Sistemi video

Frequenza dei frame

Dimensioni

Esempio di calcolo

Colorimetria e aspect ratio

Standard internazionali

MPEG-1

Ridondanza spaziale e temporale

Ridondanza temporale

Tipi di frame MPEG

MPEG-2

$$H = 640$$

$$V = 480$$

$$N = 3 \text{ byte} = 24 \text{ bit}$$

$$F = 30 \text{ fps}$$

$$T = 120 \text{ s}$$

$$\begin{aligned} \text{bit rate} &= 640 \times 480 \times 24 \times 30 = 221184000 \text{ bit/s} \\ &= 27648000 \text{ byte/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{dimensione} &= 221184000 \text{ bit/s} \times 120 \text{ s} = 26542080000 \text{ bit} \\ &= 3317760000 \text{ byte} \end{aligned}$$

# Colorimetria e aspect ratio

- Sistemi video
- Frequenza dei frame
- Dimensioni
- Esempio di calcolo
- Colorimetria e aspect ratio
- Standard internazionali
- MPEG-1
- Ridondanza spaziale e temporale
- Ridondanza temporale
- Tipi di frame MPEG
- MPEG-2

## Colorimetria

- La sensibilità alla luce è maggiore di quella al colore
- Conviene ridurre la quantità di informazione di colore, rispetto alla luminosità
- Il colore è rappresentato in uno spazio *YUV*  
*Luminance-Chrominance* a 3 componenti
  - ◆ **Y** (Luminance): luminosità del pixel
  - ◆ **U,V**(Chrominance): due componenti di colore del pixel

## Aspect ratio

- È il rapporto tra larghezza e altezza dell'immagine
  - ◆ 4:3 (PAL, NTSC)
  - ◆ 16:9 (HDTV)

# Standard internazionali

Sistemi video  
Frequenza dei frame  
Dimensioni  
Esempio di calcolo  
Colorimetria e aspect ratio  
Standard internazionali  
MPEG-1  
Ridondanza spaziale e temporale  
Ridondanza temporale  
Tipi di frame MPEG  
MPEG-2

## ■ Due principali

**Phase Alternating Line (PAL)** 625 linee, 25 fps

**National Television systems Committee (NTSC)** 525 linee, 30fps

## ■ In digitale

◆ **PAL**  $768 \times 576$ , 25 fps, True Color  $\rightarrow$  31 MByte/s

◆ **NTSC**  $640 \times 480$ , 30 fps, True Color  $\rightarrow$  27 MByte/s

# MPEG-1

- Sistemi video
- Frequenza dei frame
- Dimensioni
- Esempio di calcolo
- Colorimetria e aspect ratio
- Standard internazionali
- MPEG-1**
- Ridondanza spaziale e temporale
- Ridondanza temporale
- Tipi di frame MPEG
- MPEG-2

- MPEG-1 definisce uno standard progettato per la memorizzazione di 1h di audio/video su CD
- Comprime eliminando ridondanze sia nella dimensione spaziale che in quella temporale

**Ridondanza spaziale** Ogni frame è compresso considerando solo l'informazione contenuta nel frame, con tecniche di compressione d'immagine

**Ridondanza temporale** Si considerano le somiglianze tra frame successivi

- Algoritmi lossy



# Ridondanza spaziale e temporale

Sistemi video  
Frequenza dei frame  
Dimensioni  
Esempio di calcolo  
Colorimetria e aspect ratio  
Standard internazionali  
MPEG-1  
Ridondanza spaziale e temporale  
Ridondanza temporale  
Tipi di frame MPEG  
MPEG-2

## Ridondanza spaziale

- Spazio YUV
  - ◆ Nella dimensione Y (luminance), la risoluzione è  $360 \times 288$
  - ◆ Nelle dimensione U,V (chrominance), la risoluzione è  $180 \times 144$ , la metà in larghezza e altezza
  - ◆ Rispetto allo spazio RGB, il risparmio è del 50%
- Ogni fotogramma è compresso

## Ridondanza temporale

- Si osserva che ogni frame differisce dal precedente solo in aree limitate dell'immagine (a meno di cambi di inquadratura)
  - ◆ Oggetto in movimento su sfondo fermo
  - ◆ Primo piano di un soggetto

# Ridondanza temporale

- Sistemi video
- Frequenza dei frame
- Dimensioni
- Esempio di calcolo
- Colorimetria e aspect ratio
- Standard internazionali
- MPEG-1
- Ridondanza spaziale e temporale
- Ridondanza temporale
- Tipi di frame MPEG
- MPEG-2

- Ciò permette in generale di distinguere due tipi di fotogrammi, trattati in modo diverso nella codifica

**Intra-frame** Fotogrammi di riferimento codificati interamente

**Inter-frame** Fotogrammi codificati per **differenza**: solo le aree dell'immagine che sono cambiate rispetto al frame precedente sono memorizzate

# Tipi di frame MPEG

- Sistemi video
- Frequenza dei frame
- Dimensioni
- Esempio di calcolo
- Colorimetria e aspect ratio
- Standard internazionali
- MPEG-1
- Ridondanza spaziale e temporale
- Ridondanza temporale
- Tipi di frame MPEG
- MPEG-2

## ■ Tre tipi

**I-frame (o key-frame)** (**I=Intra**) intra-frame codificati per intero e compressi

- ◆ Gli altri tipi di frame utilizzano riferimenti a I-frame

**P-frame** (**P=Predictive**) inter-frame codificati per differenza rispetto al precedente I- o P-frame

- ◆ Le differenze sono valutate considerando blocchi di  $16 \times 16$  pixel; se un blocco si ritrova identico nel frame precedente, di memorizza solo un vettore movimento, cioè le differenze, in posizione in orizzontale e verticale
- ◆ La decodifica richiede la decodifica di precedenti frame

**B-frame** (**B=Bi-predictive**) inter-frame codificati per differenza rispetto sia al frame precedente che al successivo

- ◆ La decodifica richiede la decodifica di precedenti frame

# MPEG-2

Sistemi video

Frequenza dei frame

Dimensioni

Esempio di calcolo

Colorimetria e aspect ratio

Standard

internazionali

MPEG-1

Ridondanza spaziale e temporale

Ridondanza temporale

Tipi di frame MPEG

MPEG-2

## ■ Caratteristiche

- ◆ Scalabilità: permette diversi *profili* e *livelli*, con qualità differente
  - Variando la risoluzione
  - Variando il frame rate
- ◆ Permette diversi aspect ratio
- ◆ Adatto al trasferimento in rete
- ◆ Utilizzato come base per la trasmissione video digitale (DVB, **Digital Video Broadcasting**)