

Fondamenti di Informatica  
per la Sicurezza  
a.a. 2008/09

## Rappresentazione binaria

**Stefano Ferrari**



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO  
DIPARTIMENTO DI TECNOLOGIE DELL'INFORMAZIONE

### Citazione

---

Il computer è un genio che può soddisfare qualsiasi desiderio.  
Però bisogna specificare il desiderio esattamente.  
E in binario.

[Anonimo]

## Insiemi numerabili

$n$  bit possono assumere  $2^n$  configurazioni.

Attraverso un'opportuna codifica, possiamo rappresentare un insieme di  $2^n$  elementi.

Esempio: la codifica di caratteri:

- EBCDIC, 8 bit: era usato sui mainframe IBM;
- ASCII (American Standard Code for Information Interchange), 7 bit + 1: adottata dall'ANSI (American National Standards Institute);
- Unicode, 16 bit: "a unique number for every character, no matter what the platform, no matter what the program, no matter what the language".

## Tabella ASCII

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	NUL	SOH	STX	ETX	EOT	ENQ	ACK	BEL	BS	HT
1	LF	VT	FF	CR	SO	SI	DLE	DC1	DC2	DC3
2	DC4	NAK	SYN	ETB	CAN	EM	SUB	ESC	FS	GS
3	RS	US	SP	!	"	#	\$	%	&	'
4	(	)	*	+	,	-	.	/	0	1
5	2	3	4	5	6	7	8	9	:	;
6	<	=	>	?	@	A	B	C	D	E
7	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
8	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y
9	Z	[	\	]	^	_	`	a	b	c
10	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
11	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w
12	x	y	z	{		}	~	DEL		

## Una chicca...



Un russo scrive in e-mail ad un amico francese: "Mandami il plico a questo indirizzo: ..."

## Grandezze continue

È possibile **approssimare** numericamente una grandezza continua tramite campionamento.

**Campionare** significa collezionare ad intervalli regolari (di tempo o di spazio) i valori che la grandezza assume (nel tempo o nello spazio).

## Campionamento

---

In funzione delle caratteristiche del segnale, esiste la lunghezza massima dell'intervallo di campionamento per poter ricostruire fedelmente il segnale.

## Quantizzazione

---

L'elaborazione digitale del suono (e più in generale dei segnali) richiede però di utilizzare una codifica digitale del valore di ogni campione.

Questa operazione, chiamata **quantizzazione**, comporta una distorsione del segnale.

## Segnale audio (1)

---

Un suono può essere rappresentato come una funzione continua: l'ampiezza dell'onda sonora nel tempo.

Frequenza di campionamento:

- la voce umana deve essere campionata ad un ottavo di millesimo di secondo;
- la musica deve essere campionata 44 100 volte al secondo.

## Segnale audio (2)

---

Una codifica del segnale sonoro deve quindi decidere:

- il numero di canali (mono? stereo? effetto surround?);
- frequenza di campionamento (quanti campioni per ogni secondo?);
- i livelli di quantizzazione (quanti bit per ogni campione?).

## Segnale audio

### Esempio 1

La codifica a 8 bit di un segnale stereo della durata di 3 secondi, campionato a 16 kHz richiede:

$$8 \times 16\,000 \times 2 \times 3 = 768\,000 \text{ bit.}$$

### Esempio 2

Per i CD musicali viene utilizzata una codifica a 16 bit per canale e un campionamento a 44 100 Hz; per un'ora di registrazione servono:

$$16 \times 44\,100 \times 2 \times 3600 = 5\,080\,320\,000 \text{ bit.}$$

Circa 606 MiB.

## Codifiche audio particolari

Per ottenere una codifica meno voluminosa, lo standard MP3 sfrutta:

- la ridondanza del segnale audio;
- le particolarità del nostro sistema uditivo.

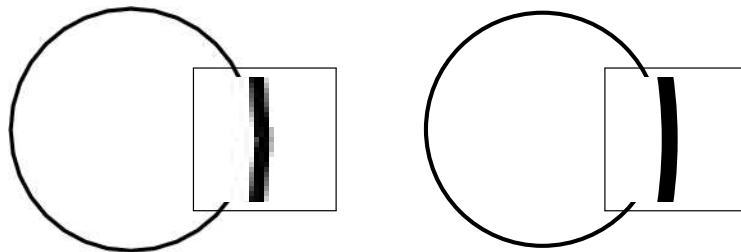
Il MIDI (Musical Instrument Digital Interface):

- codifica lo strumento, la nota e la sua durata;
- è l'analogo di uno spartito musicale.

## Codifica di immagini

Le tecniche per descrivere un'immagine digitale sono di due tipi:

- bitmap;
- vettoriali.



## Bitmap (1)

Una immagine digitale bitmap è descritta da una matrice di **pixel** (contrazione di **picture element**).

Ogni pixel può assumere un singolo colore.

Quindi:

- il numero di righe e di colonne determina la risoluzione spaziale dell'immagine;
- il numero di colori che il pixel può assumere determina la risoluzione cromatica.

## Bitmap (2)

Una bitmap può essere:

- in bianco e nero:
  - ogni pixel è codificato da 1 bit.
- a toni di grigio:
  - il pixel può assumere diversi livelli intermedi tra il bianco e il nero;
  - un'immagine a 16 livelli di grigio richiede 4 bit per pixel.
- a colori:
  - il colore può essere scomposto in termini di componente rossa, verde e blu (rappresentazione RGB — Red, Green, Blue);
  - utilizzando tre canali è possibile rappresentare il colore.

## Codifiche video particolari

Una rappresentazione più compatta può essere ottenuta sfruttando:

- la ridondanza del segnale;
- le caratteristiche del sistema percettivo.

Queste tecniche sono utilizzate nelle codifiche più diffuse, quali GIF, PNG e JPEG.

Sono molto utilizzate anche le codifiche a **palette** (tavolozza):

- insieme alla bitmap viene codificata una tabella dei colori usati;
- gli elementi della bitmap non contengono un colore, ma solo un riferimento ad un colore della tavolozza.



## Immagini vettoriali

Una descrizione vettoriale indica:

- una collezione di elementi grafici:
  - per esempio, un cerchio o un rettangolo;
- loro caratteristiche:
  - per esempio, il tipo di tratto, il colore del bordo o dell'interno.

I formati vettoriali:

- sono l'analogo del formato MIDI;
- sono molto usati nei sistemi CAD e nella grafica;
- si prestano a subire trasformazioni geometriche senza degradare l'immagine descritta;
- permettono la visualizzazione alla risoluzione dei dispositivi.

## Animazioni

Una animazione può essere ottenuta tramite una successione di immagini.

Ogni singola immagine viene detta **frame**.

Il **frame-rate** è il numero di immagini per secondo che vengono rappresentate.

Il numero di bit sufficiente per una animazione è quindi pari a:

$$\text{numero di bit per frame} \times \text{frame-rate} \times \text{durata}$$

In realtà, il numero di bit può essere ampiamente ridotto sfruttando la ridondanza dovuta alla somiglianza tra frame consecutivi.