

# **La rappresentazione delle informazioni**

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## **Scelta della rappresentazione**

- **Di solito è una scelta convenzionale**
- **Spesso ci sono vincoli da rispettare**
- **Nel caso dei computer il vincolo è la rappresentazione binaria (o digitale) di tutte le informazioni (testo, immagini, video, suoni, ...)**
- **L'alfabeto di base con cui il computer codifica ogni informazione consiste di due soli simboli: "0" e "1"**

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## Codifica di tutta l'informazione su computer

- I programmi operano su dati
- Sia i dati sia i programmi devono risiedere in memoria centrale (RAM) per poter essere eseguiti
- Sia i dati sia i programmi sono codificati in modo opportuno per il computer

**CODIFICA BINARIA: insiemi di 0 e 1**

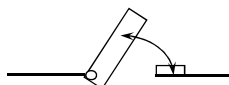
*Perché questa scelta?*

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## Esempi di segnali binari



levetta:  
alta/bassa



contatto:  
aperto/chiuso



lampadina:  
accesa/spenta

tensione elettrica:  
High/Low



cristallo liquido:  
trasparente/opaco



corrente elettrica:  
presente/assente

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## **Motivo della scelta di solo 2 simboli**

- **Corrispondenza col mondo reale: i due simboli possono rappresentare gli stati di diversi sistemi del mondo reale, in particolare:**
  - al passaggio/non passaggio di corrente attraverso un cavo conduttore
  - al passaggio/non passaggio di luce attraverso un cavo in fibra ottica
  - ai due diversi stati di polarizzazione di una sostanza magnetizzabile
- **Ragioni prevalentemente di tipo tecnologico**

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## **Bit**

- **L'entità minima di informazione in un calcolatore si chiama bit (binary digit – cifra binaria)**
  - Può assumere solo due valori, cioè può permettere la rappresentazione di due informazioni associate ad uno dei due stati “0” e “1”
- **Per poter rappresentare più informazioni devo usare più bit mettendoli in sequenza**

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## Esempio: sequenza di due bit

- Con 2 bit possiamo rappresentare quattro configurazioni ( $2^2$ ):

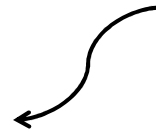
00 01 10 11

- E' possibile far corrispondere quattro informazioni a tante cose. Es.,

- le prime quattro lettere dell'alfabeto
- oppure i numeri da 1 a 4
- oppure i colori, oppure altre cose ...

00 →	a	1	verde
01 →	b	2	rosso
10 →	c	3	giallo
11 →	d	4	blu

**Convenzione**



Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## Codifica dell'informazione

- Processo secondo cui si fa corrispondere ad un'informazione una configurazione di cifre binarie
- E' importante sapere quante informazioni si possono codificare avendo un certo numero di bit:
  - Con 1 bit codifico 2 informazioni
  - Con 2 bit ne codifico 4
  - Con 3 bit ne codifico 8
  - ...
  - **Con  $n$  bit codifico  $2^n$  informazioni**

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## Byte

- In informatica assume particolare importanza un'aggregazione di 8 bit, che prende il nome di **byte**
- Simbologia: **b** → **bit**      **B** → **byte**
- Poiché un byte è fatto di 8 bit  
→ un byte consente di codificare 256 ( $2^8$ ) informazioni  
(ad esempio, tutti i 111 elementi della tavola periodica)

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## Unità di misura

- **Multipli di bit o di byte**  
1 KiloByte = 1.024 ~  $10^3$  byte  
x1024 = 1 MegaByte = 1.048.576 ~  $10^6$  byte  
x1024 = 1 GigaByte = 1.073.741.824 ~  $10^9$  byte  
x1024 = 1 TeraByte = 1.099.511.627.776 ~  $10^{12}$  byte  
x1024 = 1 PetaByte = circa un biliardo ~  $10^{15}$  byte
- **Abbreviazioni**

<b>Kb = Kilobit</b>	<b>KB = KiloByte</b>
<b>Mb = Megabit</b>	<b>MB = MegaByte</b>
<b>Gb = Gigabit</b>	<b>GB = GigaByte</b>

(per banda di rete)      (per memoria del computer)

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## **Codifica dei caratteri alfanumerici**

- **L'insieme dei caratteri alfabetici (anglosassoni), numerici, di punteggiatura, le parentesi e gli operatori aritmetici può essere codificato usando 7 bit (128 configurazioni)**
- **Per poter interagire e scambiarsi dati in modo comprensibile, è necessario usare la stessa codifica**
- **Quindi, è necessario “mettersi d'accordo” per definire un metodo standard per effettuare la codifica**

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## **Codice ASCII**

- **E' il metodo di codifica più diffuso fra produttori di hardware, software e dispositivi di rete**
- **ASCII a 7 bit (American Standard Code for Information Interchange)**
- **Nota: non è l'unico!**
- **Abbastanza diffuso anche EBCDIC = Extended Binary Coded Decimal Interchange Code**
- **Un codice “completo” (perché rappresenta caratteri dalle lingue di tutto il mondo) è UNICODE, a 16 bit**

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## Esempio di codifica ASCII standard (usa 7 bit)

- 0100001           !
  - 0100110           &
  - 0110000           0
  - 0111110           >
  - 1000001           A
  - 1100001           a
- I numeri, così come le lettere, sono codificati con numeri consecutivi (interi, maiuscole e minuscole sono però insieme separati)

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## Codice ASCII standard – 7 bit

	000	001	010	011	100	101	110	111
0000	NUL	DLE		0	@	P	°	p
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	STX	DC2	“	2	B	R	b	r
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0111	BEL	ETB	‘	7	G	W	g	w
1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1011	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1100	FF	FS	,	<	L	\	l	
1101	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1110	SO	RS	.	>	N	^	n	~
1111	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

Per ottenere la codifica a 7 bit, si legge prima il numero della colonna e poi quello di riga

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## Codifica di una parola

- Parola = sequenza di caratteri
- Codifica della parola = sequenza delle codifiche dei singoli caratteri
- ES: parola "cane"
- c           a           n           e
- 01100011 01100001 01101110 01100101
- Esistono anche simboli per lo spazio bianco e il simbolo di fine riga
- Si possono rappresentare testi complessi

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## Codifica dei numeri

- Col codice ASCII posso codificare anche le cifre decimali da "0" a "9"
- Parola = sequenza di caratteri
- Numero = sequenza di cifre
  
- Es: 324 si potrebbe rappresentare come
- 00110011 00110010 00110100
- 3                   2                   4

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni



## Codifica dei numeri - continua

- **Ma usare la codifica ASCII per i numeri è una rappresentazione non efficiente perché i primi quattro bit sono uguali e, soprattutto, non è adatta per eseguire le operazioni aritmetiche sui numeri**
- **Esiste un modo molto più naturale per codificare i numeri che prende spunto dal sistema di numerazione tradizionale, che è un sistema decimale e posizionale**

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## Sistema di numerazione: decimale e posizionale

- **Usa 10 cifre [0..9]**
- **Ogni cifra ha un valore che dipende dalla posizione che occupa all'interno del numero**
- **La rappresentazione "645" (la cifra 6 seguita dalla cifra 4 seguita dalla cifra 5) denota, nel sistema decimale, il numero 645**
- **Il numero 645 ha in realtà l'interpretazione seguente:**
  - 6 centinaia, 4 decine, 5 unità
  - $6 \cdot (10^2) + 4 \cdot (10^1) + 5 \cdot (10^0) = 600 + 40 + 5 = 645$

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## Esempio: sistema decimale

Il numero **135** decimale può essere rappresentato come segue:

$B = 10$	base		
$n = 3$	numero cifre		
<b>cifra</b>	1	3	5
<b>posizione</b>	2	1	0 (ricordare che si parte da 0)
<b>peso</b>	$10^2$	$10^1$	$10^0$
	$1 \cdot 10^2 + 3 \cdot 10^1 + 5 \cdot 10^0 = 135$		

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## Sistema di numerazione decimale

- In generale la rappresentazione:

$c_n c_{n-1} \dots c_1 c_0$

in cui ogni cifra  $c_i$  è compresa fra 0 e 9, denota:

$$\begin{array}{rcl}
 c_0 * 10^0 & + & \text{(ossia } c_0 \text{ unità)} \\
 c_1 * 10^1 & + & \text{(ossia } c_1 \text{ decine)} \\
 \dots & & \\
 c_{n-1} * 10^{n-1} & + & \dots \\
 c_n * 10^n & & 
 \end{array}$$

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## Rappresentazione binaria

- E' una codifica "posizionale" che invece di usare 10 cifre, ne usa solo 2
- Quindi, tutti i numeri vengono codificati usando le due cifre "0" e "1" e uno schema posizionale in cui si usa la base 2 invece della base 10
- $c_n c_{n-1} \dots c_1 c_0$  in cui ogni cifra  $c_i$  vale 0 o 1, denota:  
 $c_0 * 2^0 + c_1 * 2^1 + \dots + c_{n-1} * 2^{n-1} + c_n * 2^n$
- Esempio: 1110(base 2) denota:  
 $1 * 2^3 + 1 * 2^2 + 1 * 2^1 + 0 * 2^0 = 8 + 4 + 2 + 0 = 14$  (base 10)

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## Esempio: Sistema binario

Valore decimale corrispondente al numero binario 1101 ?

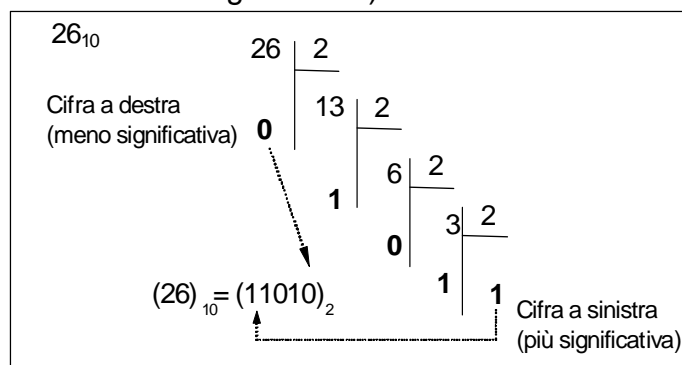
<i>cifra<sub>2</sub></i>	1	1	0	1
<i>peso</i>	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
<i>valore</i>	$1 \cdot 8$	$1 \cdot 4$	$0 \cdot 2$	$1 \cdot 1$

$$1101_2 = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 13_{10}$$

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## Da base decimale a binaria: numeri interi

- Per ottenere il valore binario di un numero intero codificato nel sistema decimale si procede utilizzando un metodo iterativo di successive divisioni per 2
- Il resto delle divisioni fornisce le cifre del numero binario (a partire dalla meno significativa)



Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## Esercizi di conversione

**Valore decimale corrispondente ai numeri binari**

a) 10110

22

b) 110001

49

**Valore binario corrispondente ai numeri decimali**

a) 35

100011

b) 42

101010

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## Massimo numero rappresentabile?

- Sappiamo che con quattro cifre decimali è possibile rappresentare tutti i numeri fra 0 e 9999 in quanto il numero successivo (10000) richiederebbe una quinta cifra (non disponibile)
- In informatica si parla di overflow: quando un numero “esce” dal numero di cifre destinate alla rappresentazione
- Date  $n$  cifre decimali, è possibile rappresentare i numeri da 0 a  $10^n-1$

**Esempio ( $n=4$ ):  $9999 = 10000-1 = 10^4-1$**

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## Massimo numero in binario

- Le stesse considerazioni del sistema decimale valgono anche per il *sistema binario* prendendo come base il numero 2 al posto del numero 10
- Quindi, date  $n$  cifre binarie, è possibile rappresentare i numeri da 0 a  $2^n-1$
- Ricordare: nel momento in cui si fissa il numero di bit destinati alla rappresentazione di un numero, si fissa anche il massimo numero rappresentabile

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## Sistemi di numerazioni ottale ed esadecimale

- Quando per la rappresentazione di un numero sono necessarie molte cifre binarie può convenire usare **altri sistemi di numerazione**
- I sistemi ottale ed esadecimale sono utilizzati principalmente per rappresentare in modo più compatto i numeri binari
- I simboli del sistema **Ottale** sono 8:  
{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 }
- I simboli del sistema **Esadecimale** sono 16:  
{ 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F }
- Si scelgono basi "potenza di 2" perché le regole di conversione da/a numero binario sono molto semplici ed efficienti

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## Corrispondenza ottale binaria

### Tabella di conversione

$$\begin{array}{lll} [0]_8 = [000]_2 & [1]_8 = [001]_2 & [2]_8 = [010]_2 \\ [3]_8 = [011]_2 & [4]_8 = [100]_2 & [5]_8 = [101]_2 \\ [6]_8 = [110]_2 & [7]_8 = [111]_2 & \end{array}$$

Ogni cifra ottale tradotta con 3 cifre binarie  
( $2^3=8$ )

Per verificare la corrispondenza si può far riferimento al valore decimale

$$\begin{aligned} \text{Es. } [6]_8 &= [6 \cdot 8^0]_{10} = [6]_{10} \\ [110]_2 &= [1 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0]_{10} = [6]_{10} \end{aligned}$$

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## Conversioni di base

- **Binario -> Ottale**
- Per passare dalla codifica Binaria a quella Ottale, si raggruppano le cifre binarie a gruppi di 3 a partire da destra e le si sostituiscono con una cifra del sistema ottale (aggiungere 0 a sinistra se il numero di cifre binarie non è multiplo di 3)
- Esempio :  $111\ 001\ 010_2 = 712_8$
  
- **Ottale -> Binario**
- Per passare dalla codifica Ottale a quella Binaria, si sostituisce ad ogni cifra ottale la corrispondente codifica binaria (composta da 3 cifre).
- Esempio :  $302_8 = 011\ 000\ 010_2$

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## Corrispondenza esadecimale binaria

Tabella di conversione (4 cifre binarie:  $2^4=16$ )

$[0]_{16} = [0000]_2$	$[1]_{16} = [0001]_2$	$[2]_{16} = [0010]_2$
$[3]_{16} = [0011]_2$	$[4]_{16} = [0100]_2$	$[5]_{16} = [0101]_2$
$[6]_{16} = [0110]_2$	$[7]_{16} = [0111]_2$	$[8]_{16} = [1000]_2$
$[9]_{16} = [1001]_2$	$[A]_{16} = [1010]_2$	$[B]_{16} = [1011]_2$
$[C]_{16} = [1100]_2$	$[D]_{16} = [1101]_2$	$[E]_{16} = [1110]_2$
$[F]_{16} = [1111]_2$		

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## Conversioni di base (2)

- **Binario -> Esadecimale**
- Per passare dal codice Binario a quello Esadecimale, si raggruppano le cifre a gruppi di 4 a partire da destra e le si sostituiscono con una cifra del sistema esadecimale (aggiungere 0 a sinistra se il numero di cifre binarie non è multiplo di 4)
- Esempio:  $1001\ 0001\ 1111_2 = 91F_{16}$
- **Esadecimale -> Binario**
- Per passare dal codice Esadecimale a quello Binario, si sostituisce ad ogni cifra esadecimale la corrispondente configurazione binaria (composta da 4 cifre).
- Esempio:  $A7F_{16} = 1010\ 0111\ 1111_2$

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni

## Codifica dei primi 16 numeri interi

Decimale	Binario	Ottale	Esadecimale
0	0000	00	0
1	0001	01	1
2	0010	02	2
3	0011	03	3
4	0100	04	4
5	0101	05	5
6	0110	06	6
7	0111	07	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F

Informatica - A.A. 2011/2012 - Rappresentazione delle Informazioni