

Modulo 2:
RAPPRESENTAZIONE DEI DATI
I sistemi di numerazione

Ing. Maria Grazia Celentano

SISTEMI DI NUMERAZIONE

Come conta l'essere umano?

- Il nostro sistema di numerazione è il sistema decimale.
Tutto ha origine dal fatto che abbiamo 10 dita, quindi, all'inizio, abbiamo imparato a contare fino a 10.
Se fossimo nati ragni avremmo contato fino ad otto ed useremmo un sistema di numerazione ottale, se fossimo nati gatti avremmo contato fino a 4 e useremmo un sistema quattre, millepiedi fino a mille, ecc.

Come conta un calcolatore?

- Un computer è un'apparecchiatura elettronica quindi capisce solo due stati: passa corrente, non passa corrente, o meglio, acceso/spento. È come se avesse solo due dita.
- Per questo motivo la codifica dei numeri utilizzata in informatica è la codifica binaria.
- Quindi non 10 cifre, da 0 a 9, come noi umani. Solo due: 0 e 1.

SISTEMI DI NUMERAZIONE

Come si fa a scrivere un numero in codice binario?

Come si può convertire un numero da decimale a binario e viceversa?

- Ragioniamo su come sono scritti i numeri che utilizziamo.
- Ad es., consideriamo i due numeri 324 e 432. Sono due numeri diversi anche se sono formati dalle stesse cifre. Sono diversi perché la posizione delle cifre è diversa. Infatti il valore dei numeri è diversa a seconda della posizione delle sue cifre.
- Si chiama **notazione posizionale**.
- Alle scuole elementari, abbiamo imparato che nel numero 324, 3 è la cifra delle centinaia, 2 la cifra delle decine, 1 quella delle unità. Ogni cifra ha un peso diverso a seconda della posizione che occupa.

Riassumendo:

- Abbiamo una serie di dieci simboli: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.
- Il loro significato dipende dalla posizione che assumono nella “parola” che codifica un numero.
- Ad esempio:

$$1846 = 1 \times 1000 + 8 \times 100 + 4 \times 10 + 6 \times 1$$

In particolare, scritto con le potenze del 10:

$$1846 = 1 \times 10^3 + 8 \times 10^2 + 4 \times 10^1 + 6 \times 10^0$$

BIT

**Un'informazione può essere rappresentata
con una successione di due simboli 0 e 1
detti BIT**

Il BIT (dall'inglese Binary digit) è
l'**Unità elementare di informazione**

Esempio: $10011_2 = 19$

BIT

- In termini pratici il *bit* viene realizzato utilizzando le proprietà dell'energia elettrica (assenza di carica o presenza di carica).
- Da un punto di vista prettamente fisico il *bit* è un sistema a 2 stati:
- può infatti essere indotto in uno dei due stati distinti rappresentanti 2 valori logici
 - no o si
 - falso o vero
 - semplicemente 0 o 1

Rappresentazione binaria dell'informazione

- Con un unico *bit* possono essere rappresentate 2 differenti informazioni, ad esempio del tipo: si/no, on/off, 0/1
- Mettendo insieme più *bit* è possibile rappresentare un numero, anche molto elevato, di informazioni.
 - con 2 *bit* possono essere rappresentate 4 differenti informazioni: 00, 01, 10, 11
 - con 3 *bit* è possibile rappresentare 8 differenti informazioni: 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111
 - con 4 *bit* è possibile rappresentare 16 differenti informazioni: 0000, 0001, 0010,, 1110, 1111
 - e così via...

Rappresentazione binaria dell'informazione

- In generale con ***n bit*** è possibile rappresentare **2^n differenti informazioni**
- Negli esempi precedenti:
 - con 2 *bit* -> $2^2=4$ informazioni
 - con 3 bit -> $2^3=8$ informazioni
 - con 4 bit -> $2^4=16$ informazioni.

I PC operano su sequenze di ben 32 *bit* o 64bit.

Questo vuol dire che sono in grado di processare blocchi di informazione ognuno dei quali può codificare ben $2^{32}= 4'294'967'295$ informazioni differenti.

Rappresentazione binaria dell'informazione

- Viceversa, per rappresentare m differenti informazioni occorrono n bit, tali che $2^n \geq m$.

Ad esempio:

- per rappresentare 57 informazioni diverse sono necessari almeno 6 bit. In base alla formula precedente $2^6 = 64 > 57$
- Infatti, le possibili combinazioni di 6 bit sono 64: 000000, 000001, 000010, ..., 111110, 111111

BYTE

**Insieme di 8 cifre binarie
viene chiamato BYTE**

(dall'inglese BinarY ocTEt)

**con un byte si possono rappresentare
256 valori (da 0 a 255)**

BYTE

- Pertanto, con un *byte* è possibile rappresentare $2^8 = 256$ differenti informazioni.
- Il ***byte*** è utilizzato come **unità di misura** per indicare le dimensioni della memoria, la velocità di trasmissione, la potenza di un elaboratore.
- **Usando sequenze di *byte* (e quindi di *bit*) si possono rappresentare caratteri, numeri, immagini, suoni.**

Multipli del byte

- **Kilobyte (kB) = 1.024 byte**
- **Megabyte (MB) = 1.048.576 byte**
- **Gigabyte (GB) = 1.073.741.824 byte**
- **Tera byte (TB) = 1.024 Giga byte**

Multipli del byte

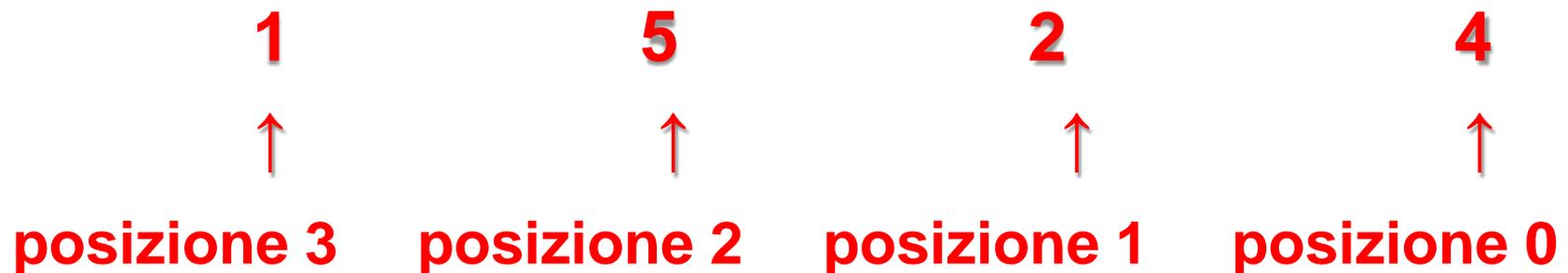
- **Kilobyte (kB)** = 1.024 byte
- **Megabyte (MB)** = 1.024*1kB=
=1.024*(1.024 byte)=1.048.576 byte
- **Gigabyte (GB)** = 1.024*1MB=
=1.024*(1.024*1kB)=
=1.024*1.024*(1.024 byte)=
=1.073.741.824 byte

SISTEMI DI NUMERAZIONE

- Il **sistema decimale** è quello utilizzato comunemente per la rappresentazione dei numeri. Esso è basato su 10 differenti cifre, dalla cifra 0, alla cifra 9, ed è di tipo **posizionale**.
- Il termine posizionale deriva dal fatto che, a seconda della posizione che una cifra occupa nella rappresentazione di un numero, essa è caratterizzata da un peso.

SISTEMI DI NUMERAZIONE

Ad esempio, si consideri il numero 1524;
la posizione delle cifre obbedisce al seguente schema:



- La cifra 4, nella posizione 0, è quella meno significativa poiché rappresenta le **unità**;
- La cifra 2, nella posizione 1, rappresenta le **decine**;
- La cifra 5, nella posizione 2, rappresenta le **centinaia**;
- La cifra 1, nella posizione 3, rappresenta le **migliaia**.
- Le cifre più significative sono quelle nelle posizioni più alte (a sinistra), mentre quelle meno significative sono quelle nelle posizioni più basse (a destra).

SISTEMI DI NUMERAZIONE

Il precedente numero, 1524, può essere espresso nel seguente modo:

$$1 \cdot 10^3 + 5 \cdot 10^2 + 2 \cdot 10^1 + 4 \cdot 10^0 = 1000 + 500 + 20 + 4 = 1524$$

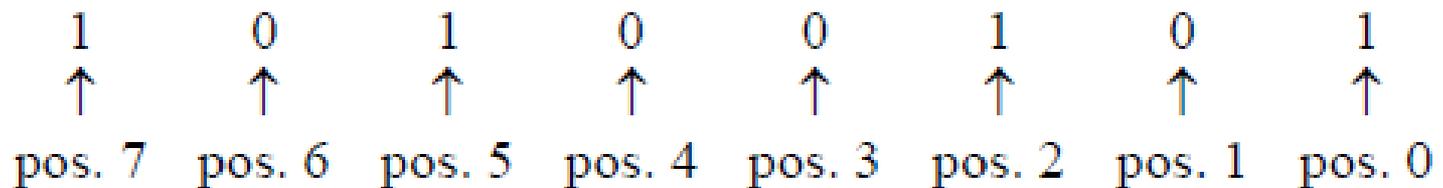
Si noti che il numero più grande che è possibile rappresentare con n cifre in notazione decimale è:

$$10^n - 1$$

Posizione	Peso	Potenza di 10
0	Unità	$10^0=1$
1	Decine	$10^1=10$
2	Centinaia	$10^2=100$
3	Migliaia	$10^3=1000$
4	Decine di migliaia	$10^4=10000$
...

SISTEMI DI NUMERAZIONE

- Anche il **sistema binario**, basato sulle cifre 0 e 1, è di tipo posizionale (cioè a ogni cifra è associato un peso in base alla sua posizione).
- Le posizioni sono equivalenti a quelle della rappresentazione decimale. Se si considera il numero binario 10100101, si ha:



SISTEMI DI NUMERAZIONE

- Il peso relativo alla posizione è definito di seguito:

Posizione (peso)	Potenza di 2
0	$2^0=1$
1	$2^1=2$
2	$2^2=4$
3	$2^3=8$
4	$2^4=16$
...	...
8	$2^8=256$
...	...

Sistemi in base B

- La base definisce il numero di cifre diverse nel sistema di numerazione
- La cifra di minor valore è sempre lo 0
- Le altre sono, nell'ordine $1, 2, \dots, B-1$

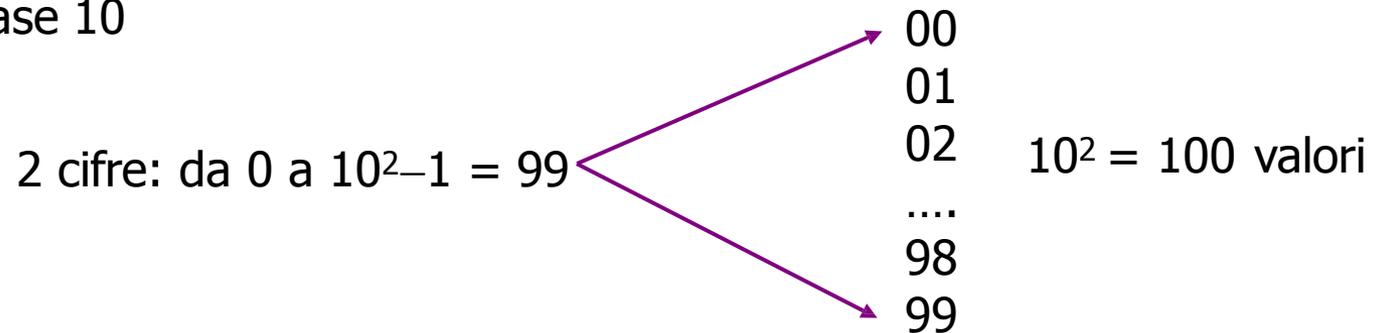
Un numero **intero** N si rappresenta con la scrittura $(c_n c_{n-1} \dots c_2 c_1 c_0)_B$

$$N = c_n B^n + c_{n-1} B^{n-1} + \dots + c_2 B^2 + c_1 B^1 + c_0 B^0$$

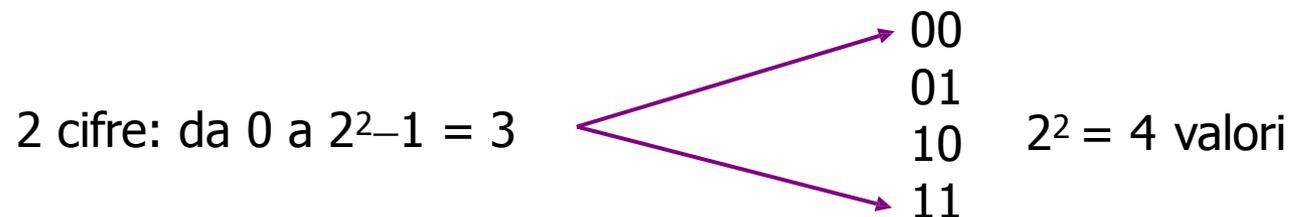
Numeri interi senza segno

Con n cifre in base B si rappresentano tutti i numeri interi positivi da 0 a $B^n - 1$ (B^n numeri distinti)

Esempio: base 10



Esempio: base 2



Il sistema binario (B=2)

La base 2 è la più piccola per un sistema di numerazione

Cifre: 0 1 – bit (binary digit)

Esempi:

$$(101101)_2 = 1 \times 2^5 + 0 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 32 + 0 + 8 + 4 + 0 + 1 = (45)_{10}$$

Forma
polinomiale

Dal bit al byte

- Un **byte** è un insieme di 8 bit (un numero binario a 8 cifre)

$b_7b_6b_5b_4b_3b_2b_1b_0$

- Con un byte si rappresentano i numeri interi fra 0 e $2^8-1 = 255$

00000000

00000001

00000010

00000011

.....

11111110

11111111

$2^8 = 256$ valori distinti

- È l'elemento base con cui si rappresentano i dati nei calcolatori
- Si utilizzano sempre dimensioni multiple (di potenze del 2) del byte: 2 byte (16 bit), 4 byte (32 bit), 8 byte (64 bit)...

Dal byte al kilobyte

- Potenze del 2
 $2^4 = 2*2*2*2 = 16$
 $2^8 = 256$
 $2^{16} = 65536$

$$\begin{aligned}2^{10} &= 1024 && \text{(K=Kilo)} \\2^{20} &= 1048576 && \text{(M=Mega)} \\2^{30} &= 1073741824 && \text{(G=Giga)}\end{aligned}$$

- Cosa sono KB (Kilobyte), MB (Megabyte), GB (Gigabyte)?

$$1 \text{ KB} = 2^{10} \text{ byte} = 1024 \text{ byte}$$

$$1 \text{ MB} = 2^{20} \text{ byte} = 1048576 \text{ byte}$$

$$1 \text{ GB} = 2^{30} \text{ byte} = 1073741824 \text{ byte}$$

$$1 \text{ TB} = 2^{40} \text{ byte} = 1099511627776 \text{ byte (Terabyte)}$$

Conversione binario → decimale

- Basta moltiplicare ogni bit per il suo peso e sommare il tutto.
- Ad esempio, il numero decimale corrispondente al numero binario 10100101 può essere espresso nel seguente modo:

$$1 \cdot 2^7 + 0 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 0 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 =$$

$$= 128 + 0 + 32 + 0 + 0 + 4 + 0 + 1 = 165$$

Conversione binario → decimale

- Convertire in decimale i seguenti numeri binari:

1) 10

2) 10001

3) 1001010101

- **Soluzione**

1) $10_2 = 1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 2_{10}$

2) $10001_2 = 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 17_{10}$

3) $1001010101_2 =$

$$= 1 \cdot 2^9 + 0 \cdot 2^8 + 0 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 0 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 =$$

$$= 597_{10}$$

Conversione decimale → binario

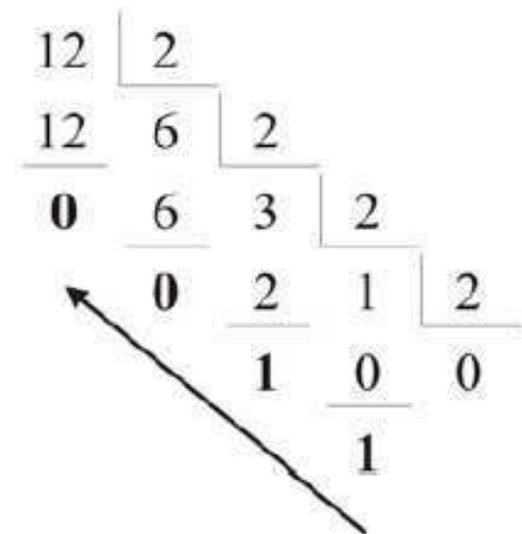
- Si utilizza l'algoritmo della divisione.
- Si divide il numero decimale per 2 ripetutamente finché il risultato non è 0 e si prendono i resti delle divisioni in ordine inverso.

Esempio: Convertire il numero decimale 12 in binario.

Soluzione: $12_{10} = 1100_2$.

Controprova:

$$\begin{aligned} 1100_2 &= 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = \\ &= 8 + 4 = 12 \end{aligned}$$



Conversione decimale → binario

- Convertire $(156)_{10}$ in base 2

156:2 → 0

78:2 → 0

39:2 → 1

19:2 → 1

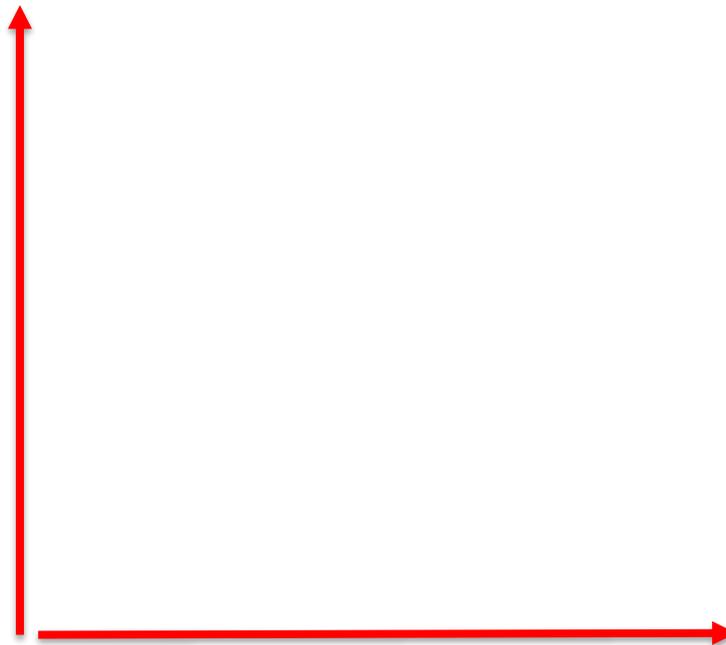
9:2 → 1

4:2 → 0

2:2 → 0

1:2 → 1

0



$$(10011100)_2 = 1*2^7 + 1*2^4 + 1*2^3 + 1*2^2 = 128 + 16 + 8 + 4 = (156)_{10}$$

Conversione decimale → binario Esercizio

Convertire in binario i seguenti numeri decimali:

1) 128

2) 6217

3) 69

La Codifica dei Caratteri

- A differenza di una persona, un sistema elettronico distingue solo due diversi stati fisici: acceso o spento, tensione alta o tensione bassa, passaggio di corrente o assenza di corrente, etc.
- Il problema è: **come poter far comprendere tutti i caratteri da noi conosciuti ad un sistema che comprende solo due stati, che possiamo esemplificare come stato 0 e stato 1?**
- Si deve ricorrere ad un **processo di codifica**.

La Codifica dei Caratteri

- Un esempio di codifica è il codice Morse: un codice, utilizzato per il telegrafo, che permette di codificare delle lettere dell'alfabeto con dei segnali sonori lunghi o corti.
- Nel codice Morse ogni lettera è formata da tre segnali. L'esempio più famoso è la richiesta di SOS:

S = ---

O = _ _ _

S = ---

- Allo stesso modo per la codifica delle lettere nel calcolatore si segue un procedimento simile: ad ogni carattere è associata una sequenza di segnali, di 0 e 1.

La Codifica dei Caratteri

- Se avessi 3 cifre potremmo codificare sono i seguenti caratteri:

000 → A
001 → B
010 → C
011 → D
100 → E
101 → F
110 → G
111 → H

- Se avessimo 4 cifre tutte le combinazioni possibili di 4 segnali, utilizzando due simboli (0 e 1) corrisponde a $2^4 = 16$.
- È stato stabilito a livello internazionale che per ogni carattere si usano 8 cifre, quindi $2^8 = 256$ combinazioni.

00000001 → A
00000010 → B

La Codifica dei Caratteri

Una sequenza di 8 numeri 0 e 1 in informatica è chiamata **byte**. La singola cifra è chiamata **bit**. Quindi il bit può valere o 0 o 1.

Riassumendo:

- **il bit (binary digit) costituisce l'unità elementare di memorizzazione;**
- **un gruppo di 8 bit viene detto byte e consente di codificare 256 (2^8) simboli o dati elementari diversi.**
- La codifica più diffusa è la **codifica ASCII** (*American Standard Code for Information Interchange*), che usa 7 bit per codificare i caratteri (inclusi in un byte con il primo bit a 0).
- Successivamente è stata introdotta la **codifica ASCII estesa**: codifica anche simboli speciali (es. è, à, ü), con il primo bit a 1; non è realmente standard.
- Un'altra codifica meno comune è l'**UNICODE**: 16 bit, 65536 caratteri, permette di rappresentare caratteri per tutti gli alfabeti.
- Ecco le tabelle di codifica ASCII standard ed estesa.

Byte	Cod.	Char	Byte	Cod.	Char	Byte	Cod.	Char	Byte	Cod.	Char
00000000	0	Null	00100000	32	Spc	01000000	64	@	01100000	96	
00000001	1	Start of heading	00100001	33	!	01000001	65	A	01100001	97	a
00000010	2	Start of text	00100010	34	"	01000010	66	B	01100010	98	b
00000011	3	End of text	00100011	35	#	01000011	67	C	01100011	99	c
00000100	4	End of transmit	00100100	36	\$	01000100	68	D	01100100	100	d
00000101	5	Enquiry	00100101	37	%	01000101	69	E	01100101	101	e
00000110	6	Acknowledge	00100110	38	&	01000110	70	F	01100110	102	f
00000111	7	Audible bell	00100111	39	'	01000111	71	G	01100111	103	g
00001000	8	Backspace	00101000	40	(	01001000	72	H	01101000	104	h
00001001	9	Horizontal tab	00101001	41	)	01001001	73	I	01101001	105	i
00001010	10	Line feed	00101010	42	*	01001010	74	J	01101010	106	j
00001011	11	Vertical tab	00101011	43	+	01001011	75	K	01101011	107	k
00001100	12	Form Feed	00101100	44	,	01001100	76	L	01101100	108	l
00001101	13	Carriage return	00101101	45	-	01001101	77	M	01101101	109	m
00001110	14	Shift out	00101110	46	.	01001110	78	N	01101110	110	n
00001111	15	Shift in	00101111	47	/	01001111	79	O	01101111	111	o
00010000	16	Data link escape	00110000	48	0	01010000	80	P	01110000	112	p
00010001	17	Device control 1	00110001	49	1	01010001	81	Q	01110001	113	q
00010010	18	Device control 2	00110010	50	2	01010010	82	R	01110010	114	r
00010011	19	Device control 3	00110011	51	3	01010011	83	S	01110011	115	s
00010100	20	Device control 4	00110100	52	4	01010100	84	T	01110100	116	t
00010101	21	Neg. acknowledge	00110101	53	5	01010101	85	U	01110101	117	u
00010110	22	Synchronous idle	00110110	54	6	01010110	86	V	01110110	118	v
00010111	23	End trans. block	00110111	55	7	01010111	87	W	01110111	119	w
00011000	24	Cancel	00111000	56	8	01011000	88	X	01111000	120	x
00011001	25	End of medium	00111001	57	9	01011001	89	Y	01111001	121	y
00011010	26	Substitution	00111010	58	:	01011010	90	Z	01111010	122	z
00011011	27	Escape	00111011	59	;	01011011	91	[	01111011	123	{
00011100	28	File separator	00111100	60	<	01011100	92	\	01111100	124	|
00011101	29	Group separator	00111101	61	=	01011101	93	]	01111101	125	}
00011110	30	Record Separator	00111110	62	>	01011110	94	^	01111110	126	~
00011111	31	Unit separator	00111111	63	?	01011111	95	_	01111111	127	Del

TABELLA ASCII STANDARD

Codifica delle immagini

- L'utilizzo delle immagini nei computer è stato reso possibile dall'aumentata potenza di calcolo e di memoria dei computer che finalmente sono riusciti a gestire la grossa mole di dati contenuta in una semplice immagine.
- La codifica delle immagini è più complessa rispetto a quella dei numeri e dei caratteri.
- Una immagine è, per sua natura, un insieme continuo di informazioni: non è divisibile in cifre, come un numero, o in lettere come una parola. Una immagine è un tutto unico.
- La soluzione più comune prevede la scomposizione dell'immagine in una griglia di tanti elementi (punti o pixel, picture element) che sono l'unità minima di memorizzazione.

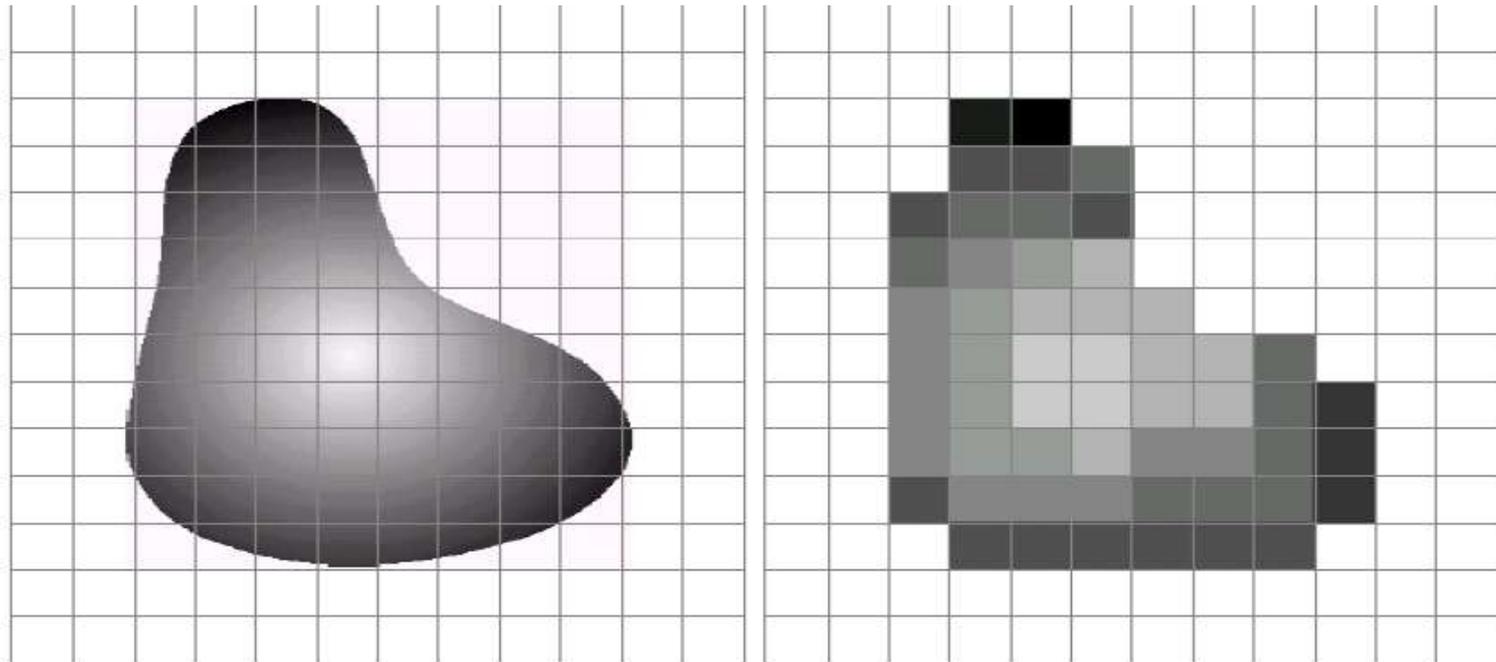
Digitale vs. Analogica

- Un'immagine **fotografica** (analogica) è composta da milioni di **pigmenti colorati** (o in B/W) molto piccoli e **spazialmente irregolari**. Si parla di **grana** della fotografia.
- Un'immagine **digitale** è composta da **pixel** (picture element) disposti su una **griglia quadrata regolare** (il pixel è generalmente quadrato ma può assumere anche diverse forme).

Digitalizzazione dell'immagine

- La digitalizzazione avviene con uno **scanner** (per una singola immagine) o un **frame grabber** (per un video) o con le **macchine fotografiche digitali**.
- **Intuitivamente:** la griglia regolare quadrata (o **griglia di campionamento**) viene sovrapposta all'immagine da digitalizzare. Ogni quadrato della griglia darà origine ad un pixel e il colore sarà la media dei colori degli oggetti che cadono all'interno di quel quadrato.

Campionamento e quantizzazione



a b

FIGURE 2.17 (a) Continuous image projected onto a sensor array. (b) Result of image sampling and quantization.

Campionamento dell'immagine

- Più la griglia di campionamento è *fitta* e migliore sarà il risultato (e maggiore sarà il numero di pixel generati)



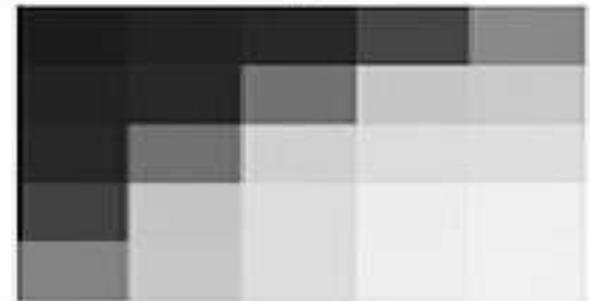
- L'effetto a quadrettatura si dice *pixellatura*

Quantizzazione dell'immagine

- La **quantizzazione** è la conversione dell'immagine campionata in valori numerici.

Ad esempio, il bianco viene convertito in "0" e il nero in "1" (è una convenzione arbitraria).

- Con la quantizzazione l'immagine diventa un oggetto **computabile**.



1	0.9	0.8	0.7	0.6
0.9	0.8	0.6	0.5	0.4
0.8	0.6	0.5	0.3	0.2
0.7	0.5	0.3	0.1	0.1
0.6	0.4	0.2	0.1	0

Codifica delle immagini

0 = bianco

1 = nero

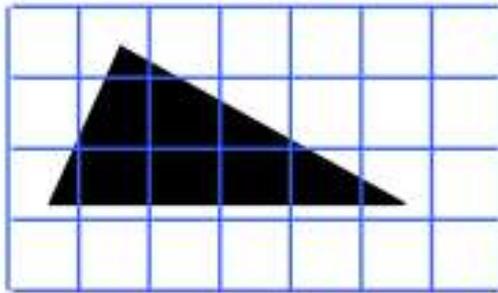


immagine e griglia

0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0
0	1	1	1	1	0	0

rappresentazione in pixel

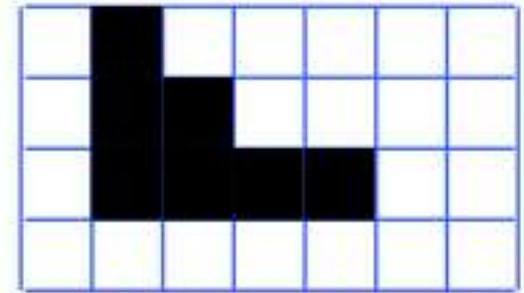


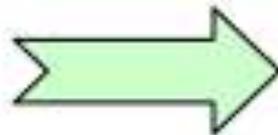
immagine digitale

Dimensione dell'immagine

- Dimensione dell'immagine: il numero di pixel che compongono l'immagine.
- Viene espressa indicando separatamente il numero di pixel verticali e orizzontali (es: 640x480).
- Un'immagine digitale di una determinata dimensione può venire visualizzata su qualche supporto a diverse grandezze.

Codifica delle immagini

- Ogni pixel assume come valore il colore medio dell'area che rappresenta. La griglia è ordinata dal basso verso l'alto e da sinistra verso destra, e corrisponde ad una matrice costituita dai valori dei pixel.
- Chiaramente l'insieme dei valori dei pixel è una approssimazione dell'immagine. La precisione della codifica dipende dal numero di pixel nella griglia (risoluzione).



Codifica delle immagini

- Ad esempio, quando si parla di un'immagine alla **risoluzione di 640 × 480 pixel**,
significa che i pixel totali sono appunto $640 \times 480 = 307.200$ e che essi sono disposti su una griglia di 640 colonne (larghezza) e 480 righe (altezza).
- Un'immagine di 640 × 480 pixel con 256 colori occupa $640 \times 480 \times 8 = 2.457.600$ bit = 307.200 byte = 307.2 Kbyte.

Risoluzione dell'immagine

- **Risoluzione:** è il numero di pixel contenuti in ciascun pollice (o cm.). Si esprime in ***pixel per inch (ppi)*** o ***dot per inch (dpi)***.
- Rappresenta una **densità** ed è in relazione alla dimensione del **supporto** di visualizzazione (es. monitor o carta).
- Rappresenta la **capacità di dettaglio** (maggiore è la risoluzione è migliore è la discriminazione dei dettagli).

Risoluzione e dispositivi (esempi)

- Per **visualizzare una immagine digitale su un monitor** (es: su Web): la risoluzione di 72 o 96 dpi va bene (altrimenti il monitor non sarebbe in grado di visualizzare l'immagine a maggiore risoluzione).
- Per una **stampante a getto d'inchiostro** possiamo stare tra i 150 e i 300 dpi.
- Per una **stampante laser** possiamo raggiungere i 600/1200 dpi.

Profondità di colore

- L'informazione contenuta in un pixel viene espressa in **bit**.
- Maggiore è il numero di bit che rappresenta il pixel e maggiore sarà la dinamica dell'immagine.
- La profondità di colore è il numero di bit riservati ad ogni pixel (1 bit, 4 bit, 8 bit, etc.)
- Se **N** è la profondità di colore, il **numero di possibili tonalità** sarà **2^N** (es $N=1$ P 2 tonalità, $N=4$ P 16 tonalità, $N=8$ P 256 tonalità, etc.).

Occupazione di memoria

- Es. per un'immagine da stampa (10x15cm) con risoluzione di 300dpi e profondità di colore di 24 bit occupa 6 Mbyte...
- Per ovviare si usa la Compressione
- Le dimensioni più diffuse sono 4 o 8 bpp (bit per pixel) per immagini B/W o 8, 24, 32 bit per immagini a colori.

Codifica dei filmati

- Sono sequenze di immagini compresse (ad esempio si possono registrare solo le variazioni tra un fotogramma e l'altro).
- Esistono vari formati (compresi i suoni):
 - avi (microsoft)
 - mpeg (il più usato)
 - quicktime mov (apple)

Codifica dei suoni

- L'onda sonora viene misurata (campionata) a intervalli regolari. Minore è l'intervallo di campionamento, maggiore è la qualità del suono.
- Per i CD musical si ha: 44000 campionamenti al secondo, 16 bit per campione.

RAPPRESENTAZIONE DEI DATI

SISTEMI DI MISURA

FINE

**Dipartimento di Storia, Società e Studi
sull'Uomo Università del Salento**