

INFORMATICA

Massimiliano Salfi

massimiliano.salfi@unict.it



CALENDARIO LEZIONI

Quando

Come da calendario lezioni

Dove

Aula 2, edificio 13

Aula TB, Torre Sud Piano Terra (ex aula studio)



RIFERIMENTI

Sito internet

<http://www.dmi.unict.it/salfi/home.htm>

Ricevimento

Solo per appuntamento (anche su piattaforma Teams)

Esami

Prova scritta



PROGRAMMA

- Introduzione all'informatica
- La codifica e la rappresentazione delle informazioni
- Architettura dei calcolatori
- Il sistema operativo e gli applicativi software
- Le Reti di calcolatori ed internet
- La sicurezza in rete
- Elementi di informatica medica e AI applicata alla Sanità

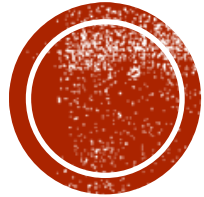


MATERIALE DIDATTICO

Slides del docente

Luca Mari, Giacomo Bonanno, Donatella Sciuto
Informatica e cultura dell'informazione
McGraw-Hill - Seconda edizione





INTRODUZIONE ALL'INFORMATICA



CHE COS'È L'INFORMATICA?

Informatica

=

Informazione + Automatica

Si riferisce ai processi e alle tecnologie che rendono possibile l'immagazzinamento e l'elaborazione delle informazioni.



GLI ANTENATI DEL COMPUTER

- Macchina analitica di Babbage (1830).
- Macchina di Turing (1936).
- Macchina di Von Neumann (anni '40).



GLI ANTENATI DEL COMPUTER

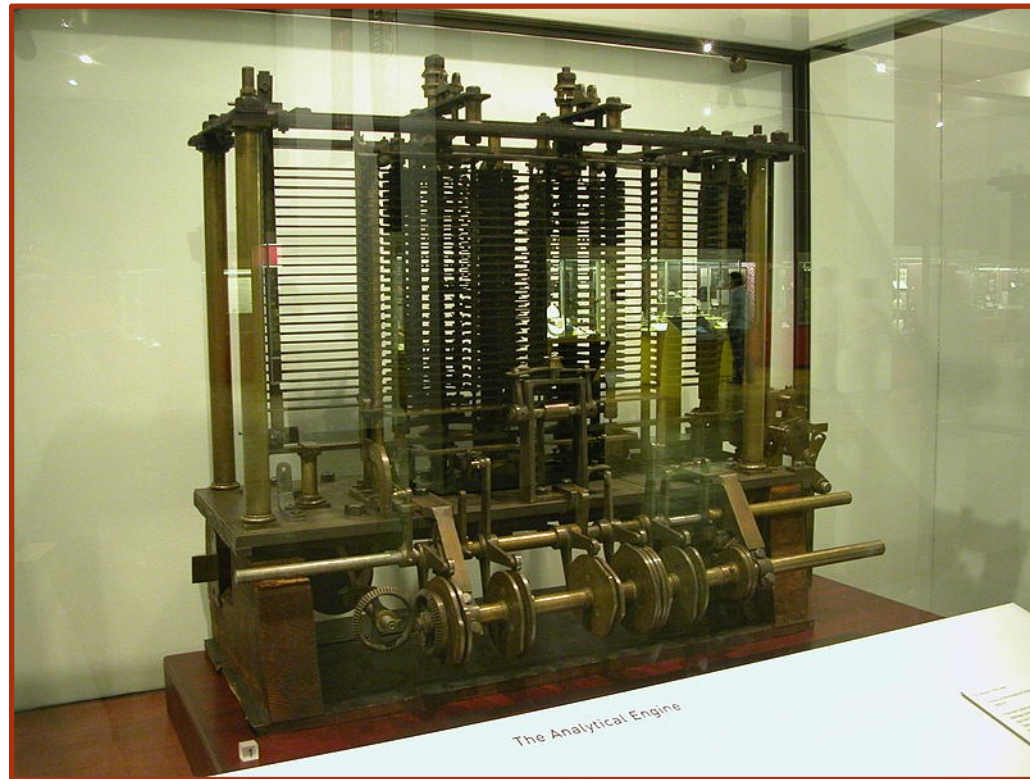
Il progetto della Macchina analitica di Babbage fu sviluppato dal matematico, filosofo e scienziato inglese Charles Babbage (1791–1871).

Pur essendo realizzata solo in parte per motivi politici e finanziari, rappresenta un importante passo nella storia dell'informatica.

Il moderno PC, infatti, presenta parecchie analogie con il progetto sviluppato da Babbage.



GLI ANTENATI DEL COMPUTER

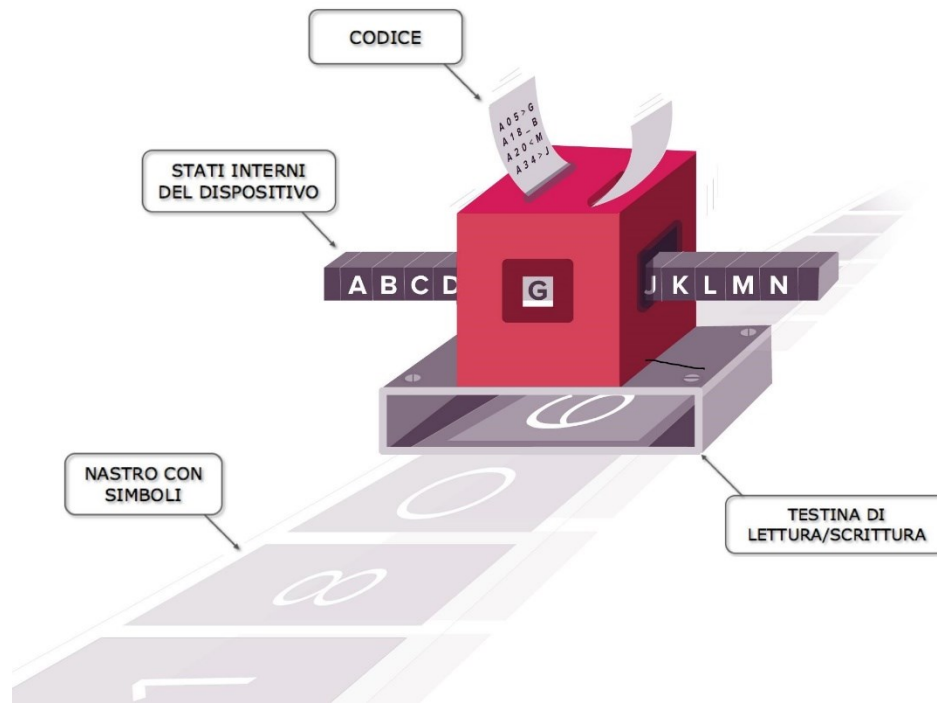


Modello di una parte dell'Analytical Engine di Babbage in mostra al Museo della scienza di Londra



GLI ANTENATI DEL COMPUTER

La macchina di Turing è una macchina ideale che manipola i dati contenuti su un nastro (memoria) di lunghezza infinita, con cui interagisce attraverso una testina di lettura/scrittura. Il dispositivo è caratterizzato da n (numero finito) stati interni.



GLI ANTENATI DEL COMPUTER

Ogni volta che la testina legge un dato dal nastro, la macchina di Turing può:

- cambiare stato interno (tra quelli ammessi);
- leggere/scrivere un nuovo dato da/sul nastro (memoria);
- spostare la testina, di una cella di memoria, avanti o indietro.

La macchina di Turing può essere programmata attraverso un codice che descrive le azioni che essa deve compiere.

In altre parole, è un modello astratto che definisce una macchina in grado di eseguire algoritmi e dotata di un nastro infinito (la memoria) su cui possono leggere e/o scrivere dei simboli (i dati).



GLI ANTENATI DEL COMPUTER

La macchina di Von Neumann è il modello architeturale secondo il quale è organizzata la maggior parte dei moderni elaboratori.

È dotata delle seguenti parti:

- processore;
- memorie;
- periferiche di Input;
- periferiche di Output;
- sistema di interconnessioni (bus).

Vedremo più avanti questo modello in dettaglio.



LA MACCHINA COMPUTER

In generale, un computer:

- elabora i dati, eseguendo operazioni logiche e aritmetiche;
- salva istruzioni e dati in memoria;
- interagisce con l'ambiente circostante prelevando informazioni da elaborare (input) o fornendo i risultati di tale elaborazione (output).

Un'altra caratteristica importante di un computer è la modularità e la scalabilità.

Modulare: utilizzo parti standard, pertanto in caso di guasti posso sostituirli con altri di pari funzionalità.

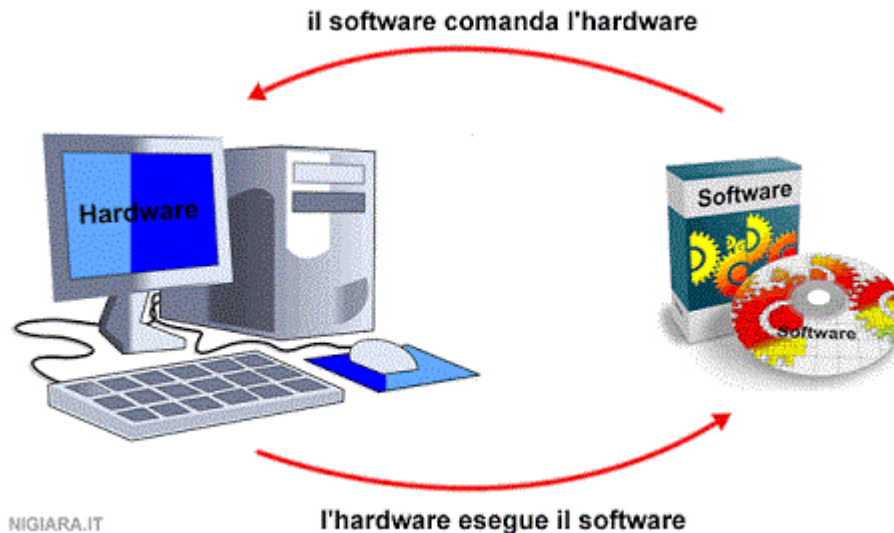
Scalabile: sostituisco la parti (i moduli) con altre parti compatibili ma aventi caratteristiche migliori.



HARDWARE VS SOFTWARE

L'*hardware* denota la struttura fisica del computer, costituita di norma da componenti elettronici che svolgono specifiche funzioni nel trattamento dell'informazione.

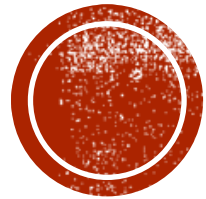
Il *software* indica l'insieme delle istruzioni che consentono alle varie parti hardware di svolgere i compiti per i quali sono stati progettati.



POSSIBILI SCENARI APPLICATIVI

- economico e commerciale;
- industriale;
- didattico e della formazione professionale;
- arte e spettacolo;
- ingegneristico;
- matematico e delle scienze;
- lavorativo e del tempo libero;
- medico;
- etc.





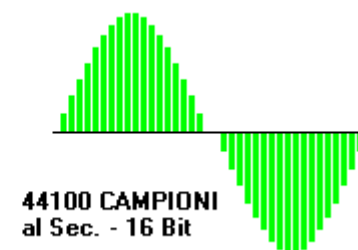
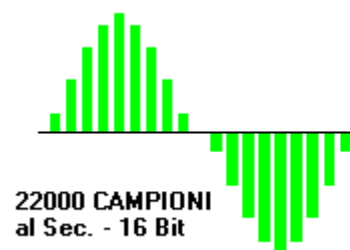
LA CODIFICA E LA RAPPRESENTAZIONE DELLE INFORMAZIONI

I SEGNALI PER COMUNICARE

Gli essere viventi ed il computer utilizzano modi tra loro differenti per comunicare:

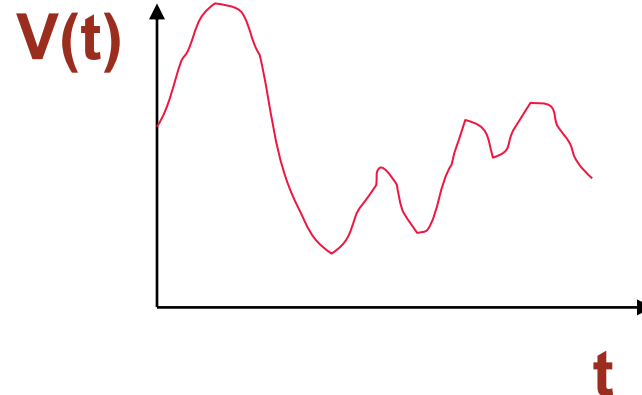
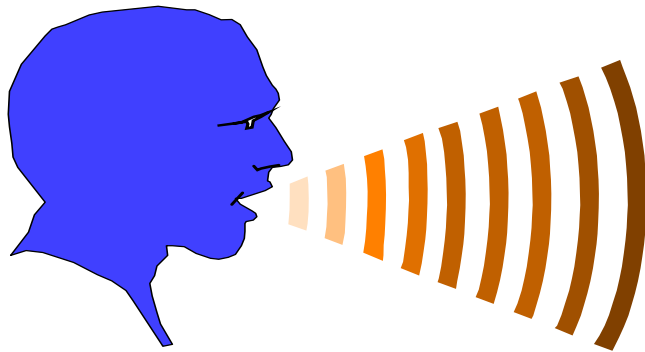
- segnali *analogici*;
- segnali *digitali*.

Ad un segnale analogico faremo corrispondere una grandezza continua, mentre ad un segnale digitale, una grandezza discreta.



INFORMAZIONE ANALOGICA

La voce umana, i suoni presenti in natura o emessi da strumenti musicali, sono sistemi di comunicazione di tipo *analogico*, nei quali le grandezze fisiche che entrano in gioco sono funzioni continue del tempo.



INFORMAZIONE DIGITALE

La codifica dei segnali nei computer avviene in modo digitale, in quanto le grandezze fisiche sono rappresentate da coppie di stati discreti:



(0, 1) oppure (off, on) oppure (false, true)

Nei circuiti digitali il simbolo 0 (oppure *off*, oppure *false*) è associato ad un segnale a basso voltaggio (interruttore spento); di contro il simbolo 1 (oppure *on*, oppure *true*) è associato ad un segnale ad alto voltaggio (interruttore acceso).



DIGITALIZZAZIONE DEI SEGNALI

Qualsiasi segnale «reale», dunque, per poter essere elaborato attraverso un computer, deve essere convertito in un segnale digitale (e quindi in una sequenza finita di valori numerici).

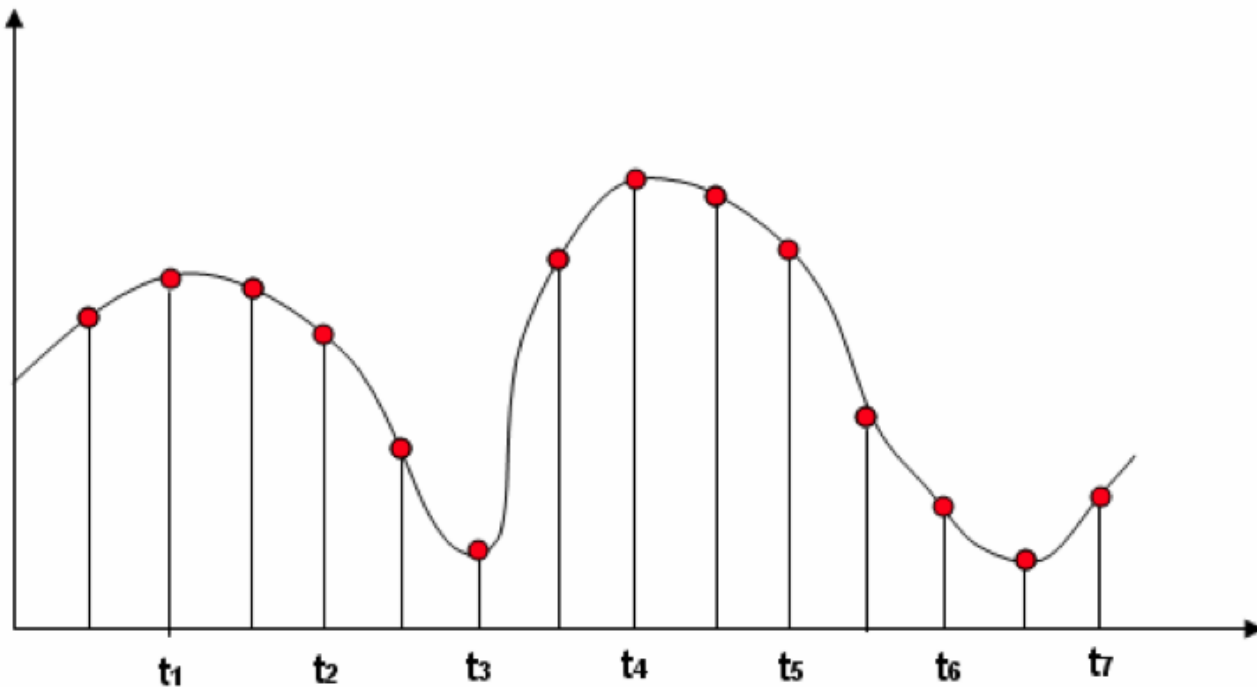
Nel farlo, devo attivare un procedimento noto come «campionamento», che mi permette di prelevare un certo numero di valori nell'unità di tempo (frequenza di campionamento).

Tale conversione, per quanto accurata, comporta sempre un certo grado di **approssimazione**, con conseguente perdita di informazione.



DIGITALIZZAZIONE DEI SEGNALE

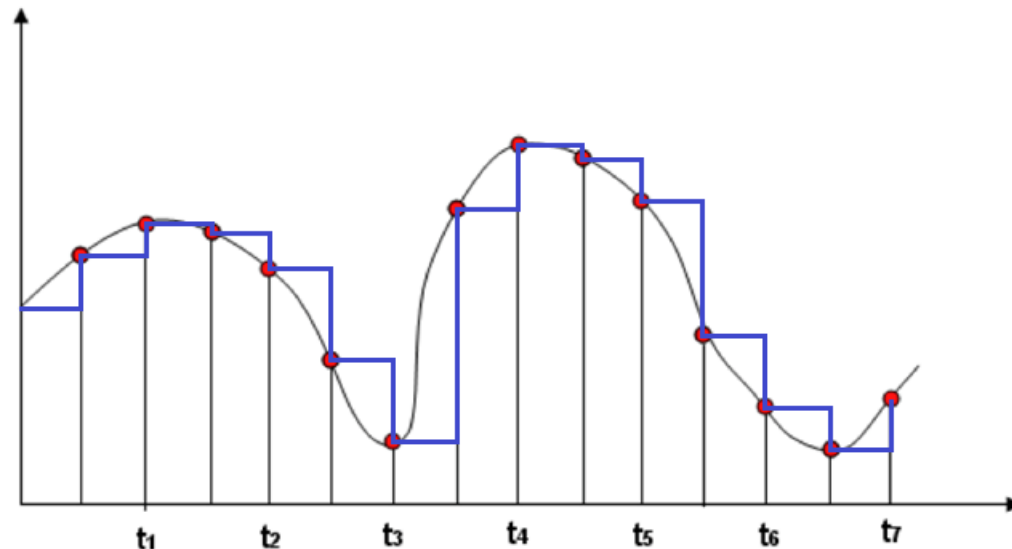
Consideriamo ad esempio una grandezza continua e supponiamo di prelevare 7 campioni. Graficamente avremo:



DIGITALIZZAZIONE DEI SEGNALE

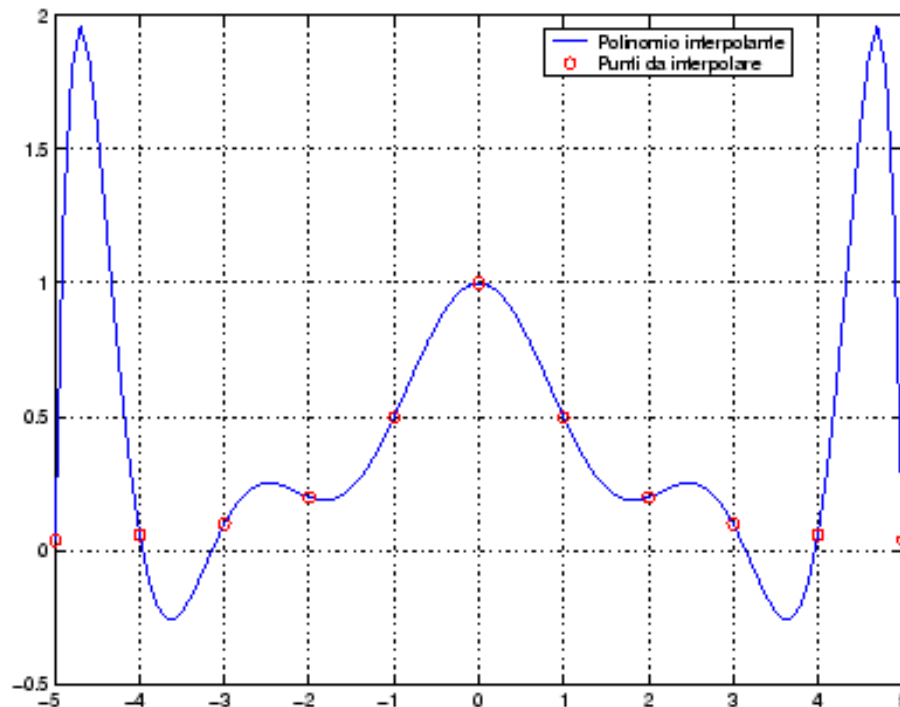
Se dal segnale digitale voglio ottenere nuovamente quello analogico, il mio sistema dovrà ricostruire il segnale mancante tra i vari campioni. Per la ricostruzione, si possono utilizzare varie tecniche di interpolazione.

Ad esempio, quella del «sample and hold», che mantiene costante il valore fino al punto successivo:



DIGITALIZZAZIONE DEI SEGNALI

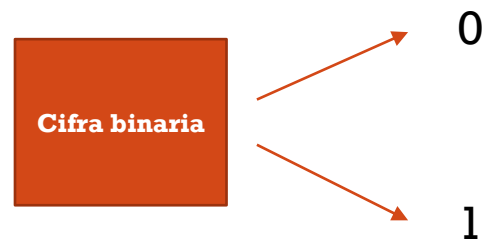
O, per evitare un segnale troppo «spigoloso», attraverso interpolazione polinomiale (ad esempio interpolazione di Langrange):



RAPPRESENTAZIONE DELLE INFORMAZIONI

In un calcolatore, tutte le informazioni sono rappresentate in forma binaria (o digitale), come detto, utilizzando due soli simboli. Di solito si adoperano i simboli 0 ed 1.

Con una cifra binaria si possono, quindi, rappresentare soltanto due informazioni.



RAPPRESENTAZIONE DELLE INFORMAZIONI

È semplice intuire, in ragione di quanto detto in precedenza, che tale scelta è legata alla necessità di rappresentare, ad esempio:

- due possibili stati di polarizzazione di una sostanza magnetizzabile;
- il passaggio (o non passaggio) di corrente attraverso un conduttore;
- Il passaggio (o non passaggio) della luce attraverso una fibra ottica.

Questo concetto verrà ripreso in seguito, nella macchina di Von Neumann, quando parleremo di memorie.



IL BIT

Il bit è *l'unità di misura dell'informazione* ed è definita come la quantità minima di informazione che serve a rappresentare due differenti stati: 0 oppure 1. Il nome proviene da **Binary Digit**.

Si utilizzano i seguenti multipli :

- Kilo (Kb), pari a 2^{10} ~ un migliaio (1024 bit);
- Mega (Mb) 2^{20} ~ un milione (1024 x 1024 bit);
- Giga (Gb) 2^{30} ~ un miliardo (1Mb x 1024 bit);
- Tera (Tb) 2^{40} ~ mille miliardi (1Gb x 1024 bit).



CODIFICA BINARIA

Per poter rappresentare un numero maggiore di dati, o informazioni, è necessario utilizzare sequenze di bit. Utilizzando due bit si possono rappresentare quattro informazioni diverse, vale a dire:

00 01 10 11

In generale, con n bit si possono avere 2^n informazioni diverse.

Il processo che fa corrispondere ad una informazione una configurazione di bit, prende il nome di *codifica dell'informazione*.



SEQUENZE DI BIT

Numero di bit nella sequenza	Informazioni rappresentabili
2	4
3	8
4	16
5	32
6	64
7	128
8	256



SET DI CARATTERI

Nella comunicazione scritta, di norma, è necessario disporre dei seguenti caratteri:

- 52 lettere alfabetiche maiuscole e minuscole;
- 10 cifre (0, 1, 2, ..., 9);
- Segni di punteggiatura (, . ; : ! " ' ^ \ ...);
- Segni matematici (+, -, ×, :, ±, {, [, >, ...);
- Caratteri nazionali (à, è, ì, ò, ù, ç, ñ, ö, ...);
- Altri segni grafici (©, ←, ↑, @, €, ...).



CODICE

Si pone quindi la necessità di codificare almeno 220 caratteri utilizzando sequenze di bit.

La sequenza di bit necessaria a rappresentare 220 simboli deve essere composta da 8 bit (con 8 bit, infatti, dispongo di $2^8=256$ stringhe differenti).

La corrispondenza tra sequenze (o stringhe) di bit e simboli prende il nome di *codice*.



IL BYTE

Un gruppo di 8 bit viene denominato Byte. Un byte:

- corrisponde ad un carattere;
- rappresenta l'unità di misura della capacità di memoria.

Si utilizzano i seguenti multipli del Byte:

- Kilo (KB) 2^{10} ~ un migliaio (1024 byte)
- Mega (MB) 2^{20} ~ un milione (1024 x 1024 byte)
- Giga (GB) 2^{30} ~ un miliardo (1024 x 1024 x 1024 byte)
- Tera (TB) 2^{40} ~ mille miliardi (1024 x 1024 x 1024 x 1024 byte)



CODIFICA SET DI CARATTERI

Codifiche standard:

- **ASCII**, 8 bit per carattere, rappresenta 256 caratteri.
- **UNICODE**, 16 bit per carattere (estende il codice ASCII con i caratteri etnici).

Codifiche proprietarie:

- **MSWindows**, 16 bit per carattere (molto simile ad UNICODE).



CODICE ASCII

Acronimo di:

American
Standard
Code for
Information
Interchange

Binary	Oct	Dec	Hex	Glyph
010 0000	040	32	20	
010 0001	041	33	21	!
010 0010	042	34	22	"
010 0011	043	35	23	#
010 0100	044	36	24	\$
010 0101	045	37	25	%
010 0110	046	38	26	&
010 0111	047	39	27	'
010 1000	050	40	28	(
010 1001	051	41	29)
010 1010	052	42	2A	*
010 1011	053	43	2B	+
010 1100	054	44	2C	,
010 1101	055	45	2D	-
010 1110	056	46	2E	.
010 1111	057	47	2F	/
011 0000	060	48	30	0
011 0001	061	49	31	1
011 0010	062	50	32	2
011 0011	063	51	33	3
011 0100	064	52	34	4
011 0101	065	53	35	5
011 0110	066	54	36	6
011 0111	067	55	37	7
011 1000	070	56	38	8
011 1001	071	57	39	9
011 1010	072	58	3A	:
011 1011	073	59	3B	;
011 1100	074	60	3C	<
011 1101	075	61	3D	=
011 1110	076	62	3E	>
011 1111	077	63	3F	?

Binary	Oct	Dec	Hex	Glyph
100 0000	100	64	40	@
100 0001	101	65	41	A
100 0010	102	66	42	B
100 0011	103	67	43	C
100 0100	104	68	44	D
100 0101	105	69	45	E
100 0110	106	70	46	F
100 0111	107	71	47	G
100 1000	110	72	48	H
100 1001	111	73	49	I
100 1010	112	74	4A	J
100 1011	113	75	4B	K
100 1100	114	76	4C	L
100 1101	115	77	4D	M
100 1110	116	78	4E	N
100 1111	117	79	4F	O
101 0000	120	80	50	P
101 0001	121	81	51	Q
101 0010	122	82	52	R
101 0011	123	83	53	S
101 0100	124	84	54	T
101 0101	125	85	55	U
101 0110	126	86	56	V
101 0111	127	87	57	W
101 1000	130	88	58	X
101 1001	131	89	59	Y
101 1010	132	90	5A	Z
101 1011	133	91	5B	[
101 1100	134	92	5C	\
101 1101	135	93	5D]
101 1110	136	94	5E	^
101 1111	137	95	5F	_

Binary	Oct	Dec	Hex	Glyph
110 0000	140	96	60	`
110 0001	141	97	61	a
110 0010	142	98	62	b
110 0011	143	99	63	c
110 0100	144	100	64	d
110 0101	145	101	65	e
110 0110	146	102	66	f
110 0111	147	103	67	g
110 1000	150	104	68	h
110 1001	151	105	69	i
110 1010	152	106	6A	j
110 1011	153	107	6B	k
110 1100	154	108	6C	l
110 1101	155	109	6D	m
110 1110	156	110	6E	n
110 1111	157	111	6F	o
111 0000	160	112	70	p
111 0001	161	113	71	q
111 0010	162	114	72	r
111 0011	163	115	73	s
111 0100	164	116	74	t
111 0101	165	117	75	u
111 0110	166	118	76	v
111 0111	167	119	77	w
111 1000	170	120	78	x
111 1001	171	121	79	y
111 1010	172	122	7A	z
111 1011	173	123	7B	{
111 1100	174	124	7C	
111 1101	175	125	7D	}
111 1110	176	126	7E	~



CODICE ASCII: ALTRO ESEMPIO

La parola *Computer* in codice ASCII diventa, dunque:

C	=	01000011
o	=	01101111
m	=	01101101
p	=	01110000
u	=	01110101
t	=	01110100
e	=	01100101
r	=	01110010

01000011 01101111 01101101 11100000 01110101 01110100 01100101 01110010



CODICE ASCII

Data una sequenza di bit, dividendola in gruppi di byte è possibile risalire ai caratteri originali:

01000001 01101101 01101111 01110010 01100101 00100001

01000001 01101101 01101111 01110010 01100101 00100001

A m o r e !



CODICE ASCII

Con il codice ASCII è possibile rappresentare i numeri come sequenza di caratteri. Ad esempio il numero 234 sarà rappresentato come:

00110010 00110011 00110100

2

3

4

Con questo tipo di rappresentazione non è possibile effettuare operazioni aritmetiche.



IL SISTEMA DECIMALE

Il sistema di numerazione decimale è un sistema *posizionale*. Questo significa che ogni cifra del numero, assume un valore differente in funzione della posizione. Consideriamo il numero seguente in *notazione compatta*:

221

corrisponde a:

$$2 \times 100 + 2 \times 10 + 1 \times 1$$

Che, in *notazione esplicita*, si scriverà:

$$2 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 1 \times 10^0$$



IL SISTEMA DECIMALE

Ogni numero si esprime come la somma dei prodotti di ciascuna cifra per la base, elevata all'esponente dato dalla posizione della cifra:

$$221 = 2 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 1 \times 10^0$$

È quindi basato sulle potenze del 10 ed utilizza, come detto, una notazione posizionale basata sui 10 simboli:

$$\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$$



LA NOTAZIONE POSIZIONALE

La notazione posizionale può essere usata con qualunque base, creando così differenti sistemi di numerazione. Per ogni base di numerazione si utilizza un numero di cifre uguale alla base.

In informatica si utilizzano prevalentemente i sistemi di numerazione:

- binaria,
- ottale,
- esadecimale.

Il sistema di numerazione romano non è posizionale:

XIII vs. CXII



IL SISTEMA BINARIO

Il sistema di numerazione binario utilizza una notazione posizionale basata sulle 2 cifre:

{0, 1}

e sulle potenze di 2. Il numero binario 1001 può essere rappresentato esplicitamente come:

$$1001_2 = 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = 9_{10}$$



CONVERSIONE DA BASE N A BASE 10

Per convertire un numero da una qualunque base alla base 10 è sufficiente rappresentarlo esplicitamente:

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

$$710_8 = 7 \times 8^2 + 1 \times 8^1 + 0 \times 8^0 = 456_{10}$$

$$A51_{16} = (10) \times 16^2 + 5 \times 16^1 + 1 \times 16^0 = 2641_{10}$$



CONVERSIONE DA BASE 10 A BASE N

Per convertire un numero decimale ad una base n qualsiasi, occorre trovare tutti i resti delle successive divisioni del numero per la base n .

Proviamo, ad esempio, a trovare il valore binario del numero 210. Come mostrato nella slide successiva, basterà dividere 210 per la base 2, ripetutamente, fino quando non si ottiene zero come risultato e leggere i resti dall'ultimo verso il primo.



CONVERSIONE DA BASE 10 A BASE 2

210	2	resto	0
105	2		1
52	2		0
26	2		0
13	2		1
6	2		0
3	2		1
1	2		1
0			

Leggendo la sequenza dei resti dal basso verso l'alto, si ottiene il numero:

11010010₂



VERIFICA DI CORRETTEZZA

Per una verifica di correttezza basta riconvertire il risultato alla base 10:

$$\begin{aligned} 11010010_2 &= 1 \times 2^7 + 1 \times 2^6 + 0 \times 2^5 + 1 \times 2^4 + \\ &+ 0 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 210_{10} \end{aligned}$$



COSTRUZIONE DEI NUMERI BINARI

Per poter costruire la successione dei numeri binari, si può seguire il seguente schema:

0	0	0	0	=	0
0	0	0	1	=	1
0	0	1	0	=	2
0	0	1	1	=	3
0	1	0	0	=	4
0	1	0	1	=	5
0	1	1	0	=	6
0	1	1	1	=	7



RAPPRESENTAZIONE DEI NUMERI

All'interno dei computer, a causa di vincoli tecnologici, per rappresentare qualsiasi tipo di numero, si utilizza sempre un numero fisso di cifre binarie.

I valori più utilizzati sono:

- 16 bit (2 byte)
- 32 bit (4 byte)

In alcuni casi si può arrivare anche a 64 bit (8 byte) o più a seconda del tipo di processore (vedremo in dettaglio tutto questo, quando parleremo della macchina di Von Neumann).



RAPPRESENTAZIONE DEI NUMERI

Tutti i numeri vengono distinti in tre categorie:

- Interi senza segno (interi positivi).
- Interi con segno (interi positivi e negativi).
- Reali (numeri positivi e negativi con virgola).

Ogni categoria viene rappresentata in modo differente.



RAPPRESENTAZIONE CON NUMERO FISSO DI CIFRE

Per comprendere il meccanismo alla base della rappresentazione con un numero fisso di cifre partiamo da un interrogativo:

Qual è il numero più grande rappresentabile con 4 cifre?

- In base 10, avremo 9999
- In base 2 avremo $1111 = 15_{10}$
- In base 8 avremo $7777 = 4095_{10}$
- In base 16 avremo $FFFF = 65535_{10}$



RAPPRESENTAZIONE CON NUMERO FISSO DI CIFRE

In generale, con n cifre vale la relazione seguente:

$$b^n - 1$$

essendo b la base del sistema di numerazione. Infatti:

- In base 10, avremo $9999 = 10^4 - 1$
- In base 2 avremo $1111 = 2^4 - 1$
 15_{10}
- In base 8 avremo $7777 = 8^4 - 1$
 4095_{10}
- n base 16 avremo $FFFF = 16^4 - 1$
 65535_{10}



RAPPRESENTAZIONE CON NUMERO FISSO DI CIFRE

Vale quindi la seguente regola:

Nella base di numerazione b , disponendo di n cifre, si possono rappresentare soltanto i numeri da

$$0 \text{ a } b^n - 1$$



RAPPRESENTAZIONE DEI NUMERI INTERI SENZA SEGNO

In un elaboratore, tenuto conto di quanto detto, considerato che nelle rappresentazioni si adotta il sistema binario e che le parole sono lunghe 16 o 32 bit, si ha:

- Nella rappresentazione a 16 bit i possibili valori saranno compresi tra 0 e 65.535;
- Nella rappresentazione a 32 bit i possibili valori saranno compresi tra 0 e 4.294.967.295



RAPPRESENTAZIONE DEI NUMERI INTERI CON SEGNO

Per rappresentare i numeri con il loro segno (interi positivi e negativi) esistono due possibili modi:

- Rappresentazione in modulo e segno;
- Metodo del complemento a due.

Nel primo metodo, dati n bit, il bit a sinistra si riserva al segno, lasciando gli altri $n-1$ alla rappresentazione del numero. Di solito si considera 0 per il segno più (+) e 1 per il meno (-):

$$0000\ 0101_2 = +5_{10}$$

$$1000\ 0101_2 = -5_{10}$$



RAPPRESENTAZIONE DEI NUMERI INTERI CON SEGNO

Questo metodo, anche se molto semplice, presenta l'inconveniente che esistono due zeri:

$$1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1 = -3$$

$$1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0 = -2$$

$$1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1 = -1$$

$$1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0 = -0$$

$$0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0 = +0$$

$$0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1 = +1$$

$$0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 0 = +2$$

$$0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1\ 1 = +3$$



RAPPRESENTAZIONE DEI NUMERI INTERI CON SEGNO

Utilizzando n bit e riservandone uno al segno, l'applicazione della formula precedente porterà alla rappresentazione del seguente intervallo:

$$\text{da } -(2^{n-1} - 1) \text{ a } 2^{n-1} - 1$$

dove, come detto, n vale o 16, permettendo quindi la rappresentazione dei numeri da -32.767 a +32.767, o 32 con rappresentazione dei numeri da -2.147.483.647 a +2.147.483.647



RAPPRESENTAZIONE DEI NUMERI INTERI CON SEGNO

Il secondo metodo è quello del complemento a 2:

Dato un numero composto da n bit, la rappresentazione in complemento a due si ottiene invertendo gli 1 in 0 e gli 0 in 1 (complemento a 1) e poi sommando 1 al risultato ottenuto.

In questo caso, ad ogni numero (senza segno) vengono aggiunti degli zeri a sinistra, fino a raggiungere un byte. Se il numero è positivo, si lascia invariato, se è negativo si converte in complemento a due (ottenendo sempre il primo bit = 1, come in precedenza).

È ovvio che 00000000 e 10000000 hanno significati differenti.



OPERAZIONI CON I BINARI

Per procedere con la somma tra binari, come operazioni in colonna, occorre tenere conto delle seguenti indicazioni:

$$\begin{array}{r} 0 + \\ \hline 0 \end{array} = \quad \begin{array}{r} 0 + \\ \hline 1 \end{array} = \quad \begin{array}{r} 1 + \\ \hline 0 \end{array} = \quad \begin{array}{r} 1 + \\ \hline 1 \end{array} =$$

1 ← **riporto**

Dal momento che un computer è in grado di compiere solo somme e confronti, ci serve una procedura che consenta di convertire ogni operazione, in somma (o sequenze di somme).

Vediamo come farlo in decimale (il procedimento può essere esteso, poi, ai binari con lo stesso ragionamento).



OPERAZIONI CON I BINARI

SOTTRAZIONI

La sottrazione può essere convertita in somma nel modo seguente:

$$25 - 14 = 25 + (-14)$$

MOLTIPLICAZIONI

La moltiplicazione può essere convertita sommando un fattore, per sé stesso, tante volte quanto è il valore assunto dall'altro fattore (in genere si sceglie il minimo tra i due):

$$25 \times 3 = 25 + 25 + 25$$

DIVISIONE

La divisione può essere ottenuta sottraendo il divisore al dividendo e iterando il procedimento fino a quando il risultato non diventi minore dello stesso divisore:

$$10 : 3 \rightarrow 10 - 3 = 7 - 3 = 4 - 3 = 1$$

Il numero di sottrazioni effettuate corrisponde al risultato mentre il valore finale ottenuto, indica il resto della divisione.



L'OVERFLOW

Come visto, per questioni tecnologiche tutti i computer, senza alcuna eccezione, trattano i numeri sempre con una quantità fissa di cifre binarie (ad esempio 16, 32 o più).

Quando l'elaboratore esegue un'operazione il cui risultato eccede il numero di cifre permesso, la computazione si arresta immediatamente e viene segnalato l'errore di OVERFLOW.



L'OVERFLOW

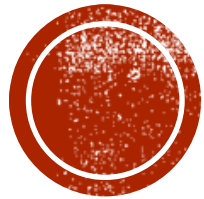
Ad esempio, se la rappresentazione è a 32 bit senza segno e si vuole eseguire la seguente operazione:

$$\begin{array}{r} 3.000.000.000 \times \\ 2.000.000.000 = \\ \hline \end{array}$$

***** Errore di **OVERFLOW**

In questo caso l'elaborazione si arresta.





ARCHITETTURA DEI CALCOLATORI



LA MACCHINA DI VON NEUMANN

In un computer possiamo distinguere tre tipi di unità funzionali:

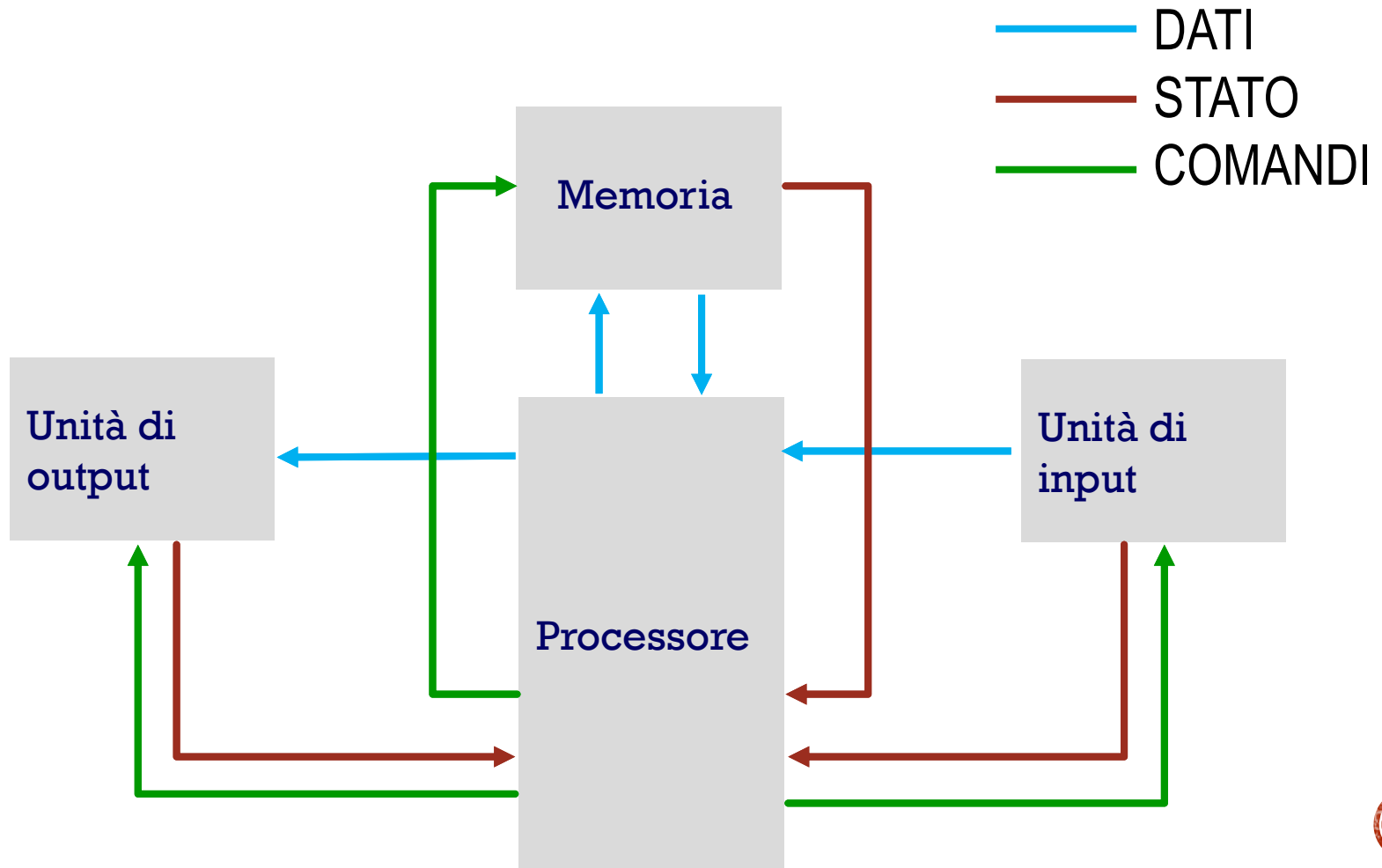
- Processore (fornisce la capacità di elaborazione delle informazioni);
- Memoria (centrale e di massa);
- Dispositivi di input/output.

Le parti comunicano attraverso un canale detto BUS, costituito da un insieme di linee elettriche digitali.

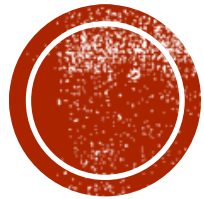
La maggior parte degli elaboratori moderni (compresi gli smartphone ed i tablet) sono basati sulla macchina di Von Neumann.



SCHEMA A BLOCCHI DI UN ELABORATORE







ELEMENTI DI INFORMATICA MEDICA



DEFINIZIONE (ENRICO COIERA, 1997)

L'informatica medica è la logica secondo la quale è organizzato il mondo della sanità.

Studia il modo razionale in cui:

- vengono pensati i pazienti;
- vengono definiti, selezionati ed ottimizzati i trattamenti;
- viene creata, formata, condivisa ed applicata la conoscenza medica;
- viene organizzata la sanità per la fornitura dei servizi.



0 ANCORA...

L'informatica medica è definita come l'applicazione dei principi della Teoria dell'informazione alla conoscenza medica, con l'obiettivo di fornire un supporto alla risoluzione delle problematiche della Scienza Medica attinenti alla diagnosi, alla terapia ed alla prevenzione

(Nazario Cappello, *Informatica Medica*)



INFORMATICA MEDICA

Oggi, in realtà, parliamo di informatica medica in tutti i contesti che vedono coinvolto l'uso delle tecnologie informatiche in:

- sistemi informativi, il quali collegano tra loro i reparti di un ospedale, vari ospedali, ASP, Medici di Base, Farmacie, etc;
- telemedicina e teleconsulto;
- carte sanitarie;
- banche dati fruibili attraverso il web (protocolli di diagnosi e terapeutici).



INFORMATICA MEDICA

O ancora sistemi hardware e software dedicati:

- apparecchiature elettromedicali;
- sistemi di elaborazione dati;
- strumenti di supporto decisionale;
- sistemi di elaborazione delle immagini e dei segnali;
- robot utilizzati per la chirurgia;
- applicazioni di intelligenza artificiale;
- tecnologie di supporto alla disabilità.



LA CARTELLA CLINICA

La cartella clinica cartacea presenta, tra gli altri, i seguenti limiti:

- è utilizzabile da un solo operatore per volta;
- richiede grandi spazi fisici per l'archiviazione;
- la carta si degrada facilmente;
- le informazioni contenute all'interno (o perfino la stessa cartella) sono spesso di difficile reperibilità.



NOMENCLATURE ADOPERATE

- **EPR, Electronic Patient Record.**
- **CPR, Computer-based Patient Record.**
- **EMR, Electronic Medical Record.**
- **MR, Medical Record.**
- **PR, Patient Record.**



ELECTRONIC MEDICAL RECORD

Il supporto tecnologico permette, quindi:

- l'immagazzinamento di grandi quantità di dati in spazi ridotti;
- la condivisione delle informazioni;
- la semplicità di duplicazione;
- la possibilità di utilizzo di Pen-based Systems;
- integrazione con sistemi di speech-recognition;
- accesso veloce alle informazioni;
- possibilità di inserimento di alert e memo.



LA TELEMEDICINA

Si definisce telemedicina l'uso della tecnologia quale supporto alla medicina tradizionale nei casi in cui gli operatori sanitari ed il paziente siano fisicamente distanti tra loro.

Le motivazioni per cui si può ricorrere alla telemedicina sono tante:

- scambio di opinioni fra operatori sanitari;
- gestione di emergenze che non consentono l'accesso rapido al paziente.



L'IMPATTO DELLA TELEMEDICINA

- Accesso alla conoscenza medica (banche dati).
- Teleconsulto.
- Home care (ad esempio come supporto a persone anziane che vivono sole ed in luoghi isolati).
- Telechirurgia.
- Telesoccorso.
- Etc.



LA TELEMEDICINA ED I PAESI SOTTOSVILUPPATI

L'uso e l'integrazione delle tecnologie informatiche e delle telecomunicazioni, oggi, rende possibile la creazione di reti di collegamento tra strutture ospedaliere in zone sottosviluppate e centri ad alta specializzazione.

Tutto questo può rendere possibile la fruizione di sistemi diagnostici e terapeutici di ottimo livello, altrimenti difficilmente raggiungibili.

Al momento esistono dei progetti pilota mirati alla verifica di efficacia di tali sistemi.



ALTRI CAMPI DI APPLICAZIONE

Oltre alle applicazioni di tipo clinico elencate, la telemedicina è di grande utilità in applicazioni non cliniche:

- formazione (in modalità e-learning, o in videoconferenza);
- accesso a risorse on-line per medici (database diagnosi, cartelle elettroniche, etc.);
- attività di coordinamento nei vari campi della ricerca medica (tra team distanti tra loro, spesso a differente specializzazione).



INTELLIGENZA ARTIFICIALE

È una disciplina che studia in che modo far compiere ad una macchina (un computer, un robot) attività solitamente eseguite dall'uomo.

In base alle tecnologie utilizzate, alle applicazioni nel mondo reale, a quanto si avvicinano alle funzioni proprie del cervello umano, vengono classificate in:

- Intelligenza Artificiale ristretta o debole;
- Intelligenza Artificiale generale o forte;
- Superintelligenza Artificiale.



INTELLIGENZA ARTIFICIALE RISTRETTA

Detta anche **ANI (Artificial Narrow Intelligence)**, è in grado di svolgere singole operazioni come riconoscere un volto, fare ricerche su Internet, riconoscere comandi vocali o, nelle applicazioni che vedremo, **suggerire una diagnosi clinica.**

Anche se potrebbero sembrare sistemi intelligenti, replicando (come vedremo) il ragionamento umano, riescono ad operare solo a patto di rimanere dentro un insieme ristretto di vincoli e di parametri. Inoltre, non hanno alcuna capacità di memorizzare dati (memoria), o di tenere conto della propria esperienza pregressa.

Ad oggi, è **l'unica forma di intelligenza artificiale che siamo stati in grado di implementare.**



INTELLIGENZA ARTIFICIALE GENERALE

Detta anche **AGI (Artificial General Intelligence)**, è in grado di imitare ogni forma di comportamento umano, apprendendo ed applicando la propria esperienza per risolvere qualsiasi tipo di problema.

Per poterla implementare, sarebbe necessario riuscire a rendere la macchina consapevole, introdurre capacità cognitive, partire da una esperienza iniziale, ma attivando una metodologia grazie alla quale imparare a risolvere nuovi problemi, basandosi sull'esperienza pregressa.

Una delle ragioni che determina l'incapacità attuale di implementarla, deriva dalla **mancata conoscenza dell'intera funzionalità del nostro cervello.**



SUPERINTELLIGENZA ARTIFICIALE

Detta anche **ASI (Artificial Super Intelligence)**, è una ipotetica Intelligenza Artificiale in grado di superare ogni forma di abilità umana.

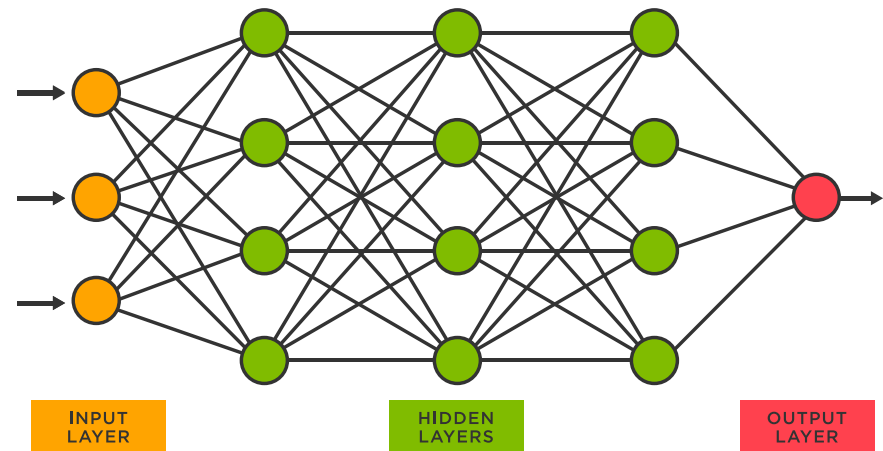
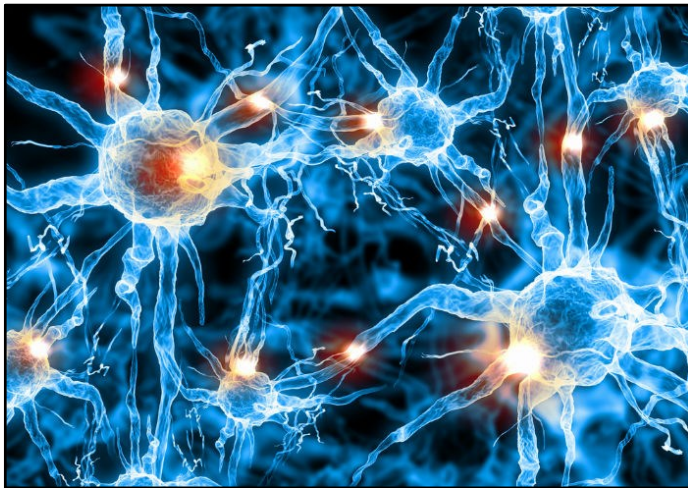
Oltre ad emulare totalmente il cervello umano, una ASI dovrebbe essere di gran lunga superiore nel risolvere ogni tipo di contesto (sport, arte, scienza, emotività, etc.). Dovrebbe inoltre essere dotata di una memoria superiore a quella umana, oltre ad una elevatissima velocità di elaborazione dati.

Inutile ricordare che è da sempre oggetto di varia letteratura fantascientifica, che vede l'uomo soccombere alle macchine.



LE RETI NEURALI ARTIFICIALI

Che si tratti di una rete neurale naturale o artificiale, possiamo immaginarla come una struttura in cui i neuroni sono tra loro interconnessi, per veicolare il segnale ricevuto in ingresso verso l'output corrispondente, **in funzione dei valori assunti dai pesi sinaptici.**



MACHINE LEARNING

Ma al pari di quanto accade per un cervello naturale, anche un «cervello artificiale», perché diventi bravo nel far qualcosa, deve «imparare».

Ogni neurone, dunque, deve essere “addestrato” a svolgere il compito per il quale è stato progettato e tale addestramento avviene **modificando i pesi associati** ai vari ingressi, in un processo detto di apprendimento della macchina (o machine learning).

I principali paradigmi di Machine Learning sono:

- Apprendimento **Supervisionato**;
- Apprendimento **Non Supervisionato**;
- Apprendimento **per Rinforzo**.



MACHINE LEARNING

- **L'apprendimento supervisionato** prevede l'utilizzo di un *training set* con esempi di input previsti ed il corrispondente output; tramite un algoritmo di backpropagation, vengono ricalcolati i pesi ed altri parametri della rete neurale, al fine di minimizzare l'errore compiuto quando alla rete vengono applicati input non noti, della stessa natura.
- **L'apprendimento non supervisionato** prevede l'utilizzo dei soli dati di ingresso, tentandone la comprensione tramite l'applicazione di metodi probabilistici.



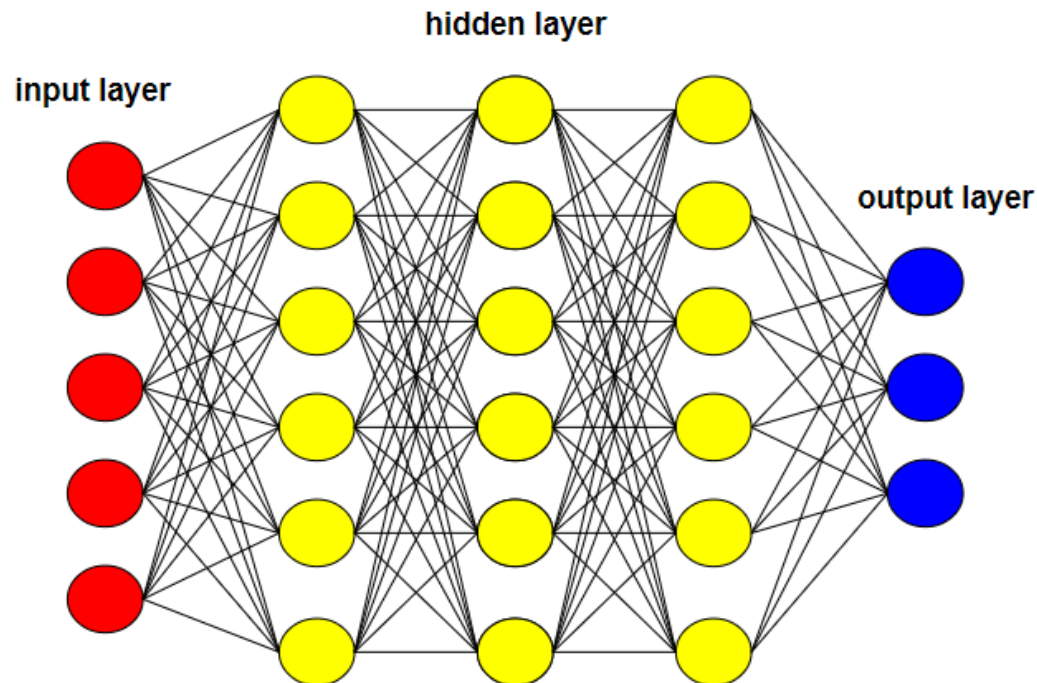
LE RETI NEURALI ARTIFICIALI

- **L'apprendimento per rinforzo** non prevede coppie input-output, bensì una interazione con l'ambiente che fornisce dei feedback di backpropagation che fungono da guida verso lo stesso processo di addestramento. In sostanza, l'algoritmo prevede il compimento di una serie di azioni sull'ambiente, ricevendo in risposta incentivi o disincentivi, a seconda dei casi.



CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

Sono le reti più utilizzate nell'elaborazione di immagini e video, in quanto emulano il comportamento della corteccia visiva animale.



CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

Supponiamo di voler addestrare una CNN a riconoscere degli animali all'interno di immagini (o video). Si possono presentare vari casi:

CLASSIFICAZIONE



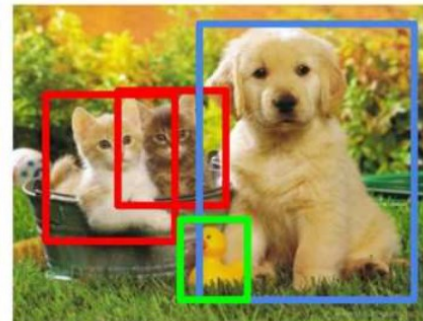
GATTO

CLASSIFICAZIONE E LOCALIZZAZIONE



GATTO

OBJECT DETECTION



GATTO ANATRA CANE

INSTANCE SEGMENTATION



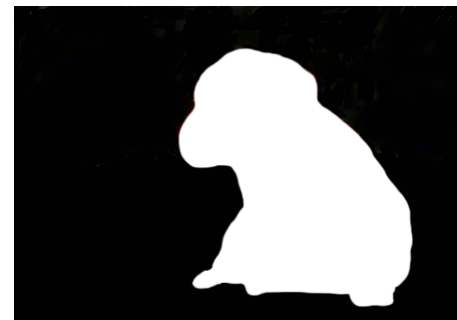
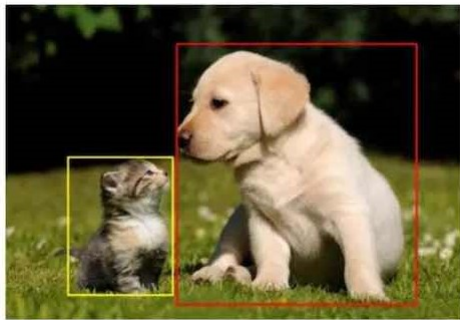
GATTO ANATRA CANE



CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

Ma per arrivare a questo risultato, occorre prima addestrare la nostra rete neurale affinché possa imparare a riconoscere ciascun singolo animale.

Si effettua la cosiddetta **segmentazione**, associando un'etichetta ad un raggruppamento di pixel:



CANE

Naturalmente occorre procedere con un numero elevato di immagini di cani!



CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK

Nel machine learning supervisionato, si utilizza:

Training dataset

Utilizzato per l'addestramento con dati etichettati

Validation dataset

Utilizza dati che il sistema non ha mai visto, etichettati, al fine di verificare quanto ha imparato. Se gli errori commessi sono tanti, occorre affinare i risultati continuando l'addestramento

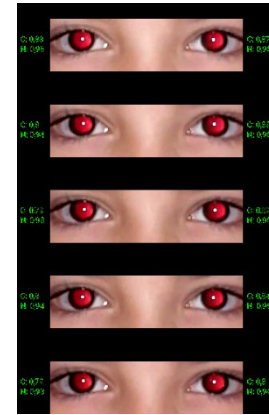
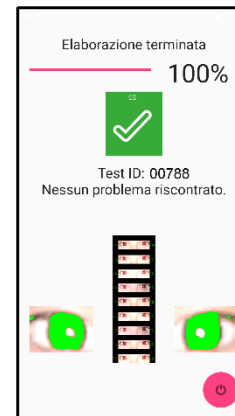
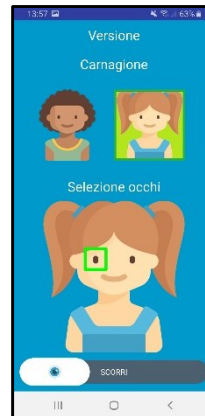
Test dataset

Utilizza dati che il sistema non ha mai visto, non etichettati (non sono sempre utilizzati)

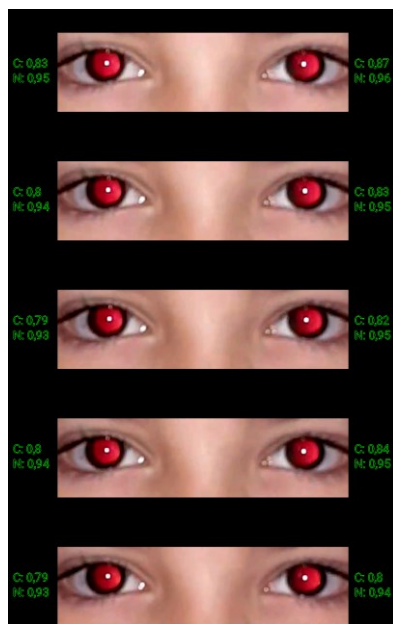
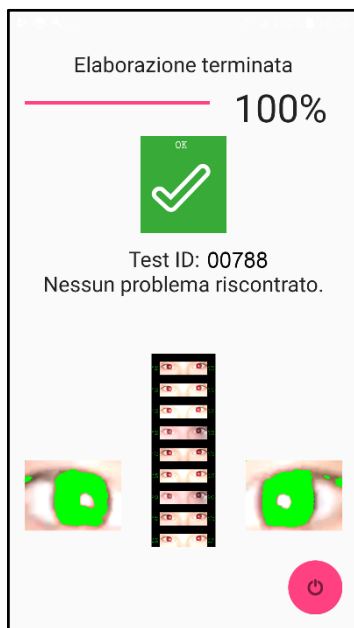


VEYES RRE (RED REFLEX EXAMINATION)

Permette di effettuare il **test del riflesso rosso su di un bambino**, utilizzando uno smartphone connesso ad un sistema di intelligenza artificiale, segnalando la presenza di patologie visive quali la **cataratta congenita** o il **retinoblastoma**...



REDEYES



A fine test, visualizza l'esito e consente di **accedere alle strisce** con gli occhi che hanno portato a tale esito.

Le immagini sono salvate in memoria in **modo criptato**, per evitare manipolazioni.

