



LABORATORIO DI PROGRAMMAZIONE
Corso di laurea in matematica

2 – LA MACCHINA DI VON NEUMANN

Marco Lapegna

Dipartimento di Matematica e Applicazioni

Universita' degli Studi di Napoli Federico II

wpage.unina.it/lapegna

Marco Lapegna –
Laboratorio di Programmazione
2. La Macchina di Von Neumann

Dalla scorsa lezione

Algoritmo: procedimento non ambiguo che in un numero finito di passi risolve un problema (o una classe di problemi)

il **Flow Chart:** Un primo esempio di linguaggio per la descrizione degli algoritmi:

il **cambio della ruota** e la **preparazione della torta**: esempi di problemi "quotidiani" risolti con un algoritmo:

Capacita' di un **esecutore di algoritmi:**

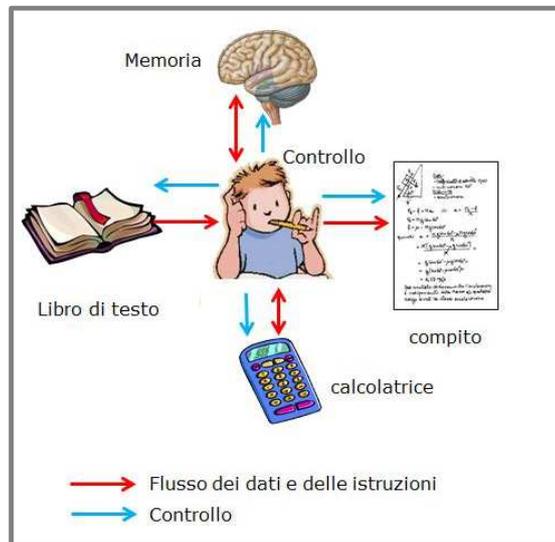
- interagire con l'esterno,
- immagazzinare informazioni (dati e istruzioni),
- effettuare operazioni logiche e aritmetiche,
- interpretare ed eseguire istruzioni

Uomo come esecutore di algoritmi

Un UOMO
e' un esempio di
esecutore di algoritmi

Esso e' infatti capace di

- Leggere da un libro e scrivere su un quaderno (interazione con l'esterno)
- Effettuare calcoli a mente o con un semplici strumenti (capacita' logico / aritmetica)
- Ricordare dati e istruzioni (capacita' di immagazzinare informazioni)
- Interpretare ed eseguire le istruzioni (capacita' di controllo)



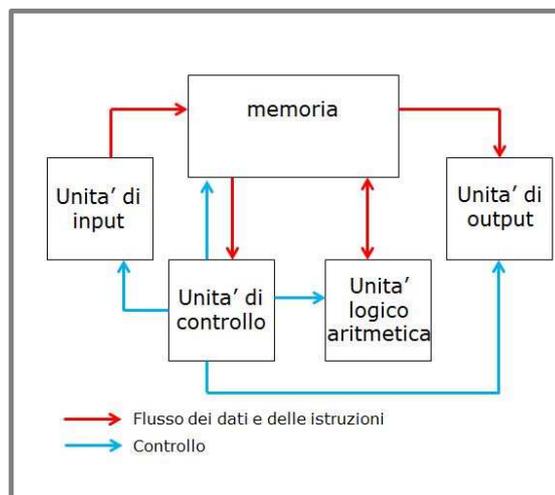
Schema uomo

La Macchina di Von Neumann

In maniera del tutto analoga
funziona un calcolatore

Lo schema fu messo a punto da
John von Neumann

Matematico ungherese del XX sec.
emigrato in america nel 1933



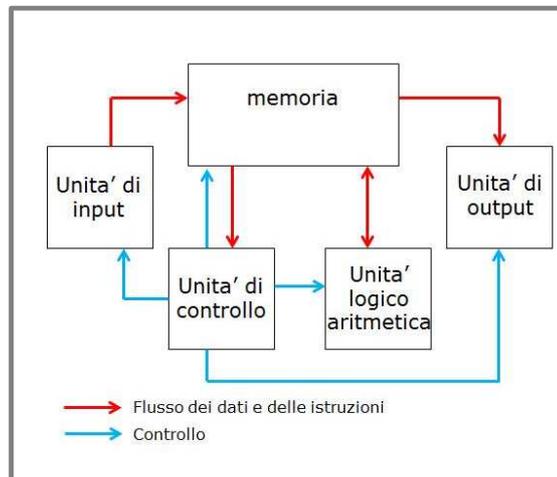
La macchina di Von Neumann

La Macchina di Von Neumann

I componenti fondamentali della macchina di Von Neumann sono:

- La Memoria
- L'Unità di Controllo
- L'Unità logico aritmetica
- Le unità di Input e Output

(CPU = unità di controllo +
unità logico aritmetica)



La Macchina di Von Neumann

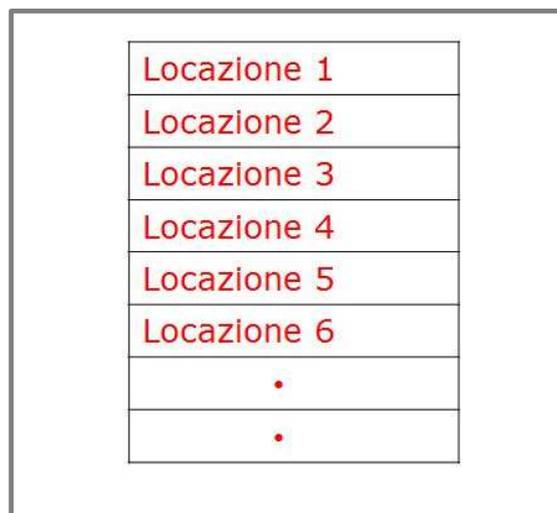
La memoria

La **memoria**
è il dispositivo per

immagazzinare informazioni
(dati e istruzioni)

È organizzata logicamente
come una lista di

LOCAZIONI DI MEMORIA
(o celle di memoria)



rappresentazione della memoria
suddivisa in locazioni

Le locazioni di memoria

Dal punto di vista tecnologico e' facile realizzare dispositivi capaci di memorizzare due stati

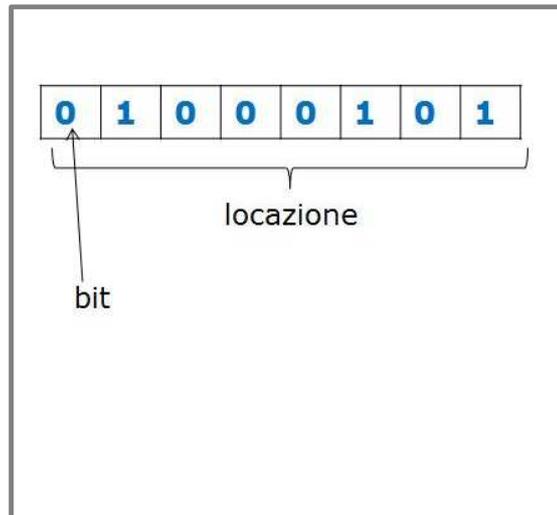
Per tale motivo ciascuna locazione e' composta da un insieme di componenti elementari, ciascuno dei quali capaci di rappresentare

0 oppure 1

cioe'
una cifra binaria

anche detta

BIT
(contrazione di Binary digIT)



Un esempio di locazione di memoria a 8 bit

Gli indirizzi

Per poter accedere rapidamente ai dati presenti in memoria, le locazioni sono univocamente individuate da un

INDIRIZZO

Per tale motivo la locazione e' la minima quantita' di memoria a cui si puo' accedere



Gli indirizzi delle locazioni di memoria

Nella prima fase dell'era informatica moderna (anni '50 del XX sec.)
ogni azienda strutturava le locazioni di memoria
con un numero di bit differente dalle altre

Conseguenza:

grandi problemi di portabilita' delle applicazioni da un calcolatore ad un altro

Ben presto sorse l'esigenza di
uniformare la dimensione delle locazione di memoria

Oggi la dimensione comune delle locazioni di memoria di tutti i calcolatori e'

8 bit cioe' 1 Byte

Con una sola locazione e' possibile
memorizzare una quantita' di
informazione molto piccola per le
esigenze concrete

Ad esempio con 8 bit e' possibile memorizzare

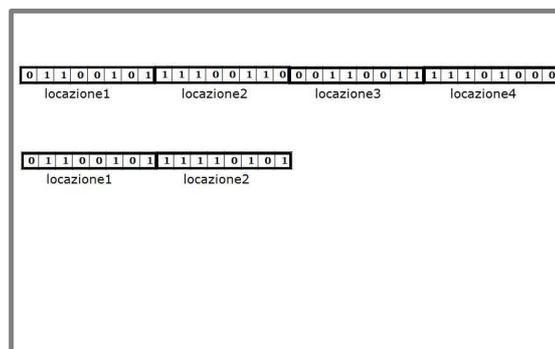
- Un numero intero (con segno) minore di 128
- Una lettera dell'alfabeto o un carattere

Per tale motivo le locazioni sono
raggruppate in

PAROLE o WORD

Tipicamente oggi i calcolatori hanno parole di

- 32 bit (cioe' 4 locazioni)
- 64 bit (cioe' 8 locazioni)



Alcuni esempi di parole a 4 e 2 locazioni

Sulle locazioni di memoria e' possibile effettuare due tipi di operazioni:

LETTURA

- Consiste nel prelevare un dato dalla memoria (ad esempio per utilizzarlo in una somma)
- L'operazione e' conservativa (il dato rimane nella locazione di memoria)

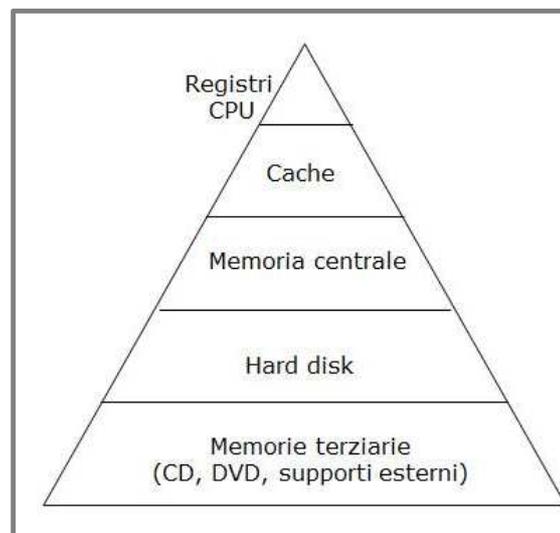
SCRITTURA

- Consiste nel mettere un dato in una locazione di memoria (ad esempio per memorizzare un dato di input)
- L'operazione e' distruttiva (un eventuale dato gia' presente si perde)

Da un punto di visto logico,
qualunque dispositivo capace
di memorizzare dati o istruzioni
e' una memoria

Dal punto di vista pratico
in un calcolatore esistono
diversi tipi di memoria,
con caratteristiche e funzioni diverse

Gerarchia di memoria



Gerarchia di memoria in un calcolatore

Gerarchia della memoria

Le principali caratteristiche che differenziano le varie memoria sono

Il tempo di accesso e la dimensione

Memorie di alto livello

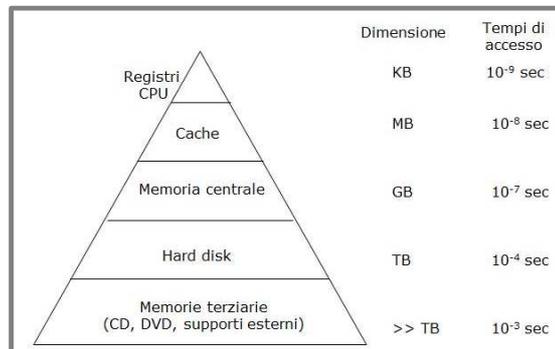
(mem. Centrale e cache):

- Veloci (pochi ns) e piccole (MB - GB)
- Adatte a fornire dati alla CPU ad una adeguata velocità
- Utilizzate solo dai programmi in esecuzione

Memorie di basso livello

(hard disk e altri supporti):

- Lente (alcuni ms) e grandi (>> TB)
- Adatte a conservare grandi quantità di dati e programmi in maniera permanente
- Utilizzate per conservare dati e programmi non utilizzati dalla CPU in quel momento



Dimensioni e tempi di accesso dei livelli di memoria

Il costo della memoria

Il costo della memoria è proporzionale a

$$N \cdot V \text{ o equivalentemente } N / T$$

Dove:

- N è la dimensione in byte
- V è la velocità
- T è il tempo di accesso

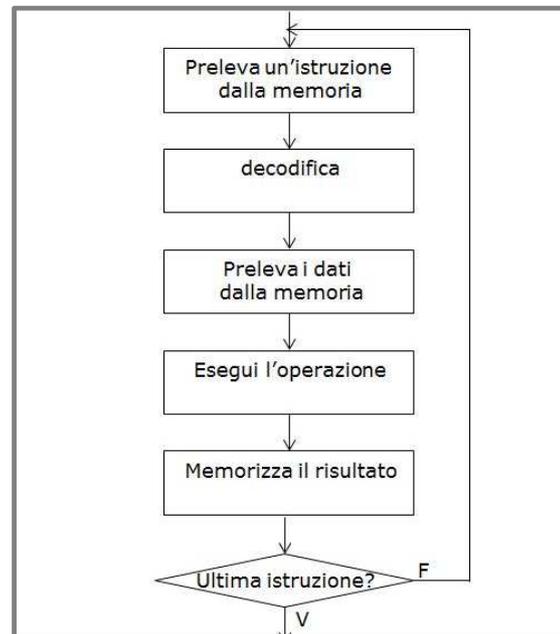


Un volantino pubblicitario
con indicazione dei livelli di memoria

Unita' di controllo

E' una componente della CPU ed e' l'unita' che coordina tutte le attivita' del calcolatore

- Preleva dalla memoria le istruzioni (fetch)
- Le interpreta (decode)
- Preleva i dati dalla memoria (load)
- Esegui l'istruzione (execute)
- Memorizza il risultato (store)
- Determina la successiva istruzione da eseguire



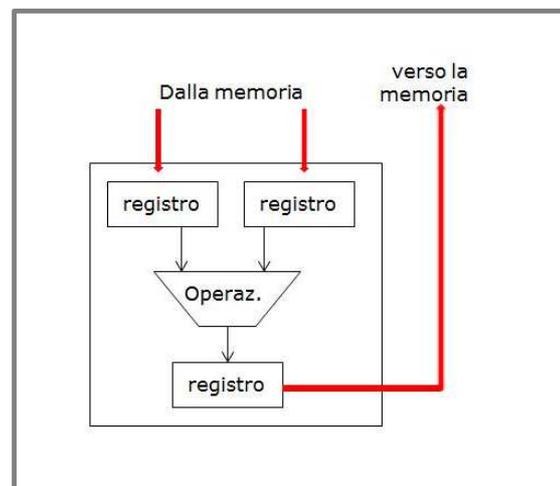
Un possibile, semplice algoritmo alla base dell'unita' di controllo

Unita' logico aritmetica

E' una componente della CPU ed e' l'unita' che esegue le **operazioni logiche ed aritmetiche**,

eseguendo i comandi provenienti dall'unita' di controllo

I dati provenienti dalla memoria sono depositati in appositi registri della CPU per una veloce elaborazione nel caso in cui servissero piu' volte



Schema di unita' logico aritmetica

Unita' di Controllo
+
Unita' logico aritmetica
=
CPU

(Central Processing Unit)

Caratteristica principale della CPU:
Numero di azioni (istruzioni o operazioni)
esguita nell'unita' di tempo

Unita' di misura
Hz (hertz) = 1/sec

Es. 1 GHz = circa 10^9 istruzioni al sec.



• Senza Sistema Operativo • **Processore Intel® Core™ i7-4770 (8M Cache, up to 3.90 GHz)** • RAM 4GB • Disco Fisso 1TB • Scheda Video Intel HD • Masterizzatore DVD • 1 VGA, 8 USB 2.0 • Rete LAN 10/100/1000 Mbps • Tastiera e mouse ottico

Un volantino pubblicitario
con indicazione della velocita' operativa della CPU

Sono le interfacce del calcolatore con il
mondo esterno

- Consente l'interazione con l'uomo (video, tastiera, stampante, mouse)
- Consente l'accesso alle reti
- Si preoccupa di convertire i dati in formato binario
- Trasferisce dati da e per la memoria



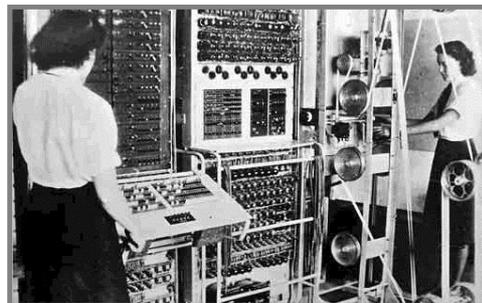
• Senza Sistema Operativo • **Processore Intel® Core™ i7-4770 (8M Cache, up to 3.90 GHz)** • RAM 4GB • Disco Fisso 1TB • Scheda Video Intel HD • Masterizzatore DVD • 1 VGA, 8 USB 2.0 • Rete LAN 10/100/1000 Mbps • Tastiera e mouse ottico

Un volantino pubblicitario
con indicazione delle unita' di I/O

- **La macchina di Von Neumann:** modello dell'organizzazione e delle componenti di un calcolatore
- **La memoria:** organizzata in locazioni di memoria
- **L'unità di controllo:** decodifica ed esegue le istruzioni
- **L'unità logico aritmetica:** esegue le operazioni aritmetico-logiche
- **Le unità di Input Output:** interfaccia con il mondo esterno

Alan Turing (1912 – 1954)

- Matematico inglese, e' considerato uno dei padri dell'informatica
- Nel 1936 formalizzo' il concetto di algoritmo e di macchina programmabile (la Macchina di Turing) nell'articolo "On computable numbers"
- Durante la guerra sviluppa l'algoritmo che ha permesso di decifrare i messaggi in codice dei tedeschi utilizzando il Colossus considerato uno di primi calcolatori programmabili.
- Negli anni '50 pone le basi dell'Intelligenza Artificiale, e sui suoi lavori sono basati i primi programmi per giocare a scacchi, a dama e per dimostrare teoremi
- In sua memoria e' intitolato il Premio Turing, considerato il premio Nobel per l'informatica



Il Colossus (courtesy of Computer History Museum)



Alan Turing