

INFORMATICA

Ing. **Guglielmo Cola**

Dip. Ingegneria dell'Informazione, Università di Pisa

Email: g.col@iet.unipi.it



Obiettivo didattico

- Diventare utilizzatori *consapevoli* degli strumenti messi a disposizione dalle tecnologie dell'informazione e della comunicazione

Programma

- Programma di massima (50 ore)
 - Introduzione alla scienza e alla tecnologia dell'informazione
 - Modello e architettura dei calcolatori
 - Tecniche di codifica dell'informazione
 - Il sistema operativo
 - Reti di calcolatori e sicurezza della comunicazione

Materiale



L. Mari, G. Buonanno, D. Sciuto
"Informatica e cultura dell'informazione"
(seconda edizione)
McGraw-Hill ©, 2013

- Materiale del corso disponibile all'indirizzo:
www.iet.unipi.it/g.colala/
- Registro delle lezioni:
unimap.unipi.it/registri/dettregistriNEW.php?re=3312722::::&ri=13163

Il concetto di informazione

- Informazione = dati + istruzioni
 - Insieme di
 - Dati su cui operare (unità di informazione)
 - Istruzioni con cui elaborare tali dati
- Esempio: "1+2"
 - Sono entità di informazione i numeri **1** e **2** e l'operatore **+**

Elaborazione di informazione

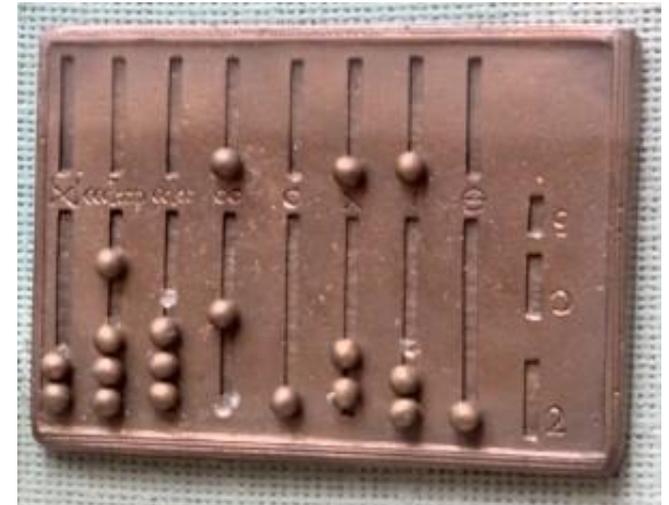
- Ogni essere umano elabora e comunica quotidianamente informazione
 - Per gestire informazione si opera su dati mediante istruzioni
 - L'elaborazione di informazione permette di risolvere problemi del mondo fisico in modo più pratico ed efficiente
 - Nella maggior parte dei casi questo avviene senza l'utilizzo di strumenti sofisticati
- In alcuni casi il problema da risolvere può avere un'elevata complessità e/o richiedere rapidità di esecuzione
 - Servono strumenti avanzati di elaborazione

Prospettiva dell'utente

- Una tecnologia di successo produce strumenti utilizzabili anche da chi non conosce i dettagli di funzionamento, grazie alla presenza di un'interfaccia ben progettata
- Un sistema ben progettato permette un apprendimento di tipo "top-down" (dall'*alto* verso il *basso*)
 - Sono offerti diversi livelli di astrazione, applicando il concetto di *information hiding*
 - Il livello più alto permette di utilizzare la macchina senza conoscere i livelli inferiori
 - Per un uso più consapevole, si può scendere al livello desiderato "partendo dall'alto"

Evoluzione degli strumenti

- Strumenti di supporto alla memorizzazione dell'informazione
 - Scrittura
 - Abaco
 - ...



Evoluzione degli strumenti

Primi strumenti di supporto all'elaborazione: le calcolatrici meccaniche (primi prototipi nel XVII secolo)

- L'utente deve fornire i dati, le istruzioni sono parte dello strumento stesso
- L'utente deve scomporre operazioni complesse in operazioni elementari che la macchina è in grado di effettuare
 - Es: $x + y + z \Rightarrow (x + y) + z$

Evoluzione degli strumenti

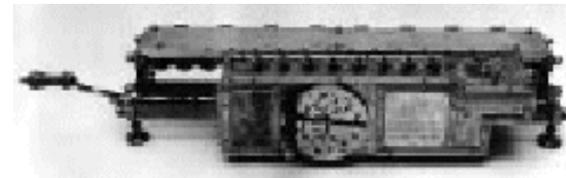
- **Blaise Pascal (1623-1662)**

- Dispositivo meccanico (ingranaggi azionati da una manovella) per l'esecuzione di somme e sottrazioni



- **Gottfried Wilhelm von Leibniz (1646-1716)**

- Introduce anche moltiplicazioni e divisioni (calcolatrice a quattro funzioni)



Evoluzione degli strumenti

- **Charles Babbage (1791-1871)**
 - Prototipo di macchina programmabile "analytical engine"
 - Dati e istruzioni codificati in schede perforate
 - Utilizzo di "istruzioni di controllo" per cambiare il flusso di esecuzione in base ai risultati intermedi
 - Nasce il ruolo del programmatore: **Ada Augusta Lovelace**
 - Si rileva troppo complesso da realizzare per la tecnologia del tempo

Evoluzione degli strumenti

L'evoluzione verso una macchina programmabile richiedeva la possibilità di memorizzare sia un insieme di dati che un insieme di istruzioni, e di prevedere istruzioni di controllo per modificare il flusso di esecuzione in base ai risultati intermedi

- Primi prototipi nel XIX secolo, input e output su schede perforate. Troppo complessi da realizzare per la tecnologia del tempo

Evoluzione degli strumenti

Il periodo bellico portò un forte impulso allo sviluppo dei calcolatori per esigenze di calcolo balistico e di crittoanalisi

- **Konrad Zuse** (Germania, anni '30 e '40)
 - Realizza macchine calcolatrici automatiche basate su relè elettromagnetici
 - Distrutte dal bombardamento di Berlino del 1944
- **Howard Aiken** (Harvard, anni '40)
 - Riprende il lavoro di Babbage e lo implementa sfruttando la tecnologia dei relè elettromagnetici. Nel 1944 completa il Mark I:
 - Un'istruzione eseguita ogni 6 secondi
 - Input e output da/su nastro di carta perforato

I primi calcolatori elettronici

Negli anni '40 si sviluppa una nuova tecnologia: le valvole termoioniche (vacuum tubes), che rendono obsoleto il relè elettromagnetico

- **Colossus** (UK, 1943)
 - Primo calcolatore digitale elettronico
 - Progettato dal matematico Max Newmann, ispirato da concetti di Turing
 - Usato per decifrare messaggi tedeschi
 - Segreto militare, non contribuisce allo sviluppo del settore

- **ENIAC** (Mauchley ed Eckert – USA, 1946)
 - Electronic Numerical Integrator And Computer
 - Composto da 18 000 valvole e 1500 relè per un peso complessivo di 30 tonnellate e un consumo di 140 kW

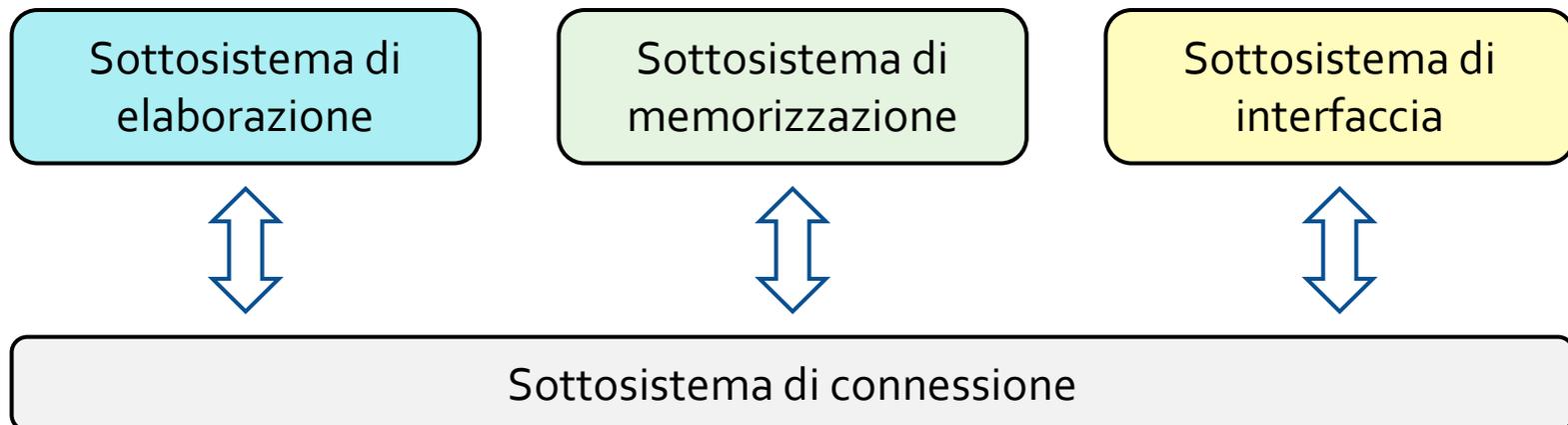
Il concetto di macchina programmabile

- **Alan Turing** (Cambridge, anni '30 e '40)
 - Considerato uno dei padri della scienza informatica, della moderna crittoanalisi e dell'intelligenza artificiale
 - Contribuisce alla concettualizzazione del moderno calcolatore e allo sviluppo del primo calcolatore digitale
- **John Von Neumann** (Princeton, anni '30 e '40)
 - Collabora con il gruppo che porta alla realizzazione di ENIAC
 - Due intuizioni fondamentali
 - Utilizzare l'aritmetica binaria
 - Architettura di Von Neumann
 - Queste intuizioni portano alla realizzazione del successore di ENIAC, **EDVAC** (1949), elettronico, digitale e programmabile

Architettura di Von Neumann

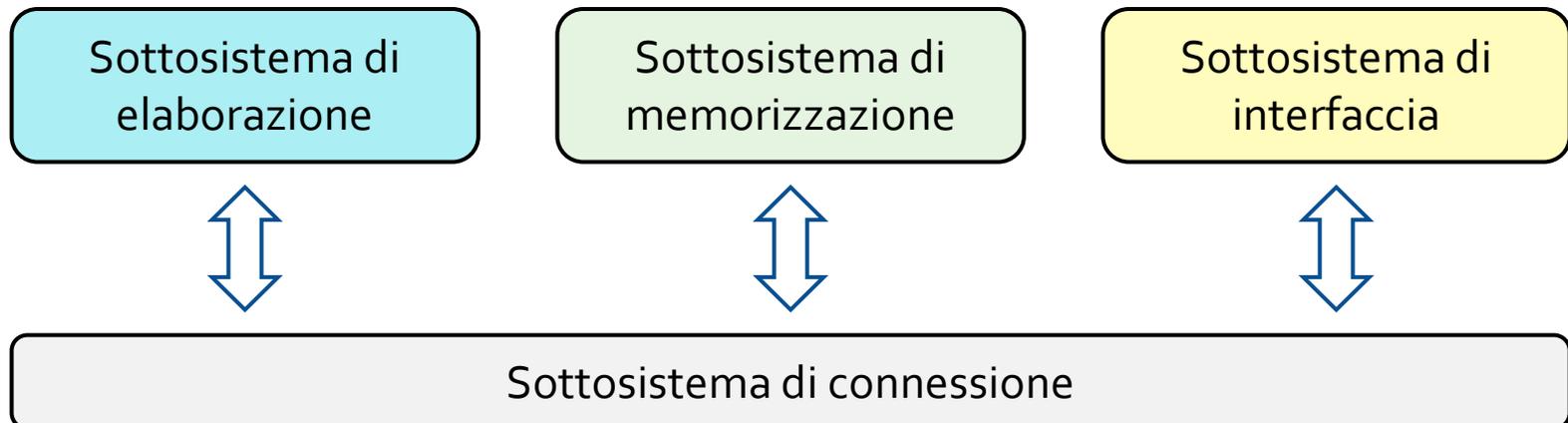
Come *strutturare* un dispositivo in grado di elaborare informazioni sulla base di un *programma* fornito dall'utente (dispositivo "general purpose")

- "Architettura di von Neumann"
 - Architettura alla base dei moderni calcolatori
 - Ipotesi fondamentale: dati e istruzioni codificati in uno stesso formato, quindi possono essere memorizzati usando un unico dispositivo
 - Basato su quattro sottosistemi:



Architettura di Von Neumann

- L'elaborazione consiste nell'esecuzione di istruzioni che operano sui dati, essendo entrambi letti (e scritti) in memoria
- La memoria permette la memorizzazione di dati e istruzioni; è organizzata in unità elementari, il cui numero totale caratterizza la capacità della memoria stessa
- L'interfaccia permette l'interazione del calcolatore con l'ambiente esterno



Architettura di Von Neumann

L'aspetto fondamentale della macchina di von Neumann consiste nel fatto che dati e istruzioni sono memorizzati nella stessa struttura fisica

- Il programma non è più "cablato" nella macchina, ma "memorizzato"
- Il programma non è più nella componente hardware, ma software
- Questo rende questi sistemi estremamente versatili, e *programmabili* in senso proprio
 - Nasce il concetto di sistemi informatici come hardware + software
 - Si sviluppa la disciplina dell'algoritmica, ossia la ricerca di un algoritmo per la risoluzione di un problema applicativo
 - Ricerca di una soluzione e attuazione della stessa sono entità distinte

Transistor e circuiti integrati

- **John Bardeen, Walter Brattain e William Shockley** inventano il transistor nei Bell Labs (1948)
 - Nel giro di 10 anni rivoluziona la ricerca sui calcolatori
 - Alla fine degli anni '50 i calcolatori a valvole sono già obsoleti
- Primi esempi di computer "personali"
 - Olivetti Programma 101 (**Pier Giorgio Perotto**, 1964)
- Sviluppo della tecnologia d'integrazione:
 - Più transistor integrati sullo stesso pezzo di silicio (chip)
 - Possibilità di realizzare calcolatori più piccoli, più veloci e meno costosi dei loro predecessori
 - Primo microprocessore integrato (Intel 4004, progettato da **Federico Faggin**, 1971)



Personal computer

A partire dalla fine degli anni settanta iniziano a diffondersi i "personal computer"

- Apple II (1977)
 - Già assemblato, primo grande successo commerciale
 - La "killer app" è Visicalc



```
C11 (L) TOTAL C1
25
```

	A	B	C	D
1	ITEM	NO.	UNIT	COST
1	MUCK RAKE	42	12.95	556.85
1	BUZZ CUT	100	1.61	161.00
1	TOE TONER	2500	4.95	12487.50
1	EYE SNUFF	2	4.95	9.90
			SUBTOTAL	13155.50
			9.75% TAX	1282.66
			TOTAL	14438.16

Personal computer

- IBM 5150 (1981)
 - Basato su CPU Intel
 - IBM diventa lo standard "de facto" dei personal computer
 - Architettura aperta, si diffondono "cloni" IBM compatibili
 - Accordo con Microsoft per il Sistema operativo (MS-DOS)



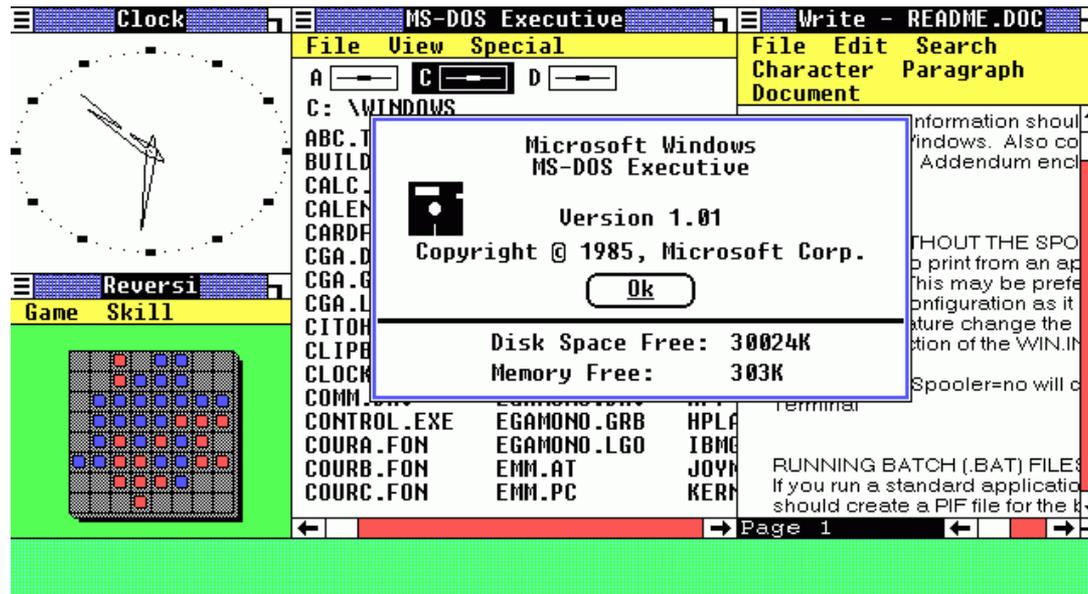
Personal computer

- Macintosh 128 (1984)
 - Interfaccia grafica e mouse
 - Floppy disk
 - Design ergonomico



Personal computer

- Microsoft Windows (1985)
 - Interfaccia grafica anche su sistemi IBM compatibili
 - Inizialmente estensione grafica di MS-DOS



Sistemi informatici

La confluenza di due insiemi di conoscenze inizialmente distinte, le tecnologie dell'informazione e le tecnologie delle telecomunicazioni hanno permesso la realizzazione delle cosiddette tecnologie dell'informazione e delle telecomunicazioni (ICT)

- Il calcolatore da sistema di calcolo è diventato lo strumento d'elezione per l'elaborazione e la trasmissione dell'informazione
- La manifestazione più importante del successo delle ICT è la diffusione di Internet

Interazione uomo-macchina

- L'interazione uomo macchina, in generale, avviene mediante l'invio di un comando per ottenere che venga svolta una determinata funzione
 - Es. "calcola 2+2"
- Il calcolatore soddisfa la richiesta mediante due attività svolte in successione:
 - Controlla di essere in grado di interpretare il comando, cioè di riconoscere il comando come corretto e corrispondente a un'azione che è in grado di eseguire
 - Se il controllo ha dato esito positivo, esegue l'azione associata al comando e, quando richiesto, presenta il risultato all'utente

Interazione uomo-macchina

Un comando può essere inserito in vari modi (digitandolo con la tastiera, utilizzando un'interfaccia grafica – GUI – con mouse o interazione touch)

- Una comunicazione semplice e intuitiva è efficiente fintanto che il contenuto della comunicazione stessa è semplice

La comunicazione con il calcolatore

Utente e calcolatore hanno bisogno di un linguaggio comune con cui comunicare. Potremmo pensare di utilizzare un linguaggio "ricco" e "naturale" come l'italiano o l'inglese:

- Vantaggi:

- Lingua semanticamente ricca, posso esprimere concetti complessi e astratti
- Lingua nota all'utente

- Svantaggi:

- Rischio di ambiguità
- Lingua complessa da insegnare/imparare

La comunicazione con il calcolatore

Esempio:

- Se la condizione A è vera esegui l'istruzione B e poi l'istruzione C

L'istruzione C viene eseguita solo se A è vera, o in ogni caso?

Linguaggio di programmazione

Occorre un linguaggio che permetta di comunicare comandi senza ambiguità e in modo efficiente

- Semantica limitata
- Sintassi semplice, con poche e predeterminate regole di costruzione

Questa "rigidità" ha ragioni di natura comunicazionale (non tecnologica): nasce dall'esigenza di precisione e correttezza nella comunicazione

Linguaggio macchina

La CPU è in grado di eseguire solo un set di *istruzioni elementari*

- Un'istruzione tipicamente permette di ottenere dei dati di output a partire da dei dati di input, applicando una *funzione*
- Funzioni più complesse possono essere ottenute previa scomposizione nelle istruzioni (funzioni) elementari
- In questo modo, i set di istruzioni elementari dei calcolatori elettronici permettono di risolvere qualunque problema "naturalmente calcolabile" (ossia che ha un risultato calcolabile)

Linguaggio macchina

Questo set di istruzioni elementari rappresenta il *linguaggio macchina* del calcolatore (*assembly*)

- È considerato il linguaggio di programmazione di livello "più basso"
- Non richiede nessuna "traduzione" per essere "capito" dalla macchina
- È difficile e poco efficace da utilizzare per un essere umano per realizzare applicazioni complesse

Linguaggio di programmazione

Si può alleviare questo problema di "comunicazione" ricorrendo a un **linguaggio di programmazione** di "alto livello"

- È di più semplice utilizzo per gli esseri umani
- Viene poi tradotto mediante un programma (compilatore o interprete) in linguaggio macchina
- Esempi di linguaggi:
 - Fortran (anni '50)
 - C (1972-1973)
 - C++ (1985)
 - Python (1990)
 - Java (1996)
 - ...

Linguaggio di programmazione

Come risolvere l'esempio di prima:

- Se la condizione A è vera esegui l'istruzione B e poi l'istruzione C

In linguaggio C/C++:

```
if (A) {  
    B;  
}  
C;
```

Se è vero A esegui B; in ogni caso poi esegui C.

```
if (A) {  
    B;  
    C;  
}
```

Se è vero A esegui sia B sia C.

Calcolatori: strumenti di calcolo?

Nonostante il nome, l'oggetto dell'elaborazione non sono solo numeri:

- Elaborazione di testi, immagini, musica...
- Un problema non numerico può essere ricondotto a un problema numerico usando un'opportuna rappresentazione

Calcolatori: strumenti di calcolo?

Un testo può essere rappresentato con una codifica numerica (es. ASCII – American Standard Code for Information Interchange)

- Carattere "spazio" rappresentato come 32
- 'A' → 65, 'B' → 66...
- 'a' → 97, 'b' → 98..

Il testo "ciao mondo" è rappresentato dalla sequenza di numeri:

99 105 97 111 32 109 111 110 100 111

Calcolatori: strumenti di calcolo?

A questo punto un problema del tipo:

- *Scrivi l'iniziale di ogni parola in maiuscolo*

... è stato ridotto a un problema di calcolo numerico

Calcolatori: strumenti di calcolo?

Se utilizziamo un linguaggio di alto livello, è possibile che sia previsto un unico comando con cui posso risolvere il problema

- Esempio: con il comando `uppercase_first_letter("ciao mondo")` ottengo la stringa di testo "Ciao Mondo"

Altrimenti il programmatore deve scomporre il problema in sotto-problemi più semplici:

- Identifica le parole da cui è costituita la frase
 - Corrisponde a identificare le sotto-sequenze di caratteri separate dal carattere spazio (32)
- Per ogni parola, metti il primo carattere in maiuscolo
 - Per ogni sotto-sequenza trovata, bisogna sottrarre 32 al primo elemento della sotto-sequenza