

**Lezione I**  
**Ma 27 Sett. 2005**

**Introduzione**

# Le prime domande

- ❑ Che cos'è un elaboratore (computer)
- ❑ Che cos'è un programma
- ❑ Che cos'è la programmazione
- ❑ Che cos'è un algoritmo

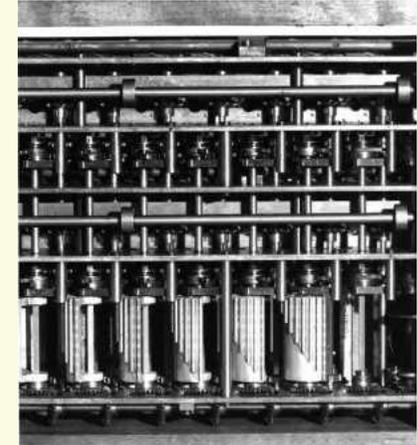
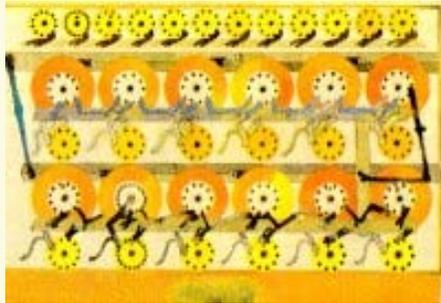
# Cos'è un computer?



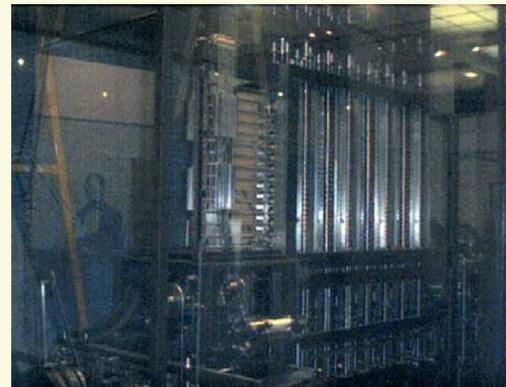
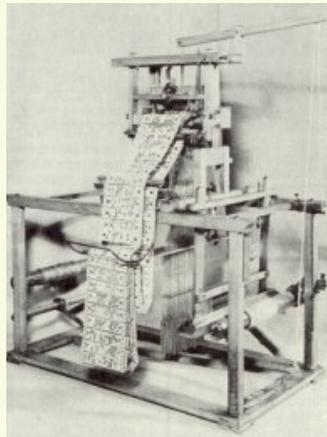
# Un po' di storia



- 1600 - L'idea di usare dispositivi meccanici per svolgere calcoli in modo automatico risale al '600 (Pascal, Leibniz)



- 1800 - Nell'Ottocento vengono realizzati telai Jacquard, pianole, macchina di Babbage (macchina analitica)



# Un po' di storia

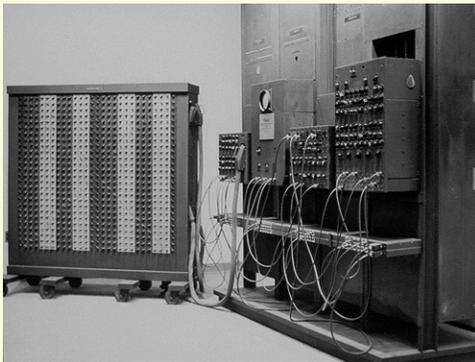
- ❑ 1896 – Viene fondata la “Tabulating Machine Company” (poi IBM) che produce sistemi meccanografici a schede
- ❑ 1930-40 - Vengono realizzate le prime macchine elettromeccaniche di grandi dimensioni (Zuse in Germania, Harvard Mark I)



1939 – Mark 1 – Harvard Univ.

Tecnologia: rele' elettromagnetici

- ❑ 1946 - Nel '46 entra in servizio l'ENIAC (Electronic Numeric Integrator And Computer), elaboratore a valvole termoioniche e a programma filato (Pennsylvania University)



1946 – ENIAC Univ. Pennsylvania

Tecnologia: valvole termoioniche

I Generazione

# Un po' di storia

- ❑ 1950 - Negli anni '50 vengono realizzate le prime macchine a programma memorizzato (von Neumann: EDVAC, IAS Princeton)



1949 – EDVAC Univ. Pennsylvania

Tecnologia: valvole termoioniche

Programma memorizzato: 1024  
words

# Evoluzione tecnica

## ❑ 1959 - Philco Corporation - Transac S2000

- Tecnologia: Transistor
- II Generazione

## ❑ 1964 - IBM 360

- Mainframe: computer molto grande e costoso capace di servire centinaia di utenti simultaneamente
- Tecnologia: Circuiti integrati
- III Generazione



A large-scale, high speed, all transistorized, electronic data processing system.

**STORAGE:**

Memory Capacity—a basic core memory unit of 4,096 words expandable to 65,536 words in steps of 4,096 words.

Magnetic Drum capacity is 32,768 words (262,144 alpha-numeric characters). Up to 256 drums allowed.

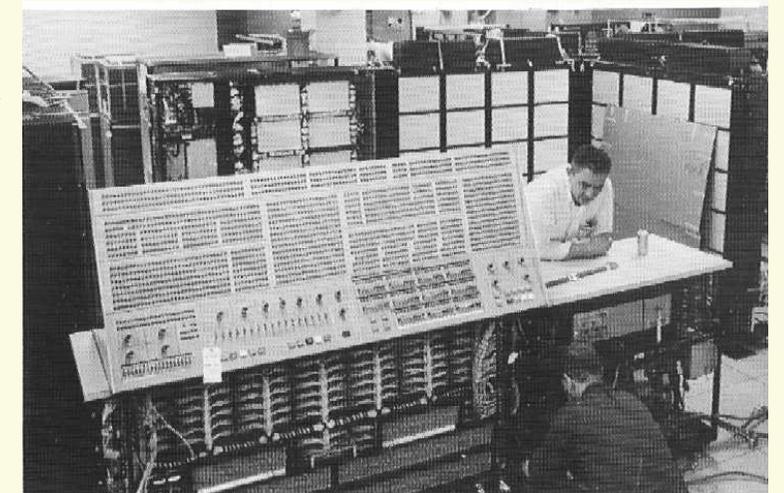
**INPUT/OUTPUT:**

Magnetic Tape, Punched Paper Tape (5, 6, 7 or 8-channel), Punched Cards (80 column), High Speed Printer (Off-line).

**PRICES:**

Monthly rental—\$30,000.

Purchase price—\$1,450,000.



# Evoluzione tecnica

- 1970 – Digital PDP11
  - Minicomputer: prezzo e prestazioni intermedie; decine di utenti



- 1975 – MITS Altair 8800
  - Tecnologia: a microprocessore
  - 2 MHz Intel 8080
  - IV Generazione
  - Microcomputer: di costo abbastanza limitato da poter essere acquistato e utilizzato da un singolo utente; occupa generalmente poco spazio



# Evoluzione tecnica

- ❑ 1981 – IBM PC
- ❑ Personal Computer
  
- ❑ 1984 – Apple Macintosh
- Interfaccia grafica



## Apple Macintosh (1984)



© Apple Inc.

The early Mac team members (1979) consisted of Jeff Raskin, Brian Howard, Marc LeBrun, Burrell Smith, Joanna Hoffman and Bud Tribble.

Released in January of 1984, the Macintosh was the first affordable computer to include a Graphical User Interface (GUI). It was built around the new Motorola 68000 chip, which was significantly faster than previous processors, running at 8 MHz. The Mac came in a small beige case with a black and white monitor built in. It came with a keyboard and mouse, and had a floppy drive that took 400k 3.5" disks—the first personal computer to do so.

© M. Rautenberg, TU/e

47

# Sviluppo teorico

- ❑ Parallelamente allo sviluppo della tecnologia, matematici e logici mostrano come importanti classi di problemi possano essere risolti per via numerica
- ❑ 1936 - **A. M. Turing** pubblica l'articolo: *On computable numbers with an application to the Entscheidungsproblem* che mostra come sia concepibile una macchina universale (detta poi macchina di Turing) in grado di calcolare tutto quello che e' calcolabile
- ❑ 1948 – C.E. Shannon. La teoria dell'informazione mostra come fenomeni continui possano essere descritti in modo preciso in forma discreta attraverso il campionamento e la quantizzazione
- ❑ La teoria mostra anche che esistono problemi non risolvibili per *via algoritmica* (non decidibili) e problemi ardui (NP-completi) non risolvibili in pratica per la mancanza di algoritmi efficienti

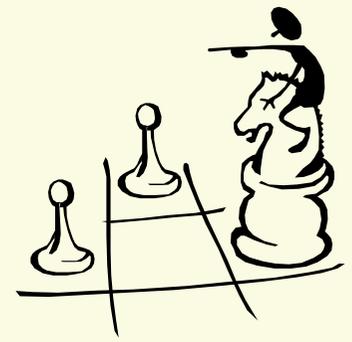


# Cos'è un computer?



- ❑ Oggi si usano quotidianamente computer
  - lavoro
  - svago
- ❑ Sul lavoro, i computer sono ottimi per svolgere
  - operazioni ripetitive o noiose, come effettuare calcoli o impaginare testi
  - operazioni complicate e veloci, come controllare macchine utensili
- ❑ Nel gioco, i computer sono ottimi per coinvolgere al massimo l'utente-giocatore, perché possono riprodurre con estremo realismo suoni e sequenze di immagini
- ❑ In realtà, tutto questo non è merito propriamente del computer, ma dei *programmi* che vengono eseguiti

# Cos'è un programma?



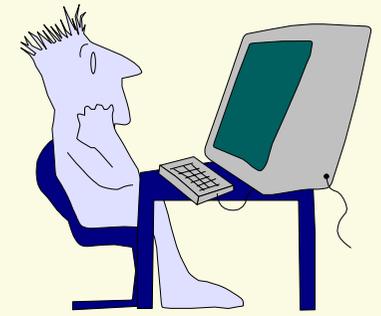
- ❑ Un computer è in generale una macchina che
  - *memorizza dati* (numeri, parole, immagini, suoni...)
  - *interagisce con dispositivi* (schermo, tastiera, mouse...)
  - *esegue programmi*
- ❑ Ogni programma svolge una diversa funzione, anche complessa
  - impaginare testi o giocare a scacchi
- ❑ I programmi sono
  - *sequenze di istruzioni che il computer esegue*
  - *decisioni che il computer prende* per svolgere una certa attività



# Cos'è un programma?

- ❑ Nonostante i programmi siano molto sofisticati e svolgano funzioni molto complesse, le istruzioni di cui sono composti sono *molto elementari*, ad esempio
  - estrarre un numero da una posizione della memoria
  - sommare due numeri
  - inviare la lettera **A** alla stampante (**istruzione**)
  - disegnare un punto rosso in una data posizione dello schermo
  - se un dato è negativo, proseguire il programma da una certa istruzione anziché dalla successiva (*decisione*)

# Cos'è un programma?



- ❑ L'*elevato numero* di istruzioni presenti in un programma e la loro esecuzione ad *alta velocità* garantisce l'impressione di un'interazione fluida che viene percepita dall'utente
- ❑ Il computer, in conclusione, è una macchina estremamente *versatile* e *flessibile*, caratteristiche che gli sono conferite dai molteplici programmi che vi possono essere eseguiti, ciascuno dei quali consente di svolgere una determinata attività

# Cos'è la programmazione?



- ❑ Un programma descrive al computer, in estremo dettaglio, la sequenza di passi necessari per svolgere un particolare compito
- ❑ L'attività di *progettare e realizzare un programma* è detta *programmazione*
- ❑ **Scopo di questo corso è fornire la competenza per scrivere programmi (semplici) usando il linguaggio di programmazione Java**

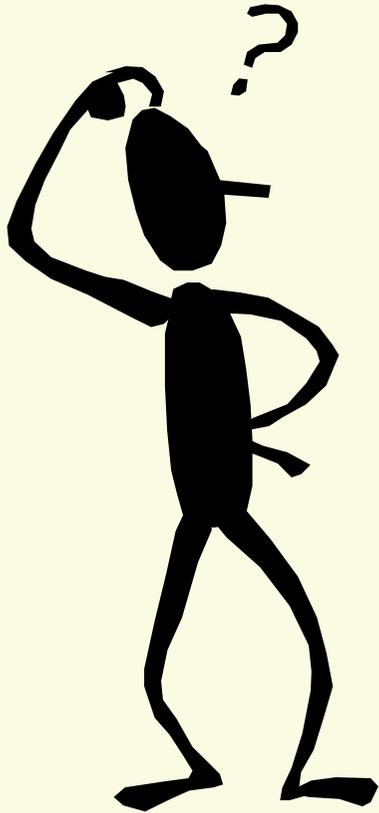


# Cos'è la programmazione?

- ❑ *Usare* un computer *non* richiede alcuna attività di programmazione
  - così come per guidare un automobile non è necessario essere un meccanico
- ❑ Al contrario, un *informatico professionista* solitamente svolge un'intensa attività di programmazione, anche se la programmazione non è l'unica competenza che deve avere
- ❑ La programmazione è una parte importante dell'informatica



# Cos'è un algoritmo?



# Cos'è un algoritmo?



- ❑ Quale tipo di problemi è possibile risolvere con un computer?
  - Dato un insieme di fotografie di paesaggi, qual è il paesaggio *più rilassante*?
  - Avendo depositato ventimila euro in un conto bancario che produce il 5% di interessi all'anno, capitalizzati annualmente, quanti anni occorrono affinché il saldo del conto arrivi al doppio della cifra iniziale?
- ❑ Il primo problema non può essere risolto dal computer. **Perché?**

# Cos'è un algoritmo?

- ❑ Il primo problema non può essere risolto dal computer perché non esiste una *definizione* di **paesaggio rilassante** che possa essere usata per confrontare *in modo univoco* due paesaggi diversi (**problema ambiguo**).
- ❑ *Un computer può risolvere soltanto problemi che potrebbero essere risolti anche manualmente*
  - **è solo molto più veloce, non si annoia, non fa errori**
- ❑ Il secondo problema è certamente risolvibile manualmente, facendo un po' di calcoli...

# Cos'è un algoritmo?

- ❑ Si dice *algoritmo* la *descrizione* di un metodo di soluzione di un problema che
  - **sia eseguibile**
  - **sia priva di ambiguità**
  - **arrivi a una conclusione in un tempo finito**
- ❑ *Un computer può risolvere soltanto quei problemi per i quali sia noto un algoritmo*

# Un esempio di algoritmo

- ❑ **Problema:** Avendo depositato ventimila euro in un conto bancario che produce il 5% di interessi all'anno, versati annualmente, quanti anni occorrono affinché il saldo del conto arrivi al doppio della cifra iniziale?
- ❑ **Algoritmo:**
  - 1 L'anno attuale è 0 e il saldo attuale è 20000 €
  - 2 Ripetere i successivi passi 3 e 4 finché il saldo è minore di 40000 €, poi passare al punto 5
  - 3 Aggiungere 1 al valore dell'anno attuale
  - 4 Il nuovo saldo è il valore del saldo attuale moltiplicato per 1.05 (cioè aggiungiamo il 5%)
  - 5 Il risultato è il valore dell'anno attuale

# Un esempio di algoritmo

## □ Il metodo di soluzione proposto

- **non è ambiguo**, perché fornisce precise istruzioni su cosa bisogna fare a ogni passaggio e su quale deve essere il passaggio successivo
- **è eseguibile**, perché ciascun passaggio può essere eseguito concretamente (se, ad esempio, il metodo di soluzione dicesse che il tasso di interesse da usare al punto 4 è variabile in dipendenza da fattori economici futuri, il metodo non sarebbe eseguibile...)
- **arriva a conclusione in un tempo finito**, perché ad ogni passo il saldo aumenta di almeno mille euro, quindi al massimo in 20 passi arriva al termine

# Altro esempio di algoritmo

- **Problema:** determinare i numeri primi inferiori a  $n$  ( $n > 2$ )
- **Algoritmo:** **CRIVELLO DI ERATOSTENE (196 A.C.)**
- A** Elencare i numeri da 2 a  $n$  in ordine crescente, sia  $k = 2$
- B** Se  $k * k$  è superiore a  $n$  l'algoritmo è finito (eseguire il passo **F**)
- C** Altrimenti cancellare dall'elenco tutti i multipli di  $k$
- D** Scegliere il successivo a  $k$  fra i numeri non cancellati e assegnarlo a  $k$
- E** Ripetere dal passo B
- F** I numeri primi sono quelli che non sono stati cancellati

sia  $n = 11$

**A:** 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11,  $k = 2$

**B:**  $k * k = 4 < n$       **C:** 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11      **D:**  $k = 3$

**B:**  $k * k = 9 < n$       **C:** 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11      **D:**  $k = 5$

**B:**  $k * k = 25 > n$       **F:** 2 3 5 7 11

# A cosa servono gli algoritmi?

- ❑ L'identificazione di un algoritmo è un requisito indispensabile per risolvere un problema con il computer
- ❑ La scrittura di un programma per risolvere un problema con il computer consiste, in genere, nella traduzione di un algoritmo in un qualche *linguaggio di programmazione*
- ❑ **Prima di scrivere un programma, è necessario individuare e descrivere un algoritmo!**

**Lezione II**  
**Me 28 Sett. 2005**

**Architettura di un  
elaboratore**

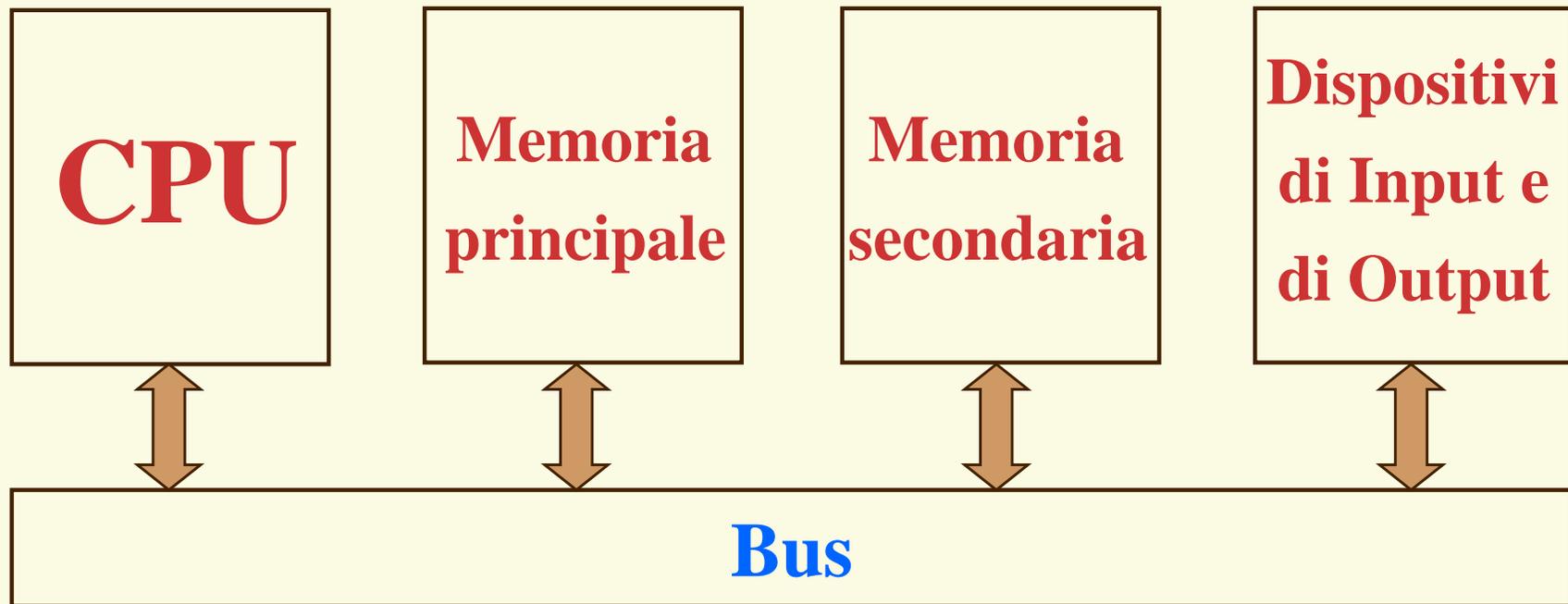
# Il modello di von Neumann

# Il modello di von Neumann

- ❑ Nel 1945-46 Johann **von Neumann** elaborò un modello teorico dell'architettura di un elaboratore che è tuttora valido e molto utilizzato (EDVAC, *Electronic Discrete Variable Automatic Computer*)
- ❑ La grande maggioranza degli elaboratori odierni ha un'architettura che può essere ricondotta al modello di von Neumann (più o meno facilmente)
  - le eccezioni più importanti sono alcune macchine ad elaborazione parallela
- ❑ Il modello è importante in quanto schematizza in modo **omogeneo** situazioni diverse
  - lo presentiamo in una versione un po' modificata

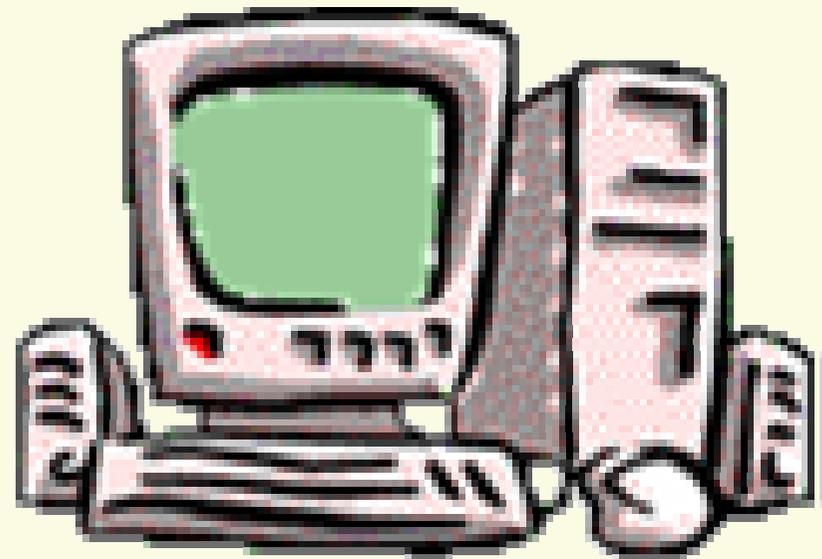
# Il modello di von Neumann

- L'architettura di von Neumann è composta da **quattro blocchi** comunicanti tra loro per mezzo di un **bus**, un canale di scambio di informazioni



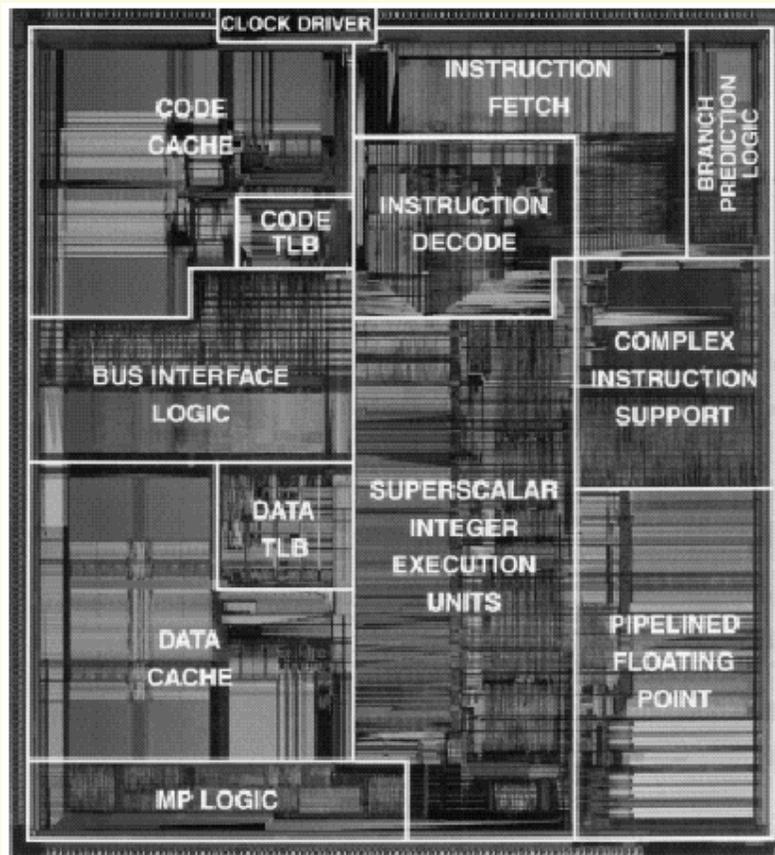
# L'architettura di un computer

- ❑ Per capire i meccanismi di base della programmazione è necessario conoscere gli **elementi hardware** che costituiscono un computer
- ❑ Prendiamo in esame il *Personal Computer* (PC), ma anche i computer più potenti hanno un'**architettura** molto simile



# Unità di elaborazione centrale

- ❑ L'unità centrale di elaborazione (**CPU**, *Central Processing Unit*) è il cuore del computer
  - individua ed esegue le istruzioni del programma



- effettua elaborazioni aritmetiche e logiche con la sua unità logico-aritmetica (**ALU**, *Arithmetic-Logic Unit*)
- reperisce i dati dalla memoria esterna e da altri dispositivi periferici e ve li rispedisce dopo averli elaborati
- è costituita da uno o più *chip* (microprocessori)

# L'unità centrale di elaborazione

- ❑ Dal punto di vista logico, la CPU (Central Processing Unit) è costituita da tre parti principali
  - l'unità logico-aritmetica (ALU)
  - l'unità di controllo, che ne governa il funzionamento
  - un insieme limitato di *registri*, che sono locazioni di memoria ad accesso molto veloce per la memorizzazione temporanea dei dati
- ❑ Il funzionamento della CPU è *ciclico* e il periodo di tale ciclo viene scandito dall'orologio di sistema (*clock*), la cui *frequenza* costituisce una delle caratteristiche tecniche più importanti della CPU (es. 3 GHz, 3 miliardi di cicli al secondo)



# Ciclo di funzionamento della CPU

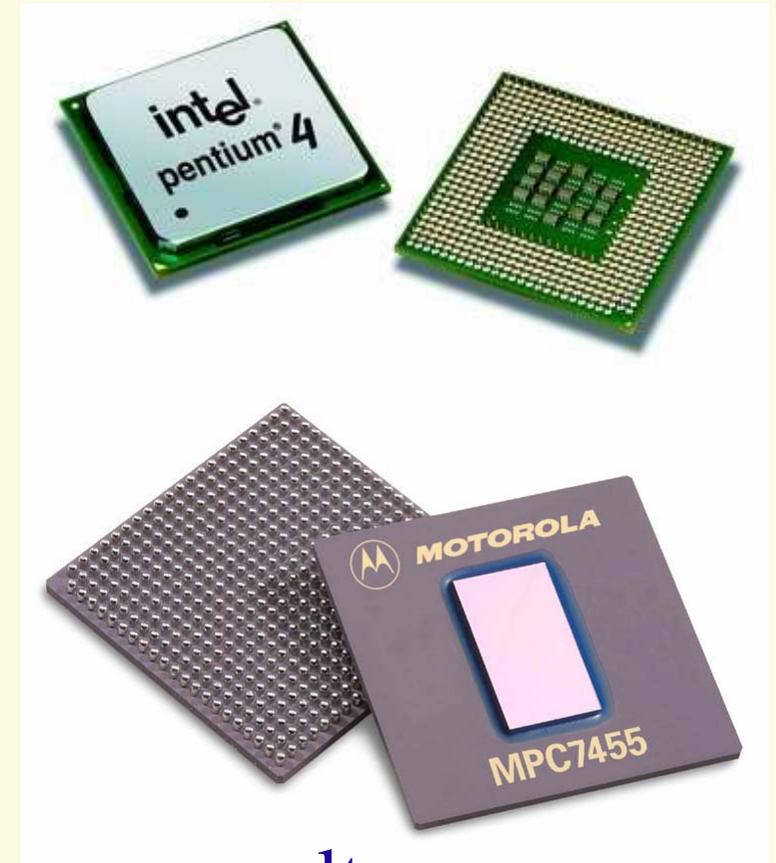
- Ogni ciclo di funzionamento è composto da tre fasi
  - **accesso (fetch)**: lettura dalla memoria centrale dell'istruzione da eseguire e sua memorizzazione nel *Registro Istruzione*
    - **Incremento del Contatore di programma (Program Counter)**
  - **decodifica (decode)**: decodifica dell'istruzione da eseguire
  - **esecuzione (execute)**: esecuzione dell'istruzione

Si parla di ciclo *fetch-decode-execute*

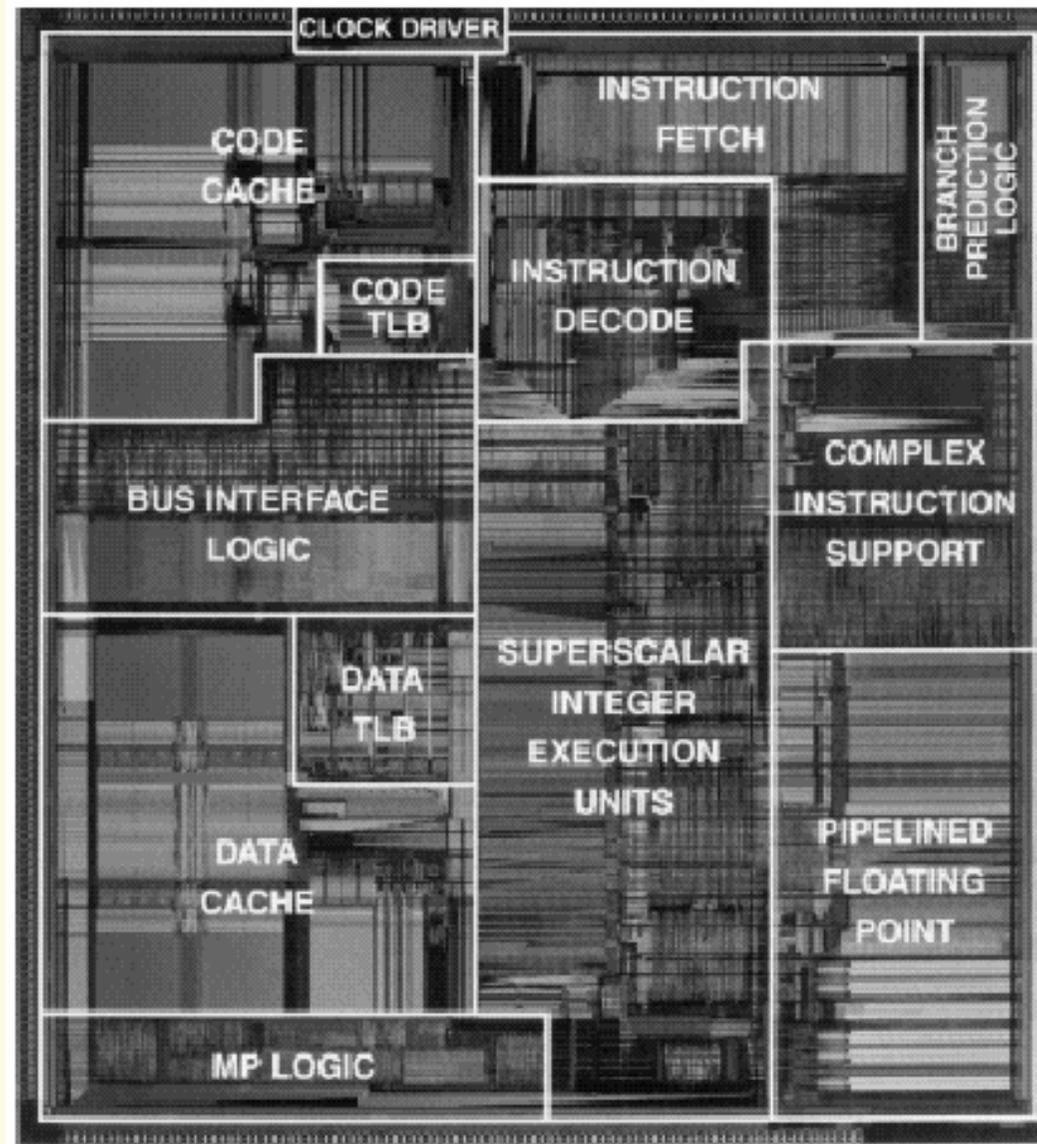
- L'indirizzo in memoria centrale dell'istruzione a cui si accede durante la fase di *fetch* è contenuta in un registro speciale detto *contatore di programma* (*program counter*, PC)
  - viene incrementato di un'unità a ogni ciclo, in modo da *eseguire istruzioni in sequenza*

# Il chip della CPU

- ❑ Un chip, o *circuito integrato*, è un componente elettronico con connettori metallici esterni (*pin*) e collegamenti interni (*wire*), costituito principalmente di silicio e alloggiato in un contenitore plastico o ceramico (*package*)
- ❑ I collegamenti interni di un chip sono molto complicati; ad esempio, il chip Pentium 4 di Intel è costituito da circa **50 milioni di transistori** tra loro interconnessi



# Unità Centrale di Elaborazione



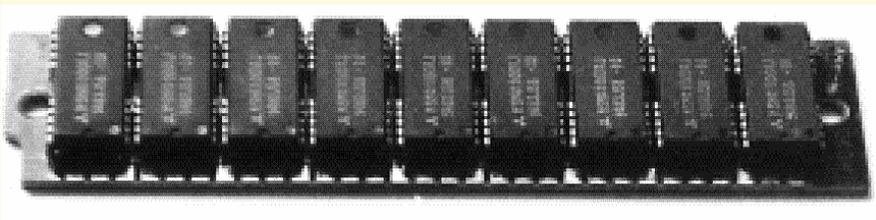
# La memoria del computer

- ❑ La memoria serve a *immagazzinare* **dati** e **programmi** all'interno del computer
- ❑ È suddivisa in *celle* o locazioni di memoria, ognuna delle quali ha un *indirizzo* (*numero progressivo*)
- ❑ Ogni cella contiene un numero predefinito di *bit*, solitamente uguale a otto
  - bit è un dato elementare che può assumere due valori, *convenzionalmente* chiamati **zero** e **uno**
  - un insieme di otto bit si chiama *byte* ed è l'unità di misura della capacità di memoria (es. 512 MByte)
- ❑ Ci sono due tipi di memoria
  - **primaria** e **secondaria**



# La memoria primaria

- ❑ La memoria *primaria* è **veloce** ma **costosa**
- ❑ È costituita da **chip di memoria** realizzati con la stessa tecnologia (al silicio) utilizzata per la CPU
  - memoria *di sola lettura* (**ROM**, *Read-Only Memory*)
  - memoria ad accesso casuale (**RAM**, *Random Access Memory*)
    - dovrebbe chiamarsi memoria *di lettura e scrittura*, perché in realtà anche la ROM è ad accesso casuale, mentre ciò che le distingue è la possibilità di scrivervi
    - **accesso casuale** significa che *il tempo per accedere ad un dato non dipende dalla sua posizione nella memoria*

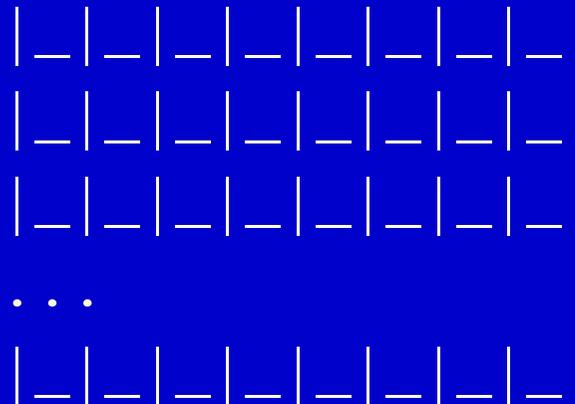


# Indirizzo di una cella di memoria

- ❑ A ciascuna cella di memoria e' associato un numero progressivo a partire da zero, generalmente espresso in formato esadecimale.
- ❑ Questo numero e' detto *indirizzo* della cella di memoria

Indirizzo a 16 bit (esadecimale)      Cella di memoria a 8 bit (byte)

\$ 0000  
\$ 0001  
\$ 0002  
...  
\$ FFFF



Esempio di Memoria Primaria organizzata a byte  
con indirizzo a 16 bit ( $2^{16} = 65\,356$  celle)  
 $2^{16} = 2^6 * 2^{10} = 64 \text{ kByte}$  ( $2^{10} = 1024 = 1 \text{ kByte}$ )

# La memoria ROM

## □ ROM: memoria di sola lettura

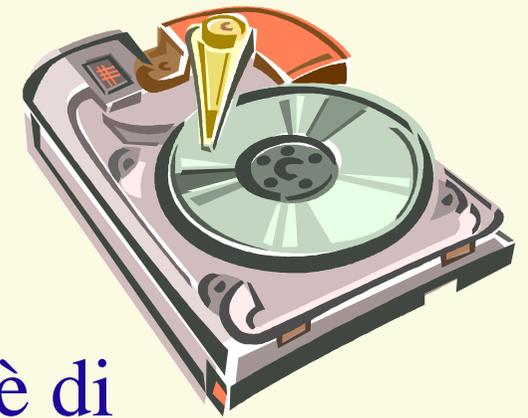
- conserva i dati ed i programmi memorizzati anche quando il computer viene spento
  - è una memoria *non volatile*
- contiene i programmi necessari all'avvio del computer, programmi che devono essere *sempre disponibili*
  - nei PC, tali programmi prendono il nome di **BIOS** (**B**asic **I**nput/**O**utput **S**ystem)

# La memoria RAM

## □ RAM: memoria ad accesso casuale

- è una memoria che consente la *lettura* e la *scrittura* dei dati e dei programmi in essa contenuti
- contiene dati in fase di modifica e programmi che devono essere sempre disponibili
- **perde i dati quando si spegne il computer** (è un supporto *volatile*)

# La memoria secondaria



- ❑ La memoria *secondaria* (o *di massa*) è di solito un **disco rigido** (o disco fisso, *hard disk*) ed è un supporto *non volatile* e *meno costoso* della memoria primaria (circa cento volte)
  - programmi e dati risiedono sul disco rigido e vengono caricati nella RAM quando necessario, per poi tornarvi aggiornati se e quando necessario
- ❑ Un disco rigido è formato da piatti rotanti rivestiti di materiale magnetico, con testine di lettura/scrittura
- ❑ Processo simile a quello dei nastri audio o video

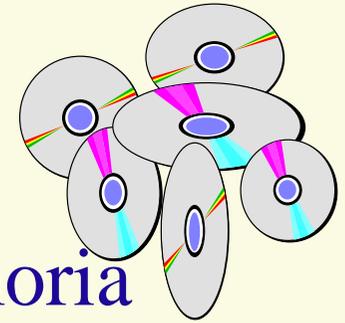
# La memoria secondaria

□ Sono molto diffusi anche altri tipi di memoria secondaria a tecnologia magnetica

- *floppy disk* (**dischetto** flessibile), di capacità limitata (1.4 Mbyte) ma con il vantaggio di poter essere agevolmente rimosso dal sistema e trasferito ad un altro sistema (dispositivo di memoria *esterno*)
- *tape* (**nastri** per dati), di capacità elevatissima, molto economici, ma molto lenti, perché *l'accesso ai dati è sequenziale* anziché casuale (bisogna avvolgere o svolgere un nastro invece che spostare la testina di lettura sulla superficie di un disco)



# La memoria secondaria



- ❑ Sono molto diffusi anche altri tipi di memoria secondaria a tecnologia *ottica*
  - **CD-ROM** (*Compact Disc Read-Only Memory*), viene letto da un dispositivo laser, esattamente come un CD audio; ha una elevata capacità ed è molto economico e affidabile; è un supporto di sola lettura, utilizzato per distribuire programmi e informazioni (750 Mbyte)
  - **CD-R** (*Compact Disc Recordable*), utilizza una tecnologia simile al CD-ROM ma può essere scritto dall'utente (una sola volta; più volte se CD-RW)
  - **DVD** (*Digital Versatile Disc*), elevatissima capacità (Gbyte)

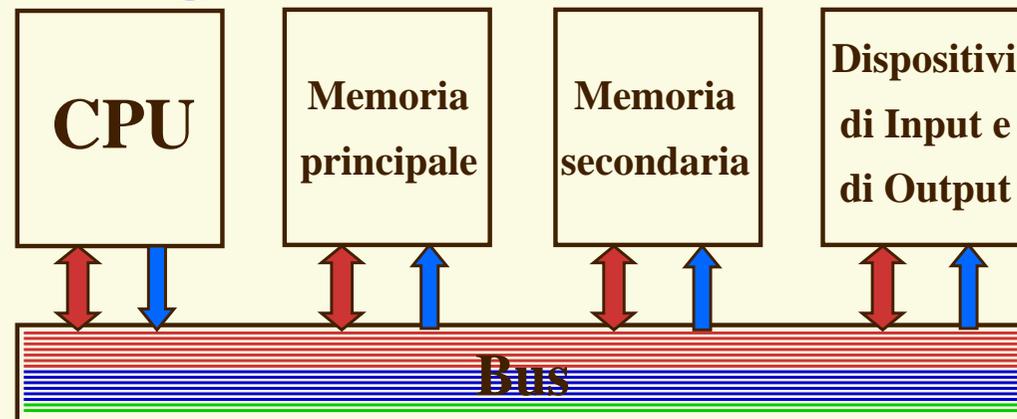


# Dispositivi periferici di interazione

- ❑ L'interazione fra l'utente umano ed il computer avviene mediante i cosiddetti *dispositivi periferici di Input/Output* (dispositivi di **I/O**)
- ❑ Tipici dispositivi di *input* sono la **tastiera**, il **mouse** (dispositivo di puntamento), il **microfono** (per impartire comandi vocali), il **joystick** (per i giochi), lo **scanner** (per la scansione digitale di documenti e immagini)
- ❑ Tipici dispositivi di *output* sono lo **schermo** (*monitor*), le **stampanti**, gli **altoparlanti**

# Il bus nel modello di von Neumann

- ❑ Il bus è in realtà costituito da tre bus distinti
  - bus dei *dati*
  - bus degli *indirizzi*
  - bus dei *segnali di controllo*
- ❑ Sul bus dei **dati** viaggiano dati **da e verso la CPU**
- ❑ Sugli altri bus viaggiano indirizzi e segnali di controllo che **provengono di norma dalla CPU**



# La scheda madre di un PC

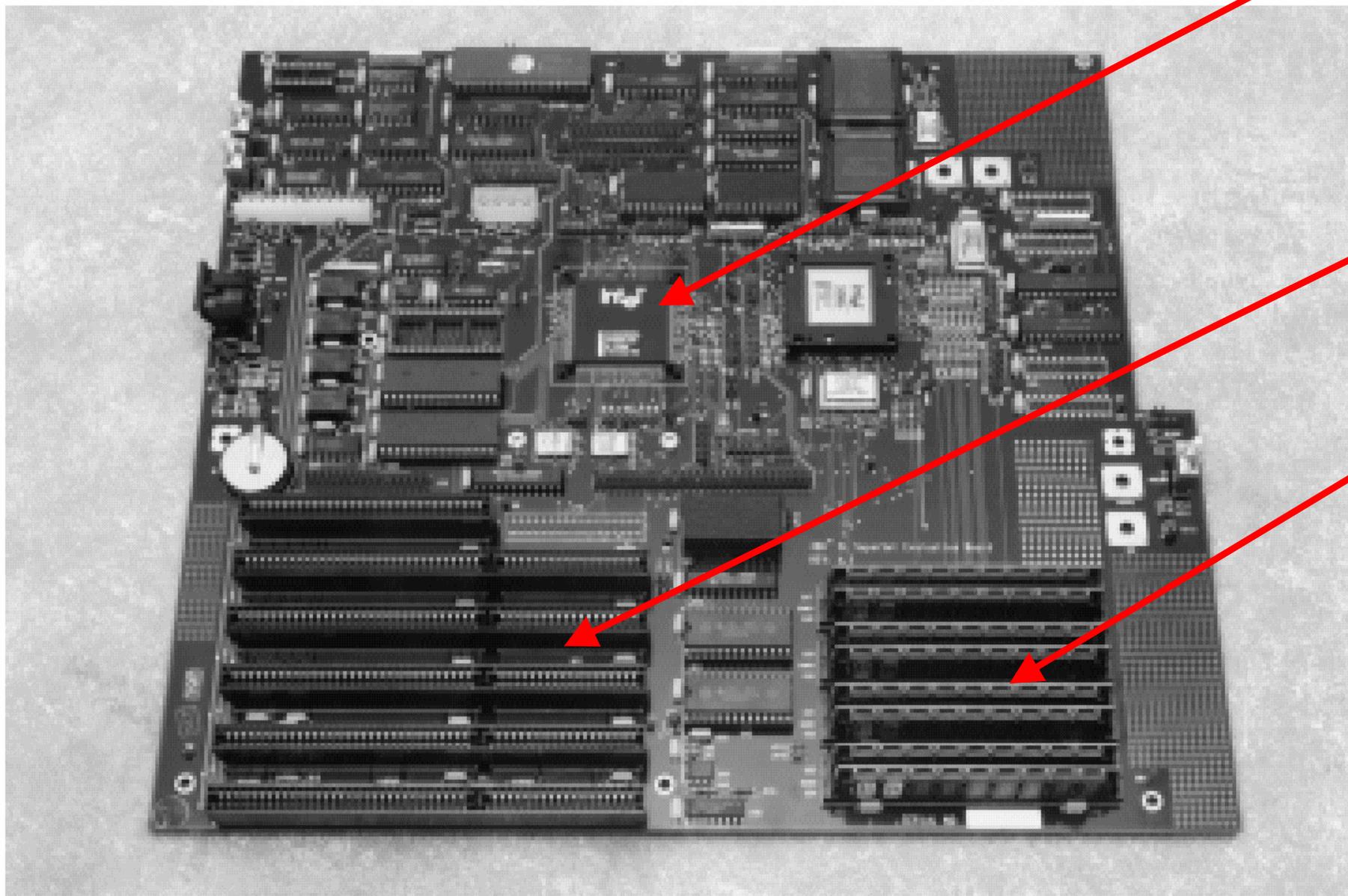
- ❑ La CPU, la memoria primaria (RAM e ROM) e i circuiti elettronici che controllano il disco rigido e altri dispositivi periferici sono interconnessi mediante un insieme di linee elettriche che formano un *bus*
- ❑ I dati transitano lungo il bus, dalla memoria e dai dispositivi periferici verso la CPU, e viceversa
- ❑ All'interno del PC si trova la *scheda madre* (*mother-board*), che contiene la CPU, la memoria primaria, il bus e gli alloggiamenti (*slot*) di espansione per il controllo delle periferiche

# La scheda madre di un PC

CPU

slot

RAM



# Programmazione in codice macchina

# Le istruzioni macchina

- ❑ Le istruzioni elementari eseguite da un computer (cioè dalla sua CPU) si chiamano *istruzioni macchina*
- ❑ L'insieme di istruzioni macchina (*instruction set*) è **specifico** di una particolare CPU: quello di un Intel Pentium è diverso da quello di un Motorola PowerPC
- ❑ Una particolare CPU è la cosiddetta *macchina virtuale Java* (JVM, *Java Virtual Machine*)
  - la JVM non è una vera CPU... ma per il momento possiamo considerarla tale...



# Le istruzioni macchina

- ❑ La codifica delle istruzioni macchina avviene sotto forma di *configurazioni di bit* conservate in memoria (che possono essere interpretate come numeri interi)
- ❑ Esempio di alcune istruzioni macchina:
  - carica in un registro il valore contenuto nella posizione di memoria \$40: *codifica: 21 40*
  - carica in un altro registro il valore 100: *cod. 16 100*
  - se il primo valore è maggiore del secondo, prosegui con l’istruzione contenuta nella posizione di memoria 240, altrimenti con l’istruzione che segue quella attuale

- *cod. 163 240*

- ❑ Le precedenti istruzioni per la JVM diventano quindi

**21 40 16 100 163 240**



# Le istruzioni macchina

- In tutte le CPU, le istruzioni macchina si possono suddividere nelle seguenti categorie (i nomi delle istruzioni sono solo degli esempi)
  - *trasferimento dati*, tra i registri e la memoria principale
    - LOAD (verso un registro), STORE (verso la memoria)
  - *operazioni aritmetiche e logiche*, eseguite dalla ALU
    - *aritmetiche*: ADD, SUB, MUL, DIV
    - *logiche*: AND, OR, NOT
  - *salti*, per alterare il flusso di esecuzione sequenziale (viene modificato il Program Counter)
    - *incondizionato* (JUMP): salta in ogni caso
    - *condizionato*: salta solo se un certo valore è zero (JZ) o se è maggiore di zero (JGZ)

# Le istruzioni macchina

- ❑ Per eseguire un programma in un computer è necessario *scrivere all'interno della memoria primaria le configurazioni di bit corrispondenti alle istruzioni macchina del programma*
- ❑ Per fare ciò è necessario conoscere tutti i codici numerici delle istruzioni macchina  
**21 40 16 100 163 240 ...**
- ❑ Questa operazione lunga e noiosa (che veniva eseguita manualmente agli albori dell'informatica) è stata presto automatizzata da *un programma in esecuzione sul computer stesso, detto **assemblatore (assembler)***

# Programmazione in linguaggio Assembly

# L'assemblatore

- ❑ Utilizzando l'assemblatore, il programmatore scrive il programma mediante dei *nomi abbreviati* (*codici mnemonici*) per le istruzioni macchina, molto più facili da ricordare

- esempio precedente per la JVM

<code>iload</code>	40
<code>bipush</code>	100
<code>if_icmpgt</code>	240

- ❑ L'uso di nomi abbreviati è assai più agevole, e il programma assemblatore si occupa poi di *tradurre* il programma in configurazioni di bit
- ❑ Tali linguaggi con codici mnemonici si dicono *linguaggi assembly* (uno diverso per ogni CPU)

# L'assemblatore

- Un'altra caratteristica molto utile dell'assemblatore è quella di poter assegnare dei *nomi* agli *indirizzi di memoria* e ai *valori numerici* e di usarli nelle istruzioni

<code>iload</code>	<code>rate</code>
<code>bipush</code>	<code>maxRate</code>
<code>if_icmpgt</code>	<code>tooMuch</code>

- In questo modo il programma è *molto più leggibile*, perché viene evidenziato il *significato* degli indirizzi di memoria e dei valori numerici
- Corrispondenza biunivoca fra insieme di istruzioni assembly e instruction set del processore

# I linguaggi assembly

- ❑ **Vantaggio:** rappresentarono un grosso passo avanti rispetto alla programmazione in linguaggio macchina
- ❑ **Problema:** occorrono *molte istruzioni* per eseguire anche le operazioni più semplici
- ❑ **Problema:** ciascuna CPU ha il proprio linguaggio Assembly quindi la sequenza di istruzioni di uno stesso programma *cambia* al cambiare della CPU
- ➔ è molto costoso scrivere programmi che possano funzionare su diverse CPU, perché praticamente bisogna riscriverli completamente

# Linguaggi di programmazione ad alto livello

# Linguaggi ad alto livello

- ❑ Negli anni '50 furono inventati i primi linguaggi di programmazione *ad alto livello*
  - **FORTRAN**: primo “vero” linguaggio
    - **BASIC, COBOL**
  - Anni '60 e '70: programmazione strutturata
    - **Pascal** (Niklaus Wirth, 1968)
    - **C** ( Brian Kernigham e Dennis Ritchie, 1970-75)
  - Anni '80 e '90, programmazione orientata agli oggetti
    - **C++** ( Bjarne Stroustrup, 1979)
    - **Java** (James Gosling e Patrick Naughton, 1991)
- ❑ Il programmatore esprime la sequenza di operazioni da compiere, senza scendere al livello di dettaglio delle istruzioni macchina

```
if (rate > 100)
    System.out.print("Troppo");
```

# Compilatore

❑ Un programma, detto *compilatore*, legge il programma in linguaggio ad alto livello e genera il corrispondente programma nel linguaggio macchina di una specifica CPU

❑ I linguaggi ad alto livello sono

*indipendenti dalla CPU*

ma il prodotto della compilazione (*codice eseguibile*), non è indipendente dalla CPU

- occorre compilare il programma con un diverso compilatore per ogni CPU sulla quale si vuole eseguire il programma stesso

# Linguaggi ad alto livello

- ❑ Esistono molti linguaggi di programmazione ad alto livello, così come esistono molte lingue
- ❑ L'esempio seguente è in linguaggio Java

```
if (rate > 100) System.out.print("Troppo");
```

e questo è l'equivalente in linguaggio Pascal

```
if rate > 100 then write ('Troppo');
```

- ❑ La sintassi di un linguaggio viene scelta dai progettisti del linguaggio stesso, come compromesso fra leggibilità, facilità di compilazione e coerenza con altri linguaggi

# Linguaggi ad alto livello

- ❑ I linguaggi di programmazione, creati dall'uomo, hanno una sintassi molto più rigida di quella dei linguaggi naturali, per agevolare il compilatore
- ❑ Il compilatore segnala gli *errori di sintassi*

```
if (rate > 100) System.out.print("Troppo");
```

e *non tenta di capire*, come farebbe un utente umano, perché sarebbe molto difficile verificare le *intuizioni* del compilatore

*meglio la segnalazione di errori!*



# Lezione III

## Introduzione al Laboratorio

ing. Roberto Valli

<http://www.adt.unipd.it/>

Giovedì 29-Sett-2005

**Lezione IV**  
**Venerdi' 30-Sett-2005**

**Il linguaggio**  
**di programmazione Java**

# Il linguaggio Java

- ❑ Nato nel 1991 in Sun Microsystems, da un gruppo di progettisti guidato da Gosling e Naughton
- ❑ Progettato per essere *semplice* e *indipendente dalla CPU* (o, come anche si dice, dall'hardware, dalla piattaforma o dall'architettura)
- ❑ Il primo prodotto del progetto Java fu un *browser*, **HotJava**, presentato nel 1994, che poteva scaricare programmi (detti *applet*) da un server ed eseguirli sul computer dell'utente, *indipendentemente* dalla sua piattaforma



# Il linguaggio Java

- Il linguaggio Java è stato adottato da moltissimi programmatori perché
  - è più *semplice* del suo diretto concorrente, C++
  - consente di *scrivere e compilare una volta ed eseguire dovunque* (cioè su tutte le piattaforme)  
“*compile once, execute everywhere*”
  - ha una *ricchissima libreria* che mette a disposizione dei programmatori un insieme vastissimo di funzionalità *standard*, indipendenti anche dal sistema operativo



# Il linguaggio Java per gli studenti

- ❑ Dato che Java non è stato progettato per la didattica
  - *non è così' semplice scrivere programmi Java molto semplici!*
- ❑ Anche per scrivere programmi molto semplici è necessario conoscere parecchi dettagli “tecnici”, un potenziale problema nelle prime lezioni
- ❑ Adotteremo lo stile didattico di *usare alcuni costrutti sintattici senza spiegarli o approfondirli*, rimandando tali fasi al seguito



# Il nostro primo programma Java

- ❑ Tradizionalmente, il primo programma che si scrive quando si impara un linguaggio di programmazione ha il compito di visualizzare sullo schermo un semplice saluto

**Hello, World!**

- ❑ Scriviamo il programma nel file  
**Hello.java**  
usando un editor di testi

# Primo programma Java

```
public class Hello
{
    public static void main(String[] args)
    {
        System.out.println("Hello, World!");
    }
}
```

Occorre fare attenzione

- il testo va inserito esattamente come è presentato
  - per il momento...
- *maiuscole e minuscole sono considerate distinte*
- il testo va inserito in un file che *deve* chiamarsi

**Hello.java**

# Il nostro primo programma Java

- ❑ A questo punto *compiliamo* il programma

```
javac Hello.java
```

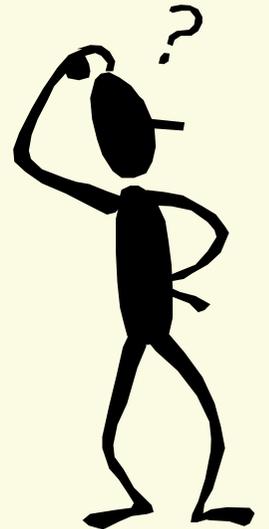
e il compilatore genera il file **Hello.class**

- ❑ Ora *eseguiamo* il programma

```
java Hello
```

ottenendo la visualizzazione del messaggio di saluto sullo schermo

```
Hello, World!
```



# Una nota stilistica

- ❑ Diversamente da altri linguaggi (es. FORTRAN) il linguaggio Java consente una *disposizione del testo a formato libero*: gli spazi e le interruzioni di riga (“andare a capo”) non sono importanti, tranne che per separare parole
- ❑ Sarebbe quindi possibile scrivere

```
public class Hello{public static void  
    main (String[] args) { System.out.  
println("Hello, World!")           ;}}
```

- ❑ Bisogna però *fare attenzione alla leggibilità!*

# Analisi del primo programma

- ❑ La prima riga

```
public class Hello
```

*definisce* una nuova *classe*, la *classe Hello*

- ❑ Le classi sono *fabbriche di oggetti* e rappresentano un concetto fondamentale in Java, che è un linguaggio di programmazione *orientato agli oggetti* (**OOP**, *Object-Oriented Programming*)
- ❑ Per il momento, consideriamo gli *oggetti* come *elementi da manipolare in un programma Java*
- ❑ Un programma (detto anche applicazione) Java è costituito da una o più classi (generalmente molte)



# Analisi del primo programma



- ❑ La *parola chiave* **public** indica che la classe **Hello** può essere utilizzata da tutti

```
public class Hello
```

- ❑ Una parola chiave è una parola riservata del linguaggio che va scritta esattamente così com'è e che non può essere usata per altri scopi
- ❑ La parola chiave **class** indica che inizia la **definizione** di una *classe*
- ❑ Ciascun *file sorgente* (parte di un programma Java) può contenere *una sola classe pubblica*, il cui nome *deve coincidere* con il nome del file

# Analisi del primo programma

- ❑ Le classi oltre a essere come fabbriche di oggetti, sono anche *contenitori di metodi*
- ❑ Un *metodo* definisce una sequenza di istruzioni o *enunciati* che *descrive come svolgere un determinato compito* (in altri linguaggi i metodi si chiamano *funzioni* o *procedure*)
- ❑ Un metodo *deve* essere inserito in una classe, quindi le classi rappresentano il contenitore per l'organizzazione dei programmi

# Analisi del primo programma

## ❑ La costruzione

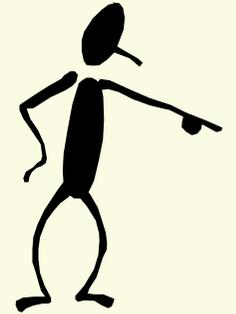
```
public static void main(String[] args)
{
    ...
}
```

definisce il metodo **main** () (*principale*)

- ❑ Un'applicazione Java *deve* avere un metodo **main()** da cui inizia l'esecuzione del programma
- ❑ Anche qui, **public** significa *utilizzabile da tutti*
- ❑ **static**, **void**, **String[] args** per intanto lasciamoli senza commento. Vedremo piu' avanti



# Programma semplice



## □ Sintassi:

```
public class NomeClasse
{
    public static void main(String[] args)
    {
        enunciati
    }
}
```

- Scopo: eseguire un programma semplice, descritto da *enunciati* e contenuto nel file *NomeClasse.java*
- Nota: la parte in **blu** viene per ora considerata una *infrastruttura necessaria*, approfondita in seguito

# Analisi del primo programma

- ❑ Gli enunciati del *corpo* di un metodo (*gli enunciati contenuti tra le parentesi graffe*) vengono eseguiti uno alla volta *nella sequenza in cui sono scritti*
- ❑ Ogni enunciato termina con il carattere  ;
- ❑ Il metodo **main()** del nostro esempio ha un solo enunciato, che visualizza una riga di testo  

```
System.out.println("Hello, World!");
```
- ❑ Ma *dove* la visualizza? Un programma può inserire testo in una finestra, scriverlo in un file o anche inviarlo ad un altro computer attraverso Internet...

# Analisi del primo programma

```
System.out.println("Hello, World!");
```

- ❑ Nel nostro caso la destinazione è l'*output standard*, una proprietà di ciascun programma che dipende dal sistema operativo del computer
- ❑ In Java, l'output standard è rappresentato da un *oggetto* di nome **out**
  - come ogni metodo, *anche gli oggetti devono essere inseriti in classi*: **out** è inserito nella classe **System** della **libreria standard**, che contiene oggetti e metodi da utilizzare per accedere alle *risorse di sistema*
  - per *usare* l'oggetto **out** della classe **System** si scrive

```
System.out
```

# Analisi del primo programma

```
System.out.println("Hello, World!");
```

- Quando si usa un oggetto, bisogna specificare *cosa* si vuol fare con l'oggetto stesso
  - in questo caso vogliamo *usare un metodo* dell'oggetto **out**, il metodo **println()**, che stampa una riga di testo
  - per *usare* il metodo **println()** dell'oggetto **System.out** si scrive 

```
System.out.println(parametri)
```
  - la coppia di parentesi tonde racchiude le informazioni necessarie per l'esecuzione del metodo (*parametri*)
- A volte il carattere *punto* significa “usa un oggetto di una classe”, altre volte “usa un metodo di un oggetto”: dipende dal contesto...



# Analisi del primo programma

```
System.out.println("Hello, World!");
```

- ❑ *System* e' una classe della libreria standard che e' una collezione di classi pronte per essere usate, fornite insieme al linguaggio Java
- ❑ *System.out* e' un oggetto della classe *System* di classe *PrintStream*
- ❑ *PrintStream* e' un'altra classe della libreria standard
- ❑ L'ambiente java fornisce una documentazione esaustiva della libreria standard
  - Javadoc in formato html
- ❑ `System.out.print()` e' un altro metodo dell'oggetto `out` che puo' essere usato a inviare una stringa a standard output
  - A differenza di `println()` non va a nuova riga



# Errori sintattici e logici

# Errori di programmazione

```
System.out.println("Hello, World!");
```

- ❑ L'attività di programmazione, come ogni altra *attività di progettazione*, è soggetta ad errori di vario tipo

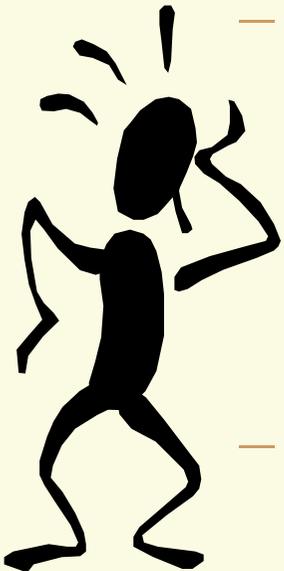
- errori di sintassi o di compilazione

```
System.aut.println("Hello, World!");
```

```
System.out.println("Hello, World!);
```

- errori logici o di esecuzione

```
System.out.println("Helll, World!");
```



# Errori di sintassi

```
System.aut.println("Hello, World!");
```

- ❑ In questo caso il compilatore riesce agevolmente ad individuare e segnalare l'errore di sintassi, perché identifica il nome di un oggetto (*simbolo*) che non è stato definito (**aut**) e sul quale non è in grado di “*decidere*”

**posizione  
(numero  
di riga)**

**posizione  
(nella riga)**

```
C:\>javac Hello.java
Hello.java:3: cannot resolve symbol
symbol   : variable aut
location: class java.lang.System
System.aut.println("Hello, World!");
          ^
1 error
```

**diagnosi**

# Errori di sintassi

virgolette  
mancanti

```
System.out.println("Hello, World!");
```

- ❑ Questo è invece un caso molto più complesso: viene giustamente segnalato il **primo errore**, una stringa non terminata, e viene evidenziato il punto dove *inizia* la stringa

```
C:\>javac Hello.java
Hello.java:3: unclosed string literal
System.out.println("Hello, World!);
                ^
Hello.java:3: ')' expected
System.out.println("Hello, World!);
                ^
2 errors
```

# Errori di sintassi

- ❑ Viene però segnalato anche un **secondo errore**
  - il compilatore *si aspetta di trovare una parentesi tonda chiusa*, in corrispondenza di quella aperta
  - *la parentesi in realtà c'è*, ma il compilatore l'ha inserita all'interno della stringa, cioè *ha prolungato la stringa fino al termine della riga*

```
C:\>javac Hello.java
Hello.java:3: unclosed string literal
System.out.println("Hello, World!);
                ^
Hello.java:3: ')' expected
System.out.println("Hello, World!);
                ^
2 errors
```

# Errori logici

manca un  
carattere

```
System.out.println("Hell, World!");
```

- ❑ Questo errore, invece, *non viene segnalato dal compilatore*, che non può sapere che cosa il programmatore abbia intenzione di far scrivere al programma sull'output standard
  - *la compilazione va a buon fine*
  - si ha un errore durante l'*esecuzione* del programma, perché viene prodotto un output **diverso** dal previsto

```
C:\>java Hello  
Hell, World!
```

# Errori logici

- ❑ Sono molto più insidiosi degli errori di sintassi
  - *il programma* viene compilato correttamente, ma *non fa quello che dovrebbe fare*
- ❑ L'eliminazione degli errori logici richiede molta *pazienza*, eseguendo il programma ed osservando con attenzione i risultati prodotti
  - *è necessario collaudare i programmi, come qualsiasi altro prodotto dell'ingegneria*
- ❑ Si usano programmi specifici (*debugger*) per trovare gli errori logici (*bug*) in un programma



# Fasi della Programmazione

# Le fasi della programmazione

- ❑ L'attività di programmazione si esegue in tre fasi
  - scrittura del programma (codice *sorgente*)
  - compilazione del codice sorgente
    - creazione del codice *eseguibile* (codice macchina)
  - esecuzione del programma
- ❑ Per scrivere il codice sorgente si usa un *editor di testo, salvando* (memorizzando) il codice in un file

**Hello.java**

# Individuare il compilatore Java

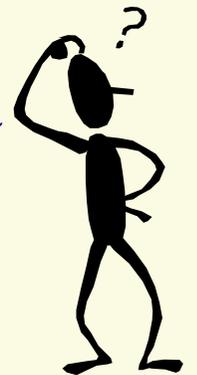
- ❑ Il modo di utilizzo del compilatore Java dipende dal sistema operativo
  - si seleziona con il mouse un'icona sullo schermo
  - si seleziona una voce in un menu di comandi
  - si compone il nome di un comando sulla tastiera
  - si utilizza un ambiente integrato per lo sviluppo software (IDE, *Integrated Development Environment*)
- ❑ Nel nostro corso useremo i comandi da tastiera del JDK (*Java Development Kit*) di Sun Microsystems

# La compilazione del sorgente

- ❑ Compilando il codice sorgente di un programma (gli enunciati in linguaggio Java) si ottiene un particolare formato di *codice eseguibile*, detto *bytecode*, che è codice macchina per la Java Virtual Machine (JVM)

**javac Hello.java genera Hello.class**

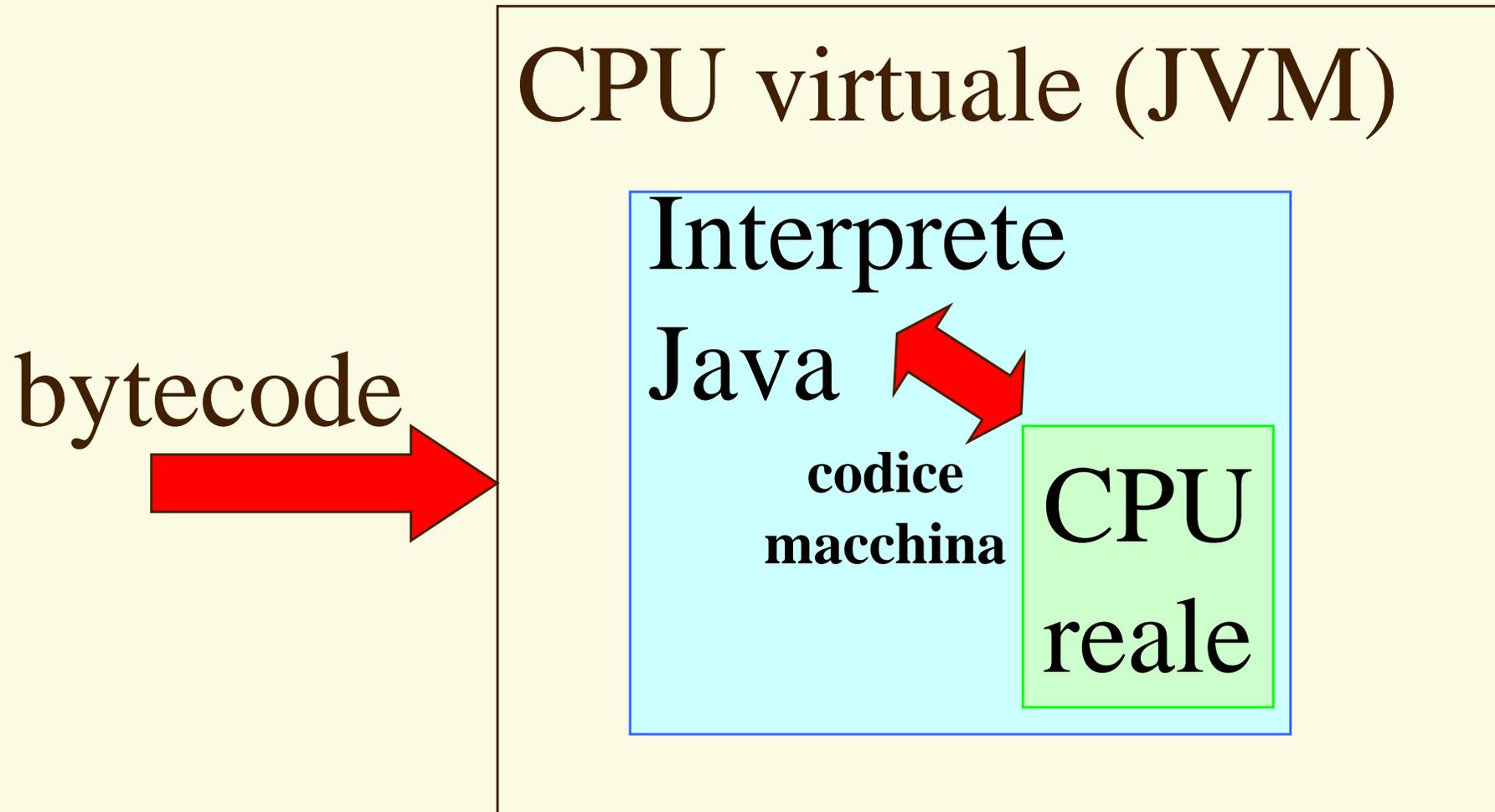
- ❑ Quindi il bytecode non è codice direttamente eseguibile dalla CPU reale, dato che la JVM non è una CPU fisica...e il bytecode è codice macchina della Java Virtual Machine



# L'esecuzione del programma

- ❑ Per *eseguire* un programma si usa l'*interprete Java*, un programma eseguibile sul computer dell'utente che
  - carica il bytecode del programma (della classe **Hello**)
  - avvia il programma eseguendo il metodo **main** di tale classe
  - carica successivamente i file di bytecode di altre classi che sono necessarie durante l'esecuzione (ad esempio, la classe **System**)
- ❑ **java Hello** scrive **Hello, World!** sullo standard output

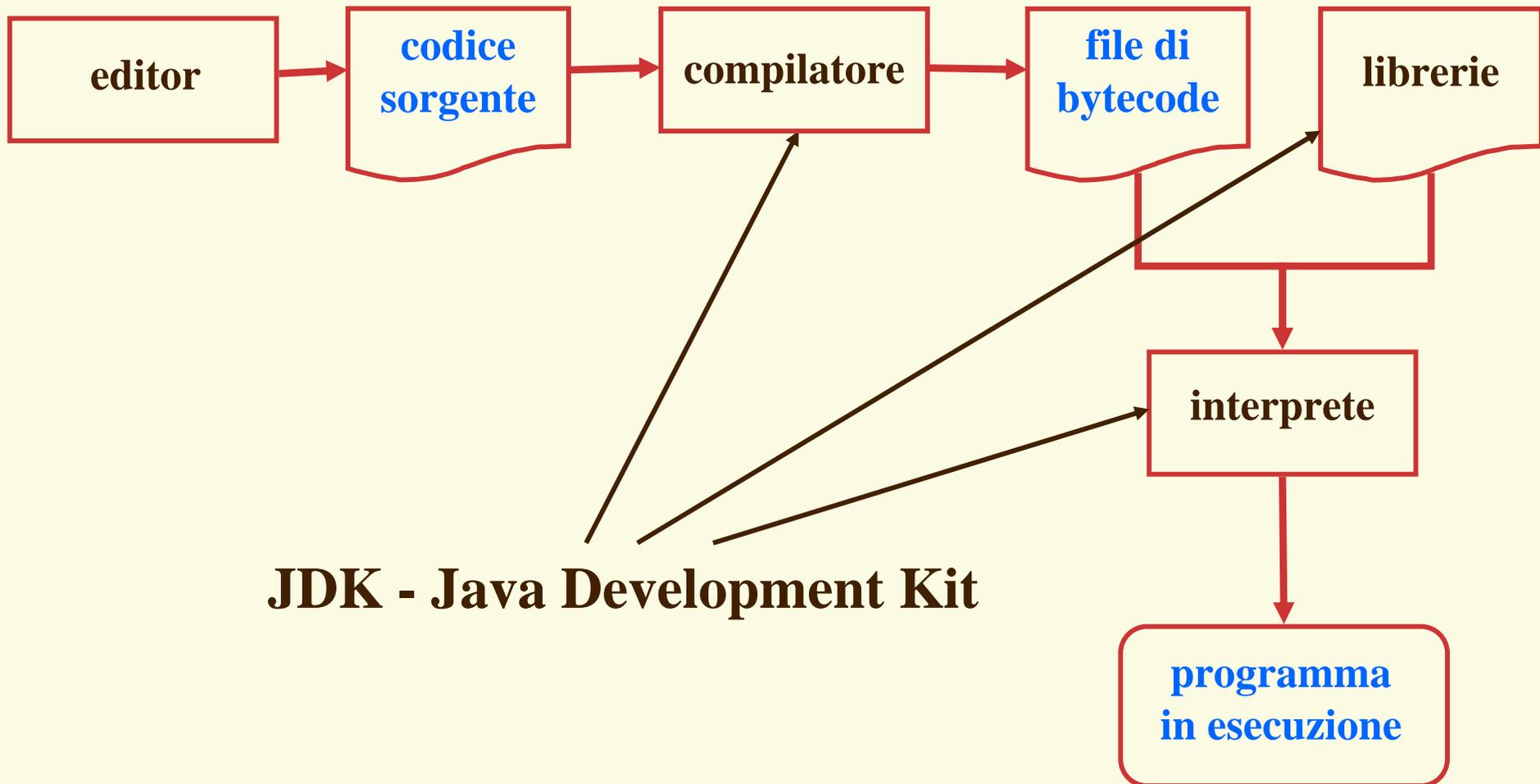
# La Java Virtual Machine



# La libreria di classi standard

- ❑ Per scrivere sullo standard output è necessario *interagire con il sistema operativo*, un'operazione *di basso livello* che richiede conoscenze specifiche
- ❑ Queste operazioni, per chi utilizza il linguaggio Java, sono state già realizzate dagli autori del linguaggio (Sun Microsystems), che hanno scritto delle classi apposite (ad esempio, **System**)
- ❑ Il bytecode di queste classi si trova all'interno di *librerie standard*, che sono *raccolte di classi*
- ❑ *Non è necessario avere a disposizione il codice sorgente di queste classi, né capirlo!* Comodo...

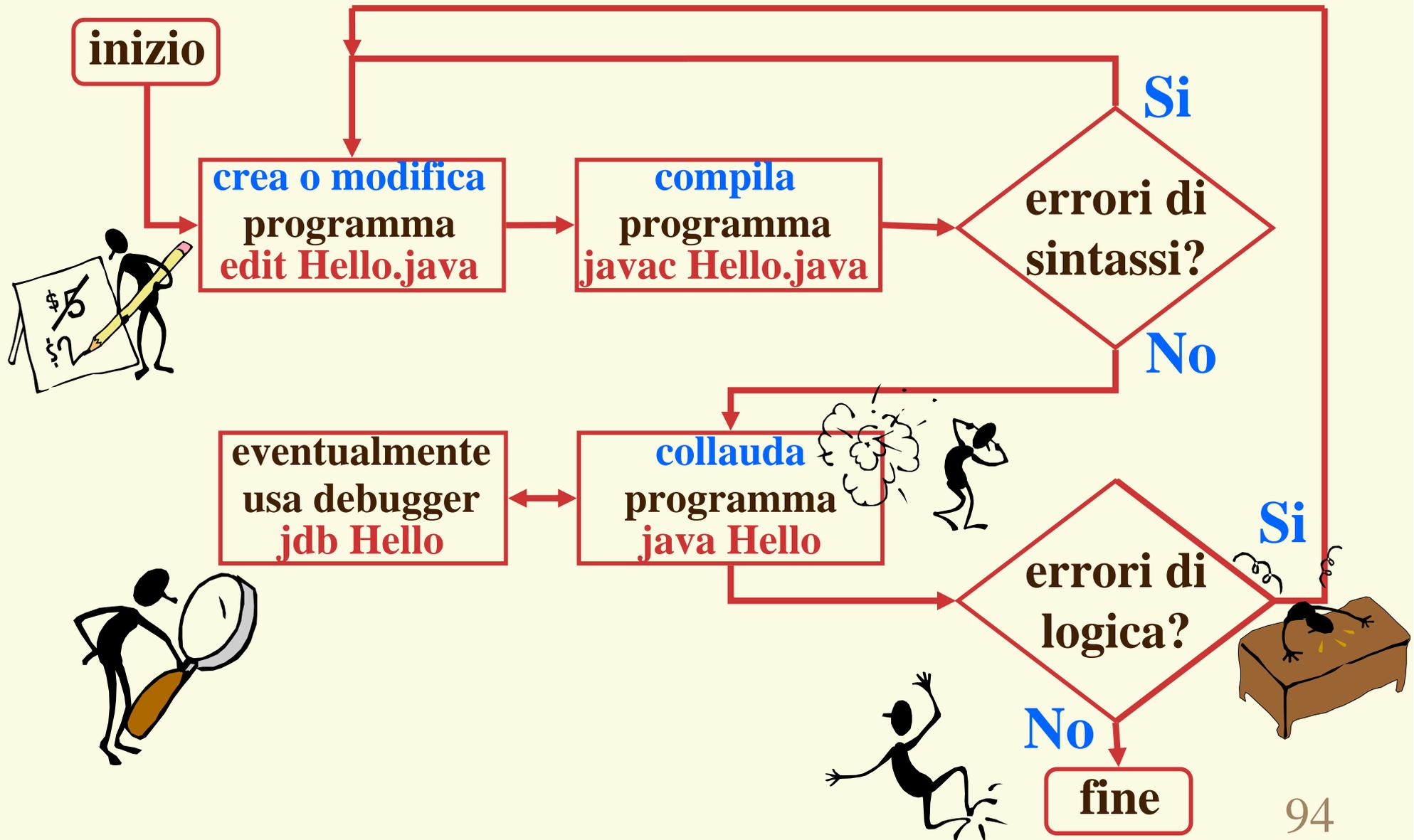
# Il processo di programmazione in Java



**JDK - Java Development Kit**

E se qualcosa non funziona?

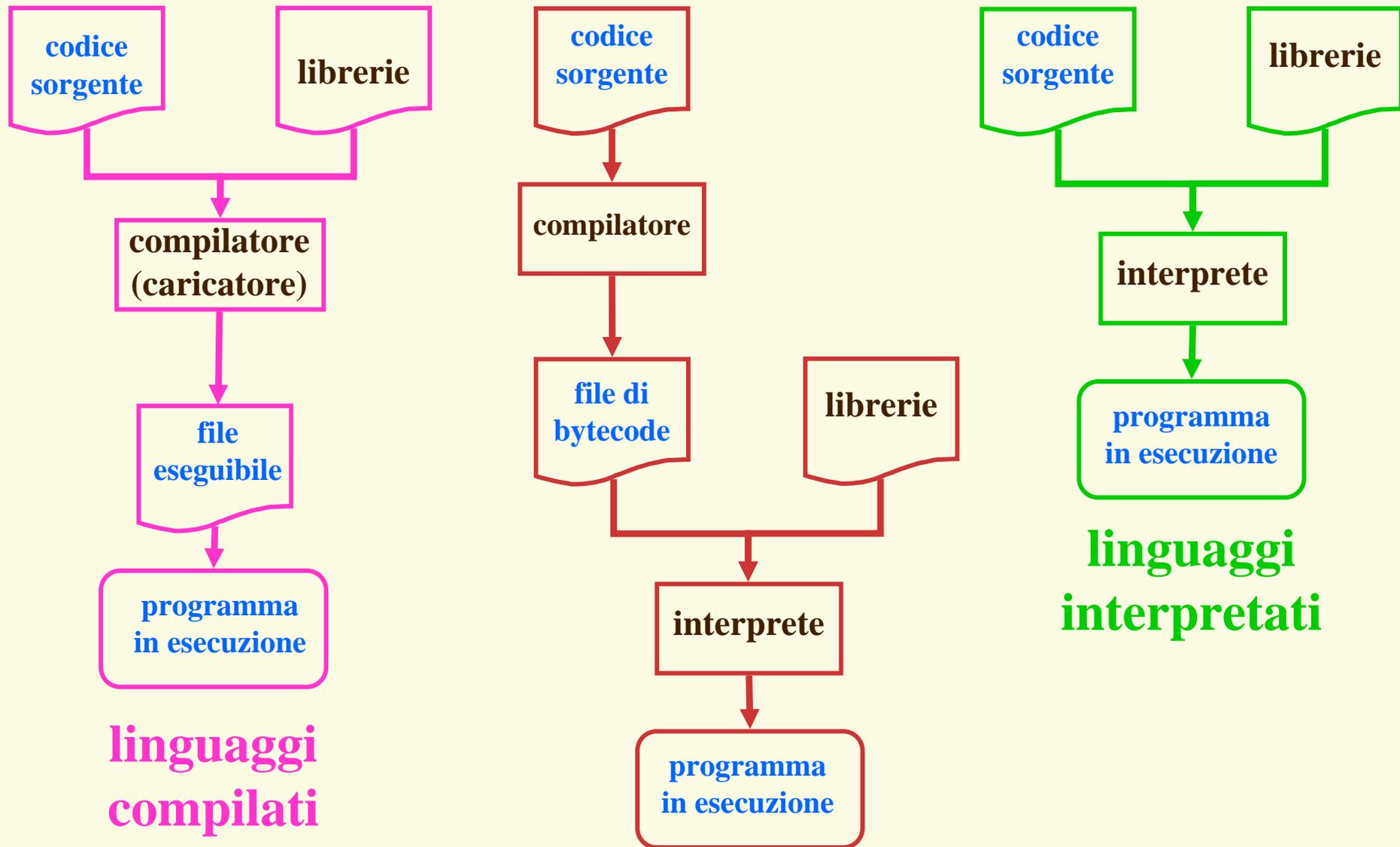
# Modifica-Compila-Collauda



# Compilatore e/o interprete

- ❑ Per passare dalla scrittura del file sorgente in linguaggio Java all'esecuzione del programma su una particolare CPU, si usano il *compilatore* e l'*interprete*
- ❑ Con la maggior parte degli altri linguaggi di programmazione ad alto livello, invece, si usa soltanto il *compilatore* oppure soltanto l'*interprete*
  - con *linguaggi compilati* come Pascal, C e C++, si usa il *compilatore* per creare un file eseguibile, contenente codice macchina, a partire da file sorgenti (con l'eventuale ausilio di un *caricatore*, *loader*, che interagisce con una libreria)
  - con *linguaggi interpretati* come BASIC e PERL, l'*interprete* traduce “al volo” il file sorgente in codice eseguibile e lo esegue, senza creare un file eseguibile

# Il processo di programmazione



Linguaggio Java

# Compilatore e/o interprete

- ❑ Il fatto che un linguaggio sia compilato o interpretato influisce fortemente su quanto è
  - facile eseguire lo stesso programma su computer aventi diverse CPU (*portabilità*)
  - veloce l'esecuzione di un programma (*efficienza*)
- ❑ Entrambi questi aspetti sono molto importanti nella fase di scelta di un linguaggio di programmazione da utilizzare in un progetto
- ❑ Il linguaggio Java, da questo punto di vista, è un *linguaggio misto*, essendo sia compilato sia interpretato, in fasi diverse

# Portabilità

- ❑ I programmi scritti in un linguaggio interpretato sono portabili
- ❑ I programmi scritti in un linguaggio compilato
  - sono portabili a livello di file sorgente, ma è necessario compilare il programma su ogni diversa CPU
  - non sono portabili a livello di file eseguibile, perché esso contiene codice macchina per una particolare CPU
- ❑ *I programmi scritti in linguaggio Java sono portabili*, oltre che a livello di file sorgente, anche *ad un livello intermedio*, il livello del bytecode
  - possono essere compilati una sola volta ed eseguiti da *interpreti diversi* su diverse CPU

# Efficienza

- ❑ I programmi scritti in un linguaggio interpretato sono poco efficienti
  - l'intero processo di traduzione in linguaggio macchina deve essere svolto ad ogni esecuzione
- ❑ I programmi scritti in un linguaggio compilato sono molto efficienti
  - l'intero processo di traduzione in linguaggio macchina viene svolto prima dell'esecuzione, una volta per tutte
- ❑ *I programmi scritti in linguaggio Java hanno un'efficienza intermedia*
  - parte del processo di traduzione viene svolto una volta per tutte (dal compilatore) e parte viene svolto ad ogni esecuzione (dall'interprete)

# Portabilità ed efficienza

- ❑ Se si vuole soltanto la portabilità, i linguaggi interpretati sono la scelta migliore
- ❑ Se si vuole soltanto l'efficienza, i linguaggi compilati sono la scelta migliore
- ❑ Se si vogliono perseguire *entrambi gli obiettivi*, come quasi sempre succede, *il linguaggio Java può essere la scelta vincente*

# Grammatiche

- ❑ Java è un *linguaggio formale* definito da un *grammatica non contestuale* (o quasi)
- ❑ La grammatica può essere divisa in due parti che descrivono rispettivamente le *regole lessicali* e la *sintassi* che governano la costruzione di unità compilabili sintatticamente corrette
- ❑ Dal punto di vista lessicale un programma Java è composto da *righe* (stringhe di caratteri terminate da un *fineriga*) a loro volta composte da unità elementari dette *token* (in italiano *lessemi*)
- ❑ I token devono essere separati da *spazi* e/o da *commenti* quando non ci sia un *separatore* o un *operatore* che marchi la fine del token

# Token

- ❑ I *token* (le unità lessicali con cui si costruisce una unità compilabile) possono essere una:
  - **Parola chiave** (keyword): stringhe di caratteri il cui uso è riservato e predefinito dal linguaggio Java
  - **Identificatore** (identifier): una stringa di caratteri alfanumerici con il primo carattere alfabetico (anche ‘\_’ e’ ammesso come primo carattere)
  - **Costante** (literal): un valore costante
  - **Separatore**: caratteri di interpunzione
  - **Operatore**: simboli che indicano un’operazione fra variabili e/o costanti

# Le parole chiave di Java

abstract	continue	for	new	switch
assert	default	if	package	synchronized
boolean	do	goto	private	this
break	double	implements	protected	throw
byte	else	import	public	throws
case	enum	instanceof	return	transient
catch	extends	int	short	try
char	final	interface	static	void
class	finally	long	strictfp	volatile
const	float	native	super	while

# Identificatori

- ❑ Sequenza di caratteri alfabetici e cifre numeriche di lunghezza arbitraria
- ❑ Il primo carattere deve essere alfabetico
  - *Hello* e' un identificatore valido
  - *main* e' un identificatore valido
  - *7Wonder* e *?why* non sono identificatori validi
- ❑ Il primo carattere puo' essere anche il carattere \_ (underscore)
  - *\_nome* e' un identificatore valido
- ❑ Non si possono adoperare come identificatori
  - le parole chiave di Java
  - le costanti “booleane” *true* e *false*
  - la costante speciale *null*

# Costanti (Literals)

- ❑ Numeri interi:
  - *100 567 ...*
- ❑ Numeri in formato a virgola mobile:
  - *15.17 1.23e-5 ...*
- ❑ Boolean:
  - *false true*
- ❑ Caratteri
  - *'a' 'B' 'π' '?'*
- ❑ Stringhe
  - *"Hello, World!"*
- ❑ Costante speciale
  - *null*

# Separatori e operatori

- I seguenti 9 caratteri sono utilizzati come *separatori* (caratteri di interpunzione)

( ) { } [ ] ; , .

- I seguenti 37 caratteri o token sono utilizzati nelle espressioni come *operatori*

= > < ! ~ ? :  
== <= >= != && || ++ --  
+ - \* / & | ^ % << >> >>>  
+= -= \*= /= &= |= ^= %= <<= >>= >>>=