INFORMATICA

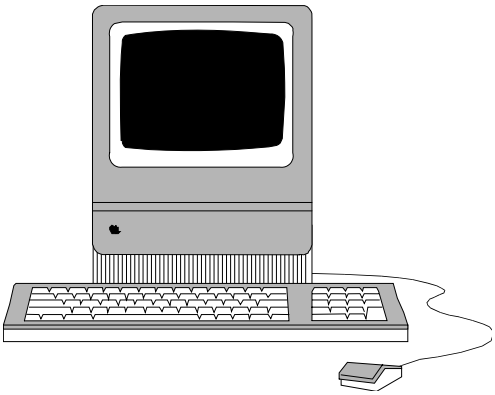
- Varie definizioni:
  - "Scienza degli elaboratori elettronici" (*Computer Science*)
  - "Scienza dell'informazione"
- Definizione proposta:
  - ***Scienza della rappresentazione e dell'elaborazione dell'informazione***

L'informatica comprende:

- Metodi per la ***rappresentazione*** delle informazioni
- Metodi per la ***rappresentazione*** delle soluzioni
- ***Linguaggi di programmazione***
- ***Architettura*** dei calcolatori
- ***Sistemi operativi***
- ***Reti di calcolatori***
- Sistemi e applicazioni distribuite
- ***Tecnologie Web***
- Algoritmi
- ……

ELABORATORE ELETTRONICO ("*COMPUTER*")

Strumento per la rappresentazione e l'elaborazione delle informazioni



L'ELABORATORE

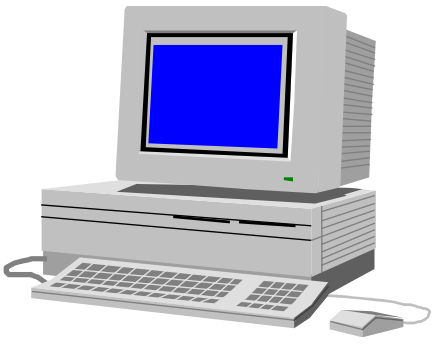
Componenti principali

- Unità centrale
- Video ("monitor")
- Tastiera e Mouse
- Lettore CD/DVD
- Dischi fissi ("hard disk")
- Dischetti ("floppy")/USB stick

Componenti accessori

- Stampante
- Modem/interfaccia di rete
- Scanner
- Tavolette grafiche

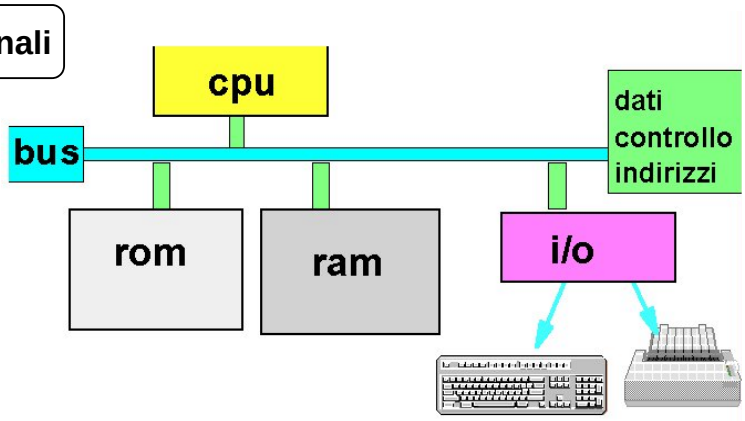
…



HARDWARE

ARCHITETTURA DI UN ELABORATORE

Unità funzionali

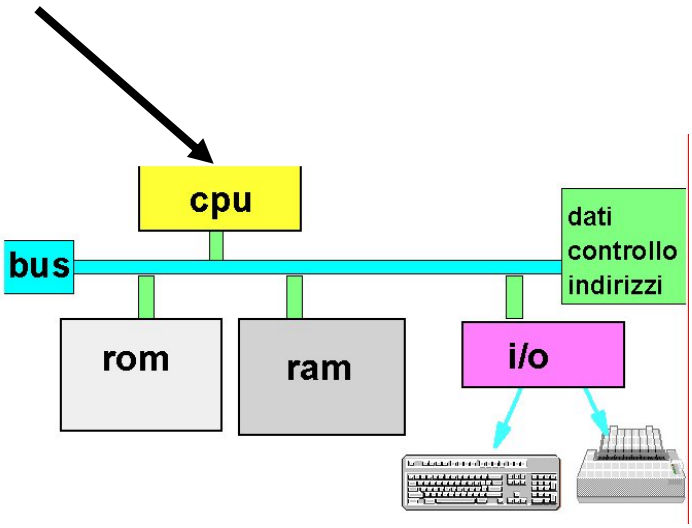


Ispirata al modello della **Macchina di Von Neumann**
(Princeton, Institute for Advanced Study, anni '40)
Macchina di Von Neumann:
- Non distingueva fra RAM e ROM
- Non aveva un bus ma collegamenti punto-punto

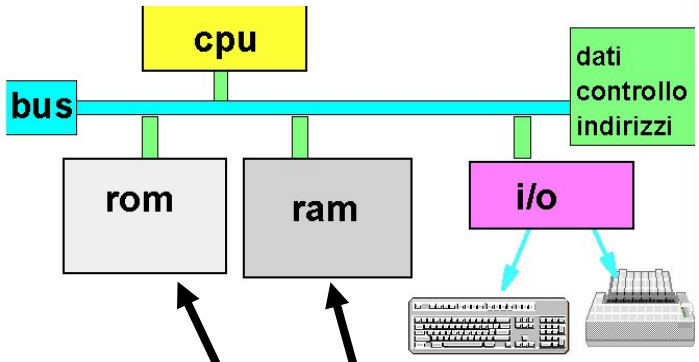
HARDWARE

CPU (Central Processing Unit), o **Processore**

CPU: svolge le elaborazioni e il trasferimento dei dati, cioè *esegue i programmi*



HARDWARE



RAM & ROM

- Dimensioni relativamente limitate
- Accesso molto rapido

RAM (***Random Access Memory***), e
ROM (***Read Only Memory***)
Insieme formano la ***Memoria centrale***

HARDWARE

ATTENZIONE

RAM è volatile (perde il suo contenuto quando si spegne il calcolatore)

- usata per memorizzare dati e programmi

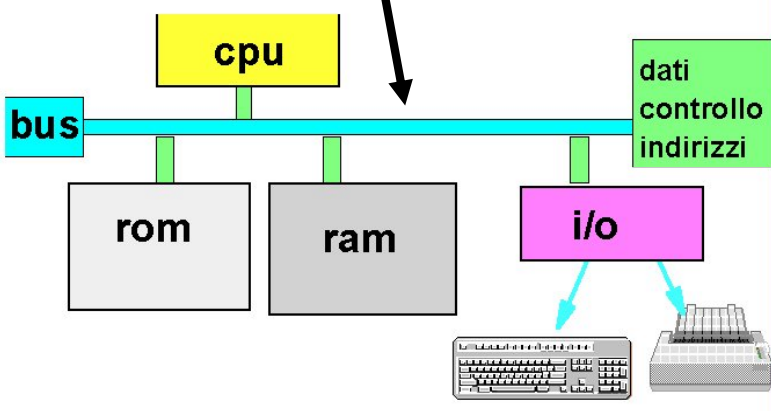
ROM è persistente (mantiene il suo contenuto quando si spegne il calcolatore) ma il suo ***contenuto è fisso e immutabile***

- usata per memorizzare programmi di sistema (tipicamente *firmware*)

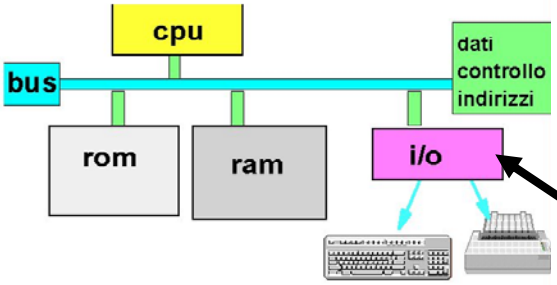
HARDWARE

BUS DI SISTEMA

È una “linea di comunicazione” che collega tutti gli elementi funzionali



HARDWARE

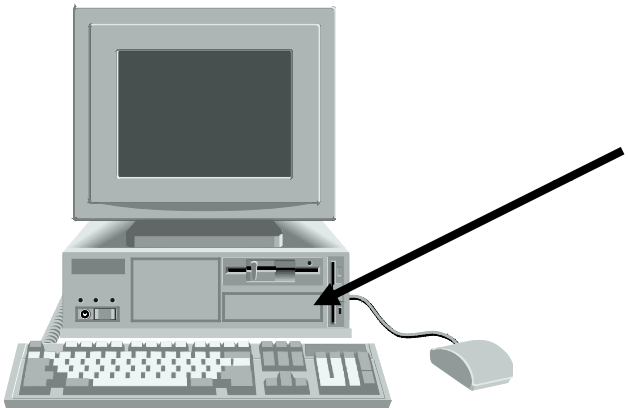


Sono usate per far comunicare il calcolatore con l'esterno (in particolare con l’utente)

UNITÀ DI INGRESSO/ USCITA (I/O)

- Tastiera e Mouse
- Video e Stampante
- Scanner
- Tavoletta grafica
- **Dispositivi di memoria di massa**
- …

HARDWARE



MEMORIA DI MASSA
- HD
- CD
- DVD
- …
- PenDrive
- …

- memorizza **grandi quantità** di informazioni
- **persistente** (le informazioni non si perdono spegnendo la macchina)
- accesso molto meno rapido della memoria centrale (**milli**secondi contro **nano**secondi; differenza 10^6)

TECNOLOGIA DIGITALE

CPU, memoria centrale e dispositivi sono realizzati con **tecnologia elettronica digitale**

Dati e operazioni vengono codificati a partire da due valori distinti di grandezze elettriche:
- tensione alta (V_H, ad es. 5V o 3.3V)
- tensione bassa (V_L, ad es. 0V)

A tali valori vengono convenzionalmente **associate le due cifre binarie 0 e 1:**
- **logica positiva: $1 \leftrightarrow V_H$, $0 \leftrightarrow V_L$**
- logica negativa: $0 \leftrightarrow V_H$, $1 \leftrightarrow V_L$

TECNOLOGIA DIGITALE (segue)

Dati e operazioni vengono codificati tramite **sequenze di bit**

01000110101 ....

CPU è in grado di operare soltanto in aritmetica binaria, effettuando operazioni *elementari*:

- somma e differenza
- scorrimento (shift)
- ...

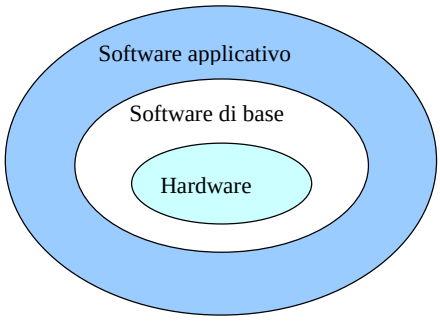
Lavorando direttamente sull'hardware, **l'utente è forzato a esprimere i propri comandi *al livello della macchina*, tramite *sequenze di bit***

SOFTWARE

Software: programmi che vengono eseguiti dal sistema

Distinzione fra:

- *Software di base* (es. Sistema Operativo)
- *Software applicativo*

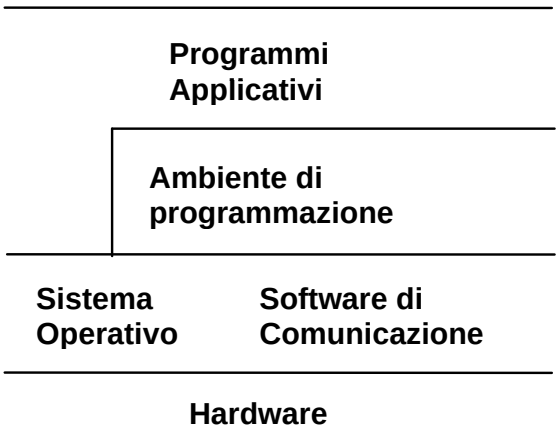


IL SOFTWARE

Software:
insieme (complesso) di programmi

Organizzazione a strati, ciascuno con funzionalità di livello più alto rispetto a quelli sottostanti

Concetto di
MACCHINA VIRTUALE



IL FIRMWARE

Firmware:
il confine fra hardware e software

È uno strato di *micro-programmi*, *scritti dai costruttori*, che agiscono direttamente al di sopra dello strato hardware

Sono memorizzati su una speciale *memoria centrale permanente* (ROM, EPROM, …)

IL SISTEMA OPERATIVO

Strato di programmi che opera *al di sopra di hardware e firmware* e **gestisce l'elaboratore**

Spesso è venduto insieme all'elaboratore

Si può scegliere tra *diversi sistemi operativi* per lo stesso elaboratore, con diverse caratteristiche

Esempi:

- Windows 95/98/XP
- Windows NT/2000
- Linux v.2.6
- MacOs X
- Symbian
- Palm OS
- ...

FUNZIONI DEL SISTEMA OPERATIVO

Le funzioni messe a disposizione dal SO dipendono dalla complessità del sistema di elaborazione:

- gestione delle risorse disponibili
- gestione della memoria centrale
- organizzazione e gestione della memoria di massa
- interpretazione ed esecuzione di comandi elementari
- gestione di un sistema multi-utente

Un utente "vede" l'elaboratore solo tramite il Sistema Operativo (SO)
→ il SO realizza una "macchina virtuale"

FUNZIONI DEL SISTEMA OPERATIVO

Qualsiasi operazione di accesso a risorse implicitamente richiesta da comando utente **viene esplicitata dal SO**

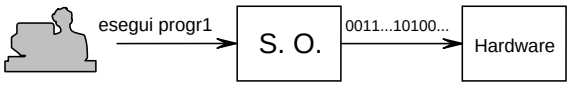
Conseguenza: diversi SO possono realizzare *diverse macchine virtuali* **sullo stesso elaboratore fisico**

Attraverso il SO il livello di interazione fra utente ed elaboratore viene elevato:

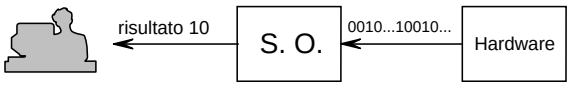
- senza SO: sequenze di bit
- con SO: comandi, programmi, dati

I sistemi operativi si sono evoluti nel corso degli anni (interfacce grafiche, Mac, Windows, ...)

ESEMPIO



e viceversa:



Utente:	Sistema Operativo:
"esegui progr1"	- input da tastiera - ricerca codice di "progr1" su disco - carica in memoria centrale codice e dati <elaborazione>
Utente:	Sistema Operativo:
"stampa 10"	- output su video

PROGRAMMI APPLICATIVI

Risolvono problemi specifici degli utenti:

- *word processor*: elaborazione di testi (*es. MSWord*)
- *fogli elettronici*: gestione di tabelle, calcoli e grafici (*es. MSExcel*)
- *database*: gestione di archivi (*es. MSAccess*)
- *suite* (integrati): collezione di applicativi capaci di funzionare in modo integrato come un'applicazione unica (*es. Open Office*)

- Sono scritti in **linguaggi di programmazione** di alto livello
- Risentono in misura ridotta delle caratteristiche della architettura dell'ambiente sottostante (***portabilità***)

AMBIENTI DI PROGRAMMAZIONE

È l'insieme dei programmi che consentono la scrittura, la verifica e l'esecuzione di nuovi programmi (***fasi di sviluppo***)

Sviluppo di un programma

- Affinché un programma scritto in un qualsiasi linguaggio di programmazione sia comprensibile (e quindi eseguibile) da un calcolatore, *occorre* ***tradurlo*** dal linguaggio originario al linguaggio della macchina
- Questa operazione viene normalmente svolta da speciali programmi, detti ***traduttori***

L'ELABORATORE ELETTRONICO

- Il calcolatore elettronico è uno strumento in grado di eseguire insiemi di *azioni* ("*mosse*") *elementari*
- le azioni vengono eseguite su oggetti (***dati***) per produrre altri oggetti (***risultati***)
- l'esecuzione di azioni viene richiesta all'elaboratore attraverso *frasi* scritte in un qualche *linguaggio* (*istruzioni*)

PROGRAMMAZIONE

L'attività con cui si predispone l'elaboratore a **eseguire un *particolare insieme di azioni* su *particolari dati***, allo scopo di *risolvere un problema*

ALCUNE DOMANDE FONDAMENTALI

- **Quali istruzioni** esegue un elaboratore?
- **Quali problemi** può risolvere un elaboratore?
- ***Esistono problemi che un elaboratore non può risolvere?***
- **Che ruolo ha il linguaggio** di programmazione?

PROBLEMI DA RISOLVERE

I problemi che siamo interessati a risolvere con l'elaboratore sono di ***natura molto varia***:

- Dati due numeri trovare il ***maggiore***
- Dato un elenco di nomi e relativi numeri di telefono ***trovare*** il numero di telefono di una determinata persona
- Dati a e b, ***risolvere l'equazione*** ax+b=0
- Stabilire se una parola viene ***alfabeticamente*** prima di un'altra
- ***Somma*** di due numeri interi
- Scrivere tutti gli n per cui l'equazione: $X^n + Y^n = Z^n$ ha soluzioni intere (***problema di Fermat***)
- ***Ordinare*** una lista di elementi
- Calcolare il ***massimo comune divisore*** fra due numeri dati
- Calcolare il ***massimo*** in un insieme

RISOLUZIONE DI PROBLEMI

- La descrizione del problema non fornisce (in generale) un metodo per risolverlo
  - Affinché un problema sia risolvibile è necessario che la sua definizione sia chiara e completa

- ***Non tutti*** i problemi sono risolvibili attraverso l'uso del calcolatore. Esistono classi di problemi per le quali la soluzione automatica non è proponibile. Ad esempio:
  - se il problema presenta infinite soluzioni
  - per alcuni dei problemi ***non è stato trovato un metodo risolutivo***
  - per alcuni problemi è stato dimostrato che ***non esiste un metodo risolutivo automatizzabile***

RISOLUZIONE DI PROBLEMI

- Noi ci concentreremo sui problemi che, ragionevolmente, ***ammettono un metodo risolutivo***

  ⇒ ***funzioni calcolabili***

- Uno degli obiettivi del corso è presentare le ***tecnologie*** e le ***metodologie di programmazione***
  - **Tecnologie**: strumenti per lo sviluppo di programmi
  - **Metodologie**: metodi per l'utilizzo corretto ed efficace delle tecnologie di programmazione

RISOLUZIONE DI PROBLEMI

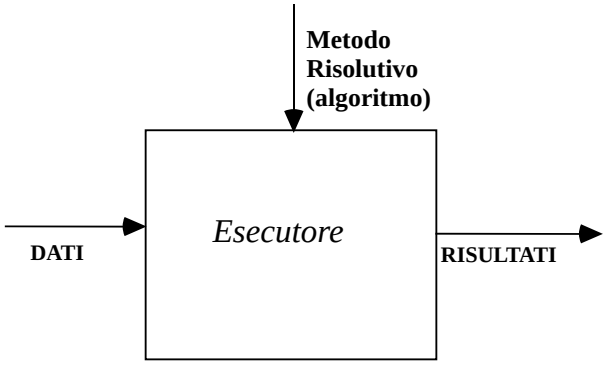
La risoluzione di un problema è il processo che dato un problema e individuato un opportuno metodo risolutivo, trasforma i dati iniziali nei corrispondenti risultati finali

Affinché la risoluzione di un problema possa essere realizzata attraverso l'uso del calcolatore, tale processo deve poter essere definito come *sequenza di azioni elementari*

ALGORITMO

Un algoritmo è una sequenza **finita** di mosse che risolve ***in un tempo finito*** una *classe* di problemi

L'esecuzione delle azioni *nell'ordine specificato dall'algoritmo* consente di ottenere, a partire dai dati di ingresso, i risultati che risolvono il problema



ESECUTORE
una ***macchina astratta***
capace di ***eseguire le azioni***
specificate dall'algoritmo

ALGORITMI: PROPRIETÀ

- **Eseguibilità**: ogni azione deve essere *eseguibile* dall'esecutore *in un tempo finito*
- **Non-ambiguità**: ogni azione deve essere *univocamente interpretabile* dall'esecutore
- **Finitezza**: il numero totale di azioni da eseguire, per ogni insieme di dati di ingresso, deve essere finito

ALGORITMI: PROPRIETÀ (2)

Quindi, l'algoritmo deve:

- essere *applicabile a qualsiasi insieme di dati di ingresso* appartenenti al **dominio di definizione** dell'algoritmo
- essere costituito da operazioni appartenenti ad un determinato **insieme di operazioni fondamentali**
- essere costituito da **regole non ambigue**, cioè interpretabili in modo **univoco** qualunque sia l'esecutore (persona o "macchina") che le legge

ALGORITMI E PROGRAMMI

- Ogni elaboratore è una macchina in grado di eseguire azioni elementari su oggetti detti **DATI**

- L'esecuzione delle azioni è richiesta all'elaboratore tramite comandi elementari chiamati **ISTRUZIONI** espresse attraverso un opportuno formalismo: il **LINGUAGGIO di PROGRAMMAZIONE**

- La formulazione testuale di un algoritmo in un linguaggio comprensibile a un elaboratore è detta **PROGRAMMA**

PROGRAMMA

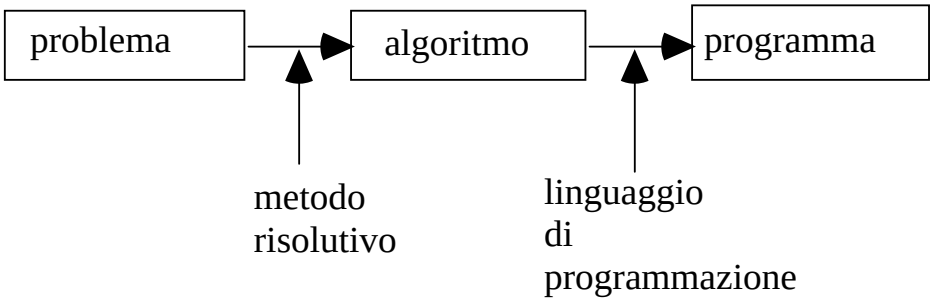
Un programma è un testo scritto in accordo alla **sintassi** e alla **semantica** di un linguaggio di programmazione

Un ***programma*** è la **formulazione testuale,** in un certo linguaggio di programmazione, di un **algoritmo** che risolve un dato *problema*

ALGORITMO & PROGRAMMA

Passi per la risoluzione di un problema:

- individuazione di un procedimento risolutivo
- scomposizione del procedimento in un insieme ordinato di azioni ➡ **ALGORITMO**
- rappresentazione dei dati e dell'algoritmo attraverso un formalismo comprensibile dal calcolatore ➡ **LINGUAGGIO DI PROGRAMMAZIONE**



UN ESEMPIO DI PROGRAMMA (in linguaggio C)

```
main()  {
 int A, B;
 printf("Immettere due numeri: ");
 scanf("%d %d", &A, &B);
 printf("Somma: %d\n", A+B);
}
```

ALGORITMI: ESEMPI

- **Soluzione dell'equazione ax+b=0**
  - leggi i valori di a e b
  - calcola -b
  - dividi quello che hai ottenuto per a e chiama x il risultato
  - stampa x

- **Calcolo del massimo di un insieme**
  - Scegli un elemento come massimo provvisorio *max*
  - Per ogni elemento *i* dell'insieme: se *i>max* eleggi *i* come nuovo massimo provvisorio *max*
  - Il risultato è *max*

NOTA: si utilizzano **VARIABILI**, ossia nomi simbolici usati nell'algoritmo per denotare dati

ALGORITMI: ESEMPI

Stabilire se una parola P viene alfabeticamente prima di una parola Q

- **leggi** P,Q
- **ripeti quanto segue:**
  - **se** prima lettera di P < prima lettera Q
  - **allora** scrivi vero
  - **altrimenti se** prima lettera P > Q
  - **allora** scrivi falso
  - **altrimenti** (le lettere sono =)
  - togli da P e Q la prima lettera
- **fino** a quando hai trovato le prime lettere diverse

- *Nota: funziona solo con P e Q di uguale lunghezza e con parole diverse*
- *Esercizio proposto: rilassare tali condizioni*

ALGORITMI: ESEMPI

- **Somma degli elementi dispari di un insieme**

  Detto INS l'insieme di elementi considero un elemento X di INS alla volta senza ripetizioni. Se X è dispari, sommo X a un valore S inizialmente posto uguale a 0. Se X è pari non compio alcuna azione

- **Somma di due numeri X e Y**

  Incrementare il valore di Z, inizialmente posto uguale a X per Y volte

  – poni Z = X
  – poni U = 0
  – finché U è diverso da Y
    - incrementa Z (Z=Z+1)
    - incrementa U (U=U+1)
  – Il risultato è Z

ALGORITMI EQUIVALENTI

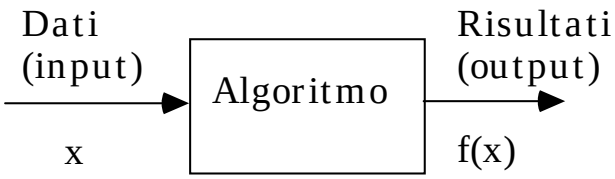
Due algoritmi si dicono ***equivalenti*** quando:

– hanno lo stesso **dominio di ingresso**
– hanno lo stesso **dominio di uscita**
– in corrispondenza degli **stessi valori del dominio di ingresso *producono gli stessi valori* nel dominio di uscita**

ALGORITMI EQUIVALENTI (2)

Due algoritmi ***equivalenti***

- forniscono lo **stesso risultato**
- ma possono avere ***diversa efficienza***
- e possono essere **profondamente diversi!**



ALGORITMI EQUIVALENTI (3)

ESEMPIO: calcolo del M.C.D. fra due interi M, N

- **Algoritmo 1**
  - Calcola l'insieme A dei divisori di M
  - Calcola l'insieme B dei divisori di N
  - Calcola l'insieme C dei divisori comuni = A ∩ B
  - Il risultato è il massimo dell'insieme C

- **Algoritmo 2 (di Euclide)**

$$\text{MCD}(M,N) = \begin{cases} M \text{ (oppure } N) & \text{se } M=N \\ \text{MCD}(M-N,\ N) & \text{se } M>N \\ \text{MCD}(M,\ N-M) & \text{se } M<N \end{cases}$$

ALGORITMI EQUIVALENTI (4)

ESEMPIO: calcolo del M.C.D. fra due interi M, N

Algoritmo 2 (di Euclide)

Finché M≠N:

- se M>N, sostituisci a M il valore M' = M-N
- altrimenti sostituisci a N il valore N' = N-M
- Il Massimo Comune Divisore è il valore finale ottenuto quando M e N diventano uguali

$$\text{MCD}(M,N) = \begin{cases} M \text{ (oppure } N) & \text{se } M=N \\ \text{MCD}(M-N,\ N) & \text{se } M>N \\ \text{MCD}(M,\ N-M) & \text{se } M<N \end{cases}$$