

## 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 predispongono 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 comun 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 (problema di Fermat).
  - 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



## ALGORITMI: PROPRIETÀ

- **Eseguibilità:** ogni azione dev'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

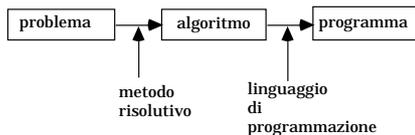
Un **programma** è un **testo** scritto in accordo alla **sintassi** e alla **semantica** di un linguaggio di programmazione.

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 =)
  - toglia da P e Q la prima lettera
- fino a quando hai trovato le prime lettere diverse.

## 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

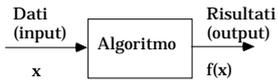
Due algoritmi si dicono **equivalenti** quando:

- 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 =  $A \cap B$
- 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  $M \neq N$ :

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

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

## ALGORITMI EQUIVALENTI (5)

Gli algoritmi 1 e 2 sono equivalenti...

...ma hanno efficienza ben diversa!!