

L'ELABORATORE ELETTRONICO

- Il calcolatore elettronico è uno strumento in grado di eseguire insiemi di *azioni* (“*mosse*”) *elementari*
- le azioni vengono eseguite su “dati” in ingresso (*input*) per produrre uno o più “risultati” (*output*)
- 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 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 per molti anni (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

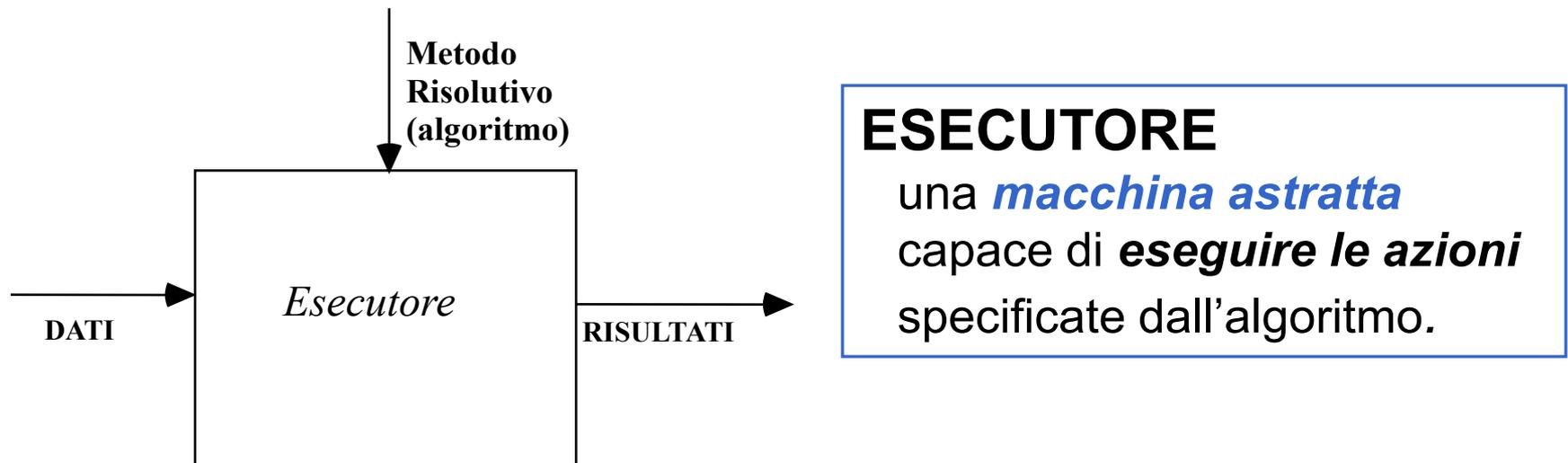
RISOLUZIONE DI PROBLEMI

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 a un linguaggio di programmazione.

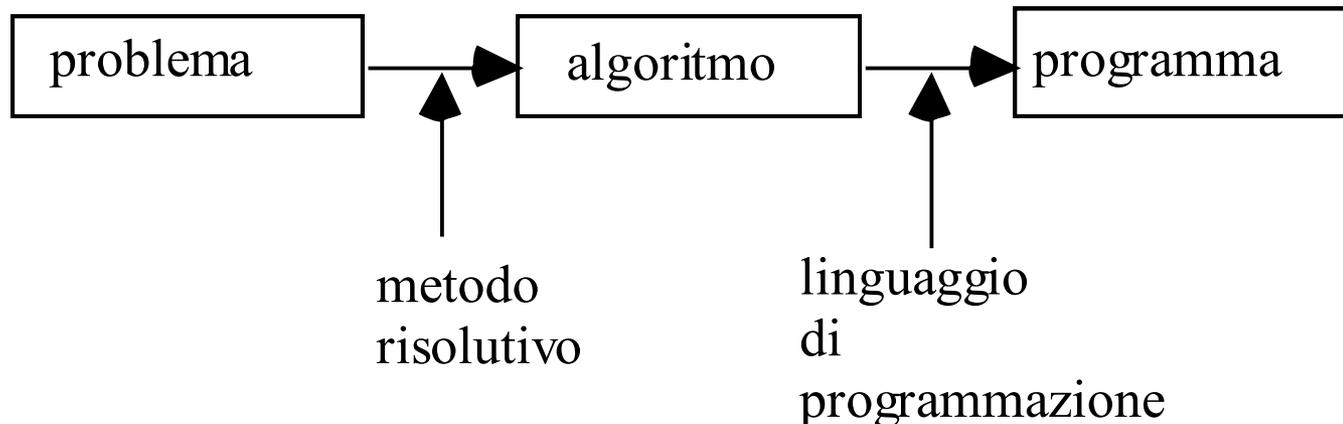
oppure, enfatizzando i passi di costruzione e sintesi del programma...

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, partendo dai **DATI**
- scomposizione del procedimento in un insieme ordinato di azioni che lavorano sui dati ➡ **ALGORITMO**
- rappresentazione dei **DATI** e dell'algoritmo attraverso un formalismo comprensibile dal calcolatore ➡ **LINGUAGGIO DI PROGRAMMAZIONE**



DATI e VARIABILI

Codice C (capiremo meglio fra qualche lezione...)

```
int A;  
A = 13;  
printf("%d\n", A);  
printf("A vale %d\n", A);
```

Una *variabile*

- è un'astrazione una zona di memoria dove manteniamo un valore

A



13

DATI e VARIABILI

Codice C (capiremo meglio fra qualche lezione...)

```
int A;  
A = 13;  
printf("%d\n", A);  
printf("A vale %d\n", A);  
  
A = 0;  
printf("%d\n", A);  
printf("A vale %d\n", A);
```

Cosa stampa?

Una *variabile*

- *non è solo un sinonimo per un dato* come in matematica
- **quindi possiamo cambiare il valore della variabile**

A

~~13~~ 0

DATI e VARIABILI

Codice C (capiremo meglio fra qualche lezione...)

```
int A;
```

```
A = 13;
```

```
printf("%d\n", A);
```

Una *variabile*

- **come possiamo modificare il codice a sinistra per stampare 4 volte l'intero 13?**

A

13

DATI e VARIABILI

Codice C (capiremo meglio fra qualche lezione...)

```
int A;  
A = 13;  
printf("%d\n", A);  
printf("%d\n", A);  
printf("%d\n", A);  
printf("%d\n", A);
```

Una *variabile*

- **come possiamo modificare il codice a sinistra per stampare 4 volte l'intero 13?**

A

13

DATI e VARIABILI

Codice C (capiremo meglio fra qualche lezione...)

```
int A;  
A = 13;  
printf("A vale %d", A);  
A = A + 2;  
printf("A vale %d", A);
```

Una *variabile*

- a destra del simbolo di = denota il valore della variabile → si può usare per calcolare nuove espressioni

A

~~13~~ 15

UN ESEMPIO DI PROGRAMMA (in linguaggio C)

```
main() {  
    int A, B;  
    A = 3;  
    B = 4;  
    printf("Ecco i valori di A, A e B:\n");  
    printf("%d, %d e %d\n", A, A, B);  
    printf("Valore di A+B = %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 di 3 elementi interi (x, y, z):**
 - Scegli il primo elemento (x) come massimo provvisorio *max*
 - Se $y > max$ eleggi y come nuovo massimo provvisorio *max*
 - Se $z > max$ eleggi z come nuovo massimo provvisorio *max*
 - Il risultato è *max*

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

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

Si supponga di avere a disposizione come mossa elementare solo l'incremento e non la somma tra interi

ALGORITMI EQUIVALENTI

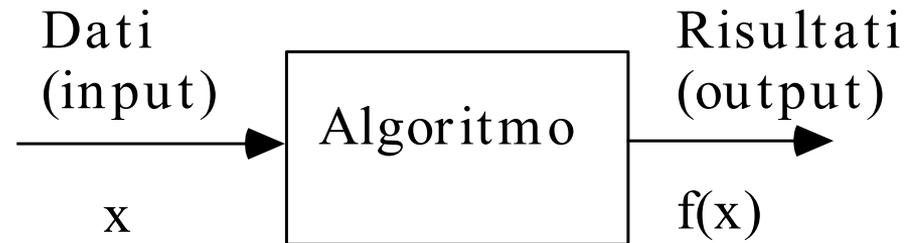
Due algoritmi si dicono *equivalenti* quando:

- 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

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

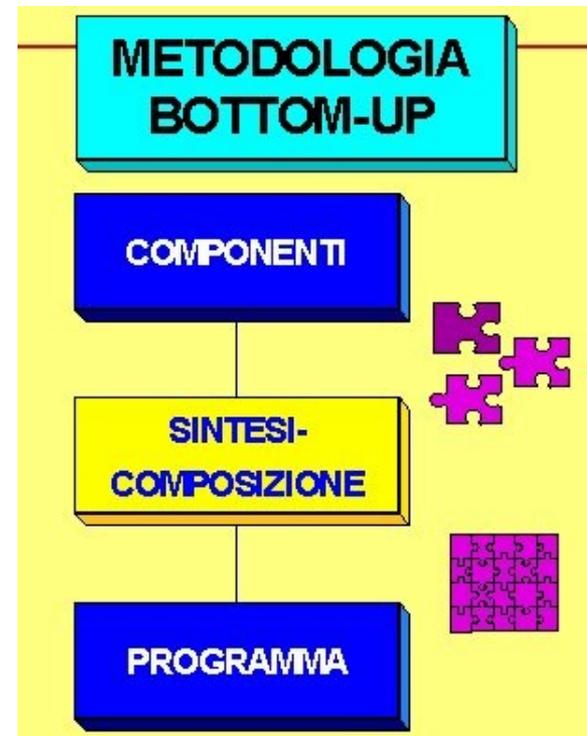
ALGORITMI EQUIVALENTI (5)

**Gli algoritmi 1 e 2 sono equivalenti...
...ma hanno efficienza ben diversa!!**

IL PROBLEMA DEL PROGETTO

- **La descrizione del problema, in genere, non indica direttamente il modo per ottenere il risultato voluto (il procedimento risolutivo)**
- **Occorrono *metodologie* per affrontare il problema del progetto in modo sistematico**

METODOLOGIE DI PROGETTO



METODOLOGIA TOP-DOWN

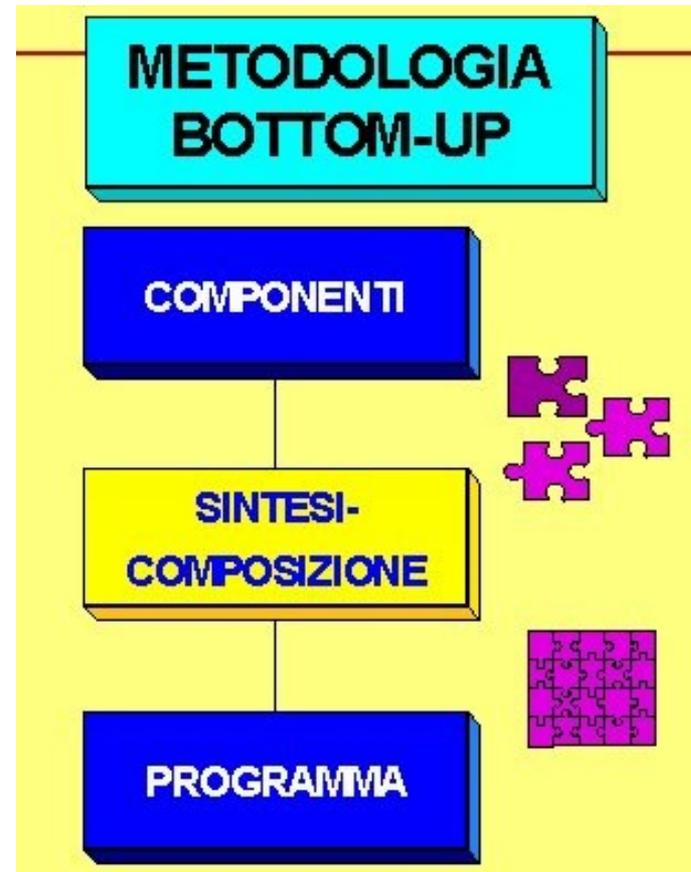
Procede per **decomposizione** del problema in sotto-problemi, per *passi di raffinamento successivi*

- Si scompone il problema in sottoproblemi
- Si risolve ciascun sottoproblema con lo stesso metodo, fino a giungere a sottoproblemi risolubili con mosse elementari



METODOLOGIA BOTTOM-UP

Procede per *composizione di componenti e funzionalità elementari*, fino alla **sintesi** dell'intero algoritmo (“*dal dettaglio all'astratto*”)



IL PROBLEMA DEL PROGETTO

Dunque, dato un problema ***non si deve iniziare subito a scrivere il programma***

- così si scrivono *a fatica* programmi semplici
- spesso sono errati, e non si sa perché
- nessuno capisce cosa è stato fatto (dopo un po', nemmeno l'autore...)
- è necessario valutare la soluzione migliore tra tante
- è necessario scrivere programmi facilmente modificabili/estendibili

IL PROBLEMA DEL PROGETTO

- La specifica della *soluzione* e la fase di *codifica* sono concettualmente distinte
- e tali devono restare anche in pratica!

UN ESEMPIO

Problema:

“Data una temperatura espressa in gradi Celsius, calcolare il corrispondente valore espresso in gradi Fahrenheit”

Approccio:

- si parte dal **problema** e dalle **proprietà** note *sul dominio dei dati*

UN ESEMPIO

Problema:

“Data una temperatura espressa in gradi Celsius, calcolare il corrispondente valore espresso in gradi Fahrenheit”

Specifica della soluzione:

$$c * 9/5 = f - 32$$

$$c = (f - 32) * 5/9 \text{ oppure } f = 32 + c * 9/5$$

UN ESEMPIO

L'Algoritmo corrispondente:

- Dato **c**
- calcolare **f** sfruttando la relazione

$$f = 32 + c * 9/5$$

SOLO A QUESTO PUNTO

- si sceglie un linguaggio
- si *codifica* l'algoritmo in tale linguaggio