

# ASTRAZIONE

---

Esistono linguaggi a vari livelli di astrazione

## **Linguaggio Macchina:**

- implica la conoscenza dei metodi utilizzati per la rappresentazione delle informazioni

## **Linguaggio Macchina e Assembler:**

- implica la conoscenza dettagliata delle caratteristiche della macchina (registri, dimensioni dati, set di istruzioni)
- semplici algoritmi implicano la specifica di molte istruzioni

## **Linguaggi di Alto Livello:**

- Il programmatore può astrarre dai dettagli legati all'architettura ed esprimere i propri algoritmi in modo simbolico



Sono indipendenti dalla macchina hardware sottostante  
ASTRAZIONE

# ASTRAZIONE

---

- **Linguaggio Macchina:**

```
0100 0000 0000 1000
0100 0000 0000 1001
0000 0000 0000 1000
```

*Difficile leggere e capire un programma scritto in forma binaria*

- **Linguaggio Assembler:**

```
... LOADA H
   LOADB Z
   ADD
   ...
```

*Le istruzioni corrispondono univocamente a quelle macchina, ma vengono espresse tramite nomi simbolici (parole chiave)*

- **Linguaggi di Alto Livello:**

```
main()
{ int A;
  scanf("%d", &A);
  if (A==0) {...}
...}
```

*Sono indipendenti dalla macchina*

# ESECUZIONE

---

Per eseguire sulla macchina hardware un programma scritto in un *linguaggio di alto livello* è necessario tradurre il programma in *sequenze di istruzioni di basso livello*, direttamente eseguite dal processore, attraverso:

- interpretazione (ad es. BASIC)
- compilazione (ad es. C, FORTRAN, Pascal)

# COME SVILUPPARE UN PROGRAMMA

---

Qualunque sia il linguaggio di programmazione scelto occorre:

- *Scrivere il **testo del programma** e memorizzarlo su supporti di memoria permanenti (*fase di editing*)*
- Se il linguaggio è compilato:
  - *Compilare il programma, ossia utilizzare il compilatore che effettua una traduzione automatica del programma scritto in un linguaggio qualunque in un programma equivalente scritto in **linguaggio macchina***
  - *Eseguire il programma tradotto*
- Se il linguaggio è interpretato:
  - *Usare l'interprete per eseguire il programma*

# COMPILATORI E INTERPRETI

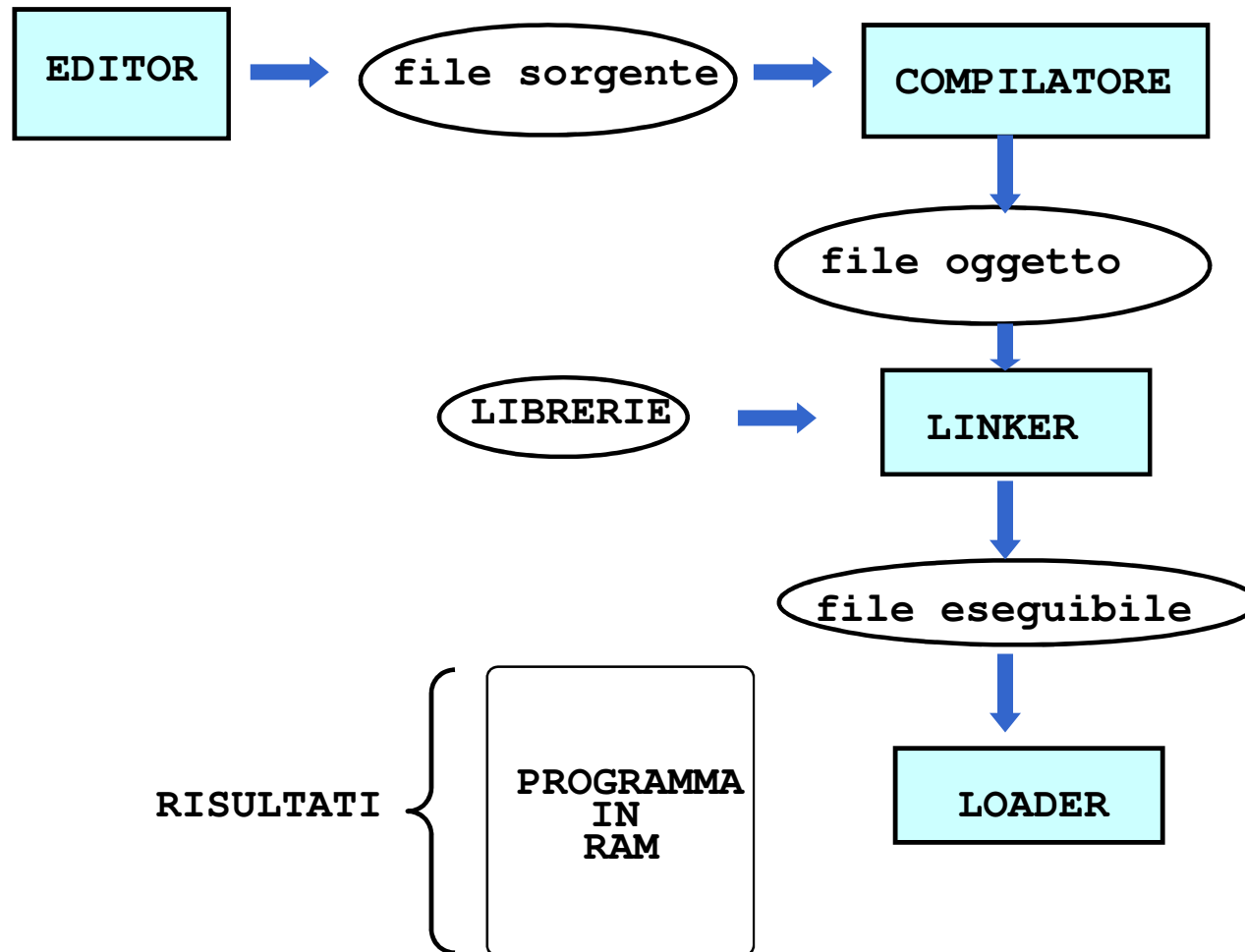
---

- I **compilatori** traducono automaticamente un programma dal linguaggio L a quello macchina (per un determinato elaboratore)
- Gli **interpreti** sono programmi capaci di eseguire direttamente un programma in linguaggio L istruzione per istruzione

I programmi compilati sono in generale *più efficienti* di quelli interpretati

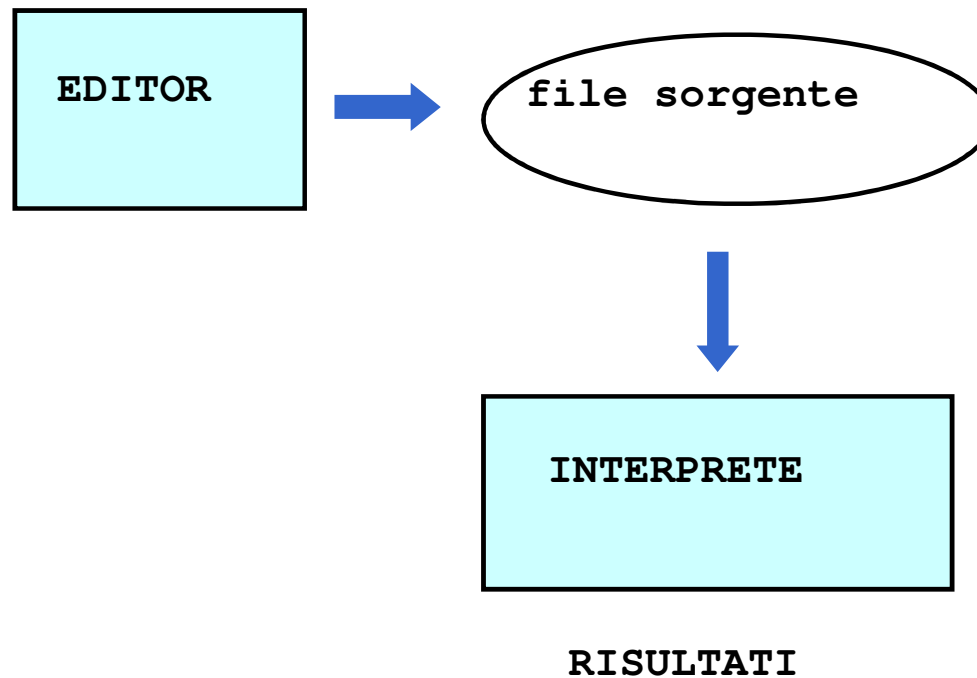
# APPROCCIO COMPILATO: SCHEMA

---



# APPROCCIO INTERPRETATO: SCHEMA

---

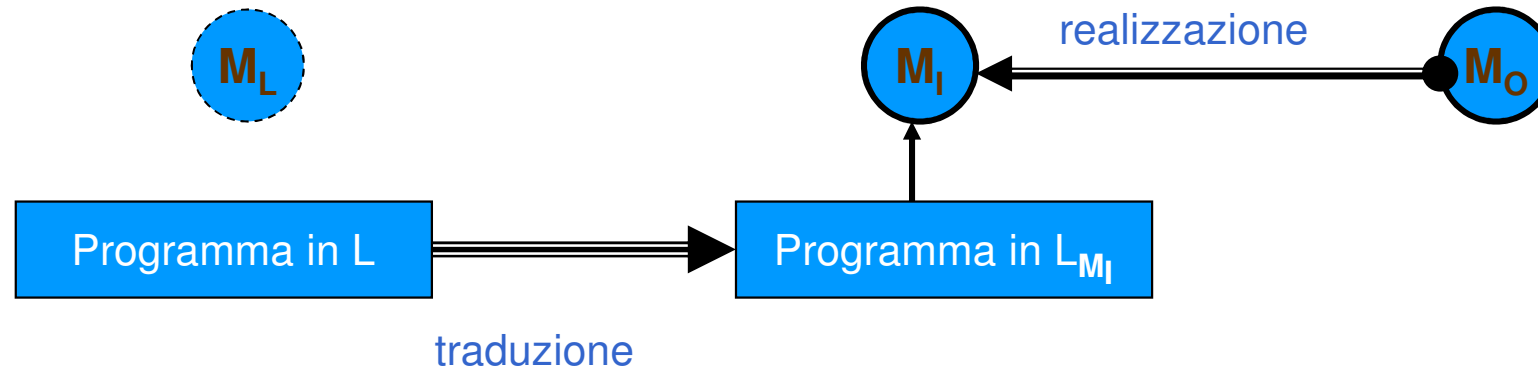


# *Implementare un linguaggio*

- **L** linguaggio ad alto livello
- **M<sub>L</sub>** macchina astratta di **L**
- **M<sub>O</sub>** macchina ospite
- implementazione di **L 1: interprete** (puro)
  - **M<sub>L</sub>** è realizzata su **M<sub>O</sub>** in modo interpretativo
  - scarsa efficienza, soprattutto per colpa dell'interprete (ciclo di decodifica)
- implementazione di **L 2: compilatore** (puro)
  - i programmi di **L** sono tradotti in programmi funzionalmente equivalenti nel linguaggio macchina di **M<sub>O</sub>**
  - i programmi tradotti sono eseguiti direttamente su **M<sub>O</sub>**
    - **M<sub>L</sub>** non viene realizzata
  - il problema è quello della dimensione del codice prodotto
- Esiste un approccio intermedio



# La macchina intermedia



- **L** linguaggio ad alto livello
- **$M_L$**  macchina astratta di **L**
- **$M_I$**  macchina intermedia
- **$L_{M_I}$**  linguaggio intermedio
- **$M_O$**  macchina ospite
- traduzione dei programmi da **L** al linguaggio intermedio  **$L_{M_I}$** +realizzazione della macchina intermedia  **$M_I$**  su  **$M_O$**

# COMPILATORI: MODELLO

---

La costruzione di un compilatore per un particolare linguaggio di programmazione è complessa

- La complessità dipende dal linguaggio sorgente

Compilatore: traduce il programma sorgente in programma oggetto

Due compiti:

- **ANALISI** del programma sorgente
- **SINTESI** del programma oggetto

# *Tre famiglie di implementazioni*

## ■ interprete puro

- $M_L = M_I$
- interprete di  $L$  realizzato su  $M_O$
- alcune implementazioni (vecchie!) di linguaggi logici e funzionali
  - LISP, PROLOG

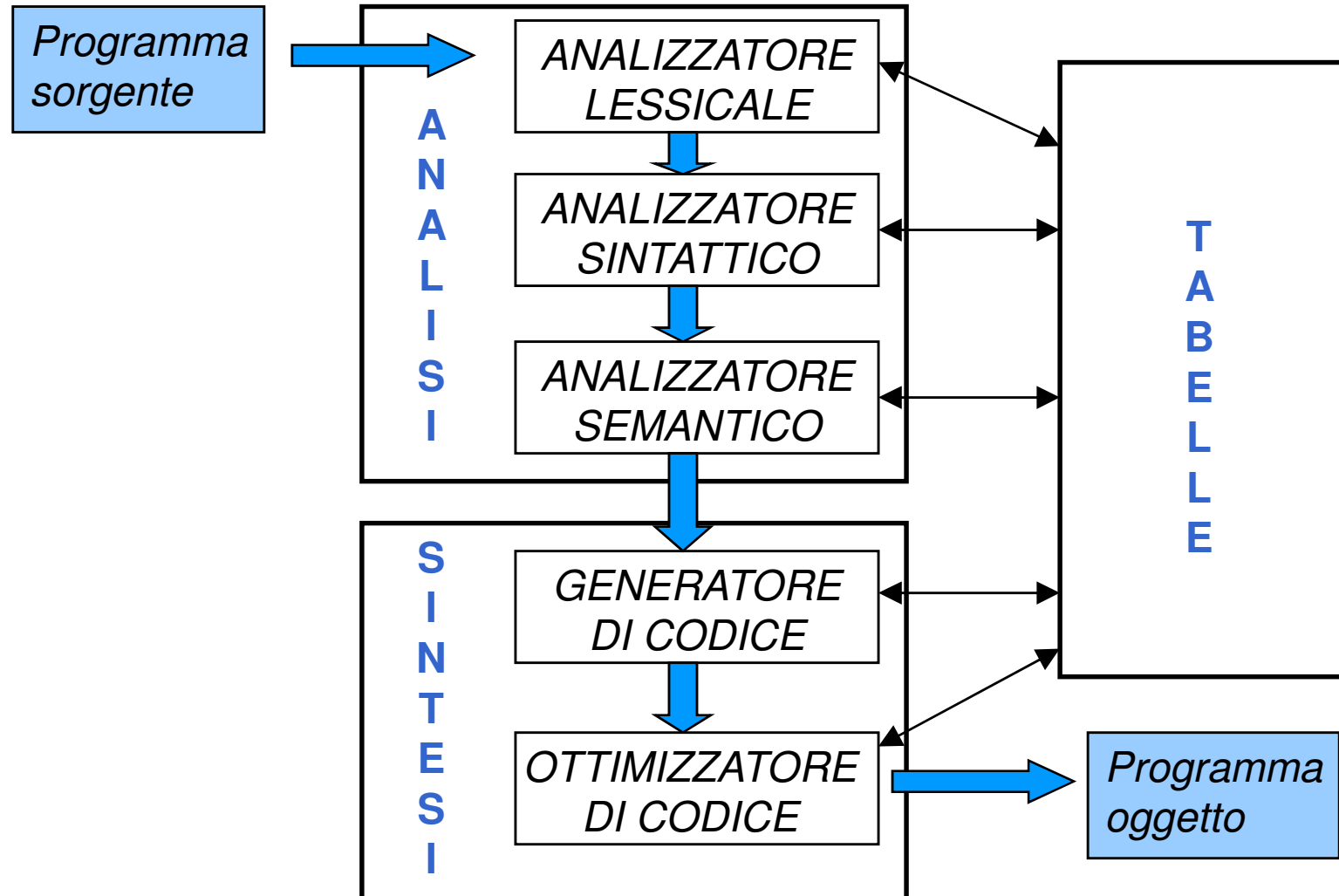
## ■ compilatore

- macchina intermedia  $M_I$  realizzata per estensione sulla macchina ospite  $M_O$  (rts, nessun interprete)
  - C, C++, PASCAL

## ■ implementazione mista

- traduzione dei programmi da  $L$  a  $L_{M_I}$
- i programmi  $L_{M_I}$  sono interpretati su  $M_O$ 
  - Java
  - i “compilatori” per linguaggi funzionali e logici (LISP, PROLOG, ML)
  - alcune (vecchie!) implementazioni di Pascal (Pcode)

# COMPILATORI: MODELLO



# ANALISI

---

Il compilatore nel corso dell'analisi del programma sorgente verifica la correttezza sintattica e semantica del programma:

- **ANALISI LESSICALE** verifica che i simboli utilizzati siano legali cioè appartengano all'alfabeto
- **ANALISI SINTATTICA** verifica che le regole grammaticali siano rispettate => albero sintattico
- **ANALISI SEMANTICA** verifica i vincoli imposti dal contesto

# SINTESI

---

**Generatore di codice:** trasla la forma intermedia in linguaggio assembler o macchina

Prima della generazione di codice:

- ALLOCAZIONE DELLA MEMORIA
- ALLOCAZIONE DEI REGISTRI

Eventuale passo ulteriore di **ottimizzazione del codice**

# LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE

---

*Il “potere espressivo” di un linguaggio è caratterizzato da:*

- *quali **tipi di dati** consente di rappresentare (direttamente o tramite definizione dell'utente)*
- *quali **istruzioni di controllo** mette a disposizione (quali operazioni e in quale ordine di esecuzione)*

**PROGRAMMA = DATI + CONTROLLO**

# IL LINGUAGGIO C

---

## ***UN PO' DI STORIA***

- *definito nel 1972 (AT&T Bell Labs) per sostituire l'assembler*
- *prima definizione precisa: Kernigham & Ritchie (1978)*
- *prima definizione ufficiale: ANSI (1983)*



# IL LINGUAGGIO C

---

## ***CARATTERISTICHE***

- *linguaggio* **sequenziale, imperativo, strutturato a blocchi, basato su espressioni**
- *usabile anche come linguaggio di sistema*
  - *adatto a software di base, sistemi operativi, compilatori, ecc.*
- *portabile, efficiente, sintetico*
  - *ma a volte poco leggibile...*

# IL LINGUAGGIO C

---

## ***Basato su pochi concetti elementari***

- *dati (tipi primitivi, tipi di dato)*
- *espressioni*
- *dichiarazioni / definizioni*
- *funzioni*
- *istruzioni / blocchi*

# ESEMPIO: un semplice programma

---

***Codifica in linguaggio C dell'algoritmo che converte gradi Celsius in Fahrenheit***

```
int main() {  
    float c, f; /* Celsius e Fahrenheit */  
    printf("Inserisci la temperatura da convertire");  
    scanf("%f", &c);  
    f = 32 + c * 9/5;  
    printf("Temperatura Fahrenheit %f", f);  
}
```

# STRUTTURA DI UN PROGRAMMA C

---

*In prima battuta, la struttura di un programma C è definita nel modo seguente:*

```
<programma> ::=  
{<unità-di-traduzione>}  
<main>  
{<unità-di-traduzione>}
```

Intuitivamente un programma in C è definito da tre parti:

- una o più unità di traduzione
- il programma vero e proprio (main)
- una o più unità di traduzione

# STRUTTURA DI UN PROGRAMMA C

---

*La parte <main> è l'unica obbligatoria, definita come segue:*

```
<main> ::=  
    int main()  
    { [<dichiarazioni-e-definizioni>]  
      [<sequenza-istruzioni>]  
    }
```

Intuitivamente il main è definito dalla parola chiave `main()` e racchiuso tra parentesi graffe al cui interno troviamo

- dichiarazioni e definizioni
  - una sequenza di istruzioni
- } *opzionali [ ]*

# STRUTTURA DI UN PROGRAMMA C

---

- **<dichiarazioni-e-definizioni>**

introducono i nomi *di costanti, variabili, tipi definiti dall'utente*

- **<sequenza-istruzioni>**

*sequenza di frasi del linguaggio  
ognuna delle quali è un'istruzione*

***main ()*** è una particolare unità di **traduzione** (*una funzione*)

# STRUTTURA DI UN PROGRAMMA C

---

- ***set di caratteri ammessi in un programma dipende dall'implementazione; solitamente ASCII + estensioni***

- ***identificatori***

*sequenze di caratteri tali che*

*<Identificatore> ::=*

*<Lettera> { <Lettera> | <Cifra> }*

Intuitivamente un identificatore è una sequenza (di lunghezza maggiore o uguale a 1) di lettere e cifre che **inizia obbligatoriamente con una lettera**

# COMMENTI

---

## **Commenti**

*sequenze di caratteri racchiuse fra i delimitatori*

*/\* e \*/*

```
<Commento> ::= /* <frase> */  
<frase> ::= { <parola> }  
<parola> ::= { <carattere> }
```

*i commenti **non** possono essere innestati*



# VARIABILI

---

- **Una variabile è un'astrazione della cella di memoria**
- **Formalmente, è un simbolo associato a un indirizzo fisico (L-value)...**

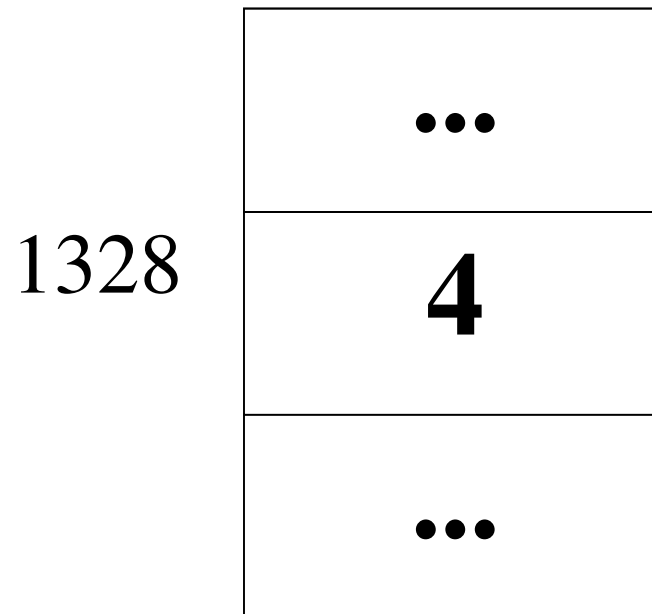
| <i>simbolo</i> | <i>indirizzo</i> |
|----------------|------------------|
| <b>X</b>       | <b>1328</b>      |

*Perciò, L-value di x è 1328 (fisso e immutabile!)*

# VARIABILI

---

*... che denota un valore (R-value)*



*... e R-value di  $x$  è attualmente 4 (può cambiare)*

# DEFINIZIONE DI VARIABILE

---

*Una variabile utilizzata in un programma  
deve essere definita*

*La **definizione** è composta da*

- **nome della variabile (identificatore)**
- **tipo dei valori (R-value)** che possono essere denotati alla variabile

*e implica **allocazione di memoria**  
necessaria a mantenere R-value denotato*

# DEFINIZIONE DI VARIABILE: ESEMPI

---

**Definizione di una variabile:**

*<tipo> <identificatore>;*

*int x; /\* x deve denotare un valore intero \*/*

*float y; /\* y deve denotare un valore reale \*/*

*char ch; /\* ch deve denotare un carattere \*/*

# INIZIALIZZAZIONE DI UNA VARIABILE

---

- *Contestualmente alla definizione è possibile specificare un valore iniziale per una variabile*
- *Inizializzazione di una variabile:*  
*<tipo> <identificatore> = <espr> ;*

## *Esempio*

```
int x = 32;
```

```
double speed = 124.6;
```

# VARIABILI & ESPRESSIONI

---

## *Una variabile*

- *può comparire in una espressione*
- *può assumere un valore dato dalla valutazione di un'espressione*

```
double speed = 124.6;  
double time = 71.6;  
double km = speed * time;
```

# CARATTERISTICHE DELLE VARIABILI

---

***campo d'azione (scope)***: è la parte di programma in cui la variabile è nota e può essere manipolata

- in C, Pascal: determinabile **staticamente**
- in LISP: determinabile **dinamicamente**

***tipo***: specifica la **classe di valori** che la variabile può assumere (e quindi gli **operatori applicabili**)

# CARATTERISTICHE DELLE VARIABILI

---

***tempo di vita:*** è l'intervallo di tempo in cui rimane valida l'associazione simbolo/indirizzo (L-value)

- *in FORTRAN: allocazione statica*
- *in C, Pascal: anche allocazione dinamica*

***valore:*** è rappresentato (secondo la codifica adottata) nell'area di memoria associata alla variabile



# ESEMPIO: un semplice programma

---

## ***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***

# ESEMPIO: un semplice programma

---

***Specifica della soluzione:***

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

*oppure*

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

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

# ESEMPIO: un semplice programma

---

***Algoritmo corrispondente:***

- *Dato  $c$*
- *calcolare  $f$  sfruttando la relazione*  
$$f = 32 + c * 9/5$$

***solo a questo punto***

***si codifica l'algoritmo nel linguaggio  
scelto***

## ESEMPIO: un semplice programma

---

```
int main() {  
    float c=18; /* Celsius */  
    float f = 32 + c * 9/5;  
}
```



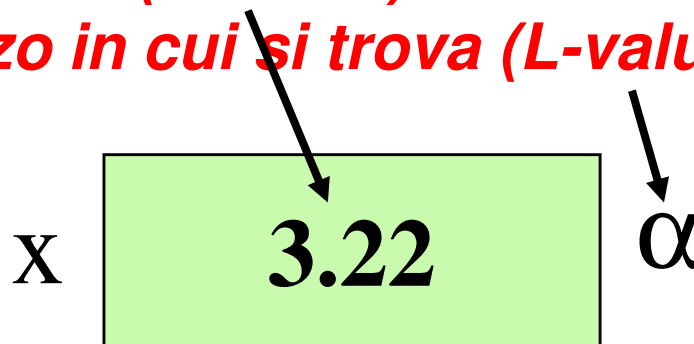
**NOTA:** per ora abbiamo a disposizione solo il modo per inizializzare le variabili. Mancano, ad esempio, la possibilità di modificare una variabile, costrutti per l'input/output...

# VARIABILI NEI LINGUAGGI IMPERATIVI

---

**Una variabile in un linguaggio imperativo**

- non è solo un sinonimo per un dato come in matematica
- **è un'astrazione della cella di memoria**
- **associata a due diverse informazioni:**
  - **il contenuto (R-value)**
  - **l'indirizzo in cui si trova (L-value)**



# ESPRESSIONI

---

- *Il C è un linguaggio basato su **espressioni***
- *Una **espressione** è una notazione che **denota un valore** mediante un processo di **valutazione***
- *Una espressione può essere semplice o composta (tramite aggregazione di altre espressioni)*

# ESPRESSIONI CON EFFETTI COLLATERALI

---

- *Le espressioni che contengono variabili, oltre a denotare un valore, possono a volte comportare **effetti collaterali** sulle variabili coinvolte*
- *Un **effetto collaterale** è una modifica del valore della variabile (R-value) causato da particolari operatori:*
  - *operatore di **assegnamento***
  - *operatori di **incremento e decremento***

# ASSEGNAMENTO

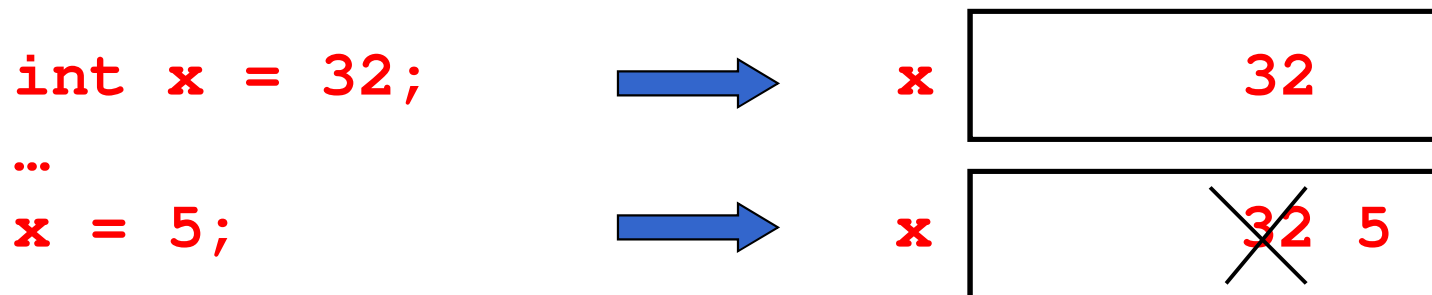
---

***Ad una variabile può essere assegnato un valore nel corso del programma e non solo all'atto della inizializzazione***

- ***Assegnamento di una variabile: SINTASSI***

*<identificatore> = <espr> ;*

- ***L'assegnamento è l'astrazione della modifica distruttiva del contenuto della cella di memoria denotata dalla variabile***





# ASSEGNAMENTO

---

- *L'assegnamento è un particolare tipo di espressione come tale denota comunque un valore con un effetto collaterale: quello di cambiare il valore della variabile*

- *Esempi di espressioni di assegnamento:*

$$j = 0 \qquad k = j + 1$$

- *Se  $k$  valeva 2, l'espressione  $k = j + 1$* 
  - *denota il valore 1 (risultato della valutazione dell'espressione)*
  - *e cambia il valore di  $k$ , che d'ora in poi vale 1 (non più 2)*

**L'assegnamento è distruttivo**

# ASSEGNAIMENTO & VARIABILI

---

*Una variabile in una espressione di assegnamento:*

- *è interpretata come il suo R-value, se compare a destra del simbolo =*



- *è interpretata come il suo L-value, se compare a sinistra del simbolo =*

# ASSEGNAIMENTO & VARIABILI

---

*Se x valeva 2, l'espressione*

$$x = x + 1$$

*denota il valore 3*

e cambia in 3 il valore di x

- *il simbolo x **a destra** dell'operatore = denota il valore attuale (R-value) di x, cioè 2*
- *il simbolo x **a sinistra** dell'operatore = denota la cella di memoria associata a x (L-value), a cui viene assegnato il valore dell'espressione di destra (3)*
- *l'espressione nel suo complesso denota il **valore della variabile** dopo la modifica, cioè 3*

# OPERATORI DI ASSEGNAIMENTO COMPATTI

---

*Il C introduce una forma particolare di assegnamento che **ingloba anche un'operazione**:*

*<identificatore> **OP=** <espressione>*

è “quasi equivalente” a

*<identificatore> **=** <identificatore> **OP**  
< espressione>*

*dove **OP** indica un operatore (ad esempio: +, -, \*, /, %, .....).*

# OPERATORI DI ASSEGNAZIONE COMPATTI

---

## *Esempi*

$k += j$  equivale a  $k = k + j$

$k *= a + b$  equivale a  $k = k * (a+b)$

## Perché “quasi” equivalente ?

- L'identificatore (a sinistra di =) può essere in realtà un'espressione **l-espr**
- le due forme allora sono **equivalenti solo se la valutazione di l-espr non comporta effetti collaterali** (nell'operatore compatto una sola valutazione; ne vedremo un esempio molto più avanti...)