

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:

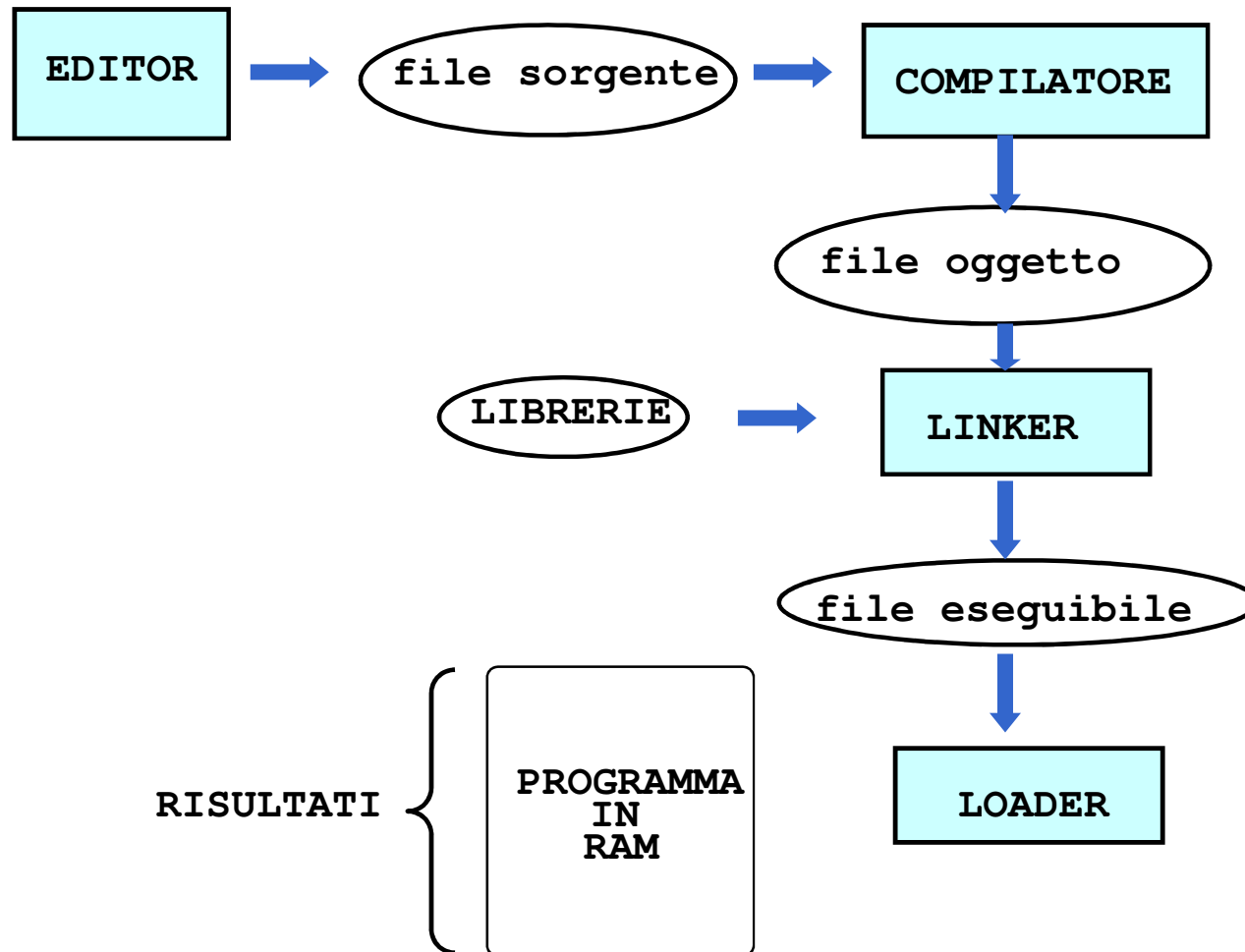
- *Scrivere il **testo del programma** e memorizzarlo su supporti di memoria permanenti (*fase di editing*)*
- Se il linguaggio è compilato:
 - *Compilare il programma, ossia utilizzare il compilatore che effettua una traduzione automatica del programma scritto in un linguaggio qualunque in un programma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

COMPILATORI E INTERPRETI

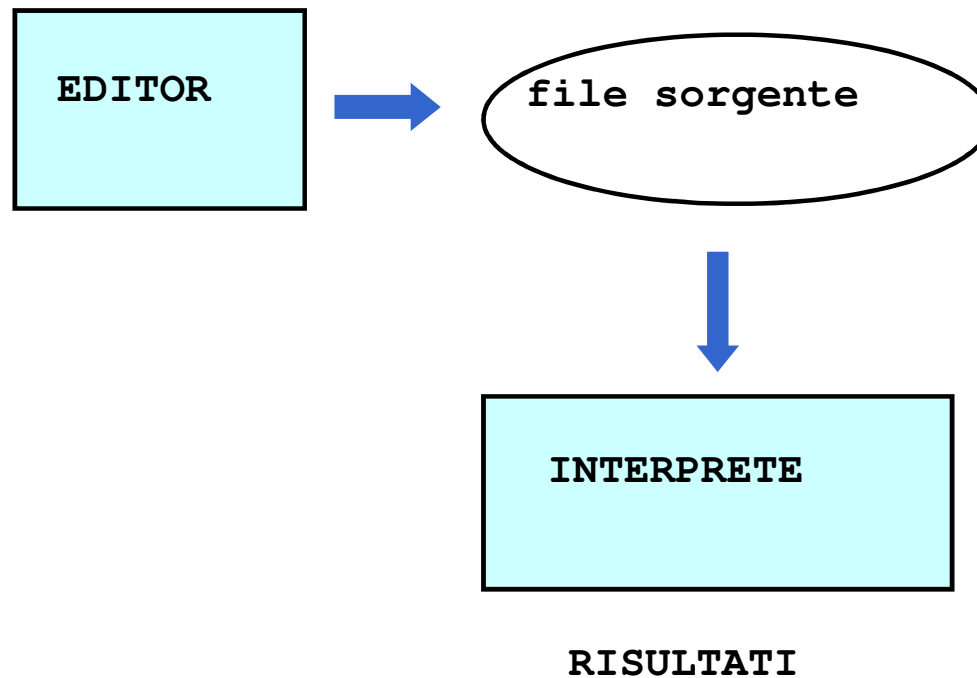
- I **compilatori** traducono automaticamente un programma dal linguaggio L a quello macchina (per un determinato elaboratore)
- Gli **interpreti** sono programmi capaci di eseguire direttamente un programma in linguaggio L istruzione per istruzione

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

APPROCCIO COMPILATO: SCHEMA



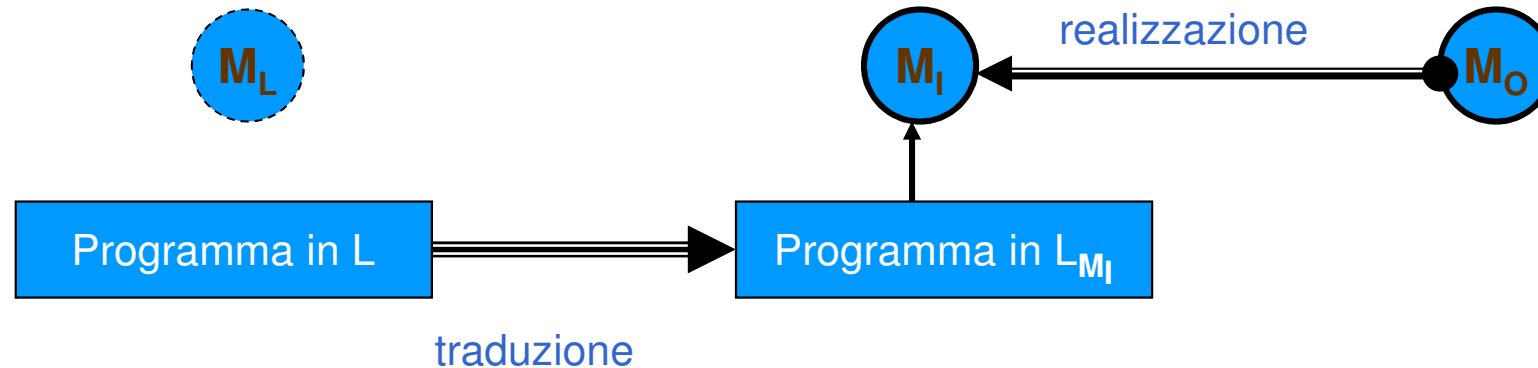
APPROCCIO INTERPRETATO: SCHEMA



Implementare un linguaggio

- **L** linguaggio ad alto livello
- **M_L** macchina astratta di **L**
- **M_O** macchina ospite
- implementazione di **L 1: interprete** (puro)
 - **M_L** è realizzata su **M_O** 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_O**
 - i programmi tradotti sono eseguiti direttamente su **M_O**
 - **M_L** 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_{M₁}** linguaggio intermedio
- **M_O** macchina ospite
- traduzione dei programmi da **L** al linguaggio intermedio **L_{M₁}**+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

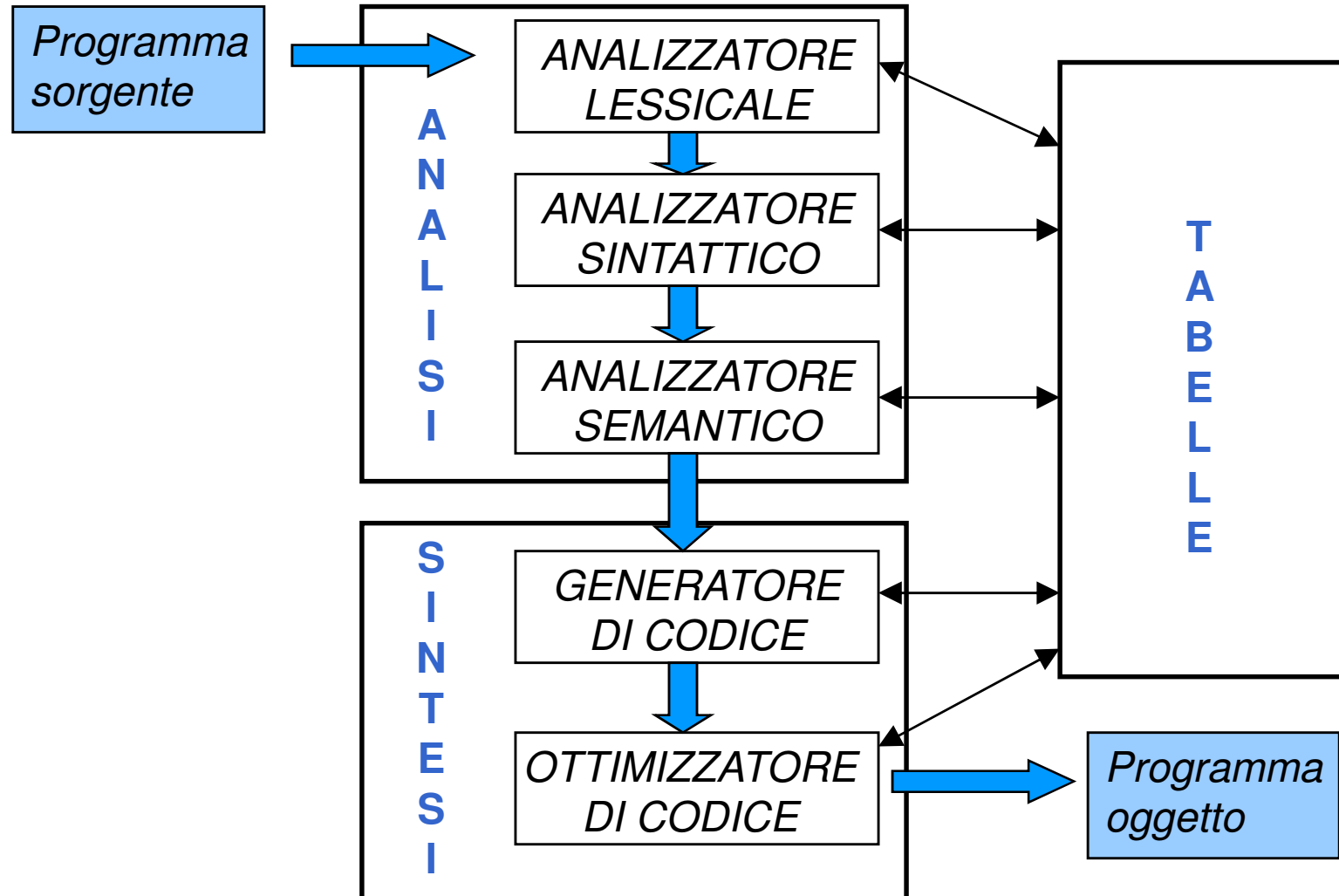
■ compilatore

- 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

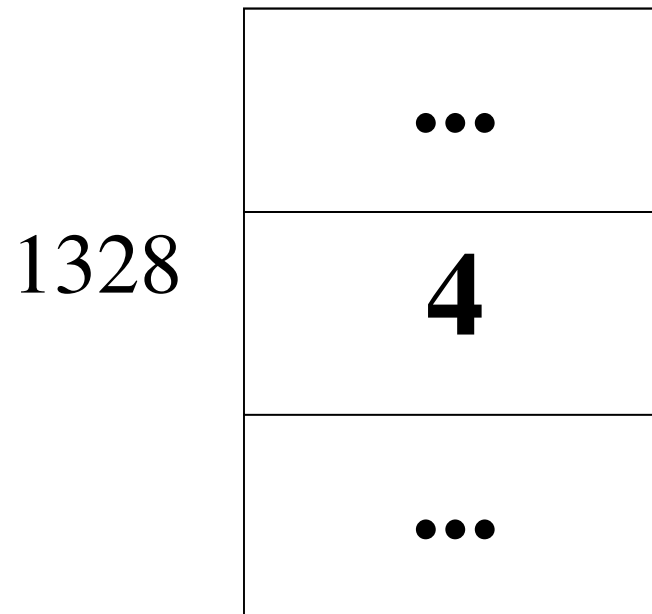
- **Una variabile è un'astrazione della cella di memoria**
- **Formalmente, è un simbolo associato a un indirizzo fisico (L-value)...**

<i>simbolo</i>	<i>indirizzo</i>
X	1328

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;  
}
```

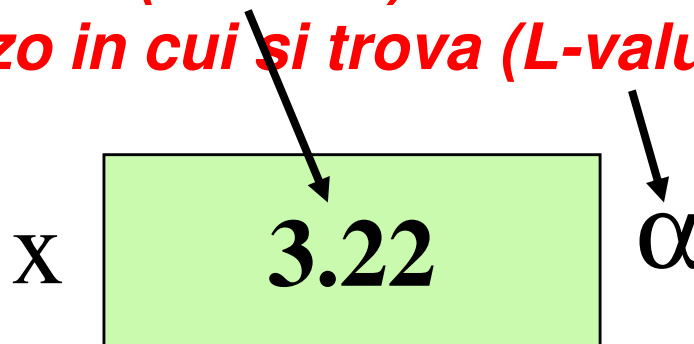


NOTA: per ora abbiamo a disposizione solo il modo per inizializzare le variabili. Mancano, ad esempio, la possibilità di modificare una variabile, costrutti per l'input/output...

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***

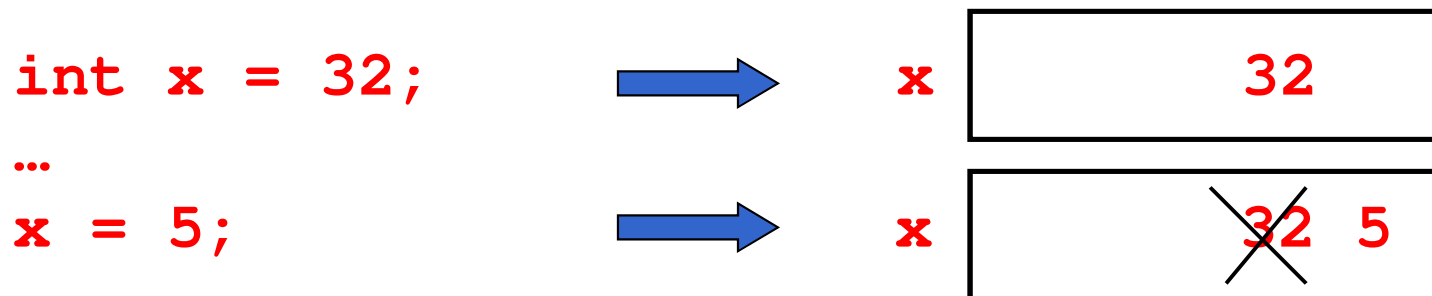
ASSEGNAMENTO

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:*

$$j = 0$$

$$k = j + 1$$

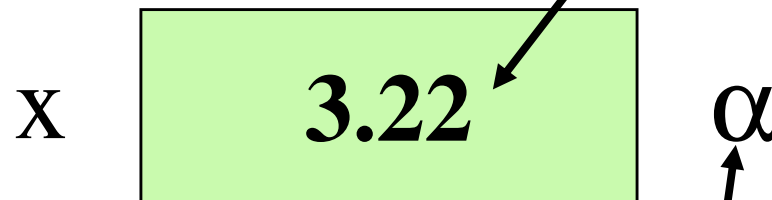
- *Se k valeva 2, l'espressione $k = j + 1$*
 - *denota il valore 1 (risultato della valutazione dell'espressione)*
 - *e cambia il valore di k , che d'ora in poi vale 1 (non più 2)*

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 ASSEGNAZIONE 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...)