

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

1

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

2

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)

3

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*

4

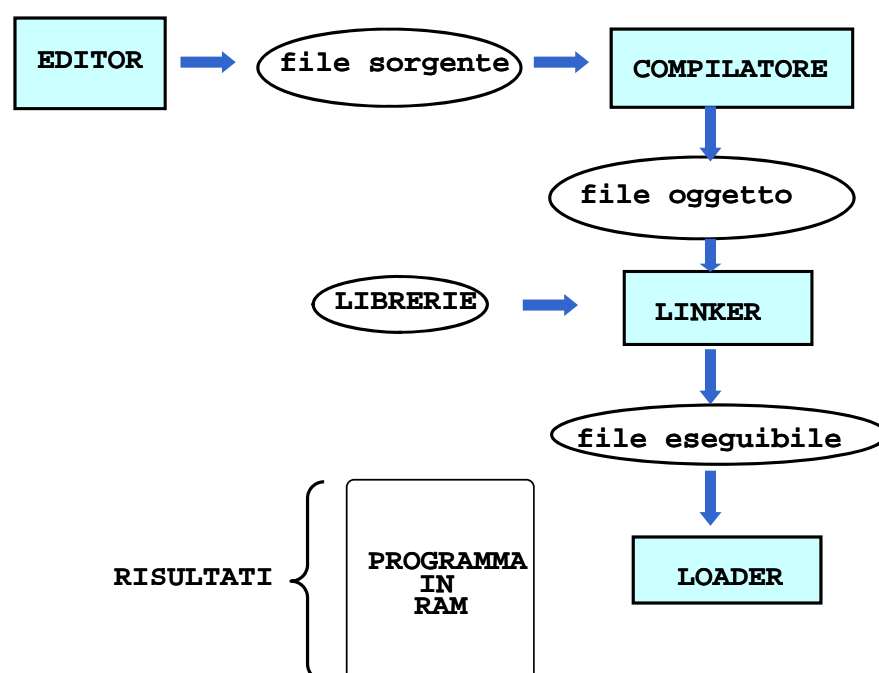
COMPILATORI E INTERPRETI

- 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

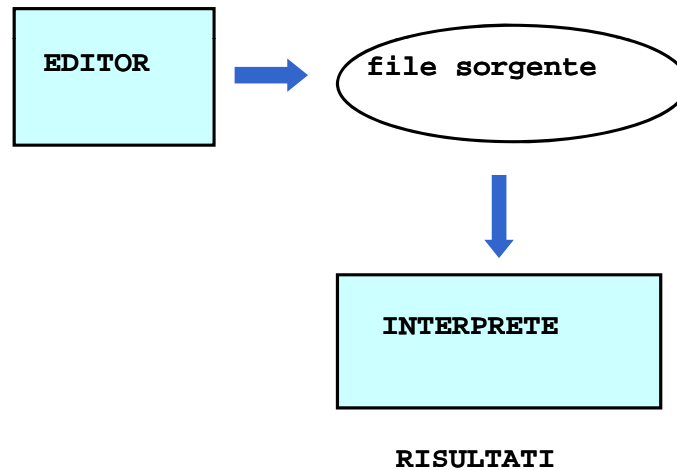
5

APPROCCIO COMPILATO: SCHEMA



6

APPROCCIO INTERPRETATO: SCHEMA



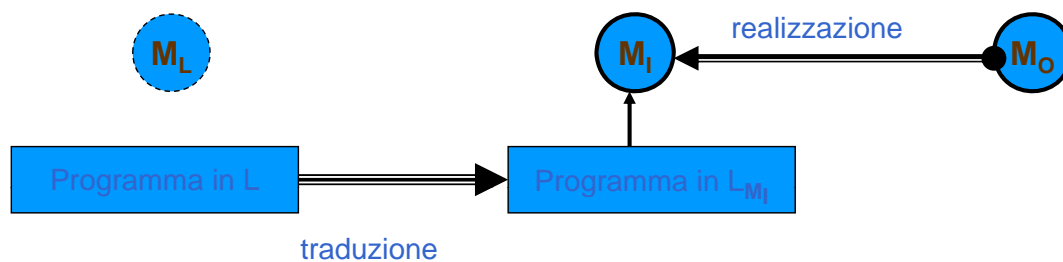
7

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

8

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

9

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

10

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

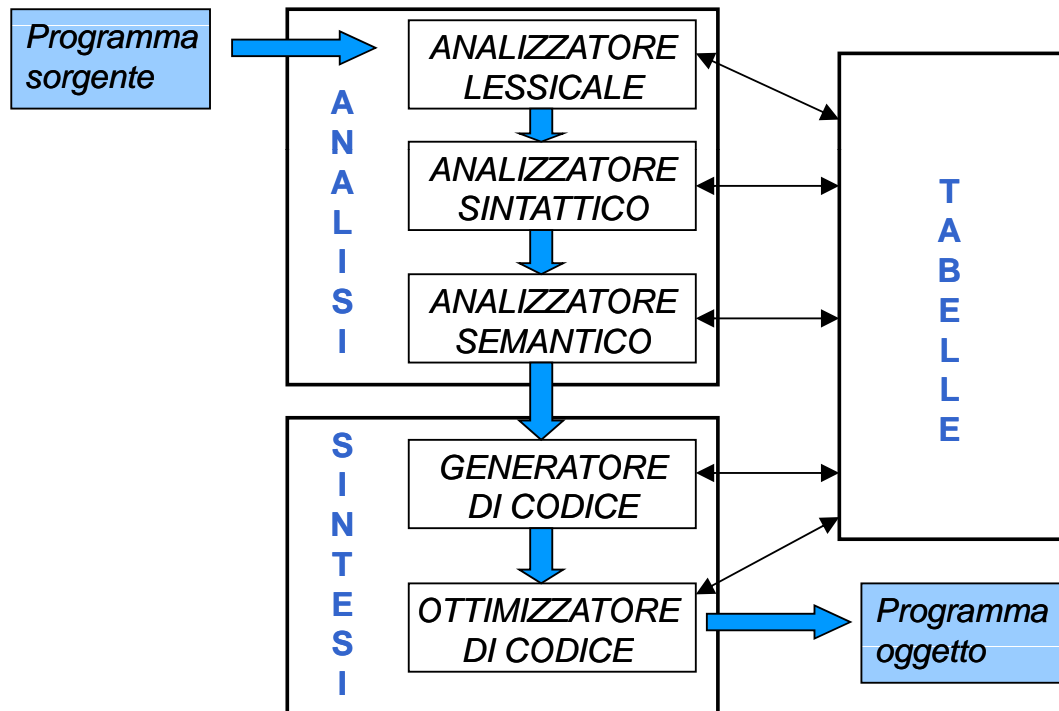
■ compilatore

- 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



13

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

14

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**

15

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

16

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)*

17

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...*

18

IL LINGUAGGIO C

Basato su pochi concetti elementari

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

19

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);  
    }
```

20

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

21

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 []*

22

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*)

23

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**

24

COMMENTI

Commenti

sequenze di caratteri racchiuse fra i delimitatori

/ e */*

<Commento> ::= / <frase> */*

<frase> ::= { <parola> }

<parola> ::= { <carattere> }

i commenti non possono essere innestati

25

VARIABILI

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

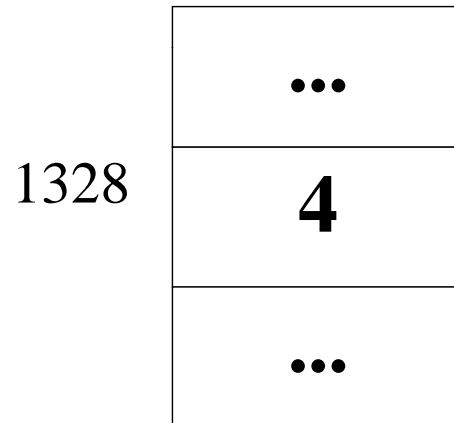
| <i>simbolo</i> | <i>indirizzo</i> |
|----------------|------------------|
| X | 1328 |

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

26

VARIABILI

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



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

27

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*

28

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 */`

29

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;`

30

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;
```

31

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**)

32

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

33

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**

34

ESEMPIO: un semplice programma

Specifica della soluzione:

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

oppure

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

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

35

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

36

ESEMPIO: un semplice programma

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



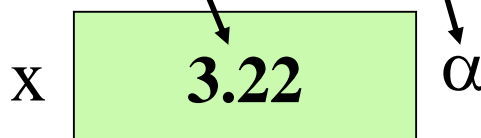
NOTA: per ora abbiamo a disposizione solo il modo per inizializzare le variabili. Mancano, ad esempio, la possibilità di modificare una variabile, costrutti per l'input/output...

37

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)**



38

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)*

39

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***

40

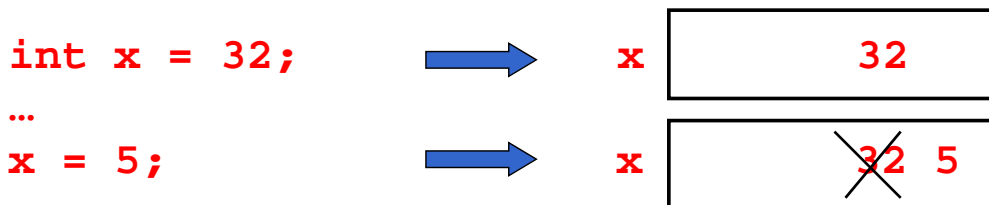
ASSEGNAMENTO

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**



41

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)

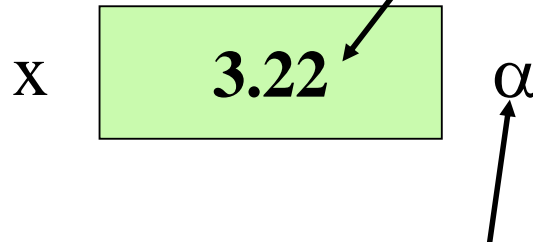
L'assegnamento è distruttivo

42

ASSEGNAZIONE & 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 =

43

ASSEGNAZIONE & 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

44

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: +, -, *, /, %,

45

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...)

46