

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*, ed è definita come segue:

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

- Intuitivamente il *main* è definito dalla parola chiave `main()` e racchiuso tra parentesi graffe al cui interno troviamo
 - le dichiarazioni e definizioni
 - una sequenza di istruzioni } opzionali []

STRUTTURA DI UN PROGRAMMA C

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

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

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

Il `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 e' 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' **L-value** di x è 1328 (**fisso e immutabile!**).

VARIABILI

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

	...
1328	4
	...

..e l' **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
 - il nome della variabile (identificatore)
 - il *tipo* dei valori (R-value) che possono essere denotati alla variabile

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 ed 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;
```

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

L'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;  
    return 0;  
}
```



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

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 fisico (L-VALUE)
 - in FORTRAN: allocazione *statica*
 - in C, Pascal: allocazione *dinamica*
- **valore:** è rappresentato (secondo la codifica adottata) nell'area di memoria associata alla variabile

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 a cui si trova (L-value)**

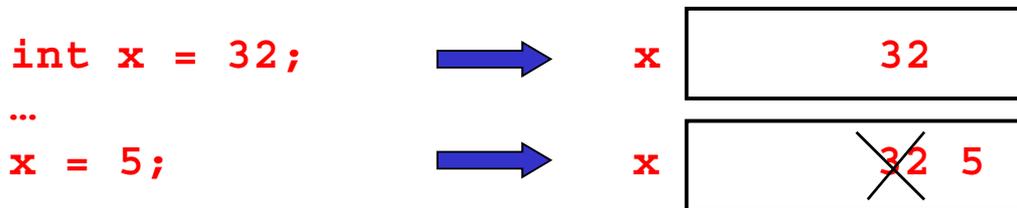


ESPRESSIONI CON EFFETTI COLLATERALI

- 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 e' l'astrazione della modifica distruttiva del contenuto della cella di memoria denotata dalla variabile.



ASSEGNAMENTO

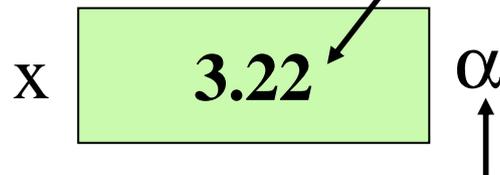
- L'assegnamento è un *particolare tipo di espressione*
 - come tale *denota comunque un valore!***con un effetto collaterale: quello di *cambiare il valore della variabile.***
- Esempi di *espressioni di assegnamento*:
`j = 0` `k = j + 1`
- Se `k` valeva 2, l'espressione `k = j + 1`
 - denota il valore 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

ASSEGNAMENTO

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 =

ASSEGNAMENTO

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.

ASSEGNAMENTO

- Supponiamo di avere due variabili.

$$A = 0$$

$$B = 4$$

e vogliamo scambiare i loro valori.

- Come fare ?

ASSEGNAMENTO

- Supponiamo di avere due variabili.

$$A = 0$$

$$B = 4$$

e vogliamo scambiare i loro valori.

- Come fare ?

$$A = B$$

$$B = A$$

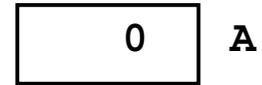
- E' corretto ?

ASSEGNAMENTO

- Supponiamo di avere due variabili.

$$A = 0$$

$$B = 4$$



e vogliamo scambiare i loro valori.



- Come fare ?

$$A = B$$

$$B = A$$



- E' corretto ?

NO !!!!!

$$A = B$$

$$B = A$$



ASSEGNAMENTO

- Serve una variabile di appoggio

$$T = A$$

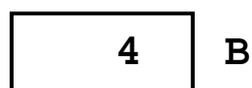
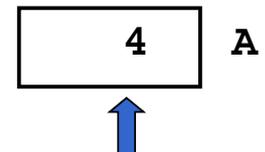
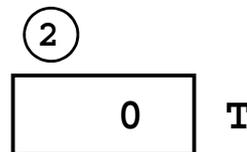
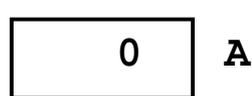
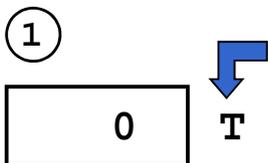
$$A = B$$

$$B = T$$

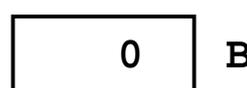
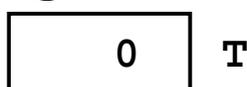
①

②

③



③



OPERATORI DI ASSEGNAZIONE COMPATTI

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

$$l\text{-espr } \mathbf{OP} = \langle \text{espressione} \rangle$$

è "*quasi equivalente*" a

$$l\text{-espr} = l\text{-espr } \mathbf{OP} \langle \text{espressione} \rangle$$

dove **OP** indica un operatore fra

+, −, *, /, %, >>, <<, &, ^, |

OPERATORI DI ASSEGNAZIONE COMPATTI

Esempi

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

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

- Perché "quasi" equivalente ?
 - nel primo caso, *l-espr* viene valutata *una sola volta*
 - nel secondo, invece, viene valutata *due volte*
 - Quindi, le due forme sono *equivalenti solo se la valutazione di l-espr non comporta effetti collaterali*

INCREMENTO E DECREMENTO

Gli operatori di incremento e decremento sono *usabili in due modi*

- come **pre-operatori**: **++v**
prima incremento e poi uso
- come **post-operatori**: **v++**
prima uso e poi incremento

ESEMPI

- `int i, k = 5;`
`i = ++k`

ESEMPI

- `int i, k = 5;`

`i = ++k /* i vale 6, k vale 6 */`

ESEMPI

- `int i, k = 5;`

`i = ++k /* i vale 6, k vale 6 */`

- `int i, k = 5;`

`i = k++`

ESEMPI

- `int i, k = 5;`
`i = ++k /* i vale 6, k vale 6 */`
- `int i, k = 5;`
`i = k++ /* i vale 5, k vale 6 */`

ESEMPI

- `int i, k = 5;`
`i = ++k /* i vale 6, k vale 6 */`
- `int i, k = 5;`
`i = k++ /* i vale 5, k vale 6 */`
- `int i=4, j, k = 5;`
`j = i + k++;`

ESEMPI

- `int i, k = 5;`
`i = ++k /* i vale 6, k vale 6 */`
- `int i, k = 5;`
`i = k++ /* i vale 5, k vale 6 */`
- `int i=4, j, k = 5;`
`j = i + k++; /* j vale 9, k vale 6 */`

ESEMPI

- `int i, k = 5;`
`i = ++k /* i vale 6, k vale 6 */`
- `int i, k = 5;`
`i = k++ /* i vale 5, k vale 6 */`
- `int i=4, j, k = 5;`
`j = i + k++; /* j vale 9, k vale 6 */`
- `int j, k = 5;`
`j = ++k - k++; /* DA NON USARE */`

ESEMPI

- `int i, k = 5;`
`i = ++k /* i vale 6, k vale 6 */`
- `int i, k = 5;`
`i = k++ /* i vale 5, k vale 6 */`
- `int i=4, j, k = 5;`
`j = i + k++; /* j vale 9, k vale 6 */`
- `int j, k = 5;`
`j = ++k - k++; /* DA NON USARE */`
`/* j vale 0, k vale 7 */`

COMPATIBILITA' DI TIPO

- In un assegnamento, l'identificatore di variabile e l'espressione devono essere dello stesso tipo.
 - Nel caso di tipi diversi, se possibile si effettua la conversione implicita, altrimenti l'assegnamento può generare perdita di informazione

```
int x;  
char y;  
double r;  
...  
x = y; /* char -> int */  
x = y+x;  
r = y; /* char -> int -> double */  
x = r; /* troncamento */
```

Possibile **Warning**: *conversion may lose significant digits*

ESEMPIO

```
int main()
{
    /* parte dichiarazioni variabili */
    int X,Y;
    unsigned int Z;
    float SUM;

    return 0;
}
```

ESEMPIO

```
int main()
{
    /* parte dichiarazioni variabili */
    int X,Y;
    unsigned int Z;
    float SUM;
    /* segue parte istruzioni */
    X=27;

    return 0;
}
```

ESEMPIO

```
int main()
{
    /* parte dichiarazioni variabili */
    int X,Y;
    unsigned int Z;
    float SUM;
    /* segue parte istruzioni */
    X=27;
    Y=343;

    return 0;
}
```

ESEMPIO

```
int main()
{
    /* parte dichiarazioni variabili */
    int X,Y;
    unsigned int Z;
    float SUM;
    /* segue parte istruzioni */
    X=27;
    Y=343;
    Z = X + Y -300;    /* quanto vale Z? */

    return 0;
}
```

ESEMPIO

```
int main()
{
    /* parte dichiarazioni variabili */
    int X,Y;
    unsigned int Z;
    float SUM;
    /* segue parte istruzioni */
    X=27;
    Y=343;
    Z = X + Y -300; /* Z vale 70 */
    X = Z / 10 + 23; /* quanto vale X ? */

    return 0;
}
```

ESEMPIO

```
int main()
{
    /* parte dichiarazioni variabili */
    int X,Y;
    unsigned int Z;
    float SUM;
    /* segue parte istruzioni */
    X=27;
    Y=343;
    Z = X + Y -300; /* Z vale 70 */
    X = Z / 10 + 23; /* X vale 30 */
    Y = (X + Z) / 10 * 10; /* quanto vale Y? */

    return 0;
}
```

ESEMPIO

```
int main()
{
    /* parte dichiarazioni variabili */
    int X,Y;
    unsigned int Z;
    float SUM;
    /* segue parte istruzioni */
    X=27;
    Y=343;
    Z = X + Y -300;
    X = Z / 10 + 23;
    Y = (X + Z) / 10 * 10;
    /* qui X=30, Y=100, Z=70 */
    X = X + 70; /* quanto vale X? */

    return 0;
}
```

ESEMPIO

```
int main()
{
    /* parte dichiarazioni variabili */
    int X,Y;
    unsigned int Z;
    float SUM;
    /* segue parte istruzioni */
    X=27;
    Y=343;
    Z = X + Y -300;
    X = Z / 10 + 23;
    Y = (X + Z) / 10 * 10;
    /* qui X=30, Y=100, Z=70 */
    X = X + 70; /* X vale 100 */
    Y = Y % 10; /* Quanto vale Y ? */

    return 0;
}
```

ESEMPIO

```
int main()
{
    /* parte dichiarazioni variabili */
    int X,Y;
    unsigned int Z;
    float SUM;
    /* segue parte istruzioni */
    X=27;
    Y=343;
    Z = X + Y -300;
    X = Z / 10 + 23;
    Y = (X + Z) / 10 * 10;
    /* qui X=30, Y=100, Z=70 */
    X = X + 70;      /* X vale 100 */
    Y = Y % 10;     /* Y vale 0 */
    Z = Z + X -70;  /* Quanto vale Z? */

    return 0;
}
```

ESEMPIO

```
int main()
{
    /* parte dichiarazioni variabili */
    int X,Y;
    unsigned int Z;
    float SUM;
    /* segue parte istruzioni */
    X=27;
    Y=343;
    Z = X + Y -300;
    X = Z / 10 + 23;
    Y = (X + Z) / 10 * 10;
    /* qui X=30, Y=100, Z=70 */
    X = X + 70;
    Y = Y % 10;
    Z = Z + X -70; /* Z vale 100 */
    SUM = Z * 10;
    /* qui X=100, Y=0, Z=100 , SUM =1000.0*/
    return 0; }
}
```

CASTING

- In qualunque espressione è possibile **forzare una particolare conversione** utilizzando l'*operatore di cast*

(<tipo>) <espressione>

Esempi

```
int i=5; long double x=7.77; double y=7.1;
```

```
i = (int) sqrt(384);
```

```
x = (long double) y*y;
```

```
i = (int) x % (int)y;
```

INPUT/OUTPUT

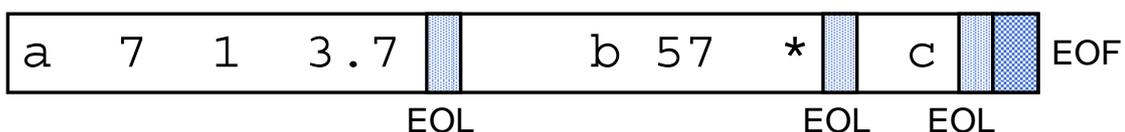
- L'immissione dei dati di un programma e l'uscita dei suoi risultati avvengono attraverso operazioni di lettura e scrittura.
- Il C non ha istruzioni predefinite per l'input/output.
- In ogni versione ANSI C, esiste una *Libreria Standard* (**stdio**) che mette a disposizione alcune funzioni (dette *funzioni di libreria*) per effettuare l'input e l'output.

INPUT/OUTPUT

- Le dichiarazioni delle funzioni messe a disposizione da tale libreria devono essere incluse nel programma:
`#include <stdio.h>`
 - `#include` è una direttiva per il **preprocessore C**:
 - nella fase precedente alla compilazione del programma ogni direttiva “#...” viene eseguita, provocando delle modifiche testuali al programma sorgente. Nel caso di `#include <nomefile>`:
 - viene sostituita l’istruzione stessa con il contenuto del file specificato.
- **Dispositivi standard di input e di output:**
 - per ogni macchina, sono periferiche predefinite (generalmente tastiera e video).

INPUT/OUTPUT

- Il C vede le informazioni lette/scritte da/verso i dispositivi standard di I/O come file *sequenziali*, cioè **sequenze di caratteri** (o stream).
 - Gli *stream* di input/output possono contenere dei caratteri di controllo:
 - End Qf File (EOF)
 - End Qf Line (EOL)
- **Sono disponibili funzioni di libreria per:**
 - Input/Output a caratteri
 - Input/Output a stringhe di caratteri
 - Input/Output con formato



INPUT/OUTPUT CON FORMATO

- Nell'I/O con formato occorre specificare il formato (*tipo*) dei dati che si vogliono leggere oppure stampare.
- Il formato stabilisce:
 - come interpretare la sequenza dei caratteri immessi dal dispositivo di ingresso (nel caso della lettura)
 - con quale sequenza di caratteri rappresentare in uscita i valori da stampare (nel caso di scrittura)

LETTURA CON FORMATO: `scanf`

- E' una particolare forma di assegnamento: la `scanf` assegna i valori letti alle variabili specificate come argomenti (nell'ordine di lettura).

```
scanf(<stringa-formato>, <sequenza-variabili>);
```

- Ad esempio:

```
int X;  
float Y;  
scanf("%d%f", &X, &Y);
```

LETTURA CON FORMATO: `scanf`

- `scanf` legge una serie di valori in base alle specifiche contenute in *<stringa-formato>* e memorizza i valori letti nelle variabili
 - restituisce il numero di valori letti e memorizzati, oppure EOF in caso di *end of file*
 - Gli identificatori delle variabili a cui assegnare i valori sono sempre preceduti dal simbolo `&`.
 - La *<stringa_formato>* può contenere dei caratteri qualsiasi (che vengono scartati, durante la lettura), che si prevede vengano immessi dall'esterno, insieme ai dati da leggere.
 - `scanf("%d:%d:%d", &A, &B, &C);`
richiede che i tre dati da leggere vengano immessi separati dal carattere ":".

SCRITTURA CON FORMATO: `printf`

- La `printf` viene utilizzata per fornire in uscita il valore di una variabile, o, più in generale, il risultato di una espressione.
- Anche in scrittura è necessario specificare (mediante una *stringa di formato*) il formato dei dati che si vogliono stampare.

```
printf(<stringa-formato>, <sequenza-elementi>)
```

SCRITTURA CON FORMATO: `printf`

- `printf` scrive una serie di valori in base alle specifiche contenute in `<stringa-formato>`.
- I valori visualizzati sono i risultati delle espressioni che compaiono come argomenti
- La `printf` restituisce il numero di caratteri scritti.
- La stringa di formato della `printf` può contenere sequenze costanti di caratteri da visualizzare.

FORMATI COMUNI

- Formati più comuni: ne vedremo altri più avanti

<code>int</code>	<code>%d</code>
<code>float</code>	<code>%f</code>
<code>double</code>	<code>%lf</code>
<code>carattere singolo</code>	<code>%c</code>
<code>stringa di caratteri</code>	<code>%s</code>

- Caratteri di controllo:

<code>newline</code>	<code>\n</code>
<code>tab</code>	<code>\t</code>
<code>backspace</code>	<code>\b</code>
<code>form feed</code>	<code>\f</code>
<code>carriage return</code>	<code>\r</code>

- Per la stampa del carattere ' % ' si usa: `%%`

ESEMPIO

```
#include <stdio.h>
int main()
{int    k;
scanf("%d",&k);
printf("Quadrato di %d: %d",k,k*k);
return 0;
}
```

- Se in ingresso viene immesso il dato:
3 viene letto tramite la `scanf` e assegnato a `k`
- La `printf` stampa:
Quadrato di 3: 9

ESEMPIO

```
scanf("%c%c%c%d%f", &c1,&c2,&c3,&i,&x);
```

- Se in ingresso vengono dati:

```
ABC 3 7.345
```

- la `scanf` effettua i seguenti assegnamenti:

```
char c1    'A'
char c2    'B'
char c3    'C'
int  i     3
float x    7.345
```

ESEMPIO

```
char Nome='F';
char Cognome='R';
printf("Programma scritto da:\n%c. %c. \n
      Fine \n", Nome, Cognome);
```

vengono stampate le seguenti linee

```
Programma scritto da:
```

```
F. R.
```

```
Fine
```

ESEMPIO

- Rivediamo l'esempio visto precedentemente

```
#include <stdio.h>
```

```
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);
    return 0;
}
```

ESEMPIO

- Variante

```
#include <stdio.h>
```

```
int main(){  
    float c; /* Celsius e Fahrenheit */  
    printf("Inserisci la temperatura da convertire");  
    scanf("%f", &c);  
    printf("Temperatura Fahrenheit %f", 32 + c * 9/5);  
    return 0;  
}
```