



UNIVERSITÀ
degli STUDI
di CATANIA

Variabili, tipi primitivi, operazioni aritmetiche in C

Corso di programmazione I (A-E / O-Z) AA 2023/24

Corso di Laurea Triennale in Informatica

Fabrizio Messina

fabrizio.messina@unict.it

Dipartimento di Matematica e Informatica

1. Variabili, costanti e commenti in C
2. Tipi in C
3. Operatori aritmetici, funzioni matematiche di base, conversioni

Variabili, costanti e commenti in C

Cosa è una variabile?

Uno spazio in memoria adeguato ad ospitare un **dato** di un certo **tipo**.

Lo spazio è identificato da un **nome univoco** all'interno del programma.

La variabile corrisponde ad un certo **indirizzo nella memoria del calcolatore** nel quale si esegue il programma.

Definizione di una variabile in C

```
int numero_di_ordini = 10;
```

⚡Suggerimenti

Usare un **nome** che “descriva” il contenuto della variabile.

Specificare un valore iniziale? Il C non lo rende obbligatorio ma è altamente consigliato per evitare errori.

Il carattere “;” termina la singola istruzione che definisce la variabile.

Definizione senza inizializzazione:

```
int j; // alloca memoria per un numero intero
```

Definisce una variabile int e la inizializza con il valore 10:

```
int numero_di_ordini = 10;
```

Il contenuto della `totale_ordini_euro` viene inizializzato con il valore attuale di alcune variabili:

```
int totale_ordini_euro= prezzo * quantita;
```

Errore in fase di compilazione!

```
int codice = "AA10";
```

Definisce una o più variabili contemporaneamente:

```
int v1, v2=3, v3;
```

NB: v1 e v3 nessun valore iniziale, v2 inizializzata!

Definisce una variabile di tipo carattere (e la inizializza):

```
char c='a';
```

Letterali vs variabili

Inizializziamo le variabili con espressioni che usano **letterali** e/o **altre variabili**.

Un **letterale** è un elemento del programma che rappresenta un valore, e che viene opportunamente rappresentato in memoria.

1.0 e 40 sono letterali di tipo, rispettivamente **double**, e **int**.

"acqua" è un letterale stringa, mentre 'c' è un letterale di tipo **char**.

Letterale	Tipo	Note
-6	int	int non ha parte frazionaria, può essere negativo
0.5	double	Viene rappresentato in memoria come un double
0.5f	float	Viene rappresentato in memoria come un float
1E6	double	Notazione esponenziale. Equivale a 1×10^6 oppure 1000000
10,456	#	Errore in fase di compilazione! Va usato il punto per i decimali
3 1/2	#	Errore in fase di compilazione! Va usata una espressione in forma decimale: 3.5

Regole per i nomi delle variabili

- nomi debbono **iniziare** con una lettera, oppure underscore (" _");
- i **rimanenti** caratteri possono essere anche numeri, oppure ancora lettere o underscore.
- **NO spazi** nel nome delle variabili!
- **ATTENZIONE: C case-sensitive!**
 - var e Var non sono la stessa variabile.
- Le parole *riservate* (e.g. double) non si possono usare per i nomi di variabile..

```
int _alpha123; // OK
```

```
float 2beta ; // Errore in fase di compilazione
```

```
double uno due ; // Errore in fase di compilazione
```

```
// uno e Uno variabili distinte!
```

```
float uno; // ok
```

```
float Uno; // ok
```

In che modo può cambiare il valore di una variabile nel tempo?

- Assegnamento: ES: `a=10;`, `b=z-20;`
- Incremento/decremento: (forma postfissa) `a++;`
`b--;`, (forma prefissa) `++a;` `--b;`
- Istruzione di input: `scanf("%d", &x);`

Usare la stessa variabile a destra e sinistra di un assegnamento.

Quale sarà il valore della variabile `var` dopo l'esecuzione della seguente istruzione?

$$\text{var} = \text{var} + 10;$$

1. **Leggi** il contenuto della variabile `var`
2. **Somma**, al valore letto in precedenza, il valore 10
3. **Copia** il valore ottenuto dalla precedente somma nella variabile `var`

Ordine di inizializzazione delle variabili

Il seguente frame di codice è (semanticamente) corretto?

```
1 int a=10;  
2 int b;  
3 int volume = a * b * altezza;  
4 b=15;
```

Attenzione alla inizializzazione (tardiva) di b.

Quale sarà il valore di b nella valutazione della espressione alla riga 3?

Si vuole assegnare un nome ad uno o più valori **costanti**.

Se il valore è noto a tempo di compilazione:

- (A) Uso della direttiva del **preprocessore** `#define`

Se il valore non è noto a tempo di compilazione:

- (B) Uso della parola chiave `const`

(A) La direttiva del preprocessore `#define`:

```
#define PI 3.14
```

Viene trattata dal preprocessore, ovvero prima della traduzione del codice sorgente in codice macchina.

Tutte le occorrenze del simbolo `PI` vengono sostituite, nel codice sorgente, con il letterale `3.14`.

NB: Generalmente le direttive `#define` vengono raccolte all'interno dei file "header" (file con suffisso `.h`).

(B) Quando il valore non è noto a tempo di compilazione, è possibile usare la parola chiave `const`, che permette di indicare al compilatore che

- il valore di tale variabile **non può cambiare** rispetto al suo valore iniziale.
- quella variabile `const` va **inizializzata in fase di creazione**.

```
short c = ...;  
// Calcola il valore di  $\pi$  con c cifre dopo la virgola  
const double pi = calcolaPiGreco(c);
```



Le costanti migliorano la **leggibilità**, quindi la comprensione del codice e permettono di ridurre gli errori in fase di codifica.

```
int somma_iniziale = num_banconote * 10;
```

VS

```
#define VALORE_BANCONOTA = 10;  
int somma_iniziale = num_banconote * VALORE_BANCONOTA;
```

```
#define VALORE_BANCONOTA = 10;  
int somma_iniziale = num_banconote * VALORE_BANCONOTA;
```

Se il programmatore avesse la necessità di cambiare il valore corrispondente a `valore_banconota` da 10 a 20...

Può farlo! Cambiando una singola riga di istruzione..

Costanti e variabili costanti

Il compilatore **ignora** il testo che rappresenta un commento

Commento singola linea

```
float alpha = 0.5; // deve essere < beta
```

Commento multi-linea

```
/*  
Questo programma calcola il profitto medio:  
- mensile  
- annuo  
*/  
int main(){...}
```

Esempi svolti

`7_00_var.c`

`7_04_macro.c`

Tipi in C

Tipi numerici nel C

Le dimensioni in bytes sono valori tipici, dipendono dall'implementazione in una specifica architettura..

(*) Valore approssimato.

Tipo	Range (tipico)	Precisione	Dimensione
int	$[-2^{31}, +2^{31} - 1]$	–	4 bytes
unsigned	$[0, 2^{32} - 1]$	–	4 bytes
long	$[-2^{63}, 2^{63} - 1]$	–	8 bytes
unsigned long	$[0, 2^{64} - 1]$	–	8 bytes
short	$[-2^{15}, +2^{15} - 1]$	–	2 bytes
unsigned short	$[0, 2^{16} - 1]$	–	2 bytes
float	$\pm 10^{38}$ (*)	6 cifre	4 bytes
double	$\pm 10^{308}$ (*)	15 cifre	8 bytes
long double	$\pm 10^{4932}$ (*)	18 cifre	16 bytes



La specifica dello standard per il C (ISO/IEC 9899:2018) **non definisce in modo completo** il numero di bytes o il range di valori per i tipi numerici.

Tali valori generalmente variano con **l'architettura e l'implementazione** (compilatore + librerie standard).

1. Sarà importante **conoscere la dimensione** quando si debbono allocare **grandi porzioni di memoria**.

ESEMPIO:

- allocare un array di miliardi di elementi di tipo `int`
- il fatto che un tipo `int` occupi 8 bytes piuttosto che 4 bytes sarà determinante. Nel primo caso la memoria potrebbe non bastare.

2. **Conoscere intervallo di valori rappresentabili** dei tipi in virgola mobile per non incorrere in overflow. ESEMPIO: per gli interi con ordine di grandezza 10^{10} useremo i `long`.
3. **Conoscere la precisione p** dei tipi in virgola mobile per non incorrere in errori di approssimazione non previsti.

Tipi numerici nel C

Numero di byte corrispondenti ad un determinato tipo

In C esiste l'**operatore** `sizeof()`, che prevede un argomento che è un tipo (es: `int`) oppure una variabile.

```
//Stampa la dimensione in byte del tipo int
printf("%lu", sizeof(int));
//Stampa la dimensione in byte del tipo double
printf("%lu", sizeof(double));
```

Esempi svolti

`7_01_sizeof.c`

Tipi numerici nel C

Intervalli numerici e precisione

Gli header `float.h` e `limits.h`.

```
#include <limits.h> // header da includere  
INT_MIN, INT_MAX // più piccolo/grande valore intero  
LONG_MIN, LONG_MAX // più piccolo/grande valore long
```

```
#include <float.h> //header da includere  
// più piccolo/grande valore float positivo  
FLT_MIN, FLT_MAX  
// no. di cifre significative rappresentabili  
// (precisione!)  
FLT_DIG, DBL_DIG
```

Esempi svolti

`7_01_float.h.c`

<https://en.creference.com/w/c/language/types>

Tipo	Range (tipico)	Dimensione
char	[-128,+127]	1 byte
unsigned char	[0,255]	1 byte
void	#	1 byte

Il tipo void sta ad indicare **nessun valore di ritorno**.

In C si usano spesso puntatori void (`void *`) per restituire indirizzi di memoria per i quali il codice “chiamante” eseguirà un **casting** ad un tipo specifico di puntatore.

Esempi svolti

`7_01_int.c`

`7_01_char.c`

`7_02_precision.c`

Operatori aritmetici, funzioni matematiche di base, conversioni

<https://en.cppreference.com/w/c/language/expressions>

Operatore	Num. argomenti	Significato
*	2	Moltiplicazione
/	2	Divisione
+	2	Somma
-	2	Sottrazione
++	1	Incremento
--	1	Decremento
%	2	Modulo

Operatore modulo restituisce il **resto della divisione** tra due numeri interi.

Esempi svolti

`7_01_unary_op.c`

Funzioni matematiche (libreria `math.h`)

<https://en.creference.com/w/c/header/cmath>

```
#include <math.h>//inoltre ...  
//su GNU/Linux compilare con il flag finale "-lm"
```

Funzione	Argomenti	Significato
<code>pow()</code>	(x,y) in virgola mobile	x^y
<code>sqrt()</code>	(x,y) in virgola mobile	\sqrt{x}
<code>sin()</code>	(x) in virgola mobile	$\sin(x)$
<code>abs()</code>	(x) in virgola mobile	$ x $
<code>log()</code>	(x) in virgola mobile	$\ln x$
<code>log10()</code> , <code>log2()</code>	(x) in virgola mobile	$\log_{10}(x)$, $\log_2(X)$

Uso delle funzioni matematiche nei seguenti file.

Esempi svolti

`7_03_overflow.c`

`7_04_constMath.c`

`7_04_inf.c`

Tipi numerici: conversioni e promozioni

⚠ Attenzione ai passaggi da un tipo ad un secondo tipo il quale **contiene meno informazioni** (e.g. $\text{long} \leftarrow \text{int}$, $\text{double} \leftarrow \text{int}$, etc.).

Da floating point a intero (perdita della frazione!)

```
double d = 2.8965;  
int a = d; // No warning.  Si provi il flag -Wconversion
```

Sono dette “narrowing conversions” (narrowing=restringimento).

NB: Si compili con il flag “-Wconversion” (compilatore Gnu GCC).

Tipi numerici: conversioni e promozioni

Divisione / moltiplicazione tra interi

```
float result = 5 / 2; // =2 perdita della frazione!
```

```
float result = 5.0 / 2; // =2.5 OK
```

Quale è la differenza?

Conversioni implicite

Per una espressione che contiene interi e numeri in virgola mobile, basta che uno dei membri della espressione sia **esplicitamente floating point**.

Il compilatore opererà una **conversione implicita** in virgola mobile degli altri membri per eseguire moltiplicazioni e divisioni in floating point, **senza alcuna perdita di informazione**.

Operazione di cast (conversione)

Casting o conversione esplicita

Il **casting** é un'operazione con cui si indica al compilatore che **deve convertire** una variabile o il risultato di una espressione ad tipo ben definito.

Si rende necessario quando si vuole una **conversione differente** dalla conversione implicita.

Operazione di cast (conversione)

Esempio di casting

```
double d = 10.73;  
double result = (int) (10 * d + 0.5);
```

Esempi svolti

7_04_casting.c

[1] → Capitoli 2 e 3.

[1] Paul J. Deitel and Harvey M. Deitel.

C Fondamenti e tecniche di programmazione.

Pearson, 2022.