

# IL LINGUAGGIO C

---

- Un elaboratore è un **manipolatore di simboli (segni)**
- L'architettura fisica di ogni elaboratore è **intrinsecamente capace** di trattare vari domini di dati, detti **tipi primitivi**
  - dominio dei **numeri naturali e interi**
  - dominio dei **numeri reali**  
(con qualche approssimazione)
  - dominio dei **caratteri**
  - dominio delle **stringhe di caratteri**

# TIPI DI DATO

---

Il concetto di *tipo di dato* viene introdotto per raggiungere due obiettivi:

- esprimere in modo sintetico
  - la loro rappresentazione in memoria, e
  - un insieme di operazioni ammissibili
- permettere di *effettuare controlli statici* (al momento della compilazione) sulla *correttezza* del programma

# TIPI DI DATO PRIMITIVI IN C

---

- **caratteri**

- `char`                    caratteri ASCII
- `unsigned char`

Dimensione di `int`  
e `unsigned int`  
non fissa. **Dipende**  
**dal compilatore**

- **interi con segno**

- `short (int)` -32768 ... 32767 (16 bit)
- `int`                        ????????
- `long (int)` -2147483648 .... 2147483647 (32 bit)

- **naturali (interi senza segno)**

- `unsigned short (int)` 0 ... 65535 (16 bit)
- `unsigned (int)`                        ????????
- `unsigned long (int)` 0 ... 4294967295 (32 bit)

# TIPI DI DATO PRIMITIVI IN C

---

- **reali**
  - **float**                                      singola precisione (32 bit)  
   numeri rappresentabili da  $10^{-38}$  a  $10^{38}$  circa
  - **double**                                      doppia precisione (64 bit)  
   precisione 15 cifre decimali; numeri rappresentabili  
   da  $10^{-308}$  a  $10^{308}$  circa
- **boolean**
  - *non esistono in C come tipo a sé stante*
  - si usano gli interi:
    - **zero** indica **FALSO**
    - ogni altro valore indica **VERO**
  - convenzione: suggerito utilizzare **uno** per **VERO**

# COSTANTI DI TIPI PRIMITIVI

---

- **interi** (in varie basi di rappresentazione)

<i>base</i>	<i>2 byte</i>	<i>4 byte</i>
decimale	12	70000, 12L
ottale	014	0210560
esadecimale	0xFF	0x11170

- **reali**

– in doppia precisione (default)

24.0      2.4E1      240.0E-1

– in singola precisione

24.0F      2.4E1F      240.0E-1F

# COSTANTI DI TIPI PRIMITIVI

---

## caratteri

- singolo carattere racchiuso fra apici

`'A'`    `'C'`    `'6'`

- caratteri speciali:

`'\n'`    `'\t'`    `'\''`    `'\\'`    `'\"'`

# STRINGHE

---

- Una *stringa* è una *sequenza di caratteri* delimitata da virgolette

"ciao"

"Hello\n"

- In C le stringhe sono semplici sequenze di caratteri di cui l'ultimo, *sempre presente in modo implicito*, è '\0'

"ciao" = {'c', 'i', 'a', 'o', '\0'}

# 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 SEMPLICI

---

## Quali espressioni elementari?

- **costanti**

- ‘A’ 23.4 -3 “ciao” ....

- **simboli di variabile**

- x pippo pigreco ....

- **simboli di funzione**

- $f(x)$

- `concat("alfa", "beta")`

- ...

# OPERATORI ED ESPRESSIONI COMPOSTE

---

- Ogni linguaggio introduce un **insieme di operatori**
- che permettono di **aggregare altre espressioni (operandi)**
- per formare **espressioni composte**
- con riferimento a diversi **domini / tipi di dato** (numeri, testi, ecc.)

## Esempi

`2 + f(x)`

`4 * 8 - 3 % 2 + arcsin(0.5)`

`strlen(strcat(Buf, "alfa"))`

`a && (b || c)`

...

# CLASSIFICAZIONE DEGLI OPERATORI

---

## Due criteri di classificazione:

- in base al *tipo* degli operandi
- in base al *numero* degli operandi

in base al <i>tipo</i> degli operandi	in base al <i>numero</i> di operandi
<ul style="list-style-type: none"><li>• aritmetici</li><li>• relazionali</li><li>• logici</li><li>• condizionali</li><li>• ...</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• unari</li><li>• binari</li><li>• ternari</li><li>• ...</li></ul>

# OPERATORI ARITMETICI

---

<i>operazione</i>	<i>operatore</i>	<i>C</i>
inversione di segno	<i>unario</i>	-
somma	<i>binario</i>	+
differenza	<i>binario</i>	-
moltiplicazione	<i>binario</i>	*
divisione fra interi	<i>binario</i>	/
divisione fra reali	<i>binario</i>	/
modulo (fra interi)	<i>binario</i>	%

**NB: la divisione  $a/b$  è fra interi se sia  $a$  sia  $b$  sono interi,  
è fra reali in tutti gli altri casi**

# OPERATORI: OVERLOADING

---

In C (come in Pascal, Fortran e molti altri linguaggi) ***operazioni primitive associate a tipi diversi possono essere denotate con lo stesso simbolo.*** Ad esempio, le operazioni aritmetiche su reali o interi

In realtà ***l'operazione è diversa e può produrre risultati diversi***

```
int X,Y;  
se X = 10 e Y = 4;  
X/Y vale 2
```

```
int X; float Y;  
se X = 10 e Y = 4.0;  
X/Y vale 2.5
```

```
float X,Y;  
se X = 10.0 e Y = 4.0;  
X/Y vale 2.5
```

# CONVERSIONI DI TIPO

---

In C è possibile combinare tra di loro operandi di tipo diverso:

- espressioni **omogenee**: tutti gli operandi sono dello stesso tipo
- espressioni **eterogenee**: gli operandi sono di tipi diversi

## Regola adottata in C:

- sono eseguibili le espressioni eterogenee in cui tutti i tipi referenziati risultano **compatibili** (ovvero che risultano omogenei dopo l'applicazione della regola automatica di conversione implicita di tipo del C)

# COMPATIBILITÀ DI TIPO

---

- Consiste nella **possibilità di usare, entro certi limiti, oggetti di un tipo al posto di oggetti di un altro tipo**
- **Un tipo T1 è compatibile con un tipo T2 se il dominio D1 di T1 è contenuto nel dominio D2 di T2**
  - `int` è compatibile con `float` perché  $\mathbb{Z} \subset \mathbb{R}$
  - ma `float` *non è compatibile* con `int`

# COMPATIBILITÀ DI TIPO - NOTA

---

- $3 / 4.2$

è una divisione *fra reali*, in cui il primo operando è convertito automaticamente da **int** a **double**

- $3 \% 4.2$

è una operazione *non ammissibile*, perché 4.2 non può essere convertito in **int**



# CONVERSIONI DI TIPO

---

Data una espressione  $x \text{ op } y$

- 1. Ogni variabile di tipo **char** o **short** viene convertita nel tipo **int**;
- 2. Se dopo l'esecuzione del passo 1 l'espressione è ancora eterogenea, rispetto alla seguente gerarchia

**int < long < float < double < long double**

si converte temporaneamente l'operando di tipo *inferiore* al tipo *superiore* (***promotion***)

- 3. A questo punto l'espressione è **omogenea** e viene eseguita l'operazione specificata. Il risultato è di tipo uguale a quello prodotto dall'operatore effettivamente eseguito (in caso di overloading, quello più alto gerarchicamente)

# CONVERSIONI DI TIPO

---

```
int x;  
char y;  
double r;  
(x+y) / r
```



La valutazione dell'espressione procede da sinistra verso destra

- **Passo 1** **(x+y)**
  - **y** viene convertito nell'intero corrispondente
  - viene applicata la somma tra interi
  - **risultato intero *tmp***
- **Passo 2**
  - ***tmp* / r** ***tmp*** viene convertito nel double corrispondente
  - viene applicata la divisione tra reali
  - **risultato reale**

# COMPATIBILITÀ 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*/
```

# COMPATIBILITÀ IN ASSEGNAIMENTO

---

- In generale, negli assegnamenti sono **automatiche** le conversioni di tipo che non provocano perdita d'informazione
- Espressioni che **possono** provocare perdita di informazioni non sono però illegali

## Esempio

```
int i=5; float f=2.71F;; double d=3.1415;  
f = f+i; /* int convertito in float */  
i = d/f; /* double convertito in int !*/  
f = d; /* arrotondamento o troncamento */
```

Possibile Warning: *conversion may lose significant digits*

# CAST

---

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; //non necessario
```

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

# ESEMPIO

---

```
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;
    SUM = Z * 10;
    /* qui X=100, Y=0, Z=100 , SUM =1000.0*/
}
```

# OPERATORI RELAZIONALI

---

Sono tutti operatori *binari*:

<i>relazione</i>	<i>C</i>
uguaglianza	==
diversità	!=
maggiore di	>
minore di	<
maggiore o uguale a	>=
minore o uguale a	<=

# OPERATORI RELAZIONALI

---

Attenzione:

**non esistendo il tipo *boolean***, in C le espressioni relazionali ***denotano un valore intero***

- **0 denota *false***  
**(condizione non verificata)**
- **1 denota *vero***  
**(condizione verificata)**



# OPERATORI LOGICI

---

<i>connettivo logico</i>	<i>operatore</i>	<i>C</i>
not (negazione)	<i>unario</i>	!
and	<i>binario</i>	&&
or	<i>binario</i>	

- Anche le espressioni logiche *denotano un valore intero*
- da interpretare come vero (1) o falso (0)

# OPERATORI LOGICI

---

- Anche qui sono possibili espressioni miste, utili in casi specifici

5 && 7    0 || 33    !5

- Valutazione in *corto-circuito*
  - la valutazione dell'espressione cessa *appena si è in grado di determinare il risultato*
  - il secondo operando è valutato *solo se necessario*

# VALUTAZIONE IN CORTO CIRCUITO

---

– **22 || x**

già vera in partenza perché 22 è vero

– **0 && x**

già falsa in partenza perché 0 è falso

– **a && b && c**

se **a&&b** è falso, il secondo **&&** non viene neanche valutato

– **a || b || c**

se **a||b** è vero, il secondo **||** non viene neanche valutato

# ESPRESSIONI CONDIZIONALI

---

Una espressione condizionale è introdotta dall'operatore ternario

*condiz* ? *espr1* : *espr2*

L'espressione denota:

- o il valore denotato da *espr1*
  - o quello denotato da *espr2*
  - in base al valore della espressione *condiz*
- 
- **se *condiz* è vera**, l'espressione nel suo complesso denota il valore denotato da *espr1*
  - **se *condiz* è falsa**, l'espressione nel suo complesso denota il valore denotato da *espr2*

# ESPRESSIONI CONDIZIONALI: ESEMPI

---

–  $3 \text{ ? } 10 \text{ : } 20$

denota sempre 10 (3 è sempre vera)

–  $x \text{ ? } 10 \text{ : } 20$

denota 10 se  $x$  è vera (diversa da 0),  
oppure 20 se  $x$  è falsa (uguale a 0)

–  $(x > y) \text{ ? } x \text{ : } y$

denota il maggiore fra  $x$  e  $y$

# ESPRESSIONI CONCATENATE

---

Una espressione concatenata è introdotta dall'**operatore di concatenazione** (la virgola)

***espr1, espr2, ..., esprN***

- tutte le espressioni vengono valutate (da sinistra a destra)
- l'espressione esprime il valore denotato da ***esprN***
- Supponiamo che
  - i valga 5
  - k valga 7
- Allora l'espressione: ***i + 1, k - 4*** denota il valore denotato da ***k-4***, cioè 3

# OPERATORI INFISSI, PREFISSI E POSTFISSI

---

- Le espressioni composte sono **strutture** formate da **operatori** applicati a uno o più **operandi**
- **Ma... *dove* posizionare l'operatore rispetto ai suoi operandi?**

# OPERATORI INFISSI, PREFISSI E POSTFISSI

---

## Tre possibili scelte:

- **prima** → notazione *prefissa*  
Esempio: **+ 3 4**
- **dopo** → notazione *postfissa*  
Esempio: **3 4 +**
- **in mezzo** → notazione *infissa*  
Esempio: **3 + 4**



È quella a cui siamo abituati,  
perciò è adottata *anche in C*



# OPERATORI INFISSI, PREFISSI E POSTFISSI

---

- Le notazioni *prefissa* e *postfissa* non hanno problemi di *priorità e/o associatività* degli operatori
  - non c'è mai dubbio su *quale* operatore vada applicato a *quali* operandi
- La notazione *infissa* richiede *regole di priorità e associatività*
  - per identificare univocamente *quale* operatore sia applicato a *quali* operandi

# OPERATORI INFISSI, PREFISSI E POSTFISSI

---

- Notazione prefissa:

**\* + 4 5 6**

- si legge come  $(4 + 5) * 6$
- denota quindi 54

- Notazione postfissa:

**4 5 6 + \***

- si legge come  $4 * (5 + 6)$
- denota quindi 44

# PRIORITÀ DEGLI OPERATORI

---

- **PRIORITÀ:** specifica l'ordine di valutazione degli operatori quando in una espressione compaiono *operatori (infissi) diversi*

**Esempio:**     $3 + 10 * 20$

- si legge come  $3 + (10 * 20)$  perché l'operatore  $*$  è prioritario rispetto a  $+$

- NB: operatori diversi possono comunque avere *uguale priorità*

# ASSOCIATIVITÀ DEGLI OPERATORI

---

- **ASSOCIATIVITÀ**: specifica *l'ordine di valutazione* degli operatori quando in una espressione compaiono **operatori (infissi) di uguale priorità**
- Un operatore può quindi essere **associativo a sinistra o associativo a destra**

**Esempio:**    **3 - 10 + 8**

- si legge come  $(3 - 10) + 8$  perché gli operatori - e + sono equiprioritari e **associativi a sinistra**

# PRIORITÀ E ASSOCIATIVITÀ

---

Priorità e associatività predefinite possono essere **alterate mediante l'uso di parentesi**

**Esempio:**  $(3 + 10) * 20$   
– denota 260 (anziché 203)

**Esempio:**  $3 - (10 + 8)$   
– denota -15 (anziché 1)

# INCREMENTO E DECREMENTO

---

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

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

*Formule equivalenti:*

`v = v + 1;`

`v +=1;`

`++v;`

`v++;`

# CHE COSA STAMPA?

---

```
main()  
{ int c;  
  c=5;  
  printf("%d\n", c);  
  printf("%d\n", c++);  
  printf("%d\n\n", c);  
  c=5;  
  printf("%d\n", c);  
  printf("%d\n", ++c);  
  printf("%d\n", c); }
```

Soluzione:

5

5

6

5

6

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 */`

`/* j vale 0, k vale 7 */`



# RIASSUNTO OPERATORI DEL C (1)

---

<b>Priorità</b>	<b>Operatore</b>	<b>Simbolo</b>	<b>Associatività</b>
1 (max)	chiamate a funzione selezioni	() []    ->    .	a sinistra
2	operatori unari: op. negazione op. aritmetici unari op. incr. / decr. op. indir. e deref. op. sizeof	!    ~ +    - ++    -- &    * <b>sizeof</b>	a destra
3	op. moltiplicativi	*    /    %	a sinistra
4	op. additivi	+    -	a sinistra

# RIASSUNTO OPERATORI DEL C (2)

Priorità	Operatore	Simbolo	Associatività
5	op. di shift	>> <<	a sinistra
6	op. relazionali	< <= > >=	a sinistra
7	op. uguaglianza	== !=	a sinistra
8	op. di AND bit a bit	&	a sinistra
9	op. di XOR bit a bit	^	a sinistra
10	op. di OR bit a bit		a sinistra
11	op. di AND logico	&&	a sinistra
12	op. di OR logico		a sinistra
13	op. condizionale	? . . . :	a destra
14	op. assegnamento e sue varianti	= += -= *= /= %= &= ^=  = <<= >>=	a destra
15 (min)	op. concatenazione	,	a sinistra