

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)

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">• aritmetici• relazionali• logici• condizionali• ...	<ul style="list-style-type: none">• unari• binari• ternari• ...

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

CHE COSA SUCCEDE?

```
a=0;  
printf("ciao e %d\n", a=1);
```

```
a=0;  
printf("ciao e %d\n", a==1);
```

```
a=0;  
printf("ciao e %d\n", a==0);
```

```
a=0;  
printf("ciao e a=%d\n", a);
```

```
a=1;  
if (a=4)  
    printf("ciao e a=%d\n", a);
```


CHE COSA SUCCEDE?

```
a=0;  
printf("ciao e %d\n", a=1);
```

ciao e 1

```
a=0;  
printf("ciao e %d\n", a==1);
```

ciao e 0

```
a=0;  
printf("ciao e %d\n", a==0);
```

ciao e 1

```
a=0;  
printf("ciao e a=%d\n", a);
```

ciao e a=0

```
a=1;  
if (a=4)  
    printf("ciao e a=%d\n", a);
```

ciao e a=4

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)

Priorità	Operatore	Simbolo	Associatività
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	! + - ++ -- & * sizeof	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