

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 <code>int</code> e <code>unsigned int</code> 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)
- `double` doppia precisione (64 bit)

- **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

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** (cioè, dopo l'applicazione della regola automatica di conversione implicita di tipo del C risultano omogenei)

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
 $\text{int} < \text{long} < \text{float} < \text{double} < \text{long double}$
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, 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 x=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;
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>	C
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

– $3 ? 10 : 20$

denota sempre 10 (3 è sempre vera)

– $x ? 10 : 20$

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

– $(x > y) ? x : y$

denota il maggiore fra x e y

ESPRESSIONI CONCATENATE

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

$espr1, espr2, \dots, esprN$

- 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 più prioritario di $+$
- NB: operatori diversi possono comunque avere *egual priorità*

ASSOCIATIVITÀ DEGLI OPERATORI

- **ASSOCIATIVITÀ:** specifica l'ordine di valutazione degli operatori quando in una espressione compaiono *operatori (infissi) di egual 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: $30 - (10 + 8)$**
 - denota 12 (anziché 28)

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()	Soluzione:
{ int c;	
c=5;	
printf("%d\n",c);	5
printf("%d\n",c++);	5
printf("%d\n\n",c);	6
c=5;	
printf("%d\n",c);	5
printf("%d\n",++c);	6
printf("%d\n",c); }	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

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

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