LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE

Il "potere espressivo" di un linguaggio è caratterizzato da:

- **quali tipi di dati** consente di rappresentare (direttamente o tramite definizione dell'utente)
- **quali istruzioni di controllo** mette a disposizione (quali operazioni e in quale ordine di esecuzione)

PROGRAMMA = DATI + CONTROLLO

IL LINGUAGGIO C

UN PO' DI STORIA

- definito nel 1972 (AT&T Bell Labs) per sostituire l'Assembler
- prima definizione precisa: Kernigham & Ritchie (1978)
- prima definizione ufficiale: ANSI (1983)

IL LINGUAGGIO C

CARATTERISTICHE

- linguaggio *sequenziale*, *imperativo*, *strutturato* a blocchi
- usabile anche come linguaggio di sistema
  - adatto a software di base, sistemi operativi, compilatori, ecc.
- portabile, efficiente, sintetico
  - ma a volte poco leggibile...

IL LINGUAGGIO C

Basato su pochi *concetti elementari*

- dati (tipi primitivi, tipi di dato)
- espressioni
- dichiarazioni / definizioni
- funzioni
- istruzioni / blocchi

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`**

TIPI DI DATO PRIMITIVI IN C

- **caratteri**
  - **`char`** caratteri ASCII
  - **`unsigned char`**
- **interi con segno**
  - **`short (int)`** -32768 ... 32767 (16 bit)
  - **`int`** ??????? (di solito 32…)
  - **`long (int)`** -2147483648 .... 2147483647 (32 bit)

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

TIPI DI DATO PRIMITIVI IN C

- **caratteri**
  - **`char`** caratteri ASCII
  - **`unsigned char`**
- **interi con segno**
  - **`short (int)`** -32768 ... 32767 (16 bit)
  - **`int`** ??????? (di solito 32…)
  - **`long (int)`** -2147483648 .... 2147483647 (32 bit)
- **naturali (interi senza segno)**
  - **`unsigned short (int)`** 0 ... 65535 (16 bit)
  - **`unsigned (int)`** ??????? (di solito 32…)
  - **`unsigned long (int)`** 0 ... 4294967295 (32 bit)

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

TIPI DI DATO PRIMITIVI IN C

- **reali**
  - `float` singola precisione (32 bit)
  - `double` doppia precisione (64 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)

base	*2 byte*	*4 byte*
decimale	`12`	`70000`
ottale	`014`	`0210560`
esadecimale	`0xC`	`0x11170`

COSTANTI DI TIPI PRIMITIVI

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

base	*2 byte*	*4 byte*
decimale	`12`	`70000`
ottale	`014`	`0210560`
esadecimale	`0xC`	`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 *tipo degli operandi*	in base al *numero di operandi*
• **aritmetici** • **relazionali** • **logici** • **condizionali** • **...**	• **unari** • **binari** • **ternari** • **...**

OPERATORI ARITMETICI

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

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).

CONVERSIONI DI TIPO

- Data una espressione *x 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

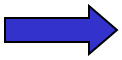
    `int < long < float < double < long double`

    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**

OPERATORI RELAZIONALI

Sono tutti operatori *binari:*

relazione	*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 *falso***
    (condizione non verificata)
  - **1 denota *vero***
    (condizione verificata)

OPERATORI LOGICI

connettivo logico	*operatore*	*C*
not (negazione)	*unario*	!
and	*binario*	&&
or	*binario*	||

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

PRIORITA' 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*

ASSOCIATIVITA' 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**

PRIORITA' e ASSOCIATIVITA'

- **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)

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