Tipi di dato: scalari

Numeri Interi

Interi con segno		
`char`	-128 .. 127	8 bit
`short (int)`	-32768 .. 32767	16 bit
`int`	???	16 o 32 bit
`long (int)`	-2147483648 .. 2147483647	32 bit (a volte 64)
`long long (int)`	-9223372036854775808 .. 9223372036854775807	64 bit

Interi senza segno (naturali)		
`unsigned char`	0..255	8 bit
`unsigned short`	0 .. 65535	16 bit
`unsigned int`	???	16 o 32 bit
`unsigned long`	0 .. 4294967295	32 bit (a volte 64)
`unsigned long long`	0.. 8446744073709551615	64 bit

Numeri Interi

- *La dimensione di alcuni tipi dipende dal compilatore.*
- *Comunque, dato un compilatore, le dimensioni (in bit) sono sempre ordinate come segue:*

```
short ≤ int ≤ long ≤ long long
```

Esempi

```
main()
{ unsigned short x; // o unsigned short int x;
  char c=17;
  long int y;     // o long y;
  long long ago;
}
```

Numeri reali

- `float` *singola precisione (32 bit)*
- `double` *doppia precisione (64 bit)*
- `long double` *lungo doppia precisione (80 bit)*
- *I numeri reali possono avere diverse sintassi*
  - *in doppia precisione*

    `24.0` `2.4E1` `240.0E-1`
  - *in singola precisione*

    `24.0F` `2.4E1F` `240.0E-1F`
- *Nelle stringhe formato (`printf`, `scanf`) si usa `%f` (singola precisione) o `%lf` (double e long double)*

Ancora sulla stampa di numeri

- **Specificatore di larghezza: *almeno* quanti caratteri occuperà il numero stampato**
  - **`printf("a=%4d", 1);` stampa "a= 1"**
- **Se preceduto da 0 occupa con 0 i caratteri non usati**
  - **`printf("a=%04d", 1);` stampa "a=0001"**
- **Per i reali esiste anche lo specificatore di precisione**
  - **`printf("b=%5.2f", 1.1);` stampa "b= 1.10"**
  - **`printf("b=%05.2f", 1.1234);` stampa "b=01.12"**
- **Per riferimento completo: `man 3 printf`**

Esercizi

- **Calcolare la funzione seno di x con la seguente formula:**

$$\operatorname{sen} x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \frac{x^7}{7!} + \cdots = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n x^{2n+1}}{(2n+1)!}.$$

ovviamente, non si può fare una somma di infiniti termini, quindi chiediamo all'utente il numero di termini da usare

Caratteri

char (caratteri)

- Sono rappresentati internamente con 1 byte
  - con segno (char)
  - senza segno (unsigned char)
- Noi possiamo interpretarli esternamente
  - come numeri interi (-128..127 o 0..255)
  - come caratteri (codice ASCII)
- Nelle stringhe formato useremo
  - %d se vogliamo interpretarlo come numero
  - %c se vogliamo interpretarlo come carattere

ASCII

American Standard Code for Information Interchange

Char	Dec	Hex	Char	Dec	Hex	Char	Dec	Hex	Char	Dec	Hex
(nul)	0	0x00	(sp)	32	0x20	@	64	0x40	`	96	0x60
(soh)	1	0x01	!	33	0x21	A	65	0x41	a	97	0x61
(stx)	2	0x02	"	34	0x22	B	66	0x42	b	98	0x62
(etx)	3	0x03	#	35	0x23	C	67	0x43	c	99	0x63
(eot)	4	0x04	$	36	0x24	D	68	0x44	d	100	0x64
(enq)	5	0x05	%	37	0x25	E	69	0x45	e	101	0x65
(ack)	6	0x06	&	38	0x26	F	70	0x46	f	102	0x66
(bel)	7	0x07	'	39	0x27	G	71	0x47	g	103	0x67
(bs)	8	0x08	(	40	0x28	H	72	0x48	h	104	0x68
(ht)	9	0x09	)	41	0x29	I	73	0x49	i	105	0x69
(nl)	10	0x0a	*	42	0x2a	J	74	0x4a	j	106	0x6a
(vt)	11	0x0b	+	43	0x2b	K	75	0x4b	k	107	0x6b
(np)	12	0x0c	,	44	0x2c	L	76	0x4c	l	108	0x6c
(cr)	13	0x0d	-	45	0x2d	M	77	0x4d	m	109	0x6d
(so)	14	0x0e	.	46	0x2e	N	78	0x4e	n	110	0x6e
(si)	15	0x0f	/	47	0x2f	O	79	0x4f	o	111	0x6f
(dle)	16	0x10	0	48	0x30	P	80	0x50	p	112	0x70
(dc1)	17	0x11	1	49	0x31	Q	81	0x51	q	113	0x71
(dc2)	18	0x12	2	50	0x32	R	82	0x52	r	114	0x72
(dc3)	19	0x13	3	51	0x33	S	83	0x53	s	115	0x73
(dc4)	20	0x14	4	52	0x34	T	84	0x54	t	116	0x74
(nak)	21	0x15	5	53	0x35	U	85	0x55	u	117	0x75
(syn)	22	0x16	6	54	0x36	V	86	0x56	v	118	0x76
(etb)	23	0x17	7	55	0x37	W	87	0x57	w	119	0x77
(can)	24	0x18	8	56	0x38	X	88	0x58	x	120	0x78
(em)	25	0x19	9	57	0x39	Y	89	0x59	y	121	0x79
(sub)	26	0x1a	:	58	0x3a	Z	90	0x5a	z	122	0x7a
(esc)	27	0x1b	;	59	0x3b	[	91	0x5b	{	123	0x7b
(fs)	28	0x1c	<	60	0x3c	\	92	0x5c	|	124	0x7c
(gs)	29	0x1d	=	61	0x3d	]	93	0x5d	}	125	0x7d
(rs)	30	0x1e	>	62	0x3e	^	94	0x5e	~	126	0x7e
(us)	31	0x1f	?	63	0x3f	_	95	0x5f	(del)	127	0x7f

CARATTERI

- ***Sintassi delle costanti***
  - ***singolo carattere racchiuso fra apici***

    `'A'  'C'  '6'`
  - ***caratteri speciali:***

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

Esempio

```
#include <stdio.h>
main()
{ char C;
  scanf("%c",&C);
  printf("Il codice ASCII di %c ",C);
  printf("e` %d\n",C);
}
```

Esercizio

- *Si legga da tastiera un carattere* c
- *Se* c *è una lettera minuscola, si visualizzi* “minuscola”,
  se è maiuscola si visualizzi “maiuscola”,

  se è un numero si visualizzi “numero”

Esercizio

- *Quanti errori ci sono in questo programma?*

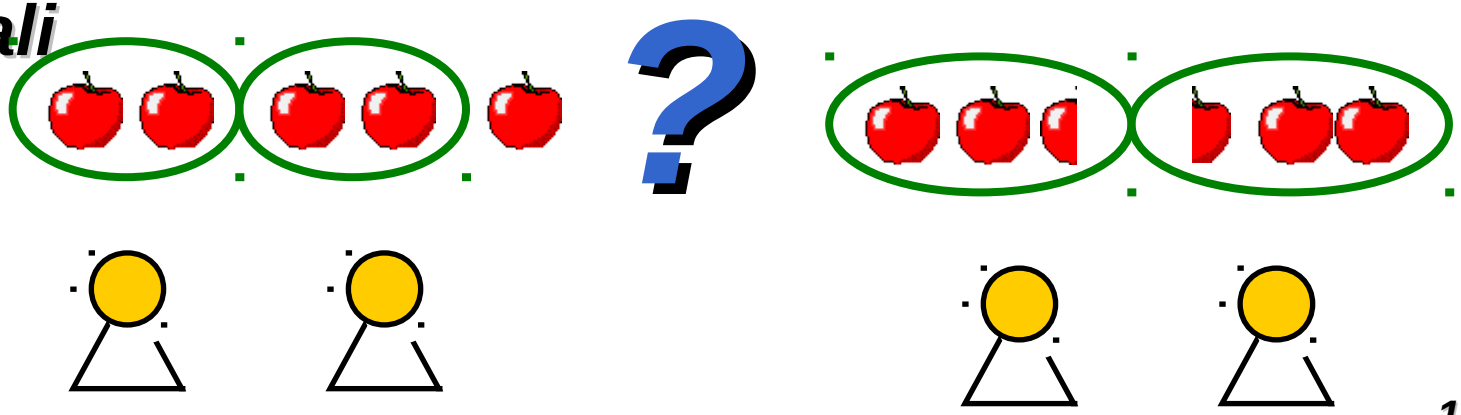
```
main()
{ char a='c';
  char b;
  b=a;
  b='ciao';
  b='\n';
  a=64;
  printf("%d %c",a,b);
}
```

Media di due valori

```
main()
{ int a, b;
  float media;
  a=1;
  b=2;
  media = (a+b)/2;
  printf("media=%f", media);
}
```

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. Ad esempio, lo stesso simbolo / viene usato per la divisione fra interi e quella fra reali*



OPERATORI: OVERLOADING

- *Il C stabilisce quale delle operazioni effettuare in base al tipo degli operandi.*
- *Quindi, nel caso della divisione,*
  - *se gli operandi sono interi effettua la divisione intera*
  - *se (almeno) uno degli operandi è reale, effettua la divisione fra reali.*

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

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

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

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 i;
char c;
double r;
(i+c) / r
```

La valutazione dell'espressione procede da sinistra verso destra

- Passo 1: `(i+c)`
  - `c` 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

CONVERSIONI NEGLI ASSEGNAMENTI

- *Lo stesso discorso fatto per le espressioni vale anche per l'assegnamento*
- *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 i;
char c;
double r;
i = c;    /* char -> int  */
i = c+i;
r = c;    /* char -> int -> double  */
i = r;    /*  troncamento  */
```

CONVERSIONE IMPLICITA

- ***In generale, negli assegnamenti sono automatiche le conversioni di tipo che non provocano perdita di informazione.***
- ***Espressioni che possono provocare perdita di informazioni non sono però illegali (generano solo un warning a tempo di compilazione)***

CONVERSIONE IMPLICITA

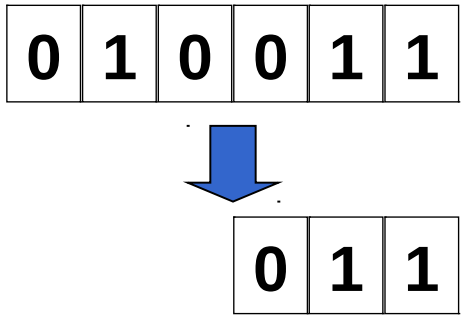
- ***Conversioni che non provocano perdita di informazione***

```
short -> int,  int -> long,
float -> double, double -> long double
```

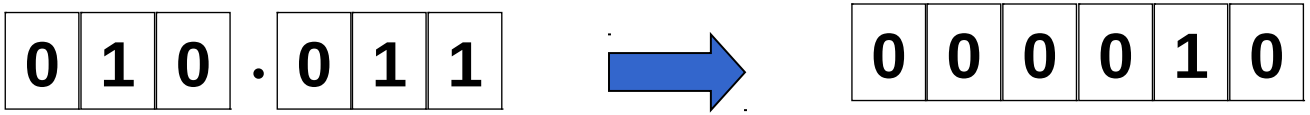
- ***Conversioni che possono portare a perdita di informazione***
  - ***A causa del fatto che gli estremi del tipo da convertire sono esterni a quelli del nuovo tipo***
  - ***A causa del fatto che il numero di cifre decimali rappresentabili nel tipo da convertire sono maggiori di quelle nuovo tipo***

CONVERSIONE IMPLICITA

- ***A causa del fatto che gli estremi del tipo da convertire sono esterni a quelli del nuovo tipo:***
  - ***intero con*** n ***bit*** → ***intero con meno di*** n ***bit***



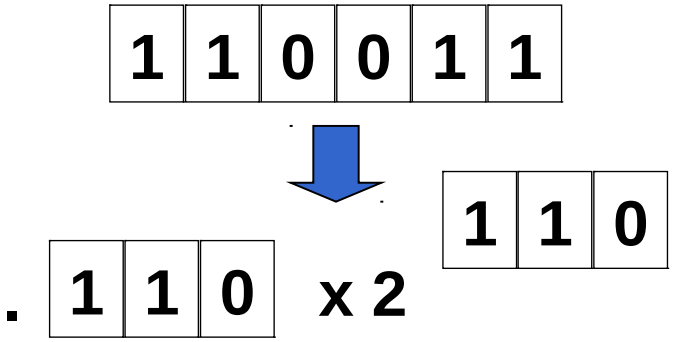
  - ***float con*** n ***bit*** → ***float con meno di*** n ***bit***
  - ***float*** → ***intero.***



  - ***Se il numero da convertire non sta nella dimensione del nuovo tipo il risultato è impredicibile.***

CONVERSIONE IMPLICITA

- ***A causa del fatto che il numero di cifre decimali rappresentabili nel tipo da convertire sono maggiori di quelle nuovo tipo: conversioni da tipo intero a tipo float se il numero di bit dell'intero sono maggiori di quelli riservati alla mantissa nel tipo float. Ad esempio, se int è 32 bit, int->float può causare perdita di informazioni. In questo caso vengono perse le cifre meno significative.***



CONVERSIONE IMPLICITA

- **ESEMPI DI POSSIBILE PERDITA DI INFORMAZIONE**

```
int   i;
float f;
double d;

f = i; /*  int -> float        possibile perdita */
f + i; /*  int -> float        di cifre
                               significative     */

f = d; /*  double -> float     possibilita' di
                          risultati impredicibili */
```

CONVERSIONE ESPLICITA DI TIPO: L' OPERATORE DI CAST

- *In qualunque espressione è possibile forzare una particolare conversione utilizzando l'operatore di cast:*

(*<tipo>*) *<espressione>*

- *ESEMPI*

```
int           i;
long double   x;
double        y;

i = (int) sqrt(384);
x = (long double) y*y;
i = (int)x % (int)y;
```

L'operatore di cast evita i warning

Espressioni

- *Formalmente, un'espressione è*

<espressione> ::= **<variabile> | <costante> |**
<espressione><operatore><espressione>|
<operatore_unario><espressione>

- *In teoria, c'è una possibile fonte di ambiguità. Che cosa vuol dire*

```
a=10-5-3;
```

- *Potrebbe voler dire*
  - `a = (10-5)-3` ➔ `a=2`
  - `a = 10-(5-3)` ➔ `a=8`
- *Stesso discorso per* `a=3+2*5`*:*

`a=(3+2)*5` *oppure* `a=3+(2*5)` *?*

- *Per noi è facile immaginare qual è quella giusta, perché siamo abituati così. Però*
  - *se uno non conoscesse le nostre convenzioni matematiche?*
  - *se vogliamo definire noi dei nuovi operatori?*

dovremo spiegare quale delle due va intesa

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)***

OPERATORI INFISSI, PREFISSI E POSTFISSI

- ***Il problema della definizione di priorità e associatività deriva dal fatto che abbiamo scelto di mettere gli operatori in mezzo agli operandi***

1+2

- ***Si sarebbero potute fare altre scelte***

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

E’ 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

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, …, esprN
```

- *tutte le espressioni vengono valutate (da sinistra a destra)*
- *l'espressione esprime il valore denotato da* `esprN`
- *Supponiamo che* `i=5` *e* `k=7`*, allora l'espressione:*

```
i + 1, k - 4
```

- *denota il valore denotato da* `k-4`*, cioè* 3.

Espressioni concatenate: trabocchetto

- Attenzione a non mettere la virgola invece di altri simboli!
- Volevo scrivere ma ho scritto

```
a = 2*(10+2.3);
```

```
a = 2*(10+2,3);
```

per il compilatore va benissimo: non mi dà errore!

- Risultato: **a=6**

Riassunto operatori del C

Priorità	Operatore	Simbolo	Associatività
1 (max)	Chiamate a funzioni Selezioni	`( )` `[ ] . ->`	Sinistra

2	Operatori unari
	• negazione
	• aritmetici unari
	• incr. / decr.
	• indir. e deref.
	• sizeof
	• type cast
		
		`!`
		`+ -`
		`++ --`
		`* &`
		`sizeof( )`
		`(type)`
			Destra

3	moltiplicativi	`* / %`	Sinistra
4	additivi	`+ -`	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

Trabocchetto: assegnamento

- *Per il C anche l'assegnamento è un operatore, che può comparire in un'espressione.*

  var = espressione

  ha come risultato il valore dell'espressione. Questo è stato pensato per scrivere assegnamenti multipli:

  ```
  x = y = 3;
  ```

- *Attenzione: a volte capita di sbagliarsi ed usare l'assegnamento = invece del confronto ==*
- *Volevo scrivere*

  ```
  if (a==0) printf("zero");
  ```

  invece ho scritto

  ```
  if (a=0) printf("zero");
  ```

  per il C è sintatticamente corretto, ma fa una cosa completamente diversa da quello che volevo io!