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.. 18446744073709551615	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*

```
24.0     2.4E1     240.0E-1
```

- *Nelle stringhe formato (`printf`, `scanf`) si usa `%f` (singola precisione) o `%lf` (double e long double)*

Esercizi

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

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

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

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);
}
```

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'`

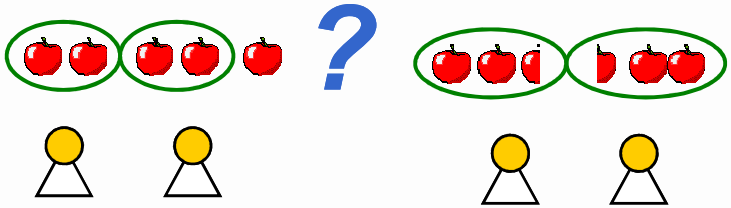
```
"ciao" = {'c','i','a','o','\0'}
```


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 gli operandi sono reali, 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…
```

- *e se sono di tipo diverso?*

```
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).*

Regole di conversione implicita

- *Data una espressione* x op y.
  1. *Ogni operando di tipo* `char` *o* `short` *viene convertito 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).*

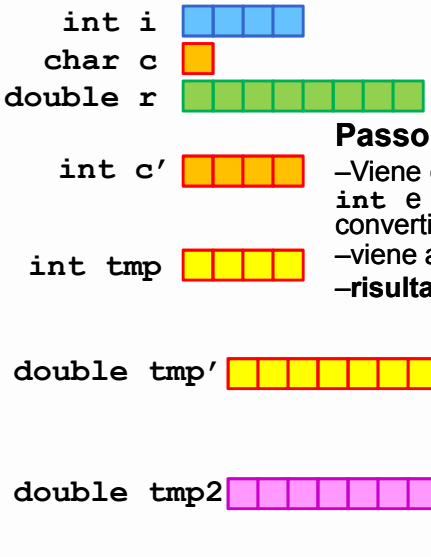
CONVERSIONI DI TIPO

```
int i;
char c;
double r;
```

`(i+c) / r`

- **Passo 1**: `(i+c)`
  - –Viene creata una nuova variabile di tipo `int` e le viene assegnato il valore di `c` convertito in `int`
  - –viene applicata la somma tra interi
  - –**risultato intero** *`tmp`*
- **Passo 2** `(tmp / r)`
  - –Viene creata una nuova variabile di tipo `double` e le viene assegnato il valore di *`tmp`* convertito nel `double` corrispondente
  - –viene applicata la divisione tra `double`
  - –**risultato double**

CONVERSIONI DI TIPO



Valutare l'espressione

`(i+c) / r`

Passo 1: `(i+c)`

–Viene creata una nuova variabile `c'` di tipo `int` e le viene assegnato il valore di `c` convertito in `int`

–viene applicata la somma tra interi

–**risultato intero** *`tmp`*

Passo 2 `(tmp / r)`

–Viene creata una nuova variabile `tmp'` di tipo `double` e le viene assegnato il valore di *`tmp`* convertito in `double`

–viene applicata la divisione tra `double`

–**risultato double**

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  */
```


Esempio

```
main()
{ int a = 5;
  float f = 6.6;
  char c = 4;
  c--;
  f = a+f;
  a = a % c;
  a = f * c;
}
```

a	5
f	6.6
c	4

Esempio

```
main()
{ int a = 5;
  float f = 6.6;
  char c = 4;
  c--;
  f = a+f;
  a = a % c;
  a = f * c;
}
```

a	5
f	6.6
c	3

Esempio

```
main()
{ int a = 5;
  float f = 6.6;
  char c = 4;
  c--;
  f = a+f;
  a = a % c;
  a = f * c;
}
```

a	5
f	11.6
c	3

- **si rende omogenea l'espressione:**
- **`a` viene promosso a `float`: 5.0**
- **si calcola `a+f`: 5.0+6.6=11.6**
- **questo valore viene assegnato a f**

Esempio

```
main()
{ int a = 5;
  float f = 6.6;
  char c = 4;
  c--;
  f = a+f;
  a = a % c;
  a = f * c;
}
```

a	2
f	11.6
c	3

Esempio

```
main()
{ int a = 5;
  float f = 6.6;
  char c = 4;
  c--;
  f = a+f;
  a = a % c;
  a = f * c;
}
```

a	34
f	11.6
c	3

- **si rende omogenea l'espressione:**
- **`c` viene promosso a `float`: 3.0**
- **si calcola `c*f`: 3*11.6=34.8**
- **questo valore viene trasformato in `int` (troncato)**
- **assegnato ad `a`**

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)*

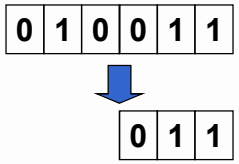
CONVERSIONE IMPLICITA

- *Conversioni che non provocano perdita di informazione*

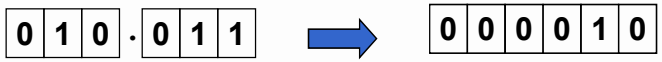
  `short -> int, int -> long,`
  `float -> double, double -> long double`
- *Conversioni che possono portare a perdita di informazione*
  - ***A causa del fatto che gli estremi del tipo da convertire sono esterni a quelli del nuovo tipo***
  - ***A causa del fatto che il numero di cifre decimali rappresentabili 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*



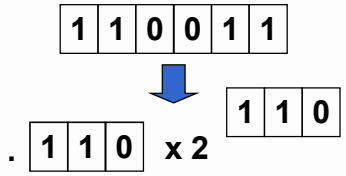
  - *float con* n *bit* → *float con meno di* n *bit*
  - *float* → *intero.*



  - *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,f2;
double d;

f = i; /*  int -> float       possibile perdita */
f2= 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>

- *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 con i nuovi operatori potrebbero sorgere dubbi …*

casi dubbi …

- *Se* `a` *e* `b` *sono interi, qual è il significato di*

```
(float)a/b
```

Potrebbe vuol dire

- `((float) a) / b` *si fa la divisione fra i* `float`
- `(float)(a/b)` *si fa la divisione fra gli* `int`

- `a > 0 || b > a && a!=3`

potrebbe voler dire

- `((a>0) || (b>a)) && (a!=3)`
- `(a>0) || ((b>a) && (a!=3))`
- `a > ((0||b) > ((a&&a) !=3))`
- …

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* `+`

- *Operatori diversi possono comunque avere* egual priorità

Priorità	Operatore	Simbolo

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

3	moltiplicativi	`* / %`
4	additivi	`+ -`
6	relazionali	`> < >=`
7	uguaglianza	`== !=`
11	AND logico	`&&`
12	OR logico	`||`
14	Assegnamento	`= += *=`

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* `a = 2*(10+2.3);` *ma ho scritto* `a = 2*(10+2,3);`

  per il compilatore va benissimo: non mi dà errore!
- *Risultato:* `a=6`

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!

Riassunto operatori del C

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

2	Operatori **unari**
	• negazione
	• aritmetici unari
	• incr. / decr.
	• indirezione / dereferenziazione
	• 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