



Tipi di Dato e Array

Informatica B AA 2021/22

Luca Cassano

21 Ottobre 2021

luca.cassano@polimi.it



Tipi di dato



Tipi di dato

I **tipi di dato** rappresentano:

- un insieme di **valori**
- un insieme di **operazioni** applicabili a questi

Ogni **tipi di dato diversi** hanno **rappresentazioni** in memoria differenti

- Il numero di celle/parole e la codifica utilizzata può cambiare

La memoria utilizzata per allocare le variabili di un determinato tipo cambia con la piattaforma (i.e., compilatore / sistema operativo / hardware)



Tipi di dato

- Classificazione sulla base della struttura:
 - **Tipi semplici**, informazione logicamente **indivisibile** (e.g. `int`, `char`, `float..`)
 - **Tipi strutturati**: aggregazione di variabili di tipi semplici
- Altra classificazione:
 - **Built in**, tipi già presenti nel linguaggio base
 - **User defined**, nuovi tipi creati nei programmi «componendo» variabili di tipo built in



Tipi di dato

- Classificazione sulla base della struttura:
 - **Tipi semplici**, informazione logicamente **indivisibile** (e.g. `int`, `char`, `float`..)
 - **Tipi strutturati**: aggregazione di variabili di tipi semplici
- Altra classificazione:
 - **Built in**, tipi già presenti nel linguaggio base
 - **User defined**, nuovi tipi creati nei programmi «componendo» variabili di tipo built in



Variabili e Tipo di Dato

- In C **tutte le variabili** hanno un **tipo**, associato stabilmente mediante la **dichiarazione**
- Il **tipo** di una variabile:
 - definisce l'insieme dei **valori ammissibili**
 - definisce l'insieme delle **operazioni applicabili**
 - permette di **rilevare errori** al momento della compilazione
 - definisce lo **spazio in memoria** allocato in corrispondenza alla variabile
 - Questa però dipende anche dalla piattaforma (i.e., compilatore + sistema operativo + hardware)



Tipi Semplici

- `char`, `int`, `float`, `double`



Tipi Semplici

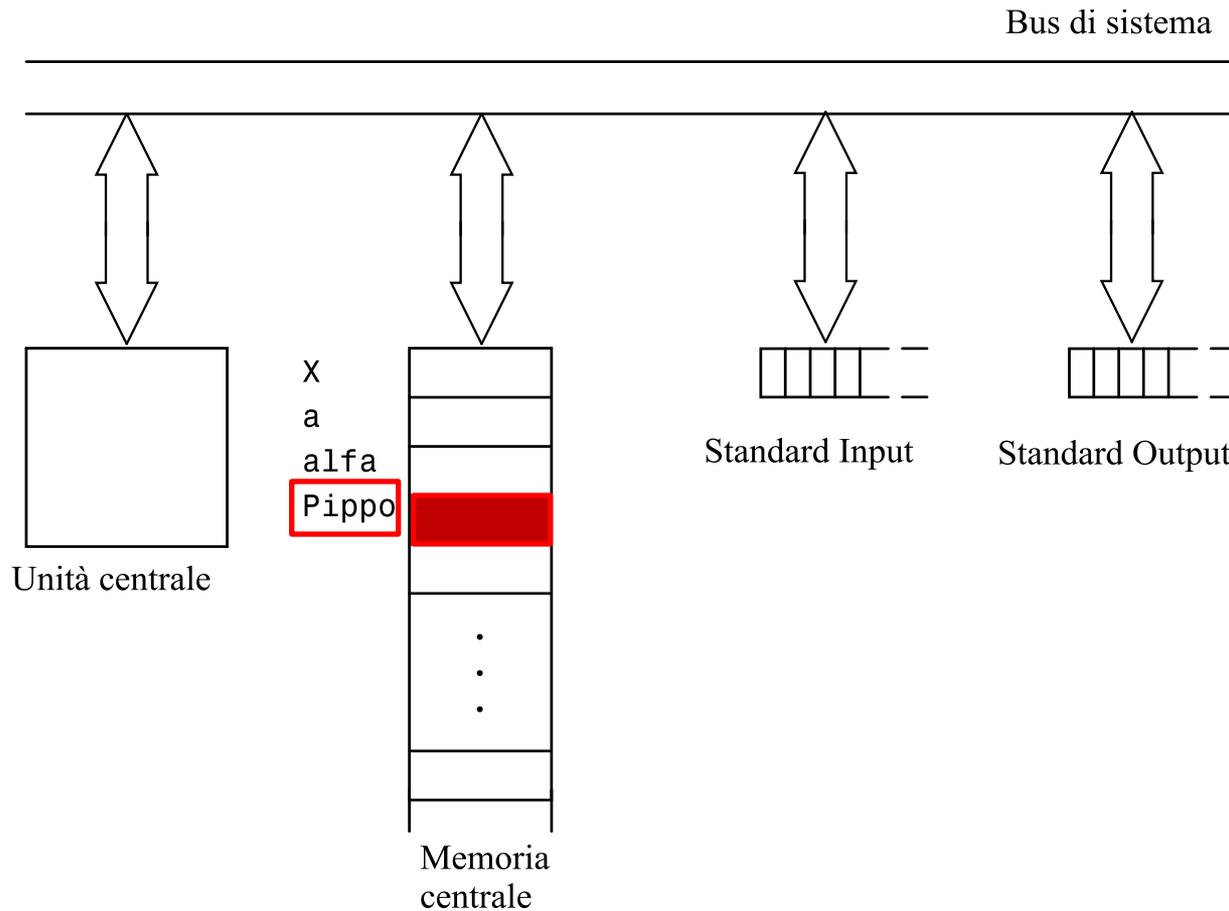
- Ecco i **quattro tipi semplici** del C e la loro dimensione
 - **char**: 1 Byte
 - **int**: tipicamente 1 parola di memoria
 - **float**: dipende dal compilatore (4 Byte spesso)
 - **double**: dipende dal compilatore (più del **float**)
- **Qualificatori** di tipo (per **int** e **char**)
 - **signed** utilizza una codifica con il segno
 - **unsigned** prevede solo valori positivi

NB Allocano lo stesso spazio
- **Quantificatori** di tipo, modificano la dimensione allocata
 - **short** (per **int**)
 - **long** (per **int** e **double**)



I Qualificatori, Quantificatori e lo spazio allocato

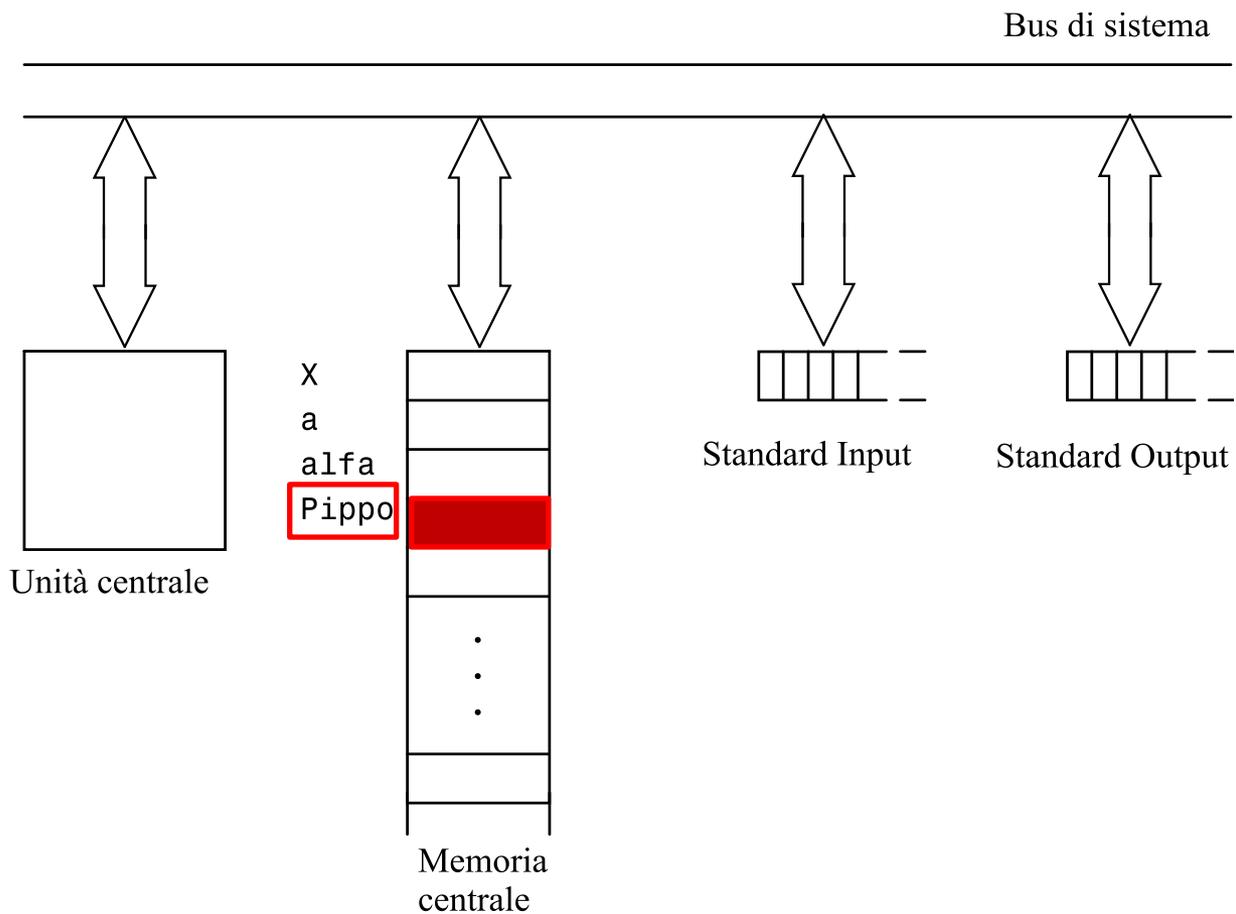
```
int Pippo;
```





I Qualificatori, Quantificatori e lo spazio allocato

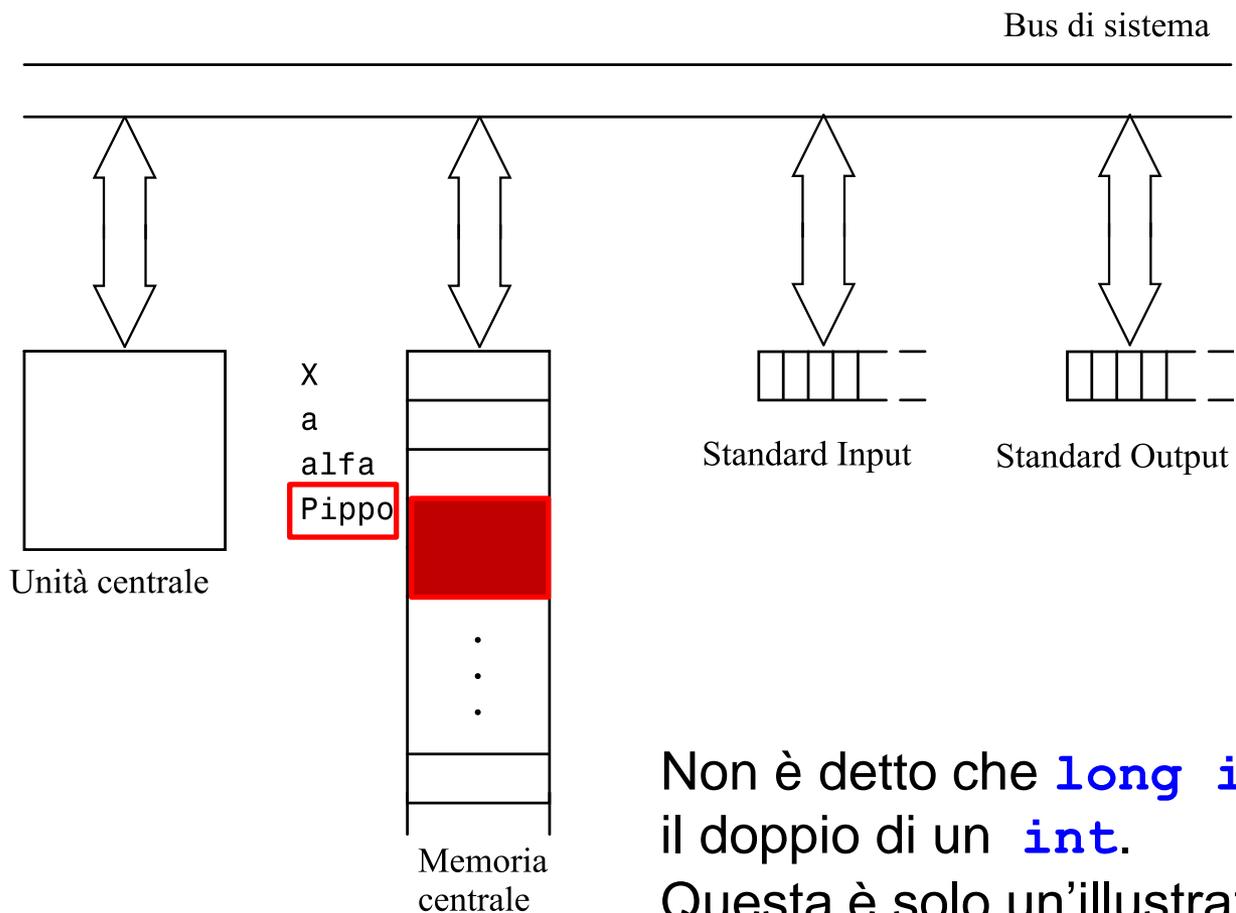
```
unsigned int Pippo;
```





I Qualificatori, Quantificatori e lo spazio allocato

```
long int Pippo;
```

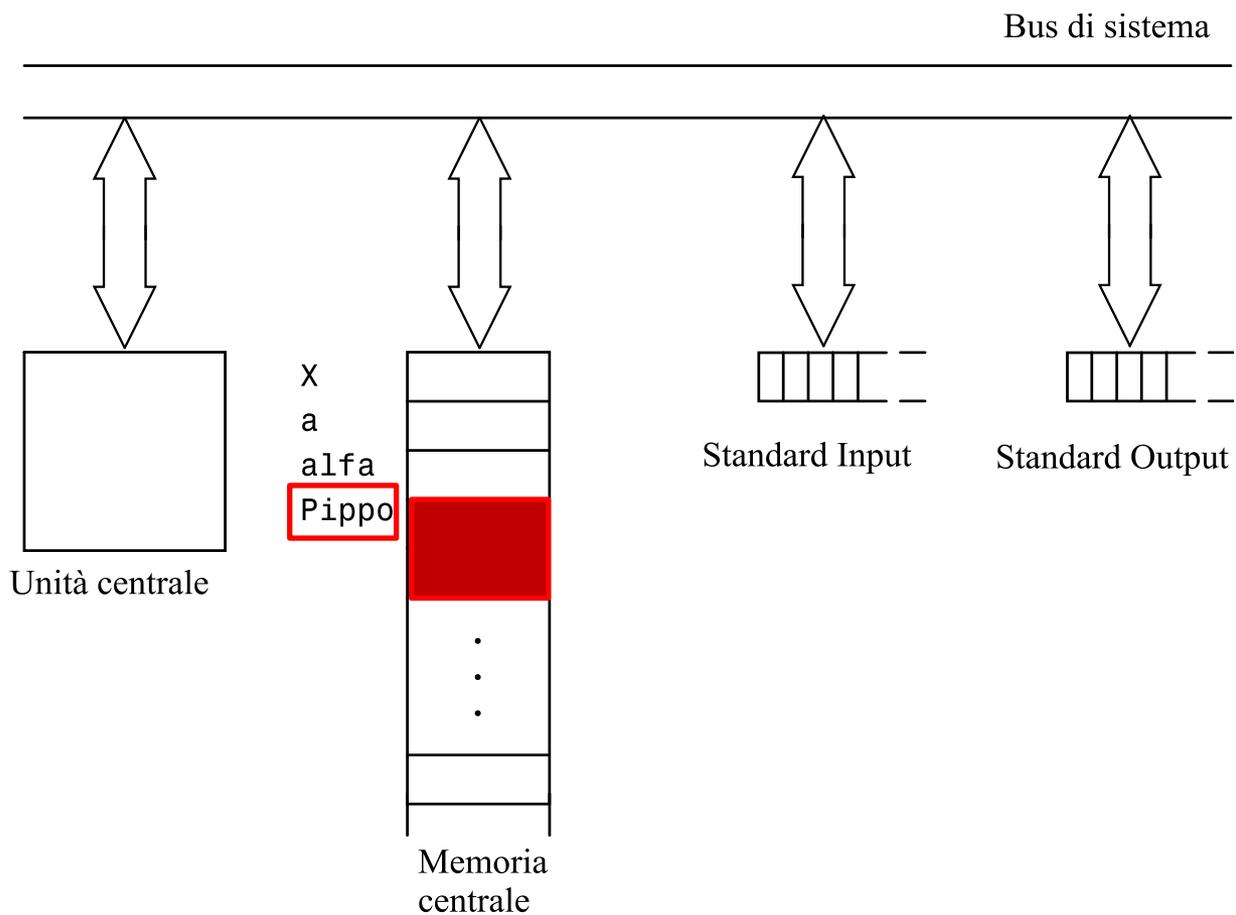


Non è detto che **long int** richieda il doppio di un **int**.
Questa è solo un'illustrazione



I Qualificatori, Quantificatori e lo spazio allocato

```
unsigned long int Pippo;
```





Il tipo `int`

- Rappresentano un sottoinsieme di \mathbb{N}
- Lo **spazio allocato** è tipicamente **una parola**, e dipende dalla piattaforma, oltre che dai qualificatori e quantificatori
- Fatti garantiti:
 - spazio (`short int`) \leq spazio (`int`) \leq spazio (`long int`)
 - spazio (`signed int`) = spazio (`unsigned int`)
- Es, se la parola è a 32 bit,
 - `signed int` $\{-2^{31}, \dots, 0, \dots, +2^{31} - 1\}$, i.e., 2^{32} numeri
 - `unsigned int` $\{0, \dots, +2^{32} - 1\}$, sempre 2^{32} numeri
- Come faccio a sapere i limiti per un intero?
 - `#include<limits.h>`, e richiamo le costanti `INT_MIN`, `INT_MAX`
- Quando il valore di una variabile `int` eccede `INT_MAX` si ha **overflow**



Operazioni built-in per dati di tipo `int`

- `=` Assegnamento di un valore `int` a una variabile `int`
- `+` Somma (tra `int` ha come risultato un `int`)
- `-` Sottrazione (tra `int` ha come risultato un `int`)
- `*` Moltiplicazione (tra `int` ha come risultato un `int`)
- `/` Divisione con troncamento della parte non intera (risultato `int`)
- `%` Resto della divisione intera
- `==` Relazione di uguaglianza
- `!=` Relazione di diversità
- `<` Relazione “minore di”
- `>` Relazione “maggiore di”
- `<=` Relazione “minore o uguale a”
- `>=` Relazione “maggiore o uguale a”

Operatori
Aritmetici

Operatori
Relazionali



Il tipo float e double

- Approssimazione di \mathbb{R} (che è un insieme denso), quindi i **valori** vengono approssimati per «magnitudine», e limiti nella **precisione** della rappresentazione
- Nella rappresentazione in virgola mobile (floating point) il numero n si scrive come due parti separate da “E”:
 - m : mantissa
 - e : esponente (rispetto alla base 10), tali che $n = m * 10^e$

Ad esempio, 1 780 000.000 0023 in virgola mobile:

178 000.000 000 23 E1

17 800 000 000 023 E-7

1.780 000 000 0023 E+6

ecc.



Spazio su `float` e `double`

Unico fatto certo:

spazio (`float`) \leq spazio (`double`) \leq spazio(`long double`)

Esempio tipico `float` in 4 byte e `double` in 8 byte

\Rightarrow accuratezza: 6 decimali per `float`

15 decimali per `double`

\Rightarrow valori tra 10^{-38} e 10^{+38} per `float`

tra 10^{-308} e 10^{+308} per `double`



Operazioni built-in per dati di tipo `float`

- `=` Assegnamento di un valore `float` a una variabile `float`
- `+` Somma (tra `float` , risultato `float`)
- `-` Sottrazione (tra `float` , risultato `float`)
- `*` Moltiplicazione (tra `float`, risultato `float`)
- `/` Divisione (tra `float`, risultato `float`)
- `==` Relazione di uguaglianza
- `!=` Relazione di diversità
- `<` Relazione “minore di”
- `>` Relazione “maggiore di”
- `<=` Relazione “minore o uguale a”
- `>=` Relazione “maggiore o uguale a”

Operatori
Aritmetici

Operatori
Relazionali



Operazioni tra `float`

- operazioni applicabili a `float` (anche a `double` e `long double`) sono le stesse degli `int`, ma divisione `/` dà risultato reale
- **NB**: il simbolo dell'operazione è identico a divisione intera
- standard library `math.h` fornisce funzioni predefinite (`sqrt`, `pow`, `exp`, `sin`, `cos`, `tan...`) applicate a valori `double`



Il tipo `float` e `double` : le approssimazioni

- Nella rappresentazione di un numero decimale possono esserci **errori di approssimazione**
 - Non sempre: $(x / y) * y == x$
 - Per verificare l'uguaglianza tra `float` o `double`, definire dei bounds : Invece di
 - `if (x == y) ...`
...è meglio
 - `if (x <= y + .000001 && x >= y - .000001)`
- Buona parte delle operazioni algebriche eseguibili tra `float` (es. l'elevamento a potenza, il logaritmo, la radice, il valore assoluto...) sono nella libreria `math` che occorre includere con
 - `#include<math.h>`



Il tipo `char`

- La codifica ASCII prevede di allocare sempre 1 Byte per rappresentare caratteri
 - alfanumerici
 - di controllo (istruzioni legate alla visualizzazione),
- C'è una corrispondenza tra i `char` e 256 numeri interi
- Le operazioni sui `char` sono le stesse definite su `int`
 - hanno senso gli operatori aritmetici (+ - * / %)
 - hanno senso gli operatori di relazione (== , > , < ,.. etc)
- `unsigned char` coprono l'intervallo [0, 255].
- `signed char` coprono l'intervallo [-128, 127].
- **N.B.** non esistono tipi semplici più «piccoli» del `char`



Il tipo `char`

- I valori costanti di tipo `char` nel codice sorgente si delimitano tra apici singoli `' '`
- Gli apici doppi `" "` vengono utilizzati per delimitare stringhe, i.e. sequenze di caratteri (non hanno un loro tipo built in)
 - le abbiamo già viste in `printf` e `scanf`



La codifica ASCII (parziale)

DEC	CAR								
48	0	65	A	75	K	97	a	107	k
49	1	66	B	76	L	98	b	108	l
50	2	67	C	77	M	99	c	109	m
51	3	68	D	78	N	100	d	110	n
52	4	69	E	79	O	101	e	111	o
53	5	70	F	80	P	102	f	112	p
54	6	71	G	81	Q	103	g	113	q
55	7	72	H	82	R	104	h	114	r
56	8	73	I	83	S	105	i	115	s
57	9	74	J	84	T	106	j	116	t
				85	U			117	u
				86	V			118	v
				87	W			119	w
				88	X			120	x
				89	Y			121	y
				90	Z			122	z



Il tipo char esempi

```
char a,b;
```

```
b = 'q';
```

```
a = "q";
```

```
a = '\n';
```

```
b = 'ps';
```

```
a = 75;
```

```
a = 'c' + 1;
```

```
a = 'c' - 1;
```

```
a = 20;
```

```
a *= 4;
```

```
a -= 10;
```

```
a = '1';
```



Il tipo char esempi

```
char a,b;
```

```
b = 'q'; /* Le costanti di tipo carattere si  
         indicano con ' */
```

```
✘ a = "q"; /* NO: "q" è una stringa, anche se di  
          un solo carattere */
```

```
a = '\n'; /* OK: \n è un carattere a tutti gli  
          effetti anche sono due elementi*/
```

```
✘ b = 'ps'; /* NO: 'ps' non è un carattere valido*/  
a = 75; /*associa ad a il carattere 'K' cfr ASCII  
a = 'c' + 1; /* a diventa 'd' */  
a = 'c' - 1; /* a diventa 'b' */  
a = 60; /* a diventa il carattere '<' */  
a *= 2; /* sta per a = a * 2, quindi a = 120 ('\x')*/  
a -= 10; //a = 110 che corrisponde al carattere '\n'  
a = '1'; /*a è il carattere 1, corrispondente a 49
```



Tipi di Dato Strutturati

- Gli array



I Tipi Strutturati in C

- Permettono di immagazzinare informazione aggregata
 - vettori e matrici in matematica
 - Testi (sequenza di caratteri)
 - Immagini
 - Rubriche
 - Archivi,.. etc.
- Le variabili strutturate memorizzano diversi elementi informativi:
 - omogenei
 - eterogenei
- Oggi vedremo gli **array**



Il Costruttore Array

Gli array sono **sequenze di variabili omogenee**

- **sequenza:** hanno un ordinamento (sono indicizzabili)
- **omogenee:** tutte le variabili della sequenza sono dello stesso tipo

Ogni elemento della sequenza è individuato da un indice



Il Costruttore Array

Sintassi dichiarazione di una variabile mediante costruttore array

```
tipo nomeArray[Dimensione] ;
```

- **tipo** la keyword di un tipo (built in o user-defined)
- **nomeArray** è il nome della variabile
- **Dimensione** è un **numero** che stabilisce il numero di elementi della sequenza.

NB: **Dimensione** è un **numero fisso**, noto a compile-time:

- non può essere una variabile (il suo valore sarebbe definito solo a run-time)
- non è possibile modificare le dimensioni durante l'esecuzione (e.g. allungare o accorciare l'array)



Il Costruttore Array, esempi

Esempi

- `int vet[8];`
- `char stringa[5];`
- `float resti[8];`

vet

134
34
123
43215
2365
-145
523
45

stringa

'a'
'K'
'\n'
'3'
'\t'

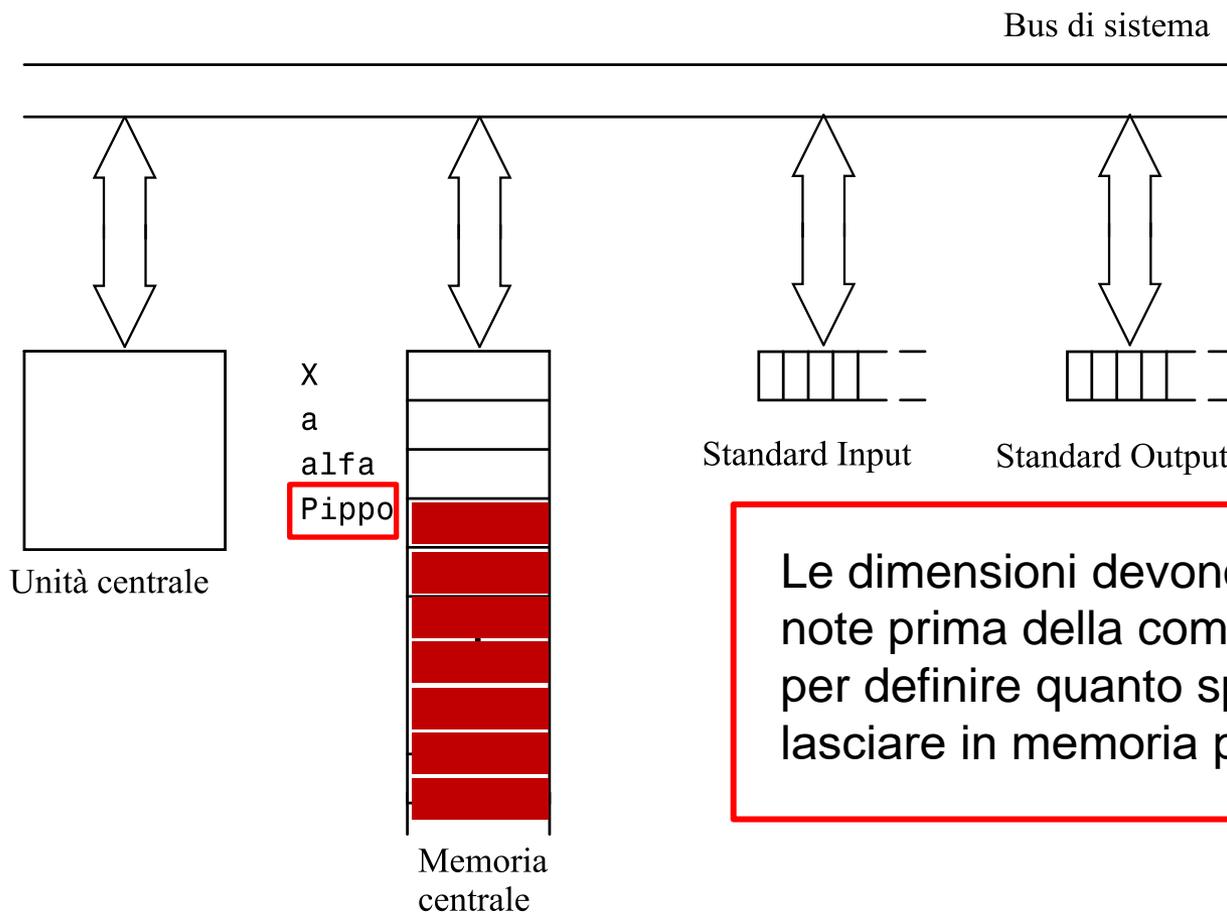
resti

2.45
3.24
4.23
1245.2
236.5
-5.0
43.53
0



Lo spazio allocato per gli array

- `int Pippo[20];`



Le dimensioni devono essere note prima della compilazione per definire quanto spazio lasciare in memoria per l'array



Accedere agli elementi dell'array

- È possibile accedere agli elementi dell'array specificandone **un indice** tra parentesi quadre []

```
int vet[20];
```

`vet[0]` è il primo elemento della sequenza

`vet[19]` è l'ultimo elemento della sequenza

- **Ogni elemento** dell'array è una **variabile** del **tipo** dell'array:

`vet[7]` conterrà un valore intero

- Una volta **fissato l'indice**, non c'è differenza tra un elemento dell'array ed una qualsiasi **variabile** dello stesso tipo

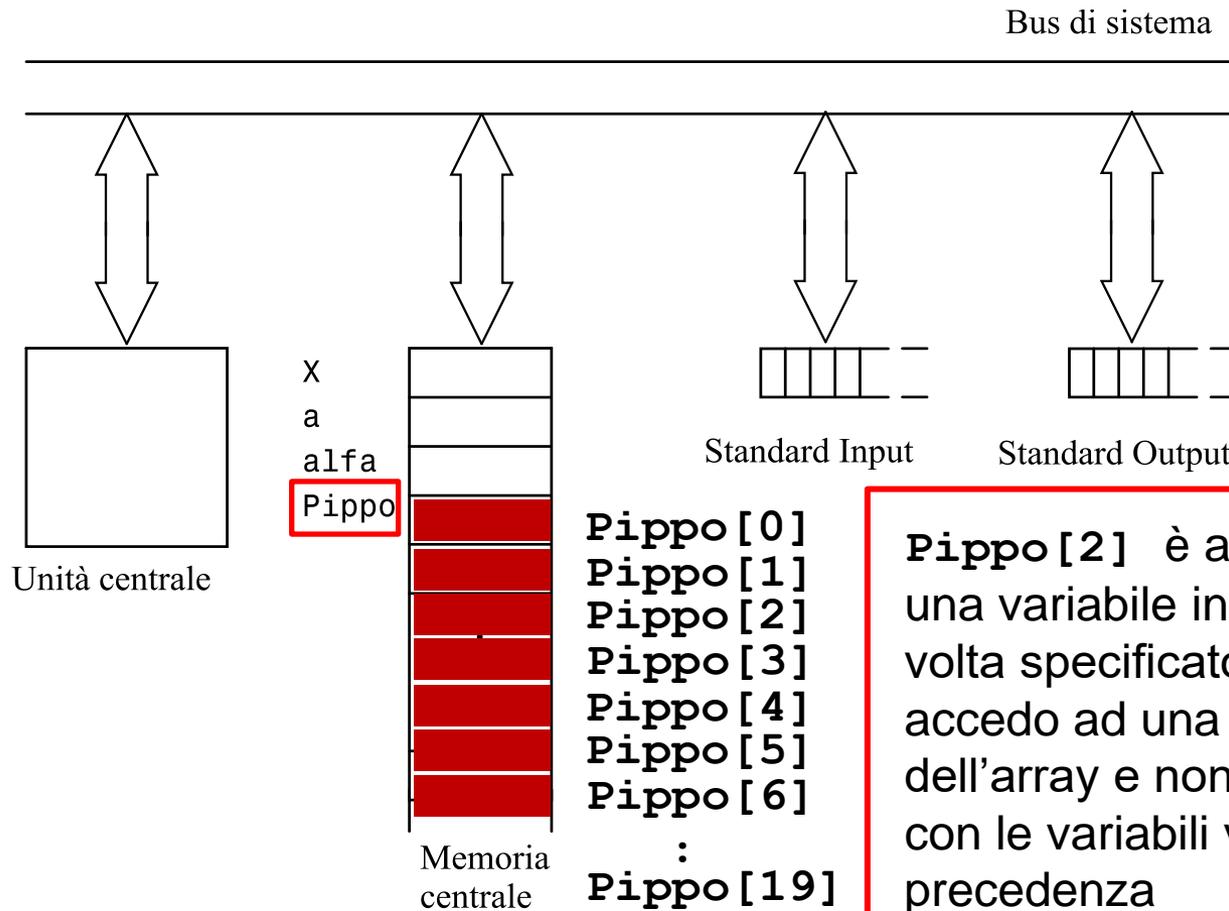
```
int a; a = vet[0]; vet[0] = a; vet[0] += a;
```

NB in C gli array sono indicizzati a partire da 0



Lo spazio allocato per gli array

```
int Pippo [20] ;
```



Pippo [2] è a tutti gli effetti una variabile intera. Una volta specificato l'indice accedo ad una cella specifica dell'array e non c'è differenza con le variabili viste in precedenza



Accedere agli elementi dell'array

Il valore **dell'indice** è di tipo `int`

È quindi possibile utilizzare una **variabile per definire l'indice** all'interno dell'array

```
int vet[20]; int i = 0;
```

L'espressione: `vet[i]`

va interpretata nel seguente modo:

1. Leggi il valore di `i`
2. Accedi all'elemento di `vet` alla posizione di indice `i`
3. Leggi il valore che trovi in quella cella di memoria (`vet[i]`)

con lo stesso criterio posso interpretare

```
vet[i + 1];
```



Esempi di Operazioni su Array

Una volta **fissato l'indice** in un array si ha una **variabile del tipo dell'array** che può essere usata per

- assegnamenti

```
vet[2] = 7; vet[4] = 8 % 3;
```

```
i = 0; vet[i] = vet[i+1];
```

- operazioni logiche

```
vet[0] == vet[9]; vet[1] < vet[4];
```

- operazioni aritmetiche

```
vet[0] == vet[9] / vet[2] + vet[1] / 6;
```

- operazioni di I/O

```
scanf("%d", &vet[9]);
```

```
printf("valore pos %d = %d", i, vet[i]);
```



Assegnamento tra Array

Es: Scrivere un frammento di codice per dichiarare un array di dimensione 3 e per scrivere in ogni variabile un numero (da 1 a 3) corrispondente alla posizione della cella.



Assegnamento tra Array

Es: Scrivere un frammento di codice per dichiarare un array di dimensione 3 e per scrivere in ogni variabile un numero (da 1 a 3) corrispondente alla posizione della cella.

```
int vet[3];
```

```
vet[0] = 1;
```

```
vet[1] = 2;
```

```
vet[2] = 3;
```



.. e senza Array

```
int a,b,c;
```

```
a = 1;
```

```
b = 2;          VS
```

```
c = 3;
```

```
int vet[3];
```

```
vet[0] = 1;
```

```
vet[1] = 2;
```

```
vet[2] = 3;
```

Come faccio a richiamare "il secondo valore inserito"?

- Con le variabili devo salvare da qualche parte che **a** contiene il primo valore, **b** il secondo... perché le variabili non hanno un ordinamento
- Con il vettore mi basta accedere a **vet[1]** perché gli elementi di un vettore seguono un ordinamento



.. e senza Array

```
int a,b,c;          int vet[3];  
a = 1;             vet[0] = 1;  
b = 2;             vet[1] = 2;  
c = 3;             vet[2] = 3;
```

VS

La soluzione diventa decisamente impraticabile quando si richiedono molte variabili: occorre usare array

- perché sono indicizzati
- perché posso popolarli/elaborarli con un ciclo

Con i vettori tipicamente il **for** risulta molto più comodo del **while** perché la variabile del ciclo viene usata per indicizzare gli elementi dell'array



Esempio

Scrivere un programma che dichiari un array di dimensione 300 e scriva in ogni cella un numero da 1 a 300.



Esempio

Scrivere un programma che dichiari un array di dimensione 300 e scriva in ogni cella un numero da 1 a 300.

```
#include<stdio.h>
```

```
void main()
```

```
{
```

```
    int vet[300]; int i;
```

```
    for (i = 0; i < 300 ; i++)
```

```
        vet[i] = i + 1 ;
```

```
}
```

Tipico uso del for per scorrere un array



Il valore dell'array

Abbiamo visto che gli elementi dell'array contengono valori del tipo dell'array.

Quando scrivo

```
int vet[300],
```

So che in `vet[0]` troverò un intero.

Cosa c'è invece in `vet`?



Il valore dell'array

Abbiamo visto che gli elementi dell'array contengono valori del tipo dell'array.

Quando scrivo

```
int vet[300],
```

So che in `vet[0]` troverò un intero.

Cosa c'è invece in `vet`?

- L'indirizzo del primo elemento in memoria, i.e.

```
vet == &vet[0];
```



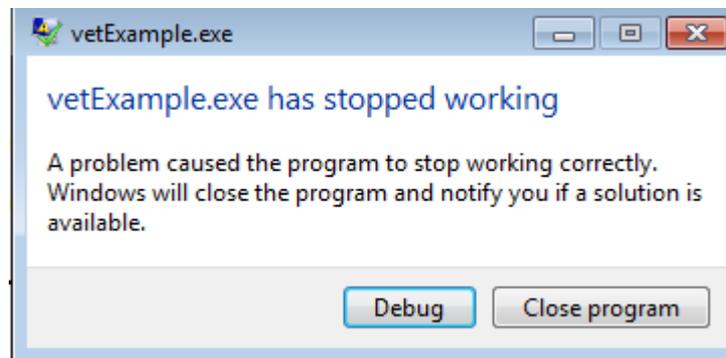
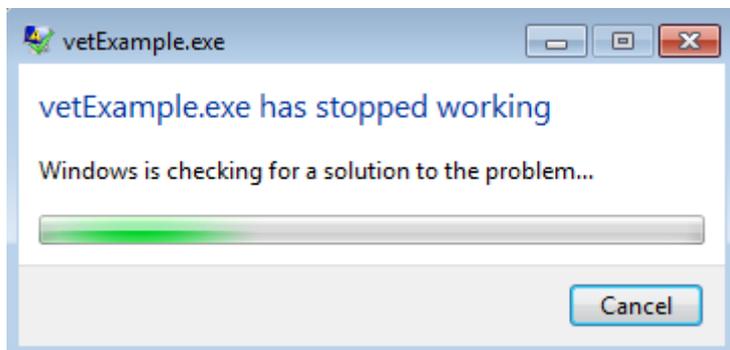
Le Dimensioni degli Array

- Non è possibile accedere ad un elemento dell'array ad una posizione superiore alla dimensione:

```
int vet[20];
```

scrivere `vet[40]` (o anche solo `vet[20]` visto che le 20 celle vanno da `vet[0]` a `vet[19]`).

- In tal caso si ha **segmentation fault**, che nella migliore delle ipotesi si manifesta **solamente** a run-time (come quando si dimentica `&` in `scanf(...)`).





Il Costruttore Array, COSE DA NON FARE!

Errore

```
int dim; /* il valore a dim è associato solo  
durante l'esecuzione */
```

```
scanf("%d", &dim);
```

```
X float resti[dim]; /* quindi il compilatore non  
sa quanto spazio riservare in memoria per  
resti */
```

**Anche se il gcc lo permette, questo NON è
da fare perché espone il codice a
vulnerabilità**



#define

- Spesso si ricorre alla direttiva di precompilazione **define** per dichiarare la dimensione di un array

```
#define NOME valoreNumerico
```

- Prima della compilazione, ogni istanza di **NOME_DEFINE** (riferibile all'uso di variabile) verrà sostituita da **valoreNumerico**
- Se dichiaro **int vet[NOME]** ; le dimensioni di **vet** sono note prima di iniziare la compilazione
- L'utilizzo di **define** rende il codice più leggibile, e facilmente modificabile quando occorre cambiare la dimensione dell'array (richiede comunque la ricompilazione del codice sorgente)
- **NB** non occorre il ; dopo **valoreNumerico**



Esempio: Acquisizione di un array

Non esistono funzioni/comandi per acquisire un array di numeri (i.e., l'omologo di `scanf ("%d" . .)`)



Esempio: Acquisizione di un array

Non esistono funzioni/comandi per acquisire un array di numeri (i.e., l'omologo di `scanf ("%d" . .)`)

```
#define MAX_LEN 30
#include <stdio.h>
void main()
{
    int v1 [MAX_LEN];
    int i;
    for(i = 0; i < MAX_LEN; i++)
    {
        printf("Inserire elemento posizione %d" , i+1);
        scanf("%d" , &v1[i]);
    }
}
```



Esempio

```
#define MAX_LEN 30
#include <stdio.h>
void main()
{
    int v1 [MAX_LEN];
    int i;
    for(i = 0; i < MAX_LEN; i++)
    {
        printf("Inserire elemento posizione %d" , i+1);
        scanf("%d" , &v1[i]);
    }
}
```

Uso **MAX_LEN** come
una costante nel codice



Esempio

```
#define MAX_LEN 30
#include <stdio.h>
void main()
{
    int v1 [MAX_LEN];
    int i;
    for(i = 0; i < MAX_LEN; i++)
    {
        printf("Inserire elemento posizione %d" , i+1);
        scanf("%d" , &v1[i]);
    }
}
```

L'acquisizione con **scanf** avviene come per una qualsiasi variabile intera

Uso **MAX_LEN** come una costante nel codice



Esempio

```
#define MAX_LEN 30
#include <stdio.h>
void main()
{
    int v1 [MAX_LEN];
    int i;
    for(i = 0; i < MAX_LEN; i++)
    {
        printf("Inserire elemento posizione %d" , i+1);
        scanf("%d" , &v1[i]);
    }
}
```

Dettaglio per evitare di stampare «Inserire elemento posizione 0»

L'acquisizione con `scanf` avviene come per una qualsiasi variabile intera

Uso `MAX_LEN` come una costante nel codice



Le Dimensioni degli Array: Effettive vs Reali

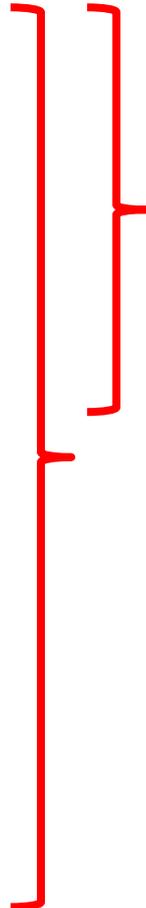
- Distinguere tra dimensioni **reali** e dimensioni **effettive**
- Le dimensioni **reali** sono quelle con cui viene **dichiarato un array**. Sono fissate prima della compilazione, non modificabili. Si fissano «grandi a sufficienza»
- Le dimensioni **effettive** delimitano la **parte dell'array che si utilizzerà** durante l'esecuzione.
 - Possono essere specificate dall'utente in una variabile (previo controllo di compatibilità con quelle reali e.g., con **do while**)
- Esempio: modificare il programma precedente richiedendo prima all'utente quanti elementi inserire nell'array



Le Dimensioni degli Array: Effettive vs Reali

Esempio: `int v1 [11]` ; con dimensioni effettive $n = 5$;

0
1
2
3
4
524
545
431
987
745
65



Dimensioni effettive dell'array: le celle che vanno da 0 a n (specificato dall'utente in una variabile)

Dimensioni reali dell'array: definite da **MAX_LEN**



Esempio

```
#define MAX_LEN 30
#include <stdio.h>
void main()
{
    int v1 [MAX_LEN];
    int i, n; // n contiene le dimensioni effettive
do
{
    printf("quanti numeri vuoi inserire?");
    scanf("%d" , &n);
}while(n < 0 || n > MAX_LEN);

for(i = 0; i < n; i++)
{
    printf("Inserire elemento posizione %d" , i+1);
    scanf("%d" , &v1[i]);
}
}
```



Esempio

```
#define MAX_LEN 30
#include <stdio.h>
void main()
{
    int v1 [MAX_LEN];
    int i, n; // n contiene le dimensioni effettive
    do
    {
        printf("quanti numeri vuoi inserire?");
        scanf("%d" , &n);
    } while (n < 0 || n > MAX_LEN);

    for(i = 0; i < n; i++)
    {
        printf("Inserire elemento posizione %d" , i+1);
        scanf("%d" , &v1[i]);
    }
}
```

Sono certo che n è compatibile con le dimensioni reali di $v1$



Esempio

```
#define MAX_LEN 30
#include <stdio.h>
void main()
{
    int v1 [MAX_LEN];
    int i, n; // n contiene le dimensioni effettive
    do
    {
        printf("quanti numeri vuoi inserire?");
        scanf("%d" , &n);
    }while (n < 0 || n > MAX_LEN);

    for (i = 0; i < n; i++)
    {
        printf("Inserire elemento posizione %d" , i+1);
        scanf("%d" , &v1[i]);
    }
}
```

Da qui in poi opero solo sulle prime n celle, quelle che vanno dall'indice 0 ad $n-1$



Stampa dei valori dell'array

In generale non esiste un fattore di conversione per stampare gli array. Quindi occorre procedere iterando



Stampa dei valori dell'array

In generale non esiste un fattore di conversione per stampare gli array. Quindi occorre procedere iterando

Assumiamo che l'array `v1` abbia dimensioni effettive `n`

```
printf("\nHai inserito: [");  
    for(i = 0 ; i <n ; i++)  
        printf(" %d ", v1[i]);  
printf("]");
```



Assegnamento tra array

- Non c'è un modo per assegnare direttamente **tutti** i valori in un primo array ad un secondo array

```
#include <stdio.h>
```

```
void main()
```

```
{   int vet[300], v[300];
```

```
    int i;
```

```
    for (i = 0 ; i < 300 ; i++)
```

```
        vet[i] = i+1;
```



```
    v = vet;
```

```
}
```

incompatible types
when assigning to
type 'int[300]' from
type 'int *'



Assegnamento tra array

Occorre operare su ogni singolo elemento dell'array!



Assegnamento tra array

Occorre operare su ogni singolo elemento dell'array!

```
#define MAX_LEN 30
#include <stdio.h>
void main()
{
    int v1 [MAX_LEN], v2 [MAX_LEN];
    int i;
    // popolo v1
    for(i = 0; i < MAX_LEN; i++)
        v1[i] = i;
    // copio i valori in v2
    for(i = 0; i < MAX_LEN ; i++)
        v2[i] = v1[i];
    // stamppo
    for(i = 0; (i < MAX_LEN) ; i++)
        printf("\nv1[%d] = %d , v2[%d] = %d", i,
            v1[i], i, v2[i]);
}
```



Confronto tra array

Non c'è un modo per confrontare direttamente **tutti** i valori in due array

```
#include <stdio.h>
```

```
void main()
```

```
{   int vet[300], v[300];
```

```
    int i;
```

```
    for(i = 0 ; i < 300 ; i++)
```

```
        { vet[i] = i+1;
```

```
          v[i] = vet[i]; }
```



```
if (v == vet)
```

```
    printf("ok"); }
```

non da
errore di
compilazione
ma non fa
quello che
vorremmo...



Confronto tra array

Occorre operare su **ogni singolo elemento!**



Confronto tra array

Occorre operare su **ogni singolo elemento!**

```
#define MAX_LEN 300
#include <stdio.h>
void main()
{
    int v1 [MAX_LEN], v2 [MAX_LEN];
    int i, uguali;
    for(i = 0; i < MAX_LEN; i++)
    {
        v1[i] = i+1;
        v2[i] = v1[i];
    }
    uguali = 1;
    for(i = 0; i < MAX_LEN && uguali; i++)
        if(v1[i] != v2[i])
            uguali = 0;
    if(uguali)
        printf("ook!");}
```



Confronto tra array

Occorre operare su **ogni singolo elemento**: quindi

```
#define MAX_LEN 300
#include <stdio.h>
void main()
{
    int v1 [MAX_LEN], v2 [MAX_LEN];
    int i, uguali;
    for(i = 0; i < MAX_LEN; i++)
    {
        v1[i] = i+1;
        v2[i] = v1[i];
    }
    uguali = 1;
    for(i = 0; (i < MAX_LEN) && uguali; i++)
        if(v1[i] != v2[i])
            uguali = 0;
    if(uguali)
        printf("ok!");
}
```

Variabile di flag, diventa 0 appena trova una cella per cui v1 e v2 differiscono

Scorro tutti gli elementi dei vettori. Mi arresto appena trovo due elementi diversi

Sta per (uguali != 0)



Variabili di Flag per Verificare Condizioni su Array

Per controllare che una condizione (uguaglianza in questo caso) sia soddisfatta da tutti gli elementi del vettore

```
uguali = 1;
```

```
    for (i = 0; (i < MAX_LEN); i++)
```

```
        if (v1[i] != v2[i])
```

```
            uguali = 0;
```

Al termine del ciclo, se `uguali` è rimasta 1 sono certo che la condizione da verificare **non è mai stata negata** (i.e., `v1[i] != v2[i]` è sempre stata falsa). Quindi che **tutti** gli elementi degli array coincidono.

- La variabile di flag (`uguali`) può solo cambiare da 1 in 0
- Ovviamente il ruolo di 0 e di 1 possono essere invertiti nel codice sopra



Errore Frequente

Errore frequente: modificare il valore della variabile di flag nel anche nel verso opposto.

```
uguali = 1;
  for (i = 0; i < MAX_LEN; i++)
    if (v1[i] != v2[i])
      uguali = 0;
       else
      uguali = 1;
```

Alla fine del ciclo se uguali è 1 posso solo concludere che l'ultima coppia di elementi controllati coincide!



Errore Frequente

Errore frequente: modificare il valore della variabile di flag nel anche nel verso opposto.

```
uguali = 1;
  for (i = 0; i < MAX_LEN && uguali != 0; i++)
    if (v1[i] != v2[i])
      uguali = 0;
       else
      uguali = 1;
```

`else` risulta comunque inutile!!!



Copiare alcuni elementi da un array ad un altro

- In molti casi è richiesto di **scorrere** un array $v1$ e di **selezionare** alcuni valori secondo una data condizione.
- Tipicamente i valori selezionati in $v1$ vengono **copiati in un secondo array, $v2$** , per poter essere utilizzati.
- È buona norma copiare i valori **nella prima parte** di $v2$, eseguendo quindi una copia «senza lasciare buchi».
- È anche necessario sapere quali sono i valori significativi in $v2$ e quali no.

Esempio : copiare i numeri pari in $v1$ in $v2$

■ $v1$	5	6	7	89	568	68	657	989	96	98
✘ $v2$?	6	?	?	568	68	?	?	96	98
■ $v2$	6	568	68	96	98	?	?	?		



Copiare alcuni elementi da un array ad un altro

Per fare questo è necessario usare **due indici**:

- **i** per **scorrere v1**: parte da 0 e arriva a **n1**, la dimensione effettiva di **v1**, con **incrementi regolari**.
- **n2** parte da 0 e viene **incrementata solo quando un elemento viene copiato**.
 - **n2** indica quindi il **primo elemento libero** in **v2**,
 - al termine, **n2** conterrà il **numero di elementi** in **v2**, quindi la sua **dimensione effettiva**

5	6	7	89	568	68	657	989	96	98
---	---	---	----	-----	----	-----	-----	----	----

`i = 10;`
`n1 = 10;`

6	568	68	96	98	?	?	?
---	-----	----	----	----	---	---	---

`n2 = 5;`



Esempio

Chiedere all'utente di inserire un array di interi (di dimensione $n1$ definita precedentemente) e quindi un numero intero n . Il programma quindi:

- salva gli elementi inseriti in un vettore $v1$.
- Copia tutti gli elementi di $v1$ che sono maggiori di n in un secondo vettore $v2$.
- La copia deve avvenire nella parte iniziale di $v2$, senza lasciare buchi.



Esempio

```
printf("\nInserire la soglia");
scanf("%d" , &n);
n2 = 0;
for(i = 0; i < n1; i++)
if(v1[i] > n)
{
    v2[n2] = v1[i];
    n2++; //n2 è la prima posizione libera in v2
}
printf("\n Maggiori di %d sono: [" , n);
//n2 ora è la lunghezza effettiva di v2
for(i = 0 ; i <n2 ; i++)
    printf(" %d, ", v2[i]);
printf("]");
```



Array di Caratteri & Stringhe



Array di Caratteri: le stringhe

- Nel C le stringhe (sequenze ininterrotte di caratteri) sono realizzate mediante array di caratteri

Esempio

```
char luogo [100] ;
```

è un array atto a contenere 99 elementi di tipo **char** + un `'\0'` che rappresenta la fine della stringa



Array di Caratteri: le stringhe

- Dato il frequente utilizzo ci sono standard e comandi particolari per facilitare l'uso delle stringhe,
 - I/O
 - Calcolo lunghezza
 - Confronto e Copia

NB NON esiste il tipo predefinito “string” né altri simili



Acquisizione e Stampa di Stringhe

- Come per ogni array è possibile popolare un array di caratteri mediante inserimento carattere per carattere

```
printf("Inserire lunghezza stringa");  
scanf("%d" , &n);  
for(i = 0; i < n-1; i++)  
    scanf("%c" , &luogo[i]); fflush(stdin);
```

- Quando si acquisisce una stringa carattere per carattere è poi necessario inserire "manualmente" il terminatore di stringa '\0'

```
luogo[n-1] = '\0';
```



Esempio

Acquisizione e stampa di una stringa elemento per elemento



Esempio

Acquisizione e stampa di una stringa elemento per elemento

```
void main()
{
int i;
char s[10];
for (i = 0; i < 9; i++)
    {printf("\ninserire carattere %d", i+1);
    scanf("%c", &s[i]); scanf("%*c");
    }
s[9] = '\0';
for(i = 0; i < 10; i++)
    printf("%c\n", s[i]);
}
```



Acquisizione e Stampa di Stringhe

- Alternative più comode:
 1. `scanf ("%s" , luogo) ;`
 2. `gets (luogo) ;`

NB `luogo` è l'indirizzo del primo elemento `&luogo[0]` ,
`scanf` quindi non ha bisogno della `&`.

NB `gets` richiede la libreria `string`, quindi occorre inserire
`#include <string.h>`

Sia `scanf ("%s" , ...)` che `gets (...)` delimitano automaticamente la **parte significativa** (i caratteri inseriti dall'utente) con il **carattere speciale** `'\0'` (con codifica ASCII = 0).



Il Terminatore di Stringa

- Se a `gets (luogo) ;` digito: Milano in memoria verrà scritto `"Milano\0"`.
- Differenze
 - `scanf ("%s", luogo) ;` **termina** l'inserimento al **primo spazio o invio**.
 - `gets (luogo) ;` **termina** l'inserimento al primo **invio**

Ecco cosa acquisiscono se digito: Piazza san Babila

- `scanf ("%s", luogo) ;` `"Piazza\0"`
- `gets (luogo) ;` `"Piazza san Babila\0"`



Stampa di Stringhe

- È possibile stampare i caratteri in una stringa **fino al terminatore** utilizzando `printf ("%s", ...)` ;

Esempio

```
gets (luogo) ;  
printf ("Io abito a %s", luogo) ;
```



Calcolo della Lunghezza

- È possibile calcolare la lunghezza di una stringa andando a contare gli elementi che precedono `'\0'`.

```
int len = 0;
char luogo[100];
scanf("%s", luogo);
while(luogo[len] != '\0')
    len++;
printf("%s e' lunga %d", luogo, len);
```

Ricordare che `char luogo[100]`; può contenere al più 99 caratteri!

La lunghezza di una stringa corrisponde alla posizione del carattere `'\0'`. Il valore viene assegnato a `len`

- Oppure è possibile usare la funzione `strlen`, contenuta nella libreria `string`
`len = strlen(luogo);`



Esempio (Calcolo Lunghezza di Una Stringa)

```
#include<string.h>
void main()
{
    int len1,len2;
    char str1[30], str2[30]
    printf("inserire prima stringa ");
    gets(str1);
    printf("inserire seconda stringa ");
    gets(str2);

    // calcolo le lunghezze
    len1 = strlen(str1);
    // calcolo le lunghezze
    len2 = strlen(str2);

    printf("\n%s e' lunga %d, %s e' lunga %d", str1,
len1, str2, len2);
}
```



Esempio (Calcolo Lunghezza di Una Stringa)

```
#include<string.h>
void main()
{
```

"E:\My Documents\Google Drive\poli\Didattica\2012_InfoB_Energetici_e_I

```
inserire prima stringa pollo
inserire seconda stringa cane
```

```
pollo e' lunga 5, cane e' lunga 4
```

```
    // calcolo le lunghezze
    len1 = strlen(str1);
    // calcolo le lunghezze
    len2 = strlen(str2);

    printf("\n%s e' lunga %d, %s e' lunga %d", str1,
len1, str2, len2);
}
```



Confronto tra Stringhe

È possibile verificare se due stringhe coincidono:

1. Verificando che la loro lunghezza coincide &&
2. Verificando se esse coincidono in ogni elemento



Confronto tra Stringhe

È possibile verificare se due stringhe coincidono: Verificando che la loro lunghezza coincida && Verificando che esse coincidano in ogni elemento

```
int flag = 1, len, i;
char str1[30], str2[30];
gets(str1); gets(str2);
len = strlen(str1);
if(len == strlen(str2)) {
    for(i = 0; i < len && flag==1; i++)
        { if(str1[i] != str2[i])
            flag = 0; } }
else // non hanno la stessa lunghezza
    flag = 0;
printf("%s == %s : %d", str1, str2, flag);
```

È indispensabile mettere le parentesi attorno a questo if altrimenti l'else seguente viene associato a questo e non a quello più esterno



Confronto tra Stringhe

- Oppure è possibile usare la funzione `strcmp`, contenuta nella libreria `string`. Sintassi

```
int ris = strcmp(s1 , s2) ;
```

- `ris` vale:
 - `== 0` se coincidono
 - `< 0` se `s1` precede `s2` in ordine alfabetico
 - `> 0` se `s1` segue `s2` in ordine alfabetico

```
if (cmpr == 0)
```

```
    printf("%s e %s coincidono", str1, str2) ;
```

NB. Le stringhe `str1` e `str2` devono terminare con `'\0'`



Esempio di Confronto Tra Stringhe

```
#include<string.h>
void main()
{
int coincidono, len1, len2, flag;
char str1[30], str2[30], str3[30];
...
// strcmp che restituisce 0 se coincidono
flag = strcmp(str1 , str2);
// metto coincidono a 1 quando flag è 0
coincidono = (flag == 0);
printf("\n%s == %s : %d", str1, str2, coincidono);
if (flag > 0)
    printf("\n%s precede%s (flag = %d)",str2, str1,flag);
if(flag < 0)
    printf("\n%s precede%s (flag = %d)",str1, str1,flag);
}
```



Esempio

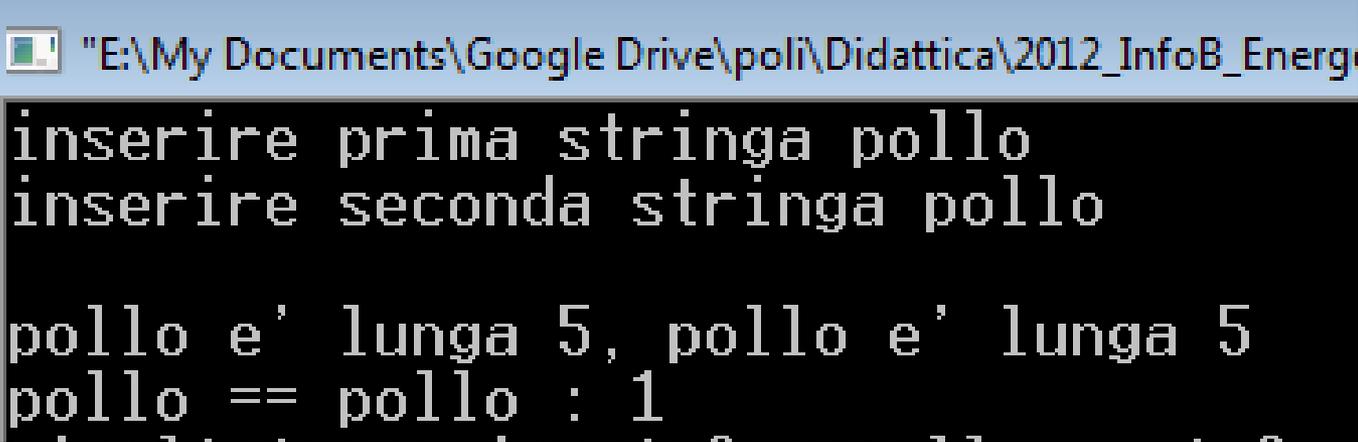
```
#include <string.h>
void main()
{
    int coincidono;
    char str1[30];
    ...
    // strcmp compare stringhe
    flag = strcmp(str1, str2);
    // metto coincidono a 1 quando flag è 0
    coincidono = (flag == 0);
    printf("\n%s == %s : %d", str1, str2, coincidono);
    if (flag > 0)
        printf("\n%s precede%s (flag = %d)", str2, str1, flag);
    if (flag < 0)
        printf("\n%s precede%s (flag = %d)", str1, str1, flag);
}
```

"E:\My Documents\Google Drive\poli\Didattica\2012_InfoB_Energetici_e_I
inserire prima stringa pollo
inserire seconda stringa cane
pollo e' lunga 5, cane e' lunga 4
pollo == cane : 0
cane viene prima di pollo (flag = 1)



Esempio

```
#include <string.h>
void main()
{
int coincidono;
char str1[30];
char str2[30];
// strcpy che restituisce 0 se coincidono e 1 se no
strcpy(str1, "pollo");
strcpy(str2, "pollo");
flag = strcmp(str1, str2);
// metto coincidono a 1 quando flag è 0
coincidono = (flag == 0);
printf("\n%s == %s : %d", str1, str2, coincidono);
if (flag > 0)
    printf("\n%s precede%s (flag = %d)", str2, str1, flag);
if (flag < 0)
    printf("\n%s precede%s (flag = %d)", str1, str1, flag);
}
```





Copia tra Stringhe

- È possibile eseguire la copia elemento per elemento da un array ad un altro, come nell'esercizio precedente
- Oppure è possibile usare la funzione **strcpy**, contenuta nella libreria **string**. Sintassi:

`strcpy(s1, s2);`



- Copia il contenuto di **s2** in **s1** incluso il `'\0'`
 - Per accodare le stringhe si usa la funzione **strcat**, contenuta nella libreria **string**. Sintassi:
- `strcat(s1, s2);`



- Accoda il di **s2** in **s1** (il `'\0'` appare solo alla fine)