TIPI DI DATO

*Un **tipo di dato** T è definito come:*

- *un **dominio di valori, D***
- *un **insieme di funzioni** $F_1,..,F_n$ sul dominio D*
- *un **insieme di predicati** $P_1,..,P_m$ sul dominio D*

$$T = \{ D, \{F_1,...,F_n\}, \{P_1,...,P_m\} \}$$

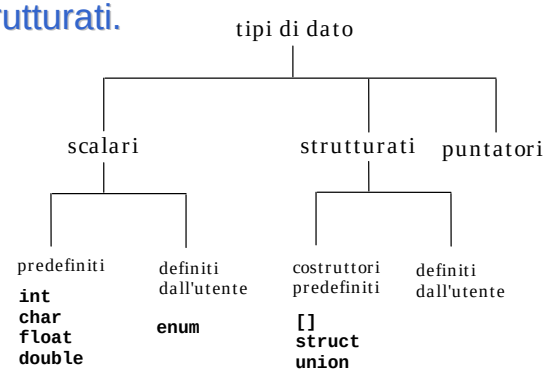
TIPI DI DATO: ESEMPIO

*Il **tipo di dato** INTERO è definito come:*

- *un **dominio di valori, Z***
- *un **insieme di funzioni** $F_1,..,F_n$ sul dominio D*
  - *esempio SOMMA, SOTTRAZIONE, PRODOTTO ….*
- *un **insieme di predicati** $P_1,..,P_m$ sul dominio D*
  - *ad esempio MAGGIORE, MINORE, UGUALE...*

TIPI DI DATO

I tipi di dato si differenziano in scalari e strutturati.



RIASSUNTO TIPI PRIMITIVI

Il C prevede quattro tipi primitivi:

char	*(caratteri)*
int	*(interi)*
float	*(reali)*
double	*(reali in doppia precisione)*

QUALIFICATORI

I tipi possono essere modificati dai qualificatori:

signed
unsigned

che possono essere applicati ai tipi char e int

short
long

che possono essere applicati al tipo int

long

che può essere applicato anche al tipo double

COMPATIBILITA' 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;     /* double -> int: possibile perdita
  di informazioni  */
```


CONVERSIONE IMPLICITA

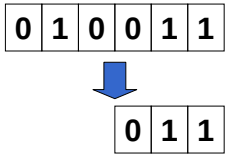
- *In generale, sono automatiche le conversioni di tipo che non provocano perdita di informazione.*
- *Espressioni che possono provocare perdita di informazioni non sono però illegali (generano solo un warning a tempo di compilazione su alcuni compilatori (fra cui il Visual Studio, non il djgpp))*
  - *Attenzione perché la conversione implicita nel passaggio dei parametri alle funzioni non genera neppure warning su alcuni compilatori. Lo fa in Visual Studio*

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*

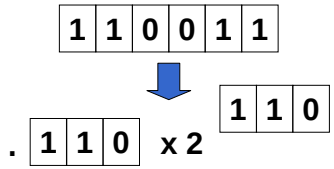


  - *float con* n *bit* ➔ *float con meno di* n *bit*
  - *float* ➔ *intero.*

  - *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

TIPI DI DATO STRUTTURATO

In C si possono definire tipi strutturati.

Vi sono due costruttori *fondamentali:*

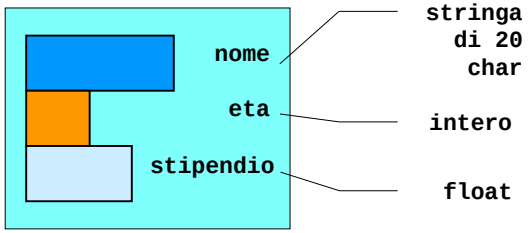
`[ ]` (array)

`struct` (strutture)

STRUTTURE

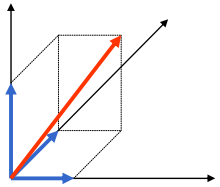
Una struttura *è una* collezione finita di variabili non necessariamente dello stesso tipo, *ognuna identificata da un* nome.

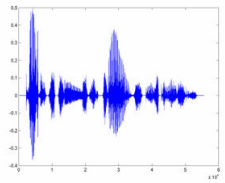
```
struct
persona
```



Array: esempi

- *Se devo rappresentare dati vettoriali, ho bisogno di avere più coordinate*
- *Posso aver bisogno di rappresentare tabelle (elenco del telefono, database di ogni tipo)*
- *Uno spartito è una sequenza di note*
- *Parti di successioni*
- *Parole e frasi sono sequenze di caratteri*
- *Un suono è una sequenza di valori di pressione sonora*
- *Una matrice è una sequenza bidimensionale (sequenza di sequenze)*





$$det\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 5 & 7 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

nome	indirizzo	tel
Marco	*Via Saragat 1*	*4833*
Giacomo	*Via Saragat 1*	*2009*
...	...	...

ARRAY (VETTORI)

Se vogliamo usare 1000 variabili intere, è scomodo dichiararle così

```
int a0, a1, a2, a3, a4, … a999;
```

Poi se vogliamo visualizzarle tutte, non vogliamo scrivere

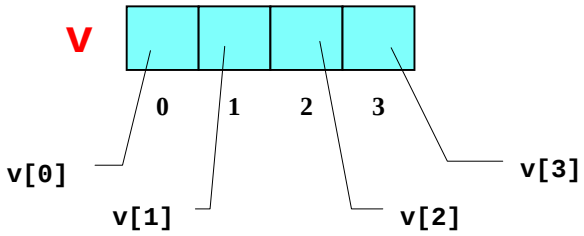
```
printf("%d ",a0);
printf("%d ",a1);
printf("%d ",a2);
…
printf("%d ",a999);
```

ma ci piacerebbe scrivere qualcosa del tipo

```
for (i=0;i<1000;i++)
    printf("%d ",ai);
```

ARRAY (VETTORI)

Un array *di N elementi è una* collezione finita di *N* variabili dello stesso tipo, *ognuna identificata da un* indice *compreso fra* 0 *e N*-1



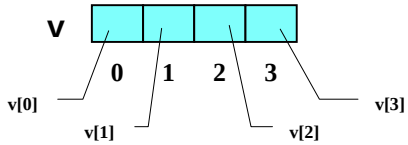
ARRAY (VETTORI)

***Definizione di una* variabile *di tipo* array:**

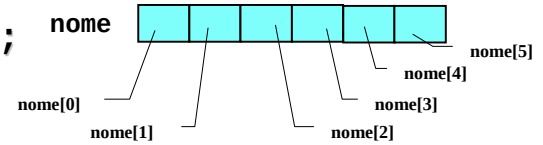
```
<tipo> <nomeArray> [ <costante> ];
```

Esempi:

```
int  v[4];
```




```
char nome[2*3];
```



Array

- *Una volta dichiarato un array,*

```
int a[4], media, i;
```

- *posso usare le variabili che lo costituiscono come delle normalissime variabili di quel tipo:*
  - *Inserirvi dei valori:*

```
a[0]=10;
a[1]=20;
```

  - *usarle nelle espressioni*

```
media = (a[0]+a[1])/2;
```

  - *leggerle da tastiera*

```
scanf("%d", &a[2]);
```

  - *visualizzarle:*

```
printf("a[2]=%d",a[2]);
```

- *Inoltre posso riferirle con un indice che può essere un'espressione:*

```
i=2;
a[i+1]=a[i];
```

a[0]	10
a[1]	20
a[2]	3
a[3]	3
media	15
i	2

```
3
a[2]=3
```


inizializzare un vettore con il quadrato degli indici

```
#include <stdio.h>

main()
{ int i=0;
  int A[3];

  while (i<3)
   {
    A[i]=i*i;  /*gli elementi del vettore sono 0,1,4*/
    i++;
   }
}
```

Visualizzazione in ordine inverso

- *leggere una sequenza di 10 interi e visualizzarla in ordine inverso*

```
#include <stdio.h>
main()
{  int i,a[10];
   // lettura dell'array
   for (i=0; i<10; i++)
   {   printf("inserisci l'elemento %d: ",i);
       scanf("%d",&a[i]);
   }
   // stampa in ordine inverso
   for (i=9; i>=0; i--)
       printf("%d ",a[i]);
}
```


Dimensione degli array

Il compilatore deve sapere qual è l'occupazione di memoria di una variabile, quando la crea

```
<tipo> <nomeArray> [ <costante> ];
```

ATTENZIONE: Sbagliato !!

```
int  N;
char nome[N];
```

Il compilatore non sa come dimensionare l'array

Visualizzazione in ordine inverso

- *leggere una sequenza di 10 interi e visualizzarla in ordine inverso*

```
#include <stdio.h>
main()
{  int i,a[10];
   // lettura dell'array
   for (i=0; i<10; i++)
   {   printf("inserisci l'elemen
       scanf("%d",&a[i]);
   }
   // stampa in ordine inverso
   for (i=9; i>=0; i--)
       printf("%d ",a[i]);
}
```

Problema:

se voglio cambiare la dimensione dell'array, devo intervenire in tanti punti del programma ☹ (facile che me ne dimentichi qualcuno)

Costanti

- *Ho bisogno di definire una costante: un simbolo che rappresenta un valore che non viene mai cambiato*
  - *in questo modo il compilatore potrebbe usarlo a tempo di compilazione, ad es. per definire la dimensione degli array*
  - *se voglio cambiare il valore, lo faccio in un solo punto del programma*
- *Per definire le costanti in linguaggio C si utilizza il Preprocessore*
- *Il Preprocessore viene invocato prima della fase di compilazione ed effettua delle sostituzioni testuali*
- *Il preprocessore accetta delle direttive*
  - *vengono scritte nel programma, ma non sono istruzioni C*
  - *sono riconoscibili dal simbolo del cancelletto: #*

LA DIRETTIVA #define

Sintassi:

`#define <testo1> <testo2>`

Effetto:

definisce una regola di ricerca e sostituzione*: ogni occorrenza di* testo1 *verrà sostituita da* testo2

Scopo:

definire costanti simboliche *(per convenzione,* testo1 *è* maiuscolo)

ESEMPIO

***Prima** del pre-processing:*

```
#define RADICEDI2 1.4142F
main() {
  float lato = 18;
  float diagonale = lato * RADICEDI2;
}
```

***Dopo** il pre-processing:*

```
main() {
  float lato = 18;
  float diagonale = lato * 1.4142F;
}
```


Visualizzazione in ordine inverso

- *leggere una sequenza di 10 interi e visualizzarla in ordine inverso*

```
#include <stdio.h>
#define N 10
main()
{  int i,a[N];
   // lettura dell'array
   for (i=0; i<N; i++)
   {    printf("inserisci l'elemento %d: ",i);
        scanf("%d",&a[i]);
   }
   // stampa in ordine inverso
   for (i=N-1; i>=0; i--)
        printf("%d ",a[i]);
}
```


#define non è un'istruzione

- *Siccome non è un'**istruzione** compresa dal **compilatore**, non va terminata dal punto e virgola*

```
#include <stdio.h>
#define N 10;
main()
{  int i,a[N];
   // lettura dell'array
   for (i=0; i<N; i++)
   {    printf("inserisci l'elemento %d: ",i);
        scanf("%d",&a[i]);
   }
   // stampa in ordine inverso
   for (i=N-1; i>=0; i--)
        printf("%d ",a[i]);
}
```

error C2143: syntax error : missing ']' before ';'

missing ')' before ';'

#define non è un'istruzione

- *Il compilatore vede un programma in cui il preprocessore ha sostituito* "N" *con* "10;"

```
#include <stdio.h>
main()
{  int i,a[10;];
   // lettura dell'array
   for (i=0; i<10;; i++)
   {   printf("inserisci l'elemento %d: ",i);
       scanf("%d",&a[i]);
   }
   // stampa in ordine inverso
   for (i=10;-1; i>=0; i--)
       printf("%d ",a[i]);
}
```

error C2143: syntax error : missing ']' before ';'

missing ')' before ';'

ESEMPIO

- ***Problema*: leggere da tastiera gli elementi di un vettore**

```
#include <stdio.h>
#define N 3

main()
{ int k;
  int A[N];

  for(k=0; k < N; k++)
    {    printf("Dammi elemento %d: ", k);
         scanf("%d", &A[k]);
    }
}
```


ESEMPIO

- ***Problema*: scrivere un programma che, dato un vettore di N interi, determini il valore massimo.**

Specifica di I livello:

Inizialmente, si assuma come massimo di tentativo *il primo elemento.* $m_0 = v[0] \rightarrow m_0 \geq v[0]$

Poi, si confronti via via il massimo di tentativo con gli elementi del vettore: nel caso se ne trovi uno maggiore del massimo di tentativo attuale, si aggiorni il valore del massimo.

$m_i = \max(m_{i-1}, v[i]) \rightarrow m_i \geq v[0], v[1]..v[i]$

Al termine, il valore del massimo di tentativo coincide col valore massimo ospitato nel vettore. $m_{n-1} \geq v[0], v[1] \ldots v[n-1]$ *cioè* m_{n-1} *è il max cercato.*

RICERCA

- *Dato un vettore ed un elemento X, trovare se X è un elemento del vettore.*
- *Se X appartiene al vettore, visualizzarne l'indice, altrimenti visualizzare "non trovato"*

RICERCA

Codifica:

Espressione di *inizializzazione* di un array

```
#define DIM 4
main() {
  int v[DIM] = {43,12,7,86};
  int i=0, x=7;
  while ((i<DIM) && (v[i]!=x))
    i++;
  if (i<DIM) printf("%d",i);
    else printf("non trovato");
}
```


ESEMPIO

Codifica:

Se vi è una *inizializzazione esplicita,* la dimensione dell'array *può essere omessa*!

```
#define DIM 4
main() {
  int v[] = {43,12,7,86};
  int i=0, x=7;
  while ((i<DIM) && (v[i]!=x))
    i++;
  if (i>=DIM) printf("%d",i);
    else printf("non trovato");
}
```


DIMENSIONE FISICA VS. LOGICA

- *… e se ho bisogno di memorizzare un numero di dati non noto a priori?*
- *Un array è una collezione finita di N celle dello stesso tipo; questo non significa che si debbano per forza* usare sempre tutte!
- *La* dimensione logica *di un array può essere inferiore (mai superiore!) alla sua* dimensione fisica
- *Spesso, la* porzione di array *realmente utilizzata* dipende dai dati d'ingresso.
- *Quindi: se non sappiamo esattamente quanti sono i dati da inserire, scegliamo una dimensione fisica sufficientemente grande, poi useremo solo una parte dell'array*

DIMENSIONE FISICA VS. LOGICA

Esempio

È data una serie di rilevazioni di temperature espresse in gradi Kelvin.

***La serie è composta di <u>al più 10 valori</u>,* ma può essere più corta**. *Il valore "-1" indica che la serie delle temperature è finita.*

Scrivere un programma che, data una serie di temperature memorizzata in un vettore, calcoli la media delle temperature fornite.

ESEMPIO

- *Il vettore deve essere* dimensionato per 10 celle *(caso peggiore)...*
- *… ma la porzione realmente usata* può essere minore!

Specifica di I livello:

- *calcolare la somma di tutti gli elementi del vettore, e nel frattempo contare quanti sono*
- *il risultato è il rapporto fra la somma degli elementi così calcolata e il numero degli elementi.*

ESEMPIO

Specifica di II livello:

Inizialmente, poni uguale a 0 una variabile S che rappresenti la somma corrente e poni uguale a 0 un indice k che rappresenti l'elemento corrente

$s_0 = 0,\ k_0 = 0$

A ogni passo, aggiungi l'elemento corrente a S e incrementa k

$s_{k+1} = s_k + v[k_k],$
$k_{k+1} = k_k + 1, \quad k<N$

Al termine (quando o un elemento vale -1, oppure hai esaminato N elementi), l'indice K rappresenta il numero totale di elementi: il risultato è il rapporto S/K.

$s_N = s_{N-1} + v[N-1],$
$k_N = N$

Codifica

```
#include <stdio.h>
#define DIM 10
main()
{  int k=0, v[DIM], s=0;
   float media;
   do // lettura dei dati da tastiera
   {    printf("Inserisci temp: ");
        scanf("%d",&v[k]);
        k++;
   } while (v[k-1]>0 && k<DIM);
   for (k=0; k<DIM && v[k]>=0; k++)
         s += v[k];
   media = s / (float)k;
   printf("media=%f\n",media);
}
```

Dimensione fisica = 10

Dimensione logica stabilita dall'utente

Condizione di prosecuzione del ciclo: la serie di dati non è finita (**v[k]≥0**) e ci sono ancora altre celle nell'array (**k<DIM**)

DIMENSIONE FISICA VS. LOGICA

Esempio

- *È data una serie di rilevazioni di temperature espresse in gradi Celsius, corrispondenti ai giorni di un mese*
- *Scrivere un programma che legga da tastiera il numero N di dati da inserire, poi legga le N rilevazioni.*
- *Infine, si visualizzi il giorno del mese in cui è stata rilevata la temperatura massima*

Primo livello di specifica

- *Definisci un array di dimensione sufficiente*
  - *Se non ci dicono quanti sono i dati, come faccio a sapere se è sufficiente?*
  - *Decido io una dimensione massima. Nel caso del mese, al massimo saranno 31 giorni*
- *Leggi N*
- *Leggi le N rilevazioni*
- *Calcola il massimo ed il giorno in cui si è verificato*
  - *stabilisci come giorno di temp massima temporaneo il primo giorno del mese: GiornoPiuCaldo=1*
  - *per ogni giorno da 2 a N*
    - *se questo giorno è stato più caldo del GiornoPiuCaldo, aggiorna GiornoPiuCaldo*
- *Visualizza GiornoPiuCaldo*

Codifica

```
#include <stdio.h>
#define DIM 32  // Definisci un array di dim sufficiente
main()
{  int temp[DIM];
   int N, GiornoPiuCaldo, i;
   printf("Inserisci N: ");
   scanf("%d",&N);
   for (i=1; i<=N; i++)     // Leggi le N rilevazioni
       scanf("%d",&temp[i]);
   GiornoPiuCaldo=1;        // Calcola il massimo
   for (i=2; i<=N; i++)
       if (temp[i]>temp[GiornoPiuCaldo])
             GiornoPiuCaldo=i;
   // Visualizza il massimo
   printf("Il giorno piu` caldo e` %d\n",GiornoPiuCaldo);
}
```

Dimensione fisica: 32 (da 0 a 31)

Dimensione logica: N (da 1 a N)

DIMENSIONE FISICA VS. LOGICA: ES CON 2 ARRAY

Esercizio

- *È data una serie di rilevazioni di temperature espresse in gradi Celsius, corrispondenti ai giorni di un mese*
- *Scrivere un programma che legga da tastiera il numero N di dati da inserire, poi legga le N rilevazioni.*
- *Si ricopino su un secondo array le sole temperature positive*
- *Infine, si visualizzi il secondo array (delle temperature positive)*

Codifica

```
#include <stdio.h>
#define DIM 32 // De
main()
{  int temp[DIM], pos[DIM];
   int N, Npos=1, i;
   printf("Inserisci N: ");
   scanf("%d",&N);
   for (i=1; i<=N; i++)     // Leggi le N rilevazioni
       scanf("%d",&temp[i]);
   for (i=1; i<=N; i++)
       if (temp[i]>0)
       {      pos[Npos]=temp[i];
              Npos++;
       }
   for (i=1; i<Npos; i++)  // Visualizza l'array pos
       printf("%d ",pos[i]);
}
```

Dimensione fisica: 32 (da 0 a 31)

Dimensione logica array temp: N (da 1 a N)

Dimensione logica array pos: Npos

Stringhe

- *Finora sappiamo leggere, scrivere, elaborare singoli caratteri*
- *Avremmo bisogno anche di elaborare parole, frasi, …*
- *In C, si possono usare le stringhe, che sono un caso particolare di array di caratteri.*
- *Per quello che sappiamo finora, possiamo leggere un array di caratteri uno alla volta:*

```
int i;
char s[10];
for (i=0; i<10; i++)
   scanf("%c",&s[i]);
```

- *e stamparlo con*

```
for (i=0; i<10; i++)
   printf("%c",s[i]);
```

- *Però così posso leggere/scrivere solo un numero predefinito di caratteri*

Array di caratteri

- *Se non so quanti sono a priori i caratteri, potrei usare una variabile per contenere la lunghezza*

```
int lung,i;
char s[100];
printf("Immetti il numero di caratteri:");
scanf("%d",&lung);
printf("immetti i caratteri");
for (i=0;i<lung;i++)
   scanf("%c",&s[i]);
for (i=0;i<lung;i++)
   printf("%c",s[i]);
```


Array di caratteri

- *Oppure potrei usare un carattere speciale per indicare che i caratteri significativi finiscono lì*

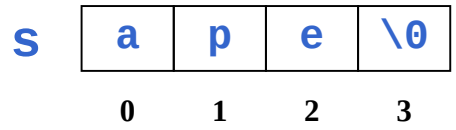
```
int i;
char s[100];
printf("immetti i caratteri (@ per terminare):");
i=-1;
do
{   i++;
    scanf("%c",&s[i]);
} while (s[i]!='@');
i=0;
while (s[i]!='@')
{   printf("%c",s[i]);
    i++;
}
```


Stringhe

- *Nel linguaggio C si utilizza questa seconda visione.*
- *Viene utilizzato un codice speciale che non può comparire in nessuna stringa: il carattere con codice ASCII 0, indicato anche con:* **`'\0'`**
- *Come vedremo, se utilizziamo questa convenzione, il C ci fornisce alcune istruzioni comode già fatte (non dobbiamo ricostruirle noi).*

STRINGHE: ARRAY DI CARATTERI

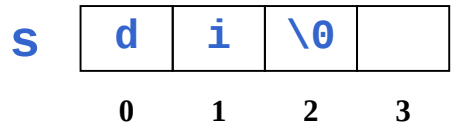
- *Una* stringa di caratteri in C *è un array di caratteri* terminato dal carattere `'\0'`



- *Un vettore di N caratteri può dunque ospitare stringhe* lunghe al più N-1 caratteri, *perché una cella è destinata al terminatore* `'\0'`.

STRINGHE: ARRAY DI CARATTERI

- *Un array di N caratteri può essere usato per memorizzare* stringhe più corte



- *In questo caso,* le celle oltre la k-esima *(k essendo la lunghezza della stringa)* sono concettualmente vuote: *praticamente sono inutilizzate e contengono un valore casuale.*

STRINGHE

- *Una stringa si può* inizializzare, *come ogni altro array, elencando le singole componenti:*

```
char s[4] = {'a', 'p', 'e', '\0'};
```

oppure anche, più brevemente, con la forma compatta *seguente:*

```
char s[4] = "ape" ;
```

Il carattere di terminazione '\0' è automaticamente incluso *in fondo.* Attenzione alla lunghezza!

STRINGHE: LETTURA E SCRITTURA

- *Una stringa si può* leggere da tastiera e stampare, *come ogni altro array, elencando le singole componenti:*

```
...
char str[4];
int i;
for (i=0; i < 3; i++)
   scanf("%c", &str[i]);
str[3] = '\0'; ...
```

- *oppure anche, più brevemente,* con la forma compatta *seguente:*

```
...
char str[4];
scanf("%s", str);
```

Per motivi che studieremo più avanti, nella scanf non si usa la & per le stringhe

Quando voglio parlare della stringa nella sua totalità non metto le parentesi quadre

L'operatore [ ]

- *Le parentesi quadre si usano per*
  - *dichiarare una variabile array:*
    `char s[10];`
  - *identificare un elemento di una variabile array*
    `printf("%c",s[3]);`
- *Ovvero:*
  - *in fase di dichiarazione, mi dicono che quella variabile è un array*
  - *in fase di utilizzo, mi dicono di prendere un certo elemento dell'array (e non tutto l'array)*
- *Se voglio utilizzare l'intero array, non metto le parentesi quadre*

Stringhe e caratteri

Caratteri

- *definizione:*
  `char c;`
- *contenuto:*
  un carattere
- *costante:*
  un carattere fra apici singoli: 'a'
- *codice nelle stringhe formato: %c*

Stringhe

- *definizione:*
  `char s[10];`
- *contenuto:*
  una sequenza di caratteri, terminata dal carattere `'\0'`
- *costante:*
  una sequenza di caratteri fra apici doppi: "ciao"
- *Codice nelle stringhe formato: %s*

Esercizio

- *Dire se le seguenti dichiarazioni sono corrette*
  - `char a='a';`
  - `char b="ciao";`
  - `char s[]='a';`
  - `char t[]="ciao";`
  - `char v[10]="ciao";`
- *Dire se le seguenti istruzioni sono corrette, sapendo che vale la dichiarazione:* `char c, s[5], t[5];`
  - `printf("%c", c);`
  - `printf("%s", s);`
  - `printf("%c", s);`
  - `printf("%s", c);`
  - `s[5]=t[5];`
  - `printf("%c", s[5]);`
  - `printf("%s", s[5]);`
  - `printf("%c", s[0]);`
  - `printf("%s", s[0]);`
  - `c = s;`
  - `c = s[2];`
- *Nelle istruzioni scorrette, si dica se il compilatore dà errore o no*

ESEMPIO

Problema:

Date due stringhe di caratteri, decidere quale precede l'altra in ordine alfabetico.

Rappresentazione dell'informazione:

- *poiché vi possono essere* tre *risultati (s1<s2, s1==s2, s2<s1),* un boolean non basta
- *possiamo usare:*
  - *due boolean (`uguale` e `precede`)*
  - *tre boolean (`uguale`, `s1precedes2`, `s2precedes1`)*
  - *un intero (negativo, zero, positivo)*

scegliamo la terza via.

ESEMPIO

Specifica:

- *scandire uno a uno gli elementi* di egual posizione *delle due stringhe,* o fino alla fine delle stringhe, o fino a che se ne trovano due diversi
  - nel primo caso, le stringhe sono uguali
  - nel secondo, sono diverse
- *nel secondo caso, confrontare i due caratteri così trovati, e determinare qual è il minore*
  - *la stringa a cui appartiene tale carattere precede l'altra*

CONFRONTO FRA STRINGHE

Codifica:

```
main()
{
 char s1[] = "Maria";
 char s2[] = "Marta";
 int i=0, stato;
 while(s1[i]!='\0' && s2[i]!='\0' && s1[i]==s2[i])
      i++;
 stato = s1[i]-s2[i];
 ……
}
```

negativo ↔ s1 precede s2
positivo ↔ s2 precede s1
zero ↔ s1 è uguale a s2

ESEMPIO

Problema:

Data una stringa di caratteri, copiarla in un altro array di caratteri (di lunghezza non inferiore).

Ipotesi:

La stringa è "ben formata", ossia correttamente terminata dal carattere '\0'.

Specifica:

- *scandire la stringa elemento per elemento, fino a trovare il terminatore '\0' (che esiste certamente)*
- nel fare ciò, copiare l'elemento nella posizione corrispondente dell'altro array.

ESEMPIO

Codifica: copia della stringa carattere per carattere

```
main() {
 char s[] = "Nel mezzo del cammin di";
 char s2[40];
 int i=0;
 for (i=0; s[i]!='\0'; i++)
     s2[i] = s[i];
 s2[i] = '\0';
}
```

La dimensione deve essere tale da garantire che la stringa non ecceda

Al termine, occorre garantire che anche la nuova stringa sia "ben formata", inserendo esplicitamente il terminatore.

ESEMPIO

Perché non fare così?

```
main() {
 char s[] = "Nel mezzo del cammin di";
 char s2[40];
    s2 = s;
}
```

ERRORE DI COMPILAZIONE:
left operand must be l-value

PERCHÉ GLI ARRAY NON POSSONO ESSERE MANIPOLATI NELLA LORO INTEREZZA !

Vedremo più avanti il perché

Esercizi

- *Leggere da tastiera una stringa e dire qual è la sua lunghezza*
- *Date due stringhe, mettere in una terza stringa la concatenazione delle due*
  - *Es:* **`char a[]="gian", b[]="luca", c[20];`** *mettere nella stringa* **`c`**: **`"gianluca"`**)
- *Letti una stringa ed un carattere, verificare se il carattere compare nella stringa*
- *Date due stringhe, verificare se una contiene l'altra (es "zio" è contenuta in "Tizio").*

Libreria sulle stringhe: strcpy e strcat

- *Il C ha una libreria sulle stringhe:*

```
#include <string.h>
```

- *Alcune istruzioni utili:*
- *strcpy(Destinazione,Sorgente)*
  - *copia la stringa Sorgente sulla Destinazione*
  - *es:*

```
char d[6]="pippo", s[5]="ciao";
strcpy(d,s);
printf("%s",d); ➔ stampa "ciao"
```

- *strcat(Destinazione,Sorgente)*
  - *aggiunge in fondo alla stringa Destinazione la Sorgente*
  - *es:*

```
char d[20]="gian", s[]="luca";
strcat(d,s);
printf("%s",d); ➔ stampa "gianluca"
```


string.h: strcmp

- *strcmp(Stringa1,Stringa2)*
- *fornisce un valore*
  - *=0 se le due stringhe sono uguali*
  - *<0 se Stringa1 viene prima di Stringa2 in ordine alfabetico*
  - *>0 se Stringa2 viene prima di Stringa1*
- *Es*

```
char s1[10],s2[10]; int diverse;
scanf("%s",s1);
scanf("%s",s2);
diverse = strcmp(s1,s2);
if (diverse)
   if (diverse>0)
        printf("%s precede %s",s2,s1);
   else printf("%s precede %s",s1,s2);
else printf("sono uguali");
```

- *Altre istruzioni e funzioni possono essere trovate nell'help del Visual Studio (cercare "string.h")*

Strutture

- *In molti casi, un oggetto del mondo esterno è rappresentato da più dati all'interno del calcolatore:*
  - *In una rubrica telefonica, ogni persona ha nome, cognome, indirizzo, numero di telefono*
  - *In un mazzo di carte, ogni carta ha*
    - *numero (da 1 a 13)*
    - *seme (cuori, quadri, fiori, picche)*
- *A volte, può servire creare strutture dati che contengono più informazioni:*
  - *numeri complessi: parte reale, parte immaginaria*
  - *frazioni: numeratore, denominatore*

Esempio: Note musicali

- *Vogliamo rappresentare all'interno del calcolatore una musica (es. suoneria del cellulare)*
- *Dovrò rappresentare tante note*
- *Ogni nota ha*
  - *nome della nota ("do", "do#", "re", …)*
  - *ottava es 1, 2, …*
  - *durata (ad es in ottavi: 1/8, 2/8, …)*
  - *…*
- *Come rappresentarla?*

Es: note

- *Potrei usare una varabile per ogni caratteristica della nota*
- *Per la prima nota ho*
  - *nome = "do"*
  - *ottava = 5*
  - *durata = 4*
- *Per la seconda nota ho*
  - *nome = "sol#"*
  - *ottava = 5*
  - *durata = 2*

Codifica

- *Potrei usare 6 variabili: nome1, ottava1, durata1, nome2, ottava2, durata2*
- *Poi sono io che mi devo ricordare che nome1 è il nome della prima nota, etc.*

```
main()
{ char nome1[5],nome2[5];
  int ottava1, ottava2;
  int durata1, durata2;
…
}
```

Codifica: aggiungo una nota

- *Però se mi accorgo che ho bisogno di un'altra nota, devo definire tutte le variabili che la compongono ☹*
  - *noioso*
  - *facile dimenticarsene qualcuna*

```
main()
{ char nome1[5],nome2[5], nome3[5];
  int ottava1, ottava2, ottava3;
  int durata1, durata2, durata3;
…
}
```


Codifica: aggiungo una nota

- *Se poi ho bisogno di uno spartito, devo farne un array ☹*
  - ***ancora più complicato***

```
#define N 100
main()
{ char nome1[5],nome2[5], nome3[5],
   spartitoNome[N][5];
  int ottava1, ottava2, ottava3, spartitoOttava[N];
  int durata1, durata2, durata3, spartitoDurata[N];
…
}
```

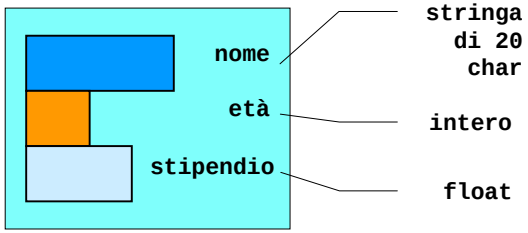

Sarebbe meglio …

- *Sarebbe meglio poter definire un nuovo tipo di dato: la* **`nota`**
  - *poi potrei definire variabili ed array di quel tipo:*
    `nota n;`
    `nota spartito[100];`
- *poi dovrei avere un modo per identificare le singole caratteristiche delle note. Ho bisogno di scrivere frasi del tipo*
  - *assegna al nome di* **`n`** *il valore* **`"fa#"`**
  - *se la durata di* **`n`** *è maggiore della durata di* **`spartito[4]`** *…*

STRUTTURE

- *Per raggruppare dati di tipo diverso ma che logicamente devono essere insieme, esistono le strutture*
- *Una* struttura *è una* collezione finita di variabili non necessariamente dello stesso tipo*, ognuna identificata da un* nome.

`struct persona`



STRUTTURE

Definizione di una variabile *di tipo* struttura*:*

```
struct [<etichetta>] {
  { <definizione-di-variabile> }
} <nomeStruttura> ;
```

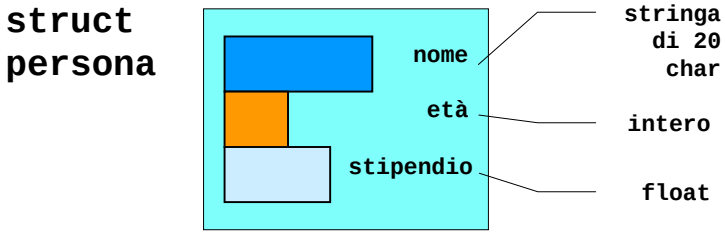

ESEMPIO

```
struct persona {
   char nome[20];
   int  eta;
   float stipendio;
} pers ;
```

Etichetta

variabile

Definisce una variabile **pers** strutturata nel modo illustrato.



ESEMPIO

```
struct punto
{   int  x, y;
} p1, p2 ;
```

p1 e **p2** sono fatte ciascuna da due interi di nome **x** e **y**

```
struct data
{   int  giorno,mese,anno;
} d ;
```

d è fatta da tre interi di nome **giorno**, **mese** e **anno**

Esempio

```
struct nota
  { char nome[5];
    int ottava;
    int durata;
} n;
```

- *Una volta definita una variabile con una etichetta, si possono definire altre variabili usando la stessa etichetta*

  `struct nota tonica, spartito[100];`

- *però non è ancora esattamente come definire un nuovo tipo (devo metterci comunque struct)*

STRUTTURE

```
main(){
  struct frutto {
     char nome[20]; int  peso;
  } f1;
  struct frutto f2 ;

  ...
}
```

Non occorre ripetere l'elenco dei campi perché è *implicito nell'etichetta* ***frutto***, che è già comparsa sopra.

STRUTTURE

- *Una volta definita una variabile struttura,* si accede ai singoli campi mediante la notazione puntata.

Ad esempio:

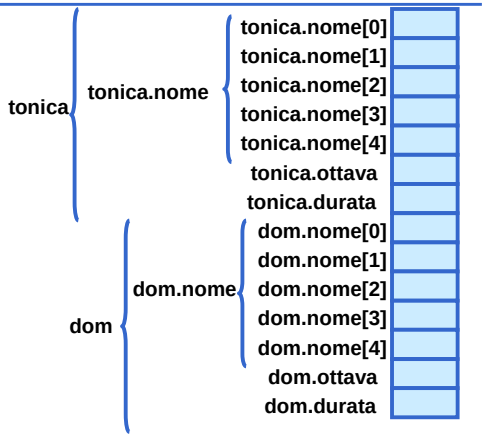
```
struct nota
  { char nome[5];
    int ottava;
    int durata;
} n1, n2;

n1.ottava = 5;
if (n1.ottava > n2.ottava)
  { … }
n2.durata = n1.durata/2;
```

Ogni campo si usa come una normale variabile del tipo corrispondente al tipo del campo.

Rappresentazione

```
struct nota
  { char nome[5];
    int ottava;
    int durata;
} tonica, dom;
```



- *è come se avessimo creato:*
  - *una variabile che si chiama n1.nome, di tipo stringa di 5 caratteri*
  - *una variabile che si chiama n1.ottava ➔ int*
  - *una variabile che si chiama n1.durata ➔ int*
  - *una var che si chiama n2.durata ➔ int*
  - *...*

ESEMPIO

```
main(){
  struct frutto {
     char nome[20]; int  peso;
  } f1 = {"mela", 70};
  struct frutto f2 = {"arancio", 50};

  int peso = f1.peso + f2.peso;
}
```

Non c'è alcuna ambiguità perché **peso** nella propria struct è diverso da **peso** variabile intera

Esercizio

- *Sapendo che*

```
struct nota
  { char nome[5];
    int ottava;
    int durata;
} tonica, dom;
```

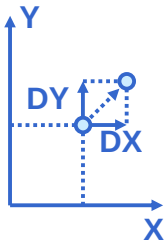
dire quali delle seguenti operazioni sono corrette, quali danno errore di compilazione, quali errore a tempo di esecuzione

- *dom.ottava=1*
- *strcpy(tonica,"do#")*
- *strcpy(tonica.nome,"do#")*
- *strcpy(tonica.nome,nota.nome)*
- *tonica.ottava=dom.nome[2]*
- *tonica[2].nome='#'*
- *nota.ottava=nota.durata*
- *dom.nome=1*
- *tonica.nome[1]='\0'*
- *strcpy(tonica.nome,dom.nome)*
- *tonica.nome[5]=dom.nome[5]*
- *nota.ottava++*
- *dom.nome++*
- *tonica.ottava++*

ESEMPIO

PROBLEMA: leggere le coordinate di un punto in un piano e modificarle a seconda dell'operazione richiesta:

- proiezione sull'asse X
- proiezione sull'asse Y
- traslazione di DX e DY



Specifica:

- leggere le coordinate di input e memorizzarle in una struttura
- leggere l'operazione richiesta
- effettuare l'operazione
- stampare il risultato


```
#include <stdio.h>

main()
{ struct punto{float  x,y;} P;
  unsigned int op;
  float  Dx, Dy;

  printf("ascissa? ");       scanf("%f",&P.x);
  printf("ordinata? ");      scanf("%f",&P.y);
   printf("operazione(0,1,2,3)?\n");
  scanf("%d",&op);
if (op==1) P.y= 0;
if (op==2) P.x= 0;
if (op==3)
  {printf("%s","Traslazione?");
   scanf("%f%f",&Dx,&Dy);
   P.x=P.x+Dx;
   P.y=P.y+Dy;
  }
printf("%s\n","nuove coordinate sono");
printf("%f%s%f\n",P.x,"   ",P.y);
}
```

Definizione di nuovi tipi

- *Per definire un nuovo tipo di dato, si utilizza la typedef*

```
typedef <TipoEsistente> <NuovoTipo>;
```

- *Es:*

```
typedef struct
  { char nome[5];
    int ottava;
    int durata;
  } nota;
```

- *Ora posso usare* **nota** *esattamente come utilizzo i tipi*

```
nota n, spartito[100];
```

TIPI DEFINITI DALL'UTENTE

- *In C, l'utente può introdurre* **nuovi tipi** *tramite una* **definizione di tipo**
- *La definizione associa a un* ***identificatore*** **(nome del tipo)** *un* ***tipo di dato***
  - *aumenta la leggibilità del programma*
  - *consente di ragionare per astrazioni*
- *Il C consente, in particolare, di:*
  - *ridefinire tipi già esistenti*
  - *definire dei nuovi* **tipi enumerativi**
  - *definire dei nuovi* **tipi strutturati**

TIPI RIDEFINITI

- *Un nuovo identificatore di tipo viene dichiarato identico a un tipo già esistente*
- *Schema generale:*

```
typedef  TipoEsistente NuovoTipo ;
```

- *Esempio*

```
typedef     int MioIntero;
MioIntero   X,Y,Z;
int         W;
```


Esempio

- *Che cosa fa questo programma?*

```
main()
{ int i, pagaOraria=…;
  int paga[7], ore[7]={…};
  for (i=0;i<=6;i++)
  {  if ((i==5) || (i==6))
          paga[i]=ore[i]*pagaOraria*1.5;
     else
          paga[i]=ore[i]*pagaOraria;
  }
}
```


TIPI ENUMERATIVI

- *Un tipo enumerativo viene specificato tramite* **l'elenco dei valori** *che i dati di quel tipo possono assumere.*
- *Schema generale:*

```
typedef enum {
   a1, a2, a3, ... , aN } EnumType;
```

- *Il compilatore associa a ciascun "identificativo di valore" a1,..aN un* **numero naturale** *(0,1,...), che viene usato nella valutazione di espressioni che coinvolgono il nuovo tipo.*

TIPI ENUMERATIVI

- ***Gli "identificativi di valore" a1,... , aN sono a tutti gli effetti* delle nuove costanti.**
- ***Esempi***

```
typedef enum {
  lun,mar,mer,gio,ven,sab,dom} Giorni;
typedef enum {
  cuori, picche, quadri, fiori} Carte;

Carte   C1, C2, C3, C4, C5;
Giorni  Giorno;
if (Giorno == dom) /* giorno festivo */
else /* giorno feriale */
```


TIPI ENUMERATIVI

- ***Un "identificativo di valore" può comparire* una sola volta *nella definizione di* un solo tipo, *altrimenti si ha ambiguità.***
- ***Esempio***

```
typedef enum {
 lun,mar,mer,gio,ven,sab,dom} Giorni;

typedef enum {
gen,feb,mar,apr,mag,giu,lug,ago,set,ott,
nov,dic} Mesi;
```

La definizione del secondo tipo enumerativo è **scorretta**, *perché l'identificatore* `mar` *è già stato usato altrove.*

TIPI ENUMERATIVI

- ***Un tipo enumerativo* è totalmente ordinato: *vale l'ordine con cui gli identificativi di valore sono stati elencati nella definizione.***
- ***Esempio***

```
typedef enum {
 lun,mar,mer,gio,ven,sab,dom} Giorni;
```

Data la definizione sopra,

`lun < mar` è vera

`lun >= sab` è falsa

in quanto `lun` $\leftrightarrow 0$, `mar` $\leftrightarrow 1$, `mer` $\leftrightarrow 2$, *etc.*

TIPI ENUMERATIVI

- ***Poiché un tipo enumerativo è,* per la macchina C, *indistinguibile da un intero, è possibile in linea di principio* mischiare interi e tipi enumerativi**
- ***Esempio***

```
typedef enum {
 lun,mar,mer,gio,ven,sab,dom} Giorni;
Giorni g;
g = 5;        /* equivale a g = sab */
```

- **È una pratica da evitare ovunque possibile!**

TIPI ENUMERATIVI

- ***È anche possibile specificare i valori naturali cui associare i simboli a1,...,aN***
- *qui,* **lun** ↔ *0,* **mar** ↔ *1,* **mer** ↔ *2, etc.:*

```
typedef enum {
 lun,mar,mer,gio,ven,sab,dom} Giorni;
```

- *qui, invece,* **lun** ↔ *1,* **mar** ↔ *2,* **mer** ↔ *3, etc.:*

```
typedef enum {
  lun=1,mar,mer,gio,ven,sab,dom} Giorni;
```

- *qui, infine, l'associazione è data caso per caso:*

```
typedef enum { lun=1, mar, mer=7, gio,
ven, sab, dom} Giorni;
```


IL TIPO BOOLEAN

- ***Il boolean non esiste in C, ma si può facilmente definirlo:***

```
typedef enum { false, true } Boolean;
```

- *così:*

  false ↔ *0,* **true** ↔ *1*

  false < **true**

- *logica positiva*

Tipi e variabili

tipo

```
int a;
char c[10];
```

variabile

- *Ad un tipo possono essere associate variabili*
- *Ad un tipo non è associata alcuna area di memoria*
- *Un tipo non ha un indirizzo, né un valore. Non posso assegnargli un valore. Non posso stampare il suo valore.*

es.:

```
int = 7;
char[8] = 'A';
printf("%f",float);
```

ERRORE!!!

- *Una variabile ha sempre un tipo*
- *Ad una variabile è associata un'area di memoria*
- *essa ha un indirizzo e contiene un valore*
- *La quantità di memoria associata ad una variabile dipende dal suo tipo*

Tipi e variabili

tipo

```
typedef struct {char
nome[5]; int durata;} nota
nota n1,brano[20];
```

variabile

- *Ad un tipo possono essere associate variabili*
- *Ad un tipo non è associata alcuna area di memoria*
- *Un tipo non ha un indirizzo, né un valore. Non posso assegnargli un valore. Non posso stampare il suo valore.*

es.:

```
nota.durata = 7;
nota.nome[8] = 'A';
printf("%s",nota.nome);
```

ERRORE!!!

- *Una variabile ha sempre un tipo*
- *Ad una variabile è associata un'area di memoria*
- *essa ha un indirizzo e contiene un valore*
- *La quantità di memoria associata ad una variabile dipende dal suo tipo*

Esercizio

- *Si definisca il tipo di dati numero complesso*
- *Si leggano da tastiera due numeri complessi*
- *Si calcoli e si visualizzi il loro prodotto*

Esercizio

- *Un array di strutture contiene i risultati degli esami di Fondamenti di Informatica 1 (voto da 0 a 32).*
- *Per ogni studente che sostiene l'esame viene riportato*
  - *Nome*
  - *Matricola*
  - *Voto*
- *Si scriva un programma che visualizza il Nome degli studenti che hanno preso almeno 18.*

Esercizio

- *Dato l'array di strutture dell'esercizio precedente, si stampi la frequenza di ogni voto (cioè per ogni possibile voto quanti studenti hanno avuto quel voto)*
- *18 → 5 studenti*
- *19 → 7 studenti*
- *20 → 10 studenti*
- *…*

Esercizio

- *Un array di strutture contiene l'orario delle lezioni del lunedì. Per ogni lezione si hanno*
  - *nome del corso (stringa di 20 caratteri, incluso terminatore)*
  - *ora di inizio (intero)*
  - *durata (intero)*
- *Il numero delle lezioni è contenuto in una variabile* **`NL`**
- *Si legga da tastiera una nuova lezione (nome, ora, durata) e si mostrino a video le lezioni che si sovrappongono con questa*

Esempio

nome	inizio	durata
info1	14	2
analisi1	11	2
geometria	8	3

- Nuova lezione:
  - nome: “fisica”
  - inizio: 12
  - durata: 3

```
si sovrappone con
analisi1
info1
```