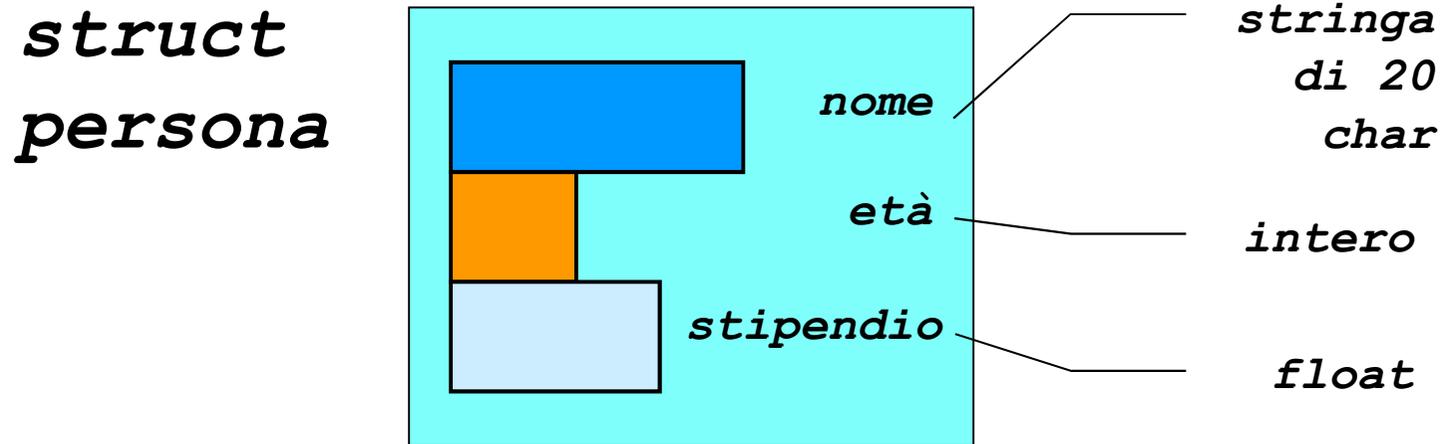


STRUTTURE

Una *struttura* (*record* in alcuni linguaggi) è una **collezione finita di variabili non necessariamente dello stesso tipo**, ognuna identificata da un *nome*



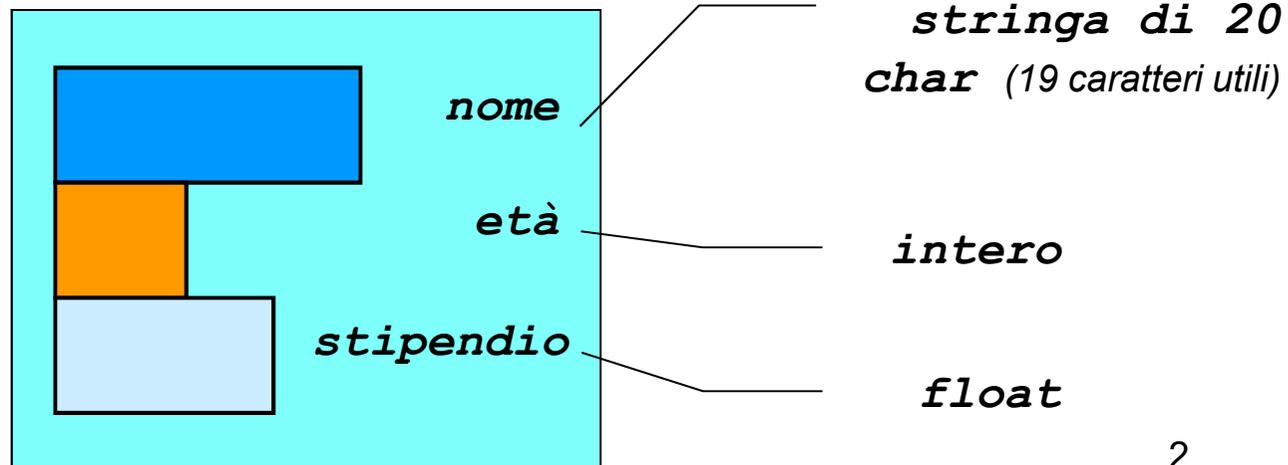
```
struct [<etichetta>] {  
    { <definizione-di-variabile> }  
} <nomeVariabile> ;
```

ESEMPIO

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

**Definisce una variabile
pers**

*struct
persona*



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***

STRUTTURE

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

Ad esempio:

```
p1.x = 10;   p1.y = 20;
```

```
p2.x = -1;  p2.y = 12;
```

```
d.giorno = 25;
```

```
d.mese = 12;
```

```
d.anno = 1999;
```

Ogni campo si usa come una normale variabile del tipo corrispondente a quello del campo

STRUTTURE

Possiamo anche semplicemente dichiarare il tipo di dato e utilizzarlo poi successivamente

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

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

ESEMPIO

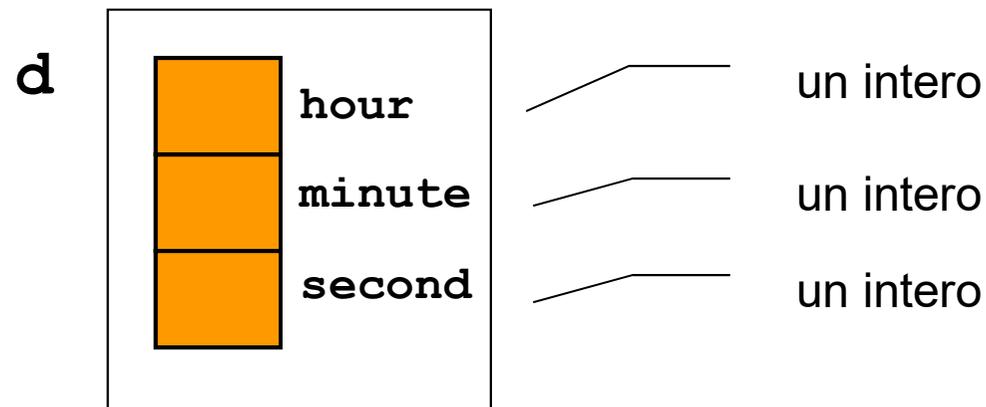
```
int main() {  
    struct frutto {  
        char nome[20]; int peso;  
    } f1 = {"mela", 70};  
    struct frutto f2 = {"arancio", 50};  
  
    int peso = f1.peso + f2.peso;  
  
}
```

Non c'è alcuna ambiguità fra la variabile `peso` definita nel `main` e quella definita nella `struct`

STRUTTURE

```
struct time
{
  int hour, minute, second;
} t ;
```

La variabile **t** è composta da tre interi di nome **hour**, **minute** e **second**



STRUTTURE

- `time` è solo un' etichetta, è opzionale e serve per dichiarare altre variabili dello stesso tipo
- `struct time t1, t2;`
→ dichiara due variabili `t1` e `t2` di tipo struttura `time`
- L' accesso ai campi delle strutture avviene tramite la notazione puntata:

```
t1.hour = 12;
```

```
t1.minute = 55;
```

```
t1.second = 23;
```

```
printf("It's %d:%d:%d; it's time for LUNCH!",  
      t1.hour, t1.minute, t1.second);
```

STRUTTURE

- Si possono dichiarare strutture all'interno di altre strutture

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

```
struct linea {  
    struct punto coord1;  
    struct punto coord2;  
} l1, l2 ;
```

STRUTTURE

- In memoria i campi di una struttura sono allocati in modo contiguo e nello stesso ordine in cui sono stati dichiarati.
- L'indirizzo di memoria di una variabile di tipo struct coincide con l'indirizzo di memoria del suo primo membro.
- Possiamo verificare la dimensione in byte di una struttura utilizzando l'operator `sizeof`
- A differenza di quanto accade con gli array, *il nome della struttura rappresenta la struttura nel suo complesso*

STRUTTURE

È possibile:

- ***assegnare una struttura a un'altra (copia!)***
 - `f2 = f1;`
- ***che una funzione restituisca una struttura (restituzione di una copia!)***
 - `struct time getNoon(void)`

```
{  
    struct time t;  
    t.hour = 12; t.minute = 0; t.second = 0;  
    return t;  
}
```
- ***passare una struttura come parametro a una funzione (passaggio di una copia!)***

ASSEGNAZIONE TRA STRUTTURE

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

*Equivale a copiare `f2.peso` in `f1.peso`,
e `f2.nome` in `f1.nome`*

```
f1.peso=f2.peso;  
strcpy(f1.nome, f2.nome);
```

STRUTTURE passate COME PARAMETRI

- Il nome della struttura rappresenta ***la struttura nel suo complesso***
- quindi, non ci sono problemi nel passare strutture come parametro a una funzione: ***avviene il classico passaggio per valore***
 - ***tutti i campi vengono copiati, uno per uno***
- è perciò possibile anche ***restituire come risultato*** una struttura

ESEMPIO

Tipo del valore di ritorno della funzione.



```
struct frutto macedonia(  
    struct frutto f1, struct frutto f2) {  
    struct frutto f;  
    f.peso = f1.peso + f2.peso;  
    strcpy(f.nome, "macedonia");  
    return f;  
}
```

La funzione di libreria `strcpy()` copia la costante stringa "macedonia" in `f.nome`

ESEMPIO

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

1. proiezione sull'asse X
2. proiezione sull'asse Y
3. 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

ESEMPIO

```
#include <stdio.h>
int 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("%s\n", "operazione (0,1,2,3)?");
  scanf("%d",&op);
  switch (op)
  {case 1: P.y=0;break;
   case 2: P.x=0; break;
   case 3: printf("%s", "Traslazione?");
            scanf("%f%f",&Dx,&Dy);
            P.x=P.x + Dx;
            P.y=P.y + Dy;
            break;
   default: ;
  }
  printf("%s\n", "Le nuove coordinate sono");
  printf("%f%s%f\n",P.x,"  ",P.y);
}
```

Strutture & Array: piccolo trucco

Se una struttura, anche molto voluminosa, viene copiata elemento per elemento...

.. *perché non usare una struttura per incapsulare un array?*

In effetti:

- il C non rifiuta di manipolare gli array come un tutt'uno “per principio”: è solo la conseguenza del modo in cui si interpreta il loro nome
- quindi, “*chiudendoli in una struttura*”...

Strutture & Array

```
int main() {  
    struct string20  
    {  
        char s[20];  
    }  
  
    s1 = {"Paolino Paperino" },  
    s2 = {"Gastone Paperone" };  
  
    s1 = s2;    /* FUNZIONA! */  
}
```

- È fondamentale ricordare che si stanno assegnando strutture che contengono array e non array direttamente

Strutture & Array

Analogamente, adottando lo stesso “trucco”, una funzione può essere forzata a restituire un array come valore di ritorno (nota, `toupper` è una funzione di libreria che trasforma lettere minuscole in maiuscole).

```
struct string20 { char s[20]; } ;
struct string20 maiusc(struct string20 x)
{
    int k;
    for (k = 0; k < strlen(x.s); k++)
        x.s[k] = toupper(x.s[k]);
    return x;
}
int main()
{
    struct string20 m = {"Che bello!"}, mm;
    mm = maiusc(m);
    printf("%s", mm.s);
}
```

ESEMPIO 4

Leggere (e poi riscrivere) nome, cognome, e data di nascita di una persona

```
#include <stdio.h>
int main() {
    struct { char cognome[20], nome[20];
            int g, m, a;
    } p;
    printf("Cognome, nome e data di nascita: ");
    scanf("%s%s%d/%d/%d", p.cognome, p.nome,
          &p.g, &p.m, &p.a);
    printf("%s è nato il %d/%d/%d\n",
           p.cognome, p.nome, p.g, p.m, p.a);
}
```

Gli spazi di separazione sono eliminati automaticamente

TIPI DI DATO

- Tipicamente un elaboratore è **capace** di trattare domini di dati di ***tipi primitivi***

- *numeri naturali, interi, reali*

- *caratteri e stringhe di caratteri*

e quasi sempre anche collezioni di oggetti, mediante la definizione di ***tipi strutturati***

- *array, strutture*

- Spesso un linguaggio di programmazione permette di **introdurre altri tipi *definiti dall'utente***

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
- Linguaggio C consente in particolare di:
 - ***ridefinire tipi già esistenti***
 - ***definire dei nuovi tipi strutturati***
 - ***definire dei nuovi tipi enumerativi***

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;
```

DEFINIZIONE DI TIPI STRUTTURATI

Abbiamo visto a suo tempo come introdurre *variabili* di tipo array e struttura:

```
char msg1[20], msg2[20];  
struct persona {...} p, q;
```

Non potendo però *dare un nome* al nuovo tipo, dovevamo *ripetere la definizione* per ogni nuova variabile

- per le strutture potevamo evitare di ripetere la parte fra {...}, ma `struct persona` andava ripetuto comunque

DEFINIZIONE DI TIPI STRUTTURATI

Ora siamo in grado di ***definire nuovi tipi array e struttura***:

```
typedef char string[20];  
typedef struct {...} persona;
```

Ciò consente di ***non dover più ripetere la definizione per esteso*** ogni volta che si definisce una nuova variabile:

```
string s1, s2; /* due stringhe di 20 caratteri */  
persona p1, p2; /* due strutture "persona" */
```

- per le strutture, ciò rende ***quasi sempre inutile specificare etichetta*** dopo parola chiave `struct`

Typdef

- Nota che `typedef` cambia la semantica nelle dichiarazioni/definizioni

- `time` risulta una variabile se

```
struct
```

```
{
```

```
    int hour, minute, second;
```

```
} time ;
```

- `time` risulta un tipo di dato se

```
typedef
```

```
{
```

```
    int hour, minute, second;
```

```
} time ;
```

Esercizio

- Sia data la struttura

```
struct time
{
    int hour, minute, second;
};
```

- Si progetti una funzione in grado di calcolare la differenza fra due strutture `time` e che restituisca il risultato in termini di una nuova struttura `time`

Esercizio

- Per semplicità si può definire il tipo Time

```
typedef struct time Time;
```

- L'interfaccia della funzione è facilmente desumibile dalle specifiche:

```
Time subtract(Time t1, Time t2);
```

- Due possibili approcci:

1. Trasformare in secondi, eseguire la differenza, trasformare in ore, minuti, secondi
2. Eseguire la sottrazione direttamente tenendo conto dei riporti

Esercizio

```
Time subtract1(Time t1, Time t2)
{
    int s1, s2, sResult;
    Time result;

    s1 = t1.hour * 3600 + t1.minute * 60 + t1.second;
    s2 = t2.hour * 3600 + t2.minute * 60 + t2.second;
    sResult = s1 - s2;

    result.hour = sResult / 3600;
    sResult = sResult % 3600;
    result.minute = sResult / 60;
    sResult = sResult % 60;
    result.second = sResult;

    return result;
}
```

Esercizio

```
Time subtract2(Time t1, Time t2)
{
    Time result;
    int carry;
    result.second = t1.second - t2.second;
    carry = 0;
    if (result.second < 0)
    {
        result.second = 60 + result.second;
        carry = -1;
    }
    result.minute = t1.minute - t2.minute + carry;
    carry = 0;
    if (result.minute < 0)
    {
        result.minute = 60 + result.minute;
        carry = -1;
    }
    result.hour = t1.hour - t2.hour + carry;
    return result;
}
```

Strutture innestate

- Ovviamente (?) non ci sono problemi ad ***innestare strutture in altre strutture***
- Ad esempio si può pensare di avere una struttura *address* contenuta nella struttura *person*
- Come esercizio si può pensare di fornire alcune funzioni (servizi) che consentano di operare in modo agevole con le strutture di cui sopra
- Per cominciare:
 - Operazioni di lettura da console
 - Operazioni di formattazione su stringa

Person & Address – Definizioni

```
typedef struct addressStruct
{
    char street[80];
    char postalCode[8];
    char city[30];
    char state[20];
} Address;
```

```
typedef struct personStruct
{
    char firstName[50];
    char secondName[50];
    char phone[18];
    char cell[18];
    Address address;
} Person;

#define PERSONARRAYDIM 100

typedef Person
    PersonArray[PERSONARRAYDIM
    ];
```

Person & Address – Ricerca Esatta

Ricerca di un contatto per cognome (first name)

- Problema facile e già visto
- Se i contatti sono:
 - ordinati → ricerca binaria
 - non ordinati → ricerca lineare
- Per semplicità si implementa la ricerca lineare...
- Si può utilizzare `strcmp()` come funzione di confronto fra stringhe...

Person & Address – Ricerca Esatta

In ingresso:

- cognome da cercare
- array in cui cercare
- numero di strutture effettivamente presenti nell' array

```
int findExactByFirstName(char firstName[50],
    PersonArray persons, int dim)
{
    int i;
    for (i = 0; i < dim; i++)
        if (strcmp(persons[i].firstName, firstName) ==
0)
            return i;
    return -1;
}
```