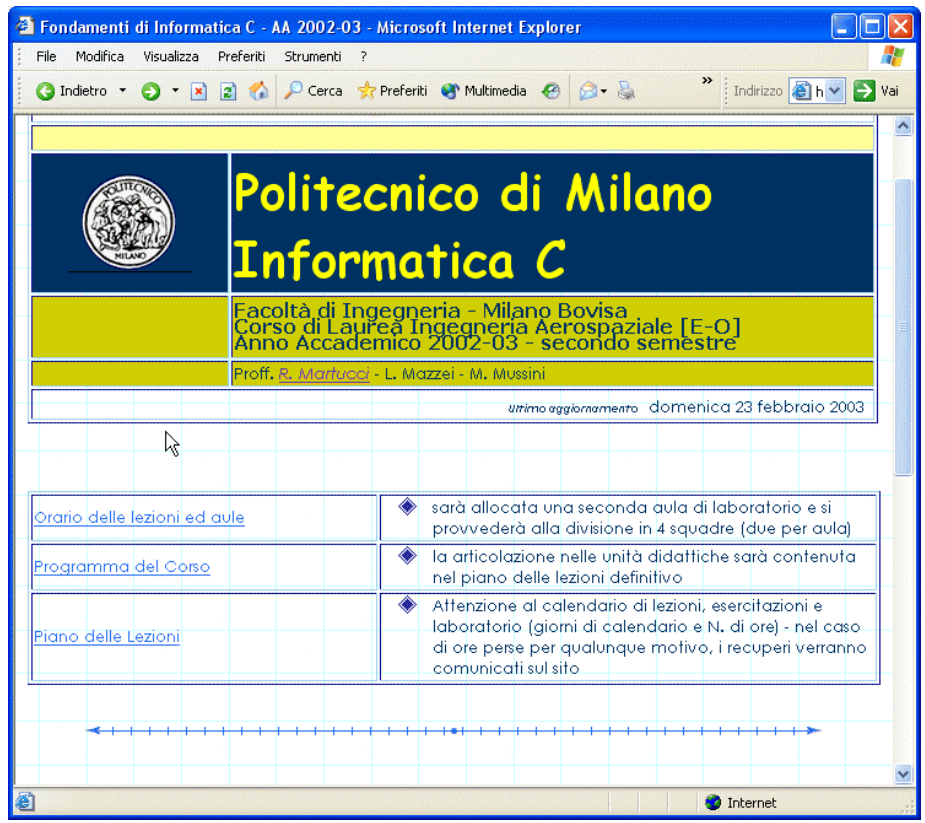
http://www.elet.polimi.it/upload/martucci/index.html

- Lucidi del Corso di Informatica C Aerospaziali
- AA 2002-03
- 4° Modulo
- Tipi Strutturati
- -->Struct - Record
- -->Union



Il Record

Esempio:

Si vuole realizzare l'astrazione "contribuente", caratterizzata dai seguenti attributi

- Nome,
- Cognome,
- Reddito,
- Aliquota

Con gli strumenti visti finora, per ogni contribuente e` necessario introdurre 4 variabili:

```
char Nome[20], Cognome[20];
int  Reddito, Aliquota;
```

soluzione scomoda e non "astratta": le quattro variabili sono indipendenti tra di loro.

- E` necessario un costrutto che consenta l'aggregazione dei 4 attributi nell'astrazione "contribuente": il **record**.

Tipi strutturati: il Record

Un record e` un **insieme finito** di elementi **non omogeneo**:

- il numero degli elementi e` rigidamente fissato a priori.
- gli elementi possono essere di tipo diverso.
- il tipo di ciascun elemento componente (***campo***) e` prefissato.

Ad esempio:

Formalmente:

Il record e` un tipo strutturato il cui dominio si ottiene mediante **prodotto cartesiano**:
dati n insiemi, A_{c1}, A_{c2}, ..., A_{cn}, il prodotto cartesiano tra essi:

$$A_{c1} \times A_{c2} \times ... \times A_{cn}$$

consente di definire un tipo di dato strutturato (il record) i cui elementi sono n-ple ordinate:

$$(a_{c1}, a_{c2}, ..., a_{cn})$$

dove $a_{ci} \in A_{ci}$.

Ad esempio: Il numero complesso e` definito attraverso il prodotto cartesiano: $R \times R$

Il Record in C: struct

Collezioni con un numero finito di campi (anche disomogenei) sono realizzabili in C mediante il costruttore di tipo strutturato **struct**.

Definizione di variabile di tipo record:

struct { <lista definizioni campi> } <id-variabile>;

dove:

- **<lista definizioni campi>** e` l'insieme delle definizioni dei campi componenti, costruita usando stesse regole sintattiche della definizione di variabili:
  <tipo1> <campo1>;
  <tipo2> <campo2>;
  ...
  <tipoN> <campoN>;

- **<id-variabile>** e` l'identificatore della variabile di tipo record cosi` definita.

Esempio:

```
struct  { char Nome[20];
          char Cognome[20];
          int    Reddito;
          int    Aliquota;
        }contribuente;
```

Nome, Cognome, Reddito ed Aliquota sono i campi della variabile contribuente (di tipo record, o struct).

Il tipo struct

Operatori:

Gli unici operatori previsti per dati di tipo struct sono:

- l'operatore di **assegnamento** (=): e` possibile l'**assegnamento** diretto tra record di tipo equivalente.
- operatori di **uguaglianza** e **disuguaglianza** relazionale (==, !=)

Accesso ai campi:

E` possibile accedere (e manipolare) i singoli campi di un record.

1. Per accedere ai campi di un record, in C si usa la notazione *postfissa* :

   <id-variabile>.<componente>

   indica il valore del campo <***componente***> della variabile <***id-variabile***> .

- I singoli campi possono essere manipolati con gli operatori previsti per il tipo ad essi associato.

Ad esempio:

```
struct  { char  Nome[20];
          char  Cognome[20];
          int     Reddito;
          int     Aliquota;
        }contribuente;

contribuente.Reddito=2000+1500;
strcpy(contribuente.Nome,"Mario");
strcpy(contribuente.Cognome,"Rossi");
contribuente.Aliquota=40;
```

Inizializzazione di record:

E` possibile inizializzare i record in fase di definizione.

Ad esempio:

```
struct {  char  Nome[20];
          char  Cognome[20];
          int     Reddito;
          int     Aliquota;
      }p=("Mario","Rossi",17000,10);
```


Il costruttore di tipo struct

Il costruttore struct puo` essere utilizzato per dichiarare tipi non primitivi basati sul record:

Dichiarazione di tipo strutturato record:

typedef struct{<lista dichiarazioni campi>} <id-tipo>;

dove:

- **<lista definizioni campi>** e` l'insieme delle definizioni dei campi componenti;
- **<id_tipo>** e` l'identificatore del nuovo tipo.

Ad esempio:

```
typedef struct {   int anno;
                   int mese;
                   int giorno;
                 }tipodata;

tipodata data;
unsigned int anno=1999;

data.anno=anno;
data.mese=1;
data.giorno=6;
```

☞ Gli identificatori di campo di un record devono essere distinti tra loro, ma non necessariamente diversi da altri identificatori (ad es., anno).

I Record in C

Riassumendo:

Sintassi:

```
[typedef] struct {
                    <tipo_1> <nome_campo_1>;
                    <tipo_2> <nome_campo_2>;
                                ...
                    <tipo_N> <nome_campo_N>;
          } <nome>;
```

Vincoli:

- <nome_campo_i> e' un identificatore stabilito che individua il campo i-esimo;
- <tipo_i> e' un **qualsiasi** tipo, semplice o strutturato.
- <nome> e` l'identificatore della struttura (o del tipo, se si usa **typedef**)

Uso:

- la struttura e' una collezione di un numero fissato di elementi di vario tipo (<tipo_campo_i>);
- il singolo campo <nome_campo_i> di un record R e' individuato mediante la notazione: R.<nome_campo_i>;
- se due strutture di dati di tipo **struct** hanno lo stesso tipo, allora e` possibile l'assegnamento diretto.

TIPI STRUTTURATI DEL C - COSTRUTTORE STRUCT - 1

Consente di dichiarare variabili che tramite un unico identificatore rappresentano un aggregato di informazioni non omogenee (record).

Costruttore struct {}

- una struttura (record) è definita come un insieme prefissato di **campi** (elementi) **non omogenei**
- ogni campo è dotato di **nome** e di **tipo**

Dichiarazione di una variabile di tipo record

SINTASSI

```
struct  {
        tipo_campo1 nome_campo1;
        tipo_campo2 nome_campo2;
        tipo_campo3 nome_campo3;
        }nome_var;
```

SEMANTICA

- **nome_var** rappresenta il valore della variabile (valore visto come aggregato di valori di tutti i suoi campi)
- **&nome_var** rappresenta l'indirizzo del primo byte allocato per la variabile

COSTRUTTORE STRUCT - 2

Accesso ai campi della struttura: sintassi C (operazione legata al costruttore di tipo): *notazione puntata*

```
nome_var. nome_campo1
```

```
struct  {
        char    cognome[30];
        char    nome[30];
        int     matricola;
        int     votiesa[29];
        }studente;
```

```
studente.matricola
studente.votiesa[3]
studente.cognome[0]
```

Operatori utilizzabili per i singoli campi: operatori «leciti» per il tipo del campo

Operazioni «globali»: assegnamento

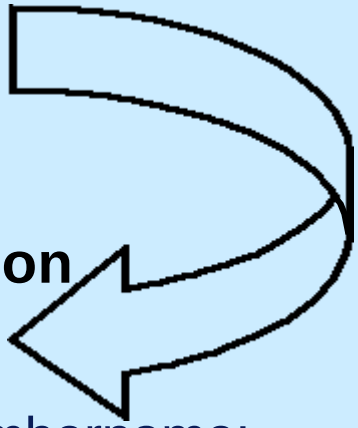
```
typedef struct  {
            char    cognome[30];
            char    nome[30];
            int     matricola;
            int     votiesa[29];
            }STUDENTE;

STUDENTE    studente1,studente2;

studente2=studente1;
```

Definition

- **Keyword struct**
  - introduces the definition
  - followed by optional tag
  - members within braces
  - optional instance(s)
- **Example of struct definition**



```
struct <tag> {
    datatype membername:
    datatype membername;
    datatype membername;
}   instance1, instance2;
```

Examples

```
struct employee {
      char name[MAXNAME];
      int age;
     }  emp;

struct date {
      int month, day, year;
      }  HIRE_DATE, TERM_DATE, CURRENT_DATE;

struct pay_period {
      struct date start;
      struct date end;
      }  Emp_Worked, Emp_Schedule;
```

Typedef

- **Creates synonym for defined data type**

  any data type, not just structs

  typedef int integer; /* now integer means int */

- **Often used with structs to make shorter type names**

  typedef struct family_type family_rec;

  /* now family_rec means struct family_type */

- **Does NOT create new data type**

- **Does NOT allocate storage**

Typedef Examples

```
typedef int WORDSIZENUM;

struct date
{
      int month, day, year;
};

typedef struct pay_period
{
      struct date start;
      struct date end;
 } PAY;

PAY week1;
```

Usage

- **Cannot be compared**
  - members not always in consecutive bytes
  - machine-dependent memory boundaries
- **Can be initialized**
  - using initializer list like arrays
    - remaining members set to 0 or NULL
    - *extern structs initialized by default*
  - by assignment
    - of same type struct
    - of each member

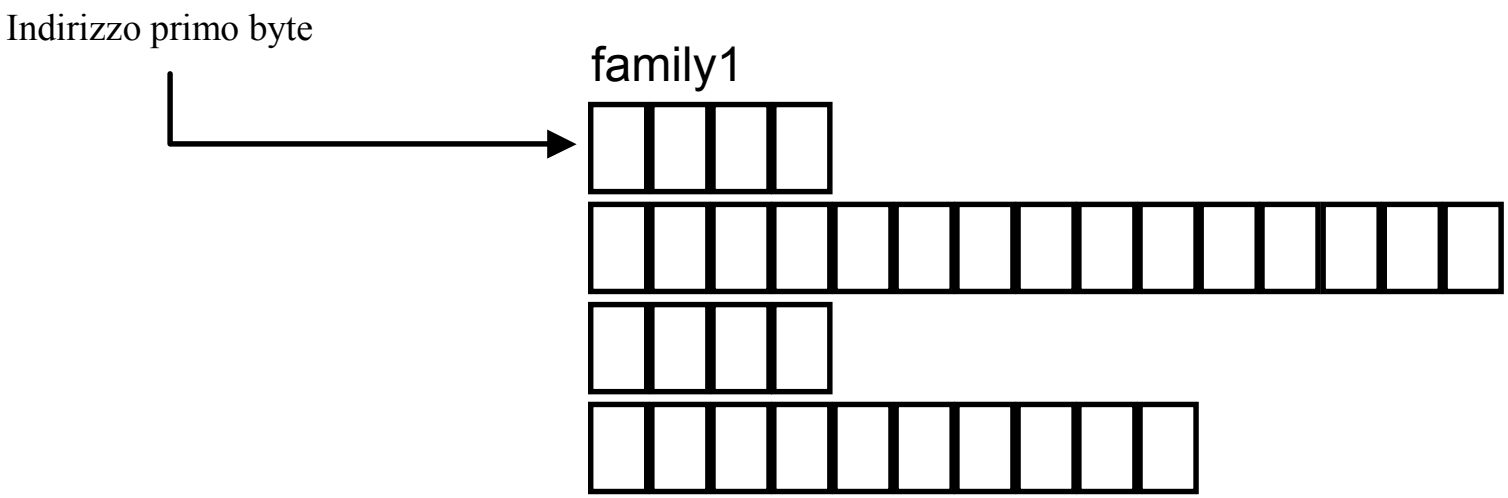
Spazio di memoria allocato per una variabile di tipo struct

- adeguato a contenere i valori dei suoi campi
- lo spazio di memoria viene allocato ad indirizzi fisici contigui

Rappresentazione in memoria di una struttura

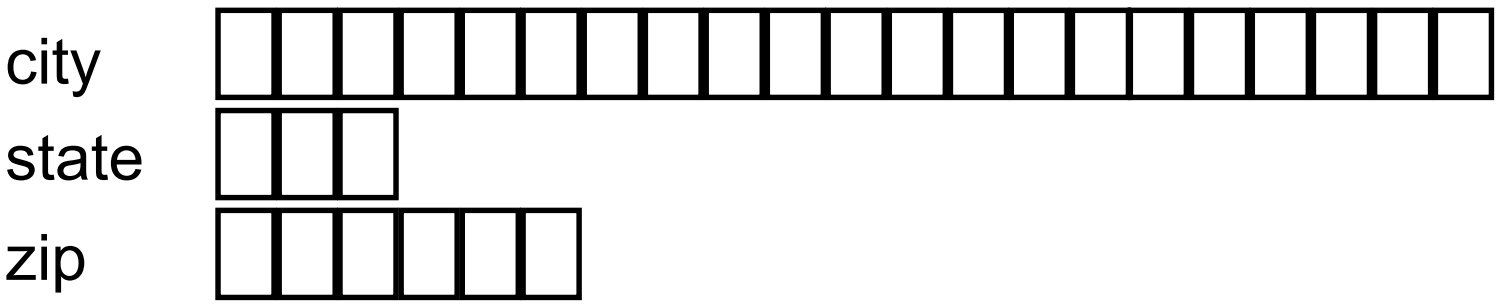
Memory and Struct

Given:
```
struct family_rec {
        int id_num;
        char name[15];
        int num_members;
        double income;
        } family1;
```



Nested Structs

```
struct address {
    char city[21];
    char state[3];
    char zip[6];
    };
```




```
struct address default;
strcpy(default.city, “Hammond”);
```

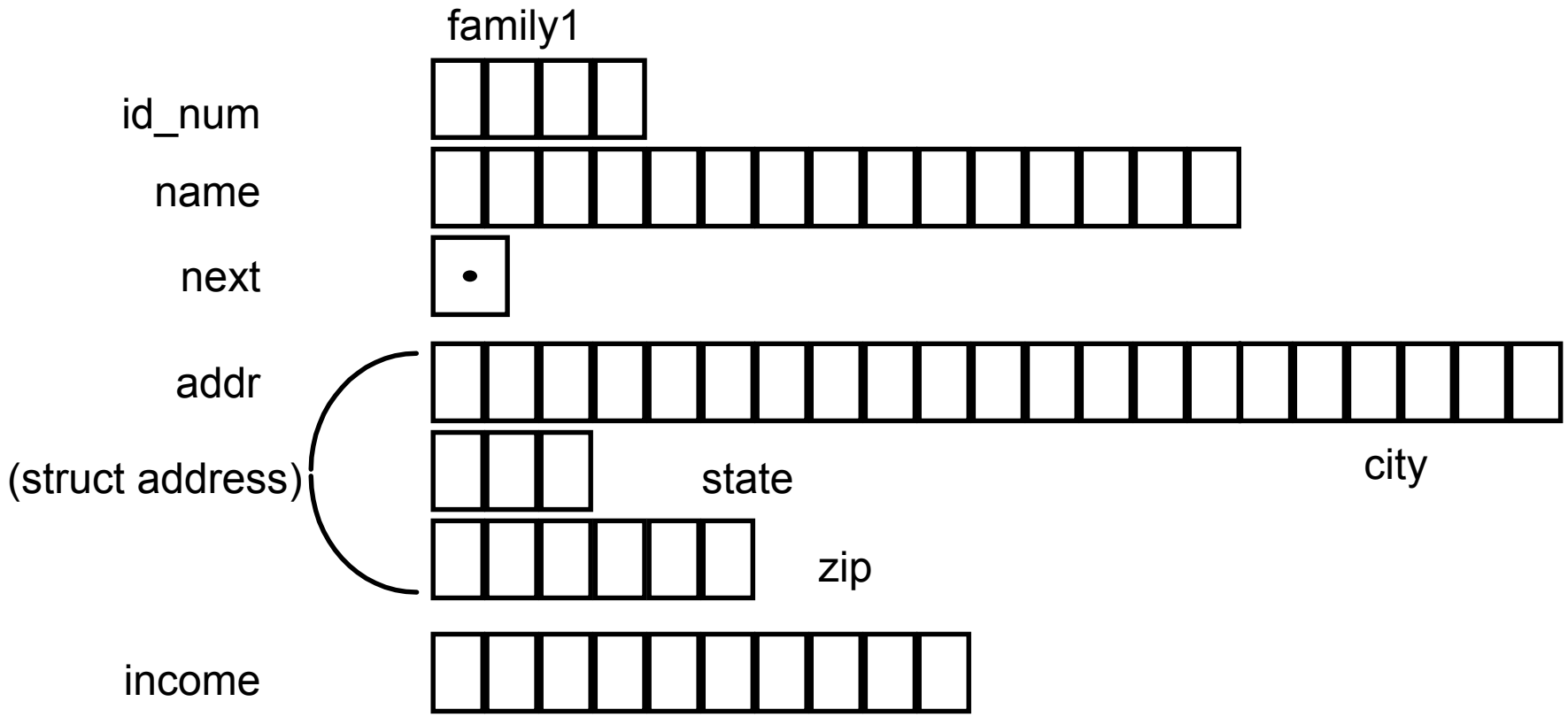
Nested Structs

Given:

```
struct address {
    char city[21];
    char state[3];
    char zip[6];
};

struct family_rec {
   int id_num;
   char name[15];
   struct family_rec *next;
   struct address addr;
   double income;
} family1, family2, *fptr;
```

Nested Structs



Nested Structs - Accessing Members

family1.id_num = 5;
strcpy(**family1.name**,"Jones");
family1.next = &family2;
strcpy(**family1.addr.city**,"Gary");
strcpy(**family1.addr.state**,"IN");
strcpy(**family1.addr.zip**,"46403");
family1.income = 600.00;

Examples

```
struct employee_days_worked {
      struct employee person
      struct pay_period work_schedule;
     }  EMPLOYEE;

strcpy(EMPLOYEE.person.name,“Sherlock Holmes”);
EMPLOYEE.person.age = 27;
EMPLOYEE.work_schedule.start.month = 4;
EMPLOYEE.work_schedule.start.day = 5;
EMPLOYEE.work_schedule.start.year = 95;
```

What membername(s) composes the struct date?

Vettori e record

Non ci sono vincoli riguardo al tipo degli elementi di un vettore: si possono realizzare anche **vettori di record (tabelle).**

Ad esempio:

```
typedef struct {  char  Nome[20];
                  char  Cognome[20];
                  int   Reddito;
                  int   Aliquota;
                  } Contribuente;
contribuente archivio[1000];
```

☞ `archivio` e` un vettore di 1000 elementi, ciascuno dei quali e` di tipo `contribuente` ❯ vettore di record (struttura ***tabellare***).

	Nome	Cognome	Reddito	Aliquota
0				
1				
2				
…				
999				

Vettori e Record

Allo stesso modo, si possono fare record di record e record di vettori; ad esempio:

```
typedef struct{  int giorno;
                    int mese;
                    int anno;
                 }data

typedef struct{  char nome[20];
                    char cognome[40];
                    data data_nasc;
          } persona;

persona P;
…
P.data_nasc.giorno=25;
P.data_nasc.mese=3;
P.data_nasc.anno=1992;
…
```

ARRAY DI STRUTTURE

```
#define N   1000

typedef struct {
            char    cognome[30];
            char    nome[30];
            int     matricola;
            int     votiesa[29];
            }STUDENTE;

STUDENTE    iscrittiaer[N], iscrittiges[N],
iscrittimec[N];

iscrittiaer[20].matricola
iscrittimec[300].votiesa[27]
```

Definition

- **Derived data type**
  - as is a struct
- **members share SAME storage space**
  # of bytes >= largest member
  only 1 member can be referenced at a time
- **same format as struct; keyword is union**

```
union <tag> {
   datatype membername;
   data type membername;
};
```

Usage

- **Initialization**
  - only with same type as first member
- **Operations**
  - assign to another union of same type
  - address operator
  - accessing members
    - via member operator
    - via pointer operator
  - CANNOT compare unions, only members

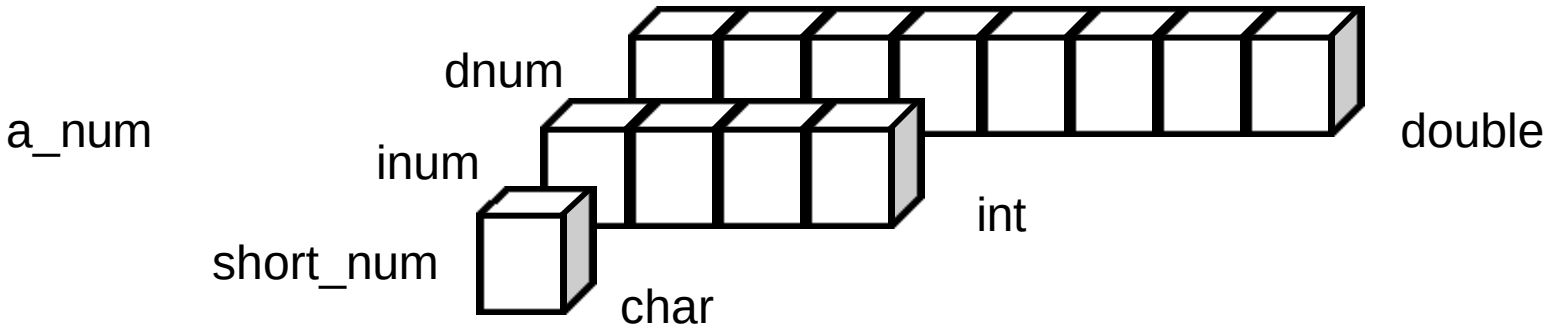
Examples

```
union number {
      char short_num;
      int inum;
      double dnum;
};

/*declares a_num as type union number */
 union number a_num = {'A'}; /* valid */
 union number b_num = {1.55}; /* invalid */

 b_num = a_num;
 a_num.dnum = 88.99;
```

Union



Examples

```
typedef struct lawyer {
        char    summer_home_addr[30];
        char    winter_home_addr[30];
        char    vacation_condo_addr[30];
      double    annual_income;
} LAWYER;

typedef struct doctor {
        char    practice_addr[30];
        char    malpr_law_firm[20];
        int     number_ specialties;
        float   annual_income;
} DOCTOR;
```

Examples

```
typedef struct college_prof {
        char    school[30];
        int     tenure_flag;
        short   annual_income;
} PROF;

typedef union career {
        DOCTOR      career1;
        LAWYER      career2;
        PROF        career3;
} CAREER;

CAREER person;
```

Il costruttore di tipo union

Mediante il costruttore union si possono dichiarare tipi non primitivi.

Dichiarazione di tipi non primitivi:

```
typedef union { <definizione 1>;
                <definizione 2>;
                   ...
                <definizione N>;
                }<nometipo>;
```

dove:

- <nometipo> è l'identificatore del nuovo tipo;.
- <definizione 1>, <definizione 2>, .. <definizione N> sono le definizioni alternative (*varianti*) per la variabile <nome>.

Ad esempio:

```
typedef union{  float raggio_circ;
                float lati_rettangolo[2];
                float lati_triangolo[3];
                float lato_quadrato;
             }figura;
figura O1, O2;
...
O1.raggio_circ=12.5;
O2.lato_quadrato=5.25;
...
```


Record e Union

Non ci sono vincoli riguardo al tipo dei campi di un record: è possibile realizzare uno o più campi di un record mediante union.

☞ In questo modo si possono realizzare strutture che hanno:

- una **parte fissa**
- una **parte variante**

Esempio:

Si vuole realizzare un tipo di dato per rappresentare i libri gestiti da una biblioteca. In particolare, per ogni libro si vogliono memorizzare le seguenti informazioni:

- Codice
- Titolo
- Autore
- Editore
- Anno

Inoltre per ogni libro:

- può essere necessario registrare la sua **collocazione** all'interno della biblioteca (se è disponibile);
- oppure può essere necessario memorizzare i **dati del cliente** al quale è imprestato. (se è in prestito).

☞ Notiamo che il libro è caratterizzato da una parte fissa (codice, autore, titolo, etc.) e da una parte variante (cliente o collocazione).

```
typedef struct {  char Cognome[30];
                  char Indirizzo[40];
                  char N_tel[15];
                  int giorno;
                  int mese;
                  int anno;
                }cliente;

typedef struct {  int stanza;
                  int scaffale;
                }collocazione;

typedef struct
        {  char Codice[6];
           char Titolo[30];
           char  Autore[30];
           char Editore[20];
           int Anno;
           union { cliente Cli;
                   collocazione Col;
                 }V; /* p. variante */
        } libro;

libro L1, L2;
/* L1 è disponibile: */
L1.V.Col.stanza=3;
L1.V.Col.scaffale=7;
/* L2 è in prestito: */
scanf("%s", &L2.V.Cli.Cognome);
gets(L2.V.Cli.Indirizzo);
...
```


Union

Esempio:

```
...
libro L;
...
/* L è disponibile: */
L.V.Col.stanza=3;
L.V.Col.scaffale=7;
printf("%s", L.V.Cli.Cognome); /* ?? */
...
```

☞ Non c'è alcun controllo sulla rappresentazione adottata: anche se L rappresenta un libro disponibile, si puo` accedere ad L.V.Cli.Cognome !!

Problema:

Come riconoscere il tipo di rappresentazione valida (ad un certo istante) per un dato di tipo union?

☞ Per favorire una gestione corretta delle union, puo` essere utile introdurre un campo aggiuntivo (**tag**) in base al cui valore si puo` dedurre il tipo di rappresentazione adottata.

Esempio:

```
typedef struct
        {  char Codice[6];
           char Titolo[30];
           char  Autore[30];
           char Editore[20];
           int Anno;
           int disponibile; /* tag */
           union { cliente Cli;
                   collocazione Col;
                 }V; /* p. variante */
        } libro;

libro L;
...
if (L.disponibile) /* L è disponibile: */
  {L.V.Col.stanza=3;
   L.V.Col.scaffale=7;
  }
else /* L è  in prestito: */
  {printf("%s", L.V.Cli.Cognome);
   printf("%s", L.V.Cli.Indirizzo);
  }
...
```

☞ In questo modo si mantiene.**esplicitamente** la **consistenza** della struttura dati.