Struct, enum, Puntatori e Array dinamici

Tratti dal corso del

Dr. Francesco Fabozzi

Corso di Informatica

Tipi di dato in C

- Abbiamo esaminato diversi tipi di dato che il C mette a disposizione dell'utente
  - Tipi elementari
    - int, char, float, …
  - Tipi complessi
    - Vettori, puntatori
- Il C permette all'utente di definire nuovi tipi di dato

typedef

- Il modo più semplice per definire un nuovo tipo in C è tramite la parola chiave **typedef**
  - **typedef tipo nuovo_nome_tipo**
  - Un tipo di dato esistente potrà essere riferito sia con tipo sia con nuovo_nome_tipo
  - Usato per rendere il codice più leggibile

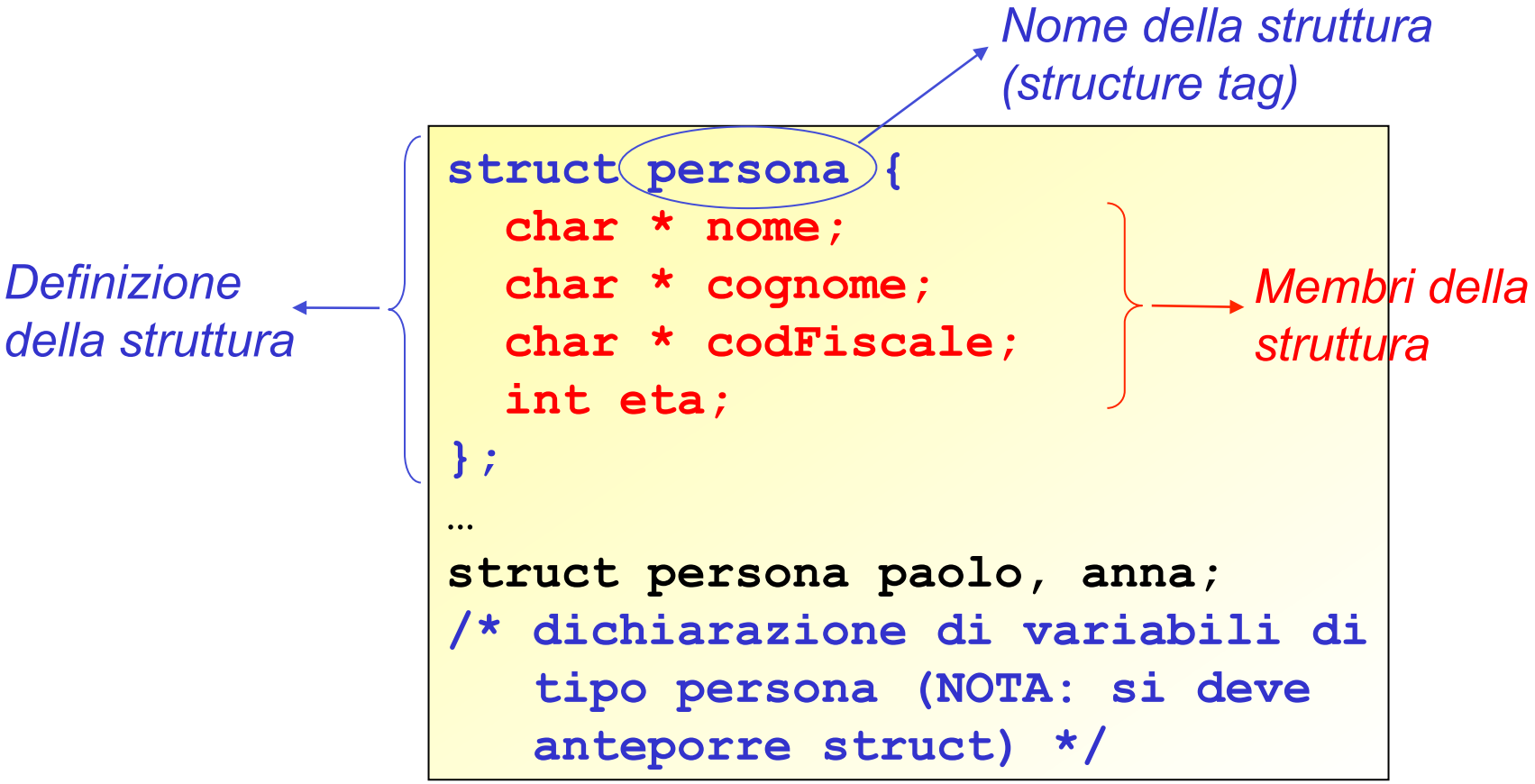
```
typedef float coordinata
coordinata x = 2.1;
coordinata y = 1.0;
/* x e y sono due float che saranno usati per
   rappresentare le coordinate di punti */
```

Strutture

- Un gruppo di variabili logicamente correlate possono essere incapsulate in un tipo di dato più complesso detto *struttura*
  - Le strutture costituiscono dei tipi derivati perchè sono ottenute utilizzando altri tipi
- La definizione di una struttura è introdotta dalla parole chiave **`struct`**

Strutture: definizione

- Esempio di struttura: persona



Strutture: definizione

- Le variabili di tipo struttura possono essere dichiarate insieme alla definizione della struttura
- Lo structure tag è opzionale
  - Ma è buona abitudine metterlo
    - Se manca lo structure tag non è possibile dichiarare variabili struttura nel resto del programma

```
struct {
  const char * nome;
  const char * cognome;
  const char * codFiscale;
  int eta;
} paolo, anna;
```

Strutture: dichiarazione

- Le variabili di tipo struttura sono dichiarate come qualsiasi variabile anteponendo però la keyword **`struct`**
  - Anche puntatore a una struttura e vettore di strutture

```
struct persona paolo, anna;
/* dichiarazione di variabili di
   tipo persona */

struct persona * cliente;
/* puntatore a una persona */

struct persona studenti[10];
/* array di persone */
```

Strutture: dichiarazione

- Per snellire le dichiarazioni (evitando di usare la keyword **`struct`**) si preferisce definire un nuovo tipo dalla struttura
  - Si fa un typedef prima delle dichiarazioni

```
struct persona {
…
};
typedef struct persona Persona;
/* definisce il nuovo tipo Persona */

Persona paolo, anna;
Persona studenti[10];
```

Strutture: dichiarazione

- Ancora più compatto: definizione della struttura e typedef uniti insieme

```
typedef struct {
…
} Persona;
/* definisce il nuovo tipo Persona */

Persona paolo, anna;
Persona studenti[10];
```

Strutture: membri

- L'accesso ai membri di una struttura è effettuato tramite l'operatore `.` oppure `->`
  - Si usa `.` nel caso di una struttura
  - Si usa `->` nel caso di un puntatore a una struttura

```
scanf( "%s", anna.nome )
/* il nome di anna viene inizializzato
   dallo standard input */
cliente->eta++;
/* si aumenta di 1 l'età del cliente */
printf( "%s", studente[5].cognome );
/* stampa il nome di uno studente
   sullo standard output */
```

Strutture membri di strutture

- E' possibile nidificare le strutture

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

typedef struct {
  const char * nome;
  const char * cognome;
  Data dataNascita;
} Persona;
…
Persona squadra[20];
printf ("%d"; squadra[5].dataNascita.anno);
```

Esempio: area di cerchi

```
/* programma che stampa l'area di cerchi
   e la distanza del loro centro dall'origine */
#include <stdio.h>

typedef struct{
  float x;
  float y;
} Punto;

typedef struct{
  Punto centro; /* centro del cerchio */
  float raggio;
} Cerchio;

float areaCerchio( float r );
/* funzione che calcola l'area di un cerchio */
float distanza( Punto p1, Punto p2 );
/* funzione che calcola la distanza tra due punti */
/* continua… */
```

Esempio: area di cerchi

```
main(){
  Cerchio c;
  Punto orig;
  orig.x = 0; orig.y = 0;
  printf("Inserisci 0 per terminare \n");
  printf("Inserisci il raggio \n");
  scanf("%f",& c.raggio);
  while( c.raggio != 0 ) {
    printf("Inserisci la coordinata x del centro \n");
    scanf("%f",& c.centro.x);
    printf("Inserisci la coordinata y del centro \n");
    scanf("%f",& c.centro.y);
    printf("area cerchio = %f \n",
              areaCerchio( c.raggio ));
    printf("distanza dall'origine = %f \n",
              distanza( c.centro, orig ));
    printf("Inserisci il raggio \n");
    scanf("%f",&c.raggio);
  }
}
```

Esempio: area di cerchi

```
/* funzione che calcola la distanza tra
   due punti del piano */

#include <math.h>

float distanza( Punto p1, Punto p2 ){
  float dx = p1.x - p2.x ;
  float dy = p1.y - p2.y ;
  return sqrt( dx * dx + dy * dy );
}
```

Autoriferimento a strutture

- Una struttura può avere come membro un puntatore a una struttura
  - Anche puntatori alla medesima struttura!

```
/* primo esempio di
   lista */
struct punto {
  double x;
  double y;
  struct punto * next;
};

struct listaPunti{
  struct punto * primo;
}; /* continua… */
```

```
main(){
…
  struct listaPunti lis;
  struct punto pt1;
  struct punto pt2;
…
  lis.primo = &pt1;
  lis.primo->next = &pt2;
  pt2.next = NULL;
}
```

Tipo di enumerazione

- Insieme di costanti intere rappresentate da nomi (= identificatori)
  - Gli identificatori sono associati agli interi a partire da 0
- Definito con la keyword **`enum`**

```
enum seme {cuori, quadri, fiori, picche};
/* cuori=0; quadri=1; fiori=2; picche=3 */
enum seme miaCarta;
int carteEstratte[4] = {0, 0, 0, 0};
miaCarta = Estrai();
/* estrazione casuale di una carta */
if( miaCarta == cuori )
  carteEstratte[cuori]++;
/* conta le carte estratte per ogni seme */
```

Tipo di enumerazione

- Anche per i tipi enum si può compattare la dichiarazione con l'uso di typedef
- L'associazione degli identificatori agli interi può essere specificata dall'utente

```
typedef enum {lun=1, mar, mer, gio,
              ven, sab, dom} giorno;
/* lun=1; mar=2; mer=3;… */
giorno day = mar;

enum lettera {alfa=1, gamma=3, delta};
/* alfa=1; gamma=3; delta=4; */
```

Tipo di enumerazione

```
/* Stampa i nomi dei giorni della settimana */
#include <stdio.h>

main() {
  typedef enum {lun, mar, mer, gio,
                ven, sab, dom } giorno;
  /* lun=0; mar=1; mer=2;… */
  giorno g;
  char * nomeGiorno[] = {“Lunedi”, “Martedi”,
    “Mercoledi“, “Giovedi”, “Venerdi”, “Sabato”,
    “Domenica”};

  for(g=lun; g<=dom; g++)
     printf(“%s \n”, nomeGiorno[ g ]);
}
```

Allocazione statica della memoria

- Fino ad ora abbiamo visto esempi di allocazione statica della memoria
  - Quando si dichiara una variabile il compilatore riserva un certo numero di locazioni di memoria per contenere il dato associato a quella variabile
    - Le locazioni restano riservate per quella variabile per tutto il corso del programma

Array statici

- Il numero di elementi di un array va specificato in fase di dichiarazione
  - Infatti il compilatore deve sapere quanta memoria riservare al vettore
- Cosa faccio se non conosco in anticipo il numero di elementi che un vettore dovrà contenere?
  - Sono costretto a dichiarare un vettore con un numero sufficientemente grande di elementi
- Per i vettori l'allocazione statica può essere poco efficiente!

Allocazione dinamica della memoria

- Il linguaggio C consente di allocare la memoria anche in fase di esecuzione del programma (= a *run-time*)
  - L'operazione è effettuata mediante una funzione della standard library: malloc()

```
#include <stdlib.h>

void * malloc( size_t numeroDiBytes )
```

La funzione malloc()

- malloc() alloca un'area di memoria della dimensione specificata con il parametro numeroDiBytes
  - Si usa l'operatore sizeof per restituire il numeroDiBytes per un dato tipo
  - NOTA: sizeof è un operatore, non una funzione
    - Non occorre includere nessuna libreria
  - Il tipo restituito da sizeof è size_t
    - è in sostanza un tipo intero senza segno)

La funzione malloc()

- malloc() ritorna il puntatore alla prima locazione del blocco di memoria allocato dal sistema operativo
  - Il puntatore è di tipo void e dovrà essere effettuato un cast per restituire il puntatore al tipo desiderato
  - Se non c'e' memoria disponibile viene restituito un puntatore NULL

La funzione free()

- Quando l'area di memoria non è più necessaria la si può restituire al sistema operativo ("rilasciare") mediante la funzione free()
  - ATTENZIONE: per evitare *memory leak* ogni variabile allocata dinamicamente andrebbe rilasciata prima della fine del programma!

```
#include <stdlib.h>

void free( void * address )
```

Esempio

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

int main(){
  int * p;
  p = (int *) malloc( sizeof(int) );
  if( p == NULL ) {
    printf("MEMORIA NON DISPONIBILE! \n");
    return 1;
  }
  *p = 100;
  printf("p = %x\n \*p = %d\n", p, *p);
  free(p);
  return 0;
};
```

Memory leak

- ATTENZIONE: ogni variabile allocata dinamicamente andrebbe rilasciata prima della fine del programma!
- In caso contrario: pericolo di *memory leak*
  - Perdita del puntatore al blocco di memoria allocato
    - Il blocco di memoria non potrà più tornare al sistema operativo per tutta la durata del programma
      - Spreco di memoria

Esempio di memory leak

Memory leak

```
int * p;
for(int i=0; i<10; i++){
  p = (int *) malloc(sizeof(int));
  *p = i;
  printf(" %d\n", *p);
}
free(p);
```

Alloco 10 blocchi di memoria ma rilascio solo l'ultimo

No memory leak

```
int * p;
for(int i=0; i<10; i++){
  p = (int *) malloc(sizeof(int));
  *p = i;
  printf(" %d\n", *p);
  free(p);
}
```

Array dinamici

- Con l'uso della funzione malloc() è possibile allocare un array di elementi a run-time
  - Non è necessario conoscere la dimensione del vettore in fase di scrittura del programma
  - La dimensione del vettore dinamico sarà un dato di input del programma

Array dinamici:esempio

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

int main(){
  int * p, dim;
  printf("Numero di elementi dell'array?\n");
  scanf("%d", &dim);

  p = (int *) malloc( dim * sizeof(int) );
/* allocazione dell'array dinamico */

  if( p == NULL ) {
    printf("MEMORIA NON DISPONIBILE! \n");
    return 1;
  }

 /* continua… */
```

Array dinamici:esempio

```
/* …continua */

for(int i = 0; i < dim; i++) {
    printf("Inserire elemento %d \n", i);
    scanf("%d", &p[i]);
  }
/* inizializzazione dell'array dinamico */
…

free(p);
/* libera la memoria allocata */

  return 0;
};
```