

INFORMATICA GENERALE II

Ingegneria delle Telecomunicazioni
Università di Trento

Marco Roveri

roveri@irst.itc.it

Strutture e tipi elementari

Il problema

- Supponiamo di dover gestire una rubrica telefonica. Ogni elemento della rubrica è caratterizzato da un *nome*, l'anno di nascita della persona, un *numero di telefono*.
- Se abbiamo un solo elemento nella rubrica, il problema è semplice.
 - Usiamo una variabile per ogni informazione che vogliamo memorizzare.

```
#include <iostream>
using namespace std;
void stampapersone(char *, int, char *);
int main () {
    char * name = "Mario Rossi";
    int year = 1965;
    char * phone = "0461314326";
    stampapersone(name, year, phone);
}

void stampapersone(char * name, int year, char * phone) {
    cout << "Nome = " << name << endl;
    cout << "Anno = " << year << endl;
    cout << "Phone = " << phone << endl;
}
```

Il problema

- Se la rubrica contiene N elementi?
 - Potremmo usare un array per ogni informazione da memorizzare. Tutti gli elementi con indice *i* si riferiscono alla stessa entry nella rubrica.

```
#include <iostream>
using namespace std;
void stampapersone(char *, int, char *);
int main () {
    char * names[] = {"Mario Rossi", "Paolo Bianchi", "Andrea Neri"};
    int  years[] = {1965, 1970, 1980};
    char * phones[] = {"0461314326", "046131458", "0461314328"};

    for(int i = 0; i < 3; i++) {
        cout << "-----" << i << " << "-----" << endl;
        stampapersone(names[i], years[i], phones[i]);
    }
}

void stampapersone(char * name, int year, char * phone) {
    cout << "Nome = " << name << endl;
    cout << "Anno = " << year << endl;
    cout << "Phone = " << phone << endl;
}
```

3

Il problema

- Il programma precedente è corretto, ma...
 - Leggibilità:
 - Non risulta subito chiaro che le tre variabili sono attributi dello stesso "oggetto".
 - Modificabilità:
 - Se vogliamo aggiungere la data di nascita, bisogna aggiungere una variabile, e poi modificare tutte le chiamate di funzione.
- Il primo problema può essere causa di errori.
 - Esempio: invoco la funzione stampapersone commettendo l'errore di passare il nome di una persona, il cognome di un'altra e l'età di una altra persona ancora.

```
stampapersone(names[1], years[2], phones[3]);
```
- Il secondo problema può rendere difficile modificare il codice, e questo può a sua volta portare a errori se il codice non viene modificato nel modo giusto.

4

La soluzione

- Definire una variabile di tipo persona, che contiene al suo interno tutti i dati di una persona, ossia nome, anno di nascita, e numero di telefono.
- Non possiamo usare un unico array, perchè ci troviamo a manipolare dati eterogenei (stringhe di caratteri, interi, ...).
- Il C++ mette a disposizione diversi costrutti per definire **nuovi tipi di dato** secondo le varie specifiche del caso.
- Il costrutto più complesso e completo è il costrutto **class**. Questo costrutto consente di definire non solo i **valori** che il nuovo tipo può assumere, ma anche le **operazioni** che si possono effettuare su di esso.
- In questo corso prenderemo in considerazione solo il modo più semplice e conseguentemente meno espressivo di definire un nuovo tipo di dato complesso, utilizzando il costrutto **struct**.

La soluzione

- Definire una variabile di tipo persona, che contiene al suo interno tutti i dati di una persona, ossia nome, anno di nascita, e numero di telefono.
- **Non** possiamo usare un **unico** array, perchè ci troviamo a manipolare dati eterogenei (stringhe, interi, ...).
- Il C++ mette a disposizione diversi costrutti per definire **nuovi tipi di dato** secondo le varie specifiche del caso.
- Il costrutto più complesso e completo è il costrutto **class**. Questo costrutto consente di definire non solo i **valori** che il nuovo tipo può assumere, ma anche le **operazioni** che si possono effettuare su di esso.
- In questo corso prenderemo in considerazione solo il modo più semplice e conseguentemente meno espressivo di definire un nuovo tipo di dato complesso, utilizzando il costrutto **struct**.

Costrutto struct

- Una struttura è una n -upla ordinata di elementi, detti *membri* o *campi*, ciascuno dei quali ha uno specifico *tipo*, un *nome* e un *valore*.
- Sintassi (definizione di un nuovo tipo):

```
struct new_struct_id {
    tipo1 campo1;
    ...
    tipon campon; };
```

Ricordarsi di inserire il “;” finale.

- I campi di una struct possono essere rappresentati da un tipo fondamentale o da un qualsiasi altro tipo precedentemente definito.

Esempio

```
// Dichiarazione di una struttura per rappresentare la data
struct Data {
    int giorno;
    int mese;
    int anno;
};
```

```
// Dichiarazione di una struttura per rappresentare i dati
// di una persona
struct Persona {
    char * name;
    Data year;
    char * phone;
};
```

Tipi fondamentali

Tipo precedentemente dichiarato

Convenzioni

- In C++, ma anche in altri linguaggi come Java, gli oggetti (strutture e classi) hanno nomi capitalized (ovvero la prima lettera dell'identificativo maiuscola).

Definizione di una variabile di tipo struct

- Può essere definita nei seguenti modi:

– *New_struct_id* *var_id*; -- **Modo 1**

- Qui assumiamo che *New_struct_id* sia stato definito precedentemente.

– **struct** *New_struct_id* { -- **Modo 2**
tipo₁ *campo₁*;

...

tipo_n *campo_n*; } *var_id*;

– **struct** { -- **Modo 3**
tipo₁ *campo₁*;

...

Esempio

```
// Modo 1
struct Data {
  int giorno;
  int mese;
  int anno;
};

int main() {
  Data d;
  ...
}
```

```
// Modo 2

int main() {
  struct Data {
    int giorno;
    int mese;
    int anno;
  } d;
  ...
}
```

```
// Modo 3

int main() {
  struct {
    int giorno;
    int mese;
    int anno;
  } d;
  ...
}
```

Definizione di una variabile di tipo struct

- Il tipo nuovo Data definito nel modo 1 è visibile in tutto il file in cui la dichiarazione di Data occorre.
 - In qualunque blocco nel file possono essere dichiarate variabili di tipo Data.
- Il tipo nuovo Data definito nel modo 2 è visibile solo nel blocco in cui il tipo è dichiarato.
 - Si possono dichiarare all'interno del blocco in cui Data è dichiarato diverse variabili di tipo Data.
- Il tipo anonimo non consente di dichiarare altre variabili dello stesso tipo.

```
struct { int j;} k;
struct {int j;} m;
```

- In questo caso k e m possono essere considerati dal compilatore variabili di tipo diverso.

Strutture e puntatori

- Una struttura definisce un tipo, è quindi possibile definire dei puntatori a tali strutture.
- Di una variabile di tipo struttura si può determinare sia l'indirizzo della struttura che di ogni suo elemento.
- Similmente si può sapere lo spazio di memoria occupata dalla struttura e dai suoi singoli elementi.

Inizializzazione di una struttura

- Nella dichiarazione di una struttura possiamo introdurre una o più funzioni con lo stesso nome della struttura, che possono essere usate per inizializzare i campi della struttura e quindi una variabile di tipo struttura.
- La funzione di inizializzazione non ha tipo di ritorno ed è detta "**costruttore**".
- Esempio:

```
// Struttura per rappresentare la data
struct data {
    int giorno;
    int mese;
    int anno;
    data(int g, int m, int a) {
        giorno = g; mese = m; anno = a;
    }
};

data D = data(21, 3, 2006); //inizializza i campi di D
```

Accesso agli elementi di una struttura

- Se `s` è una struttura e `field` è un identificatore di un campo, allora `s.field` denota il campo della struttura
- Se `ps` è un puntatore ad una struttura avente `field` come identificatore di campo, il valore del campo è accessibile in due modi analoghi:
 - `(*ps).field`
 - `ps->field`
 Il secondo modo è il più utilizzato.
- Esempio:

```
struct complex { double re, im; };
complex c;
complex *pc = &c;
c.re = 2.5;
pc->im = 3;
```

Strutture e memoria

```
struct data {
  int giorno;
  int mese;
  int anno;
}
data d;
cout << "Indirizzo di d = " &d << endl;
cout << "Indirizzo di d.giorno = " << &d.giorno << endl;
cout << "Indirizzo di d.mese = " << &d.mese << endl;
cout << "Indirizzo di d.anno = " << &d.anno << endl;
cout << "Sizeof(d) = " << sizeof(d) << endl;
cout << "Sizeof(d.anno) = " << sizeof(d.anno) << endl;
cout << "Sizeof(d.mese) = " << sizeof(d.mese) << endl;
cout << "Sizeof(d.giorno) = " << sizeof(d.giorno) << endl;
```

Inizializzazione di una struttura

- Il C++ mette a disposizione due modi per dichiarare una variabile di un tipo non standard.
- Ad esempio, se vogliamo dichiarare una variabile dal nome “oggi” di tipo Data come da dichiarazione precedente, possiamo procedere come sotto:
 - `data oggi(21, 3, 2006);`
 - `data oggi = data(21, 3, 2006);`

Costruttori di una struttura

- Si possono definire **vari costruttori** per una struttura a patto che essi differiscano per il numero e/o il tipo di parametri.
- Il compilatore capisce quale costruttore si intende usare nei vari casi in base al numero e/o al tipo di parametri specificati nella chiamata.

Costruttori di una struttura

```
struct data
{
    int giorno;
    int mese;
    int anno;
    data(int g){
        giorno=g;}
    data(int g, int m){
        giorno=g; mese=m; anno=2006;}
    data(int g, int m, int a){
        giorno=g; mese=m; anno=a; } };
```

Costruttore a un
argomento

Costruttore a due
argomenti

Costruttore a tre
argomenti

Costruttori di una struttura

- Quando il costruttore non viene definito, il C++ usa per costruire la struttura un **costruttore di default** che alloca memoria per i vari campi della struttura e lascia indefinito il loro valore.
- Esempio:

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

data oggi;
```

Viene invocato il
costruttore senza
argomenti predefinito

Costruttori di una struttura

- Appena definiamo un costruttore per la struct, rinunciamo ad usare il costruttore di default; il suo uso viene inibito dal compilatore.
 - In sua vece possiamo definire un costruttore senza argomenti.
- Esempio:

```
struct data {  
    int giorno;  
    int mese;  
    int anno;  
    data(){giorno=1; mese=1; anno=2000;}  
    data(int g, int m, int a){  
        giorno=g; mese=m; anno=a;}  
};
```

In tal modo è ancora possibile scrivere dichiarazioni del tipo:

```
data oggi;
```

Viene invocato il costruttore senza argomenti, ma non quello predefinito, bensì quello definito da noi.

Assegnamento e Strutture

- A differenza degli array, l'assegnamento è definita per le variabili di tipo struct.
- L'assegnamento di strutture avviene per valore, e quindi vengono copiati tutti i valori dei membri.
- Esempio:

```
struct complex { double re, im; };  
complex c1, c2;  
c1.re = 2.5; c1.im = 3;  
c2 = c1; //assegnazione di struct
```

Assegnamento e Strutture

- Per gestire gli array in modo che possano essere copiati, si può incapsulare un tipo array come membro di una struct.
- Esempio:

```
struct int_array { int ia[3]; };  
int_array sa, sb;  
  
sa.ia[0]=1; sa.ia[1]=2; sa.ia[2]=3;  
sb = sa; //l'array viene copiato!  
cout << sb.ia[0] << sb.ia[1] << sb.ia[2] << endl;
```

Assegnamento e Strutture

- Similmente ai costruttori per l'inizializzazione che abbiamo visto prima, esiste un altro costruttore detto *costruttore per copia*. Il primo è invocato dall'operatore con lo stesso nome della struttura (e.g., `data(3,4,2004)`), il secondo dall'operatore di assegnamento `=`.
- Il **costruttore di copia** è una funzione **automaticamente definita** per ogni struct il cui comportamento è quello di far corrispondere ad uno ad uno i campi delle due struct cui si applica.
- Il suo comportamento è molto **simile** a quello dell'**assegnamento**.
- Il costruttore di copia viene invocato in tre occasioni:
 - **Inizializzazione** di variabile; ad esempio

```
data oggi(27,11,2003); //Costruttore a tre argomenti  
data copia_oggi=oggi; //Costruttore di copia
```

- **Passaggio** di parametri **per valore**;
- Quando si usa l'istruzione **"return"**.

Array di strutture

- Dato che una struttura definisce un tipo, possiamo anche definire array di strutture.
- Definita una relazione d'ordine tra due strutture, possiamo adattare tutti gli algoritmi di ordinamento che vedremo in altre lezioni più avanti nel corso, non solo per lavorare su interi, ma anche a lavorare su strutture generiche.

Array di strutture

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

int compare(data A, data B) {
    if (A.year < B.year) return 1;
    if ((A.year == B.year) && (A.month < B.month)) return 1;
    if ((A.year == B.year) && (A.month == B.month) && (A.day < B.day)) return 1;
    return 0;
}

void swap(data &A, data &B) {
    data C = A;
    A = B;
    B = C;
}

// ordinamento di un insieme di date
void bubblesort(data A[], int N) {
    for( int i = 0; i < N - 1; i++)
        for( int j = N - 1; j > i; j--)
            if (compare(A[j], A[j-1]))
                swap(A[j-1], A[j]);
}
```

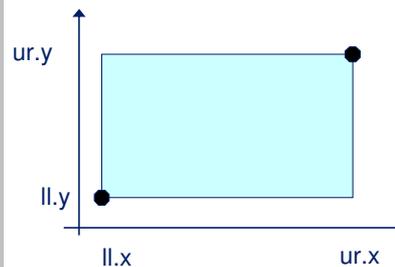
Strutture di Strutture

- È possibile definire strutture di strutture.

```
struct punto {
    double x;
    double y;
}

struct rettangolo {
    punto ll;
    punto ur;
}

double area(rettangolo g) {
    double base = (g.ur.x - g.ll.x);
    double altezza = (g.ur.y - g.ll.y);
    return (base*altezza);
}
```



Strutture ricorsive

- La seguente definizione non è lecita:

```
struct S
{ int value; definizione circolare!
  S next;
};
```

- La seguente definizione è lecita:

```
struct S
{ int value;
  S *next;
};
```

Strutture mutuamente ricorsive

- La seguente definizione non è lecita:

```
struct S1
{ int value;
  S2 *next; //S2 ancora indefinito
};

struct S2
{ int value;
  S1 *next;
};
```

- S2 non è stato ancora definito al momento della definizione di S1

Strutture mutuamente ricorsive

- Dichiarando prima S2 risulta invece lecita:

```
struct S2; // dichiarazione di S2

struct S1
{ int value;
  S2 *next; // Ok!
};

struct S2 // definizione di S2
{ int value;
  S1 *next;
};
```

Definizione di tipi

- In C++ possiamo definire degli identificativi per riferirsi a tipi definiti dall'utente o tipi primitivi.

- Sintassi:

```
typedef <tipo> <new_type_id>;
```

Definizione di tipi

- Esempi:

```
typedef struct Point_ Point;  
typedef struct Point_ * PointPtr;  
typedef char * stringa;
```

```
Point P = Point(7,0);  
PointPtr Q = new Point(1,9);  
stringa s = "Prova";
```