Corso “Programmazione 1”
Capitolo 11: Strutturazione di un Programma

Docente: Marco Roveri - marco.roveri@unitn.it
Esercitatori: Stefano Berlato - stefano.berlato-1@unitn.it
Marco Robol - marco.robol@unitn.it

C.D.L.: Informatica (INF)
A.A.: 2022-2023
Luogo: DISI, Università di Trento
URL: https://bit.ly/2VgfYwJ

Ultimo aggiornamento: 14 novembre 2022

Terms of Use and Copyright

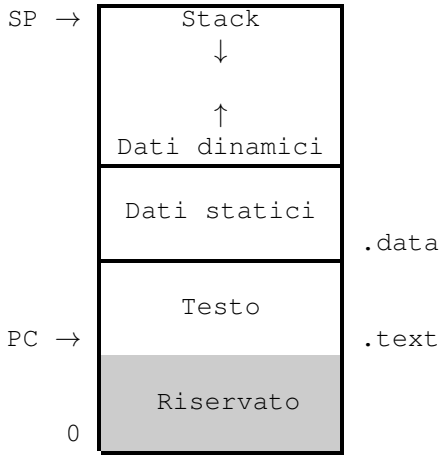
The material (text, figures) in these slides is authored mostly by Roberto Sebastiani, with contributions by Marco Roveri, Alessandro Armando, Enrico Giunchiglia e Sabrina Recla.

Outline

Modello di gestione della memoria per un programma (ripasso)

Area di memoria allocata ad un'esecuzione di un programma:

- Area programmi: destinata a contenere le istruzioni (in linguaggio macchina) del programma
- Area dati statici: destinata a contenere variabili globali o allocate staticamente e le costanti del programma.
- Area heap: destinata a contenere le variabili dinamiche (di dimensioni non prevedibili a tempo di compilazione) del programma.
- Area stack: destinata a contenere le variabili locali e i parametri formali delle funzioni del programma.



Scope, Visibilità e Durata di una definizione

La definizione di un oggetto (variabile, costante, tipo, funzione) ha tre caratteristiche:

- Scope o ambito
- Visibilità
- Durata

Scope di una definizione

È la porzione di codice in cui è attiva una definizione

- Scope globale: definizione attiva a livello di file
- Scope locale: definizione attiva localmente
  - ad una funzione
  - ad un blocco di istruzioni

```
const float pi=3.1415;      // scope globale
int x;                      // scope globale
int f(int a, double x);     // scope locale
{  int c;                   // scope locale
  ...}
int main()
{  char pi;                 // scope locale
  ...}
```

Visibilità di una definizione

Stabilisce quali oggetti definiti sono visibili da un punto del codice

- In caso di funzioni:
  - una definizione globale è visibile a livello locale, ma non viceversa
  - una definizione omonima locale maschera una definizione globale
- in caso di blocchi annidati
  - una definizione esterna è visibile a livello interno, ma non viceversa
  - una definizione omonima interna maschera una definizione esterna

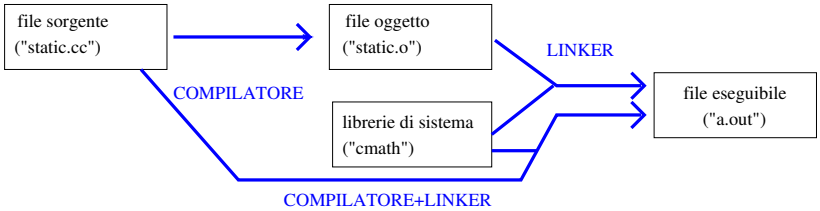
```
1. const float pi=3.1415; // sono visibili:
2. int x;                 // pi(1)
3. int f(int a, double x)
4. {  int c;              // pi(1), a(3), x(3)
5.    ...}                // pi(1), a(3), x(3), c(4)
6. int main()
7. {  char pi;            // x(2), f(3),
8.   ... }                // x(2), f(3), pi(7)
```

Durata di una definizione

Stabilisce il periodo in cui l'oggetto definito rimane allocato in memoria

- Globale o Statico: oggetto globale o dichiarato con **`static`**
  - dura fino alla fine dell'esecuzione del programma
  - memorizzato nell'area dati statici
- Locale o automatico: oggetti locali a un blocco o funzione
  - hanno sempre scope locale
  - durano solo il periodo di tempo necessario ad eseguire il blocco o funzione in cui sono definiti
  - memorizzato nell'area stack
- Dinamico: oggetti allocati e deallocati da **`new`**/**`delete`**
  - hanno scope determinato dalla raggiungibilità dell'indirizzo.
  - durata gestita dalle chiamate a **`new`** e **`delete`**: durano fino alla deallocazione con **`delete`** o alla fine del programma
  - dimensione non prevedibile a tempo di compilazione
  - memorizzati nell'area heap

Compilazione (un unico file) - recap



- File sorgente tradotto in un file oggetto dal compilatore
  - Es: `g++ -c static.cc`
  - Imp: file oggetto illeggibile ad un essere umano e non stampabile!
- File oggetto collegato (linked) a librerie di sistema dal linker, generano un file eseguibile (default `a.out`, opzione `-o <nome>`)
  - Es: `g++ static.o`
  - Es: `g++ static.o -o static`
  - File incomprensibili agli umani, ma eseguibili da una macchina
- Compilazione e linking possibile in un unica istruzione
  - Es: `g++ static.cc`

Lo specificatore `static`

Lo specificatore **`static`** applicato ad una variabile locale forza la durata della variabile oltre la durata della funzione dove è definita

- la variabile è allocata nell'area dati statici
- un'eventuale inizializzazione nella dichiarazione viene eseguita una sola volta all'atto dell'inizializzazione del programma
- il valore della variabile viene "ricordato" da una chiamata all'altra della funzione
- potenziali sorgenti di errori $\Longrightarrow$ vanno usate con molta cautela!

- Esempio di uso di variabile **`static`** locale:
  { `PROG_FILE_MULTIPLI/static.cc` }
- Esempio di uso di variabile **`static`** locale anziché globale:
  { `PROG_FILE_MULTIPLI/fibonacci.cc` }

Lo specificatore `static` II

Nota

Lo specificatore **`static`** applicato ad un oggetto di scope globale (es. funzioni, variabili, costanti globali) ha l'effetto di restringere la visibilità dell'oggetto al solo file in cui occorre la definizione

- concetto molto importante nella programmazione su più file
  (vedi slide successive)

Lo specificatore `extern`

Lo specificatore **`extern`** consente di dichiarare e poi utilizzare in un file oggetti (globali) che sono definiti in un altro file

- consente al compilatore di
  - verificare la coerenza delle espressioni contenenti tali oggetti
  - stabilire le dimensioni delle corrispondenti aree di memoria
- l'oggetto dichiarato deve essere definito in un altro file
- il linker associa gli oggetti dichiarati alle corrispondenti definizioni

- Esempio di uso di **`extern`**:
  `PROG_FILE_MULTIPLI/extern.cc`
  `PROG_FILE_MULTIPLI/extern_main.cc`

Dichiarazione vs Definizione

Nota

- Un oggetto può essere dichiarato quante volte si vuole ...
  ... ma può essere definito una volta sola
- Un oggetto dichiarato più volte deve essere dichiarato sempre nello stesso modo
- Ogni definizione è anche una implicita dichiarazione

Programmazione su file multipli

I programmi possono essere organizzati su file multipli

- Organizzazione modulare
  - Ogni file raggruppa un insieme di funzionalità (modulo)
  - Compilazione separata di ogni modulo e linking file oggetto
- Moltissimi vantaggi:
  - Rapidità di compilazione
  - Programmazione condivisa tra più persone/team
  - Riutilizzo del codice in più programmi
  - Produzione di librerie
  - Utilizzo di librerie prodotte da altri
  - Mantenibilità del codice
  - ...

Organizzazione di un programma su file multipli

- Un programma viene usualmente ripartito su $2N + 1$ file
  - Un file `file_main.cc` contenente la definizione della funzione `main()`
  - N coppie di file `modulo_i.h` e `modulo_i.cc`, una per ogni modulo `modulo_i` che si vuole realizzare separatamente
  - Tutti i file "`.cc`" devono venire compilati e i risultanti file oggetto linkati

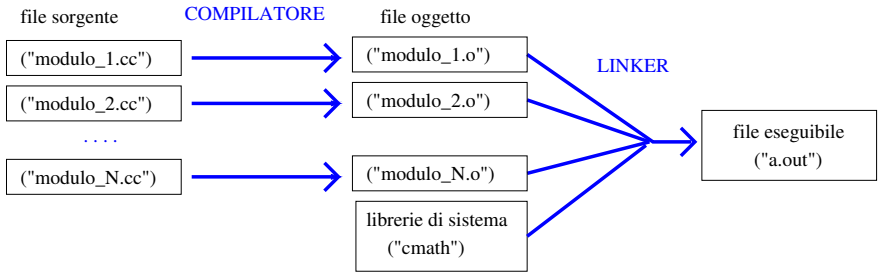
Organizzazione di un programma su file multipli - II

- Ogni file "`.cc`" che utilizzi funzioni/tipi/costanti/variabili globali definiti in `modulo_i` deve inizialmente contenere l'istruzione: **`#include`** `"modulo_i.h"`
- `modulo_i.h` contiene gli header delle funzioni di `modulo_i`
  - può contenere definizioni di tipo, costanti, variabli globali, ecc.
  - per evitare di venire caricato ripetutamente deve utilizzare guardie di compilazione:

```
#ifndef MODULO_I_H          // Esiste anche direttiva
#define MODULO_I_H          // #pragma once
...                         // Non e' standard e non e' robusto
...                         // come approccio (e.g. link,
#endif                      // copie di file, ...)
```

- `modulo_i.cc` contiene le definizioni delle funzioni di `modulo_i`
  - contenere l'istruzione: **`#include`** `"modulo_i.h"`
  - può contenere funzioni ausiliarie inaccessibili all'esterno (**`static`**)

Compilazione (su più files) - recap



- File sorgente tradotti nei rispettivi file oggetto uno alla volta
- File oggetto collegato (linked) a librerie di sistema dal linker, generano un file eseguibile (default `a.out`)
  - Es: `g++ modulo_1.o modulo_2.o ... modulo_N.o`
- Compilazione e linking possibile in un unica istruzione
  - Es: `g++ modulo_1.cc modulo_2.cc ... modulo_N.cc`

Schema: Programma su un solo file

disney.cc

```
#include <iostream>
int pluto() {...};          // funzione ausiliaria
                            // non chiamata dal main()
void topolino() { ... };
void paperino() { ... };

int main() {
  ...
  switch(scelta) {
    case 1: topolino(); break;
    case 2: paperino(); break;
    ...
}
```

Schema: Programma su file multipli - I

disney.h

```
#ifndef DISNEY_H
#define DISNEY_H
void topolino();
void paperino();
#endif
```

disney.cc

```
#include <iostream>
#include "disney.h"
static int pluto() {...};  // funzione ausiliaria non chiamata
                           // dal main().
                           // Header non in disney.h!
void topolino() { ... };
void paperino() { ... };
```

Schema: Programma su file multipli - II

disney_main.cc

```
#include <iostream>
#include "disney.h"

int main() {
  ...
  switch(scelta) {
    case 1: topolino(); break;
    case 2: paperino(); break;
    ...
}
```

Organizzazione di un programma su file multipli: Esempi

- Programma su un solo file:
  { `PROG_FILE_MULTIPLI/matrix_v2_typedef.cc` }

- Stesso programma organizzato in file multipli:
  { `PROG_FILE_MULTIPLI/matrix.h`
  `PROG_FILE_MULTIPLI/matrix.cc`
  `PROG_FILE_MULTIPLI/matrix_main.cc` }

Bad programming practices

Cosa **non** fare e come **non** organizzare un programma su file multipli

- Includere i file "`.h`" (e compilare tutti i file, "`.h`" inclusi)
- NON includere i file ".cc" (e compilare solo il file chiamante) !!!
  - impedirebbe uso multiplo (non hanno guardie di compilazione)
  - romperebbe la modularità
  - impedirebbe la compilazione separata
- $\Longrightarrow$ naturale sorgente di errori, evitare tassativamente

disney_main.cc

```
#include "disney.cc" // NNOO!!!!!
...
```

disney_main.cc

```
#include "disney.h"  // SI!
...
```

Esercizi proposti

Esercizi proposti!:
{ PROG_FILE_MULTIPLI/ESERCIZI_PROPOSTI.txt }