UNIVERSITÀ
DI PARMA

C++ introduzione

Alberto Ferrari

C++

STRUTTURA DI UN PROGRAMMA

hello world

```
/*
 * First C++ program that says hello (hello.cpp)
 */
#include <iostream>     // Needed to perform IO operations
using namespace std;

int main() {                              // Program entry point
   cout << "hello, world" << endl;  // Say Hello
   return 0;                              // Terminate main()
}
```

namespace

- insiemi di definizioni di nomi (classi, funzioni, costanti)
- le librerie standard mettono i loro nomi nel namespace **std**
- per usare queste definizioni occorre
  - specificare nel codice il nome completo di namespace
    - std::cin …
  - oppure specificare il namespace per il nome con la direttiva
    - using std::cin;
  - oppure includere tutto il namespace con la direttiva
    - using namespace std;

cin (input da console)

- ***cin***: input da console **>>** è l'operatore di estrazione
- è possibile concatenare più operazioni di lettura
  - getline(cin, line): lettura intera riga

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
    string name;
    int age;
    cout << "Name and age?" << endl;
    cin >> name >> age;
    cout << "Hello, " << name << "." << endl;
    cout << "You're " << age << " years old." << endl;
    string fullName;
    cout << "Surname and Name: ";
    cin.ignore();   // ignores \n that cin >> str has lefted (if user pressed enter key)
    getline(cin,fullName);
    cout << "Bye " << fullName;
}
```

nome completo di namespace

```
#include <iostream>
int main() {
  int integer1, integer2, sum;                  // declaration
  std::cout << "Enter first integer\n";         // prompt
  std::cin >> integer1;                         // read an integer
  std::cout << "Enter second integer\n";        // prompt
  std::cin >> integer2;                         // read an integer
  sum = integer1 + integer2;                    // assignment of sum
  std::cout << "Sum is " << sum << std::endl; // print sum
  return 0;          // indicate that program ended successfully
}
```

namespace per il nome

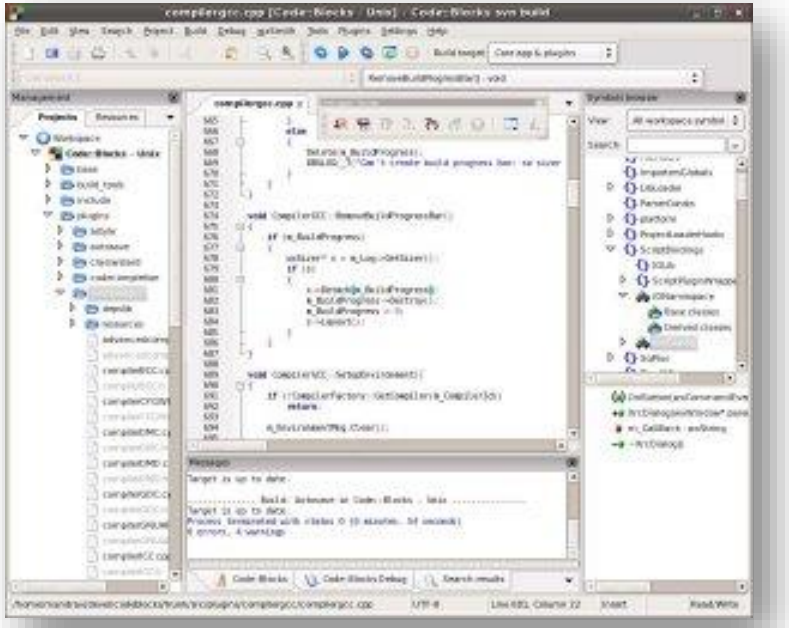
```
#include <iostream>
using std::cout;     // program uses cout
using std::cin;      // program uses cin
using std::endl;     // program uses endl
int main() {
   int integer1, integer2, sum;                 // declaration
   cout << "Enter first integer\n";             // prompt
   cin >> integer1;                             // read an integer
   cout << "Enter second integer\n";            // prompt
   cin >> integer2;                             // read an integer
   sum = integer1 + integer2;                   // assignment of sum
   cout << "Sum is " << sum << std::endl;       // print sum
   return 0;                                    // indicate that program ended successfully
}
```

inclusione del namespace

```
#include <iostream>
using namespace std;
int main() {
  int integer1, integer2, sum;                // declaration
  cout << "Enter first integer\n";            // prompt
  cin >> integer1;                            // read an integer
  cout << "Enter second integer\n";           // prompt
  cin >> integer2;                            // read an integer
  sum = integer1 + integer2;                  // assignment of sum
  cout << "Sum is " << sum << std::endl;      // print sum
  return 0;          // indicate that program ended successfully
}
```

IDE e compilatore

- Integrated Development Environment
- Code::Blocks
  - open source, cross platform, free C, C++ and Fortran IDE
  - www.codeblocks.org
  - https://www3.ntu.edu.sg/home/ehchua/programming/howto/CodeBlocks_HowTo.html
- GCC, the GNU Compiler Collection
  - gcc.gnu.org
  - licenza copyleft (GNU GPL)



CodeBlocks' Common Errors

- Cannot Compile any C/C++ Program after Installing CodeBlocks. Check:
  - You downloaded the CodeBlocks with "MinGW GNU C/C++ Compiler" (e.g., "codeblocks-10.05mingw-setup.exe").
  - Goto "Settings" menu ⇒ "Compiler..." ⇒ Select tab "Toolchain Executables" ⇒ Check the "Compiler's Installation Directory". It shall be set to the "MinGW" sub-directory of the CodeBlocks installation directory, e.g., "c:\Program Files\codeblocks\MinGW" suppose that CodeBlocks is installed in "c:\Program Files\codeblocks".
- Cannot Build or Run Program - Build/Run Buttons and Menu-Items are Grey and Not Selectable
  - A previous program is still running. You need to terminate the program by closing the output console window.
- Error: undefined reference to `WinMain@16'
  - Check that you have a main() function in your function. Check your spelling of main!

https://www3.ntu.edu.sg/home/ehchua/programming/howto/CodeBlocks_HowTo.html

Geany

- https://www.geany.org/
- *Geany is a small and lightweight Integrated Development Environment. It was developed to provide a small and fast IDE, which has only a few dependencies from other packages.*
- *Geany is known to run under Linux, FreeBSD, NetBSD, OpenBSD, MacOS X, AIX v5.3, Solaris Express and Windows.*
- *The code is licensed under the terms of the GNU General Public Licence.*

linguaggio C++

- linguaggio di programmazione basato sul paradigma orientato agli oggetti
- 1983 Bjarne Stroustrup (Bell Labs)
  - evoluzione del linguaggio C (*C with classes*)
- struttura di C++
  - nucleo del linguaggio
  - libreria standard STL (Standard Template Library)
- versioni:
  - ***C++98***, C++03, C++11, ***C++14*** e C++17

compilatore gcc

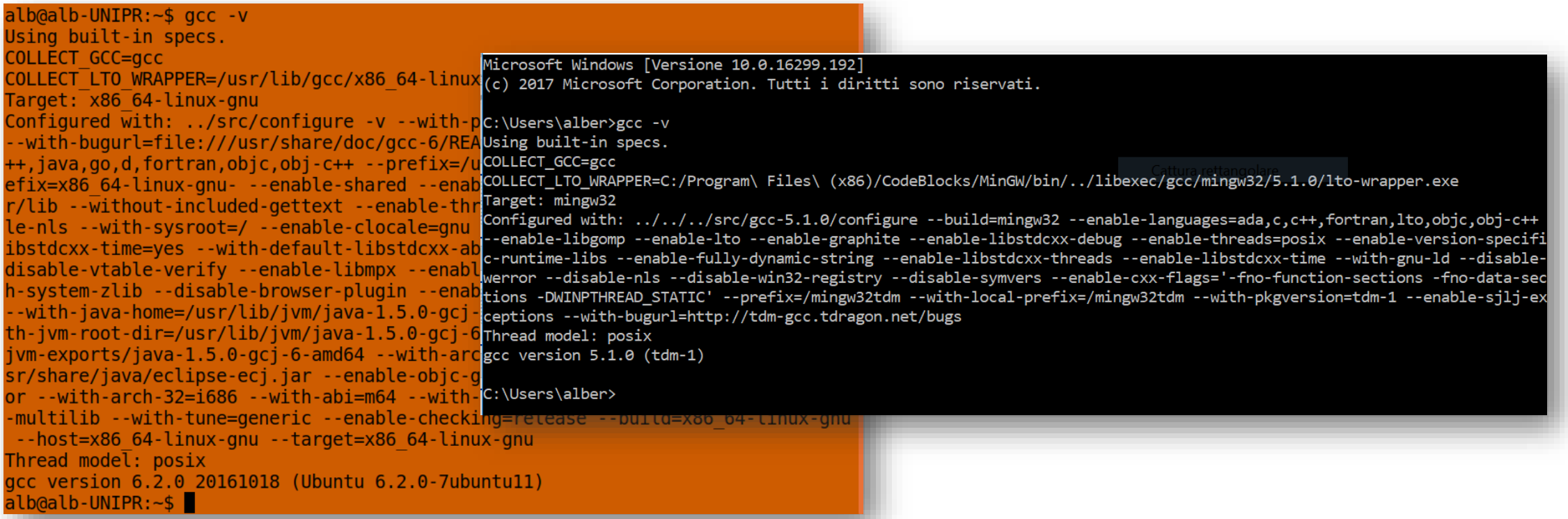
https://gcc.gnu.org/

- GCC (GNU Compiler Collection, in origine GNU C Compiler) è un compilatore multi-target creato inizialmente da Richard Stallman, come parte del progetto GNU
- le versioni recenti sono incluse nelle principali distribuzioni del sistema operativo GNU/Linux e di molti altri sistemi
- nato inizialmente come un compilatore per il linguaggio C, dispone oggi di vari front end per altri linguaggi (Java, C++, Objective C ...)

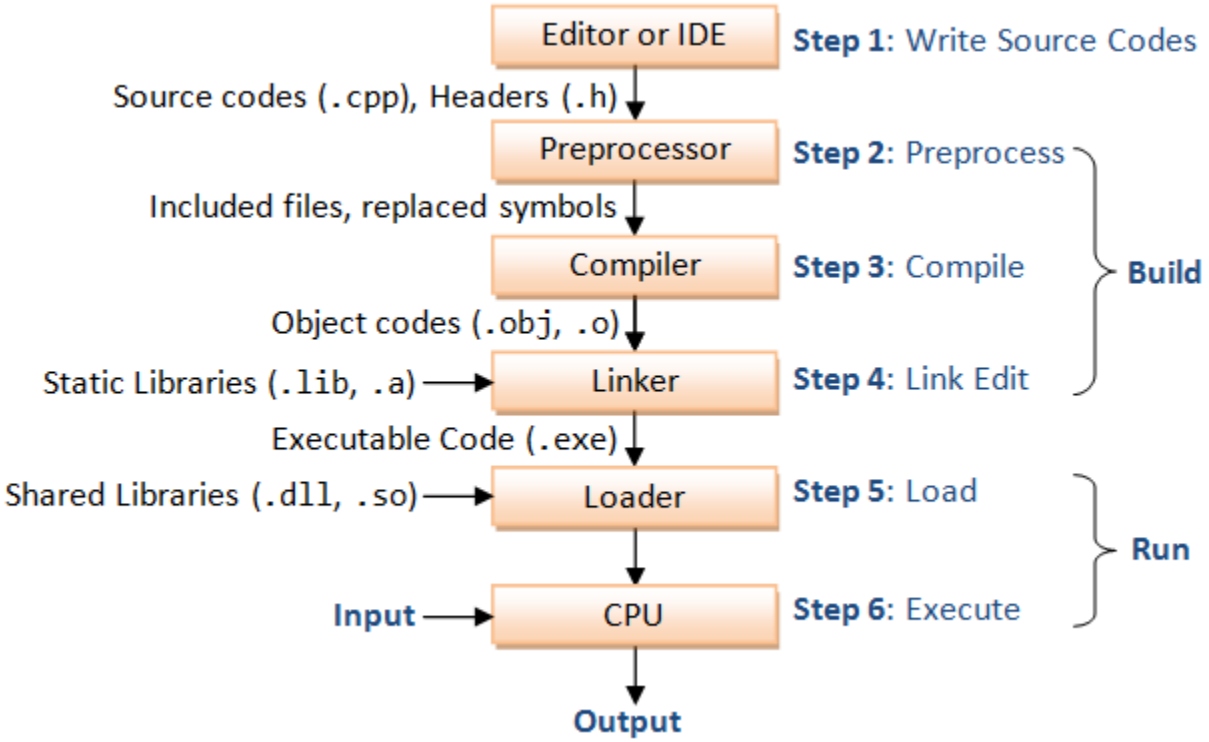
Il progetto GNU è un progetto collaborativo lanciato nel 1983 da Richard Stallman per creare GNU: un sistema operativo Unix-like completo, utilizzabile esclusivamente utilizzando software libero. Il nome GNU è l'acronimo ricorsivo di "GNU's Not Unix".

versioni del compilatore (gcc –v)

- comando per visualizzare informazioni e versione del compilatore



dalla scrittura del codice all'esecuzione



passi della compilazione

- gcc processa file di input attraverso 4 passi:
  - ***preprocessing***
  - ***compilation***
    - traduzione del codice sorgente ricevuto dal preprocessore in codice assembly
  - ***assembly***
    - creazione del codice oggetto
  - ***linking***
    - combinazione delle funzioni definite in altri file sorgenti o definite in librerie con la funzione main() per creare il file eseguibile

https://www3.ntu.edu.sg/home/ehchua/programming/cpp/gcc_make.html

preprocessing

- rimozione dei commenti
- interpretazioni di speciali direttive per il preprocessore denotate da "#" (normalmente all'inizio del codice)
  - #include - include il contenuto di un determinato file
    - es. #include<cmath>
  - #define
    - macro e costanti
    - #define ELEMENTS 100
    - sostituisce in tutto il programma 100 alla parola ELEMENTS (per convenzione tutto maiuscolo
- esempio di utilizzo - comando cpp (c pre processing)
  - cpp test.cpp testPre.cpp

compilatore

- converte il sorgente in linguaggio macchina
  - oggetti
  - progetti multi file
  - riferimenti/indirizzi non completi
- risultato: file oggetto (.o, .obj etc.)
  - è già linguaggio macchina

linker

- unisce i file oggetto
  - risolve indirizzi/riferimenti
  - associa eventuali librerie esterne
- risultato: eseguibile
  - .exe, .com, nessuna estensione etc.

compilazione e linking

- g++ test.cpp
  - compila il file test.cpp e genera il file eseguibile
    - a.exe (Windows)
    - a.out (Linux)
- ***Windows***
  - g++ -o test.exe test.c
  - con l'opzione -o si specifica il file di output
  - per eseguire il programma
    - test
- ***linux***
  - g++ -o test test.c
  - con l'opzione -o si specifica il file di output
  - per eseguire il programma
  - ./test

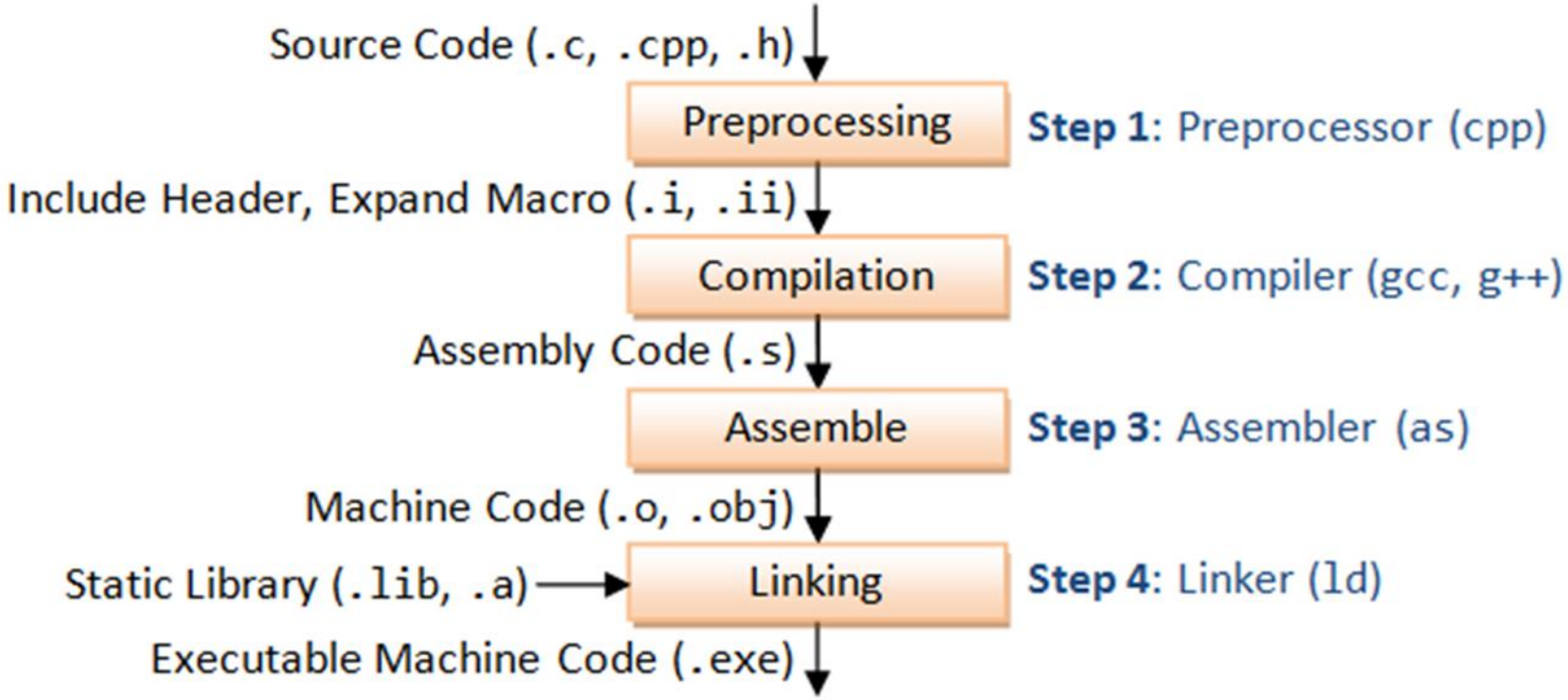
compilazione senza linking

- g++ -c test.c
  - l'opzione -c effettua la compilazione ma non il linking
  - viene generato il file oggetto test.o

error e warning

- ***warning***
  - messaggi di avvertimento (attenzione!)
  - non interrompono la compilazione
  - avvisano della (possibile) presenza di irregolarità nel codice
  - inibire i messaggi di warning (sconsigliato)
    - opzione -w
    - g++ -w test.cpp
  - settare al massimo il livello di warning (consigliato)
    - opzione -wall
    - g++ -wall test.cpp
- ***error***
  - interrompono la compilazione
  - indicano errori che devono essere corretti

passi di sviluppo di un programma C++



passi di sviluppo di un programma C++

- step 1: ***preprocessing***
  - processa le direttive al compilatore (iniziano con #)
    - esempio #include e #define
    - le direttive devono essere processate prima della compilazione
- step 2: ***compile***
  - compilazione e generazione del codice oggetto (.obj, .o)
- step 3: ***link***
  - collega il codice compilato con altro codice compilato e librerie (.lib, .a) e produce il codice eseguibile (.exe)
- step 4: ***load***
  - carica il codice eseguibile in memoria
- step 5: ***run***
  - esegue il codice

C++

tipi di dato e variabili

- ***Python tipizzazione dinamica***
- ***C++ tipizzazione statica***
  - le comuni variabili ***non*** sono ***riferimenti***, ma ***contenitori*** di dati
- necessaria ***dichiarazione*** del tipo di dato
  - possibile ***type inference*** (**`auto`**)
- tipi principali: **`int, float, double, bool, string, char`**

```
int x = 10;
double h = 3.7;
string s = "hello";

auto y = 5;          // type inference
auto k = 2.2;
auto t = "hola"s;  // compiler settings: -std=c++14
```

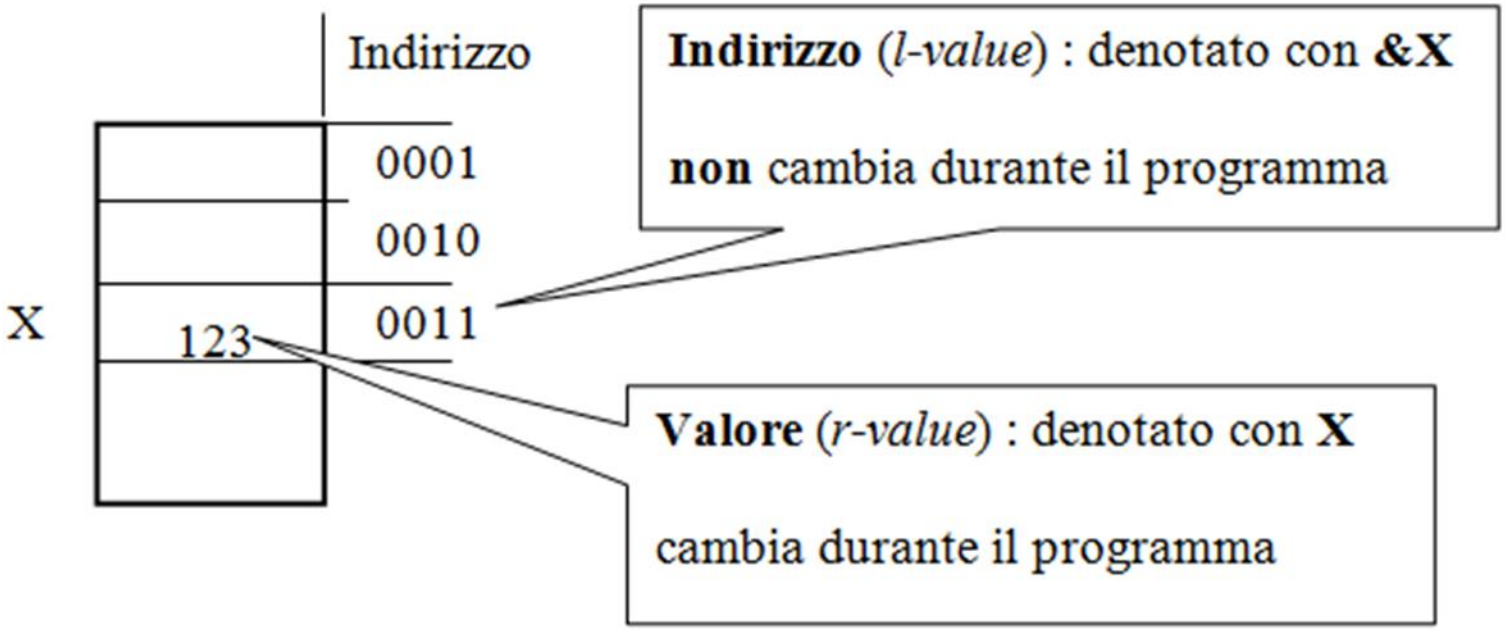
variabili

- si definisce variabile uno spazio identificato da un nome in cui è possibile scrivere, recuperare e manipolare dati nel corso del programma
- una variabile è caratterizzata da:
  - il suo valore: ***right value*** (*rvalue)*
  - il suo indirizzo: ***left value (****lvalue)*
  - lo spazio di memoria occupato
- la ***dichiarazione*** di una variabile associa un identificatore a un tipo e determina l'allocazione di un'area di memoria ***(non assegna un valore alla variabile!)***
- è possibile inizializzare una variabile durante la dichiarazione
- per convenzione l'***identificatore*** (nome variabile) è scritto in minuscolo e dovrebbe essere mnemonico (*non può essere una parola riservata!)*

scope (ambito di visibilità)

- una variabile può essere utilizzata (cioè è ***visibile***) solo dopo la sua ***definizione***
- le variabili definite in un ***ambiente*** (blocco o funzione) sono visibili in tutti gli ambienti in esso contenuti
- all'interno di uno stesso ambiente ***non*** è possibile definire ***due variabili*** con lo ***stesso nome***
- in ambiente ***distinti*** è possibile definire variabili con lo stesso nome sia se sono dello stesso tipo sia se sono di tipo diverso
- se in un ambiente sono visibili più variabili con lo stesso nome, il nome si riferisce a quella la cui dichiarazione è «***più vicina***» al punto di utilizzo

- variabili globali (***permanenti***)
  - definite all'inizio del programma sono ***visibili a tutte le funzioni*** e il loro ciclo di vita termina con la terminazione del ***programma***
- variabili locali (***temporanee***)
  - vengono ***istanziate*** al momento in cui vengono eseguite le prime istruzioni del ***blocco*** in cui sono contenute
  - le variabili vengono ***distrutte*** e la memoria ad esse associata viene rilasciata al ***termine dell'esecuzione del blocco*** in cui sono dichiarate


Indirizzo
0001
0010
0011
X
123
Indirizzo (*l-value*) : denotato con **&X**
non cambia durante il programma
Valore (*r-value*) : denotato con **X**
cambia durante il programma

tipo di dato

- è ***necessario*** che associare un tipo
  - ad ogni ***variabile***
  - ad ogni ***parametro*** di funzione
  - ad ogni ***valore restituito*** da una funzione (tipo della funzione)
- i tipi di dato si dividono in 3 categorie
  - tipi di dato ***scalari*** (int, char, float, double, boolean …)
  - tipi di dato ***strutturati*** definiti nelle librerie (string …) o dall'utente (utilizzando struct o class)
  - ***puntatori***
- il tipo specifica
  - la quantità di ***memoria*** che verrà allocata per la variabile (o risultato dell'espressione)
  - l'insieme dei ***valori*** che è possibile memorizzare in una variabile
  - la modalità di ***interpretazione*** di questi valori (schemi di bit - rappresentazione)
  - le ***operazioni*** che è possibile eseguire sui valori

dichiarazioni di tipo

- quando si dichiara una *variabile* è necessario ***specificarne*** il tipo in modo esplicito
  - ***int*** x; *// non è specificato il* ***valore*** *che è* ***indefinito***
  - ***double*** h = 3.7;
  - ***string*** s = "hello";
- oppure utilizzare la parola chiave ***auto*** per indicare al compilatore di *dedurre* il tipo dall'inizializzatore (***type inference***)
  - ***auto*** y = 5; *// type inference: C++11*
  - ***auto*** k = 2.2;
  - ***auto*** s = string{"hello"}; *// C++14:* **auto** *s = "hello"s;*
- quando si dichiara una *funzione* è necessario ***specificare*** il tipo di ***ciascun argomento*** e del ***valore restituito*** (*void* se la funzione non restituisce alcun valore)
  - ***double*** media(***int*** a, ***int*** b);

- ***direttiva*** al preprocessore
  - **`#define PI_GRECO 3.141592`**
  - il preprocessore sostituisce ogni occorrenza di PI_GRECO con 3.141592
- ***const***
  - **`const int PI_GRECO 3.141592;`**
  - il valore non può essere modificato nel corso del programma
  - **`PI_GRECO = 2;   // error: assignment of read-only variable 'PI_GRECO'`**

occupazione di memoria

```
size of int:     4 bytes
size of double:  8 bytes
size of float:   4 bytes
size of char:    1 bytes
size of bool:    1 bytes
size of int[10]: 40 bytes
size of int*:    4 bytes
size of double*: 4 bytes
```

```
#include <iostream>
int main() {
    int i; double d;
    float f; char c;
    bool b; int v[10];
    int *pi; double *pd;
    std::cout << "size of int:     " << sizeof i  << " bytes " << std::endl;
    std::cout << "size of double:  " << sizeof d  << " bytes " << std::endl;
    std::cout << "size of float:   " << sizeof f  << " bytes " << std::endl;
    std::cout << "size of char:    " << sizeof c  << " bytes " << std::endl;
    std::cout << "size of bool:    " << sizeof b  << " bytes " << std::endl;
    std::cout << "size of int[10]: " << sizeof v  << " bytes " << std::endl;
    std::cout << "size of int*:    " << sizeof pi << " bytes " << std::endl;
    std::cout << "size of double*: " << sizeof pd << " bytes " << std::endl;
    return 0;
}
```

https://en.cppreference.com/w/cpp/language/types

operazioni

- operazioni su numeri:
  - **+ - * / %**
  - **++ --** *(attenzione sono assegnamenti)*
  - attenzione: la ***divisione tra interi*** dà risultato intero (trunc)
  - assegnamento: **= += -=** ...
- confronti: **> >= < <= != ==**
  - ***attenzione***: i confronti non si possono concatenare
- operazioni booleane (and, or, not): &&, | |, !
  - cout << (3 < 5) << endl; // output -> 1
  - cout << (3 < 5 < 4) << endl; **// output -> 1 (!!!)**
  - cout << (3 < 5 && 5 < 4) << endl; // output -> 0

- **`string`**: sequenza mutevole di byte (tipo char)
  - operazioni di confronto
  - concatenazione: +
- ***apici doppi*** per valori ***string***, ***singoli*** per ***char***

```
string sentence = "Lorem ipsum";
sentence[6] = 'I';
cout << sentence[6];  // 'I'

int n = 5;
string txt = to_string(n);
int val = stoi(txt);  // see also stod, stof...
```

numeri pseudocasuali

```
#include <cstdlib>
#include <iostream>
#include <ctime>

int main() {
    std::srand(std::time(nullptr)); // use current time as seed for random generator
    int random_variable = std::rand();
    std::cout << "Random value on [0 " << RAND_MAX << "]: "  << random_variable << '\n';
    int range;
    std::cout << "Insert range ";
    std::cin >> range;
    std::cout <<"Random value on [0" << range <<"]: "<< random_variable % range << '\n';
}
```

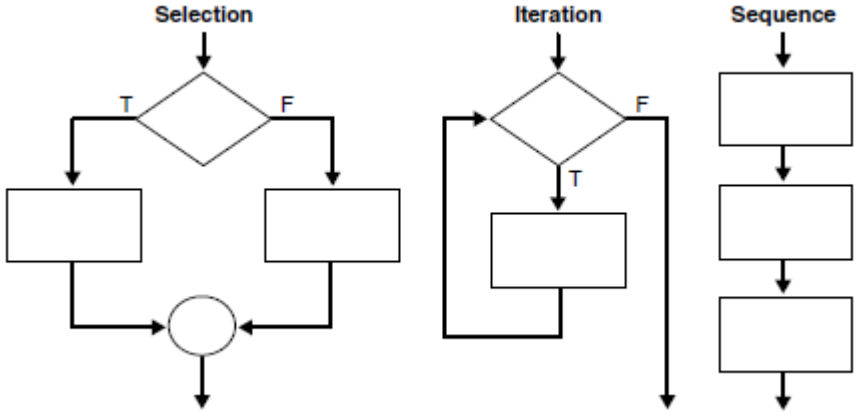
funzioni matematiche

```
#include <iostream>
#include <cmath>
using namespace std;

int main()
{
    double x = 10.25, result;
    result = sqrt(x);
    cout << "Square root of " << x << " is " << result << endl;

    return 0;
}
```

http://www.cplusplus.com/reference/cmath/



C++

strutture di controllo


```python
a = input("First word? ")
b = input("Second word? ")

if a < b:
    print("The words are ordered")
elif a > b:
    print("The words are inverted")
else:
    print("The words are equal")
```

```cpp
string a, b;
cin >> a >> b;
if (a < b) {
    cout << "The words are ordered" << endl;
} else if (a > b) {
    cout << "The words are inverted" << endl;
} else {
    cout << "The words are equal" << endl;
}
```

```python
total = 0
count = 0

val = int(input("Val? (0 to finish) "))

while val != 0:
    total += val
    count += 1
    val = int(input("Val? (0 to finish) ")
)

if count != 0:
    print("The average is", total / count)
```

```cpp
int val, total = 0, count = 0;
cout << "Val (0 to finish)? ";
cin >> val;
while (val != 0) {
    total += val;
    ++count;
    cout << "Val (0 to finish)? ";
    cin >> val;
}

if (count > 0) {
    cout << "Avg: " << total / float(count) << endl;
}
```

Python list

```
grocery = ["spam", "egg", "beans"]

grocery[0] = "sausage"          # replace an element

grocery.append("bacon")         # add an element to the end
grocery.pop()                   # remove (and return) last eleme
nt

grocery.insert(1, "bacon")      # other elements shift
removed = grocery.pop(1)        # remove (and return) element at
 index

if "egg" in grocery:           # True, grocery contains "egg"
    grocery.remove("egg")      # remove an element by value
```

C++ vector (array dinamici)

```cpp
#include <vector>
// ...

vector<string> grocery = {"spam", "egg", "beans"};
cout << grocery[1] << endl;                    // egg
cout << grocery.size() << endl;                // 3
grocery[0] = "sausage";                        // replace an element

grocery.push_back("bacon")                     // add an element to the end
grocery.pop_back()                             // remove last element

grocery.insert(begin(grocery) + 1, "bacon")    // other elements shift
grocery.erase(begin(grocery) + 1)              // remove element at index
```

cicli for

```
for (auto product : grocery) {  // for each product in grocery
    cout << product << endl;
}

for (int i = 0; i < 5; ++i) {  // for each i : 0 <= i < 5
    cout << i * i << endl;
}

int i = 0;
while (i < 5) {  // equivalent while
    cout << i * i << endl;
    ++i;
}
```

algoritmi in python 3

esercizi

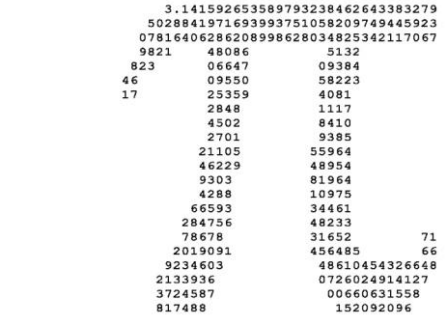
esercizi (1)

- 1.1 cerchio
  - chiedere all'utente il valore del raggio r di un cerchio
  - mostrare il valore dell'area e della circonferenza
  - se r è negativo, però, mostrare un messaggio d'errore
- 1.2 minore e maggiore
  - generare e stampare tre numeri interi casuali: a, b, c
  - ciascuno compreso tra 1 e 6
  - determinare e mostrare qual è il minore dei tre

    controllare prima di tutto se a è minore degli altri due

    altrimenti controllare se b è minore di c

    altrimenti ...



esercizi (2)

- 1.3 numero segreto
  - generare all'inizio del programma un numero “segreto” a caso tra 1 e 90
  - chiedere ripetutamente all'utente di immettere un numero, finché non indovina quello generato
  - ad ogni tentativo, dire se il numero immesso è maggiore o minore del numero segreto

esercizi(3)

- 1.4 interesse composto
  - dati di input: capitale iniziale, tasso d'interesse, durata investimento (anni)
  - calcolare il capitale dopo ogni anno
  - es. 100€ al 4.5%:

```
Anno 0: 100.00€
Anno 1: 104.50€
Anno 2: 109.20€
Anno 3: 114.12€ ...
```

- 1.5 resistenze
  - leggere, attraverso un ciclo, una sequenza di valori di resistenze elettriche
  - la sequenza termina quando l'utente immette il valore 0
  - alla fine, visualizzare la resistenza equivalente, sia nel caso di resistenze disposte in serie, che in parallelo

Formule utili:
$Rs = \sum Ri$
$1/Rp = \sum (1/Ri)$