Funzioni

Parte I
Definizione,
Dichiarazione o Prototipo,
Chiamata

Blocco

- Sequenza di definizioni e istruzioni racchiuse tra parentesi graffe

```
{
        <dichiarazione1 o istruzione1>
        <dichiarazione2 o istruzione2>
        ...
}
```

- In C, parte dichiarativa ed esecutiva devono essere separate:

```
{
        <dichiarazioni>
        <istruzioni>
        ...
}
```

Blocco ed istruzione composta

- Per semplicità in precedenza abbiamo definito l'istruzione composta come un caso particolare di blocco in cui c'erano solo istruzioni
  - In verità un'istruzione composta si esprime esattamente mediante un blocco
  - Quindi si possono inserire dichiarazioni anche in un'istruzione composta
- Inoltre con i blocchi non si esprimono solo le istruzioni composte, ma anche ad esempio i corpi delle funzioni, come vedremo a breve ...

Utilità delle funzioni

- Per evidenziare l'utilità delle funzioni, scriviamo

  1) un programma che legga in ingresso un numero intero non negativo e dica all'utente se il numero è primo (o altrimenti non stampi nulla)

  2) un programma che legga in ingresso due numeri interi non negativi e, se e solo se sono entrambi primi, dica all'utente se si tratta di due numeri *primi gemelli* (ossia che differiscono esattamente di due unità l'uno dall'altro)
  Es.: 5 e 7 sono primi gemelli

- Cominciamo dal primo programma

Programma 1 (*prime idee*)

- Un numero è primo se è divisibile solo per 1 e per se stesso. Quindi, occorre provare a dividere ***N*** per tutti i numeri $2 \leq i \leq N-1$. Se nessun numero *i* risulta essere un divisore di *N*, allora *N* è primo. **Funziona? Sì, ma si può fare meglio**
- IDEA 1: Poiché i numeri pari non sono primi, eliminiamo subito la possibilità che *N* sia pari
- IDEA 2: Non c'è bisogno di provare tutti i numeri fino a N-1, ma è sufficiente provare a dividere ***N*** per tutti i numeri dispari $3 \leq i \leq (N/2)$: se nessun numero *i* risulta essere un divisore di *N*, allora *N* è primo
- IDEA 3: Non c'è bisogno di provare tutti i numeri fino a N/2, ma è sufficiente provare a dividere ***N*** per tutti i numeri dispari $3 \leq i \leq \sqrt{N}$: se nessun numero *i* risulta essere un divisore di *N*, allora *N* è primo

Programma 1 (*Algoritmo*)

- Se *N* è 1, 2 o 3, allora senz'altro *N* è un numero primo
- Altrimenti, se è un numero pari, certamente *N* non è primo
- Se così non è (quindi se *N* è dispari e >3), occorre tentare tutti i possibili divisori dispari da 3 in avanti, fino a *static_cast<int>(**sqrt**(N))*
  - Ove ***sqrt**(N)* è una funzione che ritorna $\sqrt{N}$, mentre l'espressione *static_cast<int>(**sqrt**(N))* è uguale al più grande numero intero non maggiore di $\sqrt{N}$
  - Nota: ci sta bene utilizzare la parte intera di ***sqrt(N)*** perché il potenziale divisore sarà senz'altro un numero intero

Programma 1 (*Rappresentazione informazioni*)

- Variabile per contenere il numero: **int n**
- Può tornare poi utile una variabile **int max_div** che contenga la parte intera della radice quadrata del numero
  - Serve poi una variabile ausiliaria (**int i**) come indice per andare da 3 a max_div

- Per utilizzare la funzione **sqrt() o**ccorre:
  - includere anche **<cmath>** (*<math.h>* in C)
    Es.: *#include <iostream>*
    #include <cmath>
  - aggiungere l'opzione *-lm* nell'invocazione del *g++*

    Es.: *g++ -lm nomefile.cc*

Programma 1

```
main()
 {
   int max_div, n ; cin>>n ;

   if (n>=1 && n<=3) { cout<<”primo”<<endl ; return ; }

   if (n%2==0) return;          /* no perché numeri pari */

   max_div = static_cast<int>(sqrt(n));
   for(int i=3; i<=max_div; i=i+2)
       if (n%i==0) return ;       /* no, perché è stato trovato
                                     un divisore */
   cout<<”primo”<<endl ;
 }
```

Secondo programma

- Veniamo ora al secondo programma, che ricordiamo era:
- Un programma che legge in ingresso due numeri interi non negativi e, se e solo se sono entrambi primi, comunica all'utente se si tratta di due numeri primi gemelli (ossia che differiscono esattamente di due unità l'uno dall'altro)
- Riutilizzando le righe di codice già scritte, potremmo scrivere ad esempio:

Programma 2 1/2

```
main()
 {
   int n1, n2 ; cin>>n1>>n2 ;
   int max_div; bool n1_is_prime = false,
     n2_is_prime = false ;

   if (n1>=1 && n1<=3) n1_is_prime = true ;

   else if (n1%2 != 0) {
        int i; max_div = static_cast<int>(sqrt(n1));
        for(i=3; i<=max_div; i=i+2)
             if (n1%i==0) break ;
        if (i > max_div)
            n1_is_prime=true ;
     }
```

Programma 2 2/2

```
if (n2>=1 && n2<=3) n2_is_prime = true ;
else if (n2%2 != 0) {
     int i ; max_div = static_cast<int>(sqrt(n2));
     for(i=3; i<=max_div; i=i+2)
          if (n2%i==0) break ;
     if (i > max_div)
        n2_is_prime=true ;
  }
if (n1_is_prime && n2_is_prime)
   if (n1 == n2 – 2 || n2 == n1 – 2)
        cout<<”n1 ed n2 sono due primi gemelli”<<endl ;
}
```

Considerazioni

- Quanto è leggibile il programma?
  - Non molto
- Come mai?
- Fondamentalmente perché c'è codice abbastanza lungo ripetuto due volte
- Quale sarebbe stato il livello di leggibilità se avessimo avuto a disposizione una funzione *is_prime()* a cui passavamo come argomento un numero e ci diceva se era primo?

Programma 2 Altra versione

```
main()
 {
   int n1, n2 ; cin>>n1>>n2 ;
   if (is_prime(n1) && is_prime(n2))
      if (n1 == n2 – 2 || n2 == n1 – 2)
           cout<<”n1 ed n2 sono due primi gemelli”<<endl ;
}
```

- Molto più breve, leggibile e facile da capire
- Non contiene codice duplicato
- Per arrivare a questo risultato dobbiamo imparare a definire ed utilizzare le funzioni ...

Indice Lezioni Linguaggio C/C++

√ Tipi di dato primitivi (focus su **int**)

√ Dichiarazioni e Definizioni

√ Espressioni

√ Istruzioni

- **Funzioni**

Concetto di funzione

- **L'astrazione di *funzione* è presente in tutti i linguaggi di programmazione di alto livello**
- Una **funzione** è un *componente software* che rispecchia l'astrazione matematica di funzione:

$$f : A \times B \times ... \times Q \rightarrow S$$

  - **molti ingressi possibili** (corrispondenti ai valori su cui operare)
  - **una sola uscita** (corrispondente al risultato o valore di ritorno)

- Per calcolare il valore di ritorno della funzione dovranno essere eseguite una serie di istruzioni
  - In C/C++ tali istruzioni sono specificate mediante un blocco, a cui ci si riferisce tipicamente come il **corpo della funzione**

Procedura

- Altri linguaggi (**ma non il C/C++!**) introducono anche l'astrazione di **procedura,** che cattura la sola astrazione dell'esecuzione di un insieme di azioni, senza ritornare risultati
- Comunque, come vedremo **è IMMEDIATO DA EMULARE IN C/C++** mediante funzioni dal valore di ritorno **vuoto**

I tre elementi fondamentali per comprendere le funzioni

- Definizione e dichiarazione della funzione
- Uso della funzione (chiamata)
- Esecuzione della funzione (record di attivazione)
  - Si vedrà in seguito

Definizione di funzione

- Una definizione di funzione è costituita da una *intestazione* e da un *corpo,* definito mediante un *blocco*

Esempi di intestazioni

int **fattoriale** **(int n)**

Tipo risultato — Nome della funzione — Lista dei parametri formali

int **somma3** **(int x, int y, int z)**

Tipo risultato — Nome della funzione — Lista dei parametri formali

void **stampa_n_volte** **(int n)**

Tipo risultato — Nome della funzione — Lista dei parametri formali

void **stampa_2_volte** **(void)**

Tipo risultato — Nome della funzione — Lista dei parametri formali vuota (*void* può essere omesso).
LE PARENTESI SERVONO SEMPRE

Sintassi definizione di funzione

- **Come già detto, una definizione di funzione è costituita da una *intestazione* e da un *corpo,* definito mediante un *blocco***

  <def-funzione> ::= <intestazione-funzione> <blocco>

  <intestazione-funzione> ::=
  <nomeTipo> <nomeFunzione> (<lista-parametri>)

  <lista-parametri> ::=
  void | <def-parametro> { , <def-parametro> }

  <def-parametro> ::= <nomeTipo> <identificatore>

Definizione di funzione (*cont.*)

L'intestazione specifica nell'ordine:

- **Tipo del risultato** (**void** se non c'è risultato); corrisponde alla *procedura* di altri linguaggi
- **Nome della funzione**
- Lista dei **parametri formali** (***in ingresso***)
  - **void** se la lista è vuota (non ci sono parametri)
    - o in questo caso può anche essere omessa la lista stessa
  - una sequenza di definizioni di parametri, se la lista non è vuota

Definizione di funzione (*cont.*)

Il corpo della funzione è costituito da un blocco:

- Delimitato da parentesi graffe **{ }**
- Dichiarazione/definizione di variabili **locali** al blocco di funzione
- Lista di istruzioni

I tre elementi fondamentali per comprendere le funzioni

- Definizione e dichiarazione della funzione
- Uso della funzione (chiamata)
- Esecuzione della funzione (record di attivazione)

Chiamata di funzione

- Una chiamata di funzione è costituita dal nome della funzione e dalla lista dei parametri attuali tra parentesi tonde:

  <chiam-funzione> ::=

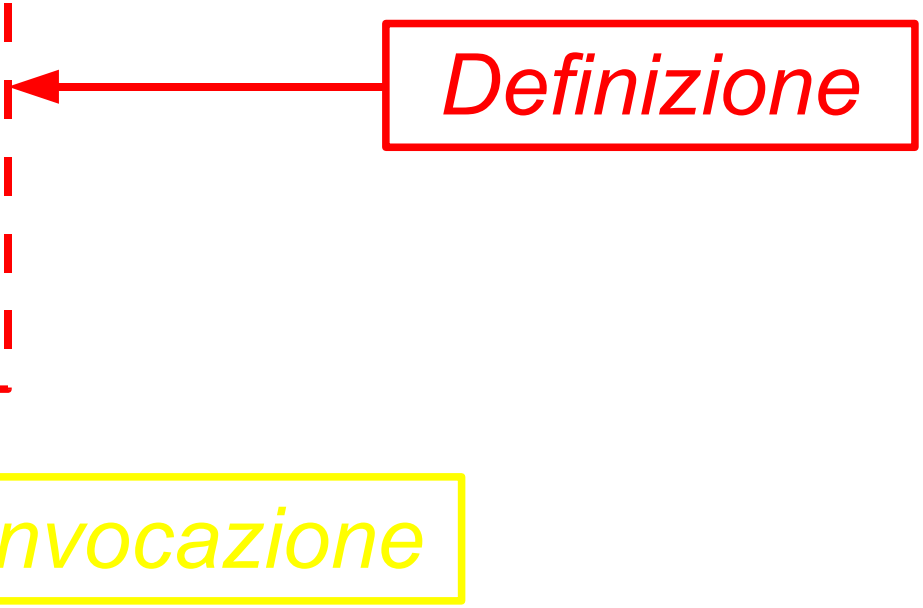
  <nomeFunzione> (<lista-parametri-attuali>)

- La chiamata di una funzione è una espressione
- Un parametro attuale è una espressione il cui risultato è il valore da assegnare al parametro formale che si trova in quella posizione
  - Ci torneremo sopra a breve

Esempio

```
void fun(int a)
{
    cout<<a<<endl ;
}

int main()
{
  fun(3) ;
}
```



Proviamo ...

- ... a scrivere, compilare ed eseguire un programma in cui
  - Si definisce una funzione di nome *fun*, che
    - non prende alcun parametro in ingresso
    - non ritorna alcun valore
    - Stampa sullo schermo un messaggio
  - Si invoca tale funzione all'interno della funzione *main* e si esce

Soluzione

```
void fun()
{
    cout<<"Saluti dalla funzione fun"<<endl ;
}

main()
{
    fun() ;
}
```

Lista dei parametri formali e attuali

- **Lista parametri formali: argomenti dichiarati nella definizione di funzione**

  →Devono essere **variabili** o **costanti con nome**

- **Lista parametri attuali: argomenti inseriti al momento della chiamata di funzione**

  →**Espressioni separate da virgole, ove ciascuna espressione può essere una**:

  - *costante*
  - *variabile*
  - *espressione aritmetica o logica*
  - …

Dinamica parametri formali e attuali

- **La corrispondenza tra parametri formali e attuali è posizionale, con in più il controllo di tipo**. Si presume che la lista dei parametri formali e la lista dei parametri attuali abbiano lo stesso numero e tipo di elementi (l'uso della conversione di tipo si vedrà in seguito)

- **La corrispondenza tra i nomi dei parametri attuali e formali non ha nessuna importanza**. Gli eventuali nomi di variabili passate come parametri attuali possono essere gli stessi o diversi. Conta solo la posizione all'interno della chiamata

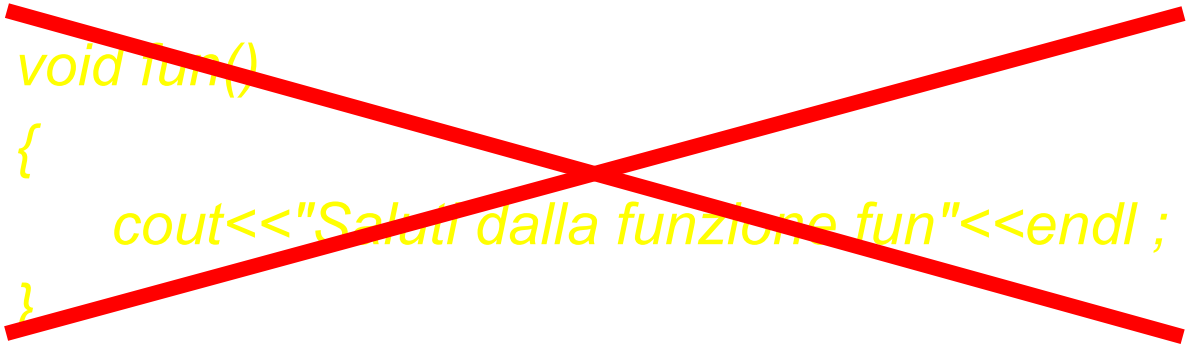
- Non appena parte l'esecuzione di una funzione, ciascuno dei parametri formali viene **definito** (**come variabile locale alla funzione**) ed **inizializzato** al valore del corrispondente parametro attuale

Collocazione definizioni di funzione

Una funzione non può essere definita all'interno di un'altra funzione

```
int main()
{
    void fun()
    {
        cout<<"Saluti dalla funzione fun"<<endl ;
    }

    fun() ;
    return 0 ;
}
```



Ancora sui parametri formali 1/2

Un parametro formale non è altro che una variabile locale alla funzione

Definizioni (quasi) equivalenti di una variabile locale i

```
void fun(int i)
{
    i++ ;
    cout<<i ;
}
```

Istruzione legale

```
void fun()
{
    int i ;
    i++ ;
    cout<<i ;
}
```

Ancora sui parametri formali 2/2

Unica differenza (ma molto importante)

i è inizializzata col valore del parametro attuale

```
void fun(int i)
{
        i++ ;
        cout<<i ;
}
```

```
void fun()
{
        int i ;
        i++ ;
        cout<<i ;
}
```

i ha un valore iniziale casuale

Istruzione *return* 1/2

- Viene usata per far terminare l'esecuzione della funzione e far proseguire il programma dall'istruzione successiva a quella con cui la funzione è stata invocata, ossia per *restituire il controllo alla funzione chiamante,* e, se la funzione ha tipo di ritorno diverso da *void, restituire il valore calcolato dalla funzione,* ossia il risultato della funzione
- Sintassi nel caso di funzioni con tipo di ritorno diverso da void:
  return (<espressione>) ;
  oppure semplicemente
  return <espressione> ;

  <espressione> deve essere del **tipo di ritorno** specificato nell'intestazione della funzione
- Sintassi nel caso di funzioni con tipo di ritorno *void*:
  return ;

Istruzione *return* 2/2

- Eventuali istruzioni della funzione successive all'esecuzione del ***return*** non saranno eseguite!
- Nel caso della funzione *main* l'esecuzione dell'istruzione ***return*** fa uscire dall'intero programma
- Una funzione con tipo di ritorno *void* può terminare o quando viene eseguita l'istruzione *return* o quando l'esecuzione giunge in fondo alla funzione
- Al contrario, una funzione con tipo di ritorno diverso da *void* deve sempre terminare con una istruzione *return*, perché bisogna specificare il valore di ritorno

I tre elementi fondamentali per comprendere le funzioni

- Definizione e dichiarazione della funzione
- Uso della funzione (chiamata)
- Esecuzione della funzione (record di attivazione)

Esecuzione di istruzioni e valore di ritorno

- **La chiamata di una funzione è una espressione**
- **Due casi:**
  - **Funzioni *void*:** la chiamata di funzione va considerata solamente come l'invocazione di un insieme di istruzioni (procedura)
  - **Funzioni che ritornano un valore:** la chiamata di funzione va considerata come un'espressione il cui valore di ritorno (calcolato eseguendo le istruzioni della funzione) è di tipo uguale al tipo di ritorno della funzione, e può essere utilizzato come fattore all'interno di espressioni composte

    Esempio:
    Supponendo che *fun()* ritorni un valore di tipo *int*:
    ```
    int b = fun(a) + 1 ;
    ```

Esercizi

- *funz_max.cc*
- *funz_fattoriale.cc*

Anatomia funzione fattoriale

```
int fattoriale (int n)
{
    int fatt;

    if (n==0) return 1;

    for (int i=1; i<=n; i++)
        fatt = fatt*i;

    return fatt;
}
```

int — Tipo ritorno

fattoriale — Nome della funzione

(int n) — Lista dei parametri formali

INTESTAZIONE

Definizioni locali alla funzione

Restituzione del valore

Restituzione del valore

CORPO

Progetto di una funzione

- **Scegliere un nome significativo per la funzione**

- **La funzione deve ricevere qualche dato dalla funzione chiamante?**

  Se sì, elencare ed identificare tutti i tipi di dato da passare alla funzione (questa è chiamata la **lista dei parametri** o la **lista degli argomenti**).

  Se no, la lista dei parametri è **void**

- **La funzione deve restituire un dato dalla funzione chiamante?**

  Se sì, identificare il tipo di dato → corrisponderà al tipo di ritorno della funzione

  Se no, il tipo della funzione è **void**

Dichiarazione della funzione

- Nel linguaggio C/C++ si possono utilizzare solo oggetti precedentemente dichiarati
- Questo vale anche per le funzioni, che quindi possono essere invocate solo dopo essere state precedentemente dichiarate
  - Finora abbiamo visto solo definizioni di funzione
  - Sono in effetti un caso di dichiarazione: quello in cui si definisce anche il corpo della funzione stessa
    - Comportano l'allocazione di spazio in memoria per le variabili e le istruzioni
- Ci sono diverse situazioni in cui è utile o necessario utilizzare una funzione definita altrove o successivamente
- Ad esempio, nel caso di ...

Chiamate incrociate

```
void fun1()
{
    cout<<"fun1"<<endl ;
    fun2();
}

void fun2()
{
    cout<<"fun2"<<endl ;
    fun1();
}
```

- *Ancora non è stata dichiarata!*
- *Invertire l'ordine di definizione delle funzioni non risolverebbe il problema ...*

Dichiarazione della funzione

- Una **dichiarazione** (senza definizione) o **prototipo** è costituita dalla sola intestazione di una funzione seguita da **;**

<dich-funzione> ::= <intestazione-funzione> ;

<intestazione-funzione> ::=
<nomeTipo> <nomeFunzione> (<lista-parametri>)

<lista-parametri> ::=
void | <dich-parametro> { , <dich-parametro> }

<dich-parametro> ::= <nomeTipo> [<identificatore>]

Opzionale !

Soluzione chiamate incrociate ...

```
void fun2() ;

void fun1()
{
    cout<<”fun1”<<endl ;
    fun2();
}

void fun2()
{
    cout<<”fun2”<<endl ;
    fun1();
}
```

Altri esempi di prototipi

```
int  fattoriale (int);   /* della funzione precedente */
…
int  fattoriale   (int n)
  {
    int i, fatt=1;
    for (i=1; i<=n; i++)
          fatt = fatt*i;
    return(fatt);
  }
```

```
int  max (int, int, int) ;   /* calcola il max di 3 int */
```

Prototipi e definizioni

- Il prototipo:
  - è un puro “avviso ai naviganti”
  - ***non produce alcun byte di codice***
  - quindi, se lo si ripete non succede niente di male (basta che non ci siano due dichiarazioni in contraddizione)
  - può comparire anche dentro un'altra funzione

- La definizione, invece:
  - ***contiene il vero codice della funzione***
  - **non può essere duplicata!!**
    (altrimenti ci sarebbero due codici per la stessa funzione)
  - il nome dei parametri formali, *non necessario* in un *prototipo*, è più importante in una *definizione*

QUINDI: il prototipo di una funzione può comparire più volte, ma la funzione deve essere *definita* una sola volta.

I tre elementi fondamentali per comprendere le funzioni

- Definizione e dichiarazione della funzione
- Uso della funzione (chiamata)
- Esecuzione della funzione (record di attivazione)

Esempio: programma (errato)

Esempio: programma (corretto) 1/2

Esempio: programma (corretto) 2/2

Tipo dei parametri
Ad esempio, scrivere
int max(int a, int c) ;
sarebbe stato equivalente

Parametri attuali
(*espressioni*)

Parametri formali
(*variabili*)

Esercizio 1 (*Specifica*)

- **Scrivere una funzione che verifichi se un numero naturale fornito dal *main()* è primo**
- **La funzione deve restituire *false* se il numero non è primo, *true* se il numero è primo**
- **E' proprio la funzione che ci serve per completare il programma che abbiamo usato per introdurre l'utilità delle funzioni all'inizio di questa presentazione**

Esercizio 1 (*Programma*)

```
bool isPrime(int n)
 {
   int max_div ;

   if (n>=1 && n<=3) return true;     /* 1,2,3 → sì */

   if (n%2==0) return false;          /* no perché numeri pari */

   max_div = static_cast<int>(sqrt(n)) ;
   for(int i=3; i<=max_div; i=i+2)
       if (n%i==0) return false;      /* no perché è stato trovato
                                         un divisore */
  return true;
 }
```

Istruzione vuota

- E' un semplice ;
- Non fa nulla
- Sintatticamente è trattata come una qualsiasi altra istruzione
- Esempio:

```
// ciclo che si ferma quando num è primo
for(int num = 10001 ; ! isPrime(num) ; num += 2)
      ; // non fa nulla
```

Esercizio 2 (*Specifica*)

- **Scrivere una funzione radice che calcoli la radice quadrata (intera) di un valore naturale *N*.**

Esercizio 2 (*Idea e Algoritmo*)

int **radice**(int n);

< restituisce il massimo intero **x** tale che **x*x ≤ n** >

- Considera un naturale dopo l'altro a partire da 1 e calcolane il quadrato
- Fermati appena tale quadrato supera ***n***
- Il risultato corrisponde al valore dell'ultimo numero tale per cui vale la relazione: **x*x ≤ n**

Esercizio 2 (*Programma*)

```
int radice_intera(int n)
  {
    int radice;
    for (int i=1; i <= n;  i++)
          if (i*i>n) radice=i-1;
    return radice;
  }
```

Esercizio 2 (*Programma –versione OK*)

```
int radice_intera(int n)
  {
    int i, radice=1;
    for (i=1; i*i <= n;  i++)
          ;          // istruzione vuota
    radice=i-1;
    return radice;
  }
```

Nota sul passaggio dei parametri in C/C++

Passaggio dei parametri

- Per “passaggio dei parametri” si intende l’associazione fra parametri attuali e parametri formali che avviene al momento della chiamata di una funzione

- ***L'unico meccanismo adottato in C, è il PASSAGGIO PER VALORE***

- Come vedremo, in C++ disponiamo anche del passaggio per **riferimento**

Passaggio dei parametri per valore

Le locazioni di memoria corrispondenti ai parametri formali:

- Sono allocate al momento della chiamata della funzione
- Sono inizializzate con i valori dei corrispondenti parametri attuali trasmessi dalla funzione chiamante
- Vivono per tutto il tempo in cui la funzione è in esecuzione
- Sono deallocate quando la funzione termina

QUINDI

- La funzione chiamata riceve copia dei valori dei parametri attuali passati dalla funzione chiamante
- Tali copie sono *sue copie private che servono solo per inizializzare i parametri formali*
- Ogni modifica ai parametri formali è *strettamente locale* alla funzione
- **I parametri attuali della funzione chiamante non saranno mai modificati!**

Esempio

- **Prototipo di funzione**

```
double CalcDistance (int, int, int, int);
```

- **Definizione di funzione**

```
double CalcDistance (int px1, int py1, int px2, int py2)
{
    px1 = pow (px1 - px2, 2);
    py2 = pow (py1 - py2, 2);
    return sqrt(px1 + py2) ;
}
```

- **Chiamata di funzione**

```
int a= 9, b= 5, c=4, d=12; double dist;
cout<<a<<b<<c<<d<<endl;
dist = CalcDistance (a, b, c, d);
cout<<a<<b<<c<<d<<dist<<endl;
```

Il collegamento tra parametri formali e parametri attuali si ha solo al momento della chiamata. Sebbene *px1 e py2* vengano modificati all'interno della funzione, i valori dei corrispondenti parametri attuali (*a, d*) rimangono inalterati. Quindi gli stessi valori di *a* e *d* sono stampati prima e dopo

Esempio 2

```
int  fattoriale   (int n)
  {
    int fatt=1;              // con variabile ausiliaria i
    for (int i=1; i<=n; i++)
          fatt = fatt*i;
    return fatt;
  }

main()  {
  int risultato, n = 4 ;
  risultato = fattoriale(n);
  cout<<"fattoriale("<<n<<") = "<<risultato<<endl ;
  }
```

Stampa

```
fattoriale(4) = 24
```

Esercizio

- Provare a realizzare il calcolo del fattoriale mediante una funzione senza utilizzare la precedente variabile ausiliaria

Esempio 2bis

```
int  fattoriale   (int n)
  {
    if (n == 0) return 1;
    int fatt = n;                    // senza variabile ausiliaria i
    for (n--; n > 0; n--)
          fatt = fatt*n;
    return(fatt);
  }

main()  {
  int risultato, n = 4 ;
  risultato = fattoriale(n);
  cout<<"fattoriale("<<n<<") = "<<risultato<<endl ;
  }
```

Anche se il parametro formale **n** viene modificato, la variabile **n** definita nel main *non viene alterata!* E' il suo valore (4) che viene passato alla funzione.

Stampa

```
fattoriale(4) = 24
```

Commenti al passaggio per valore

- E' sicuro: le variabili del chiamante e del chiamato sono *completamente disaccoppiate*
- Consente di ragionare per componenti e servizi: *la struttura interna dei singoli componenti è* ***irrilevante***

  (la funzione può anche modificare i parametri ricevuti senza che ciò abbia impatto sul chiamante)

- **LIMITI**
  - ***impedisce a priori*** **di scrivere funzioni che abbiano come scopo proprio quello di *modificare* i dati passati dall'ambiente chiamante**
  - **come vedremo può essere costoso per dati di grosse dimensioni**

Domanda

- Se un parametro formale è dichiarato di tipo *const*, lo si può poi modificare all'interno della funzione?

- Esempio:

```
int fun(const int j)
{
      j++ ;
}
```

Risposta

- Ovviamente no
- Il parametro è inizializzato all'atto della chiamata della funzione, e da quel momento non potrà più essere modificato
- Quindi:

```
int fun(const int j)
{
    j++ ; // ERRATO !! NON VERRA' COMPILATO
}
```

Nota 1/2

- Abbiamo visto la modifica di un parametro formale variabile all'intero di una funzione solo per capire che la cosa si può fare, e che tale parametro è perfettamente equivalente ad una variabile locale
- Tuttavia, è fondamentale avere presente che
  - In generale è una **cattiva abitudine** modificare i parametri formali per utilizzarli come variabili ausiliarie
    - Poca leggibilità
    - Rischioso nel caso di parametri passati per riferimento (che vedremo nelle prossime lezioni)

Nota 2/2

- L'unico caso in cui è necessario ed appropriato modificare i parametri formali è quando tali parametri sono intesi come **parametri di uscita**, ossia parametri in cui devono essere memorizzati valori che saranno poi utilizzati da chi ha invocato la funzione
- Questo non può però accadere nel caso di passaggio per valore, perché i parametri formali sono oggetti locali alla funzione, e saranno quindi eliminati alla terminazione della funzione stessa
- Vedremo invece più avanti come implementare i parametri di uscita mediante il passaggio per riferimento

Nota conclusiva sui vantaggi delle funzioni

- Testo del programma *suddiviso in unità significative*
- Testo di ogni unità *più breve*
  - *minore probabilità di errori*
  - *migliore verificabilità*
- Riutilizzo di codice
- Migliore leggibilità
- Supporto allo sviluppo top-down del software
  - Si può progettare prima quello che c'è da fare in generale, e poi si può realizzare ogni singola parte