UNIVERSITÀ
DI TRENTO

Dipartimento di Ingegneria e
Scienza dell'Informazione
DISI - Trento

Programmazione 1

10 - Esercitazione

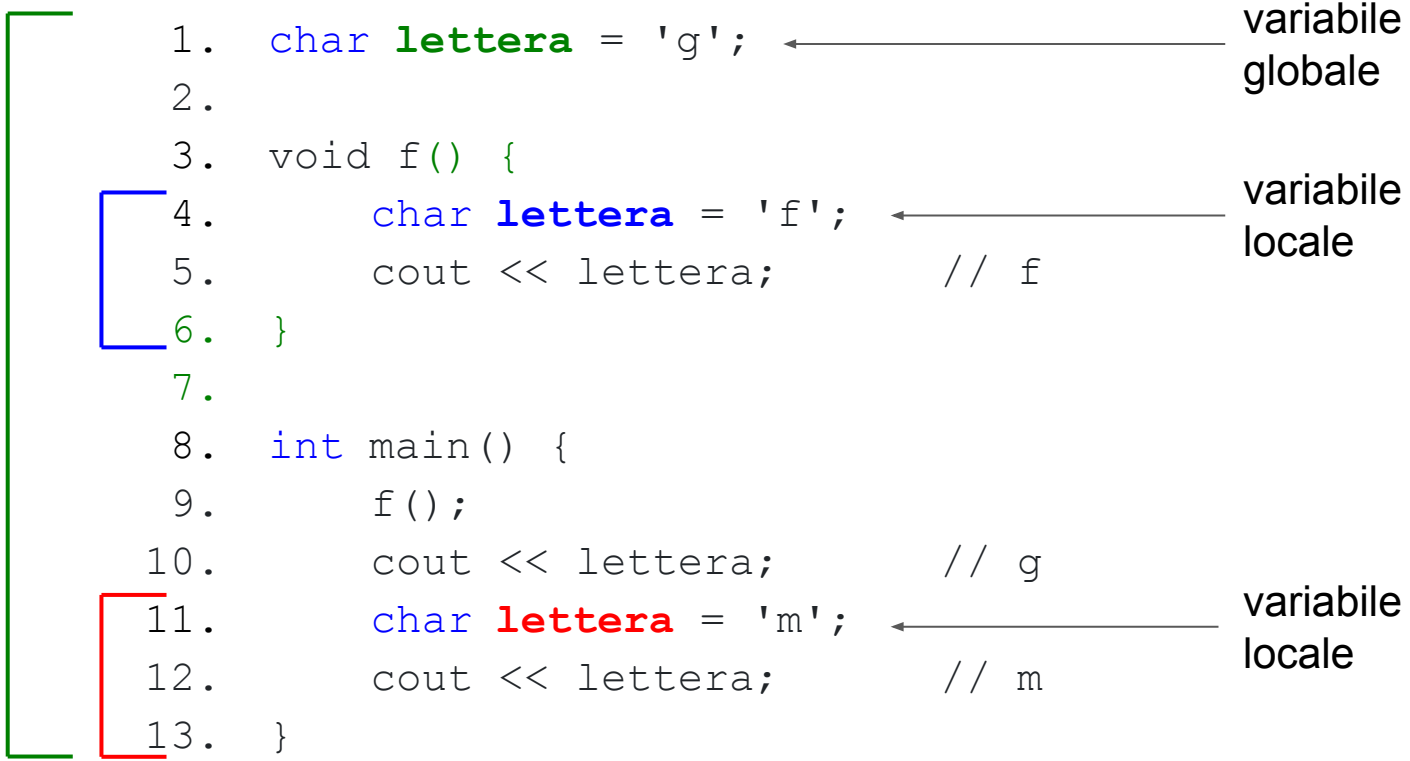
Giovanni De Toni
giovanni.detoni@unitn.it

Attenzione

La presente esercitazione verrà trasmessa via Zoom. Essa verrà anche registrata e successivamente messa a disposizione degli studenti dell'Università degli Studi di Trento. Per gli utenti connessi attraverso Zoom, in caso non desideriate per qualunque motivo essere registrati, siete pregati di effettuare la disconnessione ora. La lezione sarà comunque visionabile in modo asincrono.

Anno Accademico 2021/2022

Nelle puntate precedenti



Nelle puntate precedenti

- **Per valore**
  copia il valore del parametro attuale ← eventuali modifiche non si riflettono sul parametro attuale
- **Per riferimento**
  il parametro è un riferimento (`&`) al parametro attuale
- **Per puntatore**
  il parametro è l'indirizzo del parametro attuale ← passaggio per valore del puntatore, ma ovviamente si può modificare la variabile puntata

Nelle puntate precedenti

Overloading è dare lo stesso nome a funzioni con diverso numero, ordine **o** tipo di parametri formali

```
int max(int numero1, int numero2);
int max(int numero1, int numero2, int numero3);
int max(char carattere1, char carattere2);
...
```

Nelle puntate precedenti

Usati per fornire parametri opzionali con valori di default

```
int max(int n1, int n2, int n3=0, int n4=0, int n5=0);

int main() {
    cout << max(1,2,3);     // 3
}

int max(int n1, int n2, int n3, int n4, int n5) {
    ...
}
```

00 - Funzioni che Ritornano un Riferimento

```
int& max(int& x, int& y) {
    return (x > y ? x : y);
}

int main() {
    int n1=44, n2=22;
    max(n1, n2) = 55;
}
```

00 - Ricorsione

```
int fib(int n) {
    int returnValue;
    if (n == 1 || n == 0){
        returnValue = 1;
    }
    else {
        returnValue = fib(n-1) + fib(n-2);
    }
    return returnValue;
}
```

00 - Ricorsione

```
int fib(int n) {
    int returnValue;
    if (n == 1 || n == 0){
        returnValue = 1;
    }
    else {
        returnValue = fib(n-1) + fib(n-2);
    }
    return returnValue;
}
```

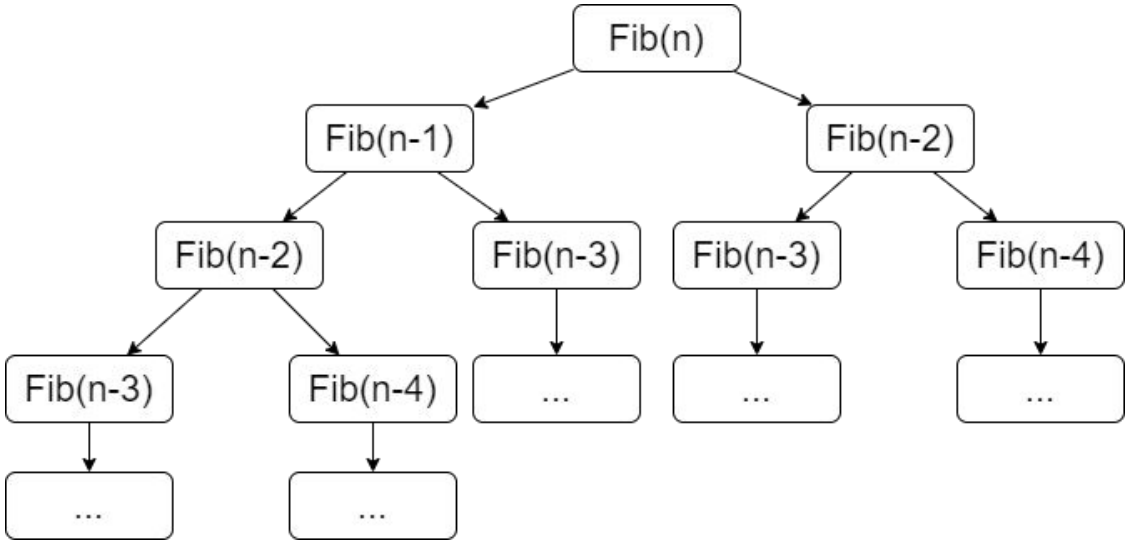
1. condizione di terminazione (spesso chiamato “caso base”)

00 - Ricorsione

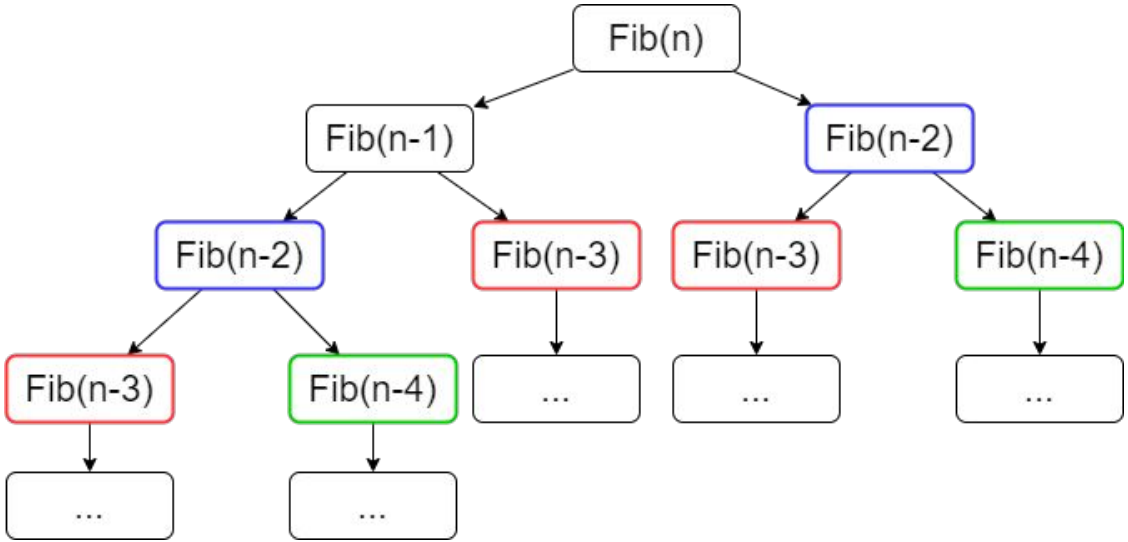
```
int fib(int n) {
    int returnValue;
    if (n == 1 || n == 0){
        returnValue = 1;
    }
    else {
        returnValue = fib(n-1) + fib(n-2);
    }
    return returnValue;
}
```

2. chiamate ricorsive

00 - Ricorsione



00 - Ricorsione

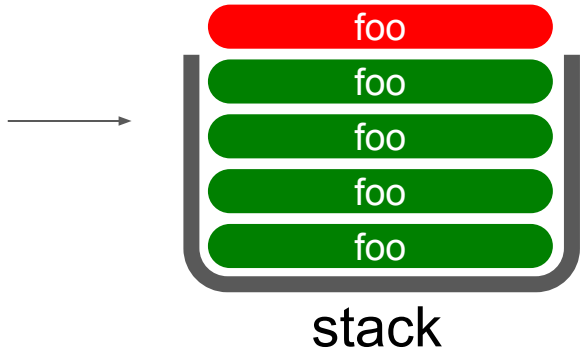


“Insidie” Computazionali

00 - Stack Overflow

```
int foo() {
    return foo();
}

int main() {
    return foo();
}
```



Segmentation fault
(core dumped)

00 - Algoritmi Ricorsivi

Alcuni algoritmi ricorsivi:

- Ricerca binaria
- Massimo comune divisore
- MergeSort
- Algoritmo di Strassen per la moltiplicazione
- ...

00 - Funzione tail-recursive

Una funzione è **tail-recursive** se la chiamata ricorsiva è ultima istruzione.

Funzioni tail-recursive possono *facilmente* essere trasformate in iterative

```
int mul(int n, int cont, int value = 0) {
    if (cont == 0) {
        return value;
    }
    return mul(n, cont - 1, value + n);
}
```

00 - Funzioni Mutuamente Ricorsive

```
bool even(int n) {
    bool isEven;
    if (n == 0){
        isEven = true;
    }
    else {
        isEven = odd(n-1);
    }
    return isEven;
}
```

```
bool odd(int n) {
    bool isOdd;
    if (n == 0){
        isOdd = false;
    }
    else {
        isOdd = even(n-1);
    }
    return isOdd;
}
```

00 - Funzioni Mutuamente Ricorsive

```
bool even(int n) {
    bool isEven;
    if (n == 0){
        isEven = true;
    }
    else {
        isEven = odd(n-1);
    }
    return isEven;
}
```

condizione di terminazione

```
bool odd(int n) {
    bool isOdd;
    if (n == 0){
        isOdd = false;
    }
    else {
        isOdd = even(n-1);
    }
    return isOdd;
}
```

00 - Funzioni Mutuamente Ricorsive

```
bool even(int n) {
    bool isEven;
    if (n == 0){
        isEven = true;
    }
    else {
        isEven = odd(n-1);
    }
    return isEven;
}
```

chiamate ricorsive

```
bool odd(int n) {
    bool isOdd;
    if (n == 0){
        isOdd = false;
    }
    else {
        isOdd = even(n-1);
    }
    return isOdd;
}
```

01 - Fattoriale

Scrivere un programma che calcoli il fattoriale di un intero positivo tramite funzione ricorsiva.

$$n! := \prod_{k=1}^{n} k = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdots (n-1) \cdot n$$

02 - Divisione

Scrivere un programma che calcoli la divisione di un intero tramite funzione ricorsiva.

03 - Stampa Binario

Scrivere un programma che prenda in input un numero e ne stampi a video la rappresentazione binaria tramite procedura ricorsiva.

```
345 => 101011001
```

04 - Somma delle cifre

Scrivere una funzione ricorsiva che, dato in input un numero intero, ritorni la somma delle cifre che compongono il numero intero.

```
25 => 7
```

Esercizi Aggiuntivi

05 - Stampa caratteri

Scrivere un programma che prenda in input due caratteri e stampi a video tutti i caratteri compresi tramite procedura ricorsiva.

```
(a, g)=> "a,b,c,d,e,f,g"
```