Funzioni

Nicola Bicocchi

DIEF - UNIMORE

Le funzioni

- Un funzione è una sequenza di istruzioni che vengono attivate a seguito di una apposita chiamata
- Vantaggi:
  - favoriscono modularizzazione del codice
  - favoriscono il riuso del codice (librerie)
  - favoriscono lo sviluppo incrementale (creazione di interfacce che disaccoppiano parti di software)
  - favoriscono la leggibilità del codice
- Svantaggi:
  - Determinazione dell'indirizzo di rientro al codice chiamante
  - Scambio di informazioni fra funzioni e codice chiamante (passaggio di parametri)

Dichiarazione di funzioni

- Serve per segnalare al compilatore l'esistenza di una determinata funzione (e come invocarla) ma non specifica le istruzioni che compongono la funzione
- La *dichiarazione* di una funzione deve sempre precedere nel sorgente la prima invocazione della stessa. La *definizione*, invece, può essere presente in un qualunque punto del sorgente o in una libreria esterna
- La dichiarazione specifica il *prototipo* della funzione:
  - il tipo ritornato
  - il nome della funzione
  - l'elenco dei parametri (argomenti)
- In fase di dichiarazione è consentito omettere il nome dei parametri

```
1 int secondi(int h, int m, int s);
2 /* oppure */
3 int secondi(int, int, int);
```

Definizione di funzioni

Una definizione è costituita da due parti:

- la *dichiarazione della funzione*
- il *corpo della funzione*, racchiuso tra parentesi graffe e comprendente zero o più di queste componenti:
  - dichiarazioni e definizioni di variabili
  - istruzioni
  - istruzione return

```
1 /* esempio di definizione */
2 int secondi(int h, int m, int s) {
3     return (3600 * h + 60 * m + s);
4 }
```

Invocazione di funzioni

- L'*invocazione* di una funzione è l'operazione con la quale si richiama l'esecuzione della funzione
- Per richiamare una funzione si deve utilizzare il nome della funzione seguita dagli argomenti racchiusi da parentesi tonde e separati da virgole
- Un'invocazione di funzione trasferisce il controllo alla prima istruzione della funzione stessa
- Una funzione termina quando: (a) viene eseguita l'istruzione *return*, oppure (b) viene eseguita l'ultima istruzione

```
1  int secondi(int h, int m, int s) {
2      return (3600 * h + 60 * m + s);
3  }
4
5  int main() {
6      int h=1, m=1, s=1, totale_secondi;
7      totale_secondi = secondi(h,m,s);
8      printf("Totale secondi: %d\n", totale_secondi);
9  }
```

Tipo void

- L'uso del tipo *void* nelle funzioni identifica *tipi nulli*
- Se usato come tipo di ritorno, la funziona non restituisce alcun valore
- Se usato come parametro di input, la funzione non accetta nessun parametro

```c
void say_hi(void) {
    printf("Hi!\n");
}

int main() {
    say_hi():
    return 0;
}
```

Parametri di input

- È obbligatorio indicare il tipo delle variabili. Se non ci sono variabili, si usa il tipo speciale *void*
- Non è possibile indicare parametri facoltativi
- È possibile indicare funzioni con numero di parametri variabile, (vedi *printf*)
- Il passaggio dei parametri avviene *sempre per copia (per valore)*

```c
void try_modification(int value) {
    // solo la copia ricevuta dalla funzione viene modificata
    value = 0;
}

int main(){
    int a=5;
    try_modification(a);
    printf("a = %d\n", a);
    return 0;
}
```

Visibilità e tempo di vita delle variabili locali

- Le variabili che abbiamo utilizzato fin'ora sono *variabili locali*, visibili solo all'interno della funzione
- Le funzioni invocate *non hanno accesso* alle variabili di livello superiore!
- La gestione della memoria delle variabili locali è *automatica*
  - Le variabili vengono allocate al momento dell'invocazione della funzione
  - Le variabili vengono de-allocate al momento del ritorno della funzione
- Ad ogni invocazione, le variabili della funzione non dipendono dalle esecuzioni precedenti!

Variabili globali

- Il C supporta anche *variabili globali*, visibili sempre e da tutte le funzioni
- *Preferibile limitare utilizzo di variabili globali, oppure utilizzarle come costanti*

```c
#include<stdio.h>

int a;
/* const int a; -> errore! */

void try_modification(void){
    a = 10;
}

int main(){
    a=5;
    try_modification();
    printf("a=%d\n", a);
}
```

Variabili locali static

- Una variabile locale è detta *static* se il suo tempo di vita corrisponde a quelllo del processo
- E' possibile utilizzare variabili static per avere funzioni che mantengono uno stato fra diverse invocazioni

```c
void counter() {
    static int count=0;

    count++;
    printf("count=%d\n", count);
}

int main(){
    counter();
    counter();

    return 0;
}
```

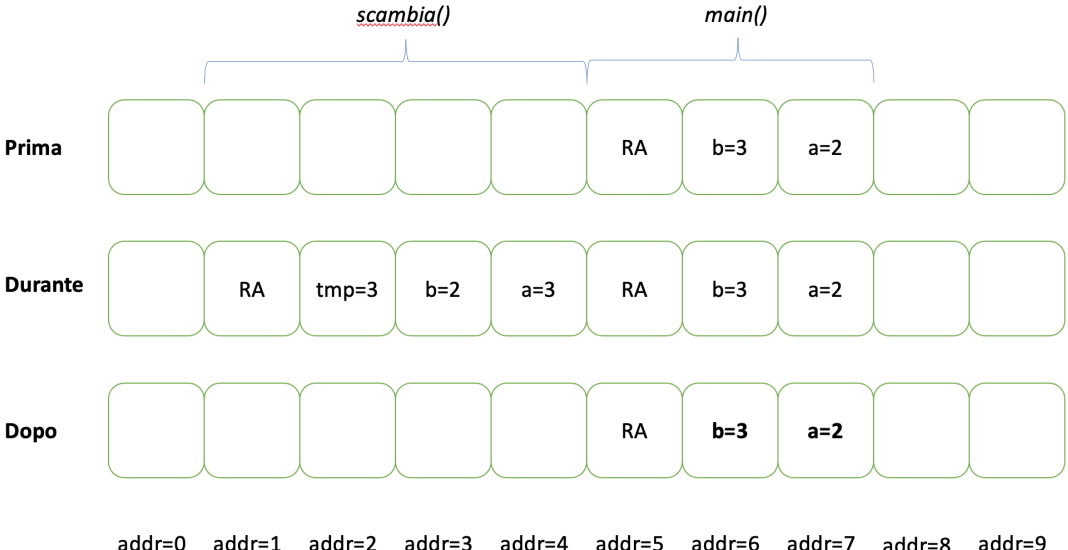
Passaggio per valore (copia)

- Secondo la modalità del passaggio per valore *ogni funzione ha una propria zona di memoria per memorizzare i dati* (messa a disposizione solo al momento dell'effettivo utilizzo e rilasciata quando non è più necessaria)
- Al momento dell'uso della funzione *i parametri sono copiati*, quindi non vi è un accesso diretto ai valori del codice chiamante

```c
void scambia(int a, int b) {
    int tmp = a;
    a = b;
    b = tmp;
}

int main() {
    int a = 2, b = 3;
    scambia(b, a);
    printf("a=%d b=%d\n", a, b);
}
```

Passaggio per valore (copia)



Passaggio per riferimento (copia del riferimento)

- Permette alla funzione chiamata di modificare il valore della variabile passata dal chiamante
- Evita la copia di variabili voluminose
- Contente alla funzione chiamata di ritornare più di un valore di ritorno
- Il passaggio per riferimento *implica il passaggio per valore di un puntatore alla variabile*

```c
void scambia(int *a, int *b) {
    int tmp = *a;
    *a = *b;
    *b = tmp;
}

int main() {
    int a = 2, b = 3;
    scambia(&b, &a);
    printf("a=%d b=%d\n", a, b);
}
```

Passaggio per riferimento (copia del riferimento)

Passaggio di puntatori const

- Talvolta è necessario passare alla funzione variabili di grandi dimensioni (array, matrici)
- Per evitare la copia della variabile si usa un puntatore alla variabile. Tuttavia, questa possibilità si scontra con il fatto che, tramite il puntatore, la funzione può modificare i dati del chiamante
- Questo può determinare che un errore di implementazione nella funzione propaghi esiti non voluti. Il problema è risolvibile attraverso *puntatori definiti costanti*

```
1  void scambia(const int *a, const int *b) {
2      int tmp = *a;
3      *a = *b;        // errori di compilazione!
4      *b = tmp;       // errori di compilazione!
5  }
6
7  int main() {
8      int a = 2, b = 3;
9      scambia(&b, &a);
10     printf("a=%d b=%d\n", a, b);
11 }
```

Vettori di puntatori (a carattere)

- Gli elementi di un vettore possono essere di qualunque tipo:
  - numeri interi, virgola mobile, caratteri, ma anche *puntatori*
  - ad esempio char **settimana[]* è un vettore che memorizza 7 puntatori a carattere
  - tipo in genere utilizzato per gestire gruppi di stringhe di caratteri

```
1  char *settimana[] = {
2      "lunedì",
3      "martedì",
4      "mercoledì",
5      "giovedì",
6      "venerdì",
7      "sabato",
8      "domenica"
9  };
10
11 printf("%s\n", settimana[0]); /* Output: lunedi */
```

Vettori di puntatori (a carattere)

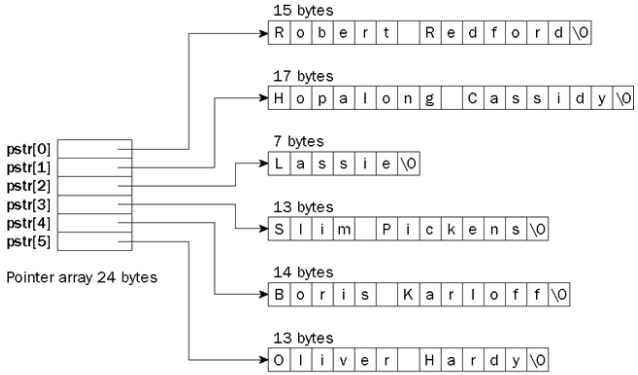


Figure 3: Puntatore a puntatore a carattere

Passaggio di parametri al programma principale

- E' possibile passare parametri *dalla shell* ad *un programma C* utilizzando parametri opzionali della funzione main()
- **argc** è un numero intero e rappresenta il numero dei parametri ricevuti (considerando anche il comando stesso)
- **argv** è un vettore di stringhe che rappresenta i parametri stessi (argv[0] è il comando stesso)

```c
int main(void) {

}
```

```c
int main(int argc, char *argv[]) {

}
```

Passaggio di parametri al programma principale

```c
int main(int argc, char *argv[]) {
    int i;

    for (i=0; i<argc; i++) {
        printf("[%d] %s\n", i, argv[i]);
    }
}
```

```
$ ./a.out ciao nicola bicocchi
[0] ./a.out
[1] ciao
[2] nicola
[3] bicocchi
```

Passaggio di parametri al programma principale

```c
int main(int argc, char *argv[]) {
    int a;
    double b;
    char c[128];

    if (argc != 4) {
        printf("usage: %s int double char[]\n", argv[0]);
        exit(1);
    }

    a = atoi(argv[1]);
    b = atof(argv[2]);
    strncpy(c, argv[3], sizeof(c));
    printf("%d %f %s\n", a, b, c);
}
```

Ricorsione

- Una funzione è definita in modo ricorsivo se è definita in termini di se stessa.
- Nella definizione ricorsiva di una funzione è possibile identificare *casi base* e *casi ricorsivi*:
- I casi base permettono di calcolare il valore della funzione, anche se solo nei casi più semplici
- I casi ricorsivi permettono di calcolare la funzione mediante altre valutazioni della funzione

```
1  n! = 1 x 2 x ... x (n-2) x (n-1) x n
2
3  n! = 1             (if n == 0) // caso base
4  n! = n x (n-1)!    (if n > 0)  // caso ricorsivo
```

Ricorsione (fattoriale)

```c
// implementazione fattoriale iterativa
int fatt(int n) {
    int fatt, i;
    for (i=1, fatt=1; i<=n; i++)
        fatt = fatt * i;
    return fatt;
}
```

```c
// implementazione fattoriale ricorsiva
int fatt_r(int n) {
    if (n == 0)
        return 1;
    return n * fatt_r(n - 1);
}
```

Ricorsione (fibonacci)

```c
// implementazione fibonacci iterativa
int fibonacci(int n) {
    int x = 0, y = 1, z = 0;
    for (int i = 0; i < n; i++) {
        z = x + y;
        x = y;
        y = z;
    }
    return z;
}
```

```c
// implementazione fibonacci ricorsiva
int fibbonacci_r(int n) {
    if (n == 0) return 0;
    if (n == 1) return 1;
    return (fibbonacci(n-1) + fibbonacci(n-2));
}
```