

FUNZIONI

Spesso può essere utile avere la possibilità di costruire “**nuove istruzioni**” che risolvano parti specifiche di un problema

Una *funzione* permette di

- dare un nome a una espressione
- rendere tale espressione parametrica

Esempi (pseudo-C):

```
float f(){ 2 + 3 * sin(0.75); }
float f1(int x) {
    2 + x * sin(0.75); }
```

1

FUNZIONI COME COMPONENTI SW

Una *funzione* è un **componente software** che cattura l'idea matematica di funzione

- molti possibili ingressi
(che non vengono modificati)
- una sola uscita (il risultato)

Una funzione

- riceve dati di ingresso in corrispondenza ai *parametri*
- ha come corpo una *espressione*, la cui valutazione fornisce un risultato
- denota un valore tramite il suo *nome*

2

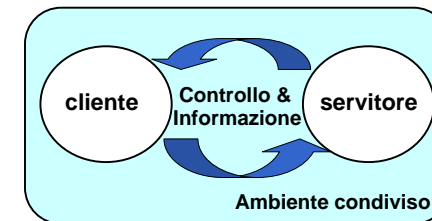
FUNZIONI COME COMPONENTI SW

Esempio

- se **x vale 1**
- e **f** è la funzione $f : R \rightarrow R$
 $f = 3 * x^2 + x - 3$
- allora **f(x)** denota il valore **1**

3

MODELLO CLIENTE/SERVITORE



Servitore:

- un qualunque ente computazionale capace di **nascondere la propria organizzazione interna**
- **presentando ai clienti una precisa interfaccia** per lo scambio di informazioni

Cliente:

- qualunque ente in grado di **invocare uno o più servitori** per svolgere il proprio compito

4

FUNZIONI COME SERVITORI

- Una funzione è un servitore
 - *passivo*
 - che serve *un cliente per volta*
 - che *può trasformarsi in cliente invocando altre funzioni o se stessa*
- Una funzione è un *servitore dotato di nome* che incapsula le istruzioni che realizzano un certo *servizio*
- Il cliente chiede al servitore di svolgere il servizio
 - chiamando tale servitore (per nome)
 - *fornendogli le necessarie informazioni*
- Nel caso di una funzione, cliente e servitore comunicano mediante *l'interfaccia* della funzione

5

INTERFACCIA DI UNA FUNZIONE

- **L'interfaccia** (o firma o **signature** o prototipo) di una funzione comprende
 - **nome della funzione**
 - **lista dei parametri**
 - **tipo del valore da essa denotato**
- **Esplicita il contratto di servizio** fra cliente e servitore

Cliente e servitore comunicano quindi mediante

- i **parametri** trasmessi dal cliente al servitore all'atto della chiamata
- il **valore restituito** dal servitore al cliente

6

ESEMPIO

```
int max (int x, int y ){
    if (x>y) return x ;
    else return y;
}
```

- Il simbolo **max** denota il nome della funzione
- Le variabili intere **x** e **y** sono i parametri della funzione
- Il valore restituito è di tipo intero **int**

7

CHIAMATA di FUNZIONE

Il cliente passa informazioni al servitore mediante una serie di **parametri attuali**

- **Parametri formali:**
 - sono specificati nella **dichiarazione** del servitore
 - indicano **che cosa il servitore si aspetta dal cliente**
- **Parametri attuali:**
 - sono **trasmessi dal cliente** all'atto della chiamata
 - devono corrispondere ai **parametri formali in numero, posizione e tipo**

8

ESEMPIO

Parametri Formali

```
int max (int x, int y){  
    if (x>y) return x;  
    else return y;  
}
```

SERVITORE
definizione
della
funzione

```
main(){  
    int z = 8;  
    int m;  
    m = max(z, 4);  
}
```

CLIENTE
chiamata
della
funzione

Parametri Attuali

9

CHIAMATA di FUNZIONE

Legame tra parametri attuali e parametri formali:
effettuato *al momento della chiamata*,
in modo dinamico

Tale legame:

- vale **SOLO** per l'invocazione corrente
- vale **SOLO** per la durata della funzione

10

ESEMPIO

Parametri Formali

```
int max (int x, int y){  
    if (x>y) return x;  
    else return y;  
}
```

All'atto di questa
chiamata della
funzione si
effettua un legame
tra

x e z
y e 4

```
main(){  
    int z = 8;  
    int m1,m2;  
    m1 = max(z,4);  
    m2 = max(5,z);  
}
```

11

DEFINIZIONE DI FUNZIONE

```
<definizione-di-funzione> ::=  
<tipoValore> <nome>(<parametri-formali>)  
{  
    <corpo>  
}
```

La forma base è
return <espressione>;

<parametri-formali>

- o una lista vuota: **void**
- o una lista di variabili (separate da virgole) visibili solo entro il corpo della funzione

<tipoValore>

- deve coincidere con il tipo del valore restituito dalla funzione

12

DEFINIZIONE DI FUNZIONE

```
<definizione-di-funzione> ::=  
<tipoValore> <nome> (<parametri-formali>)  
{  
  <corpo> → La forma base è  
return <espressione>;  
}
```

- Nella parte **corpo** possono essere presenti definizioni e/o dichiarazioni locali (*parte dichiarazioni*) e un insieme di istruzioni (*parte istruzioni*)
- I dati riferiti nel corpo possono essere **costanti**, **variabili**, oppure **parametri formali**
- All'interno del corpo, i parametri formali vengono trattati come variabili

13

“VITA” di una FUNZIONE

- All'atto della chiamata, *l'esecuzione del cliente viene sospesa e il controllo passa al servitore*
- Il servitore “vive” solo per il tempo necessario a svolgere il servizio
- Al termine, il servitore libera le risorse eventualmente allocate e *l'esecuzione torna al cliente*

14

CHIAMATA DI FUNZIONE

La **chiamata di funzione** è un'**espressione** della forma

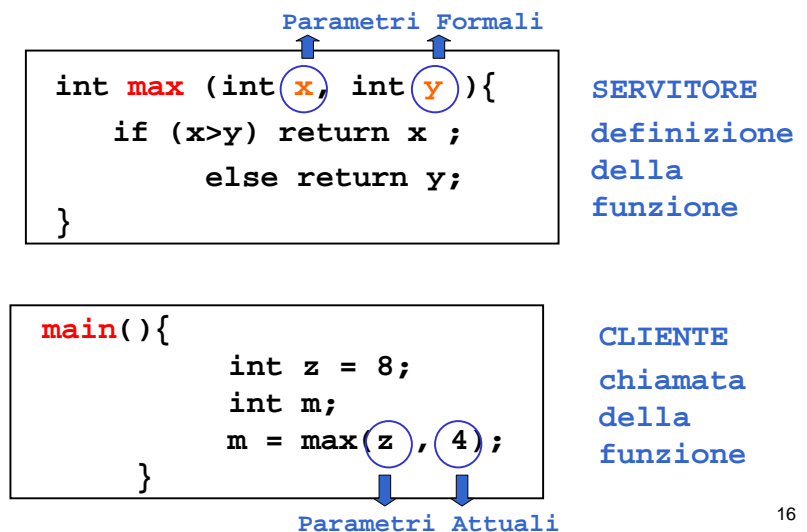
```
<nomefunzione> ( <parametri-attuali> )
```

dove:

```
<parametri-attuali> ::=  
[ <espressione> ] { , <espressione> }
```

15

ESEMPIO



16

RISULTATO DI UNA FUNZIONE

- L'istruzione `return` provoca la **restituzione del controllo** al cliente, **unitamente al valore** dell'espressione che la segue
- ATTENZIONE: eventuali istruzioni successive alla `return` **non saranno mai eseguite**

```
int max (int x, int y ){
    if (x>y) return x;
    else return y;
}
```

17

BINDING & ENVIRONMENT

`return x;` ➡ devo sapere cosa denota il simbolo x

La conoscenza di che cosa un simbolo denota viene espressa da un *legame* (*binding*) tra il simbolo e uno o più attributi

L'insieme dei *binding* validi in (un certo punto di) un programma si chiama *environment*

18

ESEMPIO

```
main(){
    int z = 8;
    int y, m;
    y = 5;
    m = max(z,y);
}
```

In questo *environment* il simbolo `z` è legato al valore 8 tramite l'inizializzazione, mentre il simbolo `y` è legato al valore 5. Pertanto i parametri di cui la funzione `max` ha bisogno per calcolare il risultato sono noti all'atto dell'invocazione della funzione

19

ESEMPIO

```
main(){
    int z = 8;
    int y, m;
    m = max(z,y);
}
```

In questo *environment* il simbolo `z` è legato al valore 8 tramite l'inizializzazione, mentre il simbolo `y` non è legato ad alcun valore. Pertanto i parametri di cui la funzione `max` ha bisogno per calcolare il risultato NON sono noti all'atto dell'invocazione della funzione e **la funzione non può essere valutata correttamente**

20

ESEMPIO

- Il servitore...

```
int max (int x, int y ){  
    if (x>y) return x;  
    else return y;  
}
```

- ... e un possibile cliente:

```
main(){  
    int z = 8;  
    int m;  
    m = max(2*z,13);  
}
```

Invocazione della chiamata a max con parametri attuali 16 e 13
IL CONTROLLO PASSA AL SERVITORE

21

ESEMPIO

- Il servitore...

```
int max (int x, int y ){  
    if (x>y) return x;  
    else return y;  
}
```

- ... e un possibile cliente:

```
main(){  
    int z = 8;  
    int m;  
    m = max(2*z,13);  
}
```

Viene valutata l'istruzione condizionale (16 > 13) che nell'environment corrente è vera
Pertanto si sceglie la strada
return x

22

ESEMPIO

- Il servitore...

```
int max (int x, int y ){  
    if (x>y) return x;  
    else return y;  
}
```

- ... e un possibile cliente:

```
main(){  
    int z = 8;  
    int m;  
    m = max(2*z,13);  
}
```

Il valore 16 viene restituito al cliente
IL SERVITORE TERMINA E IL CONTROLLO PASSA AL CLIENTE

NOTA: i binding di x e y vengono distrutti

23

RIASSUMENDO...

All'atto dell'invocazione di una funzione:

- si crea una **nuova attivazione (istanza) del servitore**
- si alloca la **memoria per i parametri** (e le eventuali variabili locali)
- si trasferiscono i parametri al servitore
- si trasferisce il controllo al servitore
- si esegue il codice della funzione

24

PASSAGGIO DEI PARAMETRI

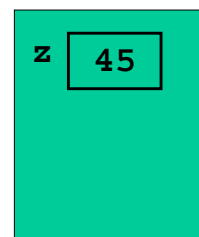
In generale, un parametro può essere **trasferito** dal cliente al servitore:

- per **valore o copia (by value)**
 - si trasferisce il valore del parametro attuale
- per **riferimento (by reference)**
 - si trasferisce un riferimento al parametro attuale

25

PASSAGGIO PER VALORE

si trasferisce una copia del valore del parametro attuale

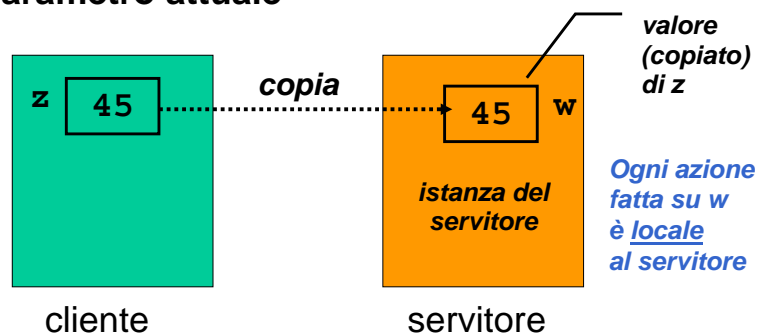


cliente

26

PASSAGGIO PER VALORE

si trasferisce una copia del valore del parametro attuale



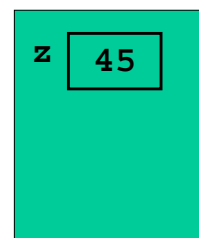
cliente

servitore

27

PASSAGGIO PER RIFERIMENTO

si trasferisce un riferimento al parametro attuale

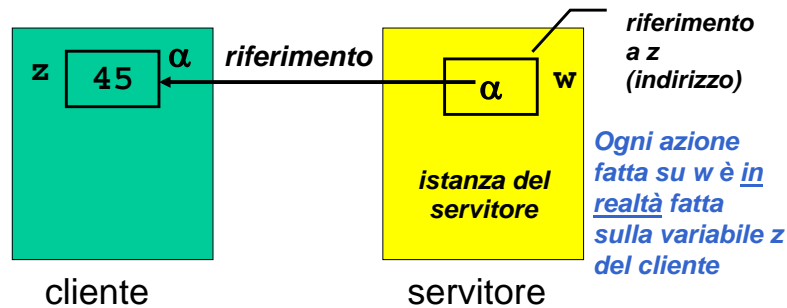


cliente

28

PASSAGGIO PER RIFERIMENTO

si trasferisce un riferimento al parametro attuale



29

PASSAGGIO DEI PARAMETRI IN C

In C, i parametri sono *trasferiti sempre e solo per valore (by value)*

- si trasferisce una copia del parametro attuale, non l'originale
- tale *copia* è *strettamente privata e locale* a quel servitore
- il servitore potrebbe quindi alterare il valore ricevuto, senza che ciò abbia alcun impatto sul cliente

30

PASSAGGIO DEI PARAMETRI IN C

In C, i parametri sono trasferiti *sempre e solo per valore (by value)*

Conseguenza:

- è IMPOSSIBILE usare un parametro per *trasferire informazioni verso il cliente*
- per trasferire un'informazione al cliente si sfrutta il *valore di ritorno* della funzione

31

ESEMPIO: VALORE ASSOLUTO

Definizione:

$$\begin{aligned} |x|: \mathbb{Z} &\rightarrow \mathbb{N} \\ |x| &\text{ vale } x && \text{se } x \geq 0 \\ |x| &\text{ vale } -x && \text{se } x < 0 \end{aligned}$$

Codifica sotto forma di funzione C:

```
int valAss(int x) {
    if (x<0) return -x;
    else return x;
}
```

32

ESEMPIO: VALORE ASSOLUTO

Servitore

```
int valAss(int x) {  
    if (x<0) x = -x;  
    return x;  
}
```

Se x è negativo, viene
MODIFICATO il suo valore.
Poi la funzione restituisce il
nuovo valore di x

Cliente

```
main(){  
    int absz, z = -87;  
    absz = valAss(z);  
    printf("%d", z);  
}
```

33

ESEMPIO: VALORE ASSOLUTO

• Servitore: modifica

```
int valAss(int x) {  
    if (x<0) x = -x;  
    return x;  
}
```

x ~~-87~~ 87

valAss restituisce il valore 87 che
viene assegnato a absz

• Cliente

```
main(){  
    int absz, z = -87;  
    absz = valAss(z);  
    printf("%d", z);  
}
```

NOTA: IL VALORE DI z NON
VIENE MODIFICATO

34

PASSAGGIO DEI PARAMETRI IN C

Limiti:

- consente di restituire al cliente **solo valori di tipo (relativamente) semplice**
- non consente di restituire **collezioni di valori**
- non consente di scrivere componenti software il cui obiettivo sia **diverso dal calcolo di una espressione**

35

PASSAGGIO DEI PARAMETRI

Molti linguaggi mettono a disposizione il passaggio **per riferimento (by reference)**

- non si trasferisce una copia del valore del parametro attuale
- si trasferisce un riferimento al parametro, in modo da dare al servitore accesso diretto al parametro in possesso del cliente
 - il servitore *accede e modifica direttamente* il dato del cliente

36

PASSAGGIO DEI PARAMETRI IN C

Il C **non supporta direttamente il passaggio per riferimento**

- è una grave mancanza
- come vedremo, fornito **indirettamente** solo per **alcuni tipi di dati**
- quindi, **occorre costruirselo quando serve** (*vedremo dei casi nel prosieguo del corso*)

C++ e Java invece lo supportano