



IL PASSAGGIO DEI PARAMETRI

1

Condivisione dei binding



- ✎ Associazione non locale o globale
 - Comodo quando quando l'entità da condividere è sempre la stessa
- ✎ Parametri
 - Importante quando l'entità da condividere cambia da attivazione ad attivazione
- ✎ argomenti formali
 - lista dei nomi locali usati per riferire dati non locali
- ✎ argomenti attuali
 - lista di espressioni, i cui valori saranno condivisi
- ✎ tra argomenti formali ed attuali c'è una corrispondenza posizionale
 - stesso numero (e tipo) degli argomenti nelle due liste

2

cosa è il passaggio dei parametri?



- binding, uno alla volta, nell'ambiente ρ tra il parametro formale (locale) e il valore denotato ottenuto dalla valutazione dall'argomento attuale
 - la regola di scoping influenza l'identità dell'ambiente (non locale) ρ , ma non l'effetto su ρ del passaggio di parametri
 - l'associazione per un nome locale viene creata dal passaggio invece che da una dichiarazione

3

PROCEDURE



```
let rec semden ((e:exp), (r:dval env),
               (s: mval store))
  = match e with
  | Proc(i,b) -> (Dprocval(Proc(i,b), r), s)

let rec semc ((c: com), (r:dval env), (s: mval store))
  = match c with
  | Call(e1, e2) -> let (p, s1) = semden(e1, r, s) in
                    let (v, s2) = semlist(e2, r, s1) in
                    match p with
                    | Dprocval(Proc(i,b), x), ->
                      semb(b, bindlist (x, i, v), s)
```

4



- ✎ valutazione della lista di argomenti nello stato corrente che produce una lista di dval (eval nel linguaggio funzionale)
- ✎ costruzione di un nuovo ambiente legando ogni identificatore della lista dei formali i con il corrispondente valore della lista di dval v
- ✎ identificatore e valore devono avere lo stesso tipo

5

Che valori possono essere passati?



```
type dval =  
  | Dint of int  
  | Dbool of bool  
  | Dloc of loc  
  | Dobject of pointer  
  | Dfunval of efun  
  | Dprocval of proc
```

- a seconda del tipo del valore che viene passato si ottengono varie modalità note
 - per costante
 - per riferimento
 - di oggetti
 - argomenti procedurali
- in tutte le modalità di passaggio, il parametro formale ed l'espressione attuale corrispondente devono avere lo stesso tipo

6



✦ Valori di default

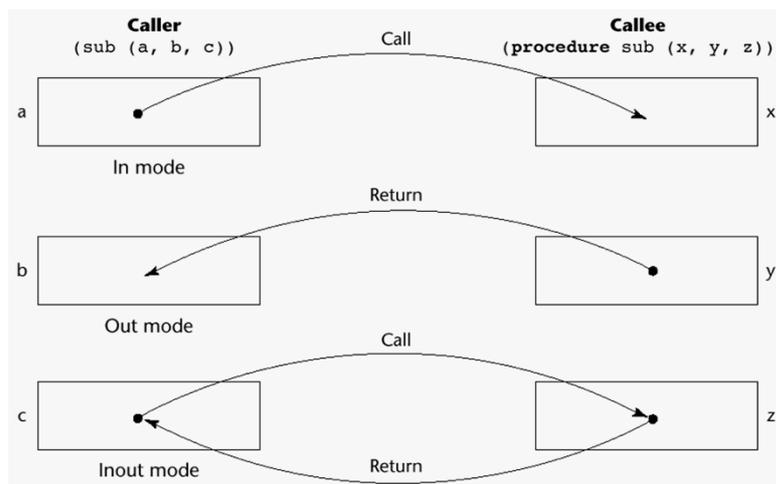
- In alcuni linguaggi (esempio Python, Ruby, PHP), i parametri formali possono assumere dei valori di default nel caso in cui il parametro attuale fosse assente.

✦ Numero variabile di parametri

- Dal manuale di Python, "the actual is a list of values and the corresponding formal parameter is a name with an asterisk"

7

Modelli



Passaggio per costante



type dval =

| **Dint of int** | **Dbool of bool**
| Dloc of loc
| Dobject of pointer
| Dfunval of efun
| Dprocval of proc

- Il parametro formale "x" ha come tipo un valore non modificabile
- l'espressione corrispondente valuta ad un Dval (in grassetto)
- l'oggetto denotato da "x" non può essere modificato dal sottoprogramma
- il passaggio per costante esiste in alcuni linguaggi imperativi e in tutti i linguaggi funzionali
- anche il passaggio ottenuto via pattern matching e unificazione è quasi sempre un passaggio per costante

9

Passaggio per riferimento



type dval =

| Dint of int | Dbool of bool
| **Dloc of loc**
| Dobject of pointer
| Dfunval of efun
| Dprocval of proc

- ☞ Il parametro formale "x" ha come tipo un valore modificabile (locazione)
- ☞ l'espressione corrispondente valuta ad un Dloc
 - l'oggetto denotato da "x" può essere modificato dal sottoprogramma
- ☞ crea aliasing
 - il parametro formale è un nuovo nome per una locazione che già esiste
- ☞ e produce effetti laterali
 - le modifiche fatte attraverso il parametro formale si ripercuotono all'esterno
- ☞ il passaggio per riferimento esiste in quasi tutti i linguaggi imperativi

10

Passaggio di oggetti



type dval =

| Dint of int | Dbool of bool
| Dloc of loc
| **Dobject of pointer**
| Dfunval of efun
| Dprocval of proc

- ✎ Il parametro formale "x" ha come tipo un puntatore ad un oggetto
- ✎ l'espressione corrispondente valuta ad un Dobject
 - il valore denotato da "x" non può essere modificato dal sottoprogramma
 - ma l'oggetto da lui puntato può essere modificato

11

Passaggio di funzioni, procedure (e classi)



type dval =

| Dint of int | Dbool of bool
| Dloc of loc
| **Dfunval of efun**
| **Dprocval of proc**

- ✎ Il parametro formale "x" ha come tipo una funzione, una procedura o una classe
- ✎ l'espressione corrispondente
 - nome di procedura o classe, anche espressione che ritorna una funzione
 - l'oggetto denotato da "x" è una chiusura
 - può solo essere ulteriormente passato come parametro o essere attivato (Apply, Call, New)
 - in ogni caso il valore ha tutta l'informazione che serve per valutare correttamente l'attivazione
- ✎ nei linguaggi imperativi e orientati a oggetti di solito anche le funzioni non sono esprimibili
- ✎ in LISP (linguaggio funzionale con scoping dinamico) gli argomenti funzionali si passano in un modo più complesso

12

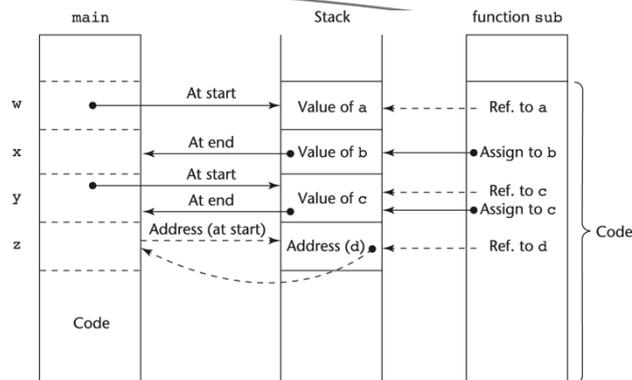
Altre tecniche di passaggio



- ✎ in aggiunta al meccanismo base visto, esistono altre tecniche di passaggio dei parametri che
 - non coinvolgono solo l'ambiente
 - ✓ i passaggi per valore e risultato coinvolgono anche la memoria
 - non valutano il parametro attuale
 - ✓ passaggio per nome
 - cambiano il tipo del valore passato
 - ✓ argomenti funzionali in LISP

13

Strutture di implementazione



Sottoprogramma: `void sub(int a, int b, int c, int d)`

Call nel main: `sub(w, x, y, z)`

(passaggio: `w` by value, `x` by result, `y` by value-result, `z` by reference)

Linguaggi e parametri



- ✎ C
 - Pass-by-value
 - Pass-by-reference con puntatori
- ✎ C++
 - Puntatore (reference type) per pass-by-reference
- ✎ Java
 - Tutti i parametri sono trasmessi by value
 - Oggetti by reference

Linguaggi e parametri



- ✎ Fortran 95+
 - in, out, o inout
- ✎ C#
 - Default: pass-by-value
 - Pass-by-reference inserendo `ref`
- ✎ PHP: += a C#
- ✎ Perl: array predefinito `@_`

Type Checking



- ✎ FORTRAN 77 e C: non lo avevano
- ✎ Pascal, FORTRAN 90+, Java, e Ada: si
- ✎ ANSI C e C++: prototype
- ✎ Perl, JavaScript, ePHP non richiedono type checking
- ✎ Python and Ruby type checking non e' possibile



PASSAGGIO PER NOME

Passaggio per nome



- ✎ l'espressione passata in corrispondenza di un parametro per nome "x" non viene valutata al momento del passaggio
 - ogni volta che (eventualmente) si incontra una occorrenza del parametro formale "x" l'espressione passata ad "x" viene valutata
- ✎ per definire (funzioni e) sottoprogrammi non-stretti su uno (o più di uno) dei loro argomenti
 - come nella regola di valutazione esterna delle espressioni
 - l'attivazione può dare un risultato definito anche se l'espressione, se valutata, darebbe un valore indefinito (errore, eccezione, non terminazione)
 - ✓ semplicemente perché in una particolare esecuzione "x" non viene mai incontrato

19

Passaggio per nome nei linguaggi imperativi



- ✎ dato che l'espressione si valuta ogni volta che si incontra il parametro formale
 - nella memoria corrente
- il passaggio per nome e per costante possono avere semantiche diverse anche nei sottoprogrammi stretti
 - se l'espressione contiene variabili che possono essere modificate (come non locali) dal sottoprogramma
- ✎ diverse occorrenze del parametro formale possono dare valori diversi

20

Passaggio per nome in semantica operativa



- ✎ l'espressione passata in corrispondenza di un parametro per nome "x"
 - non viene valutata al momento del passaggio
 - viene (eventualmente) valutata ogni volta che si incontra una occorrenza del parametro formale "x"
- ✎ una espressione non valutata è una chiusura
 - exp * dval env
- ✎ la valutazione dell'occorrenza di "x" si effettua
 - valutando la chiusura denotata da "x"
 - ✓ l'espressione della chiusura, nell'ambiente della chiusura e nella memoria corrente
- ✎ anche in un linguaggio funzionale puro una espressione non valutata è una chiusura
 - exp * eval env
- ✎ la valutazione dell'occorrenza di "x" si effettua valutando l'espressione della chiusura nell'ambiente della chiusura

21

Passaggio per nome: semantica operativa



```
type exp = ....
| Namexp of exp
| Namden of ide
type dval = Unbound
| Dint of int
| Dbool of bool
| Dloc of loc
| Dfunval of efun
| Dprocval of proc
| Dnameval of namexp
and namexp = exp * dval env
let rec sem ((e:exp), (r:dval env), (s: mval store)) = match e with
| ....
| Nameden(i) -> match applyenv(r,i) with
  Dnameval(e1, r1) -> sem(e1, r1, s)
and semden ((e:exp), (r:dval env), (s: mval store)) = match e with
| Namexp e1 -> (Dnameval(e1,r), s)
| .....

val sem : exp * dval Funenv.env * mval Funstore.store -> eval = <fun>
val semden : exp * dval Funenv.env * mval Funstore.store -> dval *
mval Funstore.store = <fun>
```

22

Espressioni per nome e funzioni



- una espressione passata per nome è chiaramente simile alla definizione di una funzione (senza parametri)
 - che “si applica” ogni volta che si incontra una occorrenza del parametro formale
- stessa soluzione semantica delle funzioni
 - chiusura in semantica operativa (e nelle implementazioni)
- l’ambiente che viene fissato (nella chiusura) è quello di passaggio
 - che, per le espressioni, è l’equivalente della definizione
- mentre la semantica delle funzioni è influenzata dalla regola di scoping, ciò non è vero per le espressioni passate per nome
 - che vengono comunque valutate nell’ambiente di passaggio, anche con lo scoping dinamico
- il passaggio per nome è previsto in nobili linguaggi come ALGOL e LISP
 - è alla base dei meccanismi di valutazione lazy di linguaggi funzionali moderni come Haskell
 - può essere simulato in ML semplicemente passando funzioni senza argomenti!

23

Argomenti funzionali à la LISP



- LISP ha lo scoping dinamico, pertanto il dominio delle funzioni è $\text{type } \text{efun} = \text{exp}$
 - un argomento formale “x” di tipo funzionale dovrebbe denotare un eval della forma $\text{Funval}(\text{efun})$
 - se “x” viene successivamente applicato, il suo ambiente di valutazione dovrebbe correttamente essere quello del momento dell’applicazione
 - la semantica di LISP prevede invece che l’ambiente dell’argomento funzionale venga congelato nel momento del passaggio
 - questo porta alla necessità di introdurre due diversi domini per funzioni e argomenti funzionali
- $\text{type funarg} = \text{exp} * \text{eval env}$
- i domini degli argomenti funzionali sono chiaramente identici ai domini delle funzioni con scoping statico
 - ma l’ambiente rilevante (quello della chiusura) è quello del passaggio e non quello di definizione

24

Argomenti funzionali à la LISP 2

- ✎ quando una funzione viene passata come argomento ad altra funzione in una applicazione
 - passando un nome di funzione, una lambda astrazione o una qualunque espressione la cui valutazione restituisca una funzione
 - ✎ la funzione deve essere prima di tutto “chiusa” con l’ambiente corrente *r*
 - inserendo *r* nella chiusura
- da **efun = exp a funarg = exp * eval env**
- ✎ nelle implementazioni coesisteranno funzioni rappresentate dal solo codice ed argomenti funzionali rappresentati da chiusure (codice, ambiente)
 - con un numero notevole di complicazioni associate



25

Ritorno di funzioni à la LISP

- ✎ quando una applicazione di funzione restituisce una funzione, il valore restituito dovrebbe essere di tipo **efun**
- ✎ in alcune implementazioni di LISP si segue la medesima strada degli argomenti funzionali
 - viene restituito un valore di tipo **funarg**
- ✎ anche questa scelta complica notevolmente l’implementazione
 - si hanno gli stessi problemi dello scoping statico (retention), senza averne i vantaggi (verificabilità, ottimizzazioni)



26

Chiusure per tutti i gusti



 nelle semantiche operazionali e nelle implementazioni un'unica soluzione per

- o espressioni passate per nome (con tutte e due le regole di scoping)
- o funzioni, procedure e classi con scoping statico
- o argomenti funzionali e ritorni funzionali con scoping dinamico à la LISP

27

Passaggio per valore



 Meccanismo che coinvolge i valori modificabili e non esiste quindi nei linguaggi funzionali

-  nel passaggio per valore il parametro attuale è un valore di tipo t , mentre il parametro formale "x" è una variabile di tipo t
 - o di fatto "x" è il nome di una variabile locale alla procedura, che, semanticamente, viene creata prima del passaggio
 - o il passaggio diventa quindi un assegnamento del valore dell'argomento alla locazione denotata dal parametro formale

28

Passaggio valore



- ✓ coinvolge la memoria e non l'ambiente, se l'assegnamento è implementato correttamente
- ✓ non viene creato aliasing e non ci sono effetti laterali anche se il valore denotato dal parametro formale è modificabile
- ✓ a differenza di ciò che accade nel passaggio per costante
- ✓ permette il passaggio di informazione solo dal chiamante al chiamato

29

Passaggio per valore-risultato



per trasmettere anche informazione all'indietro dal sottoprogramma chiamato al chiamante, senza ricorrere agli effetti laterali diretti del passaggio per riferimento sia il parametro formale "x" che il parametro attuale "y" sono variabili di tipo t

"x" è una variabile locale del sottoprogramma chiamato al momento della chiamata del sottoprogramma, viene effettuato un passaggio per valore ($x := !y$)

il valore della locazione (esterna) denotata da "y" è copiato nella locazione (locale) denotata da "x"

al momento del ritorno dal sottoprogramma, si effettua l'assegnamento inverso ($y := !x$)

il valore della locazione (locale) denotata da "x" è copiato nella locazione (esterna) denotata da "y"

esiste anche il passaggio per risultato solo

30

Valore-risultato e riferimento

- ✎ il passaggio per valore risultato ha un effetto simile a quello del passaggio per riferimento
 - trasmissione di informazione nei due sensi tra chiamante e chiamato
 - senza creare aliasing
- ✎ la variabile locale contiene al momento della chiamata una copia del valore della variabile non locale
 - durante l'esecuzione del corpo della procedura le due variabili denotano locazioni distinte
 - e possono evolvere indipendentemente
 - solo al momento del ritorno la variabile non locale riceve il valore da quella locale
- ✎ nel passaggio per riferimento, invece, viene creato aliasing e i due nomi denotano esattamente la stessa locazione
- ✎ i due meccanismi sono chiaramente semanticamente non equivalenti
- ✎ per mostrarlo basta considerare una procedura la cui semantica dipenda dal valore corrente della variabile non locale "y"
- ✎ nel passaggio per riferimento, ogni volta che modifico la variabile locale, modifico anche "y"
- ✎ nel passaggio per risultato, "y" viene modificato solo alla fine

31

Passaggio dei parametri in LISP e Java

- ✎ ricordiamo che l'assegnamento in LISP e Java è realizzato senza copiare (nella memoria) ma inserendo nell'ambiente i puntatori (alla S-espressione o all'oggetto)
- ✎ la stessa cosa succede nel passaggio di parametri, che, quindi, può essere spiegato in termini di assegnamento può essere chiamato per valore

32