



AA 2016-2017

25. Il passaggio dei parametri

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
- **Formali-Attuali**: corrispondenza posizionale
 - ✓ stesso numero (e tipo) degli argomenti nelle due liste



Cosa è il passaggio dei parametri?

- Una specie di ***dichiarazione dinamica***
 - binding nell'ambiente 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)
 - l'associazione per un nome locale viene creata dal passaggio invece che da una dichiarazione

Procedure



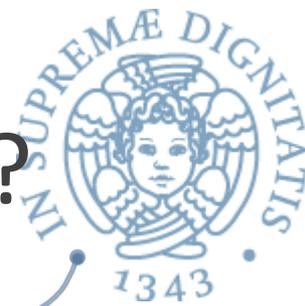
```
let rec semden((e: exp), (r: dval env),
              (s: mval store)) =
  match e with
  | Proc(i, b) -> (Dprocval(i, b, r), s)

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(i, b, x) ->
                      semb(b, bindlist (x, i, v), s)
```



- ✎ 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

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 passato si ottengono varie modalità note
 - per costante
 - per riferimento
 - di oggetti
 - argomenti procedurali
- 🔗 In tutte le modalità il parametro formale e l'espressione attuale corrispondente devono avere lo stesso tipo

🦋 Valori di default

- In alcuni linguaggi (ad esempio Python, Ruby, PHP) i parametri formali possono assumere dei valori di default nel caso il parametro attuale sia 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”



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 a 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

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 a un Dloc
 - l’oggetto denotato da “x” può essere modificato dal sottoprogramma
- ✎ Crea aliasing e produce effetti laterali
 - il parametro formale è un nuovo nome per una locazione che già esiste
 - le modifiche fatte attraverso il parametro formale si ripercuotono all’esterno
- ✎ Una qualche forma di passaggio per riferimento esiste in molti linguaggi, anche se spesso è “simulato” (vedi i puntatori in C)

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 a un oggetto
- ✎ L’espressione corrispondente valuta a un Dobject
 - il valore denotato da “x” non può essere modificato dal sottoprogramma
 - ma l’oggetto da lui puntato può essere modificato



Passaggio di funzioni e procedure (e classi)

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 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 neanche le funzioni sono esprimibili
- ✎ In LISP (linguaggio funzionale con scoping dinamico) gli argomenti funzionali si passano in un modo più complesso

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

Passaggio per valore



- ✎ Meccanismo che coinvolge i valori modificabili e non esiste quindi nei linguaggi funzionali puri con dati immutabili
 - si parla di passaggio per costante
- ✎ Nel passaggio per valore il parametro attuale è un valore di tipo t , il parametro formale “ x ” una variabile di tipo t
 - di fatto “ x ” è il nome di una variabile locale alla procedura, che, semanticamente, viene creata prima del passaggio
 - il passaggio diventa quindi un assegnamento del valore dell’argomento alla locazione denotata dal parametro formale

Passaggio per 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



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



Valore-risultato e riferimento

- ✎ Il passaggio per valore-risultato ha un effetto simile a quello 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 le due variabili denotano locazioni distinte
 - e possono evolvere indipendentemente
 - solo al momento del ritorno la variabile non locale riceve il valore dalla 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

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, e PHP non richiedono type checking
- ✎ Python and Ruby: type checking non è possibile



Un caso di studio: 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 a "x" viene valutata
- ✎ Per definire (funzioni e) sottoprogrammi non stretti su uno (o più di uno) dei loro argomenti
 - 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



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

Passaggio per nome: semantica



- ✎ 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

Passaggio per nome: semantica



```
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>
```

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 ma 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 passando funzioni senza argomenti!



Argomenti funzionali à la LISP

- ✎ LISP ha lo scoping dinamico, pertanto il dominio delle funzioni è
type $efun = exp$
- ✎ Un argomento formale “x” di tipo funzionale dovrebbe denotare un eval della forma $Funval(efun)$
- ✎ 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
type $funarg = exp * eval\ env$
- ✎ 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

Argomenti funzionali à la LISP, 2



- Quando una funzione viene passata come argomento a un'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 chiusurada **$efun = exp$** a **$funarg = exp * eval\ env$**
- Nelle implementazioni coesisteranno funzioni rappresentate dal solo codice e argomenti funzionali rappresentati da chiusure (codice, ambiente)
 - con un numero notevole di complicazioni associate



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)

Chiusure per tutti i gusti



- Nelle semantiche operazionali e nelle implementazioni un'unica soluzione per
 - espressioni passate per nome (con tutte e due le regole di scoping)
 - funzioni, procedure e classi con scoping statico
 - argomenti funzionali e ritorni funzionali con scoping dinamico à la LISP