

# Fundamentos de lenguajes de programación

## Semántica de los Conceptos Fundamentales de Lenguajes de Programación

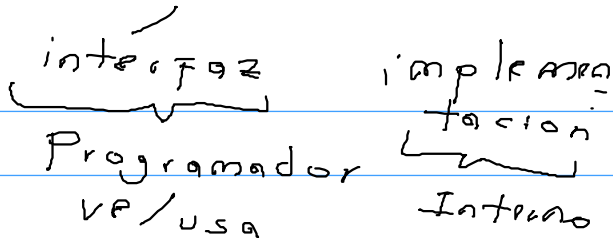
[carlos.andres.delgado@correounivalle.edu.co](mailto:carlos.andres.delgado@correounivalle.edu.co)

Carlos Andrés Delgado S. Carlos Alberto Ramírez

Facultad de Ingeniería. Universidad del Valle

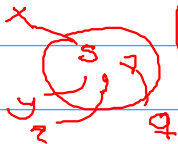
Octubre de 2016

# 1) Abstracción de Datos



## Semántica

- Funcional:
- 1) Operaciones matemáticas
  - 2) Condicionales y lóg. lóg4/
  - 3) Procedimientos



Scheme, Lisp, Prolog, ML

## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

## Asignación de variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

## Paso de Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

## 1 Asignación de variables

- Introducción
- Sintaxis para la asignación de variables
- Semántica de la asignación de variables
- Ejemplos

## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

### Asignación de variables

#### Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

### Paso de Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

## 1 Asignación de variables

- Introducción
- Sintaxis para la asignación de variables
- Semántica de la asignación de variables
- Ejemplos

## 2 Paso de Parámetros

- Paso de parámetros por valor
- Paso de parámetros por referencia

## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

## Asignación de variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

## Paso de Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

## 1 Asignación de variables

- Introducción
- Sintaxis para la asignación de variables
- Semántica de la asignación de variables
- Ejemplos

## 2 Paso de Parámetros

- Paso de parámetros por valor
- Paso de parámetros por referencia

## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

### Asignación de variables

#### Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

### Paso de Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

## 1 Asignación de variables

### ■ Introducción

- Sintaxis para la asignación de variables
- Semántica de la asignación de variables
- Ejemplos

## 2 Paso de Parámetros

- Paso de parámetros por valor
- Paso de parámetros por referencia

# Asignación de variables

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

- Hasta el momento, solo hemos considerado el valor producido por una computación.
- No obstante, una computación puede también tener efectos: en ella se puede leer, imprimir o alterar el estado de la memoria o de un archivo del sistema, etc.
- La diferencia entre producir un valor y producir un efecto es que un efecto es global, esto es, un efecto afecta toda la computación.
- Nosotros nos concentraremos principalmente en un único efecto, la asignación de ubicaciones en memoria.

## Diferencias entre ligadura y asignación:

- La ligadura de una variable es una acción local, mientras que la asignación de una variable es potencialmente global.
- Una ligadura crea una nueva asociación de un nombre con un valor, mientras que la asignación cambia el valor de una ligadura existente.
- La ligadura comprende la asociación de nombres con valores; asignación comprende el compartimiento de valores entre diferentes procedimientos.



# Asignación de variables

## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

## Asignación de variables

### Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

## Paso de Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

- Hasta el momento, las expresiones del lenguaje realizan alguna operación y retornan un valor expresado.
- No obstante, para permitir la asignación de variables es necesario permitir la ejecución secuencial de expresiones.

## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

### Asignación de variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

### Paso de Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

## 1 Asignación de variables

- Introducción

- Sintaxis para la asignación de variables

- Semántica de la asignación de variables

- Ejemplos

## 2 Paso de Parámetros

- Paso de parámetros por valor

- Paso de parámetros por referencia

# Asignación de variables

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

- Nuestro lenguaje será extendido para incorporar ejecución secuencial de expresiones y asignación de variables.
- El lenguaje consistirá de las expresiones especificadas anteriormente y de expresiones para ejecución secuencial `begin ...; ... end` y asignación de variables `set ... = ....`
- Para este lenguaje se extiende el conjunto de valores expresados y denotados de la siguiente manera:

Valor Expresado = Número + Booleano + ProcVal

Valor Denotado = Ref(Valor Expresado)

Se añaden las siguientes producciones a la gramática:

$$\langle \text{expresión} \rangle ::= \text{set } \langle \text{identificador} \rangle = \langle \text{expresión} \rangle$$

$\text{varassign-exp (ids rhs-exp)}$

$$::= \text{begin } \langle \text{expresión} \rangle \{ ; \langle \text{expresión} \rangle \}^* \text{ end}$$

$\text{begin-exp (exp exps)}$

# Asignación de variables

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

Se deben añadir las siguientes producciones a la especificación de la gramática:

```
( expression ( "begin" expression (arbno ";" expression  
              ) "end" )  
  begin-exp )  
( expression ( "set" identifier "=" expression )  
  set-exp )
```

# Asignación de variables

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

De esta manera se puedan crear programas como:

```
let m = 0
in
  begin
    set m = add1(m);
    set m = *(m, 2);
    m
  end

let x = 100
in
  let p = proc (x)
    begin
      set x = add1(x);
      x
    end
  in
    +((p x), (p x))
```

## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

### Asignación de variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

### Paso de Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

## 1 Asignación de variables

- Introducción
- Sintaxis para la asignación de variables
- **Semántica de la asignación de variables**
- Ejemplos

## 2 Paso de Parámetros

- Paso de parámetros por valor
- Paso de parámetros por referencia

# Semántica de la asignación de variables

## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

## Asignación de variables

### Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

## Paso de Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

- Para determinar el valor de una expresión `begin(exp exps)` se debe evaluar la expresión `exp` y cada una de las expresiones `exps`.
- Si `exps` es una lista vacía de expresiones se debe retornar el valor de la expresión `exp`. En caso contrario, se debe retornar el valor de la última expresión en `exps`.



# Semántica de la asignación de variables

## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

## Asignación de variables

### Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

## Paso de Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

- Para evaluar una expresión de asignación de variables (set) se debe evaluar la expresión de la parte derecha de la asignación.
- Luego, se debe modificar el contenido correspondiente a la variable con identificador igual a la parte izquierda de la asignación por este valor.
- El resultado de la expresión de asignación original es cualquier valor simbólico dado que esta expresión solo causa un efecto pero no produce un valor.

# Semántica de la asignación de variables

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

- Un ambiente es un tipo de dato que asigna valores a variables.
- Cuando se incluyeron los procedimientos, se encontró el problema de que el estado del ambiente no era guardado en el momento de la aplicación de procedimientos y esto ocasionaba el retorno de un valor errado.

# Semántica de la asignación de variables

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

- Con la inclusión de la asignación de variables surge otro problema. Cuando se crea un procedimiento se guarda el estado del ambiente, por esta razón al hacer un llamado al procedimiento, este se ejecuta sobre el ambiente que tiene almacenado y por ende no es sensible a los cambios en las variables del ambiente.



◀ ◻ ▶    ◀ ▤ ▶    ◀ ▥ ▶    ◀ ▧ ▶    ▩    ↺ 🔍 ↻

# Semántica de la asignación de variables

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

- Para evitar el problema anterior, cada identificador debe denotar la dirección de una ubicación en memoria (la memoria es también llamada *store*).
- Dicha dirección se denomina referencia y lo que hace la asignación es modificar su contenido.
- Las referencias o ubicaciones son también llamadas *L-valores* (valores que se asocian con variables que aparecen al lado izquierdo (*Left* en inglés) de la declaración de asignación).
- De forma análoga, los valores expresados (que aparecen en el lado derecho (*Right*) de la declaración de asignación) son llamados *R-valores*.

# Semántica de la asignación de variables

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

- Una referencia es un tipo de dato que contiene dos campos: un entero y un vector.
- El entero corresponde a la posición en el vector del valor asociado a la referencia.
- La interfaz del tipo de dato referencia consta de un procedimiento constructor y dos procedimientos observadores `deref` y `setref`!

# Semántica de la asignación de variables

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

- `a-ref (n v)`: crea una referencia.
- `deref (r)`: retorna el valor almacenado en la referencia.
- `setref!(r v)`: cambia el valor almacenado por la referencia.

# Semántica de la asignación de variables

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

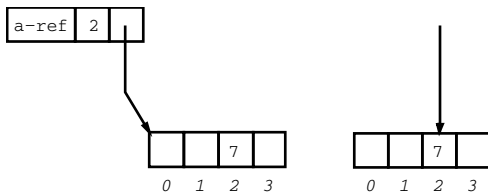
Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

La siguiente figura muestra una referencia a una ubicación en un vector que contiene el valor 7.





# Semántica de la asignación de variables

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

Definición de la interfaz del tipo de dato referencia:

```
(define-datatype reference reference?  
  (a-ref (position integer?)  
         (vec vector?)))
```

# Semántica de la asignación de variables

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

```
(define deref
  (lambda (ref)
    (primitive-deref ref)))

(define primitive-deref
  (lambda (ref)
    (cases reference ref
      (a-ref (pos vec)
        (vector-ref vec pos)))))
```

# Semántica de la asignación de variables

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

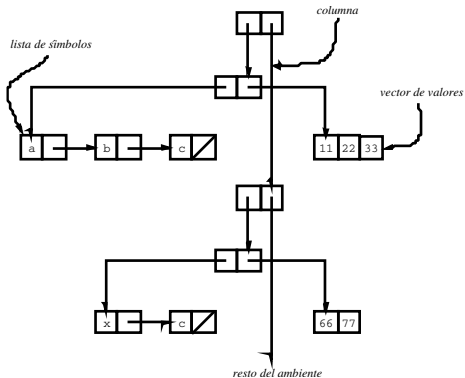
Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

```
(define setref!  
  (lambda (ref val)  
    (primitive-setref! ref val)))  
  
(define primitive-setref!  
  (lambda (ref val)  
    (cases reference ref  
      (a-ref (pos vec)  
        (vector-set! vec pos val))))))
```

## Semántica de la asignación de variables

- Para implementar asignación, es necesario retomar el concepto de ambiente.
- Un ambiente puede verse como una estructura similar a la de la siguiente figura:



# Semántica de la asignación de variables

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

El tipo de dato ambiente está definido de la siguiente manera:

```
(define-datatype environment environment?
  (empty-env-record)
  (extended-env-record
    (syms (list-of symbol?))
    (vec vector?)
    (env environment?)))
```

# Semántica de la asignación de variables

## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

## Asignación de variables

### Introducción

### Sintaxis para la asignación de variables

### Semántica de la asignación de variables

### Ejemplos

## Paso de Parámetros

### Paso de parámetros por valor

### Paso de parámetros por referencia

```
(define empty-env  
  (lambda ()  
    (empty-env-record)))  
  
(define extend-env  
  (lambda (syms vals env)  
    (extended-env-record syms (list->vector vals) env)))
```

# Semántica de la asignación de variables

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

```
(define extend-env-recursively
  (lambda (proc-names idss bodies old-env)
    (let ((len (length proc-names)))
      (let ((vec (make-vector len)))
        (let ((env (extended-env-record proc-names vec
                                          old-env)))
          (for-each
            (lambda (pos ids body)
              (vector-set! vec pos (closure ids body env)))
            (iota len) idss bodies)
          env))))))
```

S procedimiento

~~HC~~ , , , , )

~~closure~~ ... , ... , ... , ... )

# Semántica de la asignación de variables

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

*Interpreter*

```
(define iota
  (lambda (end)
    (let loop ((next 0))
      (if (>= next end) '()
          (cons next (loop (+ 1 next)))))))
```



# Semántica de la asignación de variables

## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

## Asignación de variables

### Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

## Paso de Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

- Así mismo, se incluirá la operación `apply-env-ref` a la interfaz de ambiente para que cuando se encuentre un identificador, se retorne la referencia en vez de su valor.
- El procedimiento `apply-env` se reescribirá en términos de `apply-env-ref` y `deref`.

# Semántica de la asignación de variables

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

```
(define apply-env
  (lambda (env sym)
    (deref (apply-env-ref env sym)))))

(define apply-env-ref
  (lambda (env sym)
    (cases environment env
      (empty-env-record ()
        (eopl:error 'apply-env-ref "No binding for ~s"
          sym))
      (extended-env-record (syms vals env)
        (let ((pos (rib-find-position sym syms)))
          (if (number? pos)
              (a-ref pos vals) ← Construye una referencia
              (apply-env-ref env sym)))))))
```

# Semántica de la asignación de variables

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

Set  $x = \tau(x, 1)$   
L-Valor R-Valor

El comportamiento de las expresiones de asignación de variables y de ejecución secuencial se obtiene agregando las siguientes cláusulas en el procedimiento eval-expression:

```
(varassign-exp (id rhs-exp)
  (begin
    (setref!
      (apply-env-ref env id) ← Identificador L-Valor
      (eval-expression rhs-exp env)) ← Expresión R-Valor
    1))
```

# Semántica de la asignación de variables

## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

## Asignación de variables

### Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

## Paso de Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

```
(begin-exp (exp exps)
  (let loop ((acc (eval-expression exp env))
             (exps exps))
    (if (null? exps)
        acc
        (loop (eval-expression (car exps) env)
              (cdr exps))))))
```

Aplica eval-expression a todos  
las expresiones dentro de begin  
retorna el valor/resultado de la  
última.

## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

### Asignación de variables

#### Introducción

#### Sintaxis para la asignación de variables

#### Semántica de la asignación de variables

#### Ejemplos

### Paso de Parámetros

#### Paso de parámetros por valor

#### Paso de parámetros por referencia

## 1 Asignación de variables

- Introducción
- Sintaxis para la asignación de variables
- Semántica de la asignación de variables
- Ejemplos

## 2 Paso de Parámetros

- Paso de parámetros por valor
- Paso de parámetros por referencia

```
let  
  x=2  
in  
  set x= 3
```

El valor de esta expresión es 1.

```
let
  x=2
in
  begin
    set x= 3;
    x
  end
```

El valor de esta expresión es 3.

```
let
  x = 100
in
  let
    p = proc (x)
      begin
        set x = add1(x);
        x
      end
  in
    +((p x), (p x))
```

El valor de esta expresión es 202.



## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

### Asignación de variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

### Paso de Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

## 1 Asignación de variables

- Introducción
- Sintaxis para la asignación de variables
- Semántica de la asignación de variables
- Ejemplos

## 2 Paso de Parámetros

- Paso de parámetros por valor
- Paso de parámetros por referencia

## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

### Asignación de variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

### Paso de Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

## 1 Asignación de variables

- Introducción
- Sintaxis para la asignación de variables
- Semántica de la asignación de variables
- Ejemplos

## 2 Paso de Parámetros

- Paso de parámetros por valor
- Paso de parámetros por referencia

# Paso de parámetros por valor

## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

## Asignación de variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

## Paso de Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

- En el lenguaje que se ha definido hasta el momento, en cada llamado a un procedimiento se crea una nueva referencia para cada parámetro formal.
- Esta política es conocida como *llamado o paso por valor*.
- Cuando se hace una asignación a un parámetro formal, la asignación es local al procedimiento.

# Paso de parámetros por valor

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

Considere la expresión:

```
let
  p = proc(x)
        set x = 4
in
  let
    a = 3
  in
    begin
      (p a);
      a
    end
```

# Paso de parámetros por valor

## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

## Asignación de variables

### Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

## Paso de Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

- Cuando se hace el llamado al procedimiento  $p$  (expresión  $(p \ a)$ ) se evalúa la expresión  $a$  y se crea una nueva referencia que contiene el valor de  $a$  (en un nuevo ambiente).

# Paso de parámetros por valor

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

- Cuando se hace el llamado al procedimiento  $p$  (expresión  $(p \ a)$ ) se evalúa la expresión  $a$  y se crea una nueva referencia que contiene el valor de  $a$  (en un nuevo ambiente).
- La expresión de asignación en el cuerpo de  $p$  (la expresión  $\text{set } x = 4$ ) se evalúa en el ambiente creado. Esta asignación afecta la nueva referencia que inicialmente almacena el valor 3.

# Paso de parámetros por valor

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

- El nuevo contenido de la referencia interna en el procedimiento p es 4.

# Paso de parámetros por valor

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

- El nuevo contenido de la referencia interna en el procedimiento `p` es 4.
- No obstante, la última expresión de la expresión `begin` es la expresión `a`. Esta expresión se evalúa en el ambiente creado en el `let` que contiene la declaración de `a` y por ende su valor es 3.



# Paso de parámetros por valor

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

- El nuevo contenido de la referencia interna en el procedimiento `p` es 4.
- No obstante, la última expresión de la expresión `begin` es la expresión `a`. Esta expresión se evalúa en el ambiente creado en el `let` que contiene la declaración de `a` y por ende su valor es 3.
- Finalmente, el valor de toda la expresión es 3.

# Paso de parámetros por valor

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

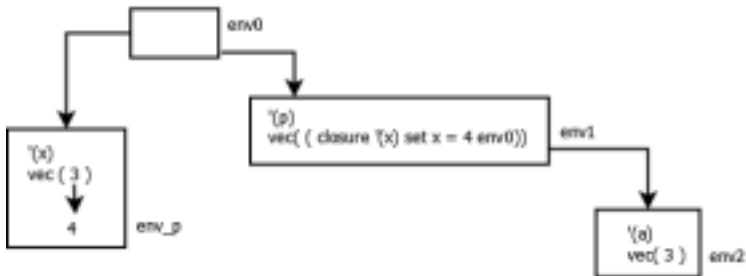
Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

Si se asume que la expresión anterior se evalúa en un ambiente  $env_0$ , la siguiente figura muestra los ambientes creados en la evaluación de esta expresión:



## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

### Asignación de variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

### Paso de Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

## 1 Asignación de variables

- Introducción
- Sintaxis para la asignación de variables
- Semántica de la asignación de variables
- Ejemplos

## 2 Paso de Parámetros

- Paso de parámetros por valor
- Paso de parámetros por referencia

# Paso de parámetros por referencia

## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

## Asignación de variables

### Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

## Paso de Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

- Algunas veces es deseable que se permita pasar a un procedimiento variables con el objetivo de que éstas sean asignadas por dicho procedimiento.
- Eso significa que el valor de las variables cambia tanto en el interior del procedimiento como en el llamado al procedimiento.
- Lo anterior se realiza pasando al procedimiento una referencia a la ubicación de la variable y no su contenido.
- Este mecanismo es denominado *llamado o paso por referencia*.

# Paso de parámetros por referencia

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

- Cuando se añade paso por referencia, los identificadores aún denotan referencias a valores expresados, luego los conjuntos no cambian:

$$\begin{aligned}\text{Valor Expresado} &= \text{Número} + \text{Booleano} + \text{ProcVal} \\ \text{Valor Denotado} &= \text{Ref}(\text{Valor Expresado})\end{aligned}$$

# Paso de parámetros por referencia

## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

## Asignación de variables

### Introducción

### Sintaxis para la asignación de variables

### Semántica de la asignación de variables

### Ejemplos

## Paso de Parámetros

### Paso de parámetros por valor

### Paso de parámetros por referencia

Sin embargo, el cambio ocurre cuando se crean nuevas referencias.

- En los llamados por valor, una nueva referencia es creada para cada evaluación de un operando.
- En los llamados por referencia, una nueva referencia es creada para cada evaluación de un operando distinto a una variable.

# Paso de parámetros por referencia

## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

## Asignación de variables

### Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

## Paso de Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

- Para la implementación del llamado por referencia, una referencia será (como en llamado por valor) una pareja de una ubicación y un vector.
- La diferencia está en el contenido del vector, este puede ser:
  - Valores expresados (*blancos directos*)
  - Referencias a valores expresados (*blancos indirectos*)

# Paso de parámetros por referencia

## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

### Asignación de variables

#### Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

### Paso de Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

- Blanco directo: El comportamiento del programa es igual al de paso por valor.
- Blanco indirecto: Corresponde al nuevo comportamiento del llamado por referencia, en el cual no son creadas nuevas ubicaciones.



# Paso de parámetros por referencia

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

Un blanco (*target*) es un tipo de dato definido de la siguiente manera:

```
(define-datatype target target?  
  (direct-target (expval expval?))  
  (indirect-target (ref ref-to-direct-target?)))
```

# Paso de parámetros por referencia

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

Los procedimientos correspondientes al tipo de dato target son:

- `expval?`: Retorna true si la entrada es un valor expresado, esto es, un número o un procedimiento.
- `ref-to-direct-target?`: Retorna true si la entrada es una referencia a un valor.

# Paso de parámetros por referencia

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

```
(define expval?  
  (lambda (x)  
    (or (number? x) (procval? x))))  
  
(define ref-to-direct-target?  
  (lambda (x)  
    (and (reference? x)  
         (cases reference x  
              (a-ref (pos vec)  
                    (cases target (vector-ref vec pos)  
                        (direct-target (v) #t)  
                        (indirect-target (v) #f)))))))
```

# Paso de parámetros por referencia

## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

## Asignación de variables

### Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

## Paso de Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

- La implementación (procedimientos `deref` y `setref!`) de la interfaz para el tipo de dato referencia cambian.
- Las nuevas definiciones observan el tipo de blanco almacenado en la referencia para determinar el valor expresado a retornar o la ubicación a cambiar.

# Paso de parámetros por referencia

## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

### Asignación de variables

#### Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

#### Ejemplos

### Paso de Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

- La implementación del procedimiento `deref` tiene en cuenta que una referencia puede tener distintos blancos.
- Si el blanco es directo se retorna su valor.
- Si el blanco es indirecto (corresponde a una referencia a otra referencia) se busca el valor de la referencia interna.

# Paso de parámetros por referencia

## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

## Asignación de variables

### Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

### Ejemplos

## Paso de Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

```
(define deref
  (lambda (ref)
    (cases target (primitive-deref ref)
      (direct-target (expval) expval)
      (indirect-target (ref1)
        (cases target (primitive-deref ref1)
          (direct-target (expval) expval)
          (indirect-target (p)
            (eopl:error 'deref
              "Illegal reference: ~s"
              ref1)))))))
```

# Paso de parámetros por referencia

## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

## Asignación de variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

## Paso de Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

- La implementación del procedimiento `setref!` también tiene en cuenta que una referencia puede tener distintos blancos.
- Si el blanco es indirecto (corresponde a una referencia a otra referencia) se modifica el valor de la referencia interna.
- Si el blanco es directo se modifica la referencia de la entrada.
- En ambos casos el nuevo valor se almacena como un blanco directo.

# Paso de parámetros por referencia

## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

## Asignación de variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

## Paso de Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

```
(define setref!  
  (lambda (ref expval)  
    (let  
      ((ref (cases target (primitive-deref ref)  
                    (direct-target (expval1) ref)  
                    (indirect-target (ref1) ref1))))  
      (primitive-setref! ref (direct-target  
                           expval)))))
```



# Paso de parámetros por referencia

## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

## Asignación de variables

### Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

## Paso de Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

- Para aplicaciones de primitivas, solo se necesita evaluar las subexpresiones y pasar los valores al procedimiento `apply-primitive`.
- Se cambia la clausula correspondiente en el procedimiento `eval-expression` por:

```
(primapp-exp (prim rand)  
  (let ((args (eval-primapp-exp-rands rand env)))  
    (apply-primitive prim args)))
```

# Paso de parámetros por referencia

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

El procedimiento `eval-primapp-exp-rands` está definido de la siguiente manera

```
(define eval-primapp-exp-rands  
  (lambda (rands env)  
    (map (lambda (x) (eval-expression x env)) rands)))
```

# Paso de parámetros por referencia

## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

## Asignación de variables

### Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

### Ejemplos

## Paso de Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

- Para ligadura local (expresiones `let`), se mantiene el comportamiento de los llamados por valor pero se hacen las modificaciones correspondientes para que los valores almacenados correspondan a blancos directos.
- Se cambia la clausula correspondiente en el procedimiento `eval-expression` por:

```
(let-exp (ids rands body)
  (let ((args (eval-let-exp-rands rands env)))
    (eval-expression body (extend-env ids args
                                         env)))))
```

# Paso de parámetros por referencia

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

Los procedimientos `eval-let-exp-rands` y  
`eval-let-exp-rand` están definidos de la siguiente manera

```
(define eval-let-exp-rands
  (lambda (rands env)
    (map (lambda (x) (eval-let-exp-rand x env))
         rands)))

(define eval-let-exp-rand
  (lambda (rand env)
    (direct-target (eval-expression rand env))))
```

# Paso de parámetros por referencia

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

- Para la aplicación de procedimientos, se evalúa cada operando usando el procedimiento `eval-rand`.
- Si el operando no es una variable, entonces se crea una nueva ubicación retornando el blanco directo.
- Si el operando es una variable, ésta denota una ubicación que contiene un valor expresado, luego se retorna un blanco indirecto que apunta a dicha ubicación.
- Si la variable está ligada a una ubicación que contiene un blanco directo, entonces una referencia a la ubicación es retornada. Pero si la variable está ligada a otra referencia, entonces dicha referencia es retornada.

# Paso de parámetros por referencia

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

Los procedimientos `eval-rand` está definido de la siguiente manera

```
(define eval-rand
  (lambda (rand env)
    (cases expression rand
      (var-exp (id)
        (indirect-target
          (let ((ref (apply-env-ref env id)))
            (cases target (primitive-deref ref)
              (direct-target (expval) ref)
              (indirect-target (ref1) ref1))))))
      (else
        (direct-target (eval-expression rand env))))))
```

# Paso de parámetros por referencia

Fundamentos  
de lenguajes  
de  
programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

Asignación de  
variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

Paso de  
Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

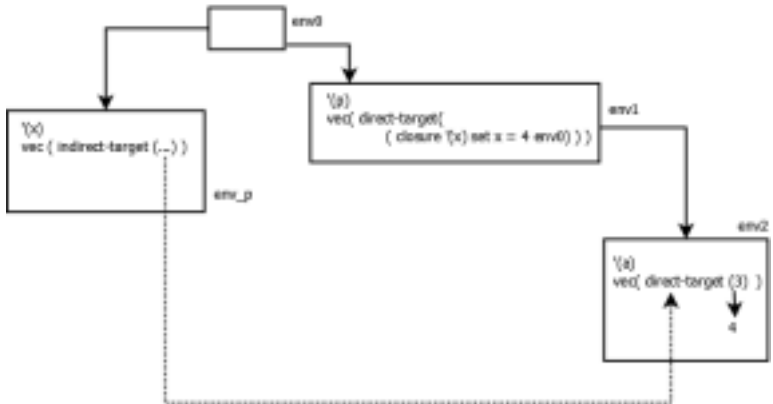
Considere nuevamente la expresión:

```
let
  p = proc(x)
        set x = 4
in
  let
    a = 3
  in
    begin
      (p a);
      a
    end
```

Con paso por referencia, el valor de esta expresión es 4.

# Paso de parámetros por valor

Luego, los ambientes creados en la evaluación de esta expresión se pueden visualizar así:





## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

## Asignación de variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

## Paso de Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

?

## Fundamentos de lenguajes de programación

Carlos Andrés  
Delgado S.  
Carlos Alberto  
Ramírez

## Asignación de variables

Introducción

Sintaxis para la  
asignación de  
variables

Semántica de la  
asignación de  
variables

Ejemplos

## Paso de Parámetros

Paso de parámetros  
por valor

Paso de parámetros  
por referencia

## ■ Tipos.