

Fundamentos de lenguajes de programación

La relación entre Inducción y Programación
carlos.andres.delgado@correounivalle.edu.co

Carlos Andrés Delgado S. Carlos Alberto Ramírez Restrepo

Facultad de Ingeniería. Universidad del Valle

Febrero de 2017

Fundamentos
de lenguajes
de
programación

Carlos Andrés
Delgado S.
Carlos Alberto
Ramírez
Restrepo

Especificación
Recursiva de
datos

Especificación
inductiva
Especificación
mediante
gramáticas

Especificación
Recursiva de
programas

Los conceptos
de Alcance y
Ligadura de
una variable

1 Especificación Recursiva de datos

- Especificación inductiva
- Especificación mediante gramáticas

2 Especificación Recursiva de programas

3 Los conceptos de Alcance y Ligadura de una variable

Fundamentos
de lenguajes
de
programación

Carlos Andrés
Delgado S.
Carlos Alberto
Ramírez
Restrepo

Especificación
Recursiva de
datos

Especificación
inductiva
Especificación
mediante
gramáticas

Especificación
Recursiva de
programas

Los conceptos
de Alcance y
Ligadura de
una variable

1 Especificación Recursiva de datos

- Especificación inductiva
- Especificación mediante gramáticas

2 Especificación Recursiva de programas

3 Los conceptos de Alcance y Ligadura de una variable

Especificación Recursiva de datos

Fundamentos
de lenguajes
de
programación

Carlos Andrés
Delgado S.
Carlos Alberto
Ramírez
Restrepo

Especificación
Recursiva de
datos

Especificación
inductiva
Especificación
mediante
gramáticas

Especificación
Recursiva de
programas

Los conceptos
de Alcance y
Ligadura de
una variable

- Cuando se escribe un procedimiento, se debe definir que clase de valores se espera como entrada y como salida.
- Ejemplo, la función suma tiene como entrada dos números naturales y tiene como salida un número natural.
- Los datos en las funciones recursivas, pueden tener también definiciones recursivas que faciliten la programación.

Técnicas

Existe dos técnicas para la definición recursiva de datos:

- 1 Especificación inductiva
- 2 Especificación mediante gramáticas.

Definición

Se define un conjunto S , el cual es el conjunto más pequeño que satisface las siguientes dos propiedades:

- 1 Algunos valores específicos que deben estar en S .
- 2 Si algunos valores están en S , entonces otros valores también están en S .

Números pares

- 1 Si $n = 2$ entonces n es par
- 2 Si n es par, entonces $n + 2$ también es par.

Lista de números

- 1 *empty* es una lista de números
- 2 Si n es un número y l es una lista entonces (*cons* n l) es una lista de números

Especificación formal

¡Ahora pongámonos serios!, hagamos la especificación formal.

Números pares

1 $2 \in S$

2
$$\frac{n \in S}{n+2 \in S}$$

Lista de números

1 $empty \in S$

2
$$\frac{l \in S, n \in \mathbb{N}}{(cons\ n\ l) \in S}$$

Especificación formal

Muchachos, realicen la especificación inductiva forma de:

- 1 Una lista de parejas, inician con el elemento $(0,1)$, el primer elemento es un número y el segundo un número impar
- 2 Múltiplos de 5

Lista parejas

$$1 \quad (0, 1) \in S$$

$$2 \quad \frac{(n,m) \in S, l \in S, v \in \mathbb{N}}{\text{cons}((n+v, m+2)l) \in S}$$

Múltiplos de 5

$$1 \quad 5 \in S$$

$$2 \quad \frac{n \in S}{n+5 \in S}$$

Especificación mediante gramáticas

Fundamentos
de lenguajes
de
programación

Carlos Andrés
Delgado S.
Carlos Alberto
Ramírez
Restrepo

Especificación
Recursiva de
datos

Especificación
inductiva

Especificación
mediante
gramáticas

Especificación
Recursiva de
programas

Los conceptos
de Alcance y
Ligadura de
una variable

- Una forma sencilla de especificar datos recursivos es con gramáticas regulares.
- Las gramáticas se componen de:
 - 1 Símbolos no terminales, que son aquellos que se componen de otros símbolos, son conocidos como categorías sintácticas
 - 2 Símbolos terminales: corresponden a elementos del alfabeto
 - 3 Reglas de producción

Especificación mediante gramáticas

Fundamentos
de lenguajes
de
programación

Carlos Andrés
Delgado S.
Carlos Alberto
Ramírez
Restrepo

Especificación
Recursiva de
datos

Especificación
inductiva

Especificación
mediante
gramáticas

Especificación
Recursiva de
programas

Los conceptos
de Alcance y
Ligadura de
una variable

- Una forma sencilla de especificar datos recursivos es con gramáticas regulares.
- Las gramáticas se componen de:
 - 1 Símbolos no terminales, que son aquellos que se componen de otros símbolos, son conocidos como categorías sintácticas
 - 2 Símbolos terminales: corresponden a elementos del alfabeto
 - 3 Reglas de producción

Especificación mediante gramáticas

Fundamentos
de lenguajes
de
programación

Carlos Andrés
Delgado S.
Carlos Alberto
Ramírez
Restrepo

Especificación
Recursiva de
datos

Especificación
inductiva

Especificación
mediante
gramáticas

Especificación
Recursiva de
programas

Los conceptos
de Alcance y
Ligadura de
una variable

- Alfabeto: Conjunto de símbolos, ejemplo $\Sigma\{a, b, c\}$
- Reglas de producción: Construcción del lenguaje:
 - $\{a\}^* = \{\epsilon, \{a\}, \{a, a\}, \{a, a, a\}...\}$
 - $\{b\}^+ = \{\{b\}, \{b, b\}, \{b, b, b\}...\}$

Lista números

```
<lista-de-enteros> ::= ()  
                    ::= (<int> <lista-de-enteros>)
```

```
<lista-de-enteros> ::= () | (<int> <lista-de-enteros>)
```

```
<lista-de-enteros> ::= (<int>)*
```

Árbol Binario

```
<arbol-binario> ::= <int>  
::= (<int> <arbol-binario>  
    <arbol-binario>)
```

Expresión calculo λ

```
<lambda-exp> ::= <identificador>  
::= (lambda (<identificador>) <lambda-exp>)  
::= (<lambda-exp> <lambda-exp>)
```


Expresión calculo λ

Expresiones

En el cálculo λ las funciones son ciudadanos de primera clase

```
(lambda (x) (+ x 1)) ; Como función  
((lambda (x y) (* x y)) 1 2) ; Como valor
```

Funciones pueden pasarse como parámetros y retornarse al igual que los valores.

Fundamentos
de lenguajes
de
programación

Carlos Andrés
Delgado S.
Carlos Alberto
Ramírez
Restrepo

Especificación
Recursiva de
datos

Especificación
inductiva
Especificación
mediante
gramáticas

Especificación
Recursiva de
programas

Los conceptos
de Alcance y
Ligadura de
una variable

1 Especificación Recursiva de datos

- Especificación inductiva
- Especificación mediante gramáticas

2 Especificación Recursiva de programas

3 Los conceptos de Alcance y Ligadura de una variable

Especificación Recursiva de programas

Fundamentos
de lenguajes
de
programación

Carlos Andrés
Delgado S.
Carlos Alberto
Ramírez
Restrepo

Especificación
Recursiva de
datos

Especificación
inductiva
Especificación
mediante
gramáticas

Especificación
Recursiva de
programas

Los conceptos
de Alcance y
Ligadura de
una variable

- La definición inductiva o mediante gramáticas de los conjuntos de datos sirve de guía para desarrollar procedimientos que operan sobre dichos datos
- La estructura de los programas debe seguir la estructura de los datos

Especificación Recursiva de programas

Fundamentos
de lenguajes
de
programación

Carlos Andrés
Delgado S.
Carlos Alberto
Ramírez
Restrepo

Especificación
Recursiva de
datos

Especificación
inductiva
Especificación
mediante
gramáticas

Especificación
Recursiva de
programas

Los conceptos
de Alcance y
Ligadura de
una variable

- La definición inductiva o mediante gramáticas de los conjuntos de datos sirve de guía para desarrollar procedimientos que operan sobre dichos datos
- La estructura de los programas debe seguir la estructura de los datos

Procedimiento sum-arbol:

- El procedimiento sum-arbol retorna la suma de los valores en todas las hojas de un árbol
- Cuando el árbol corresponde a un nodo hoja se debe retornar el valor en la hoja
- Cuando el árbol corresponde a un nodo raíz se debe retornar la suma de los elementos del sub-árbol izquierdo con los elementos del sub-árbol derecho.

Especificación Recursiva de programas

Fundamentos
de lenguajes
de
programación

Carlos Andrés
Delgado S.
Carlos Alberto
Ramírez
Restrepo

Especificación
Recursiva de
datos

Especificación
inductiva
Especificación
mediante
gramáticas

Especificación
Recursiva de
programas

Los conceptos
de Alcance y
Ligadura de
una variable

```
(define sum-arbol
  (lambda (arbol)
    ;; Condición de parada
    (if (null? arbol) ...
        ;; Condición de verificación
        )
    (if (number? (car arbol))
        ;; cuando el árbol corresponde a un nodo hoja
        ;; cuando el árbol corresponde aun nodo raíz
        ;; llamado recursivo, hijo izquierdo e hijo
        derecho
        (+
         (car arbol)
         (sum-arbol (cadr arbol))
         (sum-arbol (caddr arbol))
        )
    )
  )
)
```

Fundamentos
de lenguajes
de
programación

Carlos Andrés
Delgado S.
Carlos Alberto
Ramírez
Restrepo

Especificación
Recursiva de
datos

Especificación
inductiva
Especificación
mediante
gramáticas

Especificación
Recursiva de
programas

Los conceptos
de Alcance y
Ligadura de
una variable

1 Especificación Recursiva de datos

- Especificación inductiva
- Especificación mediante gramáticas

2 Especificación Recursiva de programas

3 Los conceptos de Alcance y Ligadura de una variable

Los conceptos de Alcance y Ligadura de una variable

Fundamentos
de lenguajes
de
programación

Carlos Andrés
Delgado S.
Carlos Alberto
Ramírez
Restrepo

Especificación
Recursiva de
datos

Especificación
inductiva

Especificación
mediante
gramáticas

Especificación
Recursiva de
programas

Los conceptos
de Alcance y
Ligadura de
una variable

- El concepto de variable es fundamental en los lenguajes de programación
- Una variable puede ser declarada o referenciada

- Declaración:

```
(lambda (x) ...)  
(let ((x ...) ) ...)
```

- Referencia:

```
(f x y)
```


Los conceptos de Alcance y Ligadura de una variable

Fundamentos
de lenguajes
de
programación

Carlos Andrés
Delgado S.
Carlos Alberto
Ramírez
Restrepo

Especificación
Recursiva de
datos

Especificación
inductiva
Especificación
mediante
gramáticas

Especificación
Recursiva de
programas

Los conceptos
de Alcance y
Ligadura de
una variable

- Una variable esta ligada al lugar donde se declara
- El valor referenciado por la variable es su denotación
- Cada lenguaje de programación tiene asociadas unas reglas de ligadura que determinan a qué declaración hace referencia cada variable
- Dependiendo del momento de aplicación de las reglas (antes o durante la ejecución), los lenguajes se denominan de alcance estático o alcance dinámico

Los conceptos de Alcance y Ligadura de una variable

Fundamentos
de lenguajes
de
programación

Carlos Andrés
Delgado S.
Carlos Alberto
Ramírez
Restrepo

Especificación
Recursiva de
datos

Especificación
inductiva
Especificación
mediante
gramáticas

Especificación
Recursiva de
programas

Los conceptos
de Alcance y
Ligadura de
una variable

- Una variable x ocurre libre en una expresión E si y solo si existe algún uso de x en E el cual no está ligado a ninguna declaración de x en E

```
((lambda (x) x) y)
```

- Una variable x ocurre ligada en una expresión E si y solo si existe algún uso de x en E el cual está ligado a una declaración de x en E .

```
(lambda (y) (  
  (lambda (x) x) y))
```

Los conceptos de Alcance y Ligadura de una variable

Fundamentos
de lenguajes
de
programación

Carlos Andrés
Delgado S.
Carlos Alberto
Ramírez
Restrepo

Especificación
Recursiva de
datos

Especificación
inductiva

Especificación
mediante
gramáticas

Especificación
Recursiva de
programas

Los conceptos
de Alcance y
Ligadura de
una variable

Se define como el alcance de una variable como la región dentro del programa en el cual ocurren todas las referencias a dicha variable.

```
(define x                                     ; Variable x1
  (lambda (x)                                ; Variable x2
    (map
      (lambda (x)                            ; Variable x3
        (+ x 1))
      x)))
(x ' (1 2 3))                               ; Ref x3
                                             ; Ref x2
                                             ; Ref x1
```

Los conceptos de Alcance y Ligadura de una variable

Fundamentos
de lenguajes
de
programación

Carlos Andrés
Delgado S.
Carlos Alberto
Ramírez
Restrepo

Especificación
Recursiva de
datos

Especificación
inductiva
Especificación
mediante
gramáticas

Especificación
Recursiva de
programas

Los conceptos
de Alcance y
Ligadura de
una variable

Ejemplo:

```
(lambda (z)
  ((lambda (a b c)
    (a (lambda (a)
      (+ a c))
      b))
    (lambda (f x)
      (f (z x))))))
```

```
(lambda (z)
  ((lambda (a b c)
    (a (lambda (a)
      (+ a c))
      b))
    (lambda (f x)
      (f (z x)))))
```

Los conceptos de Alcance y Ligadura de una variable

Fundamentos
de lenguajes
de
programación

Carlos Andrés
Delgado S.
Carlos Alberto
Ramírez
Restrepo

Especificación
Recursiva de
datos

Especificación
inductiva

Especificación
mediante
gramáticas

Especificación
Recursiva de
programas

Los conceptos
de Alcance y
Ligadura de
una variable

Cual es el valor de la siguiente expresión:

```
(let ((x 3) (y 4))  
  (+ (let ((x (+ y 5)))  
      (* x y))  
    x)  
)
```

Los conceptos de Alcance y Ligadura de una variable

Fundamentos
de lenguajes
de
programación

Carlos Andrés
Delgado S.
Carlos Alberto
Ramírez
Restrepo

Especificación
Recursiva de
datos

Especificación
inductiva
Especificación
mediante
gramáticas

Especificación
Recursiva de
programas

Los conceptos
de Alcance y
Ligadura de
una variable

Cual es el valor de la siguiente expresión:

```
(let ((x 6)(y 7))
  (*
    (let ((y 8))
      (+
        (let ((x 6) (y x))
          (+ x
            (let ((y 3) (x y)) (+ x (+ 2 y))))
        y)
      )
    (let ((x 4)) (- y x))
  )
)
```

Los conceptos de Alcance y Ligadura de una variable

Fundamentos
de lenguajes
de
programación

Carlos Andrés
Delgado S.
Carlos Alberto
Ramírez
Restrepo

Especificación
Recursiva de
datos

Especificación
inductiva
Especificación
mediante
gramáticas

Especificación
Recursiva de
programas

Los conceptos
de Alcance y
Ligadura de
una variable

Cual es el valor de la siguiente expresión:

```
(let ((x 6)
      (y 7))
  (+ (let ((x (- y 6)))
        (* x y))
     x))
```

Fundamentos
de lenguajes
de
programación

Carlos Andrés
Delgado S.
Carlos Alberto
Ramírez
Restrepo

Especificación
Recursiva de
datos

Especificación
inductiva

Especificación
mediante
gramáticas

Especificación
Recursiva de
programas

Los conceptos
de Alcance y
Ligadura de
una variable

Abstracción de datos (Capítulo 2 EOPL)