

# Facultad de Ciencias, UNAM

## Lenguajes de Programación

### Tarea 2

Hernández Salinas Oscar  
Rubí Rojas Tania Michelle

19 de octubre de 2020

1. Define las siguientes funciones sobre expresiones del lenguaje WAE:

- a) La función `libres`:  $WAE \rightarrow (\text{listof symbol})$  que dada una expresión de tipo WAE devuelve una lista con los identificadores libres (sin repeticiones) contenidos en ésta.

SOLUCIÓN:

```
(define (libres expr)
  (type-case WAE expr
    [id (i) ]
    [num (n) '()]
    [add (lhs rhs) (union (libres lhs) (libres rhs))]
    [sub (lhs rhs) (union (libres lhs) (libres rhs))]
    [with (id value body)
      ()]))
```

- b) La función `ligadas`:  $WAE \rightarrow (\text{listof symbol})$  que dada una expresión de tipo WAE devuelve una lista con identificadores ligados (sin repeticiones) contenidos en ésta.

SOLUCIÓN:

```
(define (ligadas expr)
  (type-case WAE expr
    [id (i) ]
    [num (n) '()]
    [add (lhs rhs) (union (ligadas lhs) (ligadas rhs))]
    [sub (lhs rhs) (union (ligadas lhs) (ligadas rhs))]
    [with (id value body)
      ()]))
```

- c) La función `de-ligado`:  $WAE \rightarrow (\text{listof symbol})$  que dada una expresión de tipo WAE devuelve una lista con identificadores de ligado (sin repeticiones) contenidos en ésta.

SOLUCIÓN:

```
(define (de-ligado expr)
  (type-case WAE expr
    [id (i) '()]
    [num (n) '()]
    [add (lhs rhs) (union (de-ligado lhs) (de-ligado rhs))]
    [sub (lhs rhs) (union (de-ligado lhs) (de-ligado rhs))])
```

```
[with (id value body)
  (union (list id) (de-ligado value) (de-ligado body)))]))
```

2. Sea  $e$  una expresión del lenguaje WAE. Suponiendo que  $(\text{libres } e) = \emptyset$ , demostrar o dar un contraejemplo de la siguiente desigualdad.

$$(\text{length } (\text{ligada } e)) \leq (\text{length } (\text{de-ligado } e))$$

*Demostración.* Sea  $e$  la siguiente expresión del lenguaje WAE

```
{with {a 17} {+ a {+ a {+ a {+ a a}}}}}
```

donde el símbolo de color azul es una variable de **de-ligado** y los símbolos de color rojo son variables **ligadas**. Notemos, además, que no tenemos variables **libres**.

Así,

$$(\text{length } (\text{ligada } e)) = 5 \not\leq 1 (\text{length } (\text{de-ligado } e))$$

Por lo tanto, la desigualdad  $(\text{length } (\text{ligada } e)) \leq (\text{length } (\text{de-ligado } e))$  es falsa.

□

3. Realiza las siguientes sustituciones cuidando el alcance de las variables correspondientes. Indica para cada expresión los identificadores libres, de ligado y ligados.

a) `{with {w {- u 8}} {with {v 5} {+ w {+ y x}}}} [x := {+ u v}]`

SOLUCIÓN:

b) `{with {y {+ x v}} {with {z x} {- x {- y z}}}} [x := {- y z}]`

SOLUCIÓN:

c) `{with {y {- z 3}} {+ x {+ y 11}}} [x := {- y {z 23}}]`

SOLUCIÓN:

4. Convierte las siguientes expresiones a su respectiva versión usando índices de *De Bruijn*.

a) 

```
{with {a 2}
  {with {b 3}
    {with {c 4}
      {with {d {+ a {- b c}}}
        {with {f {with {a {+ b c}} a}}
          {+ d {with {b {- d f}} {- b c}}}}}}}}
```

SOLUCIÓN:

```
{with 2
  {with 3
    {with 4
      {with {+ <:2> {- <:1> <:0>}}
        {with {with {+ <:2> <:1> <:0>}}
          {+ <:1> {with {- <:1> <:0>} {- <:0> <:2>}}}}}}}}
```

b)  $\{\text{with } \{\{a\ 2\} \{b\ 3\} \{c\ \{\text{with } \{\{a\ 2\}\} \{+ \ 2\ 3\}\}\}\}$   
 $\{\text{with } \{\{d\ 8\}\}$   
 $\{\text{with } \{\{a\ c\} \{b\ \{- \ 8\ d\}\} \{c\ \{+ \ b\ b\}\}\} \{$   
 $\{\text{with } \{\{g\ \{\text{with } \{\{z\ a\} \{y\ b\} \{z\ d\}\} 1\}\}\}$   
 $\{+ \ g\ \{- \ d\ c\}\}\}\}\}\}$

SOLUCIÓN:

$\{\text{with } \{2\ 3\ \{\text{with } \{2\} \{+ \ 2\ 3\}\}\}$   
 $\{\text{with } \{8\}$   
 $\{\text{with } \{\{<:1, 2>\} \{- \ 8 \ <:0, 0>\} \{+ \ <:1, 1> \ <:1, 1>\}\}\}$   
 $\{\text{with } \{\{\text{with } \{\{<:0, 0>\} \{<:0, 1>\} \{<:1, 0>\}\} 1\}\}$   
 $\{+ \ <:0, 0> \{- \ <:2, 0> \ <:1, 2>\}\}\}\}\}$

5. Dadas las siguientes expresiones representadas mediante índices de *De Bruijn*, obtén su respectiva versión usando identificadores de variables.

a)  $\{\text{with } \{+ \ 2\ 3\}$   
 $\{\text{with } 17$   
 $\{\text{with } \{+ \ <:0> \ <:0>\}$   
 $\{\text{with } \{- \ <:0> \{+ \ <:1> \ <:2>\}\}$   
 $\{\text{with } \{\text{with } 2 \{+ \ <:0> \ 3\}$   
 $\{- \ <:3> \{+ \ <:2> \{+ \ <:0> \ <:1>\}\}\}\}\}\}$

SOLUCIÓN:

b)  $\{\text{with } \{1\ 2\ 3\}$   
 $\{\text{with } \{4\ 5\ 6\}$   
 $\{\text{with } \{\{\text{with } \{\{+ \ <:0\ 1> \ <:1\ 2>\} \{- \ <:1\ 1> \ <:0\ 0>\}\} 3\}\}$   
 $\{+ \ <:3\ 2> \{+ \ <:2\ 1> \{+ \ <:1\ 0> \ <:0\ 0>\}\}\}\}\}$

SOLUCIÓN:

6. Determina el valor de la siguiente expresión y responde las siguientes preguntas: ¿puede haber otro resultado correcto? ¿por qué? ¿cuál es el correcto?

$\{\text{with } \{a\ 2\}$   
 $\{\text{with } \{b\ 3\}$   
 $\{\text{with } \{c\ \{+ \ a\ b\}\}$   
 $\{\text{with } \{a\ -2\}$   
 $\{\text{with } \{b\ -3\}$   
 $\{+ \ c\ c\}\}\}\}\}$

SOLUCIÓN: