Facultad de Ciencias, UNAM
Lenguajes de Programación
Tarea 3

Hernández Salinas Óscar
Rubí Rojas Tania Michelle

26 de octubre de 2020

1. Evalúa las siguientes expresiones usando `a) alcance estático` y `b) alcance dinámico`. Es necesario que muestres el ambiente de evaluación final en forma de pila y en forma de lista en cada caso.

   a)
   ```
   {with {a 2}
      {with {b 3}
         {with {foo {fun {x} {- {+ a b} x}}}
            {with {a -2}
               {with {b -3}
                  {with {foo {fun {x} {+ {- a b} x}}}
                     {foo -10}}}}}}}
   ```

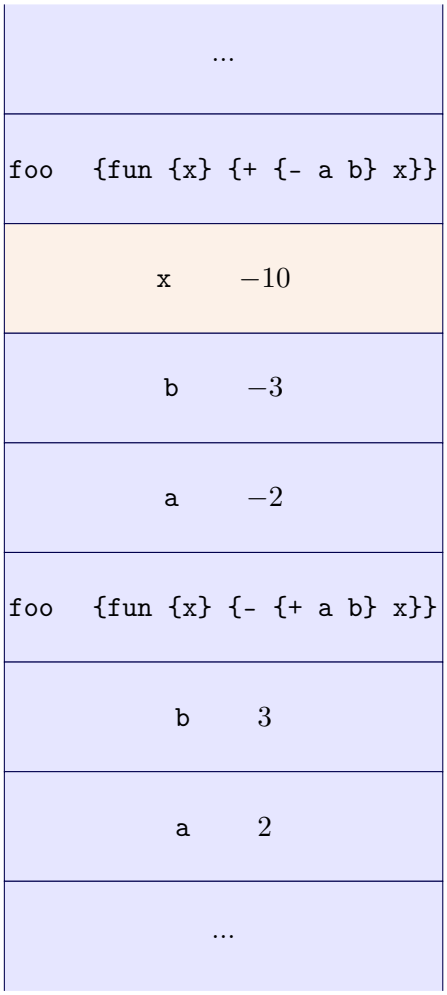
   Solución:

   - Alcance estático
     Como la expresión que tenemos que evaluar es `{foo 10}`, entonces
     ```
     {foo -10} = {{fun {x} {+ {- a b} x}} -10}
               = {+ {- a b} -10}
               = {+ {- (-2) (-3)} -10}
               = {+ 1 -10}
               = -9
     ```

     Así, la representación del ambiente final se vería como:

     - En forma de lista
       ```
       ((foo {fun {x} {+ {- a b} x}}) (x -10) (b -3) (a -2) (foo {fun {x} {- {+ a b} x}})
                                                            (b 3) (a 2))
       ```

- En forma de pila



- Alcance dinámico
  Como la expresión que tenemos que evaluar es `{foo -10}`, entonces

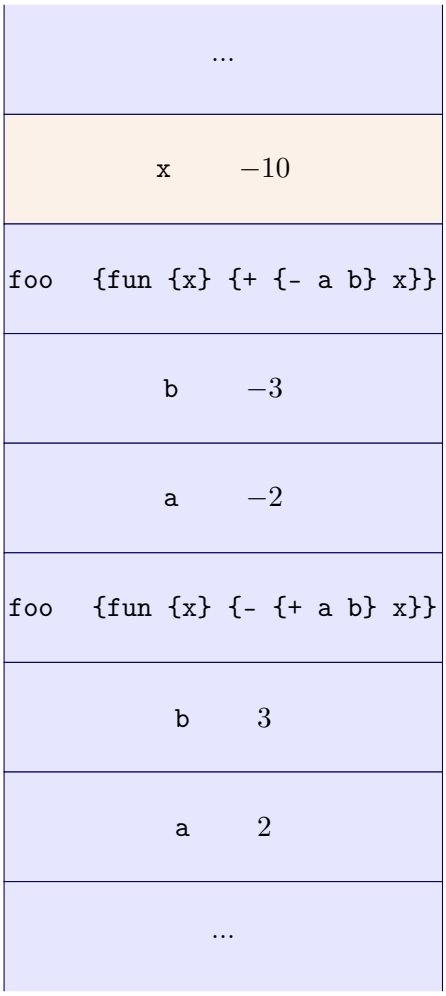
```
{foo -10} = {{fun {x} {+ {- a b} x}} -10}
          = {+ {- a b} -10}
          = {+ {- (-2) (-3)} -10}
          = {+ 1 -10}
          = -9
```

  Así, la representación del ambiente final se vería como:

  - En forma de lista

```
((x -10) (foo {fun {x} {+ {- a b} x}}) (b -3) (a -2) (foo {fun {x} {- {+ a b} x}})
                                                      (b 3) (a 2))
```

- En forma de pila

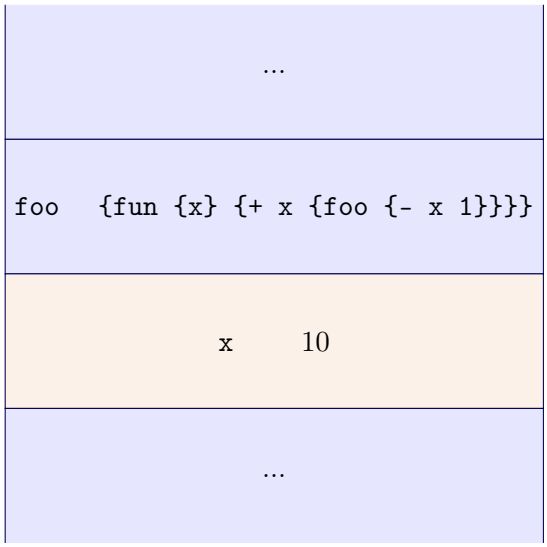


b)
```
{with {foo {fun {x} {+ x {foo {- x 1}}}}}
    {foo 10}}
```

Solución:

- Alcance estático
  Como la expresión que tenemos que evaluar es `{foo 10}`, entonces
  ```
  {foo 10} = {{fun {x} {+ x {foo {- x 1}}}} 10}
           = {+ 10 {foo {- x 1}}}
           = error
  ```
  Por ser alcance estático, podemos encontrar el valor de x en la pila, pero no podemos volver a encontrar el valor de `foo` (ya que empezamos a buscar hacia abajo desde `foo`), así que tenemos un error de variable libre.
  Así, la representación del ambiente final se vería como:
  - En forma de lista
    ```
    ((foo {fun {x} {+ x {foo {- x 1}}}}) (x 10))
    ```

- En forma de pila



- Alcance dinámico
  Como la expresión que tenemos que evaluar es `{foo 10}`, entonces

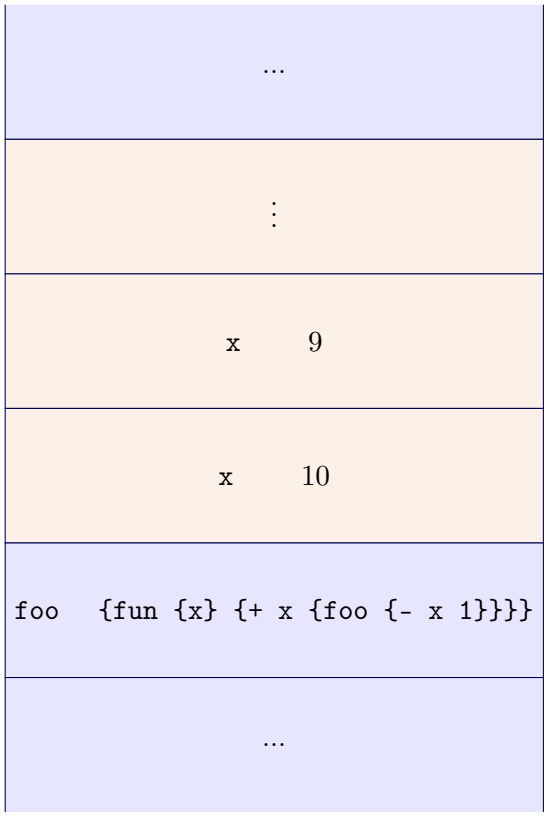
```
{foo 10} = {{fun {x} {+ x {foo {- x 1}}}} 10}
         = {+ 10 {foo {- x 1}}}
         = {+ 10 {{fun {x} {+ x {foo {- x 1}}}} {- x 1}}}
         = {+ 10 {{fun {x} {+ x {foo {- x 1}}}} {- 10 1}}}
         = {+ 10 {{fun {x} {+ x {foo {- x 1}}}} 9}}
         = {+ 10 {+ 9 {foo {- x 1}}}}
         = ...
```

  Notemos que, usando alcance dinámico, esta expresión se cicla. Puesto que buscamos desde el tope de la pila, vamos a ir encontrándo los valores de x y nunca terminamos de llamar a la función `foo` (ésta siempre se llama a sí misma). Por lo tanto, esta expresión nunca termina.
  Así, la representación del ambiente final se vería como:

  - En forma de lista

```
(··· (x 9) (x 10) (foo {fun {x} {+ x {foo {- x 1}}}}))
```

- En forma de pila



c)
```
{with {x 2}
   {with {foo {fun {a} {+ x 2}}}
      {with {y 3}
         {with {foo {fun {b} {- y b}}}
            {with {x 4}
               {with {goo {fun {b} {+ {foo x} {foo y}}}}
                  {goo 3}}}}}}}
```

Solución:

- Alcance estático
  Como la expresión que tenemos que evaluar es `{goo 3}`, entonces

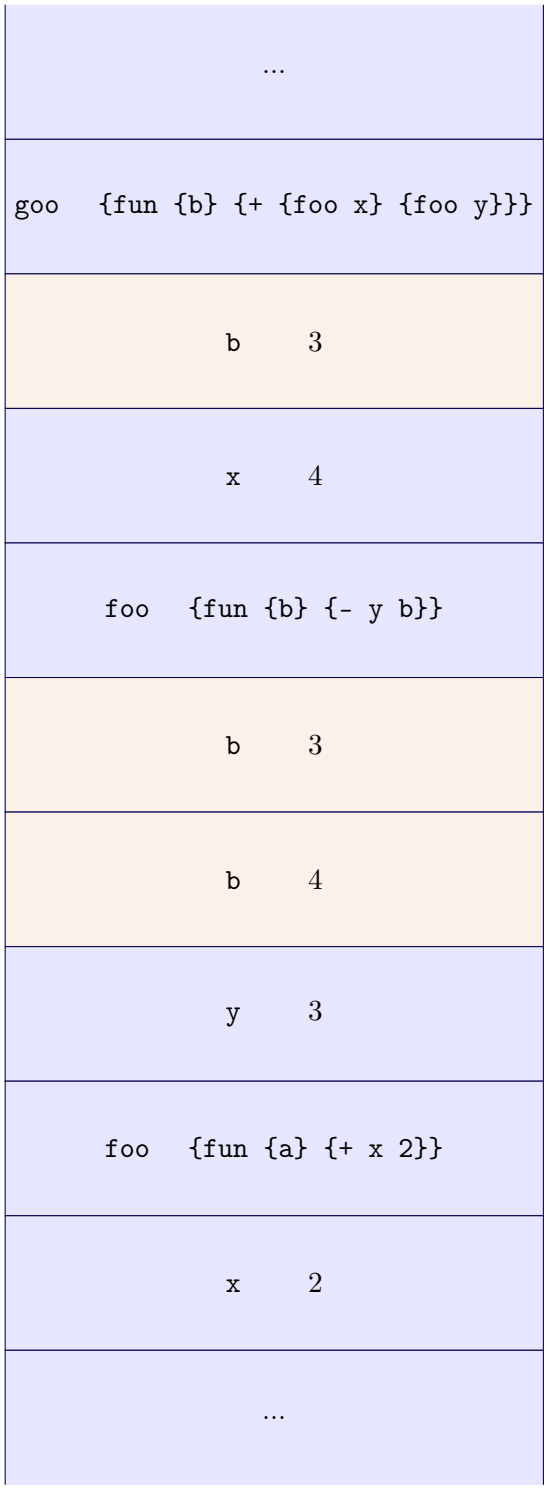
```
{goo 3} = {{fun {b} {+ {foo x} {foo y}}} 3}
        = {+ {foo x} {foo y}}
        = {+ {foo x} {foo y}}
        = {+ {{fun {b} {- y b}} x} {{fun {b} {- y b}} y}}
        = {+ {{fun {b} {- y b}} 4} {{fun {b} {- y b}} 3}}
        = {+ {- y b} {- y b}}
        = {+ {- 3 4} {- 3 3}}
        = {+ (-1) 0}
        = -1
```

  Así, la representación del ambiente final se vería como:

- En forma de lista

```
((goo {fun {b} {+ {foo x} {foo y}}}) (b 3) (x 4) (foo {fun {b} {- y b}}) (b 3) (b
                    4) (y 3) (foo {fun {a} {+ x 2}}) (x 2))
```

- En forma de pila



- Alcance dinámico
  Como la expresión que tenemos que evaluar es `{goo 3}`, entonces

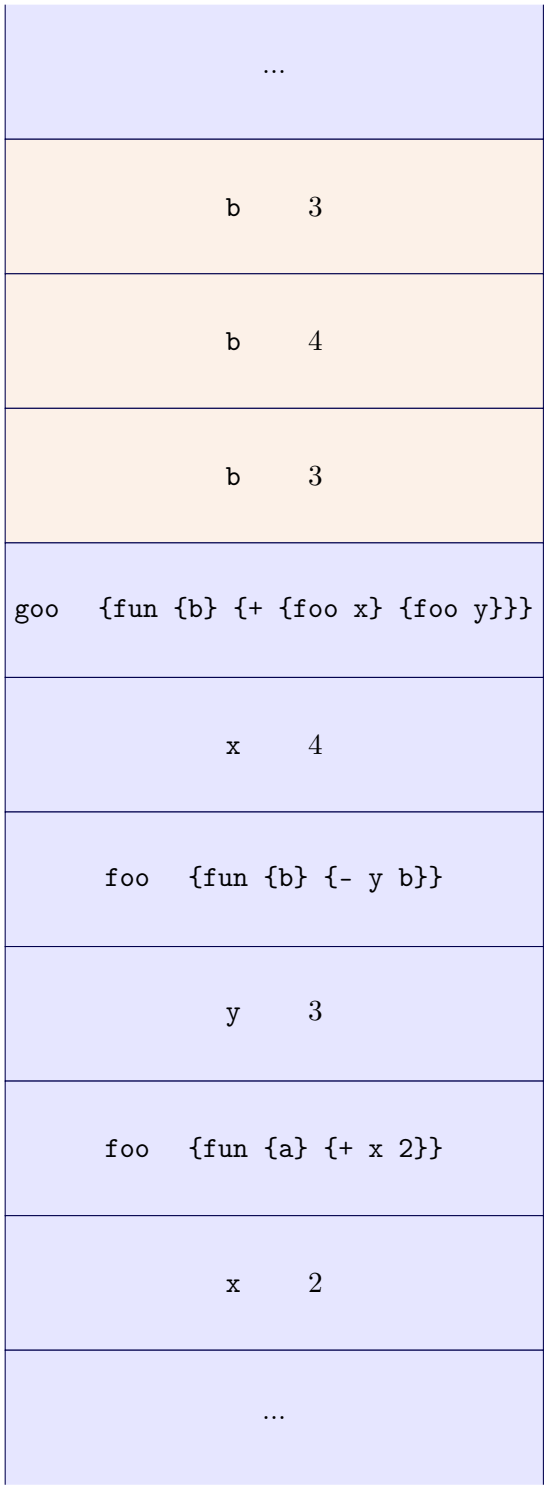
```
{goo 3} = {{fun {b} {+ {foo x} {foo y}}} 3}
        = {+ {foo x} {foo y}}
        = {+ {{fun {b} {- y b}} x} {{fun {b} {- y b}} y}}
        = {+ {{fun {b} {- y b}} 4} {{fun {b} {- y b}} 3}}
        = {+ {- y b} {- y b}}
        = {+ {- 3 4} {- 3 3}}
        = {+ (-1) 0} = -1
```

Así, la representación del ambiente final se vería como:

- En forma de lista

```
((b 3) (b 4) (b 3) (goo {fun {b {+ {foo x} {foo y}}}}) (x 4) (foo {fun {b} {- y
                    b}}) (y 3) (foo {fun {a} {+ x 2}}) (x 2))
```

- En forma de pila



2. Las primeras versiones del lenguaje Lisp hacían uso de alcance dinámico y sus diseñadores se negaban a cambiárlo debido a una gran ventaja que traía consigo el uso de este tipo de alcance. Con base en los resultados obtenidos en el inciso `(b)` del ejercicio anterior, menciona esta ventaja.

   Solución:

3. En clase se revisó que la función de *sustitución* es ineficiente, ya que en el peor caso es de orden cuadrático en relación al tamaño del programa (considerando el tamaño del programa como el número de nodos en el árbol de sintaxis abstracta). Por otro lado, se expuso una alternativa a este algoritmo de sustitución usando ambientes. Sin embargo, el implementar un ambiente usando una pila no parece ser mucho más eficiente.

   a) Da un programa que ilustre la no linealidad de la implementación basada en pilas y explica brevemente por qué su ejecución en tiempo no es lineal con respecto al tamaño de la entrada.

   Solución: Supongamos que tenemos el siguiente programa, el cual tiene n variables de-ligado.

```
{with {x 1}
   {with {a_1 x}
      {with {a_2 x}
      ...
         {with {a_{n-1} x}}
            {+ x {+ a_1 {+ a_2 + {+ ... {+ a_{n-1} x} ... }}}}}}}
```

   Notemos que a cada una de las variables de ligado le corresponde una variable ligada. Entonces, la primer variable que nos encontramos es x, así que buscamos esta variable en nuestro ambiente (que está al fondo de la pila). La siguiente variable que nos encontramos es a_1, pero el valor que le corresponde es aquel que posee x, por lo que tenemos que volver a buscar dentro del ambiente para poder asignarle un valor a nuestra variable a_1. De manera análoga, las demás variables a_i tendrán que realizar el mismo procedimiento para poder asignarle el valor a su variable. Por lo que, cada una de las n variables tiene que buscar el valor de x en el ambiente. Esto nos toma tiempo $O(n^2)$ ya que buscar un elemento en la pila, en el peor caso, es lineal; pero estamos aplicándo esto a cada una de las n variables que tiene nuestro programa, lo que justifica nuestra complejidad cuadrática.

   b) Describe una estructura de datos para un ambiente que un intérprete de FWAE pueda usar para mejorar su complejidad. Muestra cómo el intérprete usaría esta nueva estructura de datos. Indica además, cuál es la nueva complejidad del intérprete (análisis del peor caso).

   Solución: Los diccionarios (o *hash tables*) son estructuras de datos que nos ayudan a asociar llaves con valores. La operación principal que soporta de manera eficiente es la búsqueda, ya que permite el acceso a los elementos almacenados a partir de una llave generada. Funciona transformando la llave con una *función hash* en un hash, un número que identifica la posición donde la tabla hash localiza el valor deseado.

   Los diccionarios se suelen implementar sobre arreglos, por lo que proveen tiempo constante de búsqueda, sin importar el número de elementos en la tabla. Sin embargo, en casos particularmente malos, el tiempo de búsqueda puede llegar a ser lineal.

   Así pues, nuestra propuesta es utilizar un diccionario como estructura de datos, ya que el código hash de cada una de las variables es su propia llave y su valor, lo que nos permitirá poder buscar en el ambiente el valor de las variables. Por lo que, si la primer variable ligada que nos encontramos es x (con un valor de 1), entonces podemos agregar esta información al diccionario (nuestro ambiente) y aplicar esto a cada una de las variables que vayamos encontrando.

   Así, cada vez que mandemos a llamar una función, nos tomará tiempo constante (salvo casos particularmente malos) tomar el valor del último ambiente y ponerlo en nuestra función. En el peor caso, la función que mandamos a llamar carga con todas las variables que tenemos hasta el momento, lo que hará que nos tome tiempo lineal (con respecto al número de elementos en la *tabla hash*).

Referencias

[1] Hash tables
https://en.wikipedia.org/wiki/Hash_table