

Segundo parcial

NOTA: este parcial es a libro abierto. Se permite tener cualquier material manuscrito o impreso, pero no se permite el uso de dispositivos electrónicos. El parcial se califica con una nota numérica de 1 a 10. Se requiere ≥ 4 en ambos parciales para aprobar la materia. Para promocionar se requiere nota ≥ 6 en ambos parciales y promedio ≥ 7 .

Ejercicio 1. Considerar el siguiente lenguaje de expresiones:

```
data E = Var Id      -- x          representa una variable v
      | Nil          -- []         denota la lista vacía
      | Cons E E      -- e1 : e2    denota la lista cuya cabeza es e1 y cuya cola es e2
      | FC E Id Id E  -- funcase {  denota una función que recibe un parámetro, y hace pattern matching:
                        []          -> e1;    si el parámetro es la lista vacía, evalúa e1;
                        (x : xs) -> e2      si el parámetro es una lista (c : cs), evalúa e2 ligando x:=c y xs:=cs
                        }
      | App E E        -- e1 e2     aplica la función e1 al parámetro e2
```

donde `type Id = String`. Por ejemplo el programa `(funcase { [] -> []; (x : xs) -> xs }) ([] : ([] : []))` denota el valor `([] : [])`. Escribir un intérprete que haga evaluación *call-by-value* con el siguiente tipo:

```
eval :: E -> Env Val -> Val
```

El intérprete recibe una expresión y un entorno que a cada variable le asigna un valor y devuelve un valor. Usar el siguiente tipo de datos para los valores, donde `VFCClosure` es la clausura que resulta de evaluar una expresión `funcase`:

```
data Val = VNil | VCons Val Val | VFCClosure E Id Id E (Env Val)
```

Ejercicio 2. En un lenguaje no tipado (ej. Python, JavaScript, etc.) las variables pueden almacenar variables de distintos tipos a lo largo de su vida. Por simplicidad asumiremos que trabajamos en un lenguaje en el que hay dos tipos `Int` y `Bool`, y que la forma de las expresiones es la siguiente:

$$E ::= n \mid E + E \mid E == E$$

donde n representa cualquier constante entera, $+$ es un operador que devuelve un entero y $==$ es un operador que devuelve un booleano. Además de etiquetas, las instrucciones posibles son asignaciones de la forma “ $x := E$ ” y saltos condicionales “**jumpIf** x L ” donde x es una variable y L una etiqueta. Se quiere diseñar un mecanismo de análisis estático que indique cuáles son los posibles tipos de una variable en cada punto del programa.

- ¿Se trata de un análisis *may* o *must*? ¿*Forward* o *backward*? (Justificar).
- ¿Cuál es el conjunto de valores que el análisis asocia a cada punto del programa?
- Describir cómo son los conjuntos **gen** y **kill** de las asignaciones y los saltos condicionales.
- Analizar el siguiente programa con el análisis diseñado:

```
[1] x := 1
[2] y := 1 + 1 + 1 + 1 + 1
[3] start:
[4] z := y
[5] y := (x == y)
[6] jumpIf y end
[7] y := z
[8] x := x + 1
[9] z := (x == x)
[10] jumpIf z start
[11] end:
```

Ejercicio 3. Considerar la gramática $G = (\{\text{num}, \oplus, (,)\}, \{E\}, \mathcal{P}, E)$ cuyas producciones \mathcal{P} están dadas por:

$$E \longrightarrow \text{num} \mid (E) \mid E \oplus E$$

Extender la gramática G con atributos (indicando si son sintetizados y/o heredados) para calcular el número de Ershov de la expresión E .

Ejercicio 4. Considerar el cálculo- λ extendido con el tipo de los pares $\tau \times \sigma$, términos de la forma $\langle t, s \rangle$ que representan pares y términos de la forma $\lambda[x, y].t$ que representa una función que recibe como parámetro un par p , liga x a la primera componente de p , y a la segunda componente de p y devuelve el cuerpo t . Las reglas de tipado se extienden del siguiente modo:

$$\frac{\Gamma \vdash t : \tau \quad \Gamma \vdash s : \sigma}{\Gamma \vdash \langle t, s \rangle : \tau \times \sigma} \text{T-PAIR} \qquad \frac{\Gamma, x : \tau, y : \sigma \vdash t : \rho}{\Gamma \vdash \lambda[x, y].t : (\tau \times \sigma) \rightarrow \rho} \text{T-LAMPAIR}$$

a. Proponer un tipo para completar el agujero ?1 y dar una derivación para el siguiente juicio:

$$\vdash \lambda[x, y].((\lambda[a, b].\langle x a, x b \rangle) y) : \text{?1}$$

b. Proponer un término para completar el agujero ?2 y dar una derivación para el siguiente juicio:

$$\vdash \text{?2} : ((\tau \times \sigma) \rightarrow \rho) \rightarrow ((\sigma \times \tau) \rightarrow \rho)$$

Justificar todas las respuestas.