

Apellido y Nombre:  
email (@mi.unc.edu.ar):  
Nota:

## Lenguajes y Compiladores

6 de junio 2025 - 2do Parcial

1. Considerá el cálculo lambda puro.
  - (a) Decidí si cada una de las siguientes afirmaciones es válida o no, justificando con una prueba o dando un contraejemplo.
    - i. Como la contracción de un redex disminuye la cantidad de redexes, toda expresión tiene forma normal.
    - ii. Hay expresiones que no tienen forma normal porque tienen una cantidad infinita de redexes.
  - (b) Sea  $A = \lambda x y. y (x x y)$ . Sea  $S = \lambda n f x. f (n f x)$ .
    - i. (Sin puntaje) ¿Qué propiedad piola tiene  $A$ ?
    - ii. ¿Tiene forma normal  $A A K$ ? Justifica tu respuesta.
    - iii. Considerando la evaluación normal ¿Tiene forma canónica  $A A S$ ? Si considerás que sí tiene, demostralo con su evaluación. Si considerás que no tiene forma canónica (en evaluación normal) explicá por qué no.
    - iv. Considerando la evaluación eager ¿Tiene forma canónica  $A A S$ ? Si considerás que sí tiene, demostralo con su evaluación. Si considerás que no tiene forma canónica (en evaluación normal) explicá por qué no.
2. Ahora nos pasamos al lenguaje aplicativo normal. Seguimos explorando el uso de  $A A$ .
  - (a) Definí una expresión que corresponda al **funcional** asociado a Fibonacci:

$$fib\ x = \begin{cases} 1 & \text{si } x \leq 1 \\ fib\ (x - 1) + fib\ (x - 2) & \text{si } x > 1 \end{cases}$$

Usaremos  $F$  para referirnos a la expresión que definiste acá.

- (b) Evalúa  $A A F\ 2$ . Se sugiere enfáticamente hacerlo modularmente: Primero evalúa  $A A$ ; luego evalúa  $A A F$ . Finalmente evalúa  $A A F\ 2$ .
3. Finalmente nos pasamos al lenguaje eager. Considerá las siguientes expresiones:

$M_1 \stackrel{\text{def}}{=} \text{letrec } f \equiv \lambda x. \text{if } x \leq 1 \text{ then } 2 \text{ else } 2 * f(x - 1) \text{ in } f$

$M_2 \stackrel{\text{def}}{=} \text{letrec } f \equiv \lambda x. \text{if } x \leq 1 \text{ then } 2 \text{ else if } x \% 2 = 0 \text{ then } f(x/2) * f(x/2) \text{ else } 2 * f(x - 1) \text{ in } f$

Sean  $F, G : V_{fun} \rightarrow V_{fun}$  los funcionales asociados a la semántica de  $M_1$  y  $M_2$  respectivamente.

- (a) Expresá de la manera más sencilla posible  $Fh(t_{int}n)$  y  $Gh(t_{int}n)$ .
- (b) Expresá de la manera más sencilla posible  $Fh(t_{\theta}n)$  y  $Gh(t_{\theta}n)$ , con  $\theta \neq int$ .
- (c) ¿Vale  $F^i \perp = G^i \perp$  para todo  $i \in \mathbb{N}$ ?
- (d) ¿Vale  $\llbracket M_1 \rrbracket = \llbracket M_2 \rrbracket$ ?

## Semántica de lenguaje aplicativo eager

Semántica de algunas operaciones aritméticas:

$$\begin{aligned} V_{fun} &= [V \rightarrow D] \\ Env &= \langle var \rangle \rightarrow V \\ \llbracket \_ \rrbracket &\in \langle exp \rangle \rightarrow Env \rightarrow D \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \llbracket e + e' \rrbracket \eta &= (\lambda i \in V_{int}. (\lambda i' \in V_{int}. \underline{\iota_{int}}(i + i'))_{int*}(\llbracket e' \rrbracket \eta))_{int*}(\llbracket e \rrbracket \eta) \\ &\vdots \\ \llbracket e/e' \rrbracket \eta &= (\lambda i \in V_{int}. (\lambda i' \in V_{int}. \\ &\quad \text{if } i' = 0 \text{ then } err \text{ else } \underline{\iota_{int}}(i/i'))_{int*}(\llbracket e' \rrbracket \eta))_{int*}(\llbracket e \rrbracket \eta) \end{aligned}$$

Semántica de condicional:

$$\llbracket \text{if } e_b \text{ then } e_t \text{ else } e_f \rrbracket \eta = \left( \lambda b \in V_{bool}. \begin{cases} \llbracket e_t \rrbracket \eta & \text{si } b \\ \llbracket e_f \rrbracket \eta & \text{si } \neg b \end{cases} \right)_{bool*} (\llbracket e_b \rrbracket \eta)$$

Semántica de letrec:

$$\llbracket \text{letrec } f \equiv \lambda x.e_0 \text{ in } e \rrbracket \eta = \llbracket e \rrbracket [\eta | f : \iota_{fun} g]$$

donde  $g = \sqcup_i F^i \perp$  con  $F h z = \llbracket e_0 \rrbracket [\eta | f : \iota_{fun} h | x : z]$ .

No se dan la semántica de la aplicación ni de variables.