

Semántica de Lenguajes de Programación

José de Jesús Lavalle Martínez

<http://aleteya.cs.buap.mx/~jllavalle/>

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Facultad de Ciencias de la Computación
Licenciatura en Ciencias de la Computación
Fundamentos de Lenguajes de Programación
CCOS 255

Otoño 2020

- 1 Introducción a la Semántica de los Lenguajes de Programación
- 2 Lenguaje de términos aritméticos
- 3 Ejercicios

Todo Lenguaje de Programación consta de:

- 1 Un **alfabeto** sobre el cual se construyen los **términos** del lenguaje.

Todo Lenguaje de Programación consta de:

- 1 Un **alfabeto** sobre el cual se construyen los **términos** del lenguaje.
- 2 Una **sintaxis** que establece la manera en que se deben combinar los símbolos del alfabeto para formar los términos del lenguaje.

Todo Lenguaje de Programación consta de:

- 1 Un **alfabeto** sobre el cual se construyen los **términos** del lenguaje.
- 2 Una **sintaxis** que establece la manera en que se deben combinar los símbolos del alfabeto para formar los términos del lenguaje.
- 3 Una **semántica** que precisamente nos especifica como son **evaluados** los términos del lenguaje.

Semántica operacional:

- Especifica el comportamiento de un lenguaje de programación definiendo una **máquina abstracta** para él.

Semántica operacional:

- La máquina es “abstracta” en el sentido que usa los términos del lenguaje como código de máquina, en lugar de usar instrucciones de bajo nivel de algún microprocesador.

Semántica operacional:

- Para lenguajes simples, un **estado** de la máquina es un término del lenguaje.

Semántica operacional:

- El comportamiento de la máquina se define mediante una función de transición, que para cada estado nos proporciona el siguiente estado al ejecutar un **paso** de simplificación sobre el término, o declara que la máquina ha parado.

Semántica operacional:

- El **significado** de un término t se toma como el estado final al que llega la máquina cuando empezó con t como estado inicial.

Semántica denotacional:

- El significado de un término es algún objeto matemático, como un número o una función.

Semántica denotacional:

- Para darle una semántica denotacional a un lenguaje debemos encontrar una colección de **dominios semánticos** y definir posteriormente una **función de interpretación** que mapea un término del lenguaje a algún elemento de uno de los dominios semánticos.

Semántica denotacional:

- Dadas las propiedades que tienen los dominios semánticos, este estilo de semántica permite demostrar que dos programas tienen el mismo comportamiento o que un programa satisface una especificación dada.

Semántica axiomática:

- Se definen axiomas para los términos básicos del lenguaje.

Semántica axiomática:

- Para los términos compuestos del lenguaje se definen reglas de inferencia que permiten simplificarlos.

Semántica axiomática:

- El significado de un término es lo que se puede demostrar de él.

Ejemplo 1

Queremos definir el lenguaje de términos aritméticos para los enteros, que permita: sumar, restar y multiplicar.

Ejemplo 1

Queremos definir el lenguaje de términos aritméticos para los enteros, que permita: sumar, restar y multiplicar.

Algunos ejemplos de términos aritméticos son:

Ejemplo 1

Queremos definir el lenguaje de términos aritméticos para los enteros, que permita: sumar, restar y multiplicar.

Algunos ejemplos de términos aritméticos son:

- $0, 1, 2, \dots, 9$

Ejemplo 1

Queremos definir el lenguaje de términos aritméticos para los enteros, que permita: sumar, restar y multiplicar.

Algunos ejemplos de términos aritméticos son:

- $0, 1, 2, \dots, 9$
- $23, 892, 4159, \dots$

Ejemplo 1

Queremos definir el lenguaje de términos aritméticos para los enteros, que permita: sumar, restar y multiplicar.

Algunos ejemplos de términos aritméticos son:

- $0, 1, 2, \dots, 9$
- $23, 892, 4159, \dots$
- $(23 + 50), (315 - 15), (28 * 15), \dots$

Ejemplo 1

Queremos definir el lenguaje de términos aritméticos para los enteros, que permita: sumar, restar y multiplicar.

Algunos ejemplos de términos aritméticos son:

- $0, 1, 2, \dots, 9$
- $23, 892, 4159, \dots$
- $(23 + 50), (315 - 15), (28 * 15), \dots$
- $(9 - (5 * 2)), (23 * (8 + 2)), \dots$

Sintaxis para los términos aritméticos I

De los ejemplos anteriores podemos identificar que necesitamos el siguiente alfabeto:

$$\Sigma = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, +, -, *, (,)\}$$

Sintaxis para los términos aritméticos I

De los ejemplos anteriores podemos identificar que necesitamos el siguiente alfabeto:

$$\Sigma = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, +, -, *, (,)\}$$

Nuestro primer elemento sintáctico es el que corresponde a los dígitos:

$$d ::= 0 | 1 | \dots | 9$$

Sintaxis para los términos aritméticos I

De los ejemplos anteriores podemos identificar que necesitamos el siguiente alfabeto:

$$\Sigma = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, +, -, *, (,)\}$$

Nuestro primer elemento sintáctico es el que corresponde a los dígitos:

$$d ::= 0 | 1 | \dots | 9$$

Analizando los siguientes números 23, 892, 4159, \dots observamos que los números que tienen más de un dígito tienen la característica de que el símbolo más a la derecha es un dígito y que los símbolos anteriores al último conforman un número. Por supuesto los dígitos también son un número.

Sintaxis para los términos aritméticos I

De los ejemplos anteriores podemos identificar que necesitamos el siguiente alfabeto:

$$\Sigma = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, +, -, *, (,)\}$$

Nuestro primer elemento sintáctico es el que corresponde a los dígitos:

$$d ::= 0|1|\dots|9$$

Analizando los siguientes números 23, 892, 4159, \dots observamos que los números que tienen más de un dígito tienen la característica de que el símbolo más a la derecha es un dígito y que los símbolos anteriores al último conforman un número. Por supuesto los dígitos también son un número.

Así, nuestro siguiente regla sintáctica es la de número:

$$n ::= d|nd$$

Sintaxis para los términos aritméticos I

De los ejemplos anteriores podemos identificar que necesitamos el siguiente alfabeto:

$$\Sigma = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, +, -, *, (,)\}$$

Nuestro primer elemento sintáctico es el que corresponde a los dígitos:

$$d ::= 0|1|\dots|9$$

Analizando los siguientes números 23, 892, 4159, \dots observamos que los números que tienen más de un dígito tienen la característica de que el símbolo más a la derecha es un dígito y que los símbolos anteriores al último conforman un número. Por supuesto los dígitos también son un número.

Así, nuestro siguiente regla sintáctica es la de número:

$$n ::= d|nd$$

Finalmente tenemos que especificar la sintaxis para los términos aritméticos e que nos permiten hacer las operaciones de suma, resta y multiplicación. Note que los números también son términos aritméticos.

$$e ::= n \mid (e_i + e_d) \mid (e_i - e_d) \mid (e_i * e_d)$$

Poniendo todo junto tenemos:

$$d ::= 0|1|\dots|9$$

$$n ::= d|nd$$

$$e ::= n|(e_i+e_d)|(e_i-e_d)|(e_i*e_d)$$

Semántica para los términos aritméticos I

Ahora le daremos significado (también podemos decir evaluaremos o interpretaremos) a nuestro lenguaje de términos aritméticos, mediante la siguiente función de significado.

Ahora le daremos significado (también podemos decir evaluaremos o interpretaremos) a nuestro lenguaje de términos aritméticos, mediante la siguiente función de significado.

$$\llbracket \cdot \rrbracket : \mathcal{LTA} \rightarrow \mathbb{Z}$$

Semántica para los términos aritméticos I

Ahora le daremos significado (también podemos decir evaluaremos o interpretaremos) a nuestro lenguaje de términos aritméticos, mediante la siguiente función de significado.

$$\llbracket \cdot \rrbracket : \mathcal{LTA} \rightarrow \mathbb{Z}$$

$$\llbracket 0 \rrbracket = 0, \dots, \llbracket 9 \rrbracket = 9$$

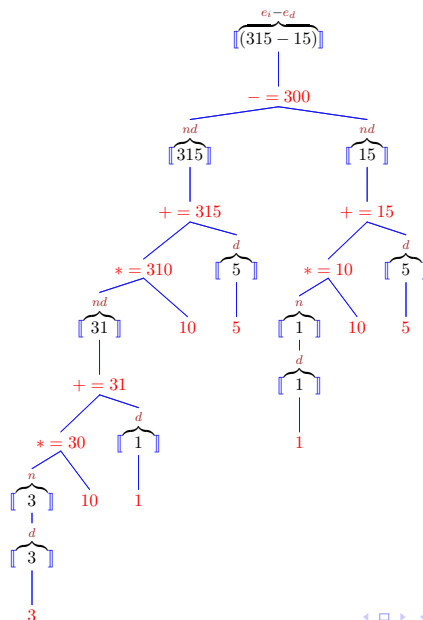
$$\llbracket nd \rrbracket = ((\llbracket n \rrbracket * 10) + \llbracket d \rrbracket)$$

$$\llbracket e_i + e_d \rrbracket = (\llbracket e_i \rrbracket + \llbracket e_d \rrbracket)$$

$$\llbracket e_i - e_d \rrbracket = (\llbracket e_i \rrbracket - \llbracket e_d \rrbracket)$$

$$\llbracket e_i * e_d \rrbracket = (\llbracket e_i \rrbracket * \llbracket e_d \rrbracket)$$

Ejemplo



Ejercicio 2

Encuentre el significado de los siguientes términos aritméticos:

- 1 $(23 + 50), (315 - 15), (28 * 15)$.
- 2 $(9 - (5 * 2)), (23 * (8 + 2))$.