



# PROCESADORES DE LENGUAJE

Ingeniería Informática  
Primer curso de segundo ciclo



Departamento de Informática y Análisis Numérico  
Escuela Politécnica Superior  
Universidad de Córdoba  
Curso académico 2010 - 2011

## Hoja de ejercicios nº 2: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DEL ANÁLISIS SINTÁCTICO

### Derivaciones y árboles sintácticos

1. Una gramática de contexto libre  $G$  posee el siguiente conjunto de producciones:

$$P = \{ \begin{array}{l} \langle \text{oración} \rangle \rightarrow \langle \text{sujeto} \rangle \langle \text{predicado} \rangle \\ \langle \text{sujeto} \rangle \rightarrow \langle \text{grupo\_nominal} \rangle \\ \langle \text{sujeto} \rangle \rightarrow \langle \text{grupo\_nominal} \rangle \text{ adjetivo} \\ \langle \text{grupo\_nominal} \rangle \rightarrow \text{nombre} \mid \text{artículo nombre} \\ \langle \text{predicado} \rangle \rightarrow \text{verbo} \langle \text{complementos} \rangle \\ \langle \text{complementos} \rangle \rightarrow \langle \text{directo} \rangle \langle \text{indirecto} \rangle \langle \text{circunstanciales} \rangle \\ \langle \text{complementos} \rangle \rightarrow \langle \text{indirecto} \rangle \langle \text{circunstanciales} \rangle \\ \langle \text{complementos} \rangle \rightarrow \langle \text{directo} \rangle \langle \text{circunstanciales} \rangle \\ \langle \text{complementos} \rangle \rightarrow \langle \text{circunstanciales} \rangle \\ \langle \text{directo} \rangle \rightarrow \langle \text{grupo\_nominal} \rangle \mid \langle \text{grupo\_nominal} \rangle \text{ adjetivo} \\ \langle \text{indirecto} \rangle \rightarrow \text{preposición} \langle \text{grupo\_nominal} \rangle \\ \langle \text{circunstanciales} \rangle \rightarrow \varepsilon \\ \langle \text{circunstanciales} \rangle \rightarrow \langle \text{circunstancial} \rangle \langle \text{circunstanciales} \rangle \\ \langle \text{circunstancial} \rangle \rightarrow \text{preposición} \langle \text{grupo\_nominal} \rangle \end{array} \}$$

- Indica cuáles son los símbolos terminales y cuáles los no terminales
- ¿Cuál es el símbolo inicial?
- ¿Es la gramática recursiva por la izquierda o por la derecha?
- Muestra las derivaciones por la izquierda y por la derecha de la siguiente cadena

**El embajador regaló el libro dorado a la princesa en el palacio**

- Dibuja el árbol sintáctico asociado a la derivación por la izquierda.

2. La siguiente gramática genera expresiones aritméticas con notación prefija:

$$P = \{ \begin{array}{l} E \rightarrow ( O L ) \\ O \rightarrow + \mid - \mid * \mid / \\ L \rightarrow I \mid I L \\ I \rightarrow \text{identificador} \mid \text{número} \mid E \end{array} \}$$

- Indica cuáles son los símbolos terminales y cuáles los no terminales
- ¿Cuál es el símbolo inicial?
- ¿Es la gramática recursiva por la izquierda o por la derecha?

- d. Muestra la derivación por la izquierda la siguiente expresión:  
 $(+ (* a a ) (* b b))$   
 e. Muestra el árbol sintáctico asociado a la derivación del apartado anterior.

3. La siguiente gramática genera sentencias del lenguaje Pascal:

```

P = { <asignación_lógica> → identificador := <predicado>
      <predicado> → <predicado> or <disyunción>
      <predicado> → <disyunción>
      <disyunción> → <disyunción> and <conjunción>
      <disyunción> → <conjunción>
      <conjunción> → <simple> | not ( <predicado> )
      <simple> → ( <predicado> )
      <simple> → <operando> operador_relacional <operando>
      <simple> → true | false
      <operando> → identificador | número
    }
  
```

- a. Indica cuáles son los símbolos terminales y cuáles los no terminales  
 b. ¿Cuál es el símbolo inicial?  
 c. ¿Es la gramática recursiva por la izquierda o por la derecha?  
 d. Muestra las derivaciones por la izquierda de las siguientes sentencias:  
     ▪ **estado := ( salida = true )**  
     ▪ **apto := (not ((teoría < 4) or (prácticas < 4))) and (media >= 5)**  
 e. Dibuja el árbol sintáctico asociado a la derivaciones por la izquierda

### Diseño de gramáticas

4. Diseña gramáticas de contexto libre que generen los lenguajes que se indican:

- $L_1 = \{ x \mid x = a y b \wedge y \in \{0,1\}^* \}$
- $L_2 = \{ a^i b^i \mid i > 0 \}$
- $L_3 = \{ a^i b^{2i} \mid i > 0 \}$
- $L_4 = \{ a^i b^j c^k \mid i, j, k > 0 \wedge k = i + j \}$
- $L_5 = \{ x \mid x \text{ tiene igual número de ceros que de unos} \}$
- $L_6 = \{ w w^R \mid w \in \{0,1\}^* \wedge w^R \text{ es la palabra inversa o refleja de } w \}$

5. Diseña gramáticas de contexto libre que permitan generar las siguientes sentencias del lenguaje de programación C:

- Proposiciones lógicas, como por ejemplo:  
     **(a ==b) && (c != 0 || d >= 1)**
- Sentencias de control en C: **if, while, for** y **switch**.

6. Diseña gramáticas que permitan generar algunas de las declaraciones del lenguaje de programación Pascal:

- Declaraciones de variables simples  
     **a, b, c: integer;**  
     **d, e: integer = 9;**  
     **x, y: real;**  
     **z: real = 7.5;**

- Declaraciones de arrays  
`vector_rango: array [-10 .. 10] of real;`  
`datos: array [7 .. 12] of integer = (90, 18, 23, -12, 37, 10);`

## Ambigüedad

7. Una gramática de contexto libre  $G$  posee el siguiente conjunto de producciones:
- $P = \{S \rightarrow a \mid S a \mid b S S \mid S S b \mid S b S\}$ 
    - a. Comprueba que es ambigua generando dos derivaciones por la izquierda (o por la derecha) diferentes.
    - b. Construye los árboles sintácticos asociados a esas derivaciones.
8. Una gramática de contexto libre  $G$  posee el siguiente conjunto de producciones:
- $P = \{$   
 $S \rightarrow A \mid B$   
 $A \rightarrow a A b \mid a b$   
 $B \rightarrow a b B \mid \varepsilon$   
 $\}$ 
    - a. Indica el lenguaje que genera esta gramática.
    - b. Comprueba que la gramática es ambigua y diseña otra equivalente que no lo sea.
9. Demuestra que si una gramática de contexto libre posee la siguiente característica entonces ha de ser ambigua:  
*"Existe un símbolo no terminal "A" que posee, simultáneamente, alguna producción recursiva por la izquierda ( $A \rightarrow A a$ ) y alguna producción recursiva por la derecha ( $A \rightarrow b A$ )".*

## Recursividad y factorización

10. Una gramática de contexto libre  $G$  posee el siguiente conjunto de producciones:
- $$P = \{$$
- $$\text{<expresión-relacional>} \rightarrow (\text{<operador-relacional>} \text{ <argumentos>} )$$
- $$\text{<operador-relacional>} \rightarrow < \mid <= \mid = \mid > \mid >=$$
- $$\text{<argumentos>} \rightarrow \text{<argumentos>} \text{ <argumento>} \mid \text{<argumento>}$$
- $$\text{<argumento>} \rightarrow \text{número} \mid \text{identificador}$$
- $$\}$$
- a. Elimina la recursividad por la izquierda y factorízala por la izquierda.
  - b. Utiliza la gramática obtenida en el apartado anterior para generar la derivación por la izquierda y el árbol sintáctico de las siguiente sentencia:  
 $(<= 0 \text{ temperatura } 100)$
- **Recomendación:** renombra los símbolos no terminales
11. La siguiente gramática permite generar asignaciones de expresiones aritméticas:
- $$P = \{$$
- $$A \rightarrow \text{identificador} = E$$

$$\begin{aligned}
 E &\rightarrow T \mid E + T \\
 T &\rightarrow P \mid T * P \\
 P &\rightarrow F \mid F \wedge P \\
 F &\rightarrow ( E ) \mid \text{número} \mid \text{identificador} \\
 &\}
 \end{aligned}$$

- Elimina la recursividad por la izquierda y factoriza la gramática por la izquierda.
- Utiliza la gramática obtenida en el apartado anterior para generar la derivación por la izquierda y el árbol sintáctico de las siguiente sentencia:  

$$h = (a^2 + b^2)^{0.5}$$

12. La siguiente gramática permite generar algunas de las **enumeraciones** del lenguaje C.

$$\begin{aligned}
 P = \{ \\
 &S \rightarrow E S \\
 &S \rightarrow E \\
 &E \rightarrow \text{enum identificador } \{ L \} ; \\
 &L \rightarrow L, I \\
 &L \rightarrow I \\
 &I \rightarrow \text{identificador} \\
 &I \rightarrow \text{identificador} = \text{número} \\
 &\}
 \end{aligned}$$

- Elimina la recursividad por la izquierda y factoriza la gramática por la izquierda.
- Utiliza la gramática obtenida en el apartado anterior para generar la derivación por la izquierda y el árbol sintáctico de las siguiente sentencia:

$$\text{enum color } \{ \text{blanco, negro, amarillo} = 9, \text{rojo} \};$$

## Formas normales

13. Dada la siguiente gramática de contexto libre G:

$$\begin{aligned}
 P = \{ \\
 &S \rightarrow T L ; \\
 &T \rightarrow \text{int} \\
 &T \rightarrow \text{float} \\
 &L \rightarrow \text{identificador } L' \\
 &L' \rightarrow , \text{identificador } L' \\
 &L' \rightarrow \varepsilon \\
 &\}
 \end{aligned}$$

- Obtén la forma normal de Chomsky
- Obtén la forma normal de Greibach