

# PROCESADORES DE LENGUAJES

## TEMA V: ANÁLISIS ASCENDENTE

Prof. Dr. Nicolás Luis Fernández García

Departamento de Informática y Análisis Numérico  
Escuela Politécnica Superior de Córdoba  
Universidad de Córdoba

# Programa

- Tema I.- Introducción
- Tema II.- Análisis Lexicográfico
- Tema III.- Fundamentos Teóricos del Análisis Sintáctico
- Tema IV.- Análisis Sintáctico Descendente
- Tema V.- Análisis Sintáctico Ascendente

# Programa

- 1 **Introducción**
- 2 Análisis sintáctico ascendente SLR
- 3 Análisis sintáctico ascendente LR-canónico
- 4 Análisis sintáctico ascendente LALR
- 5 Métodos de recuperación de errores

# Programa

- 1 Introducción
- 2 Análisis sintáctico ascendente SLR
- 3 Análisis sintáctico ascendente LR-canónico
- 4 Análisis sintáctico ascendente LALR
- 5 Métodos de recuperación de errores

# Programa

- 1 Introducción
- 2 Análisis sintáctico ascendente SLR
- 3 Análisis sintáctico ascendente LR-canónico
- 4 Análisis sintáctico ascendente LALR
- 5 Métodos de recuperación de errores

# Programa

- 1 Introducción
- 2 Análisis sintáctico ascendente SLR
- 3 Análisis sintáctico ascendente LR-canónico
- 4 Análisis sintáctico ascendente LALR
- 5 Métodos de recuperación de errores

# Programa

- 1 Introducción
- 2 Análisis sintáctico ascendente SLR
- 3 Análisis sintáctico ascendente LR-canónico
- 4 Análisis sintáctico ascendente LALR
- 5 Métodos de recuperación de errores

## Sección actual

- 1 **Introducción**
- 2 Análisis sintáctico ascendente SLR
- 3 Análisis sintáctico ascendente LR-canónico
- 4 Análisis sintáctico ascendente LALR
- 5 Métodos de recuperación de errores

## Subsección actual

### 1 Introducción

- Descripción general
- Concepto de pivote
- Conflictos
- Tipos de análisis sintáctico ascendente
- Gramáticas LR
- Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

# Introducción

Descripción general

## Análisis sintáctico ascendente

- **Objetivo**
  - Construir de forma **ascendente** un árbol sintáctico asociado a la cadena de entrada.
  - Comienza por las **hojas** y termina en la **raíz**.
- Objetivo equivalente
  - Obtener una derivación por la **derecha** en orden **inverso**.
- Se fundamenta en los conceptos de **desplazamiento** y **reducción**.

# Introducción

Descripción general

## Ejemplo (Análisis sintáctico ascendente)

1 / 4

$$P = \{$$

- (1)  $S \rightarrow T \text{ id } ( L ) ;$
- (2)  $T \rightarrow T *$
- (3)  $T \rightarrow \text{int}$
- (4)  $L \rightarrow L , T$
- (5)  $L \rightarrow T$

$$\}$$

## Nota

*Esta gramática genera algunos prototipos de funciones del lenguaje de programación C.*

## Introducción

Descripción general

## Ejemplo (Análisis sintáctico ascendente)

2 / 4

Pila	Entrada	Acción
	<b>int</b> * id ( int ) ; \$	<i>desplazar</i> <b>int</b>
<b>int</b>	* id ( int ) ; \$	<i>reducir</i> (3) $T \rightarrow \text{int}$
<i>T</i>	* id ( int ) ; \$	<i>desplazar</i> *
<i>T</i> *	id ( int ) ; \$	<i>reducir</i> (2) $T \rightarrow T *$
<i>T</i>	id ( int ) ; \$	<i>desplazar</i> id
<i>T</i> id	( int ) ; \$	<i>desplazar</i> (
<i>T</i> id (	int ) ; \$	<i>desplazar</i> <b>int</b>
<i>T</i> id ( <b>int</b>	) ; \$	<i>reducir</i> (3) $T \rightarrow \text{int}$

## Introducción

Descripción general

## Ejemplo (Análisis sintáctico ascendente)

3 / 4)

Pila	Entrada	Acción
$T id ( int$	) ; \$	<i>reducir</i> (3) $T \rightarrow int$
$T id ( T$	) ; \$	<i>reducir</i> (5) $L \rightarrow T$
$T id ( L$	) ; \$	<i>desplazar</i> )
$T id ( L )$	; \$	<i>desplazar</i> ;
$T id ( L ) ;$	\$	<i>reducir</i> (1) $S \rightarrow T id (L);$
$S$	\$	<b>Aceptar</b>

# Introducción

Descripción general

## Ejemplo (Análisis sintáctico ascendente)

4 / 4

*Derivación por la derecha*

$$\begin{aligned} S &\xRightarrow{1} \underline{T \text{ id } ( L )}; \\ &\xRightarrow{5} T \text{ id } ( \underline{T} ); \\ &\xRightarrow{3} T \text{ id } ( \underline{\text{int}} ); \\ &\xRightarrow{2} \underline{T} * \text{ id } ( \text{int} ); \\ &\xRightarrow{3} \underline{\text{int}} * \text{ id } ( \text{int} ); \end{aligned}$$

## Nota

La derivación por la *derecha* se ha obtenido en orden *inverso*.

# Introducción

Descripción general

**Ejemplo** (Árbol sintáctico asociado a la derivación 1 / 6)

*int* \* *id* ( *int* ) ;

# Introducción

Descripción general

**Ejemplo** (Árbol sintáctico asociado a la derivación 2 / 6)

*T*

|

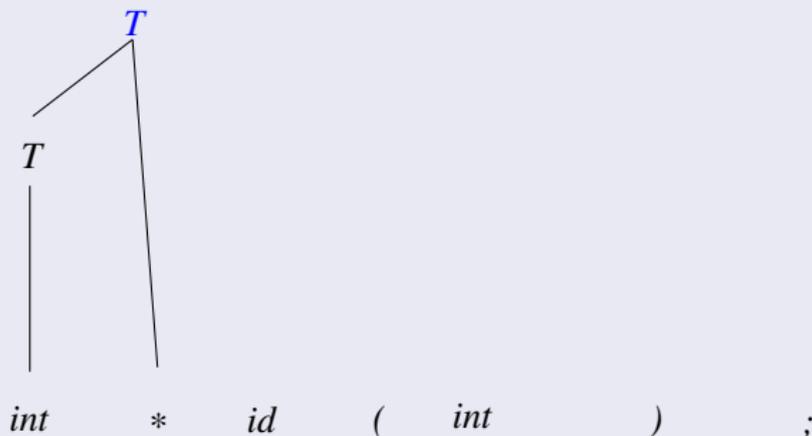
*int* \* *id* ( *int* ) ;

# Introducción

Descripción general

Ejemplo (Árbol sintáctico asociado a la derivación

3 / 6)

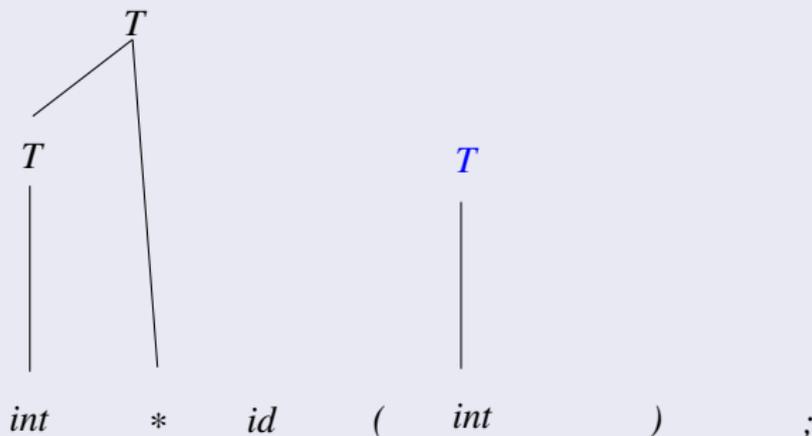


# Introducción

Descripción general

Ejemplo (Árbol sintáctico asociado a la derivación

4 / 6)

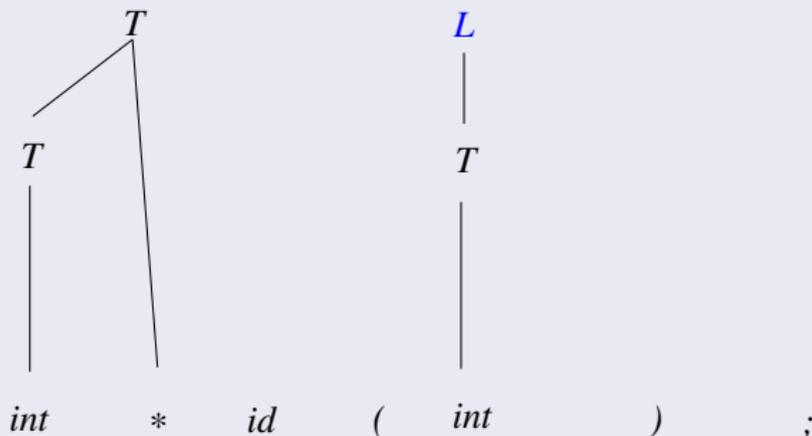


# Introducción

Descripción general

Ejemplo (Árbol sintáctico asociado a la derivación

5 / 6)

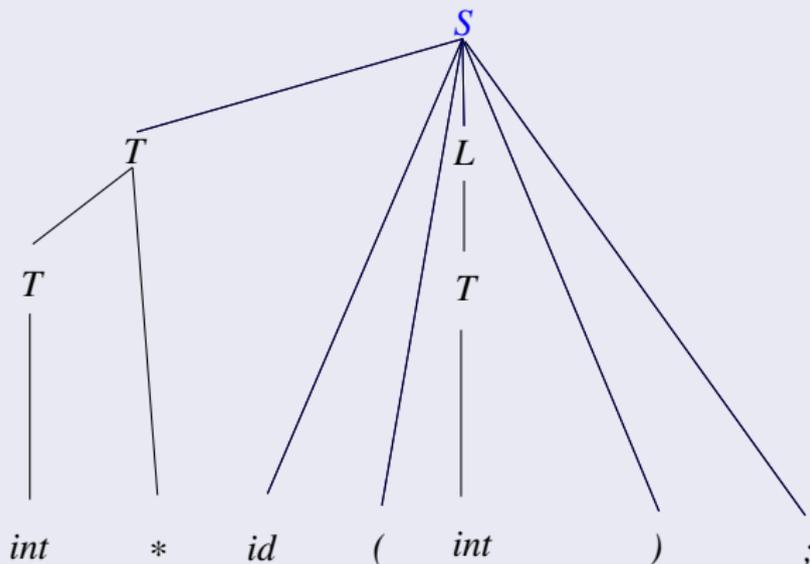


# Introducción

Descripción general

Ejemplo (Árbol sintáctico asociado a la derivación

6 / 6)



# Introducción

Descripción general

## Nota (Acciones del análisis ascendente)

- 1.- **Desplazar:** *traslada* el primer símbolo de la entrada a la pila.
- 2.- **Reducir:**
  - *sustituye*, en la pila, los símbolos de la alternativa de una regla por el símbolo de su parte izquierda;
  - se utiliza el concepto de *pivote*.
- 3.- **Aceptar:** la cadena de entrada es *reconocida*.
- 4.- **Error:** la cadena de entrada es *rechazada*.

## Subsección actual

### 1 Introducción

- Descripción general
- **Concepto de pivote**
- Conflictos
- Tipos de análisis sintáctico ascendente
- Gramáticas LR
- Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

# Introducción

## Concepto de pivote

### Definición (Concepto de pivote)

1 / 2

Si  $G = (V_N, V_T, P, S)$  es gramática de contexto libre y

$$S \xRightarrow[D]{k} \gamma$$

entonces

- un **pivote** se define como
  - una **regla de producción** de la forma  $A \rightarrow \beta$
  - y una **posición** en  $\gamma$ , en la cual se encuentra  $\beta$ .

de forma que,

- al sustituir  $\beta$  por  $A$  en  $\gamma$ ,
- se obtiene el paso **anterior** de una derivación por la **derecha**.

## Introducción

## Concepto de pivote

## Definición (Concepto de pivote)

2 / 2

Si  $\gamma = \alpha \beta z$  entonces

$$S \xrightarrow[D]{*} \alpha A z \xRightarrow[A \rightarrow \beta]{} \alpha \beta z = \gamma$$

Pila	Entrada	Acción
...	...	...
$\alpha \beta$	$z \$$	<i>reducir</i> $A \rightarrow \beta$
$\alpha A$	$z \$$	...
...	...	...

donde  $\alpha, \beta \in V^* = (V_N \cup V_T)^*$ ,  $z \in V_T^*$

# Introducción

Concepto de pivote

## Ejemplo (Pivote)

$$S \xRightarrow[D]{*} Tid(T) ; \quad T \xRightarrow{T \rightarrow int} Tid(int) ; = \gamma$$

Pila	Entrada	Acción
	<b>int</b> * id ( int ) ; \$	<i>desplazar</i> int
...	...	...
<i>T</i> id ( <b>int</b>	) ; \$	<i>reducir</i> (3) <i>T</i> → <b>int</b>
<i>T</i> id ( <i>T</i>	) ; \$	...
...	...	...

# Introducción

## Concepto de pivote

### Nota (Análisis sintáctico ascendente)

- El análisis **ascendente** intenta obtener una *derivación* por la derecha en orden *inverso*.
- Un *pivote* es una *regla de producción* y una *posición*.
- El *pivote* **siempre** debe aparecer en la *cima* de la pila.
- Se realizará una *reducción* cuando se encuentre un pivote.
- Al realizar la reducción, se genera el paso *anterior* de una derivación por la *derecha*.
- Al aplicar las reducciones, se alcanza el *símbolo inicial* de la gramática (*raíz* del árbol sintáctico) y la **cadena de entrada es reconocida**.

# Introducción

## Concepto de pivote

### Ejemplo (Pivote en la cima de la pila)

1 / 2

En este caso, la elección del pivote es *correcta*.

Pila	Entrada	Acción
...	...	...
$\alpha \beta \delta$	$y z \$$	<i>reducir</i> $B \rightarrow \delta$
$\alpha \beta \underline{B}$	$y z \$$	<i>desplazar</i> $y$
$\alpha \beta B y$	$z \$$	<i>reducir</i> $A \rightarrow \beta B y$
$\alpha \underline{A}$	$z \$$	...

$$S \xrightarrow{*}_D \alpha \underline{A} z \xrightarrow{A \rightarrow \beta B y} \alpha \beta \underline{B} y z \xrightarrow{B \rightarrow \delta} \alpha \beta \delta y z$$

## Introducción

## Concepto de pivote

## Ejemplo (Pivote en el interior de la pila)

2 / 2

La elección del pivote *no es correcta*: no se genera una derivación por la derecha en orden inverso

Pila	Entrada	Acción
...	...	...
$\alpha \beta \gamma \delta$	$yz \$$	reducir $B \rightarrow \delta$
$\alpha \beta \gamma \underline{B}$	$yz \$$	se busca en el <i>interior</i>
$\alpha \underline{\beta} \gamma B$	$yz \$$	reducir $C \rightarrow \beta$
$\alpha \underline{C} \gamma B$	$yz \$$	...

$$S \xrightarrow{*}_D \alpha \underline{C} \gamma B y z \xRightarrow{C \rightarrow \beta} \alpha \underline{\beta} \gamma \underline{B} y z \xRightarrow{B \rightarrow \delta} \alpha \beta \gamma \delta y z$$

## Subsección actual

### 1 Introducción

- Descripción general
- Concepto de pivote
- **Conflictos**
- Tipos de análisis sintáctico ascendente
- Gramáticas LR
- Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

## Contenido de la subsección

### 1 Introducción

- Descripción general
- Concepto de pivote
- **Conflictos**
  - Tipos de conflictos
    - Conflicto desplazamiento-reducción
    - Conflicto reducción-reducción
- Tipos de análisis sintáctico ascendente
- Gramáticas LR
- Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

# Introducción

## Conflictos

### Definición (Conflictos en el Análisis Sintáctico Ascendente)

Un **conflicto** representa una situación en la cual el análisis sintáctico ascendente *puede elegir* entre acciones diferentes

# Introducción

## Conflictos

### Definición (Tipos de conflictos)

- **Desplazamiento-reducción:**
  - Se puede *desplazar* un símbolo a la pila o *reducir* con una regla de producción.
- **Reducción-reducción:**
  - Se puede elegir una regla de producción entre *varias* para hacer la reducción.

# Introducción

## Conflictos

### Nota (Tipos de conflictos)

- En el caso de conflicto de *desplazamiento-reducción*, se suele elegir el *desplazamiento*.
- Los conflictos *reducción-reducción*
  - Son mucho *más graves* y no se suelen permitir.
  - Se debe *reescribir* la gramática para eliminar el conflicto.

# Contenido de la subsección

## 1 Introducción

- Descripción general
- Concepto de pivote
- **Conflictos**
  - Tipos de conflictos
    - **Conflicto desplazamiento-reducción**
    - Conflicto reducción-reducción
- Tipos de análisis sintáctico ascendente
- Gramáticas LR
- Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

# Introducción

## Conflictos

### Ejemplo (Conflicto desplazamiento-reducción)

1 / 9

$$P = \{$$

- (1)  $E \rightarrow E + E$
- (2)  $E \rightarrow E * E$
- (3)  $E \rightarrow ( E )$
- (4)  $E \rightarrow \text{id}$
- (5)  $E \rightarrow \text{número}$

$$\}$$

### Nota

*Esta gramática genera algunas expresiones aritméticas.*

# Introducción

## Conflictos

### Ejemplo (Conflicto desplazamiento-reducción

2 / 9)

- *La expresión  $\text{id} + \text{id} * \text{id}$  provoca un conflicto de desplazamiento-reducción*

## Introducción

## Conflictos

## Ejemplo (Conflicto desplazamiento-reducción)

3 / 9

Pila	Entrada	Acción
	<b>id</b> + id * id \$	<i>desplazar</i> id
<b>id</b>	+ id * id \$	<i>reducir</i> (4) $E \rightarrow \text{id}$
<i>E</i>	+ id * id \$	<i>desplazar</i> +
<i>E</i> +	<b>id</b> * id \$	<i>desplazar</i> id
<i>E</i> + <b>id</b>	* id \$	<i>reducir</i> (4) $E \rightarrow \text{id}$
<i>E</i> + <i>E</i>	* id \$	Conflicto: <i>desplazar</i> * <i>reducir</i> (1) $E \rightarrow E + E$

## Introducción

## Conflictos

## Ejemplo (Conflicto desplazamiento-reducción)

4 / 9

Si se elige la *reducción*, el análisis continúa de la siguiente forma:

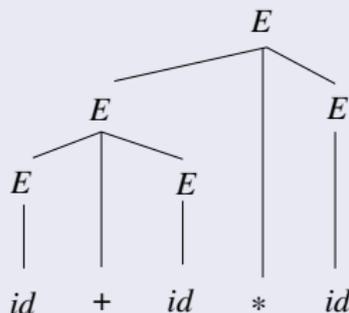
Pila	Entrada	Acción
$E + E$	* id \$	<i>reducir</i> (1) $E \rightarrow E + E$
$E$	* id \$	<i>desplazar</i> *
$E *$	id \$	<i>desplazar</i> id
$E * id$	\$	<i>reducir</i> (4) $E \rightarrow id$
$E * E$	\$	<i>reducir</i> (2) $E \rightarrow E * E$
$E$	\$	<i>ACEPTAR</i>

## Introducción

## Conflictos

## Ejemplo (Conflicto desplazamiento-reducción)

5 / 9



## Nota

La expresión es *reconocida*, pero el árbol sintáctico asociado a la derivación *no respeta* la precedencia de los operadores aritméticos

## Introducción

## Conflictos

## Ejemplo (Conflicto desplazamiento-reducción)

6 / 9

Si se elige el *desplazamiento*, el análisis continúa de la siguiente forma:

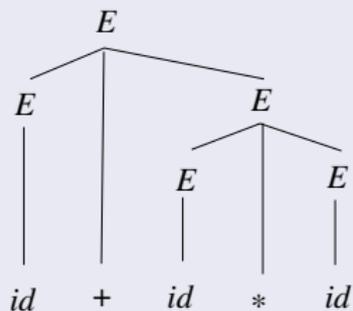
Pila	Entrada	Acción
$E + E$	* id \$	<i>desplazar</i> *
$E + E *$	id \$	<i>desplazar</i> id
$E + E * \mathbf{id}$	\$	<i>reducir</i> (4) $E \rightarrow \mathbf{id}$
$E + E * E$	\$	<i>reducir</i> (2) $E \rightarrow E * E$
$E + E$	\$	<i>reducir</i> (1) $E \rightarrow E + E$
$E$	\$	<i>ACEPTAR</i>

## Introducción

## Conflictos

## Ejemplo (Conflicto desplazamiento-reducción)

7 / 9



## Nota

Si se elige el *desplazamiento* entonces el árbol sintáctico *sí respeta* la precedencia de los operadores aritméticos

## Introducción

## Conflictos

## Ejemplo (Conflicto desplazamiento-reducción

8 / 9)

*Ambigüedad: dos derivaciones por la derecha diferentes.*

- Primera derivación

$$\begin{array}{l}
 S \xRightarrow{2} \underline{E * E} \\
 \xRightarrow{4} E * \underline{id} \\
 \xRightarrow{1} \underline{E + E} * id \\
 \xRightarrow{4} E + \underline{id} * id \\
 \xRightarrow{4} \underline{id} + id * id
 \end{array}$$

- Segunda derivación

$$\begin{array}{l}
 S \xRightarrow{1} \underline{E + E} \\
 \xRightarrow{2} E + \underline{E * E} \\
 \xRightarrow{4} E + E * \underline{id} \\
 \xRightarrow{4} E + \underline{id} * id \\
 \xRightarrow{4} \underline{id} + id * id
 \end{array}$$

# Introducción

## Conflictos

### Ejemplo (Conflicto desplazamiento-reducción

9 / 9)

- *La gramática utilizada es **ambigua** y no admite un análisis sintáctico ascendente.*
- *Se pueden utilizar otras gramáticas que no sean ambiguas y que sí admiten un análisis sintáctico ascendente.*

# Introducción

## Conflictos

### Ejemplo (Gramática sin conflictos)

1 / 4

$$P = \{$$

- (1)  $E \rightarrow T + E$
- (2)  $E \rightarrow T$
- (3)  $T \rightarrow F * T$
- (4)  $T \rightarrow F$
- (5)  $F \rightarrow ( E )$
- (6)  $F \rightarrow \mathbf{id}$
- (7)  $F \rightarrow \mathbf{número}$

$$\}$$

### Nota

*Esta gramática **no** es ambigua.*

## Introducción

## Conflictos

## Ejemplo (Gramática sin conflictos)

2 / 4

Pila	Entrada	Acción
	<b>id</b> + id * id \$	<i>desplazar</i> <b>id</b>
<b>id</b>	+ <b>id</b> * id \$	<i>reducir</i> (6) $F \rightarrow$ <b>id</b>
<i>F</i>	+ <b>id</b> * id \$	<i>reducir</i> (4) $T \rightarrow$ <i>F</i>
<i>T</i>	+ <b>id</b> * id \$	<i>desplazar</i> +
<i>T</i> +	<b>id</b> * id \$	<i>desplazar</i> <b>id</b>
<i>T</i> + <b>id</b>	* <b>id</b> \$	<i>reducir</i> (6) $F \rightarrow$ <b>id</b>
<i>T</i> + <i>F</i>	* <b>id</b> \$	<i>desplazar</i> *

## Introducción

## Conflictos

## Ejemplo (Gramática sin conflictos)

3 / 4)

Pila	Entrada	Acción
$T + F *$	<b>id</b> \$	<i>desplazar id</i>
$T + F * \mathbf{id}$	<b>\$</b>	<i>reducir (6) <math>F \rightarrow \mathbf{id}</math></i>
$T + F * F$	<b>\$</b>	<i>reducir (4) <math>T \rightarrow F</math></i>
$T + F * T$	<b>\$</b>	<i>reducir (3) <math>T \rightarrow F * T</math></i>
$T + T$	<b>\$</b>	<i>reducir (2) <math>E \rightarrow T</math></i>
$T + E$	<b>\$</b>	<i>reducir (1) <math>E \rightarrow T + E</math></i>
$E$	<b>\$</b>	<i>ACEPTAR</i>

## Introducción

## Conflictos

## Ejemplo (Derivación por la derecha)

4 / 4

$$E \xRightarrow{1} \underline{T + E}$$

$$\xRightarrow{2} T + \underline{T}$$

$$\xRightarrow{3} T + \underline{F * T}$$

$$\xRightarrow{4} T + F * \underline{F}$$

$$\xRightarrow{6} T + F * \underline{id}$$

$$\xRightarrow{6} T + \underline{id} * id$$

$$\xRightarrow{4} \underline{F} + id * id$$

$$\xRightarrow{6} \underline{id} + id * id$$

# Introducción

## Conflictos

**Ejemplo** (Creación ascendente del árbol sintáctico 1 / 9)

*id* + *id* \* *id*

# Introducción

## Conflictos

Ejemplo (Creación ascendente del árbol sintáctico

2 / 9)

*F*

*id* + *id* \* *id*

# Introducción

## Conflictos

Ejemplo (Creación ascendente del árbol sintáctico

3 / 9)

$T$

|

$F$

|

$id$

$+$

$id$

$*$

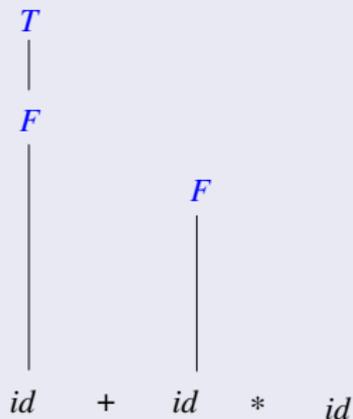
$id$

## Introducción

## Conflictos

Ejemplo (Creación ascendente del árbol sintáctico)

4 / 9

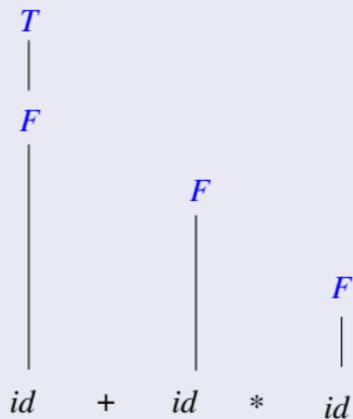


## Introducción

## Conflictos

Ejemplo (Creación ascendente del árbol sintáctico)

5 / 9

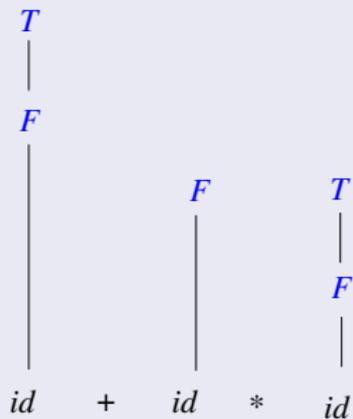


## Introducción

## Conflictos

Ejemplo (Creación ascendente del árbol sintáctico)

6 / 9

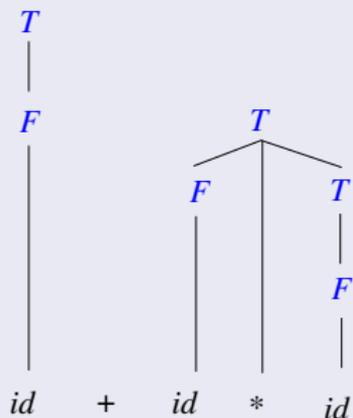


## Introducción

## Conflictos

Ejemplo (Creación ascendente del árbol sintáctico)

7 / 9

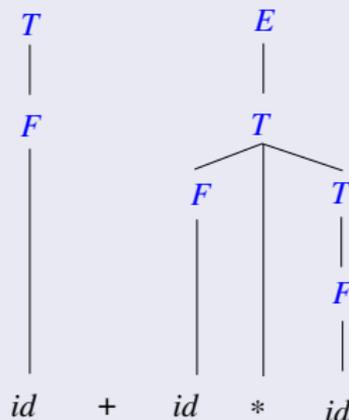


## Introducción

## Conflictos

Ejemplo (Creación ascendente del árbol sintáctico)

8 / 9

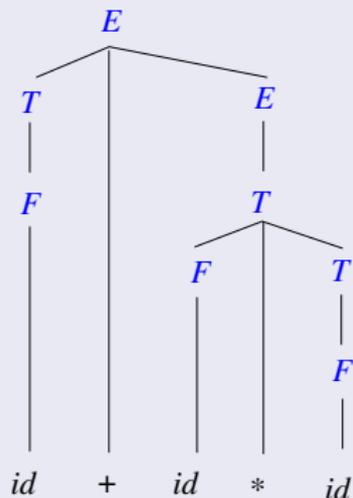


## Introducción

## Conflictos

Ejemplo (Creación ascendente del árbol sintáctico)

9 / 9



# Introducción

## Conflictos

### Nota (Conflicto desplazamiento-reducción: else danzante)

- *Otro ejemplo clásico que genera un conflicto es el denominado problema del else danzante (V. Aho, A. et al, 2008).*

# Contenido de la subsección

## 1 Introducción

- Descripción general
- Concepto de pivote
- **Conflictos**
  - Tipos de conflictos
  - Conflicto desplazamiento-reducción
  - **Conflicto reducción-reducción**
- Tipos de análisis sintáctico ascendente
- Gramáticas LR
- Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

## Introducción

## Conflictos

Ejemplo (Conflicto reducción-reducción)

1 / 2)

Pila	Entrada	Acción
$\alpha \beta$	$z \$$	<i>reducir</i> $A \rightarrow \beta$ o $B \rightarrow \beta$

## Introducción

## Conflictos

## Ejemplo (Conflicto reducción-reducción) 2 / 2

*En Fortran, una gramática mal diseñada puede generar el siguiente conflicto*

Pila	Entrada	Acción
... $id(E)$	... \$	<i>reducir</i> $F \rightarrow id(E)$ o $A \rightarrow id(E)$

*donde  $F$  genera funciones y  $A$ , componentes de "array".*

## Nota

*La solución es **reescribir** la gramática que genera el lenguaje Fortran para que tenga en cuenta el tipo del identificador*

## Subsección actual

### 1 Introducción

- Descripción general
- Concepto de pivote
- Conflictos
- Tipos de análisis sintáctico ascendente
- Gramáticas LR
- Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

## Contenido de la subsección

### 1 Introducción

- Descripción general
- Concepto de pivote
- Conflictos
- Tipos de análisis sintáctico ascendente
  - Métodos basados en reglas de precedencia
  - Métodos de análisis LR
  - Justificación de los métodos LR
- Gramáticas LR
- Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

# Introducción

Tipos de análisis sintáctico ascendente

## Métodos basados en reglas de precedencia

Establecen reglas de precedencia entre los símbolos de la gramática.

# Introducción

## Tipos de análisis sintáctico ascendente

### Métodos basados en reglas de precedencia

- Métodos de precedencia **simple**.
- Métodos de precedencia **débil**.
- Métodos de precedencia **extendida**.
- Métodos de precedencia **de estrategia mixta**.
- Métodos de precedencia **de operadores**.

# Contenido de la subsección

## 1 Introducción

- Descripción general
- Concepto de pivote
- Conflictos
- Tipos de análisis sintáctico ascendente
  - Métodos basados en reglas de precedencia
  - Métodos de análisis LR
    - Justificación de los métodos LR
- Gramáticas LR
- Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

# Introducción

Tipos de análisis sintáctico ascendente

## Métodos de análisis LR

El significado de **LR** es el siguiente

- **L** (*left*): se lee la cadena de entrada de **izquierda** a derecha.
- **R** (*right*): se obtiene la derivación por la **derecha** en orden **inverso**.

# Introducción

Tipos de análisis sintáctico ascendente

## Métodos de análisis LR

- Método SLR.
- Método LR-canónico.
- Método LALR.

# Contenido de la subsección

## 1 Introducción

- Descripción general
- Concepto de pivote
- Conflictos
- Tipos de análisis sintáctico ascendente
  - Métodos basados en reglas de precedencia
  - Métodos de análisis LR
    - Justificación de los métodos LR
- Gramáticas LR
- Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

# Introducción

## Tipos de análisis sintáctico ascendente

### Justificación de los métodos LR

- 1.- Se pueden construir analizadores sintácticos **LR** para la mayoría de las gramáticas.
- 2.- El análisis **LR** es el método de **desplazamiento-reducción** más eficiente.
- 3.- Si una gramática admite un análisis **descendente predictivo**, también admite un **análisis LR** (lo contrario **no es cierto**).
- 4.- El análisis LR puede detectar un error **tan pronto** como sea posible, analizando la cadena de **izquierda a derecha**.
- 5.- Existen **generadores automáticos** de **analizadores sintácticos LR** (v.gr.: Yacc o Bison).

## Subsección actual

### 1 Introducción

- Descripción general
- Concepto de pivote
- Conflictos
- Tipos de análisis sintáctico ascendente
- **Gramáticas LR**
- Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

# Introducción

## Gramáticas LR

### Definición (Gramática LR)

1 / 3

$G = (V_N, V_T, P, S)$  es una **gramática LR(k)** si se verifica;

- 1.- Se amplía  $G$  de forma que el símbolo inicial no esté en la parte derecha de ninguna regla de producción

$$G' = (V'_N, V'_T, P', S')$$

$$S' \in V'_N - V_N$$

$$V'_N = V_N \cup \{S'\}$$

$$P' = P \cup \{S' \rightarrow S\}$$

## Introducción

## Gramáticas LR

## Definición (Gramática LR)

2 / 3

2.- si existen dos derivaciones por la derecha

$$S' \xRightarrow{*}_D \alpha \underline{A} w \xRightarrow{A \rightarrow \beta} \alpha \beta w$$

$$S' \xRightarrow{*}_D \gamma \underline{B} x \xRightarrow{B \rightarrow \beta} \alpha \beta y$$

3.- donde los primeros  $k$  símbolos de  $w$  y  $x$  son iguales.

$$w = \sigma_{i1} \dots \sigma_{ik} \gamma_1 \dots \gamma_p$$

$$y = \sigma_{i1} \dots \sigma_{ik} \eta'_1 \dots \eta'_q$$

# Introducción

## Gramáticas LR

### Definición (Gramática LR)

3 / 3)

*entonces se verifica que*

$$\alpha A y = \gamma B x$$

*es decir*

$$\alpha = \gamma$$

$$A = B$$

$$x = y$$

## Introducción

## Gramáticas LR

## Nota (Gramática LR)

Configuración correspondiente a  $S' \xrightarrow{*} \alpha Aw \xRightarrow{A \rightarrow \beta} \alpha \beta w$

Pila	Entrada	Acción
...	...	
$\alpha \beta$	$w \$$	<i>reducir</i> $A \rightarrow \beta$
$\alpha A$	$w \$$	
...	...	

## Introducción

## Gramáticas LR

## Nota (Gramática LR)

Configuración correspondiente a  $S' \xrightarrow{*}_D \gamma Bx \xRightarrow{B \rightarrow \beta} \alpha \beta y$

Pila	Entrada	Acción
...	...	
$\gamma \beta$	$y \$$	<i>reducir</i> $B \rightarrow \beta$
$\gamma B$	$y \$$	
...	...	

# Introducción

## Gramáticas LR

### Nota (Gramática LR)

- *LR(k): utiliza los  $k$  primeros símbolos de la entrada para determinar qué acción se debe realizar.*
- *Generalmente  $k = 1$  y se utiliza una tabla de análisis sintáctico LR.*

## Subsección actual

### 1 Introducción

- Descripción general
- Concepto de pivote
- Conflictos
- Tipos de análisis sintáctico ascendente
- Gramáticas LR
- Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

# Introducción

Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

## Definición (Tabla de análisis LR

1 / 2)

- *Permite comprobar si una gramática de contexto libre admite un análisis sintáctico ascendente LR.*
- *Consta de dos partes:*
  - *Parte acción.*
  - *Parte ir\_a.*

## Introducción

Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

## Definición (Tabla de análisis LR)

2 / 2

	acción					ir_a		
	$\sigma_1$	$\sigma_2$	...	$\sigma_n$	\$	$A_1$	...	$A_m$
$s_0$								
$s_1$								
...								
$s_k$								

donde

- $\forall i \in \{1, \dots, k\}$   $s_i$  es un estado del analizador sintáctico
- $\forall i \in \{1, \dots, n\}$   $\sigma_i \in V_T$
- $\forall i \in \{1, \dots, m\}$   $A_i \in V_N$

# Introducción

Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

## Definición (Tabla Acción: estructura

1 / 2)

- **Columnas**

- *Símbolos terminales y \$ (final de cadena).*

- **Filas**

- *Estados generados a partir de la colección de elementos LR*

- **Celdas:** acciones que se pueden realizar

- *Desplazar*
- *Reducir*
- *Aceptar*
- *Error*

# Introducción

Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

## Definición (Tabla Acción: acciones

2 / 2)

### 1.- *Desplazar:*

- Se desplaza el primer símbolo de la entrada a la cima de la pila
- y se indica a qué estado pasa el analizador.

### 2.- *Reducir:*

- Se basa en el concepto de **pivote**
- Utiliza una regla de producción para *sustituir*, en la pila, la *alternativa* de la regla por el *símbolo de su parte izquierda*

### 3.- *Aceptar:* la cadena de entrada es **reconocida**.

### 4.- *Error:* se llama a una función de control de errores.

# Introducción

Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

## Ejemplo (Gramática de prototipos de funciones en C)

$$P' = \{$$

- (1')  $S' \rightarrow S$
- (1)  $S \rightarrow T \text{ id } ( L ) ;$
- (2)  $T \rightarrow T *$
- (3)  $T \rightarrow \text{int}$
- (4)  $L \rightarrow L , T$
- (5)  $L \rightarrow T$

$$\}$$

## Introducción

Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

## Ejemplo (Tabla LR)

	Acción							lr-a			
	id	(	)	;	*	int	,	\$	S	T	L
0						d3			1	2	
1								Aceptar			
2	d4				d5						
3	r3		r3		r3		r3				
4		d6									
5	r2		r2		r2		r2				
6						d3				8	7
7			d9				d10				
8			r5		d5		r5				
9				d11							
10						d3				12	
11								r1			
12			r4		d5		r4				

# Introducción

Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

## Nota (Tabla Acción: abreviaturas)

- $d n$ 
  - Se desplaza el primer símbolo  $\sigma$  de la entrada a la pila y se pasa al estado  $n$
- $r k$ 
  - Se reduce con la regla de producción número  $k$

# Introducción

Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

## Definición (Tabla Ir-a: estructura)

- **Columnas:**
  - *Símbolos no terminales de la gramática.*
- **Filas**
  - *Estados generados a partir de la colección de elementos LR*
- **Celdas**
  - *Indican las transiciones entre estados*

# Introducción

Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

## Nota (lr-a)

- La parte *lr-a* sólo se consultará cuando se produzca una *reducción*.
- Las celdas *vacías nunca* se consultarán.

# Introducción

Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

## Ejercicio (Ir-a)

- *Demostrar que las celdas **vacías** de la **tabla Ir-a** **nunca** se consultarán.*

## Introducción

## Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

## Funcionamiento del análisis sintáctico LR

1 / 4

1- Si **acción** $[s, \sigma] = \mathbf{d j}$  entonces

- se **desplaza** el primer símbolo de la entrada a la pila
- y se pasa al estado **j**

Pila	Entrada	Acción
...s	$\sigma \sigma' \dots \$$	<b>desplazar j</b>
...s $\sigma j$	$\sigma' \dots \$$	...

# Introducción

## Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

### Funcionamiento del análisis sintáctico LR

2 / 4

2.- Si **acción** $[s, \sigma] = r k$  entonces

- se **reduce** con la regla número **k**:  $A \rightarrow \beta$ , donde  $\beta = X_{i_1} \dots X_{i_h}$
- y se pasa al estado indicado por **ir-a** $[s', A] = j$

Pila	Entrada	Acción
$\dots s' \underbrace{X_{i_1} s_{j_1} \dots X_{i_{h-1}} s_{j_{h-1}} X_{i_h} s}_{\beta}$	$\sigma \dots \$$	reducir (k) $A \rightarrow \beta$
$\dots s' A j$	$\sigma \dots \$$	...

# Introducción

Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

## Funcionamiento del análisis sintáctico LR

3 / 4

3.- Si  $\text{acción}[s, \$] = \text{Aceptar}$  entonces

- la **cadena de entrada** es **reconocida**
- y el análisis sintáctico ascendente **finaliza**.

Pila	Entrada	Acción
...s	\$	Aceptar

# Introducción

## Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

### Funcionamiento del análisis sintáctico LR

4 / 4

4.- Si **acción** $[s, \sigma] = \mathbf{E n}$  entonces llama a la función de control de errores número **n**

Pila	Entrada	Acción
...s	$\sigma \dots \$$	<b>E n</b>

### Nota

*Los métodos de recuperación de errores se describirán al final del tema.*

# Introducción

Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

## Comparación de los métodos de análisis LR

Método	Potencia	Tamaño de tabla
SLR	3°	1°
LR-canónico	1°	2°
LALR	2°	1°

## Introducción

Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

Ejemplo (Gramática de prototipos de funciones en C 1 / 4)

$$P = \{$$

- (1')  $S' \rightarrow S$
- (1)  $S \rightarrow T \text{ id } ( L ) ;$
- (2)  $T \rightarrow T *$
- (3)  $T \rightarrow \text{int}$
- (4)  $L \rightarrow L , T$
- (5)  $L \rightarrow T$

$$\}$$

## Introducción

Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

## Ejemplo (Tabla LR)

2 / 4)

	Acción							lr-a			
	id	(	)	;	*	int	,	\$	S	T	L
0						d3			1	2	
1								Aceptar			
2	d4				d5						
3	r3		r3		r3		r3				
4		d6									
5	r2		r2		r2		r2				
6						d3				8	7
7			d9				d10				
8			r5		d5		r5				
9				d11							
10						d3				12	
11								r1			
12			r4		d5		r4				

# Introducción

Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

## Ejemplo (Análisis sintáctico ascendente LR)

3 / 4

Pila	Entrada	Acción
0	<b>int</b> * id ( int ) ; \$	<i>desplazar 3</i>
0 <b>int</b> 3	* id ( int ) ; \$	<i>reducir 3 T → int</i>
0 T 2	* id ( int ) ; \$	<i>desplazar 5</i>
0 <u>T 2</u> * 5	id ( int ) ; \$	<i>reducir 2 T → T *</i>
0 T 2	id ( int ) ; \$	<i>desplazar 4</i>
0 T 2 <b>id</b> 4	( int ) ; \$	<i>desplazar 6</i>
0 T 2 <b>id</b> 4 ( 6	<b>int</b> ) ; \$	<i>desplazar 3</i>
0 T 2 <b>id</b> 4 ( 6 <b>int</b> 3	) ; \$	<i>reducir 3 T → int</i>

## Introducción

Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

## Ejemplo (Análisis sintáctico ascendente LR)

4 / 4

Pila	Entrada	Acción
0 T 2 id 4 ( 6 <u>int</u> 3	) ; \$	<i>reducir</i> 3 $T \rightarrow \text{int}$
0 T 2 id 4 ( 6 <u>T</u> 8	) ; \$	<i>reducir</i> 5 $L \rightarrow T$
0 T 2 id 4 ( 6 <u>L</u> 7	) ; \$	<i>desplazar</i> 9
0 T 2 id 4 ( 6 L 7 ) 9	; \$	<i>desplazar</i> 11
0 T 2 id 4 ( 6 L 7 ) 9 ; 11	\$	<i>reducir</i> 1 $S \rightarrow T \text{ id } ( L ) ;$
0 S 1	\$	<b>Aceptar</b>

# Introducción

Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

## Ejemplo (Derivación por la derecha)

$$\begin{array}{l} S \Rightarrow_1 \underline{T \text{ id } ( L )}; \\ \Rightarrow_5 T \text{ id } ( \underline{T} ); \\ \Rightarrow_3 T \text{ id } ( \underline{\text{int}} ); \\ \Rightarrow_2 \underline{T} * \text{ id } ( \text{int} ); \\ \Rightarrow_3 \underline{\text{int}} * \text{ id } ( \text{int} ); \end{array}$$

## Nota

La derivación por la *derecha* se ha obtenido en orden *inverso*.

# Introducción

Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

**Ejemplo** (Árbol sintáctico asociado a la derivación 1 / 6)

*int* \* *id* ( *int* ) ;

# Introducción

Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

Ejemplo (Árbol sintáctico asociado a la derivación 2 / 6)

*T*

|

*int*

\*

*id*

(

*int*

)

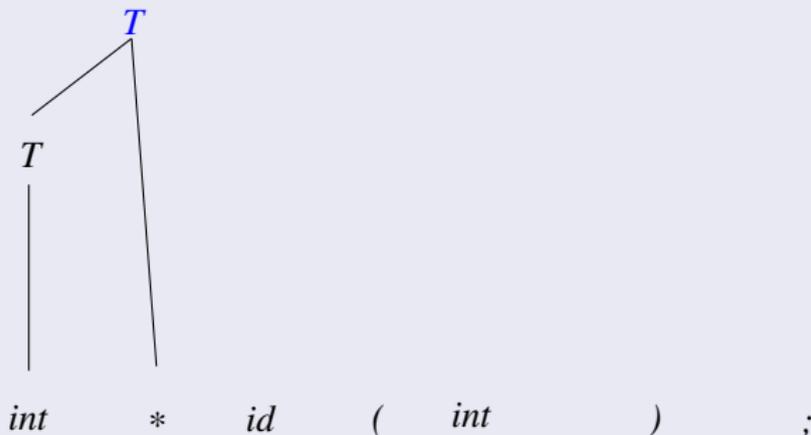
;

## Introducción

Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

Ejemplo (Árbol sintáctico asociado a la derivación

3 / 6)

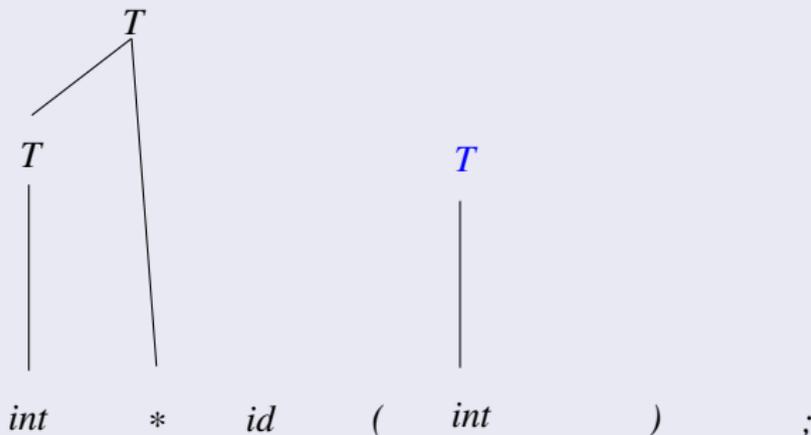


## Introducción

Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

Ejemplo (Árbol sintáctico asociado a la derivación

4 / 6)

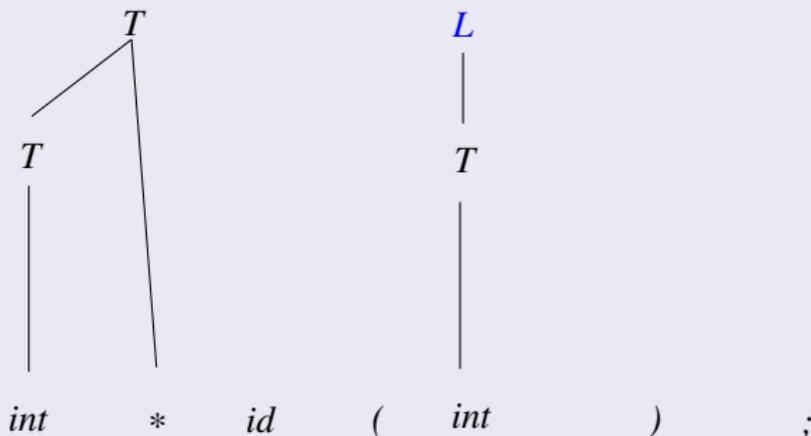


## Introducción

Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

Ejemplo (Árbol sintáctico asociado a la derivación

5 / 6)





## Sección actual

- 1 Introducción
- 2 Análisis sintáctico ascendente SLR**
- 3 Análisis sintáctico ascendente LR-canónico
- 4 Análisis sintáctico ascendente LALR
- 5 Métodos de recuperación de errores

## Subsección actual

- 2 Análisis sintáctico ascendente SLR
  - Introducción
  - Colección canónica de elementos-LR(0)
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR
  - Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR
  - Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

## Contenido de la subsección

### 2 Análisis sintáctico ascendente SLR

- Introducción
  - Características
    - Elemento-LR(0)
    - Prefijo viable
    - Elemento-LR(0) válido para un prefijo viable
  - Colección canónica de elementos-LR(0)
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR
  - Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR
  - Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

# Análisis sintáctico ascendente SLR

## Introducción

### Método SLR

- **SLR**: simple L R
- Método basado en la estrategia de **desplazamiento-reducción**
  - Es el **más sencillo**.
  - Es el **menos potente**: se puede aplicar a menos gramáticas que los métodos **LR-canónico** o **LALR**.
  - Su **tabla** de análisis sintáctico es la **más pequeña**.

# Análisis sintáctico ascendente SLR

## Introducción

### Método SLR

- Utiliza una colección canónica de elementos-LR(0) para construir una tabla de análisis sintáctico SLR.
- La colección canónica de elementos-LR(0) se construye utilizando dos funciones auxiliares:
  - Función *clausura*
  - Función *lr\_a*

## Contenido de la subsección

### 2 Análisis sintáctico ascendente SLR

- **Introducción**

- Características
  - **Elemento-LR(0)**
  - Prefijo viable
  - Elemento-LR(0) válido para un prefijo viable
- Colección canónica de elementos-LR(0)
- Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR
- Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR
- Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

# Análisis sintáctico ascendente SLR

## Introducción

### Definición (Elemento-LR(0))

- Si  $A \rightarrow X_1 X_2 \cdots X_n \in P$ , sus **elementos-LR(0)** son:

$$A \rightarrow \bullet X_1 X_2 \cdots X_n$$

$$A \rightarrow X_1 \bullet X_2 \cdots X_n$$

$$A \rightarrow X_1 X_2 \cdots \bullet X_n$$

$$A \rightarrow X_1 X_2 \cdots X_n \bullet$$

- Si  $A \rightarrow \epsilon \in P$  entonces su **elemento-LR(0)** es:

$$A \rightarrow \bullet$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

## Introducción

## Ejemplo (Elemento-LR(0))

- Si  $S \rightarrow T \text{ id } ( L ) ; \in P$ , sus **elementos-LR(0)** son:

$$S \rightarrow \bullet T \text{ id } ( L ) ;$$
$$S \rightarrow T \bullet \text{ id } ( L ) ;$$
$$S \rightarrow T \text{ id } \bullet ( L ) ;$$
$$S \rightarrow T \text{ id } ( \bullet L ) ;$$
$$S \rightarrow T \text{ id } ( L \bullet ) ;$$
$$S \rightarrow T \text{ id } ( L ) \bullet ;$$
$$S \rightarrow T \text{ id } ( L ) ; \bullet$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

## Introducción

## Significado de un LR(0) - elemento

$$A \rightarrow \underbrace{X_1 X_2 \cdots X_{i-1}}_{\beta_1} \bullet \underbrace{X_i \cdots X_n}_{\beta_2}$$

- $\beta_1$ : parte ya **analizada**.
- $\beta_2$ : parte **pendiente** de analizar.

# Análisis sintáctico ascendente SLR

## Introducción

### Acciones de análisis sintáctico

- La **posición del punto** determina la acción que se debe realizar
  - Si el punto está al **final**,  $A \rightarrow X_1 X_2 \cdots X_n \bullet$ , entonces se producirá una **reducción**.
    - $X_1 X_2 \cdots X_n$  es el **pivote** que estará en la cima de la pila
    - El pivote será sustituido por el símbolo **A**
  - Si **no** está al final,  $A \rightarrow X_1 \cdots X_{i-1} \bullet X_i \cdots X_n$ , entonces
    - todavía no se habrá localizado el pivote
    - y habrá que realizar **desplazamientos**

## Contenido de la subsección

### 2 Análisis sintáctico ascendente SLR

- **Introducción**

- Características
- Elemento-LR(0)
- **Prefijo viable**
  - Elemento-LR(0) válido para un prefijo viable
- Colección canónica de elementos-LR(0)
- Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR
- Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR
- Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

# Análisis sintáctico ascendente SLR

## Introducción

### Definición (Prefijo viable)

- La cadena de símbolos  $\alpha\beta \in V^+ = (V_N \cup V_T)^+$  es un *prefijo viable* si

$$S \xrightarrow[D]{*} \alpha \beta \gamma \xrightarrow[D]{*} x \in V_T^*$$

donde  $D$  indica que la derivación es por la *derecha*.

### Nota

Un prefijo viable aparece al *principio* de una *derivación por la derecha* que genera una *cadena de terminales*.

## Análisis sintáctico ascendente SLR

## Introducción

## Ejemplo (Prefijos viables

1 / 2)

$$P = \{$$

- (1')  $S' \rightarrow S$
- (1)  $S \rightarrow T \text{ id } ( L ) ;$
- (2)  $T \rightarrow T *$
- (3)  $T \rightarrow \text{int}$
- (4)  $L \rightarrow L , T$
- (5)  $L \rightarrow T$

$$\}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

## Introducción

## Ejemplo (Prefijos viables)

2 / 2)

- Derivación por la derecha:

$$\begin{array}{lcl}
 S' & \Rightarrow & \underline{S} \\
 & \xRightarrow{1'} & \\
 & \Rightarrow & \underline{T \text{ id } ( L ) ;} \\
 & \xRightarrow{1} & \\
 & \Rightarrow & \underline{T \text{ id } ( \underline{T} ) ;} \\
 & \xRightarrow{5} & \\
 & \Rightarrow & \underline{T \text{ id } ( \underline{T^*} ) ;} \\
 & \xRightarrow{2} & \\
 & \Rightarrow & \underline{T \text{ id } ( \underline{\text{int}} ) ;} \\
 & \xRightarrow{3} & \\
 & \Rightarrow & \underline{\text{int}} \text{ id } ( \text{int} ) ; \\
 & \xRightarrow{3} &
 \end{array}$$

- Prefijos viables:

- $T, T \text{ id}, T \text{ id } (, T \text{ id } ( L, T \text{ id } ( L ) , T \text{ id } ( L ) ;, \text{ etc.}$

## Contenido de la subsección

### 2 Análisis sintáctico ascendente SLR

- **Introducción**

- Características
- Elemento-LR(0)
- Prefijo viable
- **Elemento-LR(0) válido para un prefijo viable**
- Colección canónica de elementos-LR(0)
- Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR
- Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR
- Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

## Análisis sintáctico ascendente SLR

## Introducción

**Definición** (Elemento-LR(0) válido para un prefijo viable)

- $A \rightarrow \beta_1 \bullet \beta_2$  es *válido* para el prefijo viable  $\alpha\beta_1$  si

$$S \xrightarrow[D]{*} \alpha A w \quad \Rightarrow \quad \alpha \beta_1 \beta_2 w$$

$A \rightarrow \beta_1 \beta_2$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

## Introducción

### Ejemplos (Elemento-LR(0) válido para un prefijo viable 1 / 4)

- **Primer ejemplo**

$$P' = \{$$

- (1')  $S' \rightarrow S$
- (1)  $S \rightarrow T \text{ id } ( L ) ;$
- (2)  $T \rightarrow T *$
- (3)  $T \rightarrow \text{int}$
- (4)  $L \rightarrow L , T$
- (5)  $L \rightarrow T$

$$\}$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

## Introducción

### Ejemplos (Elemento-LR(0) válido para un prefijo viable 2 / 4)

- Primer ejemplo**

- Prefijo viable:*  $\alpha \beta_1 = \underbrace{T \text{ id}}_{\alpha} \underbrace{( T}_{\beta_1}$

- elemento-LR(0) válido para el prefijo viable:*

$$\underbrace{T}_A \rightarrow \underbrace{T}_{\beta_1} \bullet \underbrace{*}_{\beta_2}$$

- Derivación por la derecha*

$$S' \xRightarrow{+} \underbrace{T \text{ id}}_{\alpha} \underbrace{( T}_A \underbrace{)}_w ; \quad T \xrightarrow{T^*} \underbrace{T \text{ id}}_{\alpha} \underbrace{( T}_{\beta_1} \underbrace{*}_{\beta_2} \underbrace{)}_w ;$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

## Introducción

### Ejemplos (Elemento-LR(0) válido para un prefijo viable 3 / 4)

- Segundo ejemplo

$$P' = \{$$
$$(1') E' \rightarrow E$$
$$(1) E \rightarrow E + E$$
$$(2) E \rightarrow E + E$$
$$(3) E \rightarrow ( E )$$
$$(4) E \rightarrow \text{identificador}$$
$$(5) E \rightarrow \text{número}$$
$$\}$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

## Introducción

### Ejemplos (Elemento-LR(0) válido para un prefijo viable 4 / 4)

- Segundo ejemplo**

- Prefijo viable:  $\alpha \beta_1 = \underbrace{(}_{\alpha} \underbrace{E}_{\beta_1}$

- elemento-LR(0) válido para el prefijo viable:

$$\underbrace{E}_A \rightarrow \underbrace{E}_{\beta_1} \bullet \underbrace{+ E}_{\beta_2}$$

- Derivación por la derecha

$$E' \xRightarrow{1'} E \xRightarrow{3} \underbrace{(}_{\alpha} \underbrace{E}_A \underbrace{)}_w \xRightarrow{E \rightarrow E+E} \underbrace{(}_{\alpha} \underbrace{E}_{\beta_1} \underbrace{+E}_{\beta_2} \underbrace{)}_w$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

## Introducción

### Nota

- *Un elemento- $LR(0)$  puede ser válido para varios prefijos viables: solamente se debe modificar  $\alpha$ .*

## Subsección actual

- 2 Análisis sintáctico ascendente SLR
  - Introducción
  - Colección canónica de elementos-LR(0)
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR
  - Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR
  - Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

## Contenido de la subsección

- 2 Análisis sintáctico ascendente SLR
  - Introducción
  - Colección canónica de elementos-LR(0)
    - Definición
    - Función clausura
    - Función  $lr_a$
    - Algoritmo de construcción de la colección canónica de elementos-LR(0)
    - Ejemplo de construcción de la colección canónica de elementos-LR(0)
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR
  - Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR
  - Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

## Definición (Colección canónica de elementos-LR(0))

- *Está compuesta por los conjuntos de elementos-LR(0) que son **válidos** para los prefijos viables de la gramática.*

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

## Colección canónica de elementos-LR(0)

- Permite generar un **autómata finito determinista (AFD)** que reconoce los **prefijos viables** de la gramática.
- Funciones auxiliares para construir la colección canónica.
  - Función **clausura**.
  - Función **lr\_a**.

## Contenido de la subsección

- 2 Análisis sintáctico ascendente SLR
  - Introducción
  - Colección canónica de elementos-LR(0)
    - Definición
    - **Función clausura**
    - Función  $lr_a$
    - Algoritmo de construcción de la colección canónica de elementos-LR(0)
    - Ejemplo de construcción de la colección canónica de elementos-LR(0)
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR
  - Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR
  - Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

## Definición (Función clausura)

- Sea  $I$  un conjunto elementos-LR(0):
  - 1.-  $I \subseteq \text{clausura}(I)$
  - 2.- Si  $A \rightarrow \alpha \bullet B \beta \in \text{clausura}(I)$  y  $B \rightarrow \gamma \in P$  entonces  $B \rightarrow \bullet \gamma \in \text{clausura}(I)$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

## Ejemplos (Función clausura

1 / 4)

## ● Primer ejemplo

 $P' = \{$ (1')  $S' \rightarrow S$ (1)  $S \rightarrow T \text{ id } ( L ) ;$ (2)  $T \rightarrow T *$ (3)  $T \rightarrow \text{int}$ (4)  $L \rightarrow L , T$ (5)  $L \rightarrow T$  $\}$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

## Ejemplos (Función clausura

2 / 4)

## • Primer ejemplo

$$\begin{aligned} \text{clausura}(\{S' \rightarrow \bullet S\}) &= \{ \\ &S' \rightarrow \bullet S, \\ &S \rightarrow \bullet T \text{ id } ( L ) ;, \\ &T \rightarrow \bullet T *, \\ &T \rightarrow \bullet \text{int} \\ &\} \\ &= I_0 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

## Ejemplos (Función clausura

3 / 4)

## • Segundo ejemplo

 $P' = \{$ (1')  $E' \rightarrow E$ (1)  $E \rightarrow E + E$ (2)  $E \rightarrow E + E$ (3)  $E \rightarrow ( E )$ (4)  $E \rightarrow \text{identificador}$ (5)  $E \rightarrow \text{número}$  $\}$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

## Ejemplos (Función clausura

4 / 4)

## • Segundo ejemplo

$$\begin{aligned} \text{clausura}(\{E' \rightarrow \bullet E\}) &= \{ \\ &E' \rightarrow \bullet E, \\ &E \rightarrow \bullet E + E, \\ &E \rightarrow \bullet E * E, \\ &E \rightarrow \bullet ( E ), \\ &E \rightarrow \bullet \text{identificador}, \\ &E \rightarrow \bullet \text{número} \\ &\} \\ &= I_0 \end{aligned}$$

## Contenido de la subsección

- 2 Análisis sintáctico ascendente SLR
  - Introducción
  - Colección canónica de elementos-LR(0)
    - Definición
    - Función clausura
    - **Función  $lr_a$**
    - Algoritmo de construcción de la colección canónica de elementos-LR(0)
    - Ejemplo de construcción de la colección canónica de elementos-LR(0)
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR
  - Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR
  - Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

## Definición (Función $lr\_a$ )

- Sea  $I$  un *conjunto* elementos-LR(0) y  $X \in V = V_N \cup V_T$

$$lr\_a(I, X) = \text{clausura}(\{A \rightarrow \alpha X \bullet \beta \mid A \rightarrow \alpha \bullet X \beta \in I\})$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

Ejemplos (Función  $lr\_a$ )

1 / 9

## • Primer ejemplo

$$I_0 = \left\{ \begin{array}{l} S' \rightarrow \bullet S, \\ S \rightarrow \bullet T \text{ id } ( L ) ; \\ T \rightarrow \bullet T * \\ T \rightarrow \bullet \text{int} \end{array} \right\}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

Ejemplos (Función  $lr\_a$ )

2 / 9)

## • Primer ejemplo

$$\begin{aligned}lr\_a(I_0, S) &= \text{clausura}(\{S' \rightarrow S \bullet\}) \\ &= \{S' \rightarrow S \bullet\} \\ &= I_1\end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

Ejemplos (Función  $lr\_a$ )

3 / 9)

## • Primer ejemplo

$$\begin{aligned}lr\_a(I_0, T) &= \text{clausura}(\{S \rightarrow T \bullet \text{id} ( L ) ;, \\ &\quad T \rightarrow T \bullet * \}) \\ &= \{ S \rightarrow T \bullet \text{id} ( L ) ;, T \rightarrow T \bullet * \} \\ &= I_2\end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

Ejemplos (Función  $lr\_a$ )

4 / 9

## • Primer ejemplo

$$\begin{aligned}lr\_a(l_0, \text{int}) &= \text{clausura}(\{T \rightarrow \text{int} \bullet\}) \\ &= \{T \rightarrow \text{int} \bullet\} \\ &= l_3\end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

Ejemplos (Función  $lr_a$ )

5 / 9

## • Segundo ejemplo

$$I_0 = \left\{ \begin{array}{l} E' \rightarrow \bullet E, \\ E \rightarrow \bullet E + E, \\ E \rightarrow \bullet E * E, \\ E \rightarrow \bullet ( E ), \\ E \rightarrow \bullet \text{identificador}, \\ E \rightarrow \bullet \text{número} \end{array} \right\}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

Ejemplos (Función  $lr\_a$ )

6 / 9

## • Segundo ejemplo

$$\begin{aligned}lr\_a(I_0, E) &= \text{clausura}(\{ E' \rightarrow E \bullet, \\ &\quad E \rightarrow E \bullet + E, \\ &\quad E \rightarrow E \bullet * E \}) \\ &= \{ E' \rightarrow E \bullet, E \rightarrow E \bullet + E, E \rightarrow E \bullet * E \} \\ &= I_1\end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

Ejemplos (Función  $lr\_a$ )

7 / 9

- Segundo ejemplo

$$\begin{aligned}
 lr\_a(l_0, "(") &= clausura(\{E' \rightarrow (\bullet E)\}) \\
 &= \{ \\
 &\quad E' \rightarrow (\bullet E), \\
 &\quad E \rightarrow \bullet E + E, \\
 &\quad E \rightarrow \bullet E * E, \\
 &\quad E \rightarrow \bullet ( E ), \\
 &\quad E \rightarrow \bullet \text{identificador}, \\
 &\quad E \rightarrow \bullet \text{número} \\
 &\quad \} \\
 &= l_2
 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

Ejemplos (Función  $lr\_a$ )

8 / 9

## • Segundo ejemplo

$$\begin{aligned}lr\_a(l_0, id) &= clausura(\{E \rightarrow id \bullet\}) \\ &= \{E \rightarrow id \bullet\} \\ &= l_3\end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

Ejemplos (Función  $lr\_a$ )

9 / 9)

## • Segundo ejemplo

$$\begin{aligned}lr\_a(I_0, \text{número}) &= \text{clausura}(\{E \rightarrow \text{número} \bullet\}) \\ &= \{E \rightarrow \text{número} \bullet\} \\ &= I_4\end{aligned}$$

## Contenido de la subsección

- 2 Análisis sintáctico ascendente SLR
  - Introducción
  - Colección canónica de elementos-LR(0)
    - Definición
    - Función clausura
    - Función  $lr_a$
    - Algoritmo de construcción de la colección canónica de elementos-LR(0)
    - Ejemplo de construcción de la colección canónica de elementos-LR(0)
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR
  - Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR
  - Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

## Algoritmo (Construcción de la colección canónica)

## Inicio

 $I_0 \leftarrow \text{clausura}(\{S' \rightarrow \bullet S\})$  $C \leftarrow \{I_0\} \wedge I_0$  no marcado**para** cada  $I \in C \wedge I$  no marcado **hacer**    marcar  $I$     **para** cada  $X \in V$  **hacer**         $I' \leftarrow \text{lr}_a(I, X)$         **si**  $(I' \neq \emptyset) \wedge (I' \notin C)$             **entonces**  $C \leftarrow C \cup \{I'\} \wedge I'$  no marcado        **fin si**    **fin para****fin para****fin**

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

## Notas (Construcción de la colección canónica)

- Genera un *autómata finito determinista (AFD)* que *reconoce los prefijos viables de la gramática*.
  - Los **elementos-LR(0)** se agrupan en *conjuntos* que se corresponden con los *estados* del autómata.
  - **Todos los estados del autómata son finales.**
  - Los **estados del autómata** se *corresponderán* con los **estados** de la *tabla de análisis sintáctico SLR*.

## Contenido de la subsección

- 2 Análisis sintáctico ascendente SLR
  - Introducción
  - Colección canónica de elementos-LR(0)
    - Definición
    - Función clausura
    - Función  $lr_a$
    - Algoritmo de construcción de la colección canónica de elementos-LR(0)
    - Ejemplo de construcción de la colección canónica de elementos-LR(0)
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR
  - Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR
  - Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

## Ejemplo (Gramática de los prototipos)

1 / 20

$$P' = \{$$

- (1')  $S' \rightarrow S$
- (1)  $S \rightarrow T \text{ id } ( L ) ;$
- (2)  $T \rightarrow T *$
- (3)  $T \rightarrow \text{int}$
- (4)  $L \rightarrow L , T$
- (5)  $L \rightarrow T$

$$\}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

## Ejemplo (Gramática de los prototipos)

2 / 20

• Construcción del conjunto  $I_0$ 

$$\begin{aligned} I_0 &= \text{clausura}(\{S' \rightarrow \bullet S\}) \\ &= \{ \\ &\quad S' \rightarrow \bullet S, \\ &\quad S \rightarrow \bullet T \text{ id } ( L ) ;, \\ &\quad T \rightarrow \bullet T *, \\ &\quad T \rightarrow \bullet \text{int} \\ &\quad \} \end{aligned}$$

$I_0$  tendrá transiciones  $lr\_a$  con  $S$ ,  $T$  e  $\text{int}$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

## Ejemplo (Gramática de los prototipos)

3 / 20

- Transiciones del conjunto  $l_0$

$$\begin{aligned} Ir_a(l_0, S) &= \text{clausura}(\{ S' \rightarrow S \bullet \}) \\ &= \{ S' \rightarrow S \bullet \} \\ &= l_1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(l_0, T) &= \text{clausura}(\{ S \rightarrow T \bullet \text{id} ( L ) ;, \\ &\quad T \rightarrow T \bullet * \}) \\ &= \{ S \rightarrow T \bullet \text{id} ( L ) ;, T \rightarrow T \bullet * \} \\ &= l_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(l_0, \text{int}) &= \text{clausura}(\{ T \rightarrow \text{int} \bullet \}) \\ &= \{ T \rightarrow \text{int} \bullet \} \\ &= l_3 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

## Ejemplo (Gramática de los prototipos

4 / 20)

- **Transiciones del conjunto**  $I_1 = \{S' \rightarrow S \bullet\}$

$$lr\_a(I_1, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

El conjunto  $I_1$  **no** tiene transiciones.

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

## Ejemplo (Gramática de los prototipos)

5 / 20

- **Transiciones del conjunto  $l_2$**

$$l_2 = \{ S \rightarrow T \bullet \text{id} ( L ) ; , T \rightarrow T \bullet * \}$$

$$\begin{aligned} \text{lr}_a(l_2, \text{id}) &= \text{clausura}(\{ S \rightarrow T \text{id} \bullet ( L ) ; \}) \\ &= \{ S \rightarrow T \text{id} \bullet ( L ) ; \} \\ &= l_4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{lr}_a(l_2, *) &= \text{clausura}(\{ T \rightarrow T * \bullet \}) \\ &= \{ T \rightarrow T * \bullet \} \\ &= l_5 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

Ejemplo (Gramática de los prototipos

6 / 20)

- **Transiciones del conjunto**  $l_3 = \{ T \rightarrow \text{int} \bullet \}$

$$lr\_a(l_3, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

El conjunto  $l_3$  *no* tiene transiciones.

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

## Ejemplo (Gramática de los prototipos)

7 / 20

- **Transiciones del conjunto**  $I_4 = \{S \rightarrow T \text{ id } \bullet ( L ) ; \}$

$$\begin{aligned}
 Ir_a(I_4, "(") &= \text{clausura}(\{S \rightarrow T \text{ id } (\bullet L) ; \}) \\
 &= \{ \\
 &\quad S \rightarrow T \text{ id } (\bullet L) ; \\
 &\quad L \rightarrow \bullet L, T, \\
 &\quad L \rightarrow \bullet T, \\
 &\quad T \rightarrow \bullet T *, \\
 &\quad T \rightarrow \bullet \text{int} \\
 &\quad \} \\
 &= I_6
 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

Ejemplo (Gramática de los prototipos

8 / 20)

- **Transiciones del conjunto**  $I_5 = \{ T \rightarrow T^* \bullet \}$

$$lr\_a(I_5, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

El conjunto  $I_5$  **no** tiene transiciones.

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

## Ejemplo (Gramática de los prototipos

9 / 20)

• Transiciones del conjunto  $I_6$ 

$$I_6 = \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow T \text{ id } ( \bullet L ) ;, L \rightarrow \bullet L , T, \\ L \rightarrow \bullet T, T \rightarrow \bullet T *, \\ T \rightarrow \bullet \text{int} \\ \end{array} \right\}$$

$I_6$  tendrá transiciones  $lr\_a$  con  $L$ ,  $T$  e  $\text{int}$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

## Ejemplo (Gramática de los prototipos)

10 / 20

- Transiciones del conjunto  $l_6$

$$\begin{aligned}
 Ir_a(l_6, L) &= \text{clausura}(\{S \rightarrow T \text{ id } ( L \bullet ) ;, \\
 &\quad L \rightarrow L \bullet , T \}) \\
 &= \{S \rightarrow T \text{ id } ( L \bullet ) ;, L \rightarrow L \bullet , T \} \\
 &= l_7
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ir_a(l_6, T) &= \text{clausura}(\{L \rightarrow T \bullet , T \rightarrow T \bullet * \}) \\
 &= \{L \rightarrow T \bullet , T \rightarrow T \bullet * \} \\
 &= l_8
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ir_a(l_6, \text{int}) &= \text{clausura}(\{T \rightarrow \text{int } \bullet \}) \\
 &= \{T \rightarrow \text{int } \bullet \} \\
 &= l_3
 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

## Ejemplo (Gramática de los prototipos)

11 / 20

• Transiciones del conjunto  $l_7$ 

$$l_7 = \{S \rightarrow T \text{ id } ( L \bullet ) ;, L \rightarrow L \bullet , T \}$$

$$\begin{aligned} \text{lr\_a}(l_7, ")") &= \text{clausura}(\{S \rightarrow T \text{ id } ( L ) \bullet ; \}) \\ &= \{S \rightarrow T \text{ id } ( L ) \bullet ; \} \\ &= l_9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{lr\_a}(l_7, ",") &= \text{clausura}(\{L \rightarrow L , \bullet T\}) \\ &= \{L \rightarrow L , \bullet T, \\ &\quad T \rightarrow \bullet T *, T \rightarrow \bullet \text{int} \} \\ &= l_{10} \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

## Ejemplo (Gramática de los prototipos)

12 / 20)

- **Transiciones del conjunto  $I_8$**

$$I_8 = \{ L \rightarrow T \bullet, T \rightarrow T \bullet * \}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(I_8, *) &= clausura(\{ T \rightarrow T * \bullet \}) \\ &= \{ T \rightarrow T * \bullet \} \\ &= I_5 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

## Ejemplo (Gramática de los prototipos)

13 / 20

- **Transiciones del conjunto  $l_9$**

$$l_9 = \{S \rightarrow T \text{ id } ( L ) \bullet ; \}$$

$$\begin{aligned} \text{lr}_a(l_9, ";") &= \text{clausura}(\{S \rightarrow T \text{ id } ( L ) ; \bullet \}) \\ &= \{S \rightarrow T \text{ id } ( L ) ; \bullet \} \\ &= l_{11} \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

## Ejemplo (Gramática de los prototipos)

14 / 20

- **Transiciones del conjunto  $l_{10}$**

$$l_{10} = \{L \rightarrow L , \bullet T, T \rightarrow \bullet T *, T \rightarrow \bullet \text{int} \}$$

$$\begin{aligned} lr\_a(l_{10}, T) &= \text{clausura}(\{L \rightarrow L , T \bullet, T \rightarrow T \bullet * \}) \\ &= \{L \rightarrow L , T \bullet, T \rightarrow T \bullet * \} \\ &= l_{12} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} lr\_a(l_{10}, \text{int}) &= \text{clausura}(\{T \rightarrow \text{int} \bullet \}) \\ &= \{T \rightarrow \text{int} \bullet \} \\ &= l_3 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

**Ejemplo** (Gramática de los prototipos

15 / 20)

- **Transiciones del conjunto**  $l_{11} = \{S \rightarrow T \text{ id } ( L ) ; \bullet \}$

$$lr\_a(l_{11}, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

El conjunto  $l_{11}$  *no* tiene transiciones.

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

## Ejemplo (Gramática de los prototipos)

16 / 20)

- **Transiciones del conjunto  $l_{12}$**

$$l_{12} = \{L \rightarrow L, T \bullet, T \rightarrow T \bullet * \}$$

$$\begin{aligned} \text{lr}_a(l_{12}, *) &= \text{clausura}(\{T \rightarrow T * \bullet \}) \\ &= \{T \rightarrow T * \bullet \} \\ &= l_5 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

## Ejemplo (Gramática de los prototipos)

17 / 20

- **Colección canónica:** *primera parte*

$$I_0 = \{ S' \rightarrow \bullet S, S \rightarrow \bullet T \text{ id } ( L ) ;, T \rightarrow \bullet T *, T \rightarrow \bullet \text{int} \}$$

$$I_1 = \{ S' \rightarrow S \bullet \}$$

$$I_2 = \{ S \rightarrow T \bullet \text{ id } ( L ) ;, T \rightarrow T \bullet * \}$$

$$I_3 = \{ T \rightarrow \text{int} \bullet \}$$

$$I_4 = \{ S \rightarrow T \text{ id} \bullet ( L ) ; \}$$

$$I_5 = \{ T \rightarrow T * \bullet \}$$

$$I_6 = \{ S \rightarrow T \text{ id } ( \bullet L ) ;, L \rightarrow \bullet L, T, L \rightarrow \bullet T, \\ T \rightarrow \bullet T *, T \rightarrow \bullet \text{int} \}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

## Ejemplo (Gramática de los prototipos)

18 / 20

- **Colección canónica:** *segunda parte*

$$l_7 = \{ S \rightarrow T \text{ id } ( L \bullet ) ;, L \rightarrow L \bullet , T \}$$

$$l_8 = \{ L \rightarrow T \bullet , T \rightarrow T \bullet * \}$$

$$l_9 = \{ S \rightarrow T \text{ id } ( L ) \bullet ; \}$$

$$l_{10} = \{ L \rightarrow L , \bullet T, T \rightarrow \bullet T *, T \rightarrow \bullet \text{ int } \}$$

$$l_{11} = \{ S \rightarrow T \text{ id } ( L ) ; \bullet \}$$

$$l_{12} = \{ L \rightarrow L , T \bullet , T \rightarrow T \bullet * \}$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

## Nota (Autómata que reconoce prefijos viables)

- Las *transiciones* entre los **conjuntos de elementos-LR(0)** permiten *construir* el **autómata finito determinista** que reconoce los *prefijos viables* de la gramática.
- **Todos los estados** del autómata son *finales*.

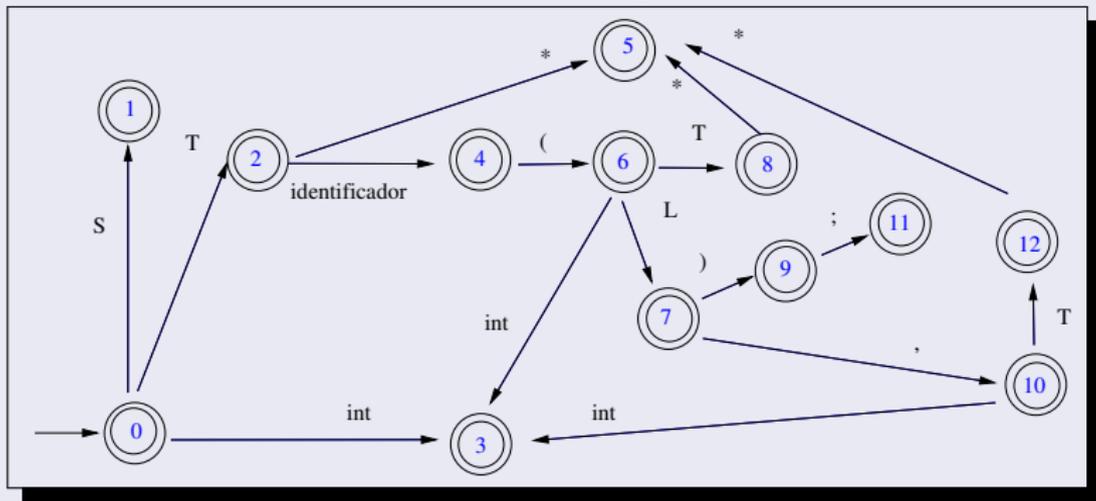
# Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

**Ejemplo** (Autómata que reconoce prefijos viables)

19 / 20

*Representación gráfica*



## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

Ejemplo (Autómata que reconoce prefijos viables

20 / 20)

*Representación tabular*

	id	(	)	;	*	int	,	S	T	L
0						3		1	2	
1										
2	4				5					
3										
4		6								
5										
6						3			8	7
7			9				10			
8					5					
9				11						
10						3			12	
11										
12					5					

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Colección canónica de elementos-LR(0)

## Ejercicio (Gramática de las expresiones aritméticas)

- *Construcción de la colección canónica de elementos-LR(0) de la gramática:*

$$P' = \{$$
$$(1') E' \rightarrow E$$
$$(1) E \rightarrow E + E$$
$$(2) E \rightarrow E * E$$
$$(3) E \rightarrow ( E )$$
$$(4) E \rightarrow \text{identificador}$$
$$(5) E \rightarrow \text{número}$$
$$\}$$

## Subsección actual

- 2 Análisis sintáctico ascendente SLR
  - Introducción
  - Colección canónica de elementos-LR(0)
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR
  - Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR
  - Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR

## Definición (Tabla de análisis sintáctico SLR)

	acción					ir_a		
	$\sigma_1$	$\sigma_2$	...	$\sigma_n$	\$	$A_1$	...	$A_m$
$s_0$								
$s_1$								
...								
$s_k$								

- $\forall i \in \{1, \dots, k\}$   $s_i$  es un estado del analizador sintáctico
- $\forall i \in \{1, \dots, n\}$   $\sigma_i \in V_T$
- $\forall i \in \{1, \dots, m\}$   $A_i \in V_N$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR

## Ejemplo (Tabla de análisis sintáctico SLR

1 / 2)

- Gramática de prototipos de funciones en C

$P' = \{$

(1')  $S' \rightarrow S$

(1)  $S \rightarrow T \text{ id } ( L ) ;$

(2)  $T \rightarrow T *$

(3)  $T \rightarrow \text{int}$

(4)  $L \rightarrow L , T$

(5)  $L \rightarrow T$

$\}$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR

## Ejemplo (Tabla de análisis sintáctico SLR)

2 / 2)

	Acción								lr-a		
	id	(	)	;	*	int	,	\$	S	T	L
0						d 3			1	2	
1								Aceptar			
2	d 4				d 5						
3	r 3		r 3		r 3		r 3				
4		d 6									
5	r 2		r 2		r 2		r 2				
6						d 3				8	7
7			d 9				d 10				
8			r 5		d 5		r 5				
9				d 11							
10						d 3				12	
11								r 1			
12			r 4		d 5		r 4				

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR

## Algoritmo (Construcción de la tabla SLR

1 / 10)

- 1.- Ampliar la gramática con la regla de producción  $S' \rightarrow S$ .
- 2.- Construir la colección canónica de *Elementos-LR(0)*.
- 3.- Generar el *autómata* que reconoce los *prefijos viables*.
- 4.- Completar la parte *acción*.
- 5.- Completar la parte *ir\_a*.

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR

## Algoritmo (Construcción de la tabla SLR

2 / 10)

1.- *Ampliar la gramática con la regla de producción  $S' \rightarrow S$ .*

- *Evita que el **símbolo inicial** aparezca en la **parte derecha** de una regla de producción.*

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR

Algoritmo (Construcción de la tabla SLR

3 / 10)

2.- Construir la colección canónica de *Elementos-LR(0)*.

- Se debe comenzar por  $I_0 = \text{clausura} (\{S' \rightarrow \bullet S\})$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR

## Algoritmo (Construcción de la tabla SLR

4 / 10)

3.- Generar el *autómata* que reconoce los *prefijos viables*.

- Los **conjuntos** de elementos-LR(0) se corresponden con los **estados** del autómata.
- **Todos los estados** del autómata son **finales**.
- El **estado inicial** se corresponde con el conjunto de elementos que **contenga** a  $S' \rightarrow \bullet S$ , que generalmente es  $l_0$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR

## Algoritmo (Construcción de la tabla SLR

5 / 10)

4.- *Completar la parte acción*

4.1 *Desplazar*

4.2 *Reducir*

4.3 *Aceptar*

4.4 *Función de error*

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR

## Algoritmo (Construcción de la tabla SLR

6 / 10)

4.- Completar la parte *acción*:

4.1 *Desplazar*

- Si  $A \rightarrow \alpha \bullet \sigma \beta \in I_i \wedge \sigma \in V_T \wedge lr\_a(I_i, \sigma) = I_j$   
entonces  $acción[i, \sigma] = d j$

- 1.- se *desplaza* el símbolo  $\sigma$  desde la entrada a la pila
- 2.- y se pasa al estado  $j$ .

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR

## Algoritmo (Construcción de la tabla SLR

7 / 10)

4.- *Completar la parte acción:*

4.2.- *Reducir.*

- Si  $A \rightarrow \alpha \bullet \in I_i$  entonces  $acción[i, \sigma] = r k$   
donde
  - $\sigma \in Siguiente(A)$
  - y  $k$  representa la regla de producción  $k: A \rightarrow \alpha \in P$

## Nota

- Se requiere el cálculo del conjunto  $Siguiente(A) \forall A \in V_N$
- También se requiere calcular el conjunto  $Primero(A) \forall A \in V_N$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR

## Algoritmo (Construcción de la tabla SLR

8 / 10)

4.- Completar la parte *acción*:

4.3.- *Aceptar*

- Si  $S' \rightarrow S\bullet \in I_i$ ; entonces  $acción[i, \$] = Aceptar$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR

## Algoritmo (Construcción de la tabla SLR

9 / 10)

4.- *Completar la parte acción:*

4.4.- *Función de error*

*Las celdas vacías de la parte acción se completarán con funciones de tratamiento de error.*

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR

Algoritmo (Construcción de la tabla SLR

10 / 10)

5.- Completar la parte *ir\_a*

- Si  $lr\_a(l_i, A) = l_j \wedge A \in V_N$  entonces  $ir\_a[i, A] = j$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR

## Ejercicio (Construcción de la tabla SLR)

*Las celdas vacías de la parte **ir\_a nunca** se consultarán:  
¡demuéstralo!*

## Subsección actual

- 2 Análisis sintáctico ascendente SLR
  - Introducción
  - Colección canónica de elementos-LR(0)
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR
  - Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR
  - Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

## Contenido de la subsección

- 2 Análisis sintáctico ascendente SLR
  - Introducción
  - Colección canónica de elementos-LR(0)
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR
  - Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR
    - Gramática de los prototipos de funciones
    - Gramática de las enumeraciones
  - Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (1.- Gramática de los prototipos de funciones 1 / 12)

$$P = \{$$

- (1)  $S \rightarrow T \text{ id } ( L ) ;$
- (2)  $T \rightarrow T *$
- (3)  $T \rightarrow \text{int}$
- (4)  $L \rightarrow L , T$
- (5)  $L \rightarrow T$

$$\}$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (1.- Gramática de los prototipos de funciones 2 / 12)

1.- *Ampliación de la gramática*

$P' = \{$

(1')  $S' \rightarrow S$

(1)  $S \rightarrow T \text{ id } ( L ) ;$

(2)  $T \rightarrow T *$

(3)  $T \rightarrow \text{int}$

(4)  $L \rightarrow L , T$

(5)  $L \rightarrow T$

$\}$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (1.- Gramática de los prototipos de funciones 3 / 12)

2.- Colección canónica: primera parte

$$I_0 = \{ S' \rightarrow \bullet S, S \rightarrow \bullet T \text{ id } ( L ) ;, T \rightarrow \bullet T *, T \rightarrow \bullet \text{int} \}$$

$$I_1 = \{ S' \rightarrow S \bullet \}$$

$$I_2 = \{ S \rightarrow T \bullet \text{ id } ( L ) ;, T \rightarrow T \bullet * \}$$

$$I_3 = \{ T \rightarrow \text{int} \bullet \}$$

$$I_4 = \{ S \rightarrow T \text{ id} \bullet ( L ) ; \}$$

$$I_5 = \{ T \rightarrow T * \bullet \}$$

$$I_6 = \{ S \rightarrow T \text{ id } ( \bullet L ) ;, L \rightarrow \bullet L, T, L \rightarrow \bullet T, \\ T \rightarrow \bullet T *, T \rightarrow \bullet \text{int} \}$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de los prototipos de funciones 4 / 12)

2.- *Colección canónica: segunda parte*

$$I_7 = \{ S \rightarrow T \mathbf{id} ( L \bullet ) ;, L \rightarrow L \bullet , T \}$$

$$I_8 = \{ L \rightarrow T \bullet , T \rightarrow T \bullet * \}$$

$$I_9 = \{ S \rightarrow T \mathbf{id} ( L ) \bullet ; \}$$

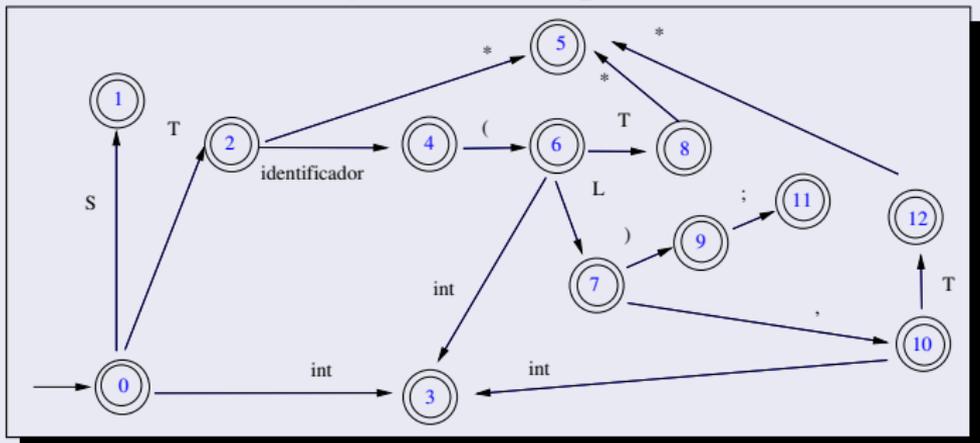
$$I_{10} = \{ L \rightarrow L , \bullet T, T \rightarrow \bullet T *, T \rightarrow \bullet \mathbf{int} \}$$

$$I_{11} = \{ S \rightarrow T \mathbf{id} ( L ) ; \bullet \}$$

$$I_{12} = \{ L \rightarrow L , T \bullet , T \rightarrow T \bullet * \}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de los prototipos de funciones 5 / 12)3.- *Autómata que reconoce los prefijos viables***Representación gráfica**

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (1.- Gramática de los prototipos de funciones 6 / 12)

3.- *Autómata que reconoce los prefijos viables*

## Representación tabular

	id	(	)	;	*	int	,	S	T	L
0						3		1	2	
1										
2	4				5					
3										
4		6								
5										
6						3			8	7
7			9				10			
8					5					
9				11						
10						3			12	
11										
12					5					

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de los prototipos de funciones 7 / 12)

4.- Completar la parte *acción*: conjuntos auxiliares

	<i>Primero</i>	<i>Siguiente</i>
<i>S'</i>	<b>int</b>	\$
<i>S</i>	<b>int</b>	\$
<i>T</i>	<b>int</b>	id, *, ")", ",",
<i>L</i>	<b>int</b>	"", ",",

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (1.- Gramática de los prototipos de funciones 8 / 12)

4.- Completar la parte acción

	acción								ir_a		
	id	(	)	;	*	int	,	\$	S	T	L
0						d 3					
1								Aceptar			
2	d 4				d 5						
3	r 3		r 3		r 3		r 3				
4		d 6									
5	r 2		r 2		r 2		r 2				
6						d 3					
7			d 9				d 10				
8			r 5		d 5		r 5				
9				d 11							
10						d 3					
11								r 1			
12			r 4		d 5		r 4				

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (1.- Gramática de los prototipos de funciones 9 / 12)

5.- Completar la parte *ir\_a*

	acción								ir-a		
	id	(	)	;	*	int	,	\$	S	T	L
0						d 3			1	2	
1								Acceptar			
2	d 4				d 5						
3	r 3		r 3		r 3		r 3				
4		d 6									
5	r 2		r 2		r 2		r 2				
6						d 3				8	7
7			d 9				d 10				
8			r 5		d 5		r 5				
9				d 11							
10						d 3				12	
11								r 1			
12			r 4		d 5		r 4				

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (1.- Gramática de los prototipos de funciones 10 / 12)

- Análisis sintáctico ascendente SLR: *primera parte*

Pila	Entrada	Acción
0	int id ( int ) ; \$	desplazar 3
0 <u>int</u> 3	id ( int ) ; \$	reducir 3 $T \rightarrow \text{int}$
0 T 2	id ( int ) ; \$	desplazar 4
0 T 2 id 4	( int ) ; \$	desplazar 6
0 T 2 id 4 ( 6	int ) ; \$	desplazar 3
0 T 2 id 4 ( 6 <u>int</u> 3	) ; \$	reducir 3 $T \rightarrow \text{int}$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (1.- Gramática de los prototipos de funciones 11 / 12)

- Análisis sintáctico ascendente SLR: *segunda parte*

Pila	Entrada	Acción
0 T 2 id 4 ( 6 <u>int</u> 3	) ; \$	<i>reducir</i> 3 $T \rightarrow \text{int}$
0 T 2 id 4 ( 6 <u>T</u> 8	) ; \$	<i>reducir</i> 5 $L \rightarrow T$
0 T 2 id 4 ( 6 <u>L</u> 7	) ; \$	<i>desplazar</i> 9
0 T 2 id 4 ( 6 L 7 ) 9	; \$	<i>desplazar</i> 11
0 T 2 id 4 ( 6 L 7 ) 9 ; 11	\$	<i>reducir</i> 1 $S \rightarrow T \text{ id } ( L ) ;$
0 S 1	\$	<b>Aceptar</b>

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (1.- Gramática de los prototipos de funciones 12 / 12)

- Derivación por la *derecha* obtenida en orden *inverso*

$$\begin{array}{l} S \Rightarrow T \text{ id } ( L ) ; \\ \quad \underset{1}{\Rightarrow} \\ \quad T \text{ id } ( \underline{T} ) ; \\ \quad \quad \underset{5}{\Rightarrow} \\ \quad \quad T \text{ id } ( \underline{\text{int}} ) ; \\ \quad \quad \quad \underset{3}{\Rightarrow} \\ \quad \quad \quad \underline{\text{int}} * \text{ id } ( \text{int} ) ; \end{array}$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejercicio

- *Dibuja el árbol sintáctico de forma **ascendente** a partir de la derivación por la **derecha** obtenida en orden **inverso**.*

## Contenido de la subsección

- 2 Análisis sintáctico ascendente SLR
  - Introducción
  - Colección canónica de elementos-LR(0)
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR
  - Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR
    - Gramática de los prototipos de funciones
    - Gramática de las enumeraciones
  - Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (2.- Gramática de las enumeraciones

1 / 24)

$$P = \{$$

- (1)  $S \rightarrow S D$
- (2)  $S \rightarrow \epsilon$
- (3)  $D \rightarrow \text{enum } \text{identificador } \{ L \} ;$
- (4)  $L \rightarrow \text{identificador}$
- (5)  $L \rightarrow L , \text{identificador}$

$$\}$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (2.- Gramática de las enumeraciones

2 / 24)

### 1.- Ampliación de la gramática

$P' = \{$

(1')  $S' \rightarrow S$

(1)  $S \rightarrow S D$

(2)  $S \rightarrow \epsilon$

(3)  $D \rightarrow \mathbf{enum\ identificador\ \{ L \}} ;$

(4)  $L \rightarrow \mathbf{identificador}$

(5)  $L \rightarrow L , \mathbf{identificador}$

$\}$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (2.- Gramática de las enumeraciones

3 / 24)

## 2.- Construcción de la colección canónica

• Construcción del conjunto  $I_0$ 

$$\begin{aligned} I_0 &= \text{clausura}(\{S' \rightarrow \bullet S\}) \\ &= \{ \\ &\quad S' \rightarrow \bullet S, \\ &\quad S \rightarrow \bullet S D, \\ &\quad S \rightarrow \bullet \\ &\quad \} \end{aligned}$$

$I_0$  tendrá una transición  $lr_a$  con  $S$ .

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (2.- Gramática de las enumeraciones

4 / 24)

## 2.- Construcción de la colección canónica

• Transiciones del conjunto  $I_0$ 

$$\begin{aligned} Ir_a(I_0, S) &= \text{clausura}(\{ S' \rightarrow S \bullet, S \rightarrow S \bullet D \}) \\ &= \{ \\ &\quad S' \rightarrow S \bullet, \\ &\quad S \rightarrow S \bullet D, \\ &\quad D \rightarrow \bullet \text{ enum identificador } \{ L \}; \\ &\quad \} \\ &= I_1 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (2.- Gramática de las enumeraciones

5 / 24)

## 2.- Construcción de la colección canónica

• Transiciones del conjunto  $l_1$ 

$$l_1 = \{ S' \rightarrow S \bullet, S \rightarrow S \bullet D, D \rightarrow \bullet \text{ enum id } \{ L \}; \}$$

$$\begin{aligned} lr\_a(l_1, D) &= \text{clausura}(\{S \rightarrow S D \bullet\}) \\ &= \{S \rightarrow S D \bullet\} \\ &= l_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} lr\_a(l_1, \text{enum}) &= \text{clausura}(\{D \rightarrow \text{enum} \bullet \text{id } \{ L \}; \}) \\ &= \{D \rightarrow \text{enum} \bullet \text{id } \{ L \}; \} \\ &= l_3 \end{aligned}$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (2.- Gramática de las enumeraciones

6 / 24)

2.- *Construcción de la colección canónica*

- **Transiciones del conjunto**  $I_2 = \{S \rightarrow S D \bullet\}$

$$I_{r-a}(I_2, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

*El conjunto  $I_2$  no tiene transiciones.*

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (2.- Gramática de las enumeraciones

7 / 24)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto**  $l_3 = \{D \rightarrow \text{enum} \bullet \text{id} \{ L \} ; \}$

$$\begin{aligned}lr_a(l_3, \text{id}) &= \text{clausura}(\{D \rightarrow \text{enum id} \bullet \{ L \} ; \}) \\ &= \{D \rightarrow \text{enum id} \bullet \{ L \} ; \} \\ &= l_4\end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (2.- Gramática de las enumeraciones

8 / 24)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto**  $I_4 = \{D \rightarrow \text{enum id} \bullet \{ L \} ; \}$

$$\begin{aligned}
 Ir_a(I_4, \{ \}) &= \text{clausura}(\{D \rightarrow \text{enum id} \{ \bullet L \} ; \}) \\
 &= \{ \\
 &\quad D \rightarrow \text{enum id} \{ \bullet L \} ; , \\
 &\quad L \rightarrow \bullet \text{id}, \\
 &\quad L \rightarrow \bullet L , \text{id} \\
 &\quad \} \\
 &= I_5
 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (2.- Gramática de las enumeraciones

9 / 24)

## 2.- Construcción de la colección canónica

• Transiciones del conjunto  $I_5$ 

$$I_5 = \{ D \rightarrow \text{enum id } \{ \bullet L \} ;, L \rightarrow \bullet \text{id}, L \rightarrow \bullet L , \text{id} \}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(I_5, L) &= \text{clausura}(\{ D \rightarrow \text{enum id } \{ L \bullet \} ;, \\ &\quad L \rightarrow L \bullet , \text{id} \}) \\ &= \{ D \rightarrow \text{enum id } \{ L \bullet \} ;, L \rightarrow L \bullet , \text{id} \} \\ &= I_6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(I_5, \text{id}) &= \text{clausura}(\{ L \rightarrow \text{id } \bullet \}) \\ &= \{ L \rightarrow \text{id } \bullet \} \\ &= I_7 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (2.- Gramática de las enumeraciones

10 / 24)

## 2.- Construcción de la colección canónica

• Transiciones del conjunto  $I_6$ 

$$I_6 = \{ D \rightarrow \text{enum id } \{ L \bullet \} ;, L \rightarrow L \bullet , \text{id} \}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(I_6, \{ \}) &= \text{clausura}(\{ D \rightarrow \text{enum id } \{ L \} \bullet ; \}) \\ &= \{ D \rightarrow \text{enum id } \{ L \} \bullet ; \} \\ &= I_8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(I_6, ",") &= \text{clausura}(\{ L \rightarrow L , \bullet \text{id} \}) \\ &= \{ L \rightarrow L , \bullet \text{id} \} \\ &= I_9 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplo (2.- Gramática de las enumeraciones

11 / 24)

*2.- Construcción de la colección canónica*

- **Transiciones del conjunto**  $I_7 = \{L \rightarrow \text{identificador} \bullet\}$

$$I_{r,a}(I_7, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

*El conjunto  $I_7$  **no** tiene transiciones.*

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (2.- Gramática de las enumeraciones

12 / 24)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- Transiciones del conjunto  $I_8 = \{D \rightarrow \text{enum id } \{ L \} \bullet ; \}$

$$\begin{aligned} Ir_a(I_8, ";") &= \text{clausura}(\{D \rightarrow \text{enum id } \{ L \} ; \bullet \}) \\ &= \{D \rightarrow \text{enum id } \{ L \} ; \bullet \} \\ &= I_{10} \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (2.- Gramática de las enumeraciones

13 / 24)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto**  $l_9 = \{L \rightarrow L, \bullet \text{id}\}$

$$\begin{aligned}lr_a(l_9, \text{id}) &= \text{clausura}(\{L \rightarrow L, \text{id} \bullet\}) \\ &= \{L \rightarrow L, \text{id} \bullet\} \\ &= l_{11}\end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (2.- Gramática de las enumeraciones

14 / 24)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto**  $l_{10}$

$$l_{10} = \{ D \rightarrow \text{enum id } \{ L \} ; \bullet \}$$

$$lr\_a(l_{10}, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

El conjunto  $l_{10}$  **no** tiene transiciones.

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (2.- Gramática de las enumeraciones

15 / 24)

### 2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto  $l_{11}$**

$$l_{11} = \{L \rightarrow L, \text{id} \bullet\}$$

$$lr\_a(l_{11}, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

El conjunto  $l_{11}$  *no* tiene transiciones.

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (2.- Gramática de las enumeraciones

16 / 24)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- **Colección canónica:** *primera parte*

$$I_0 = \{ S' \rightarrow \bullet S, S \rightarrow \bullet S D, S \rightarrow \bullet \}$$

$$I_1 = \{ S' \rightarrow S \bullet, S \rightarrow S \bullet D, D \rightarrow \bullet \text{enum id } \{ L \}; \}$$

$$I_2 = \{ S \rightarrow S D \bullet \}$$

$$I_3 = \{ D \rightarrow \text{enum} \bullet \text{id } \{ L \}; \}$$

$$I_4 = \{ D \rightarrow \text{enum id} \bullet \{ L \}; \}$$

$$I_5 = \{ D \rightarrow \text{enum id } \{ \bullet L \};, L \rightarrow \bullet \text{id}, L \rightarrow \bullet L, \text{id} \}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (2.- Gramática de las enumeraciones

17 / 24)

*2.- Construcción de la colección canónica*

- **Colección canónica:** *segunda parte*

$$I_6 = \{ D \rightarrow \text{enum id } \{ L \bullet \} ;, L \rightarrow L \bullet , \text{id} \}$$

$$I_7 = \{ L \rightarrow \text{id} \bullet \}$$

$$I_8 = \{ D \rightarrow \text{enum id } \{ L \} \bullet ; \}$$

$$I_9 = \{ L \rightarrow L , \bullet \text{id} \}$$

$$I_{10} = \{ D \rightarrow \text{enum id } \{ L \} ; \bullet \}$$

$$I_{11} = \{ L \rightarrow L , \text{id} \bullet \}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplo (2.- Gramática de las enumeraciones

19 / 24)

*3.-Autómata que reconoce los prefijos viables*

Estado	enum	id	{	}	;	,	\$	S	D	L
0								1		
1	3								2	
2										
3		4								
4			5							
5		7								6
6				8		9				
7										
8					10					
9		11								
10										
11										

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplo (2.- Gramática de las enumeraciones

18 / 24)

4.- Completar la parte acción: conjuntos auxiliares

	<i>Primero</i>	<i>Siguiente</i>
$S'$	<b>enum, <math>\epsilon</math></b>	<b>\$</b>
$S$	<b>enum, <math>\epsilon</math></b>	<b>\$, enum</b>
$D$	<b>enum</b>	<b>\$, enum</b>
$L$	<b>identificador</b>	<b>}, “,”</b>

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplo (2.- Gramática de las enumeraciones

20 / 24)

4.- Completar la parte acción

Estado	Acción							lr-a		
	enum	id	{	}	;	,	\$	S	D	L
0	r 2						r 2			
1	d 3						ACEPTAR			
2	r 1						r 1			
3		d 4								
4			d 5							
5		d 7								
6				d 8		d 9				
7				r 4		r 4				
8					d 10					
9		d 11								
10	r 3						r 3			
11				r 5		r 5				

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplo (2.- Gramática de las enumeraciones

21 / 24)

5.- Completar la parte *ir\_a*

Estado	Acción							Ir-a		
	enum	id	{	}	;	,	\$	S	D	L
0	r 2						r 2	1		
1	d 3						ACEPTAR		2	
2	r 1						r 1			
3		d 4								
4			d 5							
5		d 7								6
6				d 8		d 9				
7				r 4		r 4				
8					d 10					
9		d 11								
10	r 3						r 3			
11				r 5		r 5				

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (2.- Gramática de las enumeraciones

22 / 24)

$$P' = \{$$

- (1')  $S' \rightarrow S$
- (1)  $S \rightarrow S D$
- (2)  $S \rightarrow \epsilon$
- (3)  $D \rightarrow \text{enum } \text{identificador } \{ L \} ;$
- (4)  $L \rightarrow \text{identificador}$
- (5)  $L \rightarrow L , \text{identificador}$

$$\}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplo (2.- Gramática de las enumeraciones

23 / 24)

## Análisis sintáctico SLR: primera parte

Pila	Entrada	Acción
0	enum id { id , id } ; \$	r 2 S $\rightarrow$ $\epsilon$
0 S 1	enum id { id , id } ; \$	d 3
0 S 1 enum 3	id { id , id } ; \$	d 4
0 S 1 enum 3 id 4	{ id , id } ; \$	d 5
0 S 1 enum 3 id 4 { 5	id , id } ; \$	d 7
0 S 1 enum 3 id 4 { 5 id 7	, id } ; \$	r 4 L $\rightarrow$ id
0 S 1 enum 3 id 4 { 5 L 6	, id } ; \$	d 9

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplo (2.- Gramática de las enumeraciones

24 / 24)

## Análisis sintáctico SLR: segunda parte

Pila	Entrada	Acción
0 S 1 enum 3 id 4 { 5 L 6 , 9	id } ; \$	d 11
0 S 1 enum 3 id 4 { 5 L 6 , 9 id 11	} ; \$	r 5 L → L , id
0 S 1 enum 3 id 4 { 5 L 6	} ; \$	d 8
0 S 1 enum 3 id 4 { 5 L 6 } 8	; \$	d 10
0 S 1 enum 3 id 4 { 5 L 6 } 8 ; 10	\$	r 3 D → enum id {L} ;
0 S 1 D 2	\$	r 1 S → S D
0 S 1	\$	Acceptar

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejercicios (2.- Gramática de las enumeraciones)

- *Construcción del autómata que reconoce prefijos viables*
  - *Representación gráfica.*
- *Construcción de la derivación por la derecha*
- *Construcción del árbol sintáctico de forma ascendente.*

## Subsección actual

- 2 Análisis sintáctico ascendente SLR
  - Introducción
  - Colección canónica de elementos-LR(0)
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR
  - Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR
  - Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

## Contenido de la subsección

- 2 Análisis sintáctico ascendente SLR
  - Introducción
  - Colección canónica de elementos-LR(0)
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR
  - Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR
  - Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR
    - Definición
    - Ejemplos

# Análisis sintáctico ascendente SLR

## Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

### Definición (Conflicto en la tabla SLR)

- Se presenta un **conflicto** en la tabla SLR cuando hay al menos una **celda** de la parte acción con **dos o más** acciones diferentes.

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

## Tipos de conflictos

- Desplazamiento-reducción.
- Reducción-reducción.

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

## Conflicto de desplazamiento-reducción

- Al menos una celda de la tabla **acción** tiene las opciones de **desplazar** y **reducir** simultáneamente:

$$\text{acción}[i, \sigma] = \begin{cases} d j \\ r k \end{cases}$$

- La **opción por defecto** suele ser realizar el **desplazamiento**.

# Análisis sintáctico ascendente SLR

## Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

### Conflicto de desplazamiento-reducción

- Este conflicto se genera si se cumplen las siguientes condiciones:

1.- Si  $\exists A \rightarrow \alpha \bullet \sigma \beta \in I_i \wedge \text{lr}_a(I_i, \sigma) = I_j$   
entonces acción[i,σ] = d j

2.- Si  $\exists B \rightarrow \gamma \bullet \in I_i \wedge \sigma \in \text{siguiente}(B)$   
entonces acción[i,σ] = r k  
donde k es la regla  $B \rightarrow \gamma \in P$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

## Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

### Conflicto de reducción-reducción

- Al menos una celda de la tabla **acción** tiene la opción de **reducir** con **dos o más** reglas simultáneamente:

$$\bullet \text{ acción}[i, \sigma] = \begin{cases} r h \\ r k \end{cases}$$

- Para evitar este conflicto del análisis SLR, hay dos opciones:
  - 1.- Diseñar una **nueva** gramática
  - 2.- Comprobar si el método **LR-canónico** no genera el conflicto.

# Análisis sintáctico ascendente SLR

## Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

### Conflicto de reducción-reducción

- Este conflicto se genera si se cumplen las siguientes condiciones:

1.- Si  $\exists A \rightarrow \alpha \bullet \in I_i \wedge \sigma \in \text{siguiente}(A)$

entonces acción[i,σ] = r h

donde h es la regla  $A \rightarrow \alpha \in P$

2.- Si  $\exists B \rightarrow \alpha \bullet \in I_i \wedge \sigma \in \text{siguiente}(B)$

entonces acción[i,σ] = r k

donde k es la regla  $B \rightarrow \alpha \in P$

## Contenido de la subsección

- 2 Análisis sintáctico ascendente SLR
  - Introducción
  - Colección canónica de elementos-LR(0)
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis SLR
  - Ejemplos de análisis sintáctico ascendente SLR
  - Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR
    - Definición
    - Ejemplos

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplos (Conflictos en el análisis sintáctico SLR)

- *Ejemplos de conflicto de desplazamiento - reducción.*
  - 1.- *Gramática de las expresiones aritméticas*
  - 2.- *Gramática de sentencia de asignación*

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplos (Conflictos en el análisis sintáctico SLR)

- *Ejemplos de conflicto de desplazamiento - reducción.*
  - 1.- **Gramática de las expresiones aritméticas**
  - 2.- *Gramática de sentencia de asignación*

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 1 / 39)

$$P = \{$$

- (1)  $E \rightarrow E + E$
- (2)  $E \rightarrow E * E$
- (3)  $E \rightarrow ( E )$
- (4)  $E \rightarrow \mathbf{id}$
- (5)  $E \rightarrow \mathbf{número}$

$$\}$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 2 / 39)

### 1.- Ampliación de la gramática

$$P = \{$$

- (1')  $E' \rightarrow E$
- (1)  $E \rightarrow E + E$
- (2)  $E \rightarrow E * E$
- (3)  $E \rightarrow ( E )$
- (4)  $E \rightarrow \mathbf{id}$
- (5)  $E \rightarrow \mathbf{número}$

$$\}$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 3 / 39)

2.- Construcción de la colección canónica

- **Conjunto**  $I_0$ : primera parte

$$I_0 = \text{clausura}(\{ E' \rightarrow \bullet E \}) \\ \{ \\ E' \rightarrow \bullet E, \\ E \rightarrow \bullet E + E, E \rightarrow \bullet E * E, \\ E \rightarrow \bullet ( E ), E \rightarrow \bullet \text{id}, E \rightarrow \bullet \text{número} \\ \}$$

$I_0$  tendrá transiciones  $lr_a$  con  $E$ ,  $($ ,  $\text{id}$  y  $\text{número}$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 4 / 39)

## 2.- Construcción de la colección canónica

• Transiciones del conjunto  $I_0$ : segunda parte

$$\begin{aligned}
 Ir_a(I_0, E) &= \text{clausura}(\{ E' \rightarrow E \bullet, E \rightarrow E \bullet + E, E \rightarrow E \bullet * E \}) \\
 &= \{ E' \rightarrow E \bullet, E \rightarrow E \bullet + E, E \rightarrow E \bullet * E \} \\
 &= I_1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ir_a(I_0, "(") &= \text{clausura}(\{ E \rightarrow ( \bullet E ) \} ) \\
 &= \{ \\
 &\quad E \rightarrow ( \bullet E ), E \rightarrow \bullet E + E, E \rightarrow \bullet E * E, \\
 &\quad E \rightarrow \bullet ( E ), E \rightarrow \bullet \text{id}, E \rightarrow \bullet \text{número} \\
 &\quad \} \\
 &= I_2
 \end{aligned}$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 5 / 39)

2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto  $l_0$ :** *tercera parte*

$$\begin{aligned}lr\_a(l_0, id) &= \text{clausura}(\{ E \rightarrow id \bullet \}) \\ &= \{ E \rightarrow id \bullet \} \\ &= l_3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}lr\_a(l_0, número) &= \text{clausura}(\{ E \rightarrow número \bullet \}) \\ &= \{ E \rightarrow número \bullet \} \\ &= l_4\end{aligned}$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 6 / 39)

2.- *Construcción de la colección canónica*

- **Transiciones del conjunto  $I_1$ : primera parte**

$$I_1 = \{ E' \rightarrow E \bullet, E \rightarrow E \bullet + E, E \rightarrow E \bullet * E \}$$

$I_1$  tendrá transiciones  $lr\_a$  con  $+$  y  $*$ .

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 7 / 39)

2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto  $I_1$ : segunda parte**

$$\begin{aligned}
 Ir_a(I_1, +) &= \text{clausura}(\{ E \rightarrow E + \bullet E \}) \\
 &= \{ \\
 &\quad E \rightarrow E + \bullet E, E \rightarrow \bullet E + E, E \rightarrow \bullet E * E, \\
 &\quad E \rightarrow \bullet ( E ), E \rightarrow \bullet \text{id}, E \rightarrow \bullet \text{número} \\
 &\quad \} \\
 &= I_5
 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 8 / 39)

2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto  $I_1$ : tercera parte**

$$\begin{aligned}
 Ir_a(I_1, *) &= \text{clausura}(\{ E \rightarrow E * \bullet E \}) \\
 &= \{ \\
 &\quad E \rightarrow E * \bullet E, E \rightarrow \bullet E + E, E \rightarrow \bullet E * E, \\
 &\quad E \rightarrow \bullet ( E ), E \rightarrow \bullet \text{id}, E \rightarrow \bullet \text{número} \\
 &\quad \} \\
 &= I_6
 \end{aligned}$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 9 / 39)

2.- *Construcción de la colección canónica*

- **Transiciones del conjunto  $I_2$ : primera parte**

$$I_2 = \{ E \rightarrow (\bullet E), E \rightarrow \bullet E + E, E \rightarrow \bullet E * E, \\ E \rightarrow \bullet ( E ), E \rightarrow \bullet \text{id}, E \rightarrow \bullet \text{número} \}$$

$I_2$  tendrá transiciones  $lr_a$  con  $E$ ,  $($ ,  $\text{id}$  y  $\text{número}$ .

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 10 / 39)

## 2.- Construcción de la colección canónica

• Transiciones del conjunto  $I_2$ : segunda parte

$$\begin{aligned}
 Ir_a(I_2, E) &= \text{clausura}(\{ E \rightarrow ( E \bullet ), E \rightarrow E \bullet + E, E \rightarrow E \bullet * E \} ) \\
 &= \{ E \rightarrow ( E \bullet ), E \rightarrow E \bullet + E, E \rightarrow E \bullet * E \} \\
 &= I_7
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ir_a(I_2, "(") &= \text{clausura}(\{ E \rightarrow ( \bullet E ) \} ) \\
 &= \{ \\
 &\quad E \rightarrow ( \bullet E ), E \rightarrow \bullet E + E, E \rightarrow \bullet E * E, \\
 &\quad E \rightarrow \bullet ( E ), E \rightarrow \bullet \text{id}, E \rightarrow \bullet \text{número} \} \\
 &= I_2
 \end{aligned}$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 11 / 39)

2.- *Construcción de la colección canónica*

- **Transiciones del conjunto  $l_2$ : tercera parte**

$$\begin{aligned} Ir_a(l_2, id) &= clausura(\{E \rightarrow id \bullet\}) \\ &= \{E \rightarrow id \bullet\} \\ &= l_3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(l_2, número) &= clausura(\{E \rightarrow número \bullet\}) \\ &= \{E \rightarrow número \bullet\} \\ &= l_4 \end{aligned}$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 12 / 39)

2.- *Construcción de la colección canónica*

- **Transiciones del conjunto**  $I_3 = \{E \rightarrow \text{id} \bullet\}$

$$lr\_a(I_3, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

*El conjunto  $I_3$  **no** tiene transiciones.*

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 13 / 39)

2.- *Construcción de la colección canónica*

- **Transiciones del conjunto  $I_4 = \{E \rightarrow \text{número} \bullet\}$**

$$lr\_a(I_4, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

*El conjunto  $I_4$  **no** tiene transiciones.*

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 14 / 39)

2.- *Construcción de la colección canónica*

- **Transiciones del conjunto  $I_5$ : primera parte**

$$I_5 = \left\{ \begin{array}{l} E \rightarrow E + \bullet E, E \rightarrow \bullet E + E, E \rightarrow \bullet E * E, \\ E \rightarrow \bullet ( E ), E \rightarrow \bullet \text{id}, E \rightarrow \bullet \text{número} \\ \end{array} \right\}$$

$I_5$  tendrá transiciones  $lr\_a$  con  $E$ ,  $($ ,  $\text{id}$  y  $\text{número}$ .

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 15 / 39)

2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto  $I_5$ : segunda parte**

$$\begin{aligned}
 Ir_a(I_5, E) &= \text{clausura}(\{E \rightarrow E + E \bullet, \\
 &\quad E \rightarrow E \bullet + E, E \rightarrow E \bullet * E\} ) \\
 &= \{E \rightarrow E + E \bullet, E \rightarrow E \bullet + E, E \rightarrow E \bullet * E\} \\
 &= I_8
 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 16 / 39)

2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto  $I_5$ :** *tercera parte*

$$\begin{aligned}
 Ir_a(I_5, "(") &= \text{clausura}(\{E \rightarrow (\bullet E)\}) \\
 &= \{ \\
 &\quad E \rightarrow (\bullet E), E \rightarrow \bullet E + E, \\
 &\quad E \rightarrow \bullet E * E, E \rightarrow \bullet ( E), \\
 &\quad E \rightarrow \bullet \text{id}, E \rightarrow \bullet \text{número} \\
 &\quad \} \\
 &= I_2
 \end{aligned}$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 17 / 39)

2.- *Construcción de la colección canónica*

- **Transiciones del conjunto  $l_5$ : cuarta parte**

$$\begin{aligned} Ir_a(l_5, id) &= clausura(\{E \rightarrow id \bullet\}) \\ &\quad \{E \rightarrow id \bullet\} \\ &= l_3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(l_5, número) &= clausura(\{E \rightarrow número \bullet\}) \\ &\quad \{E \rightarrow número \bullet\} \\ &= l_4 \end{aligned}$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 18 / 39)

2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto  $I_6$ : primera parte**

$$I_6 = \left\{ \begin{array}{l} E \rightarrow E * \bullet E, E \rightarrow \bullet E + E, E \rightarrow \bullet E * E, \\ E \rightarrow \bullet ( E ), E \rightarrow \bullet \text{id}, E \rightarrow \bullet \text{número} \\ \end{array} \right\}$$

$I_6$  tendrá transiciones  $lr\_a$  con  $E$ ,  $($ ,  $\text{id}$  y  $\text{número}$ .

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 19 / 39)

2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto  $I_6$ : segunda parte**

$$\begin{aligned}
 Ir_a(I_6, E) &= \text{clausura}(\{E \rightarrow E * E \bullet, \\
 &\quad E \rightarrow E \bullet * E, E \rightarrow E \bullet * E\}) \\
 &= \{E \rightarrow E + E \bullet, E \rightarrow E \bullet + E, E \rightarrow E \bullet * E\} \\
 &= I_9
 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 20 / 39)

2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto  $l_6$ :** *tercera parte*

$$\begin{aligned}
 Ir_a(l_6, "(") &= clausura(\{E \rightarrow (\bullet E)\}) \\
 &= \{ \\
 &\quad E \rightarrow (\bullet E), E \rightarrow \bullet E + E, \\
 &\quad E \rightarrow \bullet E * E, E \rightarrow \bullet ( E), \\
 &\quad E \rightarrow \bullet id, E \rightarrow \bullet \text{número} \\
 &\quad \} \\
 &= l_2
 \end{aligned}$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 21 / 39)

2.- *Construcción de la colección canónica*

- **Transiciones del conjunto  $l_6$ : cuarta parte**

$$\begin{aligned} Ir_a(l_6, id) &= clausura(\{E \rightarrow id \bullet\}) \\ &\quad \{E \rightarrow id \bullet\} \\ &= l_3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(l_6, número) &= clausura(\{E \rightarrow número \bullet\}) \\ &\quad \{E \rightarrow número \bullet\} \\ &= l_4 \end{aligned}$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 22 / 39)

2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto  $I_7$ : primera parte**

$$I_7 = \{ E \rightarrow ( E \bullet ), E \rightarrow E \bullet + E, E \rightarrow E \bullet * E \}$$

$I_7$  tendrá transiciones *lr\_a* con  $)$ ,  $+$  y  $*$ .

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 23 / 39)

2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto**  $l_7$ : segunda parte

$$\begin{aligned} Ir_a(l_7, "(") &= clausura(\{E \rightarrow ( E ) \bullet\}) \\ &= \{E \rightarrow ( E ) \bullet\} \\ &= l_{10} \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplo (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 24 / 39)

2.- Construcción de la colección canónica

- Transiciones del conjunto  $I_7$ : tercera parte

$$\begin{aligned}
 Ir_a(I_7, +) &= \text{clausura}(\{E \rightarrow E + \bullet E\}) \\
 &= \{ \\
 &\quad E \rightarrow E + \bullet E, \\
 &\quad E \rightarrow \bullet E + E, E \rightarrow \bullet E * E, \\
 &\quad E \rightarrow \bullet ( E ), E \rightarrow \bullet \text{id}, E \rightarrow \bullet \text{número} \\
 &\quad \} \\
 &= I_5
 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplo (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 25 / 39)

2.- Construcción de la colección canónica

- Transiciones del conjunto  $I_7$ : quinta parte

$$\begin{aligned}
 Ir_a(I_7, *) &= \text{clausura}(\{E \rightarrow E * \bullet E\}) \\
 &= \{ \\
 &\quad E \rightarrow E * \bullet E, \\
 &\quad E \rightarrow \bullet E + E, E \rightarrow \bullet E * E, \\
 &\quad E \rightarrow \bullet ( E ), E \rightarrow \bullet id, E \rightarrow \bullet \text{número} \\
 &\quad \} \\
 &= I_6
 \end{aligned}$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 26 / 39)

2.- *Construcción de la colección canónica*

- **Transiciones del conjunto  $I_8$ : primera parte**

$$I_8 = \{ E \rightarrow E + E \bullet, E \rightarrow E \bullet + E, E \rightarrow E \bullet * E \}$$

$I_8$  tendrá transiciones  $lr\_a$  con  $+$  y  $*$ .

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 27 / 39)

2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto  $I_8$ : segunda parte**

$$\begin{aligned} Ir_a(I_8, +) &= \text{clausura}(\{E \rightarrow E + \bullet E\}) \\ &= \{ \\ &\quad E \rightarrow E + \bullet E, \\ &\quad E \rightarrow \bullet E + E, E \rightarrow \bullet E * E, \\ &\quad E \rightarrow \bullet ( E ), E \rightarrow \bullet \text{id}, E \rightarrow \bullet \text{número} \\ &\quad \} \\ &= I_5 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplo (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 28 / 39)

2.- Construcción de la colección canónica

- Transiciones del conjunto  $I_8$ : tercera parte

$$\begin{aligned}
 Ir_a(I_8, *) &= \text{clausura}(\{E \rightarrow E * \bullet E\}) \\
 &= \{ \\
 &\quad E \rightarrow E * \bullet E, \\
 &\quad E \rightarrow \bullet E + E, E \rightarrow \bullet E * E, \\
 &\quad E \rightarrow \bullet ( E ), E \rightarrow \bullet id, E \rightarrow \bullet \text{número} \\
 &\quad \} \\
 &= I_6
 \end{aligned}$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 29 / 39)

2.- *Construcción de la colección canónica*

- **Transiciones del conjunto  $I_0$ : primera parte**

$$I_0 = \{ E \rightarrow E * E \bullet, E \rightarrow E \bullet + E, E \rightarrow E \bullet * E \}$$

$I_0$  tendrá transiciones  $lr\_a$  con  $+$  y  $*$ .

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 30 / 39)

2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto  $I_9$ :** segunda parte

$$\begin{aligned}
 Ir_a(I_9, +) &= \text{clausura}(\{E \rightarrow E + \bullet E\}) \\
 &\{ \\
 &E \rightarrow E + \bullet E, E \rightarrow \bullet E + E, \\
 &E \rightarrow \bullet E * E, E \rightarrow \bullet ( E ), \\
 &E \rightarrow \bullet \text{id}, E \rightarrow \bullet \text{número} \\
 &\} \\
 &= I_5
 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 31 / 39)

2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto**  $I_9$ : *tercera parte*

$$\begin{aligned}
 Ir_a(I_9, *) &= \text{clausura}(\{E \rightarrow E * \bullet E\}) \\
 &E \rightarrow E * \bullet E, E \rightarrow \bullet E + E, \\
 &E \rightarrow \bullet E * E, E \rightarrow \bullet ( E ), \\
 &E \rightarrow \bullet id, E \rightarrow \bullet \text{número} \\
 &\} \\
 &= I_6
 \end{aligned}$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 32 / 39)

2.- *Construcción de la colección canónica*

- **Transiciones del conjunto**  $l_{10} = \{E ( \rightarrow ) \bullet \}$

$$lr\_a(l_{10}, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

*El conjunto  $l_{10}$  **no** tiene transiciones.*

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 33 / 39)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- **Colección canónica de elementos-LR(0):** *primera parte*

$$I_0 = \{ E' \rightarrow \bullet E, E \rightarrow \bullet E + E, E \rightarrow \bullet E * E, \\ E \rightarrow \bullet ( E ), E \rightarrow \bullet \text{id}, E \rightarrow \bullet \text{número} \}$$

$$I_1 = \{ E' \rightarrow E \bullet, E \rightarrow E \bullet + E, E \rightarrow E \bullet * E \}$$

$$I_2 = \{ E \rightarrow ( \bullet E ), E \rightarrow \bullet E + E, E \rightarrow \bullet E * E, \\ E \rightarrow \bullet ( E ), E \rightarrow \bullet \text{id}, E \rightarrow \bullet \text{número} \}$$

$$I_3 = \{ E \rightarrow \text{id} \bullet \}$$

$$I_4 = \{ E \rightarrow \text{número} \bullet \}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 34 / 39)*2.- Construcción de la colección canónica*

- **Colección canónica de elementos-LR(0): segunda parte**

$$I_5 = \{ E \rightarrow E + \bullet E, E \rightarrow \bullet E + E, E \rightarrow \bullet E * E, \\ E \rightarrow \bullet ( E ), E \rightarrow \bullet \text{id}, E \rightarrow \bullet \text{número} \}$$

$$I_6 = \{ E \rightarrow E * \bullet E, E \rightarrow \bullet E + E, E \rightarrow \bullet E * E, \\ E \rightarrow \bullet ( E ), E \rightarrow \bullet \text{id}, E \rightarrow \bullet \text{número} \}$$

$$I_7 = \{ E \rightarrow ( E \bullet ), E \rightarrow E \bullet + E, E \rightarrow E \bullet * E \}$$

$$I_8 = \{ E \rightarrow E + E \bullet, E \rightarrow E \bullet + E, E \rightarrow E \bullet * E \}$$

$$I_9 = \{ E \rightarrow E * E \bullet, E \rightarrow E \bullet + E, E \rightarrow E \bullet * E \}$$

$$I_{10} = \{ E ( \rightarrow ) \bullet \}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 35 / 39)3.- *Autómata que reconoce los prefijos viables*

Estado	+	*	(	)	id	número	E
0			2		3	4	1
1	5	6					
2			2		3	4	7
3							
4							
5			2		3	4	8
6			2		3	4	9
7	5	6		10			
8	5	6					
9	5	6					
10							

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 36 / 39)

4.- Completar la parte *acción*: conjuntos auxiliares

	<i>Primero</i>	<i>Siguiente</i>
$E'$	"(", id, número	\$
$E$	"(", id, número	\$, ")", +, *,

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplo (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 37 / 39)

4.- Completar la parte acción

Estado	acción							ir_a
	+	*	(	)	id	número	\$	E
0			d 2		d 3	d 4		
1	d 5	d 6					ACEPTAR	
2			d 2		d 3	d 4		
3	r 4	r 4		r 4			r 4	
4	r 5	r 5		r 5			r 5	
5			d 2		d 3	d 4		
6			d 2		d 3	d 4		
7	d 5	d 6		d 10				
8	d 5, r 1	d 6, r 1		r 1			r 1	
9	d 5, r 2	d 6, r 2		r 2			r 2	
10	r 3	r 3		r 3			r 3	

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplo (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 38 / 39)

4.- Completar la parte *ir\_a*

Estado	acción							ir_a
	+	*	(	)	id	número	\$	
0			d 2		d 3	d 4		1
1	d 5	d 6					ACEPTAR	
2			d 2		d 3	d 4		7
3	r 4	r 4		r 4			r 4	
4	r 5	r 5		r 5			r 5	
5			d 2		d 3	d 4		8
6			d 2		d 3	d 4		9
7	d 5	d 6		d 10				
8	d 5, r 1	d 6, r 1		r 1			r 1	
9	d 5, r 2	d 6, r 2		r 2			r 2	
10	r 3	r 3		r 3			r 3	

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (1.- Gramática de las expresiones aritméticas. 39 / 39)

- La gramática genera *conflictos* de *desplazamiento-reducción* en los estados 8 y 9.
- Los métodos *LR-canónico* y *LALR* evitan que se generen estos conflictos.
- También se puede diseñar otra gramática que tenga en cuenta la mayor *precedencia* de la multiplicación (\*) sobre la suma (+).

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejercicio (Nueva gramática de las expresiones aritméticas)

- *Dada la siguiente gramática*

$P = \{$

(1)  $E \rightarrow E + T$

(2)  $E \rightarrow T$

(3)  $T \rightarrow T * F$

(4)  $T \rightarrow F$

(5)  $F \rightarrow ( E )$

(6)  $F \rightarrow$  **identificador**

(7)  $F \rightarrow$  **número**

$\}$

*comprueba que su tabla de análisis SLR no tiene conflictos*

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplos (Conflictos en el análisis sintáctico SLR)

- *Ejemplos de conflicto de desplazamiento - reducción.*
  - 1.- Gramática de las expresiones aritméticas
  - 2.- Gramática de sentencia de asignación

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 1 / 30)

$$P = \{$$

- (1)  $S \rightarrow L = R$
- (2)  $S \rightarrow R$
- (3)  $L \rightarrow * R$
- (4)  $L \rightarrow \text{identificador}$
- (5)  $R \rightarrow L$

$$\}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (Prefijos viables)

2 / 30)

## • Derivación por la derecha

$$\begin{array}{l} S \Rightarrow \underline{L} = R \\ \quad \quad \quad \underset{1}{\Rightarrow} \\ L = \underline{L} \\ \quad \quad \quad \underset{5}{\Rightarrow} \\ L = * \underline{R} \\ \quad \quad \quad \underset{3}{\Rightarrow} \\ L = * \underline{L} \\ \quad \quad \quad \underset{5}{\Rightarrow} \\ L = * \underline{id} \\ \quad \quad \quad \underset{4}{\Rightarrow} \\ \underline{id} = * id \\ \quad \quad \quad \underset{4}{\Rightarrow} \end{array}$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 3 / 30)

- **Significado**

- *L: l-value, representa una ubicación.*
- *R: r-value, representa un valor que puede almacenarse en una ubicación.*
- **\*: “contenido de”.**

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 4 / 30)

1.- Ampliación de la gramática

$$P = \{$$

- (1')  $S' \rightarrow S$
- (1)  $S \rightarrow L = R$
- (2)  $S \rightarrow R$
- (3)  $L \rightarrow * R$
- (4)  $L \rightarrow \mathbf{identificador}$
- (5)  $R \rightarrow L$

$$\}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 5 / 30)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- **Conjunto**  $I_0$ : primera parte

$$\begin{aligned} I_0 &= \text{clausura}(\{S' \rightarrow \bullet S\}) \\ &= \{ \\ &\quad S' \rightarrow \bullet S, \\ &\quad S \rightarrow \bullet L = R, S \rightarrow \bullet R, \\ &\quad L \rightarrow \bullet * R, L \rightarrow \bullet \text{identificador}, \\ &\quad R \rightarrow \bullet L \\ &\quad \} \end{aligned}$$

- El conjunto  $I_0$  tiene transiciones con  $S$ ,  $L$ ,  $R$ ,  $*$  e **identificador**

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 6 / 30)

2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto  $l_0$ : segunda parte**

$$\begin{aligned}lr\_a(l_0, S) &= \text{clausura}(\{S' \rightarrow S \bullet\}) \\ &= \{S' \rightarrow S \bullet\} \\ &= l_1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}lr\_a(l_0, L) &= \text{clausura}(\{S \rightarrow L \bullet = R, R \rightarrow L \bullet\}) \\ &= \{S \rightarrow L \bullet = R, R \rightarrow L \bullet\} \\ &= l_2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}lr\_a(l_0, R) &= \text{clausura}(\{S \rightarrow R \bullet\}) \\ &= \{S \rightarrow R \bullet\} \\ &= l_3\end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 7 / 30)

2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto  $I_0$ :** *tercera parte*

$$\begin{aligned}
 Ir_a(I_0, *) &= clausura(\{L \rightarrow * \bullet R\}) \\
 &= \{ \\
 &\quad L \rightarrow * \bullet R, R \rightarrow \bullet L, \\
 &\quad L \rightarrow \bullet * R, L \rightarrow \bullet id \\
 &\quad \} \\
 &= I_4 \\
 Ir_a(I_0, id) &= clausura(\{L \rightarrow id \bullet\}) \\
 &= \{L \rightarrow id \bullet\} \\
 &= I_5
 \end{aligned}$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 8 / 30)

2.- *Construcción de la colección canónica*

- **Transiciones del conjunto**  $I_1 = \{S' \rightarrow S \bullet\}$

$$lr\_a(I_1, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

*El conjunto  $I_1$  **no** tiene transiciones.*

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

## Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 9 / 30)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto**  $I_2 = \{S \rightarrow L \bullet = R, R \rightarrow L \bullet \}$

$$\begin{aligned}
 Ir_a(I_2, "=") &= clausura(\{S \rightarrow L = \bullet R\}) \\
 &= \{ \\
 &\quad S \rightarrow L = \bullet R, R \rightarrow \bullet L, \\
 &\quad L \rightarrow \bullet * R, L \rightarrow \bullet id \\
 &\quad \} \\
 &= I_6
 \end{aligned}$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 10 / 30)

2.- *Construcción de la colección canónica*

- **Transiciones del conjunto**  $I_3 = \{S \rightarrow R \bullet\}$

$$lr\_a(I_3, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

*El conjunto  $I_3$  **no** tiene transiciones.*

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 11 / 30)

2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto  $I_4$ : primera parte**

$$I_4 = \{ L \rightarrow * \bullet R, R \rightarrow \bullet L, L \rightarrow \bullet * R, L \rightarrow \bullet \text{id} \}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(I_4, R) &= \text{clausura}(\{L \rightarrow * R \bullet\}) \\ &= \{L \rightarrow * R \bullet\} \\ &= I_7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(I_4, L) &= \text{clausura}(\{R \rightarrow L \bullet\}) \\ &= \{R \rightarrow L \bullet\} \\ &= I_8 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 12 / 30)

2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto  $I_4$ : segunda parte**

$$I_4 = \{ L \rightarrow * \bullet R, R \rightarrow \bullet L, L \rightarrow \bullet * R, L \rightarrow \bullet \text{id} \}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(I_4, *) &= \text{clausura}(\{L \rightarrow * \bullet R\}) \\ &= I_4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(I_4, \text{id}) &= \text{clausura}(\{L \rightarrow \text{id} \bullet\}) \\ &= I_5 \end{aligned}$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 13 / 30)

2.- *Construcción de la colección canónica*

- **Transiciones del conjunto**  $I_5 = \{L \rightarrow id \bullet\}$

$$lr\_a(I_5, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

*El conjunto  $I_5$  **no** tiene transiciones.*

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 14 / 30)

2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto**  $I_6$ : primera parte

$$I_6 = \{ S \rightarrow L = \bullet R, R \rightarrow \bullet L, L \rightarrow \bullet * R, L \rightarrow \bullet \text{id} \}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(I_6, R) &= \text{clausura}(\{S \rightarrow L = R \bullet\}) \\ &= \{S \rightarrow L = R \bullet\} \\ &= I_9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(I_6, L) &= \text{clausura}(\{R \rightarrow L \bullet\}) \\ &= I_8 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 15 / 30)*2.- Construcción de la colección canónica*

- **Transiciones del conjunto  $I_6$ : segunda parte**

$$I_6 = \{ S \rightarrow L = \bullet R, R \rightarrow \bullet L, L \rightarrow \bullet * R, L \rightarrow \bullet \text{id} \}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(I_6, *) &= \text{clausura}(\{L \rightarrow * \bullet R\}) \\ &= I_4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(I_6, \text{id}) &= \text{clausura}(\{L \rightarrow \text{id} \bullet\}) \\ &= I_5 \end{aligned}$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 16 / 30)

2.- *Construcción de la colección canónica*

- **Transiciones del conjunto**  $I_7 = \{L \rightarrow * R \bullet\}$

$$I_{r_a}(I_7, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

*El conjunto  $I_7$  no tiene transiciones.*

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 17 / 30)

2.- *Construcción de la colección canónica*

- **Transiciones del conjunto**  $I_8 = \{R \rightarrow L \bullet\}$

$$lr\_a(I_8, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

*El conjunto  $I_8$  **no** tiene transiciones.*

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 18 / 30)

2.- *Construcción de la colección canónica*

- **Transiciones del conjunto**  $I_9 = \{S \rightarrow L = R \bullet\}$

$$lr\_a(I_9, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

*El conjunto  $I_9$  **no** tiene transiciones.*

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 19 / 30)

2.- Construcción de la colección canónica

- **Colección canónica de elementos LR(0): primera parte**

$$I_0 = \{ S' \rightarrow \bullet S, S \rightarrow \bullet L = R, S \rightarrow \bullet R, \\ L \rightarrow \bullet * R, L \rightarrow \bullet \text{identificador}, R \rightarrow \bullet L \}$$

$$I_1 = \{ S' \rightarrow S \bullet \}$$

$$I_2 = \{ S \rightarrow L \bullet = R, R \rightarrow L \bullet \}$$

$$I_3 = \{ S \rightarrow R \bullet \}$$

$$I_4 = \{ L \rightarrow * \bullet R, R \rightarrow \bullet L, L \rightarrow \bullet * R, L \rightarrow \bullet \text{id} \}$$

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 20 / 30)

2.- *Construcción de la colección canónica*

- **Colección canónica de elementos LR(0): segunda parte**

$$I_5 = \{ L \rightarrow \mathbf{id} \bullet \}$$

$$I_6 = \{ S \rightarrow L = \bullet R, R \rightarrow \bullet L, L \rightarrow \bullet * R, L \rightarrow \bullet \mathbf{id} \}$$

$$I_7 = \{ L \rightarrow * R \bullet \}$$

$$I_8 = \{ R \rightarrow L \bullet \}$$

$$I_9 = \{ S \rightarrow L = R \bullet \}$$

## Análisis sintáctico ascendente SLR

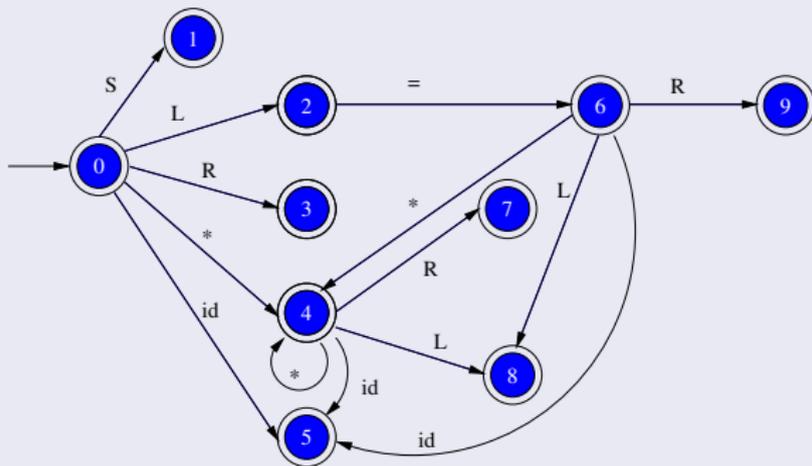
Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 21 / 30)*3.- Autómata que reconoce los prefijos viables*

Estado	=	*	id	S	L	R
0		4	5	1	2	3
1						
2	6					
3						
4		4	5		8	7
5						
6		4	5		8	9
7						
8						
9						

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 22 / 30)3.- *Autómata que reconoce los prefijos viables(\*)*

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 23 / 30)4.- Completar la parte *acción*: conjuntos auxiliares

	PRIMERO	SIGUIENTE
<b>S</b>	<b>*, identificador</b>	<b>\$</b>
<b>L</b>	<b>*, identificador</b>	<b>\$, =</b>
<b>R</b>	<b>*, identificador</b>	<b>\$, =</b>

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 24 / 30)

4.- Completar la parte acción

Estado	Acción				lr-a		
	=	*	id	\$	S	L	R
0		<i>d 4</i>	<i>d 5</i>		1	2	3
1				<i>ACEPTAR</i>			
2	<i>d 6 r 5</i>			<i>r 5</i>			
3				<i>r 2</i>			
4		<i>d 4</i>	<i>d 5</i>			8	7
5	<i>r 4</i>			<i>r 4</i>			
6		<i>d 4</i>	<i>d 5</i>			8	9
7	<i>r 3</i>			<i>r 3</i>			
8	<i>r 5</i>			<i>r 5</i>			
9				<i>r 1</i>			

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 25 / 30)

Pila	Entrada	Acción
0	id = * id \$	d 5
0 <u>id</u> 5	= * id \$	r L → id
0 L 2	= * id\$	Conflicto: d 6, r 5

## Nota

En este caso, lo correcto es *desplazar*.

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 26 / 30)

Si se *desplaza*: primera parte

Pila	Entrada	Acción
0	id = * id \$	d 5
0 <u>id</u> 5	= * id \$	r 4 L → id
0 L 2	= * id \$	d 6
0 L 2 = 6	* id \$	d 4
0 L 2 = 6 * 4	id \$	d 5
0 L 2 = 6 * 4 <u>id</u> 5	\$	r 4 L → id
0 L 2 = 6 * 4 <u>L</u> 8	\$	r 5 R → L
0 L 2 = 6 * 4 <u>R</u> 7	\$	r 3 L → * R

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 27 / 30)*Si se desplaza: segunda parte*

Pila	Entrada	Acción
0 L 2 = 6 L 8	\$	r 5 R → L
0 L 2 = 6 R 9	\$	r 1 S → L = R
0 S 1	\$	Aceptar

*El análisis termina satisfactoriamente.*

## Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 28 / 30)

Si se *reduce*

Pila	Entrada	Acción
0	id = * id \$	d 5
0 <u>id</u> 5	= * id \$	r 4 L → id
0 <u>L</u> 2	= * id \$	r 5 R → L
0 <u>R</u> 3	= * id \$	Error

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

Notas (2.- Gramática de sentencia de asignación

29 / 30)

- Se intenta *reducir*
  - con la regla  $R \rightarrow L$  en el estado 2
  - y con **todos** los símbolos de  $\text{siguiente}(R) = \{=, \$\}$ ,  
pero solamente debería reducir con el símbolo \$.
- Se está intentando una derivación por la derecha que la gramática *no* puede generar.
- *No* existe ningún **prefijo viable** que empiece por  $R =$ .  
(Véase el *autómata* que reconoce los prefijos viables.)

# Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

Notas (2.- Gramática de sentencia de asignación 30 / 30)

- La gramática *no* es ambigua.
- El análisis sintáctico SLR *no* es lo bastante potente
- Los métodos *LR-canónico* y *LALR* evitan que aparezca este conflicto.

## Sección actual

- 1 Introducción
- 2 Análisis sintáctico ascendente SLR
- 3 Análisis sintáctico ascendente LR-canónico**
- 4 Análisis sintáctico ascendente LALR
- 5 Métodos de recuperación de errores

## Subsección actual

- 3 Análisis sintáctico ascendente LR-canónico
  - Introducción
  - Colección canónica de elementos - LR(1)
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis LR-canónico
  - Ejemplos de análisis LR-canónico
  - Inconvenientes del método LR-canónico

## Contenido de la subsección

- 3 Análisis sintáctico ascendente LR-canónico
  - Introducción
    - Descripción
      - Elemento-LR(1)
      - Elemento-LR(1) válido para un prefijo viable
    - Colección canónica de elementos - LR(1)
    - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis LR-canónico
    - Ejemplos de análisis LR-canónico
    - Inconvenientes del método LR-canónico

# Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

## Introducción

### Método LR-canónico

- Es el método de análisis **más preciso** de los tres métodos LR
- Mucho más complejo debido a la construcción de su **colección canónica**.

## Contenido de la subsección

- 3 Análisis sintáctico ascendente LR-canónico
  - Introducción
    - Descripción
    - Elemento-LR(1)
      - Elemento-LR(1) válido para un prefijo viable
  - Colección canónica de elementos - LR(1)
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis LR-canónico
  - Ejemplos de análisis LR-canónico
  - Inconvenientes del método LR-canónico

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

## Introducción

## Definición (Elemento-LR(1))

- Si  $A \rightarrow X_1 X_2 \cdots X_n \in P$  y  $\sigma \in V_T \cup \{\$\}$ , sus **elementos-LR(1)** son:

$$[A \rightarrow \bullet X_1 X_2 \cdots X_n, \sigma]$$

$$[A \rightarrow X_1 \bullet X_2 \cdots X_n, \sigma]$$

$$[A \rightarrow X_1 X_2 \cdots \bullet X_n, \sigma]$$

$$[A \rightarrow X_1 X_2 \cdots X_n \bullet, \sigma]$$

- Si  $A \rightarrow \epsilon \in P$  y  $\sigma \in V_T \cup \{\$\}$ , su **elemento-LR(1)** es:

$$[A \rightarrow \bullet, \sigma]$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

## Introducción

## Definición (Partes de un elemento-LR(1))

$$\left[ \underbrace{A \rightarrow \beta_1 \bullet \beta_2}_{(1)}, \underbrace{\sigma}_{(2)} \right]$$

1.- *Centro* o corazón

2.- *Símbolo de anticipación* o **lookahead**

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

## Introducción

## Nota (Agrupación de elementos-LR(1))

- Si los elementos-LR(1) tiene el *mismo centro* entonces se pueden *agrupar*:

$$\begin{aligned} & [ A \rightarrow \beta_1 \bullet \beta_2, \sigma_1 ] \\ & [ A \rightarrow \beta_1 \bullet \beta_2, \sigma_2 ] \end{aligned}$$

$$\Downarrow$$

$$[ A \rightarrow \beta_1 \bullet \beta_2, \sigma_1, \sigma_2 ]$$

## Contenido de la subsección

- 3 Análisis sintáctico ascendente LR-canónico
  - Introducción
    - Descripción
    - Elemento-LR(1)
    - Elemento-LR(1) válido para un prefijo viable
  - Colección canónica de elementos - LR(1)
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis LR-canónico
  - Ejemplos de análisis LR-canónico
  - Inconvenientes del método LR-canónico

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

## Introducción

**Definición** (Elemento-LR(1) válido para un prefijo viable)

- $[A \rightarrow \beta_1 \bullet \beta_2, \sigma]$  es *válido* para el prefijo viable  $\alpha\beta_1$  si

$$S \xRightarrow[D]{*} \alpha A w \xRightarrow[A \rightarrow \beta_1 \beta_2]{} \alpha \beta_1 \beta_2 w$$

donde

$$w = \sigma w'$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

## Introducción

Ejemplo (Elemento-LR(1) válido para un prefijo viable 1 / 2)

$$P = \{$$

$$(1') S' \rightarrow S$$

$$(1) S \rightarrow C C$$

$$(2) C \rightarrow a C$$

$$(3) C \rightarrow d$$

$$\}$$

Derivación por la derecha

$$S' \xRightarrow{1'} S$$

$$\xRightarrow{1} \underline{C} C$$

$$\xRightarrow{2} C a \underline{C}$$

$$\xRightarrow{3} C a \underline{d}$$

$$\xRightarrow{2} a \underline{C} a d$$

$$\xRightarrow{2} a a \underline{C} a d$$

$$\xRightarrow{3} a a \underline{d} a d$$

# Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

## Introducción

### Ejemplo (Elemento-LR(1) válido para un prefijo viable 2 / 2)

- Prefijo viable:  $\alpha \beta_1 = \underbrace{a}_{\alpha} \underbrace{a}_{\beta_1}$

- Elemento-LR(1) válido para el prefijo viable:

$$\underbrace{C}_A \rightarrow \underbrace{a}_{\beta_1} \bullet \underbrace{C}_{\beta_2}$$

- Derivación por la derecha

$$S' \xRightarrow{+} \underbrace{a}_{\alpha} \underbrace{C}_A \underbrace{ad}_w \xRightarrow{C \rightarrow aC} \underbrace{a}_{\alpha} \underbrace{a}_{\beta_1} \underbrace{C}_{\beta_2} \underbrace{ad}_w$$

## Subsección actual

- 3 Análisis sintáctico ascendente LR-canónico
  - Introducción
  - Colección canónica de elementos - LR(1)
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis LR-canónico
  - Ejemplos de análisis LR-canónico
  - Inconvenientes del método LR-canónico

## Contenido de la subsección

- 3 Análisis sintáctico ascendente LR-canónico
  - Introducción
  - Colección canónica de elementos - LR(1)
    - Definición
    - Función clausura
    - Función  $ir_a$
    - Algoritmo de construcción de la colección canónica
    - Ejemplo de construcción de la colección canónica
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis LR-canónico
  - Ejemplos de análisis LR-canónico
  - Inconvenientes del método LR-canónico

# Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

## Definición (Colección canónica de elementos-LR(1))

- *Está compuesta por los conjuntos de elementos-LR(1) que son **válidos** para los *prefijos viables* de la gramática.*

# Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

## Colección canónica de elementos-LR(1)

- Permite generar un **autómata finito determinista (AFD)** que reconoce los **prefijos viables** de la gramática.
- Funciones auxiliares para construir la colección canónica.
  - Función **clausura**.
  - Función **lr\_a**.

## Contenido de la subsección

- 3 Análisis sintáctico ascendente LR-canónico
  - Introducción
  - Colección canónica de elementos - LR(1)
    - Definición
    - Función clausura
    - Función  $ir_a$
    - Algoritmo de construcción de la colección canónica
    - Ejemplo de construcción de la colección canónica
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis LR-canónico
  - Ejemplos de análisis LR-canónico
  - Inconvenientes del método LR-canónico

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

## Definición (Función clausura)

- Sea  $I$  un conjunto elementos-LR(1):
  - 1.-  $I \subseteq \text{clausura}(I)$
  - 2.- Si  $[A \rightarrow \alpha \bullet B \beta, \sigma] \in \text{clausura}(I)$  y  $B \rightarrow \gamma \in P$  entonces  $[B \rightarrow \bullet \gamma, \sigma'] \in \text{clausura}(I)$  donde

$$\sigma' \in \text{primero}(\beta\sigma)$$

## Nota

Si  $\beta = \epsilon$  entonces  $\sigma' = \sigma$ .

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

## Ejemplo (Función clausura

1 / 2)

$$P = \{$$

- (1')  $S' \rightarrow S$
- (1)  $S \rightarrow C C$
- (2)  $C \rightarrow a C$
- (3)  $C \rightarrow d$

$$\}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

## Ejemplo (Función clausura

2 / 2)

$$\begin{aligned} \text{clausura}(\{ [S' \rightarrow \bullet S, \$] \}) &= \{ \\ &\quad [S' \rightarrow \bullet S, \$], \\ &\quad [S \rightarrow \bullet C C, \$], \\ &\quad [C \rightarrow \bullet a C, a, d], \\ &\quad [C \rightarrow \bullet d, a, d] \\ &\quad \} \\ &= I_0 \end{aligned}$$

## Contenido de la subsección

- 3 Análisis sintáctico ascendente LR-canónico
  - Introducción
  - Colección canónica de elementos - LR(1)
    - Definición
    - Función clausura
    - **Función ir\_a**
    - Algoritmo de construcción de la colección canónica
    - Ejemplo de construcción de la colección canónica
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis LR-canónico
  - Ejemplos de análisis LR-canónico
  - Inconvenientes del método LR-canónico

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

Definición (Función  $lr_a$ )

- Sea  $I$  un conjunto elementos-LR(1) y  $X \in V = V_N \cup V_T$

$$lr_a(I, X) = clausura(\{ [A \rightarrow \alpha X \bullet \beta, \sigma] \mid [A \rightarrow \alpha \bullet X \beta, \sigma] \in I \})$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

Ejemplo (Función Ir\_a

1 / 4)

$$P = \{$$

- (1')  $S' \rightarrow S$
- (1)  $S \rightarrow C C$
- (2)  $C \rightarrow a C$
- (3)  $C \rightarrow d$

$$\}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

Ejemplo (Función  $lr\_a$ )

2 / 4

$$\begin{aligned} I_0 &= \text{clausura}(\{ [S' \rightarrow \bullet S, \$] \}) \\ &= \{ \\ &\quad [S' \rightarrow \bullet S, \$], \\ &\quad [S \rightarrow \bullet C C, \$], \\ &\quad [C \rightarrow \bullet a C, a, d], \\ &\quad [C \rightarrow \bullet d, a, d] \\ &\} \end{aligned}$$

El conjunto  $I_0$  tiene transiciones  $lr\_a$  con  $S$ ,  $C$ ,  $a$  y  $d$ .

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

Ejemplo (Función  $lr\_a$ )

3 / 4

- **Transiciones del conjunto  $l_0$ : primera parte**

$$\begin{aligned}lr\_a(l_0, S) &= \text{clausura}(\{ [S' \rightarrow S \bullet, \$] \}) \\ &= \{ [S' \rightarrow S \bullet, \$] \} \\ &= l_1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}lr\_a(l_0, C) &= \text{clausura}(\{ [S \rightarrow C \bullet C, \$] \}) \\ &= \{ [S \rightarrow C \bullet C, \$], \\ &\quad [C \rightarrow \bullet a C, \$], [C \rightarrow \bullet d, \$] \} \\ &= l_2\end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

Ejemplo (Función  $lr\_a$ )

4 / 4)

- **Transiciones del conjunto  $l_0$ : segunda parte**

$$\begin{aligned}lr\_a(l_0, a) &= \text{clausura}(\{ [C \rightarrow a \bullet C, a, d] \}) \\ &= \{ \\ &\quad [C \rightarrow a \bullet C, a, d], \\ &\quad [C \rightarrow \bullet a C, a, d], [C \rightarrow \bullet d, a, d] \\ &\quad \} \\ &= l_3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}lr\_a(l_0, d) &= \text{clausura}(\{ [C \rightarrow d \bullet, a, d] \}) \\ &= \{ [C \rightarrow d \bullet, a, d] \} \\ &= l_4\end{aligned}$$

## Contenido de la subsección

- 3 Análisis sintáctico ascendente LR-canónico
  - Introducción
  - Colección canónica de elementos - LR(1)
    - Definición
    - Función clausura
    - Función  $ir_a$
    - Algoritmo de construcción de la colección canónica
    - Ejemplo de construcción de la colección canónica
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis LR-canónico
  - Ejemplos de análisis LR-canónico
  - Inconvenientes del método LR-canónico

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

## Algoritmo (Construcción de la colección canónica)

## Inicio

 $l_0 \leftarrow \text{clausura}(\{ [S' \rightarrow \bullet S, \$] \})$  $C \leftarrow \{l_0\} \wedge l_0 \text{ no marcado}$ **para** cada  $l \in C \wedge l \text{ no marcado}$  **hacer**    *marcar*  $l$     **para** cada  $X \in V$  **hacer**         $l' \leftarrow \text{lr}_a(l, X)$         **si**  $(l' \neq \emptyset) \wedge (l' \notin C)$             **entonces**  $C \leftarrow C \cup \{l'\} \wedge l' \text{ no marcado}$         **fin si**    **fin para****fin para****fin**

# Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

## Notas (Construcción de la colección canónica)

- Genera un *autómata finito determinista (AFD)* que *reconoce los prefijos viables de la gramática*.
  - Los **elementos-LR(1)** se agrupan en *conjuntos* que se corresponden con los *estados* del autómata.
  - **Todos los estados del autómata son finales.**
  - Los **estados del autómata** se *corresponderán* con los **estados** de la *tabla de análisis sintáctico LR-canónico*.

## Contenido de la subsección

- 3 Análisis sintáctico ascendente LR-canónico
  - Introducción
  - Colección canónica de elementos - LR(1)
    - Definición
    - Función clausura
    - Función  $ir_a$
    - Algoritmo de construcción de la colección canónica
    - Ejemplo de construcción de la colección canónica
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis LR-canónico
  - Ejemplos de análisis LR-canónico
  - Inconvenientes del método LR-canónico

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

## Ejemplo (Construcción de la colección canónica

1 / 23)

- Gramática de contexto libre

 $P = \{$ (1)  $S \rightarrow C C$ (2)  $C \rightarrow \mathbf{a} C$ (3)  $C \rightarrow \mathbf{d}$  $\}$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

## Ejemplo (Construcción de la colección canónica

2 / 23)

- *Aplicación de la gramática de contexto libre*

 $P' = \{$  $(1') S' \rightarrow S$  $(1) S \rightarrow C C$  $(2) C \rightarrow a C$  $(3) C \rightarrow d$  $\}$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

## Ejemplo (Construcción de la colección canónica

3 / 23)

• Construcción del conjunto  $I_0$ 

$$\begin{aligned} I_0 &= \text{clausura}(\{ [S' \rightarrow \bullet S, \$] \}) \\ &= \{ \\ &\quad [S' \rightarrow \bullet S, \$], \\ &\quad [S \rightarrow \bullet C C, \$], \\ &\quad [C \rightarrow \bullet a C, a, d], \\ &\quad [C \rightarrow \bullet d, a, d] \\ &\quad \} \end{aligned}$$

$I_0$  tiene transiciones con  $S$ ,  $C$ ,  $a$  y  $d$ .

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

## Ejemplo (Construcción de la colección canónica

4 / 23)

- **Transiciones del conjunto  $l_0$ :** *primera parte*

$$\begin{aligned} Ir_a(l_0, S) &= \text{clausura}(\{ [S' \rightarrow S \bullet, \$] \}) \\ &= \{ [S' \rightarrow S \bullet, \$] \} \\ &= l_1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(l_0, C) &= \text{clausura}(\{ [S \rightarrow C \bullet C, \$] \}) \\ &= \{ \\ &\quad [S \rightarrow C \bullet C, \$], \\ &\quad [C \rightarrow \bullet a C, \$], [C \rightarrow \bullet d, \$] \\ &\quad \} \\ &= l_2 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

## Ejemplo (Construcción de la colección canónica

5 / 23)

- **Transiciones del conjunto  $l_0$ :** *segunda parte*

$$\begin{aligned}
 Ir_a(l_0, a) &= \text{clausura}(\{ [C \rightarrow a \bullet C, a, d] \}) \\
 &= \{ \\
 &\quad [C \rightarrow a \bullet C, a, d], \\
 &\quad [C \rightarrow \bullet a C, a, d], [C \rightarrow \bullet d, a, d] \\
 &\quad \} \\
 &= l_3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ir_a(l_0, d) &= \text{clausura}(\{ [C \rightarrow d \bullet, a, d] \}) \\
 &= \{ [C \rightarrow d \bullet, a, d] \} \\
 &= l_4
 \end{aligned}$$

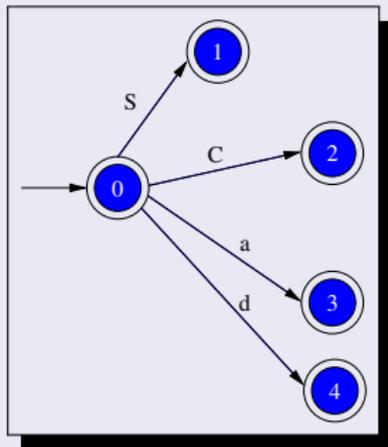
## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

Ejemplo (Construcción de la colección canónica)

6 / 23)

- **Autómata que reconoce los prefijos viables**

*Transiciones de  $I_0$* 

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

**Ejemplo** (Construcción de la colección canónica 7 / 23)

- **Transiciones del conjunto**  $I_1 = \{ [S' \rightarrow S \bullet, \$] \}$

$$lr\_a(I_1, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

El conjunto  $I_1$  **no** tiene transiciones.

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

## Ejemplo (Construcción de la colección canónica 8 / 23)

- **Transiciones del conjunto  $l_2$ : primera parte**

$$l_2 = \{ [S \rightarrow C \bullet C, \$], [C \rightarrow \bullet a C, \$], [C \rightarrow \bullet d, \$] \}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(l_2, C) &= \text{clausura}(\{ [S \rightarrow C C \bullet, \$] \}) \\ &= \{ [S \rightarrow C C \bullet, \$] \} \\ &= l_5 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

## Ejemplo (Construcción de la colección canónica)

9 / 23

- **Transiciones del conjunto  $l_2$ : segunda parte**

$$l_2 = \{ [S \rightarrow C \bullet C, \$], [C \rightarrow \bullet a C, \$], [C \rightarrow \bullet d, \$] \}$$

$$\begin{aligned} lr\_a(l_2, a) &= \text{clausura}(\{ [C \rightarrow a \bullet C, \$] \}) \\ &= \{ \\ &\quad [C \rightarrow a \bullet C, \$], \\ &\quad [C \rightarrow \bullet a C, \$], [C \rightarrow \bullet d, \$] \\ &\quad \} \\ &= l_6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} lr\_a(l_2, d) &= \text{clausura}(\{ [C \rightarrow d \bullet, \$] \}) \\ &= \{ [C \rightarrow d \bullet, \$] \} \\ &= l_7 \end{aligned}$$

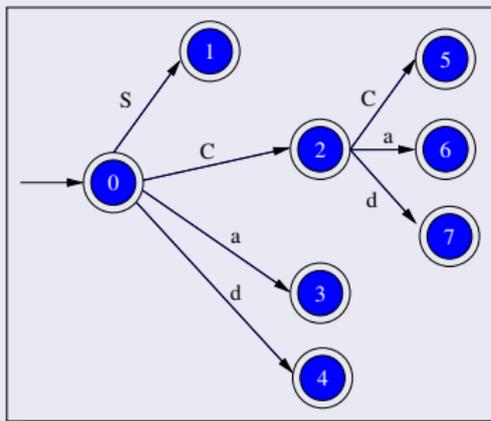
## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

Ejemplo (Construcción de la colección canónica)

10 / 23

- **Autómata que reconoce los prefijos viables**

*Transiciones de  $I_2$* 

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

## Ejemplo (Construcción de la colección canónica)

11 / 23

• Transiciones del conjunto  $l_3$ 

$$l_3 = \{ [C \rightarrow a \bullet C, a, d], [C \rightarrow \bullet a C, a, d], [C \rightarrow \bullet d, a, d] \}$$

$$\begin{aligned} lr\_a(l_3, C) &= \text{clausura}(\{ [C \rightarrow a C \bullet, a, d] \}) \\ &= \{ [C \rightarrow a C \bullet, a, d] \} \\ &= l_8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} lr\_a(l_3, a) &= \text{clausura}(\{ [C \rightarrow a \bullet C, a, d] \}) \\ &= l_3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} lr\_a(l_3, d) &= \text{clausura}(\{ [C \rightarrow d \bullet, a, d] \}) \\ &= \{ [C \rightarrow d \bullet, a, d] \} \\ &= l_4 \end{aligned}$$

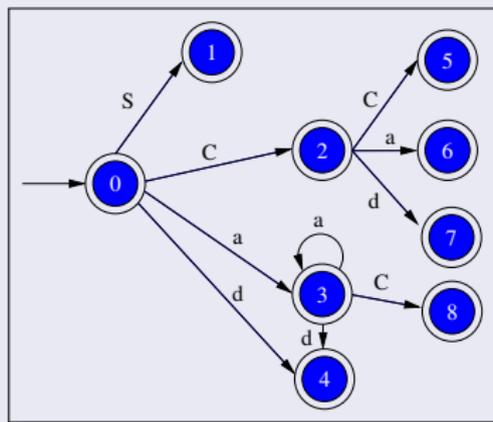
## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

Ejemplo (Construcción de la colección canónica

12 / 23)

- **Autómata que reconoce los prefijos viables**

*Transiciones de  $I_3$* 

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

**Ejemplo** (Construcción de la colección canónica 13 / 23)

- **Transiciones del conjunto**  $I_4 = \{ [C \rightarrow \mathbf{d} \bullet, \mathbf{a}, \mathbf{d}] \}$

$$lr\_a(I_4, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

El conjunto  $I_4$  **no** tiene transiciones.

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

**Ejemplo** (Construcción de la colección canónica 14 / 23)

- **Transiciones del conjunto**  $I_5 = \{ [S \rightarrow C C \bullet, \$] \}$

$$lr\_a(I_5, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

El conjunto  $I_5$  **no** tiene transiciones.

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

## Ejemplo (Construcción de la colección canónica) 15 / 23

• Transiciones del conjunto  $l_6$ 

$$l_6 = \{ [C \rightarrow a \bullet C, \$], [C \rightarrow \bullet a C, \$], [C \rightarrow \bullet d, \$] \}$$

$$\begin{aligned} lr\_a(l_6, C) &= \text{clausura}(\{ [C \rightarrow a C \bullet, \$] \}) \\ &= \{ [C \rightarrow a C \bullet, \$] \} \\ &= l_9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} lr\_a(l_6, a) &= \text{clausura}(\{ [C \rightarrow a \bullet C, \$] \}) \\ &= l_6 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} lr\_a(l_6, d) &= \text{clausura}(\{ [C \rightarrow d \bullet, a] \}) \\ &= l_7 \end{aligned}$$

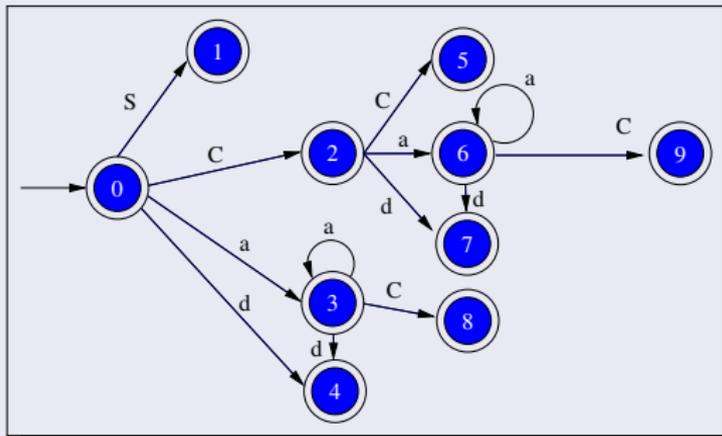
## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

Ejemplo (Construcción de la colección canónica)

16 / 23

- **Autómata que reconoce los prefijos viables**

*Transiciones de  $I_6$* 

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

**Ejemplo** (Construcción de la colección canónica 17 / 23)

- **Transiciones del conjunto**  $I_7 = \{ [C \rightarrow d \bullet, \$] \}$

$$lr\_a(I_7, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

El conjunto  $I_7$  **no** tiene transiciones.

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

**Ejemplo** (Construcción de la colección canónica 18 / 23)

- **Transiciones del conjunto**  $I_8 = \{ [C \rightarrow a C \bullet, a, d] \}$

$$lr\_a(I_8, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

El conjunto  $I_8$  **no** tiene transiciones.

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

**Ejemplo** (Construcción de la colección canónica 19 / 23)

- **Transiciones del conjunto**  $I_9 = \{ [S \rightarrow C C \bullet, \$] \}$

$$lr\_a(I_9, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

El conjunto  $I_9$  **no** tiene transiciones.

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

## Ejemplo (Construcción de la colección canónica 20 / 23)

- **Colección canónica de elementos - LR(1): primera parte**

$$l_0 = \{ [S' \rightarrow \bullet S, \$], [S \rightarrow \bullet C C, \$], \\ [C \rightarrow \bullet a C, a, d], [C \rightarrow \bullet d, a, d] \}$$

$$l_1 = \{ [S' \rightarrow S \bullet, \$] \}$$

$$l_2 = \{ [S \rightarrow C \bullet C, \$], [C \rightarrow \bullet a C, \$], [C \rightarrow \bullet d, \$] \}$$

$$l_3 = \{ [C \rightarrow a \bullet C, a, d], [C \rightarrow \bullet a C, a, d], [C \rightarrow \bullet d, a, d] \}$$

$$l_4 = \{ [C \rightarrow d \bullet, a, d] \}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

## Ejemplo (Construcción de la colección canónica 21 / 23)

- **Colección canónica de elementos - LR(1): segunda parte**

$$I_5 = \{ [S \rightarrow C C \bullet, \$] \}$$

$$I_6 = \{ [C \rightarrow a \bullet C, \$], [C \rightarrow \bullet a C, \$], [C \rightarrow \bullet d, \$] \}$$

$$I_7 = \{ [C \rightarrow d \bullet, \$] \}$$

$$I_8 = \{ [C \rightarrow a C \bullet, a, d] \}$$

$$I_9 = \{ [C \rightarrow a C \bullet, \$] \}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

**Ejemplo** (Construcción de la colección canónica

22 / 23)

- **Autómata que reconoce los prefijos viables**

<i>Estado</i>	<b>a</b>	<b>d</b>	<b>S</b>	<b>C</b>
<b>0</b>	3	4	1	2
<b>1</b>				
<b>2</b>	6	7		5
<b>3</b>	3	4		8
<b>4</b>				
<b>5</b>				
<b>6</b>	6	7		9
<b>7</b>				
<b>8</b>				
<b>9</b>				

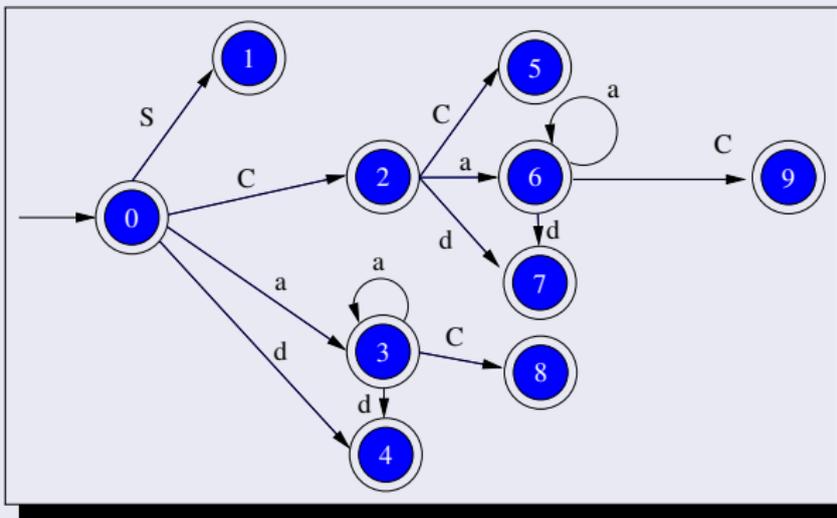
## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Colección canónica de elementos - LR(1)

Ejemplo (Construcción de la colección canónica

23 / 23)

- **Autómata que reconoce los prefijos viables**



## Subsección actual

- 3 Análisis sintáctico ascendente LR-canónico
  - Introducción
  - Colección canónica de elementos - LR(1)
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis LR-canónico
  - Ejemplos de análisis LR-canónico
  - Inconvenientes del método LR-canónico

# Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Algoritmo de construcción de la tabla de análisis LR-canónico

## Algoritmo (Construcción de la tabla LR-canónica 1 / 10)

- 1.- *Ampliar la gramática con la regla de producción  $S' \rightarrow S$ .*
- 2.- *Construir la colección canónica de Elementos-LR(1).*
- 3.- *Generar el *autómata* que reconoce los *prefijos viables*.*
- 4.- *Completar la parte *acción*.*
- 5.- *Completar la parte *ir\_a*.*

# Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Algoritmo de construcción de la tabla de análisis LR-canónico

## Algoritmo (Construcción de la tabla LR-canónica 2 / 10)

- 1.- *Ampliar la gramática con la regla de producción  $S' \rightarrow S$ .*
  - *Evita que el **símbolo inicial** aparezca en la **parte derecha** de una regla de producción.*

# Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Algoritmo de construcción de la tabla de análisis LR-canónico

Algoritmo (Construcción de la tabla LR-canónica 3 / 10)

2.- Construir la colección canónica de *Elementos-LR(1)*.

- Se debe comenzar por  $I_0 = \text{clausura} (\{ [S' \rightarrow \bullet S, \$] \})$

# Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Algoritmo de construcción de la tabla de análisis LR-canónico

## Algoritmo (Construcción de la tabla LR-canónica 4 / 10)

3.- Generar el *autómata* que reconoce los *prefijos viables*.

- Los **conjuntos** de elementos-LR(1) se corresponden con los **estados** del *autómata*.
- **Todos los estados** del *autómata* son **finales**.
- El **estado inicial** se corresponde con el conjunto de elementos que **contenga** a  $[S' \rightarrow \bullet S, \$]$ , que generalmente es  $l_0$

# Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Algoritmo de construcción de la tabla de análisis LR-canónico

## Algoritmo (Construcción de la tabla LR-canónica

5 / 10)

4.- *Completar la parte acción*

4.1 *Desplazar*

4.2 *Reducir*

4.3 *Aceptar*

4.4 *Función de error*

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Algoritmo de construcción de la tabla de análisis LR-canónico

## Algoritmo (Construcción de la tabla LR-canónica

6 / 10)

4.- Completar la parte *acción*:4.1 *Desplazar*

- Si  $[A \rightarrow \alpha \bullet \sigma \beta, \sigma'] \in I_i \wedge \sigma \in V_T \wedge lr\_a(I_i, \sigma) = I_j$   
entonces  $acción[i, \sigma] = d j$ 
  - 1.- se *desplaza* el símbolo  $\sigma$  desde la entrada a la pila
  - 2.- y se pasa al estado  $j$ .

# Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Algoritmo de construcción de la tabla de análisis LR-canónico

## Algoritmo (Construcción de la tabla LR-canónica

7 / 10)

4.- Completar la parte *acción*:

4.2.- *Reducir*.

- Si  $[A \rightarrow \alpha \bullet, \sigma] \in I_i$  entonces  $\text{acción}[i, \sigma] = r k$   
donde

- $k$  representa la regla de producción  $k: A \rightarrow \alpha \in P$

## Nota

*No* es necesario calcular el conjunto  $\text{Siguiente}(A)$

# Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Algoritmo de construcción de la tabla de análisis LR-canónico

## Algoritmo (Construcción de la tabla LR-canónica

8 / 10)

4.- Completar la parte *acción*:

4.3.- *Aceptar*

- Si  $[S' \rightarrow S \bullet, \$] \in I_i$  entonces  $acción[i, \$] = \textit{Aceptar}$

# Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Algoritmo de construcción de la tabla de análisis LR-canónico

## Algoritmo (Construcción de la tabla LR-canónica

9 / 10)

4.- *Completar la parte acción:*

4.4.- *Función de error*

*Las celdas vacías de la parte acción se completarán con funciones de tratamiento de error.*

# Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Algoritmo de construcción de la tabla de análisis LR-canónico

Algoritmo (Construcción de la tabla LR-canónica 10 / 10)

5.- Completar la parte *ir\_a*

- Si  $lr\_a(l_i, A) = l_j \wedge A \in V_N$  entonces  $ir\_a[i, A] = j$

# Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Algoritmo de construcción de la tabla de análisis LR-canónico

## Ejercicio (Construcción de la tabla LR-canónica)

*Las celdas vacías de la parte **ir\_a nunca** se consultarán:  
¡demuéstralo!*

## Subsección actual

- 3 Análisis sintáctico ascendente LR-canónico
  - Introducción
  - Colección canónica de elementos - LR(1)
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis LR-canónico
  - Ejemplos de análisis LR-canónico
  - Inconvenientes del método LR-canónico

## Contenido de la subsección

- 3 Análisis sintáctico ascendente LR-canónico
  - Introducción
  - Colección canónica de elementos - LR(1)
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis LR-canónico
  - Ejemplos de análisis LR-canónico
    - Gramática que reconoce  $L(a^* da^* d)$
    - Gramática de sentencia de asignación
    - Gramática de las enumeraciones
  - Inconvenientes del método LR-canónico

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

**Ejemplo** (Gramática que reconoce  $L(a^*da^*d)$ )

1 / 10)

$$P = \{$$

- (1)  $S \rightarrow C C$
- (2)  $C \rightarrow a C$
- (3)  $C \rightarrow d$

$$\}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

**Ejemplo** (Gramática que reconoce  $L(a^*da^*d)$ )

2 / 10)

1.- *Ampliación de la gramática* $P' = \{$ (1')  $S' \rightarrow S$ (1)  $S \rightarrow C C$ (2)  $C \rightarrow a C$ (3)  $C \rightarrow d$  $\}$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

Ejemplo (Gramática que reconoce  $L(a^*da^*d)$ )

3 / 10

2.- Colección canónica: primera parte

$$l_0 = \{ [S' \rightarrow \bullet S, \$], [S \rightarrow \bullet C C, \$], \\ [C \rightarrow \bullet a C, a, d], [C \rightarrow \bullet d, a, d] \}$$

$$l_1 = \{ [S' \rightarrow S \bullet, \$] \}$$

$$l_2 = \{ [S \rightarrow C \bullet C, \$], [C \rightarrow \bullet a C, \$], [C \rightarrow \bullet d, \$] \}$$

$$l_3 = \{ [C \rightarrow a \bullet C, a, d], [C \rightarrow \bullet a C, a, d], [C \rightarrow \bullet d, a, d] \}$$

$$l_4 = \{ [C \rightarrow d \bullet, a, d] \}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

**Ejemplo** (Gramática que reconoce  $L(a^*da^*d)$ )

4 / 10)

2.- *Colección canónica: segunda parte*

$$I_5 = \{ [S \rightarrow C C \bullet, \$] \}$$

$$I_6 = \{ [C \rightarrow a \bullet C, \$], [C \rightarrow \bullet a C, \$], [C \rightarrow \bullet d, \$] \}$$

$$I_7 = \{ [C \rightarrow d \bullet, \$] \}$$

$$I_8 = \{ [C \rightarrow a C \bullet, a, d] \}$$

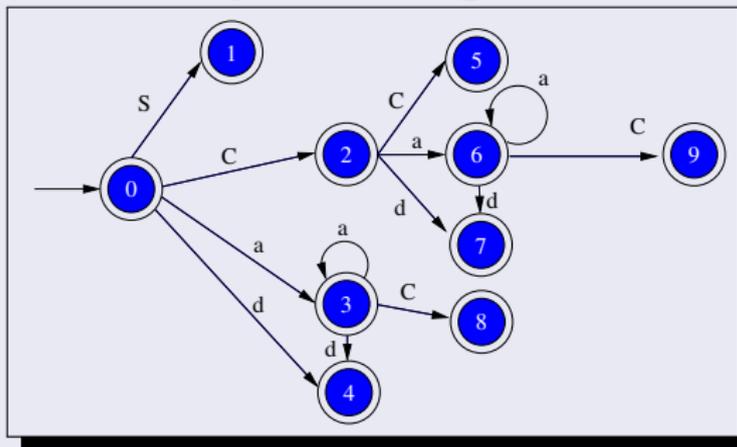
$$I_9 = \{ [C \rightarrow a C \bullet, \$] \}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

**Ejemplo** (Gramática que reconoce  $L(a^*da^*d)$ )

5 / 10)

3.- *Autómata que reconoce los prefijos viables***Representación gráfica**

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

**Ejemplo** (Gramática que reconoce  $L(a^*da^*d)$ )

6 / 10)

3.- *Autómata que reconoce los prefijos viables***Representación tabular**

<i>Estado</i>	<b>a</b>	<b>d</b>	<i>S</i>	<i>C</i>
<b>0</b>	3	4	1	2
<b>1</b>				
<b>2</b>	6	7		5
<b>3</b>	3	4		8
<b>4</b>				
<b>5</b>				
<b>6</b>	6	7		9
<b>7</b>				
<b>8</b>				
<b>9</b>				

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

Ejemplo (Gramática que reconoce  $L(a^*da^*d)$ )

7 / 10

4.- Completar la parte acción

Estado	Acción			lr-a	
	a	d	\$	S	C
0	d 3	d 4			
1			ACEPTAR		
2	d 6	d 7			
3	d 3	d 4			
4	r 3	r 3			
5			r 1		
6	d 6	d 7			
7			r 3		
8	r 2	r 2			
9			r 2		

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

Ejemplo (Gramática que reconoce  $L(a^*da^*d)$ )

8 / 10

5.- Completar la parte *ir\_a*

Estado	Acción			Ir-a	
	a	d	\$	S	C
0	d 3	d 4		1	2
1			ACEPTAR		
2	d 6	d 7			5
3	d 3	d 4			8
4	r 3	r 3			
5			r 1		
6	d 6	d 7			9
7			r 3		
8	r 2	r 2			
9			r 2		

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

**Ejemplo** (Gramática que reconoce  $L(a^*da^*d)$ )

9 / 10

- **Análisis sintáctico ascendente LR-canónico:** *primera parte*

Pila	Entrada	Acción
0	a d a a d \$	d 3
0 a 3	d a a d \$	d 4
0 a 3 <u>d</u> 4	a a d \$	r 3 C → d
0 <u>a</u> 3 C 8	a a d \$	r 2 C → a C
0 C 2	a a d \$	d 6
0 C 2 a 6	a d \$	d 6
0 C 2 a 6 a 6	d \$	d 7

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

Ejemplo (Gramática que reconoce  $L(a^*da^*d)$ ) 10 / 10

- Análisis sintáctico ascendente LR-canónico: segunda parte

Pila	Entrada	Acción
0 C 2 a 6 a 6 <u>d</u> 7	\$	r 3 C → d
0 C 2 a 6 <u>a</u> 6 C 9	\$	r 2 C → a C
0 C 2 <u>a</u> 6 C 9	\$	r 2 C → a C
0 <u>C</u> 2 C 5	\$	r 1 S → C C
0 S 1	\$	Aceptar

## Contenido de la subsección

- 3 Análisis sintáctico ascendente LR-canónico
  - Introducción
  - Colección canónica de elementos - LR(1)
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis LR-canónico
  - Ejemplos de análisis LR-canónico
    - Gramática que reconoce  $L(a^* da^* d)$
    - Gramática de sentencia de asignación
    - Gramática de las enumeraciones
  - Inconvenientes del método LR-canónico

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 1 / 40)

$$P = \{$$

- (1)  $S \rightarrow L = R$
- (2)  $S \rightarrow R$
- (3)  $L \rightarrow * R$
- (4)  $L \rightarrow \text{identificador}$
- (5)  $R \rightarrow L$

$$\}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 2 / 40)*1.- Ampliación de la gramática* $P' = \{$ (1')  $S' \rightarrow S$ (1)  $S \rightarrow L = R$ (2)  $S \rightarrow R$ (3)  $L \rightarrow * R$ (4)  $L \rightarrow \mathbf{identificador}$ (5)  $R \rightarrow L$  $\}$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

## Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 3 / 40)

## 2.- Construcción de la colección canónica

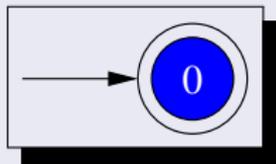
• Conjunto  $I_0$ 

$$\begin{aligned} I_0 &= \text{clausura}(\{ [S' \rightarrow \bullet S, \$] \}) \\ &= \{ \\ &\quad [S' \rightarrow \bullet S, \$], \\ &\quad [S \rightarrow \bullet L = R, \$], [S \rightarrow \bullet R, \$], \\ &\quad [L \rightarrow \bullet * R, =, \$], [L \rightarrow \bullet \text{identificador}, =, \$], \\ &\quad [R \rightarrow \bullet L, \$] \\ &\quad \} \end{aligned}$$

$I_0$  tiene transiciones con  $S$ ,  $L$ ,  $R$ ,  $*$  e **identificador**.

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 4 / 40)2.- *Construcción de la colección canónica**Autómata que reconoce prefijos viables: estado inicial  $l_0$* 

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

## Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 5 / 40)

## 2.- Construcción de la colección canónica

● Transiciones del conjunto  $l_0$ : primera parte

$$\begin{aligned}lr\_a(l_0, S) &= \text{clausura}(\{ [S' \rightarrow S \bullet, \$] \}) \\ &= \{ [S' \rightarrow S \bullet, \$] \} \\ &= l_1\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}lr\_a(l_0, L) &= \text{clausura}(\{ [S \rightarrow L \bullet = R, \$], [R \rightarrow L \bullet, \$] \}) \\ &= \{ [S \rightarrow L \bullet = R, \$], [R \rightarrow L \bullet, \$] \} \\ &= l_2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}lr\_a(l_0, R) &= \text{clausura}(\{ [S \rightarrow R \bullet, \$] \}) \\ &= \{ [S \rightarrow R \bullet, \$] \} \\ &= l_3\end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

## Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 6 / 40)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto  $l_0$ : segunda parte**

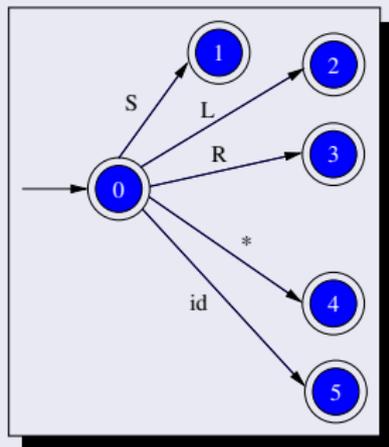
$$\begin{aligned}
 Ir_a(l_0, *) &= \text{clausura}(\{ [L \rightarrow * \bullet R, =, \$] \}) \\
 &= \{ \\
 &\quad [L \rightarrow * \bullet R, =, \$], [R \rightarrow \bullet L, =, \$], \\
 &\quad [L \rightarrow \bullet * R, =, \$], [L \rightarrow \bullet \text{id}, =, \$] \\
 &\quad \} \\
 &= l_4 \\
 Ir_a(l_0, \text{id}) &= \text{clausura}(\{ [L \rightarrow \text{id} \bullet, =, \$] \}) \\
 &= \{ [L \rightarrow \text{id} \bullet, =, \$] \} \\
 &= l_5
 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 7 / 40)

2.- Construcción de la colección canónica

2.- Construcción de la colección canónica: **transiciones de  $I_0$** 

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 8 / 40)

2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto**  $I_1 = \{ [S' \rightarrow S \bullet, \$] \}$

$$lr\_a(I_1, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

El conjunto  $I_1$  **no** tiene transiciones.

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 9 / 40)

## 2.- Construcción de la colección canónica

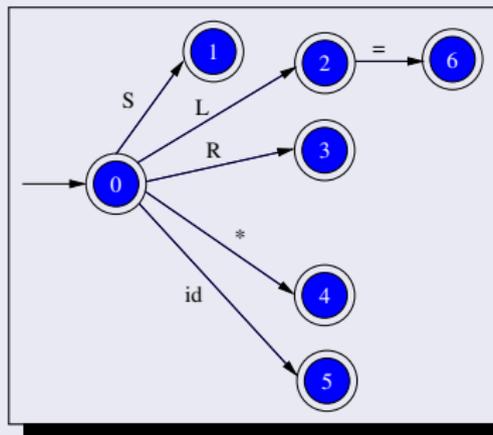
• **Transiciones del conjunto  $I_2$** 

$$I_2 = \{ [S \rightarrow L \bullet = R, \$], [R \rightarrow L \bullet, \$] \}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(I_2, =) &= clausura(\{ [S \rightarrow L = \bullet R, \$] \}) \\ &= \{ \\ &\quad [S \rightarrow L = \bullet R, \$], \\ &\quad [R \rightarrow \bullet L, \$], \\ &\quad [L \rightarrow \bullet * R, \$], [L \rightarrow \bullet id, \$] \\ &\quad \} \\ &= I_6 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 10 / 40)2.- Construcción de la colección canónica: **transición de  $l_2$** 

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 11 / 40)

2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto**  $l_3 = \{ [S \rightarrow R \bullet, \$] \}$

$$lr\_a(l_3, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

El conjunto  $l_3$  **no** tiene transiciones.

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

## Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 12 / 40)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto  $I_4$ : primera parte**

$$I_4 = \left\{ \begin{array}{l} [L \rightarrow * \bullet R, =, \$], \\ [R \rightarrow \bullet L, =, \$], \\ [L \rightarrow \bullet * R, =, \$], [L \rightarrow \bullet \text{id}, =, \$] \end{array} \right\}$$

$I_4$  tiene transiciones con  $R, L, *$  e  $\text{id}$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

## Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 13 / 40)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto  $I_4$ : segunda parte**

$$\begin{aligned} Ir_a(I_4, R) &= \text{clausura}(\{ [L \rightarrow * R \bullet, =, \$] \}) \\ &= \{ [L \rightarrow * R \bullet, =, \$] \} \\ &= I_7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(I_4, L) &= \text{clausura}(\{ [R \rightarrow L \bullet, =, \$] \}) \\ &= \{ [R \rightarrow L \bullet, =, \$] \} \\ &= I_8 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 14 / 40)

2.- Construcción de la colección canónica

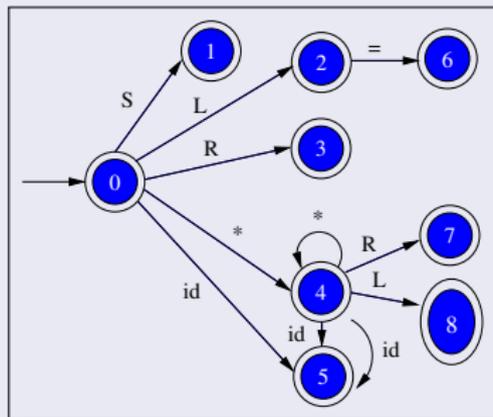
- **Transiciones del conjunto  $l_4$ :** *tercera parte*

$$\begin{aligned}lr\_a(l_4, *) &= \text{clausura}(\{ [L \rightarrow * \bullet R, =, \$] \}) \\ &= l_4\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}lr\_a(l_4, \text{id}) &= \text{clausura}(\{ [L \rightarrow \text{id} \bullet, =, \$] \}) \\ &= l_5\end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 15 / 40)2.- Construcción de la colección canónica **transiciones de  $I_4$** 

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 16 / 40)

2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto**  $I_5 = \{ [L \rightarrow \text{id} \bullet, =, \$] \}$

$$lr\_a(I_5, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

El conjunto  $I_5$  **no** tiene transiciones.

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 17 / 40)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto  $I_6$ : primera parte**

$$I_6 = \left\{ \begin{array}{l} [S \rightarrow L = \bullet R, \$], \\ [R \rightarrow \bullet L, \$], \\ [L \rightarrow \bullet * R, \$], [L \rightarrow \bullet \text{id}, \$] \end{array} \right\}$$

$I_6$  tiene transiciones con  $R, L, *$  e  $\text{id}$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

## Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 18 / 40)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto  $l_6$ : segunda parte**

$$\begin{aligned}lr\_a(l_6, R) &= \text{clausura}(\{ [S \rightarrow L = R \bullet, \$] \}) \\ &= \{ [S \rightarrow L = R \bullet, \$] \} \\ &= l_9\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}lr\_a(l_6, L) &= \text{clausura}(\{ [R \rightarrow L \bullet, \$] \}) \\ &= \{ [R \rightarrow L \bullet, \$] \} \\ &= l_{10}\end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

## Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 19 / 40)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto**  $I_6$ : *tercera parte*

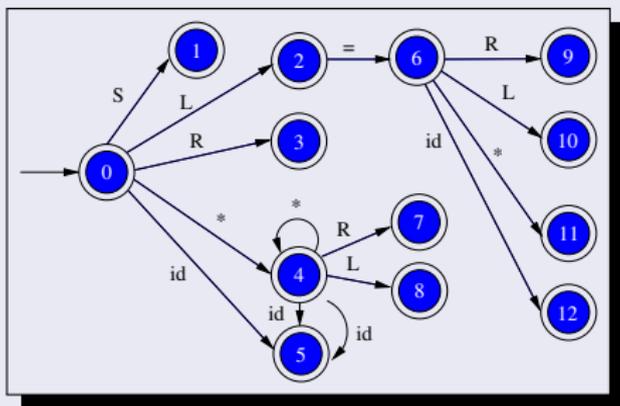
$$\begin{aligned}
 Ir_a(I_6, *) &= \text{clausura}(\{ [L \rightarrow * \bullet R, \$] \}) \\
 &= \{ \\
 &\quad [L \rightarrow * \bullet R, \$], [R \rightarrow \bullet L, \$], \\
 &\quad [L \rightarrow \bullet * R, \$], [L \rightarrow \bullet \text{id}, \$] \\
 &\quad \} \\
 &= I_{11} \\
 Ir_a(I_6, \text{id}) &= \text{clausura}(\{ [L \rightarrow \text{id} \bullet, \$] \}) \\
 &= \{ [L \rightarrow \text{id} \bullet, \$] \} \\
 &= I_{12}
 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 20 / 40)

2.- Construcción de la colección canónica

Autómata que reconoce prefijos viables: **transiciones de  $I_6$** 

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 21 / 40)2.- *Construcción de la colección canónica*

- **Transiciones del conjunto**  $I_7 = \{ [L \rightarrow * R \bullet, =, \$] \}$

$$lr\_a(I_7, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

El conjunto  $I_7$  **no** tiene transiciones.

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 22 / 40)

2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto**  $I_8 = \{ [R \rightarrow L \bullet, =, \$] \}$

$$lr\_a(I_8, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

El conjunto  $I_8$  **no** tiene transiciones.

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 23 / 40)2.- *Construcción de la colección canónica*

- **Transiciones del conjunto**  $I_9 = \{ [S \rightarrow L = R \bullet, \$] \}$

$$lr\_a(I_9, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

El conjunto  $I_9$  *no* tiene transiciones.

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 24 / 40)

2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto**  $l_{10} = \{ [R \rightarrow L \bullet, \$] \}$

$$lr\_a(l_{10}, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

El conjunto  $l_{10}$  **no** tiene transiciones.

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 25 / 40)

2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto**  $l_{11}$ : primera parte

$$l_{11} = \left\{ \begin{array}{l} [L \rightarrow * \bullet R, \$], \\ [R \rightarrow \bullet L, \$], \\ [L \rightarrow \bullet * R, \$], [L \rightarrow \bullet \text{id}, \$] \end{array} \right\}$$

 $l_{11}$  tiene transiciones con  $R, L, *$  e  $\text{id}$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

## Ejemplos de análisis LR-canónico

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 26 / 40)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto  $l_{11}$ : segunda parte**

$$\begin{aligned}lr\_a(l_{11}, R) &= \text{clausura}(\{ [L \rightarrow * R \bullet, \$] \}) \\ &= \{ [L \rightarrow * R \bullet, \$] \} \\ &= l_{13}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}lr\_a(l_{11}, L) &= \text{clausura}(\{ [R \rightarrow L \bullet, \$] \}) \\ &= l_{10}\end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

## Ejemplos de análisis LR-canónico

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 27 / 40)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto  $l_{11}$ :** *tercera parte*

$$\begin{aligned} lr\_a(l_{11}, *) &= clausura(\{ [L \rightarrow * \bullet R, \$] \}) \\ &= l_{11} \end{aligned}$$

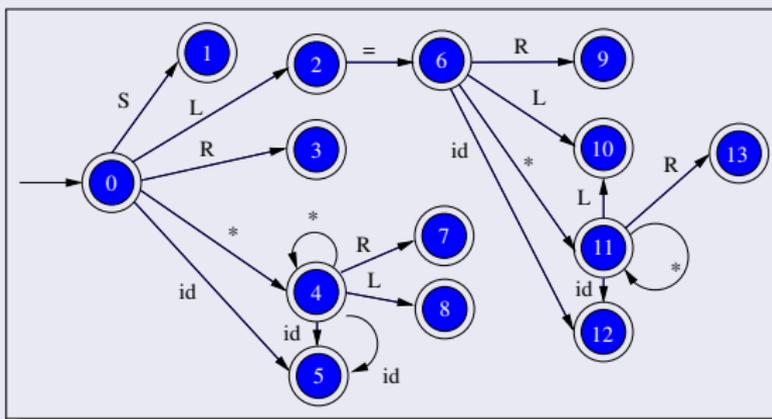
$$\begin{aligned} lr\_a(l_{11}, id) &= clausura(\{ [L \rightarrow \mathbf{identificador} \bullet, \$] \}) \\ &= l_{12} \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 28 / 40)

2.- Construcción de la colección canónica

Autómata que reconoce prefijos viables: **transiciones de  $I_{11}$** 

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 29 / 40)*2.- Construcción de la colección canónica*

- **Transiciones del conjunto**  $l_{12} = \{ [L \rightarrow \text{id} \bullet, \$] \}$

$$lr\_a(l_{12}, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

*El conjunto  $l_{12}$  **no** tiene transiciones.*

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 30 / 40)2.- *Construcción de la colección canónica*

- **Transiciones del conjunto**  $l_{13} = \{ [L \rightarrow * R \bullet, \$] \}$

$$lr\_a(l_{13}, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

*El conjunto  $l_{13}$  **no** tiene transiciones.*

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

## Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 31 / 40)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- Colección canónica de elementos - LR(1): primera parte

$$I_0 = \{ [S' \rightarrow \bullet S, \$], [S \rightarrow \bullet L = R, \$], [S \rightarrow \bullet R, \$], \\ [L \rightarrow \bullet * R, =, \$], [L \rightarrow \bullet \text{id}, =, \$], [R \rightarrow \bullet L, \$] \}$$

$$I_1 = \{ [S' \rightarrow S \bullet, \$] \}$$

$$I_2 = \{ [S \rightarrow L \bullet = R, \$], [R \rightarrow L \bullet, \$] \}$$

$$I_3 = \{ [S \rightarrow R \bullet, \$] \}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

## Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 32 / 40)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- Colección canónica de elementos - LR(1): segunda parte

$$I_4 = \{ [L \rightarrow * \bullet R, =, \$], [R \rightarrow \bullet L, =, \$], \\ [L \rightarrow \bullet * R, =, \$], [L \rightarrow \bullet \text{id}, =, \$] \}$$

$$I_5 = \{ [L \rightarrow \text{id} \bullet, =, \$] \}$$

$$I_6 = \{ [S \rightarrow L = \bullet R, \$], [R \rightarrow \bullet L, \$], \\ [L \rightarrow \bullet * R, \$], [L \rightarrow \bullet \text{id}, \$] \}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

## Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 33 / 40)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- *Colección canónica de elementos - LR(1): tercera parte*

$$I_7 = \{ [L \rightarrow * R \bullet, =, \$] \}$$

$$I_8 = \{ [R \rightarrow L \bullet, =, \$] \}$$

$$I_9 = \{ [S \rightarrow L = R \bullet, \$] \}$$

$$I_{10} = \{ [R \rightarrow L \bullet, \$] \}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 34 / 40)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- Colección canónica de elementos - LR(1): cuarta parte

$$I_{11} = \{ [L \rightarrow * \bullet R, \$], [R \rightarrow \bullet L, \$], \\ [L \rightarrow \bullet * R, \$], [L \rightarrow \bullet \text{id}, \$] \}$$

$$I_{12} = \{ [L \rightarrow \text{id} \bullet, \$] \}$$

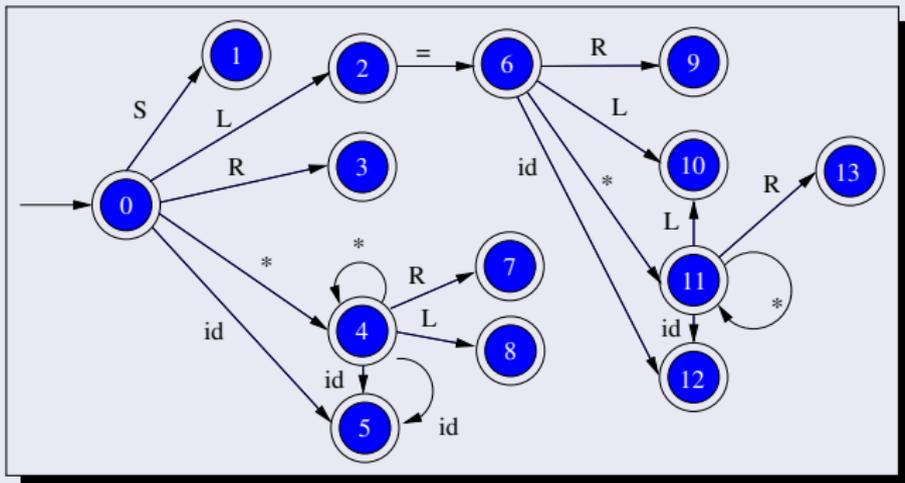
$$I_{13} = \{ [L \rightarrow * R \bullet, \$] \}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 35 / 40)

3.- Autómata que reconoce los prefijos viables



## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 36 / 40)

3.- *Autómata que reconoce los prefijos viables*

Estado	=	*	id	S	L	R
0		4	5	1	2	3
1						
2	6					
3						
4		4	5		8	7
5						
6		11	12		10	9
7						
8						
9						
10						
11		11	12		10	13
12						
13						

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 37 / 40)

4.- Completar la parte acción

Estado	Acción				lr-a		
	=	*	id	\$	S	L	R
0		d 4	d 5				
1				ACEPTAR			
2	d 6			r 5			
3				r 2			
4		d 4	d 5				
5	r 4			r 4			
6		d 11	d 12				
7	r 3			r 3			
8	r 5			r 5			
9				r 1			
10				r 5			
11		d 11	d 12				
12				r 4			
13				r 3			

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 38 / 40)

5.- Completar la parte *ir\_a*

Estado	Acción				lr-a		
	=	*	id	\$	S	L	R
0		d 4	d 5		1	2	3
1				ACEPTAR			
2	d 6			r 5			
3				r 2			
4		d 4	d 5			8	7
5	r 4			r 4			
6		d 11	d 12			10	9
7	r 3			r 3			
8	r 5			r 5			
9				r 1			
10				r 5			
11		d 11	d 12			10	13
12				r 4			
13				r 3			

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 39 / 40)

Análisis sintáctico LR-canónico: primera parte

Pila	Entrada	Acción
0	id = * id \$	d 5
0 <u>id</u> 5	= * id \$	r 4 L → id
0 L 2	= * id \$	d 6
0 L 2 = 6	* id \$	d 11
0 L 2 = 6 * 11	id \$	d 12
0 L 2 = 6 * 11 <u>id</u> 12	\$	r 4 L → id
0 L 2 = 6 * 11 <u>L</u> 10	\$	r 5 R → L

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

**Ejemplo** (2.- Gramática de sentencia de asignación 40 / 40)Análisis sintáctico LR-canónico: *segunda parte*

Pila	Entrada	Acción
$0 L 2 = 6 * 11 R 13$	\$	$r 3 L \rightarrow * R$
$0 L 2 = 6 L 10$	\$	$r 5 R \rightarrow L$
$0 L 2 = 6 R 9$	\$	$r 1 S \rightarrow L = R$
$0 S 1$	\$	<i>Aceptar</i>

## Contenido de la subsección

- 3 Análisis sintáctico ascendente LR-canónico
  - Introducción
  - Colección canónica de elementos - LR(1)
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis LR-canónico
  - Ejemplos de análisis LR-canónico
    - Gramática que reconoce  $L(a^* da^* d)$
    - Gramática de sentencia de asignación
    - Gramática de las enumeraciones
  - Inconvenientes del método LR-canónico

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (3.- Gramática de las enumeraciones

1 / 25)

$$P = \{$$

- (1)  $S \rightarrow S D$
- (2)  $S \rightarrow \epsilon$
- (3)  $D \rightarrow \text{enum } \text{identificador } \{ L \} ;$
- (4)  $L \rightarrow \text{identificador}$
- (5)  $L \rightarrow L , \text{identificador}$

$$\}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (3.- Gramática de las enumeraciones

2 / 25)

1.- *Ampliación de la gramática* $P' = \{$ (1')  $S' \rightarrow S$ (1)  $S \rightarrow S D$ (2)  $S \rightarrow \epsilon$ (3)  $D \rightarrow \mathbf{enum\ identificador\ \{ L \}};$ (4)  $L \rightarrow \mathbf{identificador}$ (5)  $L \rightarrow L , \mathbf{identificador}$  $\}$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

## Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (3.- Gramática de las enumeraciones

3 / 25)

## 2.- Construcción de la colección canónica

• Construcción del conjunto  $I_0$ 

$$\begin{aligned} I_0 &= \text{clausura}(\{[S' \rightarrow \bullet S, \$]\}) \\ &= \{ \\ &\quad [S' \rightarrow \bullet S, \$], \\ &\quad [S \rightarrow \bullet S D, \$, \text{enum}] \\ &\quad [S \rightarrow \bullet, \$, \text{enum}] \\ &\quad \} \end{aligned}$$

$I_0$  tendrá una transición  $lr_a$  con  $S$ .

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (3.- Gramática de las enumeraciones

4 / 25)

## 2.- Construcción de la colección canónica

• Transiciones del conjunto  $I_0$ 

$$\begin{aligned}
 Ir_a(I_0, S) &= \text{clausura}(\{ [S' \rightarrow S \bullet, \$], \\
 &\quad [S \rightarrow S \bullet D, \$, \text{enum}] \}) \\
 &= \{ \\
 &\quad [S' \rightarrow S \bullet, \$], \\
 &\quad [S \rightarrow S \bullet D, \$, \text{enum}], \\
 &\quad [D \rightarrow \bullet \text{enum id } \{ L \} ;, \$, \text{enum}] \\
 &\quad \} \\
 &= I_1
 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (3.- Gramática de las enumeraciones

5 / 25)

## 2.- Construcción de la colección canónica

• Transiciones del conjunto  $I_1$ 

$$I_1 = \{ [S' \rightarrow S \bullet, \$], [S \rightarrow S \bullet D, \$, \text{enum}], \\ [D \rightarrow \bullet \text{enum id } \{ L \} ;, \$, \text{enum}] \}$$

$$\begin{aligned} lr\_a(I_1, D) &= \text{clausura}(\{[S \rightarrow S D \bullet, \$, \text{enum}]\}) \\ &= \{[S \rightarrow S D \bullet, \$, \text{enum}]\} \\ &= I_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} lr\_a(I_1, \text{enum}) &= \text{clausura}(\{[D \rightarrow \text{enum} \bullet \text{id } \{ L \} ;, \$, \text{enum}]\}) \\ &= \{[D \rightarrow \text{enum} \bullet \text{id } \{ L \} ;, \$, \text{enum}]\} \\ &= I_3 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (3.- Gramática de las enumeraciones

6 / 25)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto**  $l_2 = \{[S \rightarrow S D \bullet, \$, \text{enum}]\}$

$$lr\_a(l_2, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

El conjunto  $l_2$  *no* tiene transiciones.

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

## Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (3.- Gramática de las enumeraciones

7 / 25)

## 2.- Construcción de la colección canónica

• Transiciones del conjunto  $I_3$ 

$$I_3 = \{ [D \rightarrow \text{enum} \bullet \text{id} \{ L \} ;, \$, \text{enum}] \}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(I_3, \text{id}) &= \text{clausura}(\{ [D \rightarrow \text{enum} \text{id} \bullet \{ L \} ;, \$, \text{enum}] \}) \\ &= \{ [D \rightarrow \text{enum} \text{id} \bullet \{ L \} ;, \$, \text{enum}] \} \\ &= I_4 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (3.- Gramática de las enumeraciones

8 / 25)

## 2.- Construcción de la colección canónica

• Transiciones del conjunto  $I_4$ 

$$I_4 = \{ [D \rightarrow \text{enum id} \bullet \{ L \} ;, \$, \text{enum}] \}$$

$$\begin{aligned} \text{lr}_a(I_4, \{ \}) &= \text{clausura}(\{ [D \rightarrow \text{enum id} \bullet \{ L \} ;, \$, \text{enum}] \}) \\ &= \{ \\ &\quad [D \rightarrow \text{enum id} \bullet \{ L \} ;, \$, \text{enum}], \\ &\quad [L \rightarrow \bullet \text{id}, \}, \text{"}, \text{"}] \\ &\quad [L \rightarrow \bullet L, \text{id}, \}, \text{"}, \text{"}] \\ &\quad \} \\ &= I_5 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

## Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (3.- Gramática de las enumeraciones

9 / 25)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto  $I_5$ : primera parte**

$$I_5 = \{ [D \rightarrow \text{enum id } \{ \bullet L \} ;, \$, \text{enum}], \\ [L \rightarrow \bullet \text{id}, \}, \text{","}] , [L \rightarrow \bullet L , \text{id}, \}, \text{","}] \}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(I_5, L) &= \text{clausura}(\{ [D \rightarrow \text{enum id } \{ L \bullet \} ;, \$, \text{enum}], \\ &\quad [L \rightarrow L \bullet , \text{id}, \}, \text{","}] \}) \\ &= \{ [D \rightarrow \text{enum id } \{ L \bullet \} ;, \$, \text{enum}], \\ &\quad [L \rightarrow L \bullet , \text{id}, \}, \text{","}] \} \\ &= I_6 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

## Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (3.- Gramática de las enumeraciones

10 / 25)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto  $I_5$ :** segunda parte

$$I_5 = \{ [D \rightarrow \text{enum id } \{ \bullet L \} ;, \$, \text{enum}], \\ [L \rightarrow \bullet \text{id}, \}, \text{","}], [L \rightarrow L \bullet, \text{id}, \}, \text{","}] \}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(I_5, \text{id}) &= \text{clausura}(\{ [L \rightarrow \text{id } \bullet, \}, \text{","}] \}) \\ &= \{ [L \rightarrow \text{id } \bullet, \}, \text{","}] \} \\ &= I_7 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (3.- Gramática de las enumeraciones

11 / 25)

## 2.- Construcción de la colección canónica

• Transiciones del conjunto  $I_6$ 

$$I_6 = \{ [D \rightarrow \text{enum id } \{ L \bullet \} ;, \$, \text{enum}], \\ [L \rightarrow L \bullet, \text{id}, \}, \text{"}, \} \}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(I_6, \{ \}) &= \text{clausura}(\{ [D \rightarrow \text{enum id } \{ L \} \bullet ;, \$, \text{enum}] \}) \\ &= \{ [D \rightarrow \text{enum id } \{ L \} \bullet ;, \$, \text{enum}] \} \\ &= I_8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(I_6, \text{"}, \}) &= \text{clausura}(\{ [L \rightarrow L, \bullet \text{id}, \}, \text{"}, \} \}) \\ &= \{ [L \rightarrow L, \bullet \text{id}, \}, \text{"}, \} \} \\ &= I_9 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (3.- Gramática de las enumeraciones

12 / 25)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto**  $I_7 = \{ [L \rightarrow \text{id} \bullet , \}, \text{“,”} ] \}$

$$I_{r_a}(I_7, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

El conjunto  $I_7$  *no* tiene transiciones.

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (3.- Gramática de las enumeraciones

13 / 25)

## 2.- Construcción de la colección canónica

• Transiciones del conjunto  $l_8$ 

$$l_8 = \{[D \rightarrow \text{enum id } \{ L \} \bullet ;, \$, \text{enum}]\}$$

$$\begin{aligned} \text{lr}_a(l_8, ";") &= \text{clausura}(\{[D \rightarrow \text{enum id } \{L\}; \bullet, \$, \text{enum}]\}) \\ &= \{[D \rightarrow \text{enum id } \{ L \} ; \bullet, \$, \text{enum}]\} \\ &= l_{10} \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (3.- Gramática de las enumeraciones

14 / 25)

## 2.- Construcción de la colección canónica

• Transiciones del conjunto  $l_9$ 

$$l_9 = \{[L \rightarrow L , \bullet \text{id} , \}, \text{" , "}] \}$$

$$\begin{aligned} lr\_a(l_9, \text{id}) &= \text{clausura}(\{[L \rightarrow L , \text{id} \bullet, \}, \text{" , "}] \}) \\ &= \{[L \rightarrow L , \text{id} \bullet, \}, \text{" , "}] \} \\ &= l_{11} \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (3.- Gramática de las enumeraciones

15 / 25)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto  $l_{10}$**

$$l_{10} = \{[D \rightarrow \mathbf{enum\ id} \{ L \} ; \bullet, \$, \mathbf{enum}]\}$$

$$lr\_a(l_{10}, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

El conjunto  $l_{10}$  *no* tiene transiciones.

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (3.- Gramática de las enumeraciones

16 / 25)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- **Transiciones del conjunto  $l_{11}$**

$$l_{11} = \{[L \rightarrow L, \text{id} \bullet, \}, \text{","}]\}$$

$$lr\_a(l_{11}, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

El conjunto  $l_{11}$  *no* tiene transiciones.

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (3.- Gramática de las enumeraciones

17 / 25)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- **Colección canónica:** *primera parte*

$$I_0 = \{ [S' \rightarrow \bullet S, \$], \\ [S \rightarrow \bullet S D, \$, \text{enum}] [S \rightarrow \bullet, \$, \text{enum}] \}$$

$$I_1 = \{ [S' \rightarrow S \bullet, \$], [S \rightarrow S \bullet D, \$, \text{enum}], \\ [D \rightarrow \bullet \text{enum id } \{ L \} ;, \$, \text{enum}] \}$$

$$I_2 = \{ [S \rightarrow S D \bullet, \$, \text{enum}] \}$$

$$I_3 = \{ [D \rightarrow \text{enum} \bullet \text{id } \{ L \} ;, \$, \text{enum}] \}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

## Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (3.- Gramática de las enumeraciones

18 / 25)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- **Colección canónica:** *segunda parte*

$$I_4 = \{ [D \rightarrow \text{enum id} \bullet \{ L \} ;, \$, \text{enum}] \}$$

$$I_5 = \{ [D \rightarrow \text{enum id} \{ \bullet L \} ;, \$, \text{enum}], \\ [L \rightarrow \bullet \text{id}, \}, \text{","}], [L \rightarrow L \bullet, \text{id}, \}, \text{","}] \}$$

$$I_6 = \{ [D \rightarrow \text{enum id} \{ L \bullet \} ;, \$, \text{enum}], \\ [L \rightarrow \bullet L, \text{id}, \}, \text{","}] \}$$

$$I_7 = \{ [L \rightarrow \text{id} \bullet, \}, \text{","}] \}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

## Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (3.- Gramática de las enumeraciones

19 / 25)

## 2.- Construcción de la colección canónica

- **Colección canónica:** *tercera parte*

$$I_8 = \{[D \rightarrow \text{enum id } \{ L \} \bullet ;, \$, \text{enum}]\}$$

$$I_9 = \{[L \rightarrow L , \bullet \text{id}, }, ", "]\}$$

$$I_{10} = \{[D \rightarrow \text{enum id } \{ L \} ; \bullet , \$, \text{enum}]\}$$

$$I_{11} = \{[L \rightarrow L , \text{id } \bullet , }, ", "]\}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (3.- Gramática de las enumeraciones

20 / 25)

$$P' = \{$$

- (1')  $S' \rightarrow S$
- (1)  $S \rightarrow S D$
- (2)  $S \rightarrow \epsilon$
- (3)  $D \rightarrow \text{enum } \mathbf{identificador} \{ L \} ;$
- (4)  $L \rightarrow \mathbf{identificador}$
- (5)  $L \rightarrow L , \mathbf{identificador}$

$$\}$$

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

## Ejemplo (3.- Gramática de las enumeraciones

21 / 25)

*3.-Autómata que reconoce los prefijos viables*

Estado	enum	id	{	}	;	,	S	D	L
0							1		
1	3							2	
2									
3		4							
4			5						
5		7							6
6				8		9			
7									
8					10				
9		11							
10									
11									

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

Ejemplo (3.- Gramática de las enumeraciones

22 / 25)

4.- Completar la parte acción

Estado	Acción							lr-a		
	enum	id	{	}	;	,	\$	S	D	L
0	r 2						r 2			
1	d 3						ACEPTAR			
2	r 1						r 1			
3		d 4								
4			d 5							
5		d 7								
6				d 8		d 9				
7				r 4		r 4				
8					d 10					
9		d 11								
10	r 3						r 3			
11				r 5		r 5				

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

Ejemplo (3.- Gramática de las enumeraciones

23 / 25)

5.- Completar la parte *ir\_a*

Estado	Acción							Ir-a		
	enum	id	{	}	;	,	\$	S	D	L
0	r 2						r 2	1		
1	d 3						ACEPTAR		2	
2	r 1						r 1			
3		d 4								
4			d 5							
5		d 7								6
6				d 8			d 9			
7				r 4			r 4			
8					d 10					
9		d 11								
10	r 3						r 3			
11				r 5			r 5			

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

Ejemplo (3.- Gramática de las enumeraciones

24 / 25)

Análisis sintáctico LR-canónico: *primera parte*

Pila	Entrada	Acción
0	enum id { id , id } ; \$	r 2 S $\rightarrow$ $\epsilon$
0 S 1	enum id { id , id } ; \$	d 3
0 S 1 enum 3	id { id , id } ; \$	d 4
0 S 1 enum 3 id 4	{ id , id } ; \$	d 5
0 S 1 enum 3 id 4 { 5	id , id } ; \$	d 7
0 S 1 enum 3 id 4 { 5 id 7	, id } ; \$	r 4 L $\rightarrow$ id
0 S 1 enum 3 id 4 { 5 L 6	, id } ; \$	d 9

## Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Ejemplos de análisis LR-canónico

Ejemplo (3.- Gramática de las enumeraciones

25 / 25)

Análisis sintáctico LR-canónico: *segunda parte*

Pila	Entrada	Acción
0 S 1 enum 3 id 4 { 5 L 6 , 9	id } ; \$	d 11
0 S 1 enum 3 id 4 { 5 L 6 , 9 id 11	} ; \$	r 5 L → L , id
0 S 1 enum 3 id 4 { 5 L 6	} ; \$	d 8
0 S 1 enum 3 id 4 { 5 L 6 } 8	; \$	d 10
0 S 1 enum 3 id 4 { 5 L 6 } 8 ; 10	\$	r 3 D → enum id {L} ;
0 S 1 D 2	\$	r 1 S → S D
0 S 1	\$	Acceptar

## Subsección actual

- 3 Análisis sintáctico ascendente LR-canónico
  - Introducción
  - Colección canónica de elementos - LR(1)
  - Algoritmo de construcción de la tabla de análisis LR-canónico
  - Ejemplos de análisis LR-canónico
  - Inconvenientes del método LR-canónico

# Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

## Inconvenientes del método LR-canónico

### Inconvenientes del método LR-canónico

- La **construcción** de la colección canónica de elementos LR(1) es un proceso **largo** y **tedioso**.
- La **tabla** de análisis LR-canónico tiene **muchos** estados.

## Sección actual

- 1 Introducción
- 2 Análisis sintáctico ascendente SLR
- 3 Análisis sintáctico ascendente LR-canónico
- 4 Análisis sintáctico ascendente LALR**
- 5 Métodos de recuperación de errores

## Subsección actual

- 4 Análisis sintáctico ascendente LALR
  - Descripción
  - Colección canónica de elementos-LALR(1)
  - Conflictos

# Análisis sintáctico ascendente LALR

## Descripción

### Método LALR

- **LALR: Look Ahead Left to Right**
  - Análisis sintáctico con **símbolo de anticipación**.
- **Estrategia**
  - Se basa en la **unificación** de **conjuntos de elementos-LR(1)** que tienen **los mismos centros**.
- **Potencia**
  - **Más** potente que el método de análisis SLR
  - **Menos** potente que el método de análisis LR-canónico
- **Tamaño de la tabla**
  - La tabla LALR tiene el **mismo tamaño** que la tabla SLR.

## Análisis sintáctico ascendente LALR

## Descripción

## Método LALR: estrategia

- Unificación de conjuntos de elementos-LR(1) con **los mismos centros**

$$l_i = \{ [ A_1 \rightarrow \alpha_1 \bullet \beta_1, \sigma_1 ], \dots, [ A_N \rightarrow \alpha_N \bullet \beta_N, \sigma_N ] \}$$

$$l_j = \{ [ A_1 \rightarrow \alpha_1 \bullet \beta_1, \sigma'_1 ], \dots, [ A_N \rightarrow \alpha_N \bullet \beta_N, \sigma'_N ] \}$$

$$\Downarrow$$

$$l_{i-j} = \{ [ A_1 \rightarrow \alpha_1 \bullet \beta_1, \sigma_1, \sigma'_1 ], \dots, [ A_N \rightarrow \alpha_N \bullet \beta_N, \sigma_N, \sigma'_N ] \}$$

# Análisis sintáctico ascendente LALR

## Descripción

### Nota (Método LALR: estrategia)

*Si dos estados se **unifican** entonces*

- **también** *se unifican los estados que se alcanzan con las transiciones de la función **lr.a**,*
- *porque dicha función solamente **depende** de los centros.*

# Análisis sintáctico ascendente LALR

## Descripción

### Método LALR: estrategia

- La **unificación** de conjuntos de elementos - LR(1) provoca
  - la unificación de **estados del autómata** que reconoce los prefijos viables
  - y la unificación de **estados de la tabla** de análisis LR.

## Subsección actual

- 4 Análisis sintáctico ascendente LALR
  - Descripción
  - Colección canónica de elementos-LALR(1)
  - Conflictos

## Contenido de la subsección

- 4 Análisis sintáctico ascendente LALR
  - Descripción
  - Colección canónica de elementos-LALR(1)
    - Definición
    - Métodos de construcción
    - Ejemplos de análisis sintáctico LALR
  - Conflictos

# Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

**Definición** (Colección canónica de elementos-LALR(1))

*Está compuesta por la **unificación** de los conjuntos de elementos LR(1) que tiene los **mismos centros**.*

## Contenido de la subsección

- 4 Análisis sintáctico ascendente LALR
  - Descripción
  - Colección canónica de elementos-LALR(1)
    - Definición
    - Métodos de construcción
    - Ejemplos de análisis sintáctico LALR
  - Conflictos

# Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

## Métodos de construcción

- 1.- Construcción completa de la **colección canónica LR(1)** y **unificación final** de los conjuntos de elementos-LR(1) con los mismos centros.
- 2.- Construcción paulatina de la **colección canónica LR(1)** y **unificación en cada paso** de los conjuntos de elementos-LR(1) con los mismos centros (\*).
- 3.- Construcción de los **núcleos** de los conjuntos de elementos -LR(0) y posterior **propagación** de los símbolos de anticipación (\*).

# Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

## Nota (Métodos de construcción)

- 1.- *Solamente se van a mostrar ejemplos del **primero método**.*
- 2.- *La descripción del segundo método se puede consultar en el libro de **A. B. Pyster**.*
- 3.- *La descripción del tercer método se puede consultar en el libro de **A. V. Aho**.*

## Contenido de la subsección

- 4 Análisis sintáctico ascendente LALR
  - Descripción
  - Colección canónica de elementos-LALR(1)
    - Definición
    - Métodos de construcción
    - Ejemplos de análisis sintáctico LALR
  - Conflictos

# Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

## Ejemplos (Análisis sintáctico LALR)

- 1.- *Gramática que genera el lenguaje  $L(a^* d a^* d)$*
- 2.- *Gramática de la sentencia de asignación*

# Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

## Ejemplos (Análisis sintáctico LALR)

- 1.- Gramática que genera el lenguaje  $L(a^* d a^* d)$
- 2.- *Gramática de la sentencia de asignación*

## Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

**Ejemplo** (1.- Gramática que genera  $L(a^*da^*d)$ )

1 / 19)

$$P = \{$$

- (1')  $S' \rightarrow S$
- (1)  $S \rightarrow C C$
- (2)  $C \rightarrow a C$
- (3)  $C \rightarrow d$

$$\}$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

Ejemplo (1.- Gramática que genera  $L(a^*da^*d)$ )

2 / 19)

- Colección canónica de elementos LR(1): primera parte

$$I_0 = \{[S' \rightarrow \bullet S, \$], [S \rightarrow \bullet C C, \$],$$

$$[C \rightarrow \bullet a C, a, d], [C \rightarrow \bullet d, a, d]\}$$

$$I_1 = \{[S' \rightarrow S \bullet, \$]\}$$

$$I_2 = \{[S \rightarrow C \bullet C, \$], [C \rightarrow \bullet a C, \$], [C \rightarrow \bullet d, \$]\}$$

$$I_3 = \{[C \rightarrow a \bullet C, a, d], [C \rightarrow \bullet a C, a, d],$$

$$[C \rightarrow \bullet d, a, d]\}$$

$$I_4 = \{[C \rightarrow d \bullet, a, d]\}$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

Ejemplo (1.- Gramática que genera  $L(a^*da^*d)$ )

3 / 19)

- Colección canónica de elementos LR(1): segunda parte

$$I_5 = \{[S \rightarrow C C \bullet, \$]\}$$

$$I_6 = \{[C \rightarrow a \bullet C, \$], [C \rightarrow \bullet a C, \$], [C \rightarrow \bullet d, \$]\}$$

$$I_7 = \{[C \rightarrow d \bullet, \$]\}$$

$$I_8 = \{[C \rightarrow a C \bullet, a, d]\}$$

$$I_9 = \{[C \rightarrow a C \bullet, \$]\}$$

# Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

**Ejemplo** (1.- Gramática que genera  $L(a^*da^*d)$  4 / 19)

- Se unifican los *conjuntos de elementos LR(1)* que tengan los *mismos centros*
- Al unificar los estados, también se unifican los estados que se alcancen mediante transiciones con la función *lr\_a*.

## Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

Ejemplo (1.- Gramática que genera  $L(a^*da^*d)$ )

5 / 19)

- Unificación de los conjuntos  $l_3$  e  $l_6$

$$l_3 = \{[C \rightarrow a \bullet C, a, d], [C \rightarrow \bullet a C, a, d], [C \rightarrow \bullet d, a, d]\}$$

$$l_6 = \{[C \rightarrow a \bullet C, \$], [C \rightarrow \bullet a C, \$], [C \rightarrow \bullet d, \$]\}$$

$$l_{3-6} = \{ [C \rightarrow a \bullet C, a, d, \$], [C \rightarrow \bullet a C, a, d, \$], [C \rightarrow \bullet d, a, d, \$] \}$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

**Ejemplo** (1.- Gramática que genera  $L(a^*da^*d)$ )

6 / 19)

- Unificación de los conjuntos  $I_4$  e  $I_7$

$$I_4 = \{[C \rightarrow \mathbf{d} \bullet, \mathbf{a}, \mathbf{d}]\}$$

$$I_7 = \{[C \rightarrow \mathbf{d} \bullet, \$]\}$$

$$I_{4-7} = \{[C \rightarrow \mathbf{d} \bullet, \mathbf{a}, \mathbf{d}, \$]\}$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

**Ejemplo** (1.- Gramática que genera  $L(a^*da^*d)$ )

7 / 19)

- Unificación de los conjuntos  $I_8$  e  $I_9$

$$I_8 = \{[C \rightarrow \mathbf{a} C \bullet, \mathbf{a}, \mathbf{d}]\}$$

$$I_9 = \{[C \rightarrow \mathbf{a} C \bullet, \$]\}$$

$$I_{8-9} = \{[C \rightarrow \mathbf{a} C \bullet, \mathbf{a}, \mathbf{d}, \$]\}$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

**Ejemplo** (1.- Gramática que genera  $L(a^*da^*d)$ )

8 / 19)

- Colección canónica *LALR(1)*: primera parte

$$l_0 = \{[S' \rightarrow \bullet S, \$], [S \rightarrow \bullet C C, \$], \\ [C \rightarrow \bullet a C, a, d], [C \rightarrow \bullet d, a, d]\}$$

$$l_1 = \{[S' \rightarrow S \bullet, \$]\}$$

$$l_2 = \{[S \rightarrow C \bullet C, \$], [C \rightarrow \bullet a C, \$], [C \rightarrow \bullet d, \$]\}$$

$$l_{3-6} = \{[C \rightarrow a \bullet C, a, d, \$], [C \rightarrow \bullet a C, a, d, \$], \\ [C \rightarrow \bullet d, a, d, \$]\}$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

**Ejemplo** (1.- Gramática que genera  $L(a^*da^*d)$ )

9 / 19)

- Colección canónica *LALR(1)*: segunda parte

$$I_{4-7} = \{[C \rightarrow \mathbf{d} \bullet, \mathbf{a}, \mathbf{d}, \$]\}$$

$$I_5 = \{[S \rightarrow C C \bullet, \$]\}$$

$$I_{8-9} = \{[C \rightarrow \mathbf{a} C \bullet, \mathbf{a}, \mathbf{d}, \$]\}$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

**Ejemplo** (1.- Gramática que genera  $L(a^*da^*d)$ )

10 / 19)

- *Autómata que reconoce los prefijos viables*  
*Antes de la unificación*

Estado	a	d	S	C
0	3	4	1	2
1				
2	6	7		5
3	3	4		8
4				
5				
6	6	7		9
7				
8				
9				

## Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

**Ejemplo** (1.- Gramática que genera  $L(a^*da^*d)$ )

11 / 19)

- *Autómata que reconoce los prefijos viables*

*Después de la unificación*

<i>Estado</i>	<b>a</b>	<b>d</b>	<b>S</b>	<b>C</b>
<b>0</b>	3-6	4-7	1	2
<b>1</b>				
<b>2</b>	3-6	4-7		5
<b>3-6</b>	3-6	4-7		8-9
<b>4-7</b>				
<b>5</b>				
<b>8-9</b>				

# Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

**Ejemplo** (1.- Gramática que genera  $L(a^*da^*d)$  12 / 19)

- *La unificación ha permitido **reducir** el número de estados de 10 a 7.*

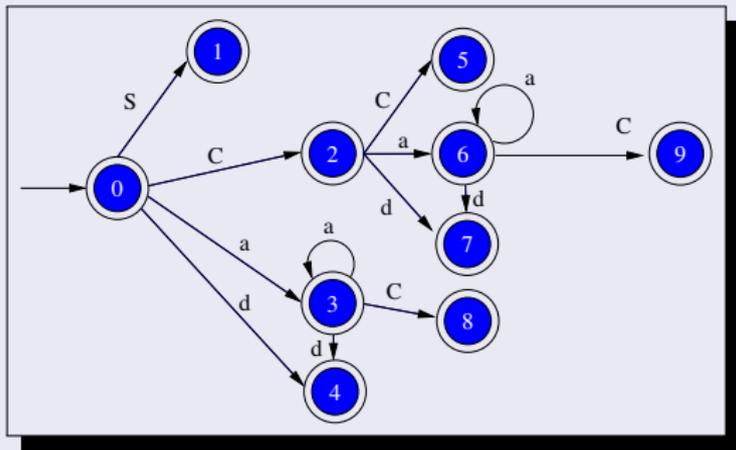
## Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

Ejemplo (1.- Gramática que genera  $L(a^*da^*d)$ )

13 / 19)

- *Autómata que reconoce los prefijos viables*  
*Antes de la unificación.*



## Análisis sintáctico ascendente LALR

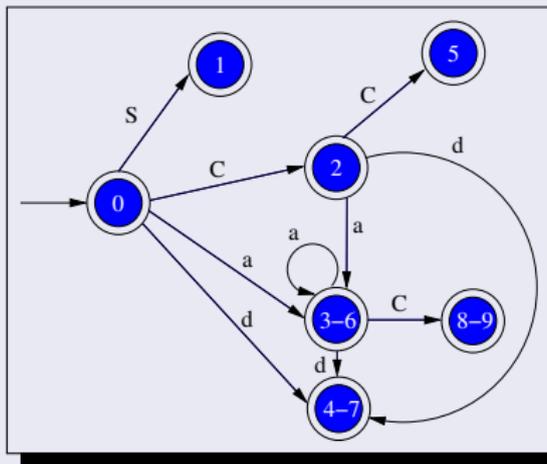
Colección canónica de elementos-LALR(1)

**Ejemplo** (1.- Gramática que genera  $L(a^* da^* d)$ )

14 / 19

- *Autómata que reconoce los prefijos viables*

*Después de la unificación.*



## Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

Ejemplo (1.- Gramática que genera  $L(a^*da^*d)$ )

15 / 19)

- *Tabla de análisis sintáctico LALR*

	Acción			lr-a	
Estado	a	d	\$	S	C
0	d 3-6	d 4-7		1	2
1			Acceptar		
2	d 3-6	d 4-7			5
3-6	d 3-6	d 4-7			8-9
4-7	r 4	r 4	r 4		
5			r 2		
8-9	r 3	r 3	r 3		

# Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

**Ejemplo** (1.- Gramática que genera  $L(a^*da^*d)$  16 / 19)

- *Tabla de análisis sintáctico LALR: estados renombrados*

	Acción			lr-a	
Estado	a	d	\$	S	C
0	d 3	d 4		1	2
1			Aceptar		
2	d 3	d 4			5
3	d 3	d 4			6
4	r 4	r 4	r 4		
5			r 2		
6	r 3	r 3	r 3		

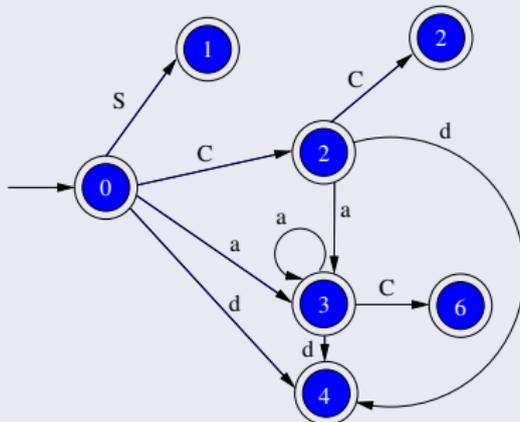
## Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

**Ejemplo** (1.- Gramática que genera  $L(a^* da^* d)$ )

17 / 19)

- *Autómata que reconoce los prefijos viables*  
*Estados renombrados.*



## Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

Ejemplo (1.- Gramática que genera  $L(a^*da^*d)$  18 / 19)

- *Análisis sintáctico usando la tabla LALR: primera parte.*

Pila	Entrada	Acción
0	a d a a d \$	d 3
0 a 3	d a a d \$	d 4
0 a 3 <u>d</u> 4	a a d \$	r 3 C → d
0 a 3 <u>C</u> 6	a a d \$	r 3 C → a C
0 C 2	a a d \$	d 3
0 C 2 a 3	a d \$	d 3
0 C 2 a 3 a 3	d \$	d 4

## Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

Ejemplo (1.- Gramática que genera  $L(a^* da^* d)$  19 / 19)

- *Análisis sintáctico usando la tabla LALR: segunda parte.*

Pila	Entrada	Acción
0 C 2 a 3 a 3 <u>d</u> 4	\$	r 3 C → d
0 C 2 a 3 <u>a</u> 3 C 6	\$	r 2 C → a C
0 C 2 <u>a</u> 3 C 6	\$	r 2 C → a C
0 <u>C</u> 2 C 5	\$	r 1 S → C C
0 S 1	\$	Aceptar

# Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

## Ejemplos (Análisis sintáctico LALR)

- 1.- *Gramática que genera el lenguaje  $L(a^* d a^* d)$*
- 2.- **Gramática de la sentencia de asignación**

## Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

## Ejemplo (2.- Gramática de la sentencia de asignación 1 / 10)

$$P = \{$$

- (1')  $S' \rightarrow S$
- (1)  $S \rightarrow L = R$
- (2)  $S \rightarrow R$
- (3)  $L \rightarrow * R$
- (4)  $L \rightarrow \text{identificador}$
- (5)  $R \rightarrow L$

$$\}$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

## Ejemplo (2.- Gramática de la sentencia de asignación 2 / 10)

- *Colección canónica de elementos - LR(1): primera parte*

$$I_0 = \{ [S' \rightarrow \bullet S, \$], [S \rightarrow \bullet L = R, \$], [S \rightarrow \bullet R, \$], \\ [L \rightarrow \bullet * R, =, \$], [L \rightarrow \bullet \text{id}, =, \$], [R \rightarrow \bullet L, \$] \}$$

$$I_1 = \{ [S' \rightarrow S \bullet, \$] \}$$

$$I_2 = \{ [S \rightarrow L \bullet = R, \$], [R \rightarrow L \bullet, \$] \}$$

$$I_3 = \{ [S \rightarrow R \bullet, \$] \}$$

$$I_4 = \{ [L \rightarrow * \bullet R, =, \$], [R \rightarrow \bullet L, =, \$], \\ [L \rightarrow \bullet * R, =, \$], [L \rightarrow \bullet \text{id}, =, \$] \}$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

## Ejemplo (2.- Gramática de la sentencia de asignación 3 / 10)

- Colección canónica de elementos - LR(1): segunda parte

$$I_5 = \{[L \rightarrow \mathbf{id} \bullet, =, \$]\}$$

$$I_6 = \{[S \rightarrow L = \bullet R, \$], [R \rightarrow \bullet L, \$], \\ [L \rightarrow \bullet * R, \$], [L \rightarrow \bullet \mathbf{id}, \$]\}$$

$$I_7 = \{[L \rightarrow * R \bullet, =, \$]\}$$

$$I_8 = \{[R \rightarrow L \bullet, =, \$]\}$$

$$I_9 = \{[S \rightarrow L = R \bullet, \$]\}$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

## Ejemplo (2.- Gramática de la sentencia de asignación 4 / 10)

- *Colección canónica de elementos - LR(1): tercera parte*

$$I_{10} = \{[R \rightarrow L \bullet, \$]\}$$

$$I_{11} = \{[L \rightarrow * \bullet R, \$], [R \rightarrow \bullet L, \$], \\ [L \rightarrow \bullet * R, \$], [L \rightarrow \bullet \text{id}, \$]\}$$

$$I_{12} = \{[L \rightarrow \text{id} \bullet, \$]\}$$

$$I_{13} = \{[L \rightarrow * R \bullet, \$]\}$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

## Ejemplo (2.- Gramática de la sentencia de asignación 5 / 10)

- Unificación de los conjuntos  $I_4$  e  $I_{11}$

$$I_4 = \{ [L \rightarrow * \bullet R, =, \$], [R \rightarrow \bullet L, =, \$], \\ [L \rightarrow \bullet * R, =, \$], [L \rightarrow \bullet \text{id}, =, \$] \}$$

$$I_{11} = \{ [L \rightarrow * \bullet R, \$], [R \rightarrow \bullet L, \$], \\ [L \rightarrow \bullet * R, \$], [L \rightarrow \bullet \text{id}, \$] \}$$

$$I_{4-11} = \{ [L \rightarrow * \bullet R, =, \$], [R \rightarrow \bullet L, =, \$], \\ [L \rightarrow \bullet * R, =, \$], [L \rightarrow \bullet \text{id}, =, \$] \}$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

## Ejemplo (2.- Gramática de la sentencia de asignación 6 / 10)

- Unificación de los conjuntos  $I_5$  e  $I_{12}$

$$I_5 = \{[L \rightarrow \mathbf{id} \bullet, =, \$]\}$$

$$I_{12} = \{[L \rightarrow \mathbf{id} \bullet, \$]\}$$

$$I_{5-12} = \{[L \rightarrow \mathbf{id} \bullet, =, \$]\}$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

## Ejemplo (2.- Gramática de la sentencia de asignación 7 / 10)

- Unificación de los conjuntos  $l_7$  e  $l_{13}$

$$l_7 = \{[L \rightarrow * R \bullet, =, \$]\}$$

$$l_{13} = \{[L \rightarrow * R \bullet, \$]\}$$

$$l_{7-13} = \{[L \rightarrow * R \bullet, =, \$]\}$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

## Ejemplo (2.- Gramática de la sentencia de asignación 8 / 10)

- Unificación de los conjuntos  $I_8$  e  $I_{10}$

$$I_8 = \{[R \rightarrow L \bullet, =, \$]\}$$

$$I_{10} = \{[R \rightarrow L \bullet, \$]\}$$

$$I_{8-10} = \{[R \rightarrow L \bullet, =, \$]\}$$

# Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

## Ejemplo (2.- Gramática de la sentencia de asignación 9 / 10)

- Tabla de análisis sintáctico LALR

Estado	Acción				Ir-a		
	=	*	id	\$	S	L	R
0		d 4-11	d 5-12		1	2	3
1				Aceptar			
2	d 6			r 5	1	2	3
3				r 2			
4-11		d 4-11	d 5-12			8-10	7-13
5-12	r 4			r 4			
6		d 4-11	d 5-12			8-10	9
7-13	r 3			r 3			
8-10	r 5			r 5			
9				r 1			

## Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

## Ejemplo (2.- Gramática de la sentencia de asignación 9 / 10)

- *Tabla de análisis sintáctico LALR: estados renombrados.*

Estado	Acción				lr-a		
	=	*	id	\$	S	L	R
0		d 4	d 5		1	2	3
1				Aceptar			
2	d 6			r 5	1	2	3
3				r 2			
4		d 4	d 5			8	7
5	r 4			r 4			
6		d 4	d 5			8	9
7	r 3			r 3			
8	r 5			r 5			
9				r 1			

# Análisis sintáctico ascendente LALR

Colección canónica de elementos-LALR(1)

Nota (2.- Gramática de la sentencia de asignación 10 / 10)

- La tabla **LALR** tiene el *mismo tamaño* que la tabla **SLR**.
- Sin embargo, la tabla **LALR** no presenta el *conflicto de desplazamiento - reducción* que posee la tabla **SLR**.

## Subsección actual

- 4 Análisis sintáctico ascendente LALR
  - Descripción
  - Colección canónica de elementos-LALR(1)
  - Conflictos

# Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

### Conflictos en el método LALR

- Conflicto de desplazamiento-reducción
- Conflicto de reducción-reducción

# Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

### Conflictos en el método LALR

- Conflicto de desplazamiento-reducción
  - El método LALR **no** genera nuevos conflictos de desplazamiento-reducción.
  - Si aparece este tipo de conflicto entonces también era generado por el método LR-canónico.

# Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

### Teorema (Conflicto de desplazamiento-reducción)

- Si el método *LALR* genera un *conflicto* de desplazamiento-reducción entonces el método *LR-canónico* **también** lo generaba.

## Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

## Demostración (Conflicto de desplazamiento-reducción 1 / 2)

- Supóngase que la tabla LALR presenta un conflicto:

$$\text{acción}[i, \sigma] = \begin{cases} \mathbf{d j} \\ r k \end{cases}$$

- El desplazamiento  $\mathbf{d j}$  se genera porque
  - 1.-  $[A \rightarrow \alpha \bullet \sigma \beta, \sigma'] \in I_i$
  - 2.-  $\text{lr}_a(I_i, \sigma) = I_j$
- La reducción  $r k$  se genera porque
  - 1.-  $[B \rightarrow \gamma \bullet, \sigma] \in I_i$
  - 2.-  $k$  es la regla  $B \rightarrow \gamma \in P$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

## Demostración (Conflicto de desplazamiento-reducción 2 / 2)

Origen de  $I_i$ 

## • Caso 1

- $I_i$  pertenecía a la colección canónica de elementos LR(1)
- Por tanto, el método LR-canónico también tenía el conflicto de desplazamiento-reducción.

## • Caso 2

- $I_i = I_p \cup I_q$ , donde  $I_p$  e  $I_q$  son conjuntos elementos LR(1) con los mismos centros
- Se verifica que  $[A \rightarrow \alpha \bullet \sigma \beta, \sigma']$ ,  $[B \rightarrow \gamma \bullet, \sigma] \in I_p$  (o  $I_q$ )
- Por tanto, el método LR-canónico también tenía el conflicto de desplazamiento-reducción en el estado  $p$  (o en  $q$ ).

# Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

### Conflictos en el método LALR

- **Conflicto de reducción-reducción**
  - El método **LALR** puede provocar **nuevos** conflictos de **reducción-reducción** que **no** eran generados por el método LR-canónico.

## Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

## Conflicto de reducción-reducción

1 / 2

- Supóngase que la colección canónica LR(1) contiene a:

$$I_p = \{[A \rightarrow \alpha \bullet, \sigma], [B \rightarrow \beta \bullet, \sigma']\}$$

$$I_q = \{[A \rightarrow \alpha \bullet, \sigma'], [B \rightarrow \beta \bullet, \sigma]\}$$

- que generan las siguientes acciones:

$$\text{acción}[p, \sigma] = \text{reducir con } A \rightarrow \alpha$$

$$\text{acción}[p, \sigma'] = \text{reducir con } B \rightarrow \beta$$

$$\text{acción}[q, \sigma'] = \text{reducir con } A \rightarrow \alpha$$

$$\text{acción}[q, \sigma] = \text{reducir con } B \rightarrow \beta$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

## Conflicto de reducción-reducción

2 / 2

- Al unificar  $l_p$  e  $l_q$  que se verifica que

$$l_{p-q} = \{[A \rightarrow \alpha \bullet, \sigma, \sigma'], [B \rightarrow \beta \bullet, \sigma, \sigma']\}$$

- que generan los siguientes **conflictos** de reducción-reducción

$$\text{acción}[p-q, \sigma] = \text{reducir con } A \rightarrow \alpha$$

$$\text{acción}[p-q, \sigma] = \text{reducir con } B \rightarrow \beta$$

$$\text{acción}[p-q, \sigma'] = \text{reducir con } A \rightarrow \alpha$$

$$\text{acción}[p-q, \sigma'] = \text{reducir con } B \rightarrow \beta$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

Ejemplo (Conflicto de reducción-reducción)

1 / 23)

$$P = \{$$

- (1')  $S' \rightarrow S$
- (1)  $S \rightarrow \mathbf{a} A \mathbf{d}$
- (2)  $S \rightarrow \mathbf{b} B \mathbf{d}$
- (3)  $S \rightarrow \mathbf{a} B \mathbf{e}$
- (4)  $S \rightarrow \mathbf{b} A \mathbf{e}$
- (5)  $A \rightarrow \mathbf{c}$
- (6)  $B \rightarrow \mathbf{c}$

$$\}$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

## Ejemplo (Conflicto de reducción-reducción)

2 / 23)

• Conjunto  $I_0$ 

$$\begin{aligned} I_0 &= \text{clausura}(\{[S' \rightarrow \bullet S, \$]\}) \\ &= \{ \\ &\quad [S' \rightarrow \bullet S, \$], [S \rightarrow \bullet a A d, \$], \\ &\quad [S \rightarrow \bullet b B d, \$], [S \rightarrow \bullet a B e, \$], \\ &\quad [S \rightarrow \bullet b A e, \$] \\ &\} \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

## Ejemplo (Conflicto de reducción-reducción)

3 / 23

- **Transiciones del conjunto  $l_0$ : primera parte**

$$\begin{aligned}
 Ir_a(l_0, S) &= \text{clausura}(\{[S' \rightarrow S \bullet, \$]\}) \\
 &= \{[S' \rightarrow S \bullet, \$]\} \\
 &= l_1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ir_a(l_0, a) &= \text{clausura}(\{[S \rightarrow a \bullet A d, \$], [S \rightarrow a \bullet B e, \$]\}) \\
 &= \{ \\
 &\quad [S \rightarrow a \bullet A d, \$], [S \rightarrow a \bullet B e, \$], \\
 &\quad [A \rightarrow \bullet c, d], [B \rightarrow \bullet c, e] \\
 &\quad \} \\
 &= l_2
 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

## Ejemplo (Conflicto de reducción-reducción)

4 / 23)

- **Transiciones del conjunto  $I_0$ :** *segunda parte*

$$\begin{aligned} Ir_a(I_0, \mathbf{b}) &= \text{clausura}(\{[S \rightarrow \mathbf{b} \bullet B \mathbf{d}, \$], [S \rightarrow \mathbf{b} \bullet A \mathbf{e}, \$]\}) \\ &= \{ \\ &\quad [S \rightarrow \mathbf{b} \bullet B \mathbf{d}, \$], [S \rightarrow \mathbf{b} \bullet A \mathbf{e}, \$], \\ &\quad [B \rightarrow \bullet \mathbf{c}, \mathbf{d}], [A \rightarrow \bullet \mathbf{c}, \mathbf{e}] \\ &\quad \} \\ &= I_3 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

**Ejemplo** (Conflicto de reducción-reducción

5 / 23)

- **Transiciones del conjunto**  $l_1 = \{[S' \rightarrow S \bullet, \$]\}$

$$\forall X \in V \text{lr}_a(l_1, X) = \emptyset$$

El conjunto  $l_1$  **no** tiene transiciones.

## Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

## Ejemplo (Conflicto de reducción-reducción)

6 / 23

• Transiciones del conjunto  $I_2$ 

$$\begin{aligned} Ir_a(I_2, A) &= \text{clausura}(\{[S \rightarrow a A \bullet d, \$]\}) \\ &= \{[S \rightarrow a A \bullet d, \$]\} \\ &= I_4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(I_2, B) &= \text{clausura}(\{[S \rightarrow a B \bullet e, \$]\}) \\ &= \{[S \rightarrow a B \bullet e, \$]\} \\ &= I_5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(I_2, c) &= \text{clausura}(\{[A \rightarrow c \bullet, d], [B \rightarrow c \bullet, e]\}) \\ &= \{[A \rightarrow c \bullet, d], [B \rightarrow c \bullet, e]\} \\ &= I_6 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

## Ejemplo (Conflicto de reducción-reducción)

7 / 23

• Transiciones del conjunto  $I_3$ 

$$\begin{aligned} Ir_a(I_3, A) &= \text{clausura}(\{[S \rightarrow \mathbf{b} A \bullet \mathbf{e}, \$]\}) \\ &= \{[S \rightarrow \mathbf{b} A \bullet \mathbf{e}, \$]\} \\ &= I_7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(I_3, B) &= \text{clausura}(\{[S \rightarrow \mathbf{b} B \bullet \mathbf{d}, \$]\}) \\ &= \{[S \rightarrow \mathbf{b} B \bullet \mathbf{d}, \$]\} \\ &= I_8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(I_3, \mathbf{c}) &= \text{clausura}(\{[B \rightarrow \mathbf{c} \bullet, \mathbf{d}], [A \rightarrow \mathbf{c} \bullet, \mathbf{e}]\}) \\ &= \{[B \rightarrow \mathbf{c} \bullet, \mathbf{d}], [A \rightarrow \mathbf{c} \bullet, \mathbf{e}]\} \\ &= I_9 \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

## Ejemplo (Conflicto de reducción-reducción)

8 / 23

- **Transiciones del conjunto**  $l_4 = \{[S \rightarrow a A \bullet d, \$]\}$

$$\begin{aligned}lr_a(l_4, d) &= \text{clausura}(\{[S \rightarrow a A d \bullet, \$]\}) \\ &= \{[S \rightarrow a A d \bullet, \$]\} \\ &= l_{10}\end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

## Ejemplo (Conflicto de reducción-reducción)

9 / 23

- Transiciones del conjunto  $I_5 = \{[S \rightarrow a B \bullet e, \$]\}$

$$\begin{aligned} Ir_a(I_5, e) &= \text{clausura}(\{[S \rightarrow a B e \bullet, \$]\}) \\ &= \{[S \rightarrow a B e \bullet, \$]\} \\ &= I_{11} \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

**Ejemplo** (Conflicto de reducción-reducción

10 / 23)

- **Transiciones del conjunto**  $l_6 = \{[A \rightarrow c \bullet, d], [B \rightarrow c \bullet, e]\}$

$$\forall X \in V \text{lr}_a(l_6, X) = \emptyset$$

*El conjunto  $l_6$  **no** tiene transiciones*

## Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

**Ejemplo** (Conflicto de reducción-reducción

11 / 23)

- **Transiciones del conjunto**  $l_7 = \{[S \rightarrow \mathbf{b} A \bullet \mathbf{e}, \$]\}$

$$\begin{aligned} lr\_a(l_7, \mathbf{d}) &= \text{clausura}(\{[S \rightarrow \mathbf{b} A \mathbf{e} \bullet, \$]\}) \\ &= \{[S \rightarrow \mathbf{b} A \mathbf{e} \bullet, \$]\} \\ &= l_{12} \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

**Ejemplo** (Conflicto de reducción-reducción)

12 / 23)

- **Transiciones del conjunto**  $l_8 = \{[S \rightarrow \mathbf{b} B \bullet \mathbf{d}, \$]\}$

$$\begin{aligned} \text{lr}_a(l_8, \mathbf{e}) &= \text{clausura}(\{[S \rightarrow \mathbf{b} B \mathbf{d} \bullet, \$]\}) \\ &= \{[S \rightarrow \mathbf{b} B \mathbf{d} \bullet, \$]\} \\ &= l_{13} \end{aligned}$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

**Ejemplo** (Conflicto de reducción-reducción

13 / 23)

- **Transiciones del conjunto**  $I_9 = \{[B \rightarrow c \bullet, d], [A \rightarrow c \bullet, e]\}$

$$\forall X \in V \text{Ir}_a(I_9, X) = \emptyset$$

El conjunto  $I_9$  **no** tiene transiciones

## Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

**Ejemplo** (Conflicto de reducción-reducción

14 / 23)

- **Transiciones del conjunto**  $l_{10} = \{[S \rightarrow a A d \bullet, \$]\}$

$$\forall X \in V \text{ lr}_a(l_{10}, X) = \emptyset$$

El conjunto  $l_{10}$  **no** tiene transiciones

## Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

**Ejemplo** (Conflicto de reducción-reducción

15 / 23)

- **Transiciones del conjunto**  $l_{11} = \{[S \rightarrow a B e \bullet, \$]\}$

$$\forall X \in V \text{lr}_a(l_{11}, X) = \emptyset$$

*El conjunto  $l_{11}$  **no** tiene transiciones*

## Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

**Ejemplo** (Conflicto de reducción-reducción

16 / 23)

- **Transiciones del conjunto**  $l_{12} = \{[S \rightarrow \mathbf{b} A \mathbf{e} \bullet, \$]\}$

$$\forall X \in V \text{lr}_a(l_{12}, X) = \emptyset$$

*El conjunto  $l_{12}$  **no** tiene transiciones*

## Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

**Ejemplo** (Conflicto de reducción-reducción

17 / 23)

- **Transiciones del conjunto**  $l_{13} = \{[S \rightarrow \mathbf{b} B \mathbf{d} \bullet, \$]\}$

$$\forall X \in V \text{lr}_a(l_{13}, X) = \emptyset$$

El conjunto  $l_{13}$  *no* tiene transiciones

## Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

## Ejemplo (Conflicto de reducción-reducción)

18 / 23

- *Colección canónica de elementos-LR(1): primera parte*

$$I_0 = \{ [S' \rightarrow \bullet S, \$], [S \rightarrow \bullet a A d, \$] [S \rightarrow \bullet b B d, \$], \\ [S \rightarrow \bullet a B e, \$], [S \rightarrow \bullet b A e, \$] \}$$

$$I_1 = \{ [S' \rightarrow S \bullet, \$] \}$$

$$I_2 = \{ [S \rightarrow a \bullet A d, \$], [S \rightarrow a \bullet B e, \$], \\ [A \rightarrow \bullet c, d], [B \rightarrow \bullet c, e] \}$$

$$I_3 = \{ [S \rightarrow b \bullet B d, \$], [S \rightarrow b \bullet A e, \$], \\ [B \rightarrow \bullet c, d], [A \rightarrow \bullet c, e] \}$$

$$I_4 = \{ [S \rightarrow a A \bullet d, \$] \}$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

## Ejemplo (Conflicto de reducción-reducción)

19 / 23

- *Colección canónica de elementos-LR(1): segunda parte*

$$I_5 = \{[S \rightarrow a B \bullet e, \$]\}$$

$$I_6 = \{[A \rightarrow c \bullet, d], [B \rightarrow c \bullet, e]\}$$

$$I_7 = \{[S \rightarrow b A \bullet e, \$]\}$$

$$I_8 = \{[S \rightarrow b B \bullet d, \$]\}$$

$$I_9 = \{[B \rightarrow c \bullet, d], [A \rightarrow c \bullet, e]\}$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

## Ejemplo (Conflicto de reducción-reducción)

20 / 23)

- *Colección canónica de elementos-LR(1): tercera parte*

$$I_{10} = \{[S \rightarrow \mathbf{a} A \mathbf{d} \bullet, \$]\}$$

$$I_{11} = \{[S \rightarrow \mathbf{a} B \mathbf{e} \bullet, \$]\}$$

$$I_{12} = \{[S \rightarrow \mathbf{b} A \mathbf{e} \bullet, \$]\}$$

$$I_{13} = \{[S \rightarrow \mathbf{b} B \mathbf{d} \bullet, \$]\}$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

## Ejemplo (Conflicto de reducción-reducción)

21 / 23)

- *Unificación de los conjuntos de elementos LR(1) con los mismos centros*

*Solamente se pueden unificar los conjuntos  $l_6$  e  $l_9$*

$$l_6 = \{[A \rightarrow \mathbf{c} \bullet, \mathbf{d}], [B \rightarrow \mathbf{c} \bullet, \mathbf{e}]\}$$

$$l_9 = \{[B \rightarrow \mathbf{c} \bullet, \mathbf{d}], [A \rightarrow \mathbf{c} \bullet, \mathbf{e}]\}$$

$$l_{6-9} = \{[A \rightarrow \mathbf{c} \bullet, \mathbf{d}, \mathbf{e}], [B \rightarrow \mathbf{c} \bullet, \mathbf{d}, \mathbf{e}]\}$$

## Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

## Ejemplo (Conflicto de reducción-reducción)

22 / 23

- Tabla de análisis sintáctico LALR

Estado	Acción						lr-a		
	a	b	c	d	e	\$	S	A	B
0	d 2	d 3					1		
1						Aceptar			
2			d 6					4	5
3			d 9					7	8
4				d 10					
5					d 11				
6-9				r 5, r 6	r 5, r 6				
7				d 12					
8					d 13				
10						r 1			
11						r 3			
12						r 4			
13						r 2			

# Análisis sintáctico ascendente LALR

## Conflictos

Nota (Conflicto de reducción-reducción

23 / 23)

- **Conclusión:** *el método LALR puede generar **nuevos** conflictos de reducción - reducción*

## Sección actual

- 1 Introducción
- 2 Análisis sintáctico ascendente SLR
- 3 Análisis sintáctico ascendente LR-canónico
- 4 Análisis sintáctico ascendente LALR
- 5 Métodos de recuperación de errores**

## Subsección actual

- 5 Métodos de recuperación de errores
  - Introducción
    - Método de pánico
    - Método de nivel de frase
    - Simplificación del método de nivel de frase

# Métodos de recuperación de errores

## Introducción

### Detección del error

- Solamente se detecta un error cuando se consulta una **celda vacía** de la parte **acción** de la tabla LR.
- ¡Las **celdas vacías** de la parte **lr-a** **nunca** se consultarán!.

# Métodos de recuperación de errores

## Introducción

### Métodos de recuperación de errores

- Método de pánico.
- Método de nivel de frase.

# Métodos de recuperación de errores

## Introducción

### Nota (Métodos de recuperación de errores)

- *Estos métodos se pueden aplicar a los tres tipos de análisis sintáctico LR:*
  - *SLR*
  - *LR-canónico*
  - *LALR*

## Subsección actual

- 5 Métodos de recuperación de errores
  - Introducción
  - Método de pánico
  - Método de nivel de frase
  - Simplificación del método de nivel de frase

## Métodos de recuperación de errores

### Método de pánico

#### Método de pánico: pasos

- 1.- Se **busca** en la pila algún estado  $s$  que tenga alguna transición  $ir\_a$  con algún *símbolo no terminal*.
  - Por ejemplo:  $ir\_a[s,A] = s'$
- 2.- Se **eliminan** todos los *símbolos y estados* que estén por encima del estado  $s$ .
- 3.- Se **introduce** en la pila el símbolo  $A$
- 4.- Se **introduce** en la pila el estado  $s'$
- 5.- Se **eliminan** símbolos de la entrada hasta que se encuentre un símbolo  $\sigma \in siguiente(A)$ .
- 6.- **Continúa** el análisis.

# Métodos de recuperación de errores

## Método de pánico

### Método de pánico: ventajas e inconvenientes

- **Ventajas**
  - Es muy **fácil** de aplicar.
  - **Aísla** el error detectado
  - Permite que continúe el análisis.
- **Inconvenientes**
  - **No** es capaz de detectar todos los errores sintácticos existentes.
    - Puede **eliminar** símbolos incorrectos de la entrada que **no** serían detectados.

## Subsección actual

- 5 Métodos de recuperación de errores
  - Introducción
  - Método de pánico
  - Método de nivel de frase
  - Simplificación del método de nivel de frase

## Métodos de recuperación de errores

Método de nivel de frase

### Método de nivel de frase: descripción

- Las celdas **vacías** de la parte acción son completadas con funciones **específicas** de **tratamiento** de **errores**.

# Métodos de recuperación de errores

Método de nivel de frase

**Ejemplo** (Recuperación de errores de nivel de frase 1 / 13)

$$P = \{$$

- (1')  $E' \rightarrow E$
- (1)  $E \rightarrow E + T$
- (2)  $E \rightarrow T$
- (3)  $T \rightarrow T * F$
- (4)  $T \rightarrow F$
- (5)  $F \rightarrow ( E )$
- (6)  $F \rightarrow \text{identificador}$
- (7)  $F \rightarrow \text{número}$

$$\}$$

## Métodos de recuperación de errores

Método de nivel de frase

## Ejemplo (Recuperación de errores de nivel de frase 2 / 13)

- *Conjunto canónica de elementos LR(0): primera parte*

$$I_0 = \{ E' \rightarrow \bullet E, E \rightarrow \bullet E + T, E \rightarrow \bullet T, \\ T \rightarrow \bullet T * F, T \rightarrow \bullet F, \\ F \rightarrow \bullet ( E ), F \rightarrow \bullet \text{id}, F \rightarrow \bullet \text{número} \}$$

$$I_1 = \{ E' \rightarrow E \bullet, E \rightarrow E \bullet + T \}$$

$$I_2 = \{ E \rightarrow T \bullet, T \rightarrow T \bullet * F \}$$

$$I_3 = \{ T \rightarrow F \bullet \}$$

## Métodos de recuperación de errores

Método de nivel de frase

## Ejemplo (Recuperación de errores de nivel de frase 3 / 13)

- *Conjunto canónica de elementos LR(0): segunda parte*

$$I_4 = \{ F \rightarrow ( \bullet E ), E \rightarrow \bullet E + T, \\ E \rightarrow \bullet, T, T \rightarrow \bullet T * F, T \rightarrow \bullet F, \\ F \rightarrow \bullet ( E ), F \rightarrow \bullet \text{id}, F \rightarrow \bullet \text{número} \}$$

$$I_5 = \{ F \rightarrow \text{id} \bullet \}$$

$$I_6 = \{ F \rightarrow \text{número} \bullet \}$$

$$I_7 = \{ E \rightarrow E + \bullet T, T \rightarrow \bullet T * F, T \rightarrow \bullet F, \\ F \rightarrow \bullet ( E ), F \rightarrow \bullet \text{id}, F \rightarrow \bullet \text{número} \}$$

## Métodos de recuperación de errores

Método de nivel de frase

## Ejemplo (Recuperación de errores de nivel de frase 4 / 13)

- *Conjunto canónica de elementos LR(0): tercera parte*

$$I_8 = \{ T \rightarrow T * \bullet F, F \rightarrow \bullet (E), F \rightarrow \bullet \text{id}, F \rightarrow \bullet \text{número} \}$$

$$I_9 = \{ F \rightarrow (E \bullet), E \rightarrow E \bullet + T \}$$

$$I_{10} = \{ E \rightarrow E + T \bullet, T \rightarrow T \bullet * F \}$$

$$I_{11} = \{ T \rightarrow T * F \bullet \}$$

$$I_{12} = \{ F \rightarrow (E) \bullet \}$$

## Métodos de recuperación de errores

Método de nivel de frase

Ejemplo (Recuperación de errores de nivel de frase 5 / 13)

*Autómata que reconoce los prefijos viables*

Estado	+	*	(	)	id	num	E	T	F
0			4		5	6	1	2	3
1	7								
2		8							
3									
4			4		5	6	9	2	3
5									
6									
7			4		5	6		10	3
8			4		5	6			11
9	7			12					
10		8							
11									
12									

## Métodos de recuperación de errores

Método de nivel de frase

## Ejemplo (Recuperación de errores de nivel de frase 6 / 13)

Estado	Acción							lr-a		
	+	*	(	)	id	num	\$	E	T	F
0			d 4		d 5	d 6		1	2	3
1	d 7						Aceptar			
2	r 2	d 8		r 2			r 2			
3	r 4	r 4		r 4			r 4			
4			d 4		d 5	d 6		9	2	3
5	r 6	r 6		r 6			r 6			
6	r 7	r 7		r 7			r 7			
7			d 4		d 5	d 6			10	3
8			d 4		d 5	d 6				11
9	d 7			d 12						
10	r 1	d 8		r 1			r 1			
11	r 3	r 3		r 3			r 3			
12	r 5	r 5		r 4			r 4			

## Métodos de recuperación de errores

Método de nivel de frase

### Ejemplo (Recuperación de errores de nivel de frase 7 / 13)

- Se **completan** las *celdas vacías* de la parte *acción* con *funciones de tratamiento de error*.
- Las *funciones de error* dependen de cada *gramática*.

# Métodos de recuperación de errores

Método de nivel de frase

## Ejemplo (Recuperación de errores de nivel de frase 8 / 13)

### *Funciones de tratamiento de error*

- **E 1:**
  - *Símbolo inesperado.*
  - *Falta identificador, número o paréntesis izquierdo.*
  - **Acción:** *insertar un identificador en la entrada.*
- **E 2:**
  - *Paréntesis derecho inesperado.*
  - **Acción:** *eliminar el paréntesis derecho de la entrada.*

# Métodos de recuperación de errores

Método de nivel de frase

## Ejemplo (Recuperación de errores de nivel de frase 9 / 13)

### *Funciones de tratamiento de error*

- **E 3:**
  - *Final inesperado de la cadena de entrada.*
  - **Acción:** *el análisis finaliza.*
- **E 4:**
  - *Símbolo inesperado.*
  - *Se esperaba + o el final de la entrada.*
  - **Acción:** *eliminar símbolo de la entrada.*
- **E 5:**
  - *Símbolo inesperado.*
  - *Se esperaba +, \*, ) o el final de la entrada.*
  - **Acción:** *eliminar símbolo de la entrada.*

## Métodos de recuperación de errores

Método de nivel de frase

## Ejemplo (Recuperación de errores de nivel de frase 10 / 13)

Estado	Acción							lr-a		
	+	*	(	)	id	num	\$	E	T	F
0	E 1	E 1	d 4	E 2	d 5	d 6	E 3	1	2	3
1	d 7	E 4	E 4	E 2	E 4	E 4	Aceptar			
2	r 2	d 8	E 5	r 2	E 5	E 5	r 2			
3	r 4	r 4	E 5	r 4	E 5	E 5	r 4			
4	E 1	E 1	d 4	E 2	d 5	d 6	E 3	9	2	3
5	r 6	r 6	E 5	r 6	E 5	E 5	r 6			
6	r 7	r 7	E 5	r 7	E 5	E 5	r 7			
7	E 1	E 1	d 4	E 2	d 5	d 6	E 3		10	3
8	E 1	E 1	d 4	E 2	d 5	d 6	E 3			11
9	d 7	E 4	E 4	d 12	E 4	E 4	E 3			
10	r 1	d 8	E 5	r 1	E 5	E 5	r 1			
11	r 3	r 3	E 5	r 3	E 5	E 5	r 3			
12	r 5	r 5	E 5	r 5	E 5	E 5	r 5			

## Métodos de recuperación de errores

Método de nivel de frase

Ejemplo (Recuperación de errores de nivel de frase 11 / 13)

Pila	Entrada	Acción
0	+ id * + n id) \$	<b>E 1:</b> insertar id
0	id + id * + n id) \$	<b>d 5</b>
0 <u>id</u> 5	+ id * + n id) \$	<b>r 6</b> F → id
0 <u>F</u> 3	+ id * + n id) \$	<b>r 4</b> T → F
0 <u>T</u> 2	+ id * + n id) \$	<b>r 2</b> E → T
0 <u>E</u> 1	+ id * + n id) \$	<b>d 7</b>
0 E 1 + 7	id * + n id) \$	<b>d 5</b>
0 E 1 + 7 <u>id</u> 5	* + n id) \$	<b>r 6</b> F → id
0 E 1 + 7 <u>F</u> 3	* + n id) \$	<b>r 4</b> T → F
0 E 1 + 7 <u>T</u> 10	* + n id) \$	<b>d 8</b>

## Métodos de recuperación de errores

Método de nivel de frase

## Ejemplo (Recuperación de errores de nivel de frase 12 / 13)

Pila	Entrada	Acción
$0 E 1 + 7 T 10 * 8$	$+ n id) \$$	<b>E 1:</b> insertar <b>id</b>
$0 E 1 + 7 T 10 * 8$	$id + n id) \$$	<b>d 5</b>
$0 E 1 + 7 T 10 * 8 \underline{id 5}$	$+ n id) \$$	<b>r 6</b> $F \rightarrow id$
$0 E 1 + 7 T 10 * 8 \underline{F 11}$	$+ n id) \$$	<b>r 3</b> $T \rightarrow T * F$
$0 E 1 + 7 T 10$	$+ n id) \$$	<b>r 1</b> $\rightarrow E + T$
$0 E 1$	$+ n id) \$$	<b>d 7</b>
$0 E 1 + 7$	$n id) \$$	<b>d 6</b>
$0 E 1 + 7 n 6$	$id) \$$	<b>E 5:</b> eliminar <b>id</b>

## Métodos de recuperación de errores

Método de nivel de frase

Ejemplo (Recuperación de errores de nivel de frase 13 / 13)

Pila	Entrada	Acción
$0 E 1 + 7 \underline{n 6}$	) \$	r 7 $F \rightarrow n$
$0 E 1 + 7 \underline{F 3}$	) \$	r 4 $T \rightarrow F$
$0 E 1 + 7 T 10$	) \$	r 1 $E \rightarrow E + T$
$0 E 1$	) \$	E 2: eliminar )
$0 E 1$	\$	Aceptar

## Subsección actual

- 5 Métodos de recuperación de errores
  - Introducción
  - Método de pánico
  - Método de nivel de frase
  - Simplificación del método de nivel de frase

## Métodos de recuperación de errores

### Simplificación del método de nivel de frase

#### Método de nivel de frase: simplificación

- Si un **estado realiza** al menos un **reducción** entonces se pueden **completar** todas sus **celdas vacías** con **una de sus reducciones**.
  - **Nunca** se **desplazará** un símbolo **incorrecto** desde la entrada a la pila.
  - Puede que sí se realicen más reducciones **antes** de detectar el error.
  - Se **pospone** la detección del error: el error será **detectado** por otro estado.

## Métodos de recuperación de errores

Simplificación del método de nivel de frase

## Ejemplo (Método de nivel de frase: simplificación)

1 / 4)

Estado	Acción							lr-a		
	+	*	(	)	id	num	\$	E	T	F
0	E 1	E 1	d 4	E 2	d 5	d 6	E 3	1	2	3
1	d 7	E 4	E 4	E 2	E 4	E 4	Aceptar			
2	r 2	d 8	r 2	r 2	r 2	r 2	r 2			
3	r 4	r 4	r 4	r 4	r 4	r 4	r 4			
4	E 1	E 1	d 4	E 2	d 5	d 6	E 3	9	2	3
5	r 6	r 6	r 6	r 6	r 6	r 6	r 6			
6	r 7	r 7	r 7	r 7	r 7	r 7	r 7			
7	E 1	E 1	d 4	E 2	d 5	d 6	E 3		10	3
8	E 1	E 1	d 4	E 2	d 5	d 6	E 3			11
9	d 7	E 4	E 4	d 12	E 4	E 4	E 3			
10	r 1	d 8	r 1	r 1	r 1	r 1	r 1			
11	r 3	r 3	r 3	r 3	r 3	r 3	r 3			
12	r 5	r 5	r 5	r 5	r 5	r 5	r 5			

## Métodos de recuperación de errores

Simplificación del método de nivel de frase

Ejemplo (Método de nivel de frase: simplificación)

2 / 4

Pila	Entrada	Acción
0	+ id * + n id) \$	<b>E 1</b> : insertar id
0	id + id * + n id) \$	<b>d 5</b>
0 <u>id 5</u>	+ id * + n id) \$	<b>r 6</b> F → id
0 <u>F 3</u>	+ id * + n id) \$	<b>r 4</b> T → F
0 <u>T 2</u>	+ id * + n id) \$	<b>r 2</b> E → T
0 <u>E 1</u>	+ id * + n id) \$	<b>d 7</b>
0 E 1 + 7	id * + n id) \$	<b>d 5</b>
0 E 1 + 7 <u>id 5</u>	* + n id) \$	<b>r 6</b> F → id
0 E 1 + 7 <u>F 3</u>	* + n id) \$	<b>r 4</b> T → F
0 E 1 + 7 <u>T 10</u>	* + n id) \$	<b>d 8</b>

## Métodos de recuperación de errores

Simplificación del método de nivel de frase

## Ejemplo (Método de nivel de frase: simplificación)

3 / 4

Pila	Entrada	Acción
0 E 1 + 7 T 10 * 8	+ n id) \$	<b>E 1</b> : insertar id
0 E 1 + 7 T 10 * 8	id + n id) \$	<b>d 5</b>
0 E 1 + 7 T 10 * 8 <u>id 5</u>	+ n id) \$	<b>r 6</b> F → id
0 E 1 + 7 T 10 * 8 <u>F 11</u>	+ n id) \$	<b>r 3</b> T → T * F
<u>0 E 1 + 7 T 10</u>	+ n id) \$	<b>r 1</b> E → E + T
0 E 1	+ n id) \$	<b>d 7</b>
0 E 1 + 7	n id) \$	<b>d 6</b>
0 E 1 + 7 n 6	id ) \$	<b>r 7</b> F → n

## Métodos de recuperación de errores

Simplificación del método de nivel de frase

Ejemplo (Método de nivel de frase: simplificación)

4 / 4)

Pila	Entrada	Acción
0 E 1 + 7 <u>F 3</u>	id ) \$	r 4 $T \rightarrow F$
0 E 1 + 7 T <u>10</u>	id ) \$	r 1 $E \rightarrow E + T$
0 E 1	id ) \$	E 4: eliminar id
0 E 1	) \$	E 2: eliminar )
0 E 1	\$	Aceptar

# PROCESADORES DE LENGUAJES

## TEMA V: ANÁLISIS ASCENDENTE

Prof. Dr. Nicolás Luis Fernández García

Departamento de Informática y Análisis Numérico  
Escuela Politécnica Superior de Córdoba  
Universidad de Córdoba