

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

Introducción

Descripción general

Ejemplo (Análisis sintáctico ascendente)

3 / 4)

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

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

|

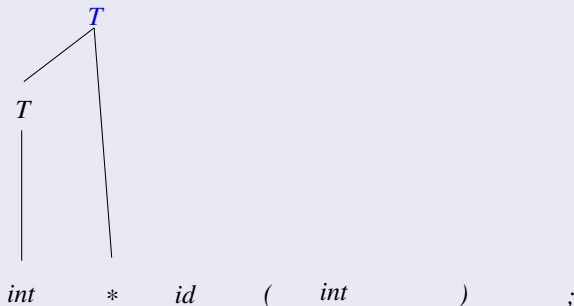
int * *id* (*int*) ;

Introducción

Descripción general

Ejemplo (Árbol sintáctico asociado a la derivación

3 / 6)

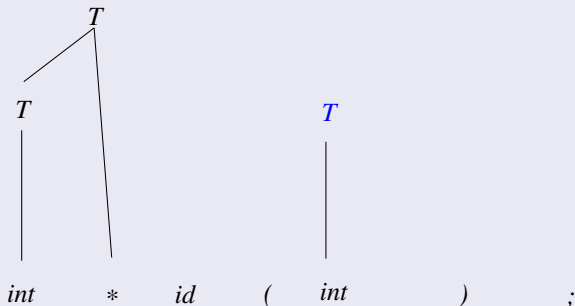


Introducción

Descripción general

Ejemplo (Árbol sintáctico asociado a la derivación

4 / 6)

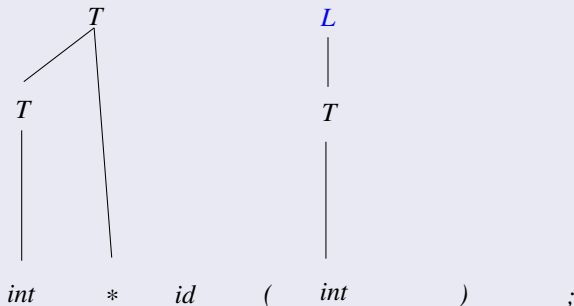


Introducción

Descripción general

Ejemplo (Árbol sintáctico asociado a la derivación

5 / 6)

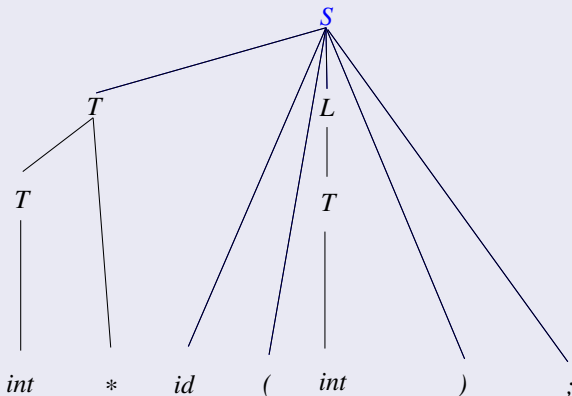


Introducción

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 γ , en la cual se encuentra β .

de forma que,

- al sustituir β por A en γ ,
- 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> $A \rightarrow \beta$
αA	$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
	int * id (int) ; \$	<i>desplazar</i> int
...
<i>T</i> id (int	) ; \$	<i>reducir</i> (3) <i>T</i> → int
<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
	id + id * id \$	<i>desplazar</i> id
id	+ id * id \$	<i>reducir</i> (4) $E \rightarrow \text{id}$
<i>E</i>	+ id * id \$	<i>desplazar</i> +
<i>E</i> +	id * id \$	<i>desplazar</i> id
<i>E</i> + id	* 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:

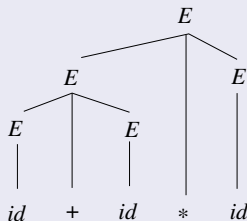
Pila	Entrada	Acción
$E + E$	* id \$	<i>reducir</i> (1) $E \rightarrow E + E$
E	* id \$	<i>desplazar</i> *
$E *$	id \$	<i>desplazar</i> id
$E * id$	\$	<i>reducir</i> (4) $E \rightarrow id$
$E * E$	\$	<i>reducir</i> (2) $E \rightarrow E * E$
E	\$	<i>ACEPTAR</i>

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:

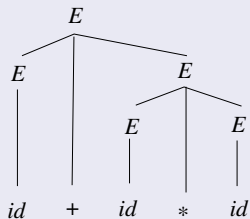
Pila	Entrada	Acción
$E + E$	* id \$	<i>desplazar</i> *
$E + E *$	id \$	<i>desplazar</i> id
$E + E * \mathbf{id}$	\$	<i>reducir</i> (4) $E \rightarrow \mathbf{id}$
$E + E * E$	\$	<i>reducir</i> (2) $E \rightarrow E * E$
$E + E$	\$	<i>reducir</i> (1) $E \rightarrow E + E$
E	\$	<i>ACEPTAR</i>

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

Introducción

Conflictos

Ejemplo (Gramática sin conflictos)

3 / 4)

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

Introducción

Conflictos

Ejemplo (Derivación por la derecha)

4 / 4

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

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

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

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

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

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

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

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

Introducción

Conflictos

Ejemplo (Creación ascendente del árbol sintáctico 1 / 9)

id + *id* * *id*

Introducción

Conflictos

Ejemplo (Creación ascendente del árbol sintáctico

2 / 9)

F

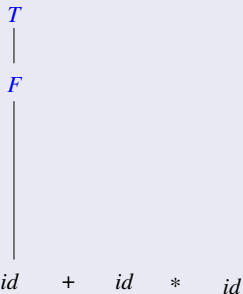
id + *id* * *id*

Introducción

Conflictos

Ejemplo (Creación ascendente del árbol sintáctico

3 / 9)

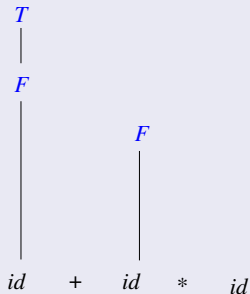


Introducción

Conflictos

Ejemplo (Creación ascendente del árbol sintáctico)

4 / 9

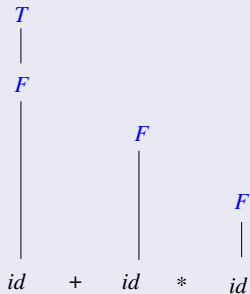


Introducción

Conflictos

Ejemplo (Creación ascendente del árbol sintáctico

5 / 9)

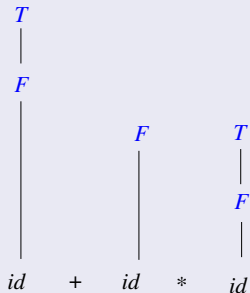


Introducción

Conflictos

Ejemplo (Creación ascendente del árbol sintáctico)

6 / 9

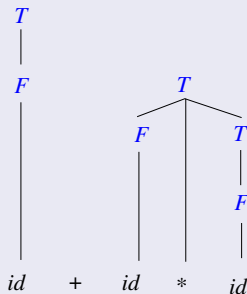


Introducción

Conflictos

Ejemplo (Creación ascendente del árbol sintáctico)

7 / 9

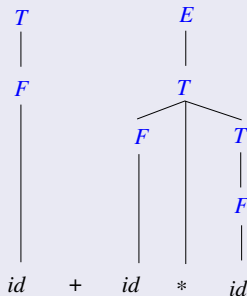


Introducción

Conflictos

Ejemplo (Creación ascendente del árbol sintáctico)

8 / 9

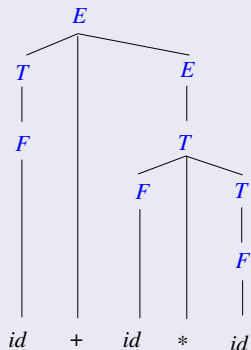


Introducción

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> $A \rightarrow \beta$
αA	$w \$$	
...	...	

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> $B \rightarrow \beta$
γB	$y \$$	
...	...	

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		
	σ_1	σ_2	...	σ_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 σ 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	$\sigma \sigma' \dots \$$	desplazar j
...s σj	$\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 **acción**[$s, \$$] = **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	$\sigma \dots \$$	E n

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	int * id (int) ; \$	<i>desplazar 3</i>
0 int 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 id 4	(int) ; \$	<i>desplazar 6</i>
0 T 2 id 4 (6	int) ; \$	<i>desplazar 3</i>
0 T 2 id 4 (6 int 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	\$	Aceptar

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

)

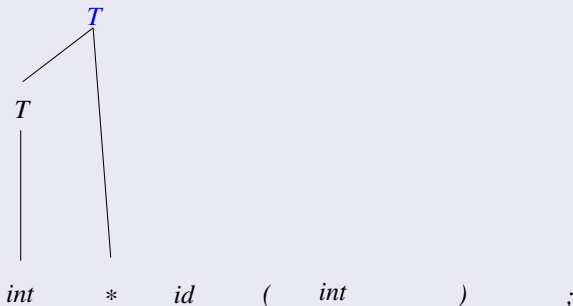
;

Introducción

Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

Ejemplo (Árbol sintáctico asociado a la derivación

3 / 6)

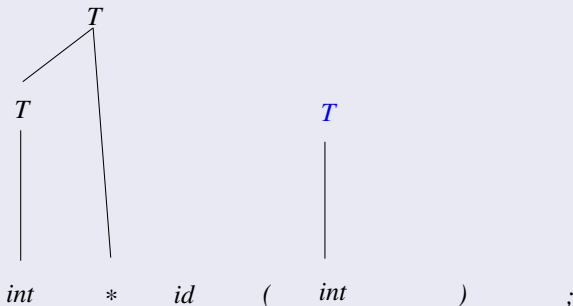


Introducción

Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

Ejemplo (Árbol sintáctico asociado a la derivación

4 / 6)

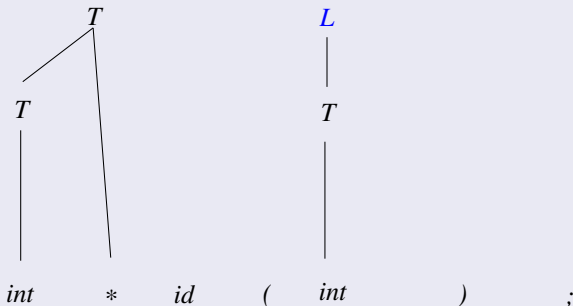


Introducción

Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

Ejemplo (Árbol sintáctico asociado a la derivación

5 / 6)

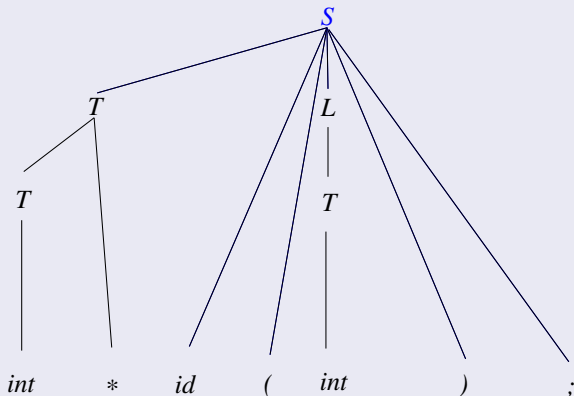


Introducción

Tabla de análisis sintáctico ascendente LR

Ejemplo (Árbol sintáctico asociado a la derivación

6 / 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

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

- β_1 : parte ya **analizada**.
- β_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 α .*

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 Ir_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

 $l_0 \leftarrow \text{clausura}(\{S' \rightarrow \bullet S\})$ $C \leftarrow \{l_0\} \wedge l_0 \text{ no marcado}$ **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 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 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**

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

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

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

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 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}**

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

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

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*.

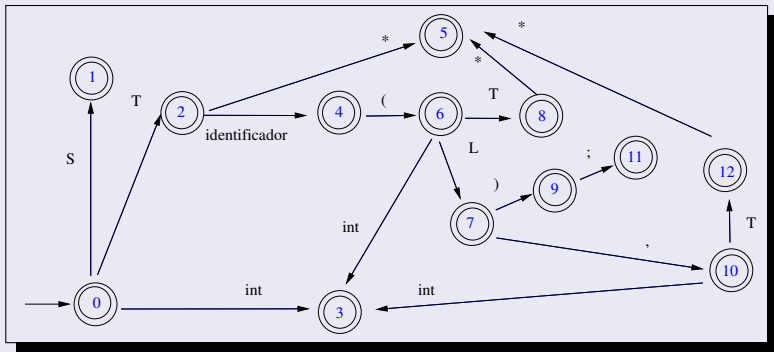
Análisis sintáctico ascendente SLR

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		
	σ_1	σ_2	...	σ_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 σ 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 $S' \rightarrow \bullet S \in I_i$; 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*

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

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

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

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

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

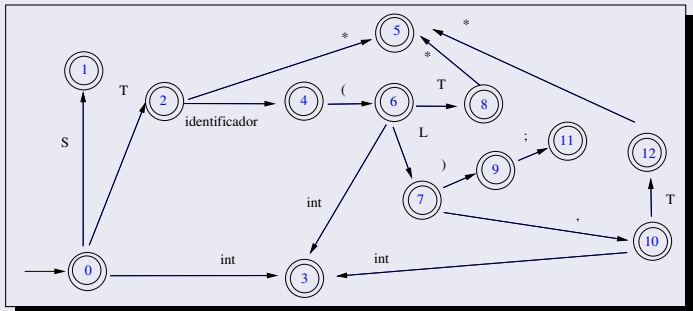
$$I_{12} = \{ L \rightarrow L , T \bullet , T \rightarrow T \bullet * \}$$

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>	int	\$
<i>S</i>	int	\$
<i>T</i>	int	id, *, “)”, “,”
<i>L</i>	int	“)” , “,”

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	\$	Aceptar

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

$$lr_a(I_2, X) = \emptyset \quad \forall X \in V$$

*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*

$$l_6 = \{ D \rightarrow \text{enum id } \{ L \bullet \} ;, L \rightarrow L \bullet , \text{id} \}$$

$$l_7 = \{ L \rightarrow \text{id} \bullet \}$$

$$l_8 = \{ D \rightarrow \text{enum id } \{ L \} \bullet ; \}$$

$$l_9 = \{ L \rightarrow L , \bullet \text{id} \}$$

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

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

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'	enum, ϵ	\$
S	enum, ϵ	\$, enum
D	enum	\$, enum
L	identificador	}, “,”

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							I _r -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 ϵ
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 $\exists A \rightarrow \alpha \bullet \in I_i \wedge \sigma \in \text{siguiente}(B)$

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 , $($, id y 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**

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

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 , $($, id y 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*

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

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

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** $l_3 = \{E \rightarrow \text{id} \bullet\}$

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

El conjunto l_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**

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

I_5 tendrá transiciones lr_a con E , $($, id y $número$.

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*

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

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**

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

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

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**

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

I_6 tendrá transiciones lr_a con E , $($, id y $número$.

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** I_6 : *tercera parte*

$$\begin{aligned}
 Ir_a(I_6, "(") &= clausura(\{E \rightarrow (\bullet E)\}) \\
 &= \{ \\
 &\quad E \rightarrow (\bullet E), E \rightarrow \bullet E + E, \\
 &\quad E \rightarrow \bullet E * E, E \rightarrow \bullet (E), \\
 &\quad E \rightarrow \bullet id, E \rightarrow \bullet \text{número} \\
 &\quad \} \\
 &= I_2
 \end{aligned}$$

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_9 : primera parte**

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

I_9 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*

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

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	\$		E
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

$$\begin{aligned} S &\Rightarrow_1 \underline{L} = R \\ &\Rightarrow_5 L = \underline{L} \\ &\Rightarrow_3 L = * \underline{R} \\ &\Rightarrow_5 L = * \underline{L} \\ &\Rightarrow_4 L = * \underline{id} \\ &\Rightarrow_4 \underline{id} = * id \end{aligned}$$

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*

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

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

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**

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

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

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

Análisis sintáctico ascendente SLR

Conflictos en el análisis sintáctico ascendente SLR

Ejemplo (2.- Gramática de sentencia de asignación 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*

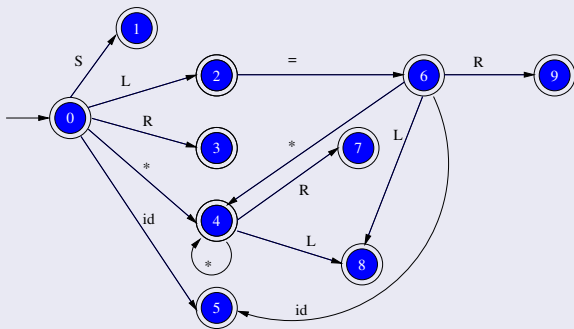
Estado	=	*	id	S	L	R
0		4	5	1	2	3
1						
2	6					
3						
4		4	5		8	7
5						
6		4	5		8	9
7						
8						
9						

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
S	*, identificador	\$
L	*, identificador	\$, =
R	*, identificador	\$, =

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

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

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

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

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

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

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

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

Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

Introducción

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

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

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

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

- Derivación por la derecha

$$S' \xRightarrow{+} \underbrace{\mathbf{a}}_{\alpha} \underbrace{C}_{A} \underbrace{\mathbf{a} \mathbf{d}}_w \xRightarrow{C \rightarrow \mathbf{a} C} \underbrace{\mathbf{a}}_{\alpha} \underbrace{\mathbf{a}}_{\beta_1} \underbrace{C}_{\beta_2} \underbrace{\mathbf{a} \mathbf{d}}_w$$

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 $X \in V = V_N \cup V_T$

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

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*

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

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

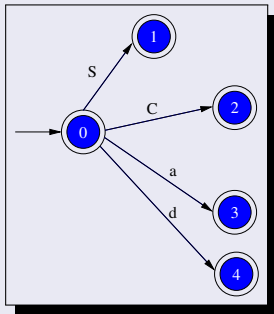
Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

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*

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

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

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

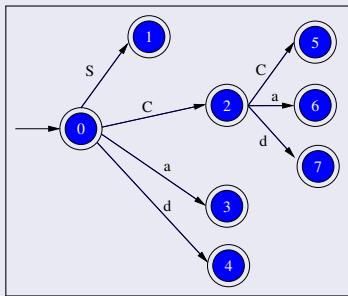
Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

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

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

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

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

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

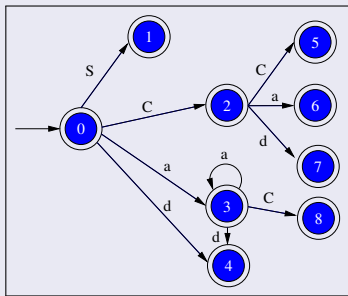
Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

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

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

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

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

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

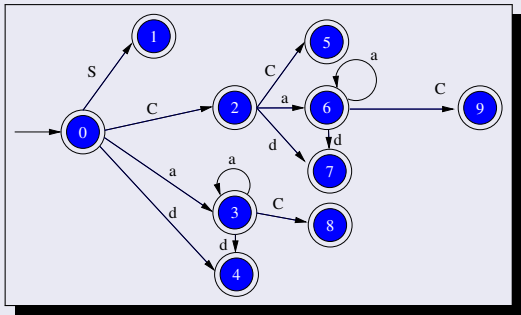
Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

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>	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				

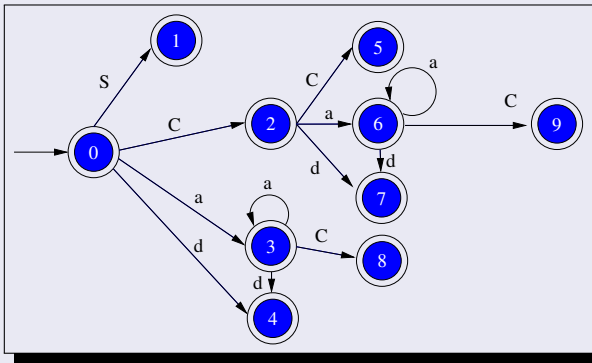
Análisis sintáctico ascendente LR-canónico

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 $l_0 = \text{clausura} (\{ [S' \rightarrow \bullet S, \$] \})$

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 I_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 σ 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 $[S' \rightarrow \bullet S, \$] \in I$; 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

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

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

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

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

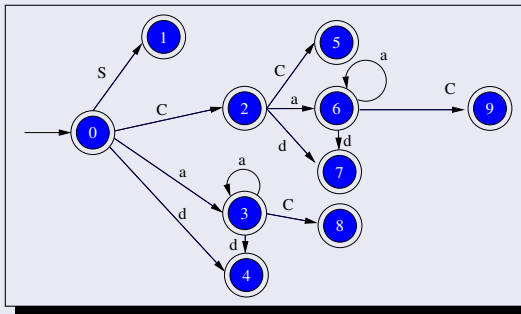
$$I_9 = \{ [C \rightarrow a C \bullet, \$] \}$$

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>	a	d	<i>S</i>	<i>C</i>
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 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) $L \rightarrow \text{identificador}$
 - (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

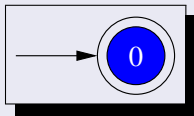
• Conjunto I_0

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

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 I_0 : segunda parte**

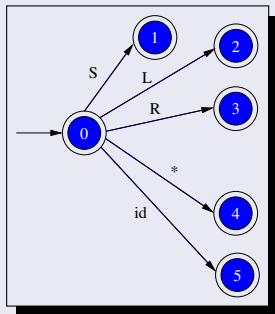
$$\begin{aligned}
 Ir_a(I_0, *) &= \text{clausura}(\{ [L \rightarrow * \bullet R, =, \$] \}) \\
 &= \{ \\
 &\quad [L \rightarrow * \bullet R, =, \$], [R \rightarrow \bullet L, =, \$], \\
 &\quad [L \rightarrow \bullet * R, =, \$], [L \rightarrow \bullet \text{id}, =, \$] \\
 &\quad \} \\
 &= I_4 \\
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

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

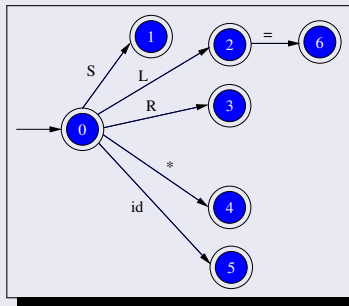
• Transiciones del conjunto I_2

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

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

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 I_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 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

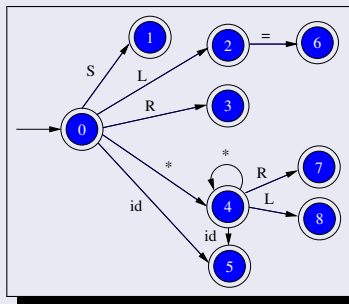
- **Transiciones del conjunto l_4 :** *tercera parte*

$$\begin{aligned}lr_a(l_4, *) &= \text{clausura}(\{ [L \rightarrow * \bullet R, =, \$] \}) \\ &= l_4\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}lr_a(l_4, \text{id}) &= \text{clausura}(\{ [L \rightarrow \text{id} \bullet, =, \$] \}) \\ &= l_5\end{aligned}$$

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 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*

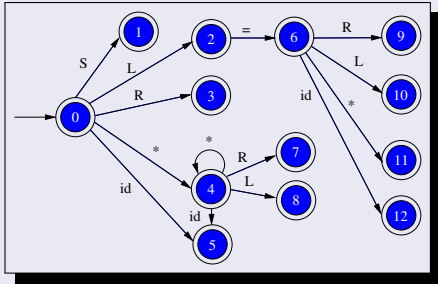
$$\begin{aligned}
 Ir_a(I_6, *) &= \text{clausura}(\{ [L \rightarrow * \bullet R, \$] \}) \\
 &= \{ \\
 &\quad [L \rightarrow * \bullet R, \$], [R \rightarrow \bullet L, \$], \\
 &\quad [L \rightarrow \bullet * R, \$], [L \rightarrow \bullet \text{id}, \$] \\
 &\quad \} \\
 &= I_{11} \\
 Ir_a(I_6, \text{id}) &= \text{clausura}(\{ [L \rightarrow \text{id} \bullet, \$] \}) \\
 &= \{ [L \rightarrow \text{id} \bullet, \$] \} \\
 &= I_{12}
 \end{aligned}$$

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 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*

$$\begin{aligned}lr_a(l_{11}, *) &= \text{clausura}(\{ [L \rightarrow * \bullet R, \$] \}) \\ &= l_{11}\end{aligned}$$

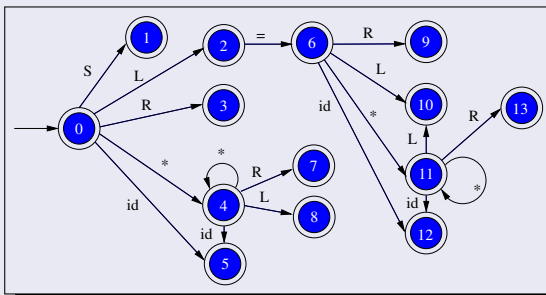
$$\begin{aligned}lr_a(l_{11}, \text{id}) &= \text{clausura}(\{ [L \rightarrow \text{identificador} \bullet, \$] \}) \\ &= l_{12}\end{aligned}$$

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*

$$I_{11} = \{ [L \rightarrow * \bullet R, \$], [R \rightarrow \bullet L, \$], \\ [L \rightarrow \bullet * R, \$], [L \rightarrow \bullet \text{id}, \$] \}$$

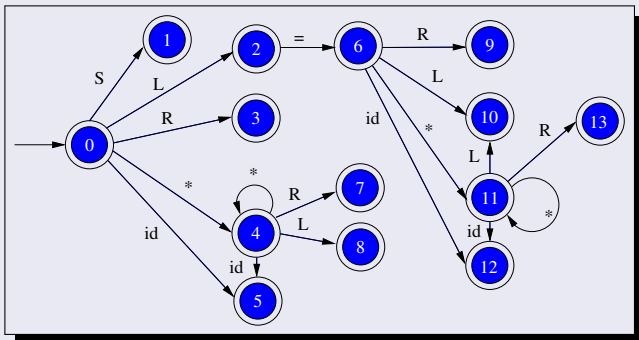
$$I_{12} = \{ [L \rightarrow \text{id} \bullet, \$] \}$$

$$I_{13} = \{ [L \rightarrow * R \bullet, \$] \}$$

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 id 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 id 12	\$	r 4 L → id
0 L 2 = 6 * 11 L 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**

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

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

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

$$l_8 = \{[D \rightarrow \text{enum id } \{ L \} \bullet ;, \$, \text{enum}]\}$$

$$\begin{aligned} \text{Ir}_a(l_8, ";") &= \text{clausura}(\{[D \rightarrow \text{enum id } \{L\}; \bullet, \$, \text{enum}]\}) \\ &= \{[D \rightarrow \text{enum id } \{ L \} ; \bullet, \$, \text{enum}]\} \\ &= l_{10} \end{aligned}$$

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 → ε
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 → 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**

$$I_i = \{ [A_1 \rightarrow \alpha_1 \bullet \beta_1, \sigma_1], \dots, [A_N \rightarrow \alpha_N \bullet \beta_N, \sigma_N] \}$$

$$I_j = \{ [A_1 \rightarrow \alpha_1 \bullet \beta_1, \sigma'_1], \dots, [A_N \rightarrow \alpha_N \bullet \beta_N, \sigma'_N] \}$$

$$\Downarrow$$

$$I_{i-j} = \{ [A_1 \rightarrow \alpha_1 \bullet \beta_1, \sigma_1, \sigma'_1], \dots, [A_N \rightarrow \alpha_N \bullet \beta_N, \sigma_N, \sigma'_N] \}$$

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 I_3 e I_6

$$I_3 = \{ [C \rightarrow a \bullet C, a, d], [C \rightarrow \bullet a C, a, d], [C \rightarrow \bullet d, a, d] \}$$

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

$$I_{3-6} = \{ [C \rightarrow a \bullet C, a, d, \$], [C \rightarrow \bullet a C, a, d, \$], [C \rightarrow \bullet d, a, d, \$] \}$$

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>	a	d	S	C
0	3-6	4-7	1	2
1				
2	3-6	4-7		5
3-6	3-6	4-7		8-9
4-7				
5				
8-9				

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.*

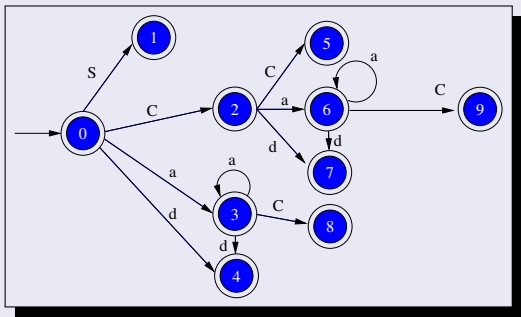
Análisis sintáctico ascendente LALR

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

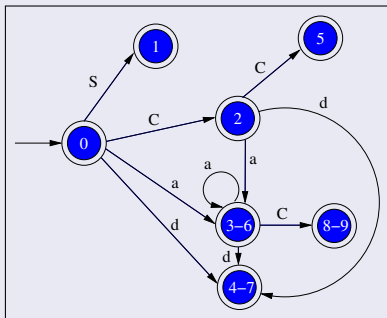
Colección canónica de elementos-LALR(1)

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*

Estado	Acción			lr-a	
	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		

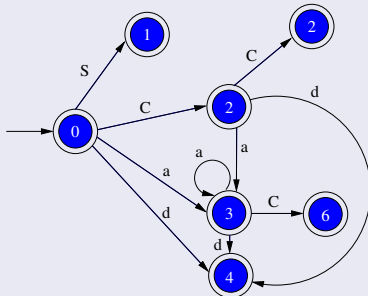
Análisis sintáctico ascendente LALR

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.- $lr_a(I_i, \sigma) = I_j$
- 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 I_p e I_q que se verifica que

$$I_{p-q} = \{[A \rightarrow \alpha \bullet, \sigma, \sigma'], [B \rightarrow \beta \bullet, \sigma, \sigma']\}$$

- 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

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

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 l_0 :** *segunda parte*

$$\begin{aligned}lr_a(l_0, \mathbf{b}) &= \text{clausura}(\{[S \rightarrow \mathbf{b} \bullet B \mathbf{d}, \$], [S \rightarrow \mathbf{b} \bullet A \mathbf{e}, \$]\}) \\ &= \{ \\ &\quad [S \rightarrow \mathbf{b} \bullet B \mathbf{d}, \$], [S \rightarrow \mathbf{b} \bullet A \mathbf{e}, \$], \\ &\quad [B \rightarrow \bullet \mathbf{c}, \mathbf{d}], [A \rightarrow \bullet \mathbf{c}, \mathbf{e}] \\ &\quad \} \\ &= l_3\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} Ir_a(I_3, A) &= clausura(\{[S \rightarrow \mathbf{b} A \bullet \mathbf{e}, \$]\}) \\ &= \{[S \rightarrow \mathbf{b} A \bullet \mathbf{e}, \$]\} \\ &= I_7 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(I_3, B) &= clausura(\{[S \rightarrow \mathbf{b} B \bullet \mathbf{d}, \$]\}) \\ &= \{[S \rightarrow \mathbf{b} B \bullet \mathbf{d}, \$]\} \\ &= I_8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ir_a(I_3, \mathbf{c}) &= clausura(\{[B \rightarrow \mathbf{c} \bullet, \mathbf{d}], [A \rightarrow \mathbf{c} \bullet, \mathbf{e}]\}) \\ &= \{[B \rightarrow \mathbf{c} \bullet, \mathbf{d}], [A \rightarrow \mathbf{c} \bullet, \mathbf{e}]\} \\ &= I_9 \end{aligned}$$

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** $l_9 = \{[B \rightarrow c \bullet, d], [A \rightarrow c \bullet, e]\}$

$$\forall X \in V \text{ Ir}_a(l_9, X) = \emptyset$$

El conjunto l_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) \$	E 1: insertar id
0	id + id * + n id) \$	d 5
0 <u>id 5</u>	+ id * + n id) \$	r 6 F → id
0 <u>F 3</u>	+ id * + n id) \$	r 4 T → F
0 <u>T 2</u>	+ id * + n id) \$	r 2 E → T
0 <u>E 1</u>	+ id * + n id) \$	d 7
0 E 1 + 7	id * + n id) \$	d 5
0 E 1 + 7 <u>id 5</u>	* + n id) \$	r 6 F → id
0 E 1 + 7 <u>F 3</u>	* + n id) \$	r 4 T → F
0 E 1 + 7 <u>T 10</u>	* + n id) \$	d 8

Métodos de recuperación de errores

Método de nivel de frase

Ejemplo (Recuperación de errores de nivel de frase 12 / 13)

Pila	Entrada	Acción
$0 E 1 + 7 T 10 * 8$	$+ n id) \$$	E 1: insertar id
$0 E 1 + 7 T 10 * 8$	$id + n id) \$$	d 5
$0 E 1 + 7 T 10 * 8 \underline{id 5}$	$+ n id) \$$	r 6 $F \rightarrow id$
$0 E 1 + 7 T 10 * 8 \underline{F 11}$	$+ n id) \$$	r 3 $T \rightarrow T * F$
$0 E 1 + 7 T 10$	$+ n id) \$$	r 1 $\rightarrow E + T$
$0 E 1$	$+ n id) \$$	d 7
$0 E 1 + 7$	$n id) \$$	d 6
$0 E 1 + 7 n 6$	$id) \$$	E 5: eliminar id

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) \$	E 1 : insertar id
0	id + id * + n id) \$	d 5
0 <u>id 5</u>	+ id * + n id) \$	r 6 F → id
0 <u>F 3</u>	+ id * + n id) \$	r 4 T → F
0 <u>T 2</u>	+ id * + n id) \$	r 2 E → T
0 <u>E 1</u>	+ id * + n id) \$	d 7
0 E 1 + 7	id * + n id) \$	d 5
0 E 1 + 7 <u>id 5</u>	* + n id) \$	r 6 F → id
0 E 1 + 7 <u>F 3</u>	* + n id) \$	r 4 T → F
0 E 1 + 7 <u>T 10</u>	* + n id) \$	d 8

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) \$	E 1 : insertar id
0 E 1 + 7 T 10 * 8	id + n id) \$	d 5
0 E 1 + 7 T 10 * 8 <u>id 5</u>	+ n id) \$	r 6 F → id
0 E 1 + 7 T 10 * 8 <u>F 11</u>	+ n id) \$	r 3 T → T * F
<u>0 E 1 + 7 T 10</u>	+ n id) \$	r 1 E → E + T
0 E 1	+ n id) \$	d 7
0 E 1 + 7	n id) \$	d 6
0 E 1 + 7 n 6	id) \$	r 7 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 → F
0 E 1 + 7 T <u>10</u>	id) \$	r 1 E → 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