



# 第4讲

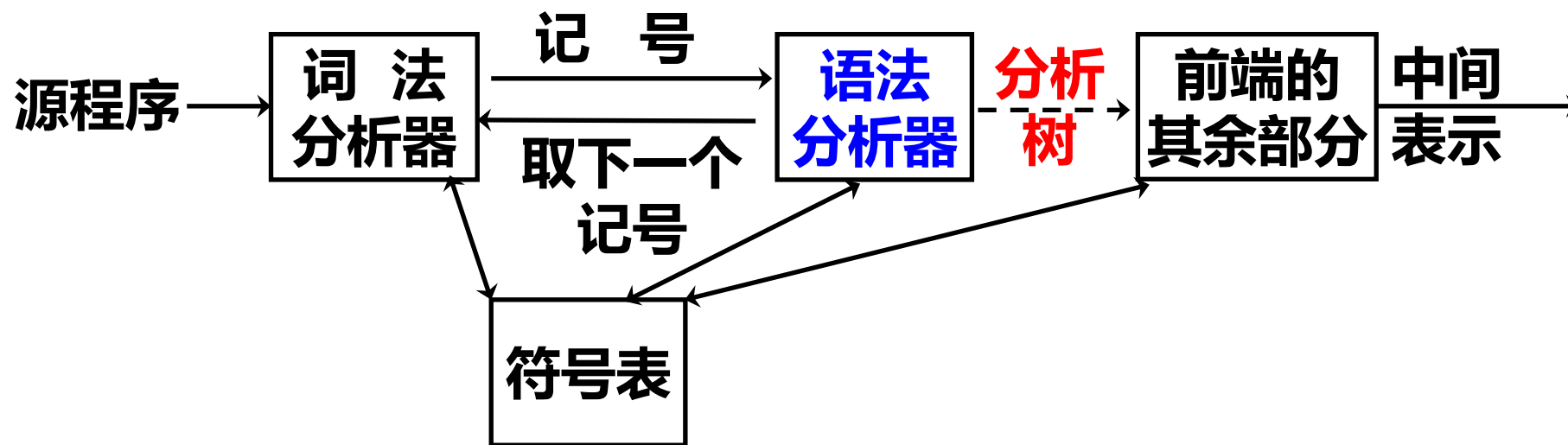
# 语法分析-自顶向下-LL(1)文法

李 诚

国家高性能计算中心(合肥)、信息与计算机国家级实验教学示范中心

计算机科学与技术学院

2023年09月18日



## • 自顶向下分析方法

- LL(1)文法
- 非递归预测分析方法

- 与递归下降法相似，但
  - 不会对若干产生式进行尝试
  - 没有回溯
  - 通过向前看一些记号来预测需要用到的产生式
- 此方法接受LL(k)文法
  - L-means “left-to-right” scan of input
  - L-means “leftmost derivation”
  - k-means “predict based on k tokens of lookahead”
  - In practice, LL(1) is used



- 对文法加什么样的限制可以保证没有回溯?

- 先定义两个和文法有关的函数

- $\text{FIRST}(\alpha) = \{a \mid \alpha \Rightarrow^* a..., a \in V_T\}$

- 意义：可从 $\alpha$ 推导得到的串的首符号的集合

- $\text{FOLLOW}(A) = \{a \mid S \Rightarrow^* ...A\textcolor{red}{a}..., a \in V_T\}$

- 意义：可能在推导过程中紧跟在A右边的终结符号的集合



# LL(1)文法: FIRST(X)



- 计算FIRST(X),  $X \in V_T \cup V_N$

- $X \in V_T$ ,  $\text{FIRST}(X) = \{X\}$

- $X \in V_N$  且  $X \rightarrow \epsilon$

则将  $\epsilon$  加入到 FIRST(X)

- $X \in V_N$  且  $X \rightarrow Y_1 Y_2 \dots Y_k$

- 如果  $a \in \text{FIRST}(Y_i)$  且  $\epsilon$  在  $\text{FIRST}(Y_1), \dots, \text{FIRST}(Y_{i-1})$  中, 则将  $a$  加入到  $\text{FIRST}(X)$

- 如果  $\epsilon$  在  $\text{FIRST}(Y_1), \dots, \text{FIRST}(Y_k)$  中, 则将  $\epsilon$  加入到 FIRST(X)

**FIRST集合只包括终结符和 $\epsilon$**



# 表达式文法：无左递归的



- 例  $E \rightarrow TE'$   
 $E' \rightarrow +TE' \mid \varepsilon$   
 $T \rightarrow FT'$   
 $T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon$   
 $F \rightarrow (E) \mid \text{id}$

$\text{FIRST}(F) = \{ (, \text{id} \}$

□  $X \in V_T, \text{FIRST}(X) = \{X\}$

□  $X \in V_N$  且  $X \rightarrow \varepsilon, \varepsilon \in \text{FIRST}(X)$

□  $X \in V_N$  且  $X \rightarrow Y_1 Y_2 \dots Y_k$

❖ 如果  $a \in \text{FIRST}(Y_i)$  且  $\varepsilon$  在  $\text{FIRST}(Y_1), \dots, \text{FIRST}(Y_{i-1})$  中, 则  $a \in \text{FIRST}(X)$

❖ 如果  $\varepsilon$  在  $\text{FIRST}(Y_1), \dots, \text{FIRST}(Y_k)$  中, 则  $\varepsilon \in \text{FIRST}(X)$



# 表达式文法：无左递归的



- 例  $E \rightarrow TE'$   
 $E' \rightarrow +TE' \mid \varepsilon$   
 $T \rightarrow FT'$   
 $T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon$   
 $F \rightarrow (E) \mid \text{id}$

- $\square X \in V_T, \text{FIRST}(X) = \{X\}$
- $\square X \in V_N \text{ 且 } X \rightarrow \varepsilon, \varepsilon \in \text{FIRST}(X)$
- $\square X \in V_N \text{ 且 } X \rightarrow Y_1 Y_2 \dots Y_k$ 
  - ❖ 如果  $a \in \text{FIRST}(Y_i)$  且  $\varepsilon$  在  $\text{FIRST}(Y_1), \dots, \text{FIRST}(Y_{i-1})$  中, 则  $a \in \text{FIRST}(X)$
  - ❖ 如果  $\varepsilon$  在  $\text{FIRST}(Y_1), \dots, \text{FIRST}(Y_k)$  中, 则  $\varepsilon \in \text{FIRST}(X)$

$$\text{FIRST}(F) = \{ (, \text{id} \} = \text{FIRST}(T) = \text{FIRST}(E)$$



# 表达式文法：无左递归的



- 例  $E \rightarrow TE'$   
 $E' \rightarrow +TE' \mid \varepsilon$   
 $T \rightarrow FT'$   
 $T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon$   
 $F \rightarrow (E) \mid \text{id}$

□  $X \in V_T, \text{FIRST}(X) = \{X\}$

□  $X \in V_N$  且  $X \rightarrow \varepsilon, \varepsilon \in \text{FIRST}(X)$

□  $X \in V_N$  且  $X \rightarrow Y_1 Y_2 \dots Y_k$

❖ 如果  $a \in \text{FIRST}(Y_i)$  且  $\varepsilon$  在  $\text{FIRST}(Y_1), \dots, \text{FIRST}(Y_{i-1})$  中, 则  $a \in \text{FIRST}(X)$

❖ 如果  $\varepsilon$  在  $\text{FIRST}(Y_1), \dots, \text{FIRST}(Y_k)$  中, 则  $\varepsilon \in \text{FIRST}(X)$

$\text{FIRST}(F) = \{ (, \text{id} \} = \text{FIRST}(T) = \text{FIRST}(E)$

$\text{FIRST}(E') = \{ +, \varepsilon \}$





# 表达式文法：无左递归的



- 例  $E \rightarrow TE'$   
 $E' \rightarrow +TE' \mid \varepsilon$   
 $T \rightarrow FT'$   
 $T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon$   
 $F \rightarrow (E) \mid \text{id}$

□  $X \in V_T, \text{FIRST}(X) = \{X\}$

□  $X \in V_N \underline{\text{且}} X \rightarrow \varepsilon, \varepsilon \in \text{FIRST}(X)$

□  $X \in V_N \underline{\text{且}} X \rightarrow Y_1 Y_2 \dots Y_k$

❖ 如果  $a \in \text{FIRST}(Y_i)$  且  $\varepsilon$  在  $\text{FIRST}(Y_1), \dots, \text{FIRST}(Y_{i-1})$  中, 则  $a \in \text{FIRST}(X)$

❖ 如果  $\varepsilon$  在  $\text{FIRST}(Y_1), \dots, \text{FIRST}(Y_k)$  中, 则  $\varepsilon \in \text{FIRST}(X)$

$\text{FIRST}(F) = \{ (, \text{id} \} = \text{FIRST}(T) = \text{FIRST}(E)$

$\text{FIRST}(E') = \{ +, \varepsilon \}$

$\text{FIRST}(T') = \{ *, \varepsilon \}$



# 表达式文法：无左递归的



- 例  $E \rightarrow TE'$   
 $E' \rightarrow +TE' \mid \varepsilon$   
 $T \rightarrow FT'$   
 $T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon$   
 $F \rightarrow (E) \mid \text{id}$

□  $X \in V_T, \text{FIRST}(X) = \{X\}$

□  $X \in V_N$  且  $X \rightarrow \varepsilon, \varepsilon \in \text{FIRST}(X)$

□  $X \in V_N$  且  $X \rightarrow Y_1 Y_2 \dots Y_k$

❖ 如果  $a \in \text{FIRST}(Y_i)$  且  $\varepsilon$  在  $\text{FIRST}(Y_1), \dots, \text{FIRST}(Y_{i-1})$  中, 则  $a \in \text{FIRST}(X)$

❖ 如果  $\varepsilon$  在  $\text{FIRST}(Y_1), \dots, \text{FIRST}(Y_k)$  中, 则  $\varepsilon \in \text{FIRST}(X)$

$\text{FIRST}(E) = \text{FIRST}(T) = \text{FIRST}(F) = \{ (, \text{id} \}$

$\text{FIRST}(E') = \{ +, \varepsilon \}$

$\text{FIRST}(T') = \{ *, \varepsilon \}$



# LL(1)文法: FOLLOW(A)



- 计算FOLLOW(A),  $A \in V_N$ 
  - $\$$ 加入到FOLLOW(A), 当A是开始符号,  $\$$ 是输入串的结束符号
  - 如果 $A \rightarrow \alpha B\beta$ , 则 $\text{FIRST}(\beta) - \{\epsilon\}$ 加入到FOLLOW(B)
  - 如果 $A \rightarrow \alpha B$ 或 $A \rightarrow \alpha B\beta$ 且 $\epsilon \in \text{FIRST}(\beta)$ , 则FOLLOW(A)加入到FOLLOW(B)



# 表达式文法：无左递归的



- 例  $E \rightarrow TE'$   
 $E' \rightarrow +TE' \mid \varepsilon$   
 $T \rightarrow FT'$   
 $T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon$   
 $F \rightarrow (E) \mid \text{id}$

- 当A是开始符号,  $\$ \in \text{FOLLOW}(A)$
- $A \rightarrow \alpha B\beta$ ,  $\text{FIRST}(\beta) - \{\varepsilon\} \subseteq \text{FOLLOW}(B)$
- $A \rightarrow \alpha B$  或  $A \rightarrow \alpha B\beta$  且  $\varepsilon \in \text{FIRST}(\beta)$ ,  
 $\text{FOLLOW}(A) \subseteq \text{FOLLOW}(B)$

$\text{FIRST}(E) = \text{FIRST}(T) = \text{FIRST}(F) = \{ (, \text{id} \}$

$\text{FIRST}(E') = \{ +, \varepsilon \}$

$\text{FIRST}(T') = \{ *, \varepsilon \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ ), \$ \}$



# 表达式文法：无左递归的



- 例  $E \rightarrow TE'$   
 $E' \rightarrow +TE' \mid \varepsilon$   
 $T \rightarrow FT'$   
 $T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon$   
 $F \rightarrow (E) \mid \text{id}$

- 当A是开始符号,  $\$ \in \text{FOLLOW}(A)$
- $A \rightarrow \alpha B\beta$ ,  $\text{FIRST}(\beta) - \{\varepsilon\} \subseteq \text{FOLLOW}(B)$
- $A \rightarrow \alpha B$  或  $A \rightarrow \alpha B\beta$  且  $\varepsilon \in \text{FIRST}(\beta)$ ,  $\text{FOLLOW}(A) \subseteq \text{FOLLOW}(B)$

$\text{FIRST}(E) = \text{FIRST}(T) = \text{FIRST}(F) = \{ (, \text{id} \}$

$\text{FIRST}(E') = \{ +, \varepsilon \}$

$\text{FIRST}(T') = \{ *, \varepsilon \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ ), \$ \} = \text{FOLLOW}(E')$



# 表达式文法：无左递归的



- 例  $E \rightarrow TE'$   
 $E' \rightarrow +TE' \mid \varepsilon$   
 $T \rightarrow FT'$   
 $T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon$   
 $F \rightarrow (E) \mid \text{id}$

- 当A是开始符号,  $\$ \in \text{FOLLOW}(A)$
- $A \rightarrow \alpha \underline{B\beta}, \text{FIRST}(\underline{\beta}) - \{\varepsilon\} \subseteq \text{FOLLOW}(B)$
- $A \rightarrow \alpha \underline{B}$  或  $A \rightarrow \alpha \underline{B\beta}$  且  $\varepsilon \in \text{FIRST}(\underline{\beta}),$   
 $\text{FOLLOW}(A) \subseteq \text{FOLLOW}(B)$

$\text{FIRST}(E) = \text{FIRST}(T) = \text{FIRST}(F) = \{ (, \text{id} \}$

$\text{FIRST}(E') = \{ +, \varepsilon \}$

$\text{FRIST}(T') = \{ *, \varepsilon \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ ), \$ \} = \text{FOLLOW}(E')$

$\text{FOLLOW}(T) = \{ +, ), \$ \}$



# 表达式文法：无左递归的



- 例  $E \rightarrow TE'$   
 $E' \rightarrow +TE' \mid \varepsilon$   
 $T \rightarrow FT'$   
 $T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon$   
 $F \rightarrow (E) \mid \text{id}$

- 当A是开始符号,  $\$ \in \text{FOLLOW}(A)$
- $A \rightarrow \alpha B\beta$ ,  $\text{FIRST}(\beta) - \{\varepsilon\} \subseteq \text{FOLLOW}(B)$
- $A \rightarrow \alpha B$  或  $A \rightarrow \alpha B\beta$  且  $\varepsilon \in \text{FIRST}(\beta)$ ,  $\text{FOLLOW}(A) \subseteq \text{FOLLOW}(B)$

$\text{FIRST}(E) = \text{FIRST}(T) = \text{FIRST}(F) = \{ (, \text{id} \}$

$\text{FIRST}(E') = \{ +, \varepsilon \}$

$\text{FRIST}(T') = \{ *, \varepsilon \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ ), \$ \} = \text{FOLLOW}(E')$

$\text{FOLLOW}(T) = \{ +, ), \$ \} = \text{FOLLOW}(T')$



# 表达式文法：无左递归的



- 例  $E \rightarrow TE'$   
 $E' \rightarrow +TE' \mid \varepsilon$   
 $T \rightarrow FT'$   
 $T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon$   
 $F \rightarrow (E) \mid \text{id}$

- 当A是开始符号,  $\$ \in \text{FOLLOW}(A)$
- $A \rightarrow \alpha \underline{B\beta}, \text{FIRST}(\underline{\beta}) - \{\varepsilon\} \subseteq \text{FOLLOW}(B)$
- $A \rightarrow \alpha \underline{B}$  或  $A \rightarrow \alpha \underline{B\beta}$  且  $\varepsilon \in \text{FIRST}(\underline{\beta}),$   
 $\text{FOLLOW}(A) \subseteq \text{FOLLOW}(B)$

$\text{FIRST}(E) = \text{FIRST}(T) = \text{FIRST}(F) = \{ (, \text{id} \}$

$\text{FIRST}(E') = \{ +, \varepsilon \}$

$\text{FRIST}(T') = \{ *, \varepsilon \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \{ ), \$ \} = \text{FOLLOW}(E')$

$\text{FOLLOW}(T) = \{ +, ), \$ \} = \text{FOLLOW}(T')$

$\text{FOLLOW}(F) = \{ *, +, ), \$ \}$





## • LL(1)文法的定义

任何两个产生式 $A \rightarrow \alpha / \beta$ 都满足下列条件:

- $\text{FIRST}(\alpha) \cap \text{FIRST}(\beta) = \emptyset$
- 若 $\beta \Rightarrow^* \varepsilon$ , 那么 $\text{FIRST}(\alpha) \cap \text{FOLLOW}(A) = \emptyset$



## • LL(1)文法的定义

任何两个产生式 $A \rightarrow \alpha / \beta$ 都满足下列条件:

- $\text{FIRST}(\alpha) \cap \text{FIRST}(\beta) = \emptyset$
- 若 $\beta \Rightarrow^* \varepsilon$ , 那么 $\text{FIRST}(\alpha) \cap \text{FOLLOW}(A) = \emptyset$

## • 该条件存在的必要性

- 容易理解
- 每次通过输入词法单元记号和FIRST集合匹配产生式的时候, 需要有唯一的选择



## • LL(1)文法的定义

任何两个产生式 $A \rightarrow \alpha / \beta$ 都满足下列条件:

- $\text{FIRST}(\alpha) \cap \text{FIRST}(\beta) = \emptyset$
- 若 $\beta \Rightarrow^* \varepsilon$ , 那么 $\text{FIRST}(\alpha) \cap \text{FOLLOW}(A) = \emptyset$

□ 假设 $\text{FIRST}(\alpha) \cap \text{FOLLOW}(A) = \{a\}$

$a \in \text{FIRST}(\alpha): A \Rightarrow^* a\alpha'$

$a \in \text{FOLLOW}(A): B \Rightarrow^* \dots A a \dots$



## • LL(1)文法的定义

任何两个产生式  $A \rightarrow \alpha / \beta$  都满足下列条件:

- $\text{FIRST}(\alpha) \cap \text{FIRST}(\beta) = \emptyset$
- 若  $\beta \Rightarrow^* \varepsilon$ , 那么  $\text{FIRST}(\alpha) \cap \text{FOLLOW}(A) = \emptyset$

□ 假设  $\text{FIRST}(\alpha) \cap \text{FOLLOW}(A) = \{a\}$

$a \in \text{FIRST}(\alpha): A \Rightarrow^* a\alpha'$

$a \in \text{FOLLOW}(A): B \Rightarrow^* \dots A a \dots$

由于  $\beta \Rightarrow^* \varepsilon$ , 所以遇到  $a$  时, 无法判断用哪一个产生式

- 可以用  $A \rightarrow \alpha$  来对  $A$  进行展开
- 亦可以用  $A \rightarrow \beta$  和  $\beta \Rightarrow^* \varepsilon$  最后把  $A$  消掉



## • LL(1)文法的定义

任何两个产生式  $A \rightarrow \alpha / \beta$  都满足下列条件:

- $\text{FIRST}(\alpha) \cap \text{FIRST}(\beta) = \emptyset$
- 若  $\beta \Rightarrow^* \varepsilon$ , 那么  $\text{FIRST}(\alpha) \cap \text{FOLLOW}(A) = \emptyset$

## □ 例如, 考虑下面文法

面临  $a\dots$  时, 第2步推导不知用哪个产生式

$$S \rightarrow A B$$

$$A \rightarrow a b \mid \varepsilon \quad a \in \text{FIRST}(ab) \cap \text{FOLLOW}(A)$$

$$B \rightarrow a C$$

$$C \rightarrow \dots$$



## • LL(1)文法的定义

任何两个产生式 $A \rightarrow \alpha / \beta$ 都满足下列条件:

- $\text{FIRST}(\alpha) \cap \text{FIRST}(\beta) = \emptyset$
- 若 $\beta \Rightarrow^* \varepsilon$ , 那么 $\text{FIRST}(\alpha) \cap \text{FOLLOW}(A) = \emptyset$

## • LL(1)文法有一些明显的性质

- 没有公共左因子
- 不是二义的
- 不含左递归



# 表达式文法：无左递归的



- 例  $E \rightarrow TE'$   
 $E' \rightarrow +TE' \mid \varepsilon$   
 $T \rightarrow FT'$   
 $T' \rightarrow *FT' \mid \varepsilon$   
 $F \rightarrow (E) \mid \text{id}$

$\text{FIRST}(E) = \text{FIRST}(T) = \text{FIRST}(F) = \{ (, \text{id} \}$

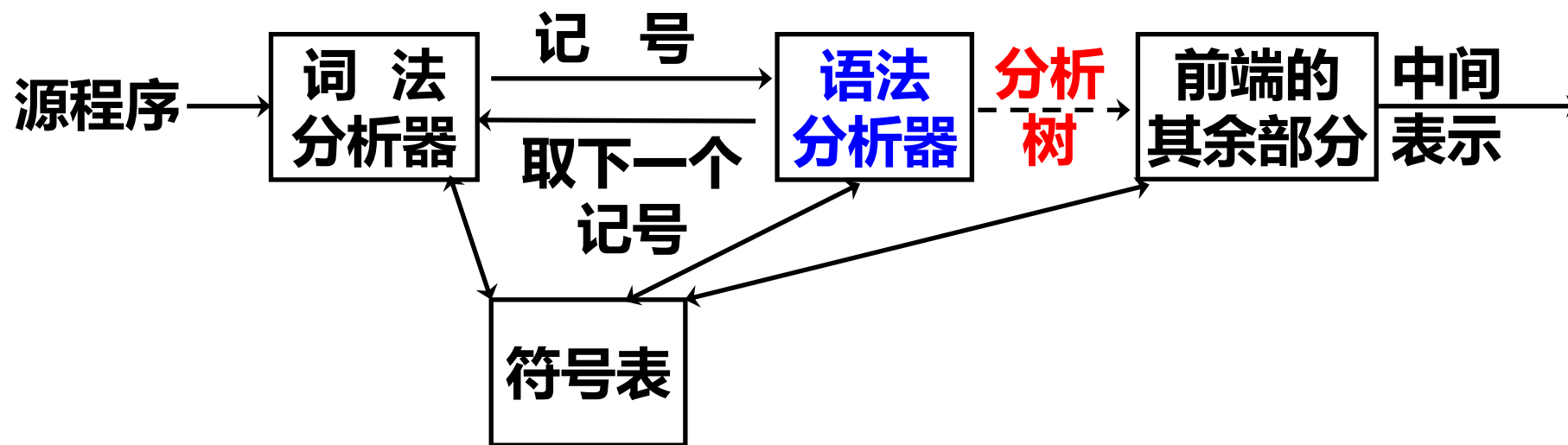
$\text{FIRST}(E') = \{ +, \varepsilon \}$

$\text{FIRST}(T') = \{ *, \varepsilon \}$

$\text{FOLLOW}(E) = \text{FOLLOW}(E') = \{ ), \$ \}$

$\text{FOLLOW}(T) = \text{FOLLOW}(T') = \{ +, ), \$ \}$

$\text{FOLLOW}(F) = \{ +, *, ), \$ \}$



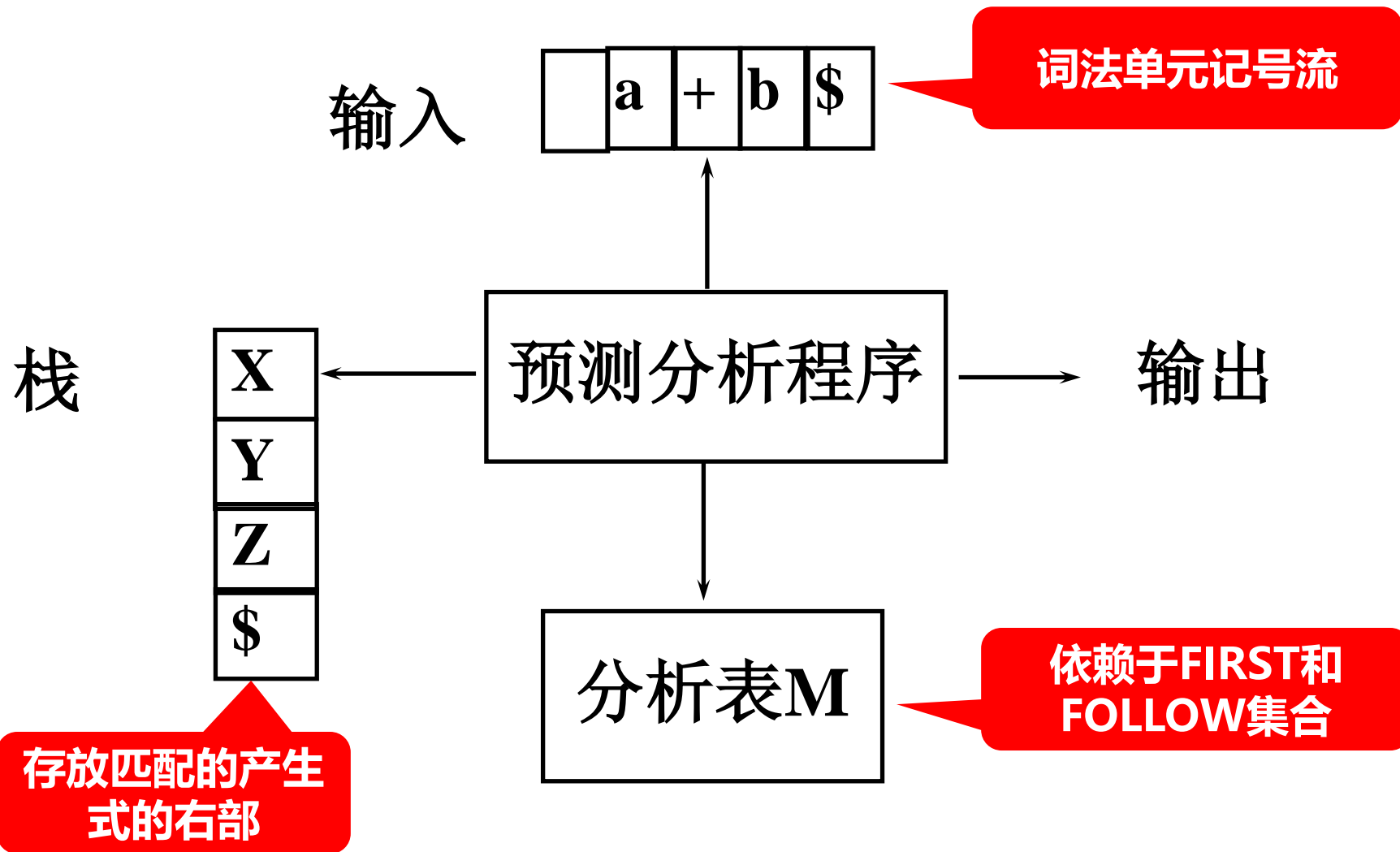
## • 自顶向下分析方法

- LL(1)文法
- 非递归预测分析方法





# 非递归的预测分析





- **对文法的每个产生式 $A \rightarrow \alpha$ ，执行(1)和(2)**
  - (1) 对 $\text{FIRST}(\alpha)$ 的每个终结符 $a$ ，把 $A \rightarrow \alpha$ 加入 $M[A, a]$
  - (2) 如果 $\varepsilon$ 在 $\text{FIRST}(\alpha)$ 中，对 $\text{FOLLOW}(A)$ 的每个终结符 $b$ （包括\$），把 $A \rightarrow \alpha$ 加入 $M[A, b]$

**$M$ 中其它没有定义的条目都是error**



# 预测分析表M的构造



- 行：非终结符；列：终结符或\$；单元：产生式

非终结符	输入符号					
	id	+	*	(	)	\$
$E$	$E \rightarrow TE'$			$E \rightarrow TE'$		
$E'$		$E' \rightarrow +TE'$			$E' \rightarrow \varepsilon$	$E' \rightarrow \varepsilon$
$T$	$T \rightarrow FT'$			$T \rightarrow FT'$		
$T'$		$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow *FT'$		$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow \varepsilon$
$F$	$F \rightarrow \text{id}$			$F \rightarrow (E)$		



## 预测分析器接受输入 $id * id + id$ 的前一部分动作

[illegible]





## 预测分析器接受输入 $id * id + id$ 的前一部分动作

栈	输 入	输 出
$\$E$	$id * id + id\$$	
$\$E'T$	$id * id + id\$$	$E \rightarrow TE'$
$\$E'T'F$	$id * id + id\$$	$T \rightarrow FT'$



## 预测分析器接受输入 $id * id + id$ 的前一部分动作

栈	输 入	输 出
$\$E$	$id * id + id\$$	
$\$E 'T$	$id * id + id\$$	$E \rightarrow TE '$
$\$E 'T 'F$	$id * id + id\$$	$T \rightarrow FT '$
$\$E 'T ' id$	$id * id + id\$$	$F \rightarrow id$



## 预测分析器接受输入id \* id + id的前一部分动作

栈	输 入	输 出
$\$E$	id * id + id\$	
$\$E'T$	id * id + id\$	$E \rightarrow TE'$
$\$E'T'F$	id * id + id\$	$T \rightarrow FT'$
$\$E'T'id$	id * id + id\$	$F \rightarrow id$
$\$E'T'$	* id + id\$	匹配id





## 预测分析器接受输入 $id * id + id$ 的前一部分动作

栈	输 入	输 出
$\$E$	$id * id + id\$$	
$\$E 'T$	$id * id + id\$$	$E \rightarrow TE'$
$\$E 'T 'F$	$id * id + id\$$	$T \rightarrow FT'$
$\$E 'T ' id$	$id * id + id\$$	$F \rightarrow id$
$\$E 'T '$	$* id + id\$$	
$\$E 'T 'F *$	$* id + id\$$	$T' \rightarrow *FT'$



## 预测分析器接受输入 $id * id + id$ 的前一部分动作

栈	输 入	输 出
$\$E$	$id * id + id\$$	
$\$E 'T$	$id * id + id\$$	$E \rightarrow TE '$
$\$E 'T 'F$	$id * id + id\$$	$T \rightarrow FT '$
$\$E 'T ' id$	$id * id + id\$$	$F \rightarrow id$
$\$E 'T '$	$* id + id\$$	
$\$E 'T 'F *$	$* id + id\$$	$T' \rightarrow *FT '$
$\$E 'T 'F$	$id + id\$$	



## 预测分析器接受输入 $\text{id} * \text{id} + \text{id}$ 的前一部分动作

栈	输 入	输 出
$\$E$	$\text{id} * \text{id} + \text{id}\$$	
$\$E'T$	$\text{id} * \text{id} + \text{id}\$$	$E \rightarrow TE'$
$\$E'T'F$	$\text{id} * \text{id} + \text{id}\$$	$T \rightarrow FT'$
$\$E'T'\text{id}$	$\text{id} * \text{id} + \text{id}\$$	$F \rightarrow \text{id}$
$\$E'T'$	$* \text{id} + \text{id}\$$	
$\$E'T'F*$	$* \text{id} + \text{id}\$$	$T' \rightarrow *FT'$
$\$E'T'F$	$\text{id} + \text{id}\$$	
$\$E'T'\text{id}$	$\text{id} + \text{id}\$$	$F \rightarrow \text{id}$



## 预测分析器接受输入 $\text{id} * \text{id} + \text{id}$ 的前一部分动作

栈	输 入	输 出
$\$E'T' \text{id}$	$\text{id} + \text{id}\$$	$F \rightarrow \text{id}$
$\$E'T'$	$+ \text{id}\$$	匹配id
$\$E'$	$+ \text{id}\$$	$T' \rightarrow \varepsilon$
$\$E'T+$	$+ \text{id}\$$	$E' \rightarrow +TE'$
$\$E'T+$	$\text{id}\$$	匹配+
$\$E'T'F$	$\text{id}\$$	$T \rightarrow FT'$
$\$E'T'\text{id}$	$\text{id}\$$	$F \rightarrow \text{id}$
$\$E'T'$	$\$$	匹配id



## 预测分析器接受输入 $id * id + id$ 的所有动作

栈	输 入	输 出
$\$E'T'$	\$	$T' \rightarrow \varepsilon$
$\$E'$	\$	$E' \rightarrow \varepsilon$
\$	\$	<b>Finished</b>



# 多重定义



例:  $stmt \rightarrow \text{if } expr \text{ then } stmt \text{ } e\_part \mid \text{other}$

$e\_part \rightarrow \text{else } stmt \mid \epsilon \quad expr \rightarrow b$

非终结符	输入符号			
	other	$b$	else	...
$stmt$	$stmt \rightarrow \text{other}$			
$e\_part$			$e\_part \rightarrow$ $\text{else } stmt$ $e\_part \rightarrow \epsilon$	
$expr$		$expr \rightarrow b$		

多重定义条目意味着文法左递归或者是二义的



例：删去 $e\_part \rightarrow \epsilon$ ，这正好满足else和近的then配对

LL(1)文法：预测分析表无多重定义的条目

非终结符	输入符号			
	other	$b$	else	...
$stmt$	$stmt \rightarrow other$			
$e\_part$			$e\_part \rightarrow$ else $stmt$ <del><math>e\_part \rightarrow \epsilon</math></del>	
$expr$		$expr \rightarrow b$		

2023年秋季学期 《编译原理和技术》



# 一起努力 打造国产基础软硬件体系！

李 诚

国家高性能计算中心(合肥)、信息与计算机国家级实验教学示范中心

计算机科学与技术学院

2023年09月18日