

构造 LL(1) 文法

例1: 已知文法 $G[A]$: $A \rightarrow aAB \mid a$
 $B \rightarrow bB \mid d$

求 $G[A]$ 等价的 LL(1) 文法 $G'[A]$

过程: 先消除左递归和回溯, 得到改造后的文法 $G'(A)$

$A \rightarrow aA'$

$A' \rightarrow AB \mid \epsilon$

$B \rightarrow dB'$

$B' \rightarrow bB' \mid \epsilon$

再求 First 集和 Follow 集

$\text{First}(A) = \{a\}$

$\text{Follow}(A) = \{\#, d\}$

$\text{First}(A') = \{a, \epsilon\}$

$\text{Follow}(A') = \{\#, d\}$

$\text{First}(B) = \{d\}$

$\text{Follow}(B) = \{1\}$

$\text{First}(B') = \{b, \epsilon\}$

$\text{Follow}(B') = \{1\}$

最后构造 LL(1) 分析表

行为非终结符 列为终结符

	a	b	1	d	#
A	$A \rightarrow aA'$				
A'	$A' \rightarrow AB \mid \epsilon$				
B				$B \rightarrow dB'$	
B'		$B' \rightarrow bB' \mid \epsilon$			

对于推导式 $X \rightarrow ?$, 若推导式右侧结果为空, 则去 Follow 集中找到 $\text{Follow}(X)$, 表达式填入行为 X, 列为

$\text{Follow}(X)$ 中元素的位置, 如例1中 $A' \rightarrow \epsilon$, $\text{Follow}(A') = \{\#, d\}$, 则在 (A', d) , $(A', \#)$ 中填写 $A' \rightarrow \epsilon$

若 $X \rightarrow ?$ 推导式右侧结果不为空, 则在行为 X , 列为 $\text{First}(?)$ 处填写表达式
 $X \rightarrow ?$. 如 $A \rightarrow aA'$, 在 (A, a) 处填写 $A \rightarrow aA'$

判断 LL(1) 文法: 设原文法 $G[S]$

① 若在改造后的文法为 $G'[S]$, 其中存在推导式 $(*)$

$(*) A \rightarrow \alpha | \beta$, 且 α, β 不能为空串

需满足 $\text{First}(\alpha) \cap \text{First}(\beta) = \emptyset$

② 若在改造后的文法 $G'[S]$ 中
存在推导式 $(**)$, 则要满足: $\text{First}(\gamma) \cap \text{Follow}(A) = \emptyset$

$(**): A \rightarrow \gamma | \epsilon$, 且 γ 不能为空串

满足如上推导式的文法 $G[S]$ 为 LL(1) 文法

如例 1 中:

$$\text{First}(A) \cap \text{Follow}(A') = \{a\} \cap \{\#, d\} = \emptyset$$

$$\text{First}(b) \cap \text{Follow}(B') = \{b\} \cap \{i\} = \emptyset$$

所以例 1 中的文法 $G[A]$ 是 LL(1) 文法

例2: 将下列文法改造为LL(1)文法

$$G[V]: V \rightarrow N | N[E]$$

$$E \rightarrow v | v + E$$

$$N \rightarrow i$$

消除回溯

$$V \rightarrow NV'$$

$$V' \rightarrow \varepsilon | [E]$$

$$E \rightarrow VE'$$

$$E' \rightarrow \varepsilon | +E$$

$$N \rightarrow i$$

求First集, Follow集

$$\text{First}(V) = \{i\}$$

$$\text{First}(V') = \{\varepsilon, [\}$$

$$\text{First}(E) = \{i\}$$

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

$$\text{First}(N) = \{i\}$$

$$\text{Follow}(V) = \{\#, +\}$$

$$\text{Follow}(V') = \{\#, +\}$$

$$\text{Follow}(E) = \{]\}$$

$$\text{Follow}(E') = \{]\}$$

$$\text{Follow}(N) = \{[, \#, +\}$$

对于

$$V' \rightarrow \varepsilon | [E]$$

$$\text{First}(\varepsilon) \cap \text{First}(['E']) = \emptyset$$

$$\text{Follow}(V') \cap \text{First}(['E'])$$

$$= \{\#, +\} \cap \{[\} = \emptyset$$

对于

$$E' \rightarrow \varepsilon | +E$$

$$\text{First}(\varepsilon) \cap \text{First}(['+']) = \emptyset$$

$$\text{Follow}(E') \cap \text{First}(['+'])$$

$$= \{+\} \cap \{]\} = \emptyset$$

$G'[V]$ 符合LL(1)文法

例3: 对于例1中的文法, 给出输入串 $aadl\#$ 分析过程

符号栈	当前输入符号	输入串
推导式 (反看压) $\# A$	a	$a d l \#$
$\# A' a$	a	$a d l \#$
$\# A'$	a	$d l \#$
$\# l B A$	a	$d l \#$
$\# l B A' a$	a	$d l \#$
$\# l B A'$	d	$l \#$
$\# l B$	d	$l \#$
$\# l B' d$	d	$l \#$
$\# l B'$	l	$\#$
$\# l$	l	$\#$
$\#$	$\#$	

求 select 集:

$$\text{select}(A \rightarrow \alpha)$$

若 α 推不出 ε , 则 $\text{select}(A \rightarrow \alpha) = \text{First}(\alpha)$

若 α 可推出 ε , 则 $\text{select}(A \rightarrow \alpha) = (\text{First}(\alpha) - \{\varepsilon\}) \cup \text{Follow}(A)$

可以修正例 1 中:

$$\text{select}(A' \rightarrow AB1) = \text{First}(A) = \{a\}$$

$$\text{select}(A' \rightarrow \varepsilon) = \{\#, d\}$$

$$\text{select}(A' \rightarrow AB1) \cap \text{select}(A' \rightarrow \varepsilon) = \emptyset$$

$$\text{select}(B' \rightarrow bB') = \{b\}$$

$$\text{select}(B' \rightarrow \varepsilon) = \{1\}$$

$$\text{select}(B' \rightarrow bB') \cap \text{select}(B' \rightarrow \varepsilon) = \emptyset$$

进而判断 LL(1) 文法的另一个等价条件为:

对任意一个
若存在的 $A \rightarrow \alpha \mid \beta$ 类表达式,

且要满足 $\text{select}(A \rightarrow \alpha) \cap \text{select}(A \rightarrow \beta) = \emptyset$