

第 5 章 自顶向下语法分析方法

第 1 题：对文法 $G[S] \ S \rightarrow a|\wedge|(T) \ T \rightarrow T,S|S$

- (1) 给出 $(a,(a,a))$ 和 $((a,a),\wedge,(a)),a$ 的最左推导。
- (2) 对文法 G ，进行改写，然后对每个非终结符写出不带回溯的递归子程序。
- (3) 经改写后的文法是否是 $LL(1)$ 的？给出它的预测分析表。
- (4) 给出输入串 $(a,a)\#$ 的分析过程，并说明该串是否为 G 的句子。

答案：

- (1) 对 $(a,(a,a))$ 的最左推导为：

$$\begin{aligned} S &\Rightarrow (T) \ (T,S) \\ &\Rightarrow (S,S) \\ &\Rightarrow (a,S) \\ &\Rightarrow (a,(T)) \\ &\Rightarrow (a,(T,S)) \\ &\Rightarrow (a,(S,S)) \\ &\Rightarrow (a,(a,S)) \\ &\Rightarrow (a,(a,a)) \end{aligned}$$

对 $((a,a),\wedge,(a)),a$ 的最左推导为：

$$\begin{aligned} S &\Rightarrow (T) \ (T,S) \\ &\Rightarrow (S,S) \\ &\Rightarrow ((T),S) \\ &\Rightarrow ((T,S),S) \\ &\Rightarrow ((T,S,S),S) \\ &\Rightarrow ((S,S,S),S) \\ &\Rightarrow (((T),S,S),S) \\ &\Rightarrow (((T,S),S,S),S) \\ &\Rightarrow (((S,S),S,S),S) \\ &\Rightarrow (((a,S),S,S),S) \\ &\Rightarrow (((a,a),S,S),S) \\ &\Rightarrow (((a,a), \ \wedge \ ,S),S) \\ &\Rightarrow (((a,a), \ \wedge \ ,(T)),S) \\ &\Rightarrow (((a,a),\wedge,(S)),S) \end{aligned}$$

$\Rightarrow(((a,a),\wedge,(a)),S)$

$\Rightarrow(((a,a),\wedge,(a)),a)$

(2) 改写文法为:

0) $S \rightarrow a$

1) $S \rightarrow \wedge$

2) $S \rightarrow (T)$

3) $T \rightarrow S N$

4) $N \rightarrow , S N$

5) $N \rightarrow \epsilon$

非终结符	FIRST 集	FOLLOW 集
S	{a,	{#,,,)}
T	{a,	{
N	{,,	{

对左部为 N 的产生式可知:

FIRST ($\rightarrow, S N$) = { , }

FIRST ($\rightarrow \epsilon$) = { ϵ }

FOLLOW (N) = { }

由于 $SELECT(N \rightarrow, S N) \cap SELECT(N \rightarrow \epsilon) = \{ , \} \cap \{ \} = \emptyset$

所以文法是 LL(1)的。 预测分析表

(Predicting Analysis Table)

	a	\wedge	()	,	#
S	\rightarrow	\rightarrow	$\rightarrow($			
T	$\rightarrow S N$	$\rightarrow S N$	$\rightarrow S N$			
N				\rightarrow	$\rightarrow, S N$	

也可由预测分析表中无多重入口判定文法是 LL(1)的。

栈 (STACK)	当前输入符 (CUR_CHAR)	剩余输入符 (INOUT_STRING)	所用产生式 (OPERATION)
#S	(a,a)#	$S \rightarrow (T)$
#)T(a,a)#	
#)T	(,a)#	$T \rightarrow S N$
#)NS		,a)#	$S \rightarrow a$
#)Na	a	,	
#)N		a	$N \rightarrow , S N$
#)NS,	a)	

第2题: 已知文法G[S]:

$S \rightarrow aH$

$H \rightarrow aMd|d$

$M \rightarrow Ab|\epsilon$

$A \rightarrow aM|e$

判断G[S]是否为LL (1) 文法, 若是, 请构造相应的LL (1) 预测分析表。

答案:

非终结符	FIRST集	FOLLOW集
S	{ a }	{ # }
H	{ a,d }	{ # }
M	{ a,e, ϵ }	{ d,b }
A	{ a,e }	{ b }

由于 $\text{select}(H \rightarrow aMd) \cap \text{select}(H \rightarrow d) = \{a\} \cap \{d\} = \emptyset$

$\text{select}(M \rightarrow Ab) \cap \text{select}(M \rightarrow \epsilon) = \{a,e\} \cap \{b,d\} = \emptyset$

$\text{select}(A \rightarrow aM) \cap \text{select}(A \rightarrow \epsilon) = \{a\} \cap \{e\} = \emptyset$

所以该文法是LL(1)文法。

构造相应的LL(1)预测分析表。

	a	d	b	e	#
S	$\rightarrow aH$				
H	$\rightarrow aMd$	$\rightarrow d$			
M	$\rightarrow Ab$	$\rightarrow \epsilon$	$\rightarrow \epsilon$	$\rightarrow Ab$	
A	$\rightarrow aM$			$\rightarrow e$	

第2题:

设有文法 G[A]的产生式集为:

$A \rightarrow BaC|CbB$

$B \rightarrow Ac|c$

$C \rightarrow Bb|b$

试消除 G[A]的左递归。

答案:

提示: 不妨以 A、B、C 排序.先将 A 代入 B 中, 然后消除 B 中左递归; 再将 A、B 代入 C 中。再消除 C 中左递归。

最后结果为:G[A]:

$A \rightarrow BaC|CbB$ $B \rightarrow CbBcB'|cB'$ $B' \rightarrow aCcB'$

$C \rightarrow cB'bC'|bC$ $C' \rightarrow bBcB'bC'|\epsilon$

第4题：文法G[E]:E \rightarrow Aa|bA \rightarrow EBB \rightarrow ab

- 1.试对G[E]进行改写，并判断改写后的文法是否为LL(1)文法?
- 2.对于一个文法若消除左递归，提取了左公共因子后是否一定为LL(1)文法?

答案:

1.文法G[E]隐含有关于E的左递归所以不是LL(1)文法，现进行改写。

第1种改写:

(1)用A的产生式右部替换E的产生式右部的A得:

E \rightarrow EBA|bB \rightarrow ab

(2)消除左递归后文法变为:

E \rightarrow bNN \rightarrow BaN| ϵ B \rightarrow ab

(3)由相同左部的产生式可知:

 $\text{FIRST}(\text{BaN}) \cap \text{FOLLOW}(N) = \{a\} \cap \{\#\} = \emptyset$

所以该文法是LL(1)文法。

第2种改写:

(1)用E的产生式右部替换A的产生式右部的E得:

E \rightarrow Aa|bA \rightarrow AaB|bBB \rightarrow ab

(2)消除左递归后文法变为:

E \rightarrow Aa|bA \rightarrow bBNN \rightarrow aBN| ϵ B \rightarrow ab

(3)由相同左部的产生式可知:

 $\text{FIRST}(\text{Aa}) \cap \text{FIRST}(b) = \{b\} \cap \{b\} = \{b\} \neq \emptyset$ $\text{FIRST}(\text{aBN}) \cap \text{FOLLOW}(N) = \{a\} \cap \{a\} = \{a\} \neq \emptyset$

所以该文法不是LL(1)文法。

2.由本题可以说明一个文法若消除左递归，提取了左公共因子后不一定为LL(1)文法。

第5题：对于一个文法若消除了左递归，提取了左公共因子后是否一定为 LL(1)文法?试对下面文法进行改写，并对改写后的文法进行判断。

G: $A \rightarrow baB | \epsilon$

$B \rightarrow Abb | a$

答案：

(1) 先改写文法为：

0) $A \rightarrow baB$

1) $A \rightarrow \epsilon$

2) $B \rightarrow baBbb$

3) $B \rightarrow bb$

4) $B \rightarrow a$

再改写文法为：

0) $A \rightarrow baB$

1) $A \rightarrow \epsilon$

2) $B \rightarrow bN$

3) $B \rightarrow a$

4) $N \rightarrow aBbb$

5) $N \rightarrow b$

	FIRST	FOLLOW
A	{b}	{#}
B	{b,a}	{#,b}
N	{b,a}	{#,b}

预测分析表：

	a	b	#
A		$\rightarrow baB$	$\rightarrow \epsilon$
B	$\rightarrow a$	$\rightarrow bN$	
N	$\rightarrow aBbb$	$\rightarrow b$	

由预测分析表中无多重入口判定文法是 LL(1)的。