

3. 消除下列文法 $G[S]$ 的左递归性。

$$(1) S \rightarrow (L) \mid a \quad L \rightarrow L, S \mid S$$

解:

对 $L \rightarrow L, S \mid S$ 改造为: $L \rightarrow S L' \quad L' \rightarrow , S L' \mid \varepsilon$

故, 消除左递归后的文法为:

$$S \rightarrow (L) \mid a$$

$$L \rightarrow S L'$$

$$L' \rightarrow , S L' \mid \varepsilon$$

$$(2) S \rightarrow AS \quad S \rightarrow b \quad A \rightarrow SA \quad A \rightarrow a$$

解: 将 S 产生式代入到 A 产生式, 得: $A \rightarrow ASA$

$$A \rightarrow bA$$

$$A \rightarrow a$$

改造为: $A \rightarrow bAA' \mid aA'$

$$A' \rightarrow SAA' \mid \varepsilon$$

结果:

$$S \rightarrow AS \mid b$$

$$A \rightarrow bAA' \mid aA'$$

$$A' \rightarrow SAA' \mid \varepsilon$$

$$(3) S \rightarrow Aa \mid b \quad A \rightarrow SB \quad B \rightarrow ab$$

解:

改写方法 1: 用 A 规则的右部替换 S 规则右部的 A 得

$$S \rightarrow SBa \mid b$$

$$B \rightarrow ab$$

消除左递归后的文法为

$$S \rightarrow bS'$$

$$S' \rightarrow BaS' \mid \varepsilon$$

$$B \rightarrow ab$$

改写方法 2: 用 S 规则的右部替换 A 规则右部的 S 得

$$S \rightarrow Aa \mid b$$

$$A \rightarrow AaB \mid bB$$

$$B \rightarrow ab$$

消除左递归后的文法为

$$S \rightarrow Aa \mid b$$

$$A \rightarrow bBA'$$

$$A' \rightarrow aBA' \mid \varepsilon$$

$$B \rightarrow ab$$

4. 设已给文法 $S \rightarrow SaB$

$S \rightarrow bB$

$A \rightarrow S$

$A \rightarrow a$

$B \rightarrow Ac$

(1) 求出各个 FIRST 集和 FOLLOW 集；

(2) 将它改写为 LL(1) 文法。

(3) 构造相应的 LL(1) 分析表。

(4) 给出句子 bac 的分析过程。

解: (1)

产生式	FIRST 集	Follow 集
$S \rightarrow SaB$	$\{b\}$	$\{\$, a, c\}$
$S \rightarrow bB$	$\{b\}$	
$A \rightarrow S$	$\{b\}$	$\{c\}$
$A \rightarrow a$	$\{a\}$	
$B \rightarrow Ac$	$\{a, b\}$	$\{\$, a, c\}$

(2) 将 $S \rightarrow SaB$, $S \rightarrow bB$, 消除左递归, 得:

$S \rightarrow bBS'$

$S' \rightarrow aBS' \mid \epsilon$

求各个 FIRST 集和 FOLLOW 集:

产生式	FIRST 集	FOLLOW 集
$S \rightarrow bBS'$	$\{b\}$	$\{\$, \epsilon\}$
$S' \rightarrow aBS'$	$\{a\}$	$\{\$, c\}$
$S' \rightarrow \epsilon$	$\{\epsilon\}$	
$A \rightarrow S$	$\{b\}$	$\{c\}$
$A \rightarrow a$	$\{a\}$	
$B \rightarrow AC$	$\{a, b\}$	$\{\$, c, a\}$

对于 $A \rightarrow S$, $A \rightarrow a$, 有 $FIRST(S) \cap FIRST(a) = \emptyset$

对于 $S' \rightarrow aBS'$, $S' \rightarrow \epsilon$, 有 $FOLLOW(S') = \{\$, c\}$.

$FIRST(aBS') = \{a\}$

$FOLLOW(S') \cap FIRST(aBS') = \emptyset$

满足 LL(1) 文法的定义, 故改造后取新文法是 LL(1) 文法。

新文法为:

$S \rightarrow bBS'$, $S' \rightarrow aBS' \mid \epsilon$, $A \rightarrow S \mid a$, $B \rightarrow Ac$

(3) LL(1)分析表:

语法变量	a	b	c	\$
S		$S \rightarrow bBS'$		
S'	$S' \rightarrow aBS'$		$S' \rightarrow \epsilon$	$S' \rightarrow \epsilon$
A	$A \rightarrow a$	$A \rightarrow S$		
B	$B \rightarrow Ac$	$B \rightarrow Ac$		

(4) 句子 bac 的分析过程

步骤	分析栈	输入缓冲区	输出(动作)
1.	\$ S	bac \$	输出 $S \rightarrow bBS'$
2.	\$ S' B b	bac \$	匹配 b
3.	\$ S' B	ac \$	输出 $B \rightarrow Ac$
4.	\$ S' c A	ac \$	输出 $A \rightarrow a$
5.	\$ S' c a	ac \$	匹配 a
6.	\$ S' c	c \$	匹配 c
7.	\$ S'	\$	输出 $S' \rightarrow \epsilon$
8.	\$	\$	分析成功

5. 设文法 $G[A]$: $A \rightarrow * | ? | (B)$

$B \rightarrow B \& A | A$

请完成:

- (1) 消除文法 G 的左递归;
- (2) 经改写后的文法是否为 LL(1)文法? 为什么? 如果是 LL(1)文法, 请构造相应的 LL(1)分析表。
- (3) 给出句子 $(*)$ 的分析过程。

(1) 消除文法 G 的左递归后得：

$$A \rightarrow * | ? | (B)$$

$$B \rightarrow AB'$$

$$B' \rightarrow \&AB' | \varepsilon$$

(2) 各非终结符号的 **FIRST** 集合 **FOLLOW** 集：

产生式	FIRST	FOLLOW
$A \rightarrow *$	$\{*\}$	$\{\$,), \&\}$
$A \rightarrow ?$	$\{?\}$	
$A \rightarrow (B)$	$\{($	
$B \rightarrow AB'$	$\{*, ?, ($	$\{)\}$
$B' \rightarrow \&AB'$	$\{\&\}$	$\{)\}$
$B' \rightarrow \varepsilon$	$\{\varepsilon\}$	

对于 $A \rightarrow * | ? | (B)$ ，有 $\text{FIRST}(*) \cap \text{FIRST}(?) \cap \text{FIRST}((B)) = \emptyset$ ；

对于 $B' \rightarrow \&AB' | \varepsilon$ ，有 $\text{FIRST}(\&AB') \cap \text{FIRST}(\varepsilon) = \emptyset$ ，

$$\text{FOLLOW}(B') \cap \text{FIRST}(\&AB') = \emptyset$$

满足 LL(1)文法的定义，故改写后的文法是 LL(1)文法。

LL(1)分析表如下：

	*	?	()	&	\$
A	$A \rightarrow *$	$A \rightarrow ?$	$A \rightarrow (B)$			
B	$B \rightarrow AB'$	$B \rightarrow AB'$	$B \rightarrow AB'$			
B'				$B' \rightarrow \varepsilon$	$B' \rightarrow \&AB'$	

(3) 句子 $(*)$ 的分析过程：

步骤	分析栈	输入缓冲区	输出（动作）
1	\$ A	(*) \$	$A \rightarrow (B)$
2	\$) B ((*) \$	匹配 (
3	\$) B	*) \$	$B \rightarrow AB'$
4	\$) B' A	*) \$	$A \rightarrow *$
5	\$) B' *	*) \$	匹配 *
6	\$) B') \$	$B' \rightarrow \varepsilon$
7	\$)) \$	匹配)
8	\$	\$	分析成功