

## Assignment2 Solution

### 1、【参考答案】

(1) 不含左递归；不含公共左因子；

(2) FIRST 集合和 FOLLOW 集合结果如下：

$$\text{FIRST}(S) = \{ (, a, b, \wedge \}$$

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

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

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

$$\text{FIRST}(A) = \{ (, a, b, \wedge \}$$

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

$$\text{FIRST}(A') = \{ \varepsilon, (, a, b, \wedge \}$$

$$\text{FOLLOW}(A') = \{ +, \$, ) \}$$

$$\text{FIRST}(B) = \{ (, a, b, \wedge \}$$

$$\text{FOLLOW}(B) = \{ (, a, b, \wedge, +, \$, ) \}$$

$$\text{FIRST}(B') = \{ *, \varepsilon \}$$

$$\text{FOLLOW}(B') = \{ (, a, b, \wedge, +, \$, ) \}$$

$$\text{FIRST}(C) = \{ (, a, b, \wedge \}$$

$$\text{FOLLOW}(C) = \{ *, (, a, b, \wedge, +, \$, ) \}$$

(3) 考虑如下四个产生式： $S' \rightarrow +S \mid \varepsilon$ ； $A' \rightarrow A \mid \varepsilon$ ； $B' \rightarrow *B' \mid \varepsilon$ ； $C \rightarrow (S) \mid a \mid b \mid \wedge$

做出如下判定：

$$\text{FIRST}(+S) \cap \text{FIRST}(\varepsilon) = \{ + \} \cap \{ \varepsilon \} = \emptyset$$

$$\text{FIRST}(A) \cap \text{FIRST}(\varepsilon) = \{ (, a, b, \wedge \} \cap \{ \varepsilon \} = \emptyset$$

$$\text{FIRST}(*B') \cap \text{FIRST}(\varepsilon) = \{ * \} \cap \{ \varepsilon \} = \emptyset$$

$$\text{FIRST}((S)) \cap \text{FIRST}(a) \cap \text{FIRST}(b) \cap \text{FIRST}(\wedge) = \{ ( \} \cap \{ a \} \cap \{ b \} \cap \{ \wedge \} = \emptyset$$

$$\text{FOLLOW}(A') \cap \text{FIRST}(A) = \{ +, \$, ) \} \cap \{ (, a, b, \wedge \} = \emptyset$$

$$\text{FOLLOW}(B') \cap \text{FIRST}(*B') = \{ (, a, b, \wedge, +, \$, ) \} \cap \{ * \} = \emptyset$$

通过检查 LL(1)文法的充分必要条件，可证明文法是 LL(1)的。

(4) 构建预测分析表如下所示：

1	+	*	(	)	a	b	$\wedge$	\$
S			$S \rightarrow AS'$		$S \rightarrow AS'$	$S \rightarrow AS'$	$S \rightarrow AS'$	
S'	$S' \rightarrow +S$			$S' \rightarrow \varepsilon$				$S' \rightarrow \varepsilon$
A			$A \rightarrow BA'$		$A \rightarrow BA'$	$A \rightarrow BA'$	$A \rightarrow BA'$	
A'	$A' \rightarrow \varepsilon$		$A' \rightarrow A$	$A' \rightarrow \varepsilon$	$A' \rightarrow A$	$A' \rightarrow A$	$A' \rightarrow A$	$A' \rightarrow \varepsilon$
B			$B \rightarrow CB'$		$B \rightarrow CB'$	$B \rightarrow CB'$	$B \rightarrow CB'$	
B'	$B' \rightarrow \varepsilon$	$B' \rightarrow *B'$	$B' \rightarrow \varepsilon$	$B' \rightarrow \varepsilon$	$B' \rightarrow \varepsilon$	$B' \rightarrow \varepsilon$	$B' \rightarrow \varepsilon$	$B' \rightarrow \varepsilon$
C			$C \rightarrow (S)$		$C \rightarrow a$	$C \rightarrow b$	$C \rightarrow \wedge$	

通过构建 LL(1)预测分析表发现每个入口都仅有一个产生式，证明了 (3) 中的结论。

(5) 句子 “a+b”的完整分析过程如下所示：

步骤	符号栈	输入串	动作 (Derive/Match)	输出
0	S \$	a+b \$	Derive	$S \rightarrow AS'$
1	AS' \$	a+b \$	Derive	$A \rightarrow BA'$

2	BA'S'\$	a+b \$	Derive	$B \rightarrow CB'$
3	CB'A'S'\$	a+b \$	Derive	$C \rightarrow a$
4	aB'A'S'\$	a+b \$	Match	
5	B'A'S'\$	+b \$	Derive	$B' \rightarrow \varepsilon$
6	A'S'\$	+b \$	Derive	$A' \rightarrow \varepsilon$
7	S'\$	+b \$	Derive	$S' \rightarrow +S$
8	+S \$	+b \$	Match	
9	S \$	b \$	Derive	$S \rightarrow AS'$
10	AS'\$	b \$	Derive	$A \rightarrow BA'$
11	BA'S'\$	b \$	Derive	$B \rightarrow CB'$
12	CB'A'S'\$	b \$	Derive	$C \rightarrow b$
13	bB'A'S'\$	b \$	Match	
14	B'A'S'\$	\$	Derive	$B' \rightarrow \varepsilon$
15	A'S'\$	\$	Derive	$A' \rightarrow \varepsilon$
16	S'\$	\$	Derive	$S' \rightarrow \varepsilon$
17	\$	\$	Accept	

## 2、【参考解答】

(1) 将文法  $G(E)$  拓广为  $G(E')$ :

$$(0) E' \rightarrow E$$

$$(1) E \rightarrow aE$$

$$(2) E \rightarrow bE$$

$$(3) E \rightarrow a$$

构造该文法的 LR(0) 项目集规范族:

$$I_0 = \text{CLOSURE}(\{E' \rightarrow \cdot E\}) = \{E' \rightarrow \cdot E, E \rightarrow \cdot aE, E \rightarrow \cdot bE, E \rightarrow \cdot a\}$$

$$I_1 = \text{GOTO}(I_0, a) = \text{CLOSURE}(\{E \rightarrow a \cdot E, E \rightarrow a \cdot\}) = \{E \rightarrow a \cdot E, E \rightarrow a \cdot, E \rightarrow \cdot aE, E \rightarrow \cdot bE, E \rightarrow \cdot a\}$$

$$I_2 = \text{GOTO}(I_0, b) = \text{CLOSURE}(\{E \rightarrow b \cdot E\}) = \{E \rightarrow b \cdot E, E \rightarrow \cdot aE, E \rightarrow \cdot bE, E \rightarrow \cdot a\}$$

$$I_3 = \text{GOTO}(I_0, E) = \text{CLOSURE}(\{E' \rightarrow E \cdot\}) = \{E' \rightarrow E \cdot\}$$

$$\text{GOTO}(I_1, a) = \text{CLOSURE}(\{E \rightarrow a \cdot E, E \rightarrow a \cdot\}) = I_1$$

$$\text{GOTO}(I_1, b) = \text{CLOSURE}(\{E \rightarrow b \cdot E\}) = I_2$$

$$I_4 = \text{GOTO}(I_1, E) = \text{CLOSURE}(\{E \rightarrow aE \cdot\}) = \{E \rightarrow aE \cdot\}$$

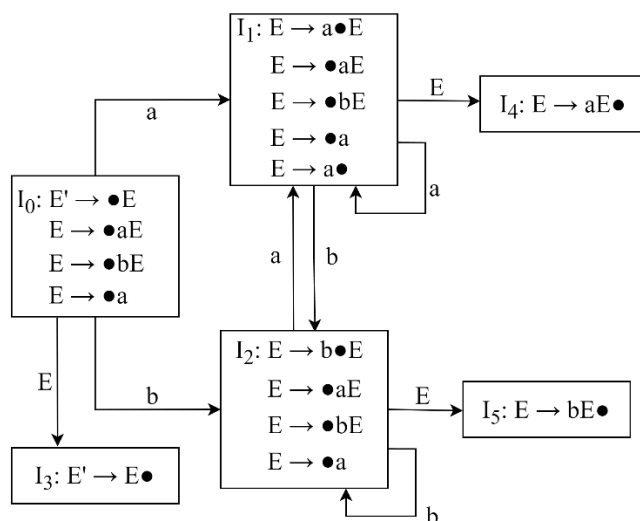
$$\text{GOTO}(I_2, a) = \text{CLOSURE}(\{E \rightarrow a \cdot E, E \rightarrow a \cdot\}) = I_1$$

$$\text{GOTO}(I_2, b) = \text{CLOSURE}(\{E \rightarrow b \cdot E\}) = I_2$$

$$I_5 = \text{GOTO}(I_2, E) = \text{CLOSURE}(\{E \rightarrow bE \cdot\}) = \{E \rightarrow bE \cdot\}$$

所以，项目集  $I_0 \sim I_5$  构成了该文法的 LR(0) 项目集规范族。

(2) 根据 (1)，识别文法  $G(E)$  所产生的活前缀的 DFA 如下（其中  $I_0$  为初始状态，所有状态均为终止状态）：



(3) 从上述 DFA 中可以注意到状态  $I_1$  存在“移进-归约”冲突，计算

$\text{FOLLOW}(E) = \{\$ \} \cap \{a, b\} = \emptyset$ ，所以文法  $G(E)$  是 SLR 文法。构建 SLR 分析表如下：

状态	ACTION			GOTO
	a	b	\$	E
0	s1	s2		3
1	s1	s2	r3	4
2	s1	s2		5
3			acc	
4			r1	
5			r2	

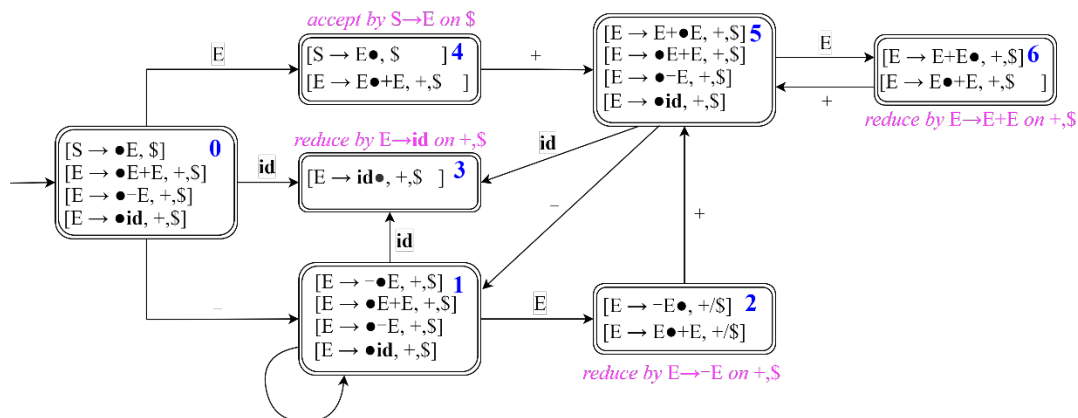
(4) 分析过程如下：

步骤	栈		输入串	ACTION	GOTO
	状态	符号			
0	0	\$	ababa \$	s1	
1	01	\$a	baba\$	s2	
2	012	\$ab	aba\$	s1	
3	0121	\$aba	ba\$	s2	
4	01212	\$abab	a\$	s1	
5	012121	\$ababa	\$	r3	5
6	012125	\$ababE	\$	r2	4

7	01214	\$abaE	\$	r1	5
8	0125	\$abE	\$	r2	4
9	014	\$aE	\$	r1	3
10	03	\$E	\$	acc	

## 3、【参考解答】

(1~2) 完整 DFA 如下:



(3) 存在以下冲突:

状态	输入符号	冲突类型
2	+	“移进—归约”冲突
6	+	“移进—归约”冲突

(4) 为保证性质  $P$ , 我们需要规定算符“-”的优先级要高于算符“+”, 并且算符“+”是右结合的。

(5) 为保证性质  $P$ , 按以下方式解析冲突:

状态	输入符号	冲突类型	为解析冲突选择
2	+	“移进—归约”冲突	归约
6	+	“移进—归约”冲突	移进

(6) 与原文法等价且能够保证性质  $P$  的无二义文法如下: $S \rightarrow E$  $E \rightarrow T+E \mid T$  $T \rightarrow -T \mid id$