

编译原理第四章作业

1、答：(1)

将状态 S 、 T 按照 1、2 编序。

当 $i = 1, j = 0$ 时, S 不存在直接左递归;

当 $i = 2, j = 1$ 时, 无需消除间接左递归,

消除 T 的直接左递归:

$$T \rightarrow ST'$$

$$T' \rightarrow , ST' \mid \varepsilon$$

因此消去左递归后 G_1 的文法为:

$$S \rightarrow a \mid \wedge \mid (T)$$

$$T \rightarrow ST'$$

$$T' \rightarrow , ST' \mid \varepsilon$$

分析其 $FIRST$ 集与 $FOLLOW$ 集:

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

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

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

$$FOLLOW(S) = (FIRST(T') - \{\varepsilon\}) \cup FOLLOW(T) \cup \{\#\} = \{ , ,), \# \}$$

$$FOLLOW(T) = \{) \}$$

$$FOLLOW(T') = FOLLOW(T) = \{) \}$$

因此, 不带回溯的递归子程序为:

<pre> P(S) BEGIN IF ch = 'a' OR ch = '^' THEN read(ch); ELSE IF ch = '(' THEN BEGIN read(ch); P(T); IF ch = ')' THEN read(ch); ELSE ERROR; END ELSE ERROR; END </pre>
<pre> P(T) BEGIN P(S); P(T'); END </pre>
<pre> P(T') BEGIN IF ch = ',' THEN read(ch); P(S); P(T'); ELSE IF ch = ')' THEN return; ELSE ERROR; END </pre>

(2) 该文法不存在左递归（包括直接左递归和间接左递归）；

文法中每个非终结符 A 的各个产生式的候选首符集两两不相交；

对于 $\varepsilon \in FIRST(A)$ 的非终结符 A (即 T') , 满足 $FIRST(A) \cap FOLLOW(A) = \emptyset$ 。

因此, 该文法是 $LL(1)$ 的。

预测分析表如下:

	()	a	\wedge	,	#
S	$S \rightarrow (T)$		$S \rightarrow a$	$S \rightarrow \wedge$		
T	$T \rightarrow ST'$		$T \rightarrow ST'$	$T \rightarrow ST'$		
T'		$T' \rightarrow \varepsilon$			$T' \rightarrow ,ST'$	

2、答: (1)

$$FIRST(E) = FIRST(T) = FIRST(F) = FIRST(P) = \{ (, a, b, \wedge \}$$

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

$$FIRST(T) = FIRST(F) = FIRST(P) = \{ (, a, b, \wedge \}$$

$$FIRST(T') = FIRST(F) \cup \{ \varepsilon \} = \{ (, a, b, \wedge, \varepsilon \}$$

$$FIRST(F) = FIRST(P) = \{ (, a, b, \wedge \}$$

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

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

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

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

$$FOLLOW(T) = (FIRST(E') - \{ \varepsilon \}) \cup FOLLOW(E) = \{ \#,), + \}$$

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

$$FOLLOW(F) = (FIRST(T') - \{ \varepsilon \}) \cup FOLLOW(T) = \{ (, a, b, \wedge, \#,), + \}$$

$$FOLLOW(F') = FOLLOW(F) = \{ (, a, b, \wedge, \#,), + \}$$

$$FOLLOW(P) = (FIRST(F') - \{ \varepsilon \}) \cup FOLLOW(F) = \{ (, a, b, \wedge, \#,), +, * \}$$

(2) 该文法不存在左递归（包括直接左递归和间接左递归）；

文法中每个非终结符 A 的各个产生式的候选首符集两两不相交；

对于 $\varepsilon \in FIRST(A)$ 的非终结符 A （即 E' , T' , F' ），均满足 $FIRST(A) \cap FOLLOW(A) = \varnothing$ 。

因此，该文法是 $LL(1)$ 的。

(3)

	+	*	\wedge	a	b	()	#
E			$E \rightarrow TE'$	$E \rightarrow TE'$	$E \rightarrow TE'$	$E \rightarrow TE'$		
E'	$E' \rightarrow +E$						$E' \rightarrow \varepsilon$	$E' \rightarrow \varepsilon$
T			$T \rightarrow FT'$	$T \rightarrow FT'$	$T \rightarrow FT'$	$T \rightarrow FT'$		
T'	$T' \rightarrow \varepsilon$		$T' \rightarrow T$	$T' \rightarrow T$	$T' \rightarrow T$	$T' \rightarrow T$	$T' \rightarrow \varepsilon$	$T' \rightarrow \varepsilon$
F			$F \rightarrow PF'$	$F \rightarrow PF'$	$F \rightarrow PF'$	$F \rightarrow PF'$		
F'	$F' \rightarrow \varepsilon$	$F' \rightarrow *F'$	$F' \rightarrow \varepsilon$	$F' \rightarrow \varepsilon$	$F' \rightarrow \varepsilon$	$F' \rightarrow \varepsilon$	$F' \rightarrow \varepsilon$	$F' \rightarrow \varepsilon$
P			$P \rightarrow \wedge$	$P \rightarrow a$	$P \rightarrow b$	$P \rightarrow (E)$		

(4)

<pre> P (E) BEGIN P (T) ; P (E') ; END </pre>	<pre> P (E') BEGIN IF ch = '+' THEN BEGIN read(ch) ; P (E) ; END ELSE IF ch = '#' OR ch = ')' THEN return; ELSE ERROR; END </pre>
<pre> P (T) BEGIN P (F) ; P (T') ; END </pre>	<pre> P (T') BEGIN IF ch = ' #' or ch = ')' or ch = '+' THEN return; ELSE BEGIN P (T) ; END END </pre>
<pre> P (F) BEGIN P (P) ; P (F') ; END </pre>	<pre> P (F') BEGIN IF ch = '*' THEN read(ch) ; P (F') ; ELSE IF ch = 'a' OR ch = 'b' OR ch = '(' OR ch = ')' OR ch = ' ^ ' OR ch = '+' OR ch = '#' THEN return; ELSE ERROR; END </pre>
<pre> P (P) BEGIN IF ch = '(' THEN read(ch) ; </pre>	
<pre> P (E) ; if ch = ')' THEN read(ch) ; ELSE ERROR; ELSE IF ch = 'a' OR ch = 'b' OR ch = '^' THEN read(ch) ; ELSE ERROR; END </pre>	

3、（1）解：（1）根据定义判断该文法是否为LL(1)。

①该文法中不含左递归，符合LL(1)文法定义的第1个条件。

② $S \rightarrow Abc$ 中只有一个候选式，不需要考虑候选式FIRST相交是否为 \emptyset 的情况。

$A \rightarrow a | \epsilon$ 中， $FIRST(a) = \{a\}$ $FIRST(\epsilon) = \{\epsilon\}$

$FIRST(a) \cap FIRST(\epsilon) = \emptyset$

$B \rightarrow b | \epsilon$ 中， $FIRST(b) = \{b\}$ $FIRST(\epsilon) = \{\epsilon\}$

$FIRST(b) \cap FIRST(\epsilon) = \emptyset$ 。

该文法中任一非终结符的产生式的FIRST集两两不相交，符合LL(1)文法定义的第2个条件。

③ $FIRST(A) = \{a, \epsilon\}$ $FIRST(B) = \{b, \epsilon\}$ $FIRST(S) = \{a, b\}$

$\epsilon \notin FIRST(S)$ ，不考虑 $FIRST(S)$ 与 $FOLLOW(S)$ 相交情况。

$\epsilon \in FIRST(A)$ $FOLLOW(A) = \{b\}$ $FIRST(A) \cap FOLLOW(A) = \emptyset$

$\epsilon \in FIRST(B)$ $FOLLOW(B) = \emptyset$ $FIRST(B) \cap FOLLOW(B) = \emptyset$

该文法中，任一非终结符，若 ϵ 属于该非终结符的FIRST集，则非终结符的FIRST集与FOLLOW集交为 \emptyset ，符合LL(1)文法的第3个条件。

因此，该文法是LL(1)文法。

（2）解：①首先该文法无左递归，计算各非终结符的FIRST集和FOLLOW集

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

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

$FIRST(B) = \{b, \epsilon\}$

$FOLLOW(S) = \{\#\}$

$FOLLOW(A) = FOLLOW(b) / \{\epsilon\} = \{b\}$

$FOLLOW(B) = FOLLOW(A) = \{b\}$

②考虑 $A \rightarrow a | B | \epsilon$ 与 $B \rightarrow b | \epsilon$ 的话，可知

$FIRST(B) \cap FOLLOW(A) = \{b\}$

该文法不是LL(1)文法。

4、解：(1)计算各非终结符的FIRST集和FOLLOW集如下：

$$\text{FIRST}(\text{Expr}) = \{ -, (, \text{id} \}$$

$$\text{FIRST}(\text{ExprTail}) = \{ -, \epsilon \}$$

$$\text{FIRST}(\text{Var}) = \{ \text{id} \}$$

$$\text{FIRST}(\text{VarTail}) = \{ (, \epsilon \}$$

$$\text{FOLLOW}(\text{Expr}) = \{), \# \}$$

$$\text{FOLLOW}(\text{ExprTail}) = \{), \# \}$$

$$\text{FOLLOW}(\text{Var}) = \{ -,), \# \}$$

$$\text{FOLLOW}(\text{VarTail}) = \{ -, |, \# \}$$

构造其预测分析表如下：

	-	id	()	#
Expr	Expr→-Expr	Expr→Var ExprTail	Expr→(Expr)		
ExprTail	ExprTail→- Expr			ExprTail→ε	ExprTail→ε
Var		Var→id VarTail			
VarTail	VarTail→ε		VarTail→(Expr)	VarTail→ε	VarTail→ε

(2)句子id--id((id))的分析过程如下：

步骤	符号栈	输入串	所用产生式
0	# Expr	id - id((id)) #	
1	# ExprTail Var	id - id((id)) #	Expr → Var ExprTail
2	# ExprTail VarTail id	id - id((id)) #	Var → id VarTail
3	# ExprTail VarTail	- id((id)) #	
4	# ExprTail	- id((id)) #	VarTail → ε
5	# Expr -	- id((id)) #	ExprTail → -Expr
6	# Expr	id((id)) #	
7	# Expr	id((id)) #	Expr → Expr
8	# ExprTail Var	id((id)) #	Expr → Var ExprTail
9	# ExprTail VarTail id	id((id)) #	Var → id VarTail
10	# ExprTail VarTail	((id)) #	
11	# ExprTail) Expr (((id)) #	VarTail → (Expr)
12	# ExprTail) Expr	(id)) #	
13	# ExprTail)) Expr (id)) #	
14	# ExprTail)) Expr)) #	
15	# ExprTail)) ExprTail Var)) #	Expr → Var ExprTail
16	# ExprTail)) ExprTail VarTail id	id)) #	Var → id VarTail
17	# ExprTail)) ExprTail VarTail)) #	

```
18  # ExprTail ) ) ExprTail )) #          VarTail  $\rightarrow$   $\varepsilon$ 
19  # ExprTail ) )          )) #          ExprTail  $\rightarrow$   $\varepsilon$ 
20  # ExprTail )          ) #          ExprTail  $\rightarrow$   $\varepsilon$ 
21  # ExprTail          #
22  #          #
23                                     分析成功 (suc)
```