

第四章作业参考答案

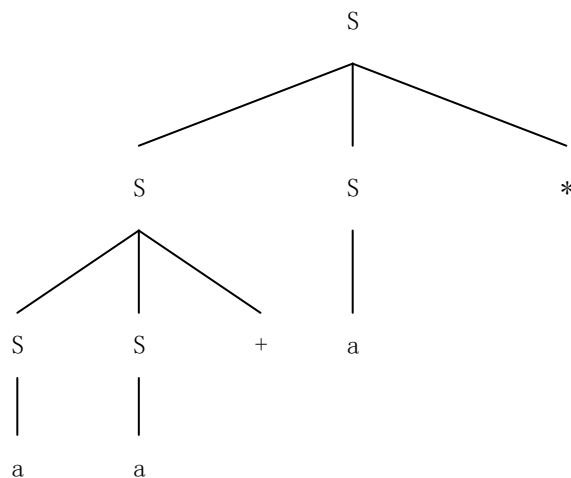
第一次作业

练习 4.2.1

1) $S \Rightarrow SS^* \Rightarrow SS+S^* \Rightarrow aS+S^* \Rightarrow aa+S^* \Rightarrow aa+a^*$

2) $S \Rightarrow SS^* \Rightarrow Sa^* \Rightarrow SS+a^* \Rightarrow Sa+a^* \Rightarrow aa+a^*$

3)



4) 没有二义性。

(1) 先证明一个该文法产生串的长度的结论：设串的推导过程中使用产生式 $S \Rightarrow SS+$ 和 $S \Rightarrow SS^*$ 的次数为 m ，则串的长度 $L=2*m+1$ ，且串中包含 m 个运算符($+$ 或 $*$)和 $(m+1)$ 个 a 。

1) 当 $m=0$ 时，仅有 $S \Rightarrow a$ 一种情况， $L=1$ ，串由 1 个 a 和 0 个运算符构成，结论成立；

2) 设当 $m < k(k \geq 1)$ 时结论成立，则当 $m=k$ 时，第一步推导必然为

$$S \Rightarrow S_1 S_2 op$$

op 为 $+$ 或 $*$ ， S 下标仅用于区分 S 的多次出现。设 $S_1 \xRightarrow{*} \alpha$ ， $S_2 \xRightarrow{*} \beta$ ， α 、 β 均为使用 $S \Rightarrow S_1 S_2 op$ 少于 k 次得到的串，设二者推导过程中分别使用该产生式 k_1 和 k_2 次，根据假设有：

$$L(\alpha) = 2*k_1 + 1, L(\beta) = 2*k_2 + 1$$

串长度 $L = L(\alpha) + L(\beta) + 1 = 2*(k_1 + k_2 + 1) + 1 = 2*k + 1$ ；且串中 a 的个数为 $(k_1 + 1) + (k_2 + 1) = k + 1$ ；运算符个数为 $k_1 + k_2 + 1 = k$ ，故结论成立。

(2) 下面证明该文法无二义性，对串的长度做归纳。由前述证明可知，该文法产生的串长 L 可为任意非负奇数。对由该文法得到的长度为 $L=2*k+1$ 串 ω ：

1) 当 $k=0$ 时， $L=2*0+1=1$ ，只有 $S \Rightarrow a$ 一种情况，显然没有二义性。

2) 设当 $k < n$ 时结论成立。 $S \xRightarrow{*} \omega$ ，根据 ω 末尾运算符可确定第一步推导使用的产

生式，不妨设为：

$$S \Rightarrow S_1 S_2 +$$

从后向前处理串 ω ，除去末尾的运算符，找到可以由 S 推导出的最短的串 α ，设 α 长度为 m_1 ，由前述结论可知 $m_1 = 2 * k_1 + 1$ ，且 α 包含 k_1 个运算符与 $(k_1 + 1)$ 个 a ，

由归纳假设可知 α 无二义性，存在唯一的最左推导 $S \xRightarrow{lm}^* \alpha$ ；

设串 ω 剩余部分为 β ，设 β 长度为 m_2 ，同理可知 $m_2 = 2 * k_2 + 1$ ， β 包含 k_2 个运算符与 $(k_2 + 1)$ 个 a ，存在唯一最左推导 $S \xRightarrow{lm}^* \beta$ ，且满足 $k = k_1 + k_2$ 。

此时串 ω 可表示成如下形式：

$$\omega = \beta \alpha +$$

故存在唯一的最左推导：

$$S \Rightarrow S S + \xRightarrow{lm}^* \beta S + \xRightarrow{lm}^* \beta \alpha +$$

此时仍不存在二义性。

综上所述，该文法不具有二义性。

5) 由字符 a 与运算符 $+$ 、 $*$ 构成的后缀表达式。

练习 4.2.3

$$S \rightarrow 01S \mid 1S \mid \varepsilon$$

练习 4.3.1

- 1) 该文法无左公因子
- 2) 不能，因此有左递归存在
- 3) $\text{rexpr} \rightarrow \text{rterm rexpr}'$
 $\text{rexpr}' \rightarrow + \text{rterm rexpr}' \mid \varepsilon$
 $\text{rterm} \rightarrow \text{rfactor rterm}'$
 $\text{rterm}' \rightarrow \text{rfactor rterm}' \mid \varepsilon$
 $\text{rfactor} \rightarrow \text{rprimary rfactor}'$
 $\text{rfactor}' \rightarrow * \text{rfactor}' \mid \varepsilon$
 $\text{rprimary} \rightarrow a \mid b$
- 4) 适合

第二次作业

1.

即使当非终结符用某个产生式匹配成功，但是这种成功可能只是暂时的，因为没有足够的信息来唯一地确定可能的产生式，所以分析过程就会产生回溯。

不可以。例如对于产生式 $A \Rightarrow \alpha \mid \beta$ ， $\text{FIRST}(\alpha)$ 与 $\text{FIRST}(\beta)$ 交集为空集，但 ε 是

其中某个 FIRST 集合的元素，不是一般性，假设 $\epsilon \in \text{FIRST}(\alpha)$ ，想要避免回溯，则还需要考虑 FOLLOW(A)与 FIRST(β)的情况

2.

a)消除左递归

$\text{lexp} \rightarrow \text{atom} \mid \text{list}$

$\text{atom} \rightarrow \text{number} \mid \text{identifier}$

$\text{list} \rightarrow (\text{lexp-seq})$

$\text{lexp-seq} \rightarrow \text{lexp lexp-seq}'$

$\text{lexp-seq}' \rightarrow \text{lexp lexp-seq}' \mid \epsilon$

b) 求该文法的 FIRST 集合和 FOLLOW 集合

$\text{FIRST}(\text{lexp}) = \{ \text{number}, \text{identifier}, (\}$

$\text{FIRST}(\text{atom}) = \{ \text{number}, \text{identifier} \}$

$\text{FIRST}(\text{list}) = \{ (\}$

$\text{FIRST}(\text{lexp-seq}) = \{ \text{number}, \text{identifier}, (\}$

$\text{FIRST}(\text{lexp-seq}') = \{ \epsilon, \text{number}, \text{identifier}, (\}$

$\text{FOLLOW}(\text{lexp}) = \{ \$,), \text{number}, \text{identifier}, (\}$

$\text{FOLLOW}(\text{atom}) = \{ \$,), \text{number}, \text{identifier}, (\}$

$\text{FOLLOW}(\text{list}) = \{ \$,), \text{number}, \text{identifier}, (\}$

$\text{FOLLOW}(\text{lexp-seq}) = \{) \}$

$\text{FOLLOW}(\text{lexp-seq}') = \{) \}$

c) 说明所得的文法是 LL(1)文法

可以根据 LL(1)文法的定义来证明

因为 $\text{FIRST}(\text{atom}) \cap \text{FIRST}(\text{list}) = \phi$ ，且 $\text{FIRST}(\text{lexp lexpseq}') \cap \text{FIRST}(\epsilon) = \text{FIRST}(\text{lexp}) \cap \text{FIRST}(\epsilon) = \phi$ ，且 $\text{FIRST}(\text{lexp-seq}') \cap \text{FOLLOW}(\text{lexp-seq}') = \phi$ ，所以该文法是 LL(1)文法

d) 为所得文法构造 LL(1)分析表

非终结符	输入符号				
	number	Identifier	()	\$
lexp	$\text{lexp} \rightarrow \text{atom}$	$\text{lexp} \rightarrow \text{atom}$	$\text{lexp} \rightarrow \text{list}$		
atom	$\text{atom} \rightarrow \text{number}$	$\text{atom} \rightarrow \text{identifier}$			
list			$\text{list} \rightarrow (\text{lexp-seq})$		
lexp-seq	$\text{lexp-seq} \rightarrow \text{lexp lexp-seq}'$	$\text{lexp-seq} \rightarrow \text{lexp lexp-seq}'$	$\text{lexp-seq} \rightarrow \text{lexp lexp-seq}'$		
lexp-seq'	$\text{lexp-seq}' \rightarrow$	$\text{lexp-seq}' \rightarrow$	$\text{lexp-seq}' \rightarrow$	$\text{lexp-seq}' \rightarrow$	

	lexp lexp-seq'	lexp lexp-seq'	lexp lexp-seq'	ϵ	
--	----------------	----------------	----------------	------------	--

e) 对输入串(a (b (2)) (c))给出相应得 LL(1)分析程序的动作

记 lexp 为 E, list 为 L, atom 为 A, lexp-seq 为 S, lexp-seq' 为 S', number 为 num, identifier 为 id, 则分析过程如下:

栈	输入	动作
\$ E	(a(b(2))(c))\$	$E \rightarrow L$
\$ L	(a(b(2))(c))\$	$L \rightarrow (S)$
\$) S(	(a(b(2))(c))\$	match
\$) S	a(b(2))(c))\$	$S \rightarrow E S'$
\$) S'E	a(b(2))(c))\$	$E \rightarrow A$
\$) S'A	a(b(2))(c))\$	$A \rightarrow id$
\$) S'id	a(b(2))(c))\$	match
\$) S'	(b(2))(c))\$	$S' \rightarrow E S'$
\$) S'E	(b(2))(c))\$	$E \rightarrow L$
\$) S'L	(b(2))(c))\$	$L \rightarrow (S)$
\$) S') S (	(b(2))(c))\$	match
\$) S') S	b(2))(c))\$	$S \rightarrow E S'$
\$) S') S'E	b(2))(c))\$	$E \rightarrow A$
\$) S') S'A	b(2))(c))\$	$A \rightarrow id$
\$) S') S'id	b(2))(c))\$	match
\$) S') S'	(2))(c))\$	$S' \rightarrow E S'$
\$) S') S'E	(2))(c))\$	$E \rightarrow L$
\$) S') S'L	(2))(c))\$	$L \rightarrow (S)$
\$) S') S') S (	(2))(c))\$	match
\$) S') S') S	2))(c))\$	$S \rightarrow E S'$
\$) S') S') S'E	2))(c))\$	$E \rightarrow A$
\$) S') S') S'A	2))(c))\$	$A \rightarrow num$
\$) S') S') S'num	2))(c))\$	match
\$) S') S') S'	))(c))\$	$S' \rightarrow \epsilon$
\$) S') S')	))(c))\$	match
\$) S') S'	)(c))\$	$S' \rightarrow \epsilon$
\$) S')	)(c))\$	match
\$) S'	(c))\$	$S' \rightarrow E S$
\$) S'E	(c))\$	$E \rightarrow L$
\$) S'L	(c))\$	$L \rightarrow (S)$
\$) S')S(	(c))\$	match
\$) S')S	c))\$	$S \rightarrow E S'$
\$) S')S'E	c))\$	$E \rightarrow A$
\$) S')S'A	c))\$	$A \rightarrow id$
\$) S')S'id	c))\$	match
\$) S')S'	))\$	$S' \rightarrow \epsilon$

\$) S')	))\$	match
\$) S'	)\$	$S' \rightarrow \epsilon$
\$ )	)\$	Match
\$	\$	Accept

第三次作业

练习 4.5.2

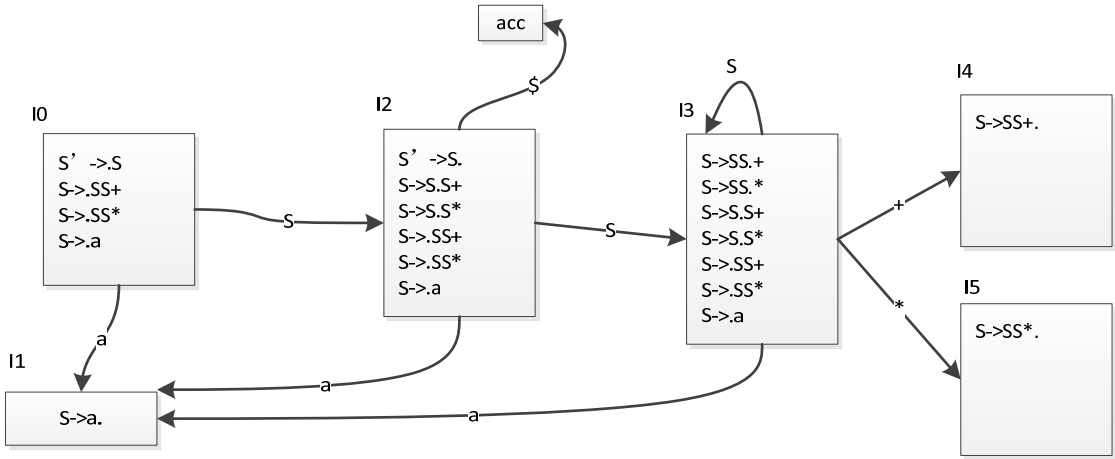
1. SS+
2. SS+
- 3.a

练习 4.6.2

增广文法如下：

- 1) $S' \rightarrow S$
- 2) $S \rightarrow SS+$
- 3) $S \rightarrow SS^*$
- 4) $S \rightarrow a$

GOTO 函数见下图：



$\text{FOLLOW}(S) = \{ a, \$, +, * \}$

语法分析表如下：

状态	ACTION				GOTO
	a	+	*	\$	S
0	S1				2
1	R4	R4	R4	R4	
2	S1			acc	3

3	S1	S4	S5		3
4	R2	R2	R2	R2	
5	R3	R3	R3	R3	

因为没有冲突，所以是 SLR 文法。

练习 4.7.1

增广文法如下：

- 1) $S' \rightarrow S$
- 2) $S \rightarrow SS+$
- 3) $S \rightarrow SS^*$
- 4) $S \rightarrow a$

1. 正规 LR 项目集族如下：

I_0

$S' \rightarrow \cdot S, \$$
 $S \rightarrow \cdot SS+, \$/a$
 $S \rightarrow \cdot SS^*, \$/a$
 $S \rightarrow \cdot a, \$/a$

I_1

$S \rightarrow a \cdot, \$/a$

I_2

$S' \rightarrow S \cdot, \$$
 $S \rightarrow S \cdot S+, \$/a$
 $S \rightarrow S \cdot S^*, \$/a$
 $S \rightarrow \cdot SS+, +/* /a$
 $S \rightarrow \cdot SS^*, +/* /a$
 $S \rightarrow \cdot a, +/* /a$

I_3

$S \rightarrow a \cdot, +/* /a$

I_4

$S \rightarrow SS \cdot, \$/a$
 $S \rightarrow SS \cdot *, \$/a$
 $S \rightarrow S \cdot S+, +/* /a$
 $S \rightarrow S \cdot S^*, +/* /a$
 $S \rightarrow \cdot SS+, +/* /a$
 $S \rightarrow \cdot SS^*, +/* /a$
 $S \rightarrow \cdot a, +/* /a$

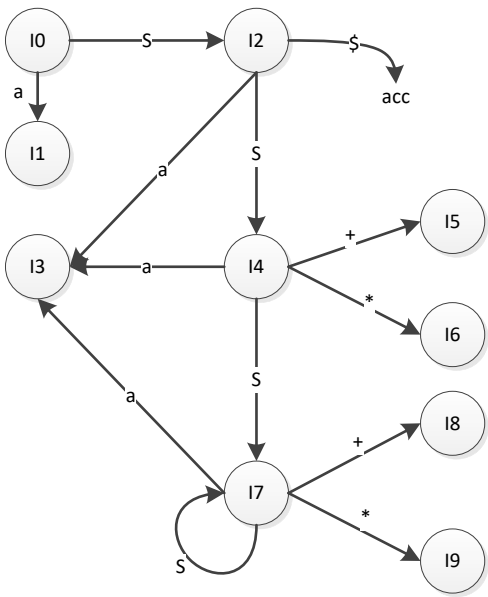
I₅
S->SS+.,\$/a

I₆
S->SS*.,\$/a

I₇
S->SS+. +/*/a
S->SS.* +/*/a
S->S.S+ +/*/a
S->S.S* +/*/a
S->.SS+ +/*/a
S->.SS* +/*/a
S->.a +/*/a

I₈
S->SS+.,+/*/a

I₉
S->SS*.,+/*/a
状态转换图如下：



语法分析表如下：

状态	ACTION				GOTO
	a	+	*	\$	S
0	S1				2
1	R4			R4	
2	S3			acc	4
3	R4	R4	R4		

4	S3	S5	S6		7
5	R2			R2	
6	R3			R3	
7	S3	S8	S9		7
8	R2	R2	R2		
9	R3	R3	R3		

2. 归并得到 LALR 项目集族如下：

I0

$S' \rightarrow .S, \$$

$S \rightarrow .SS+, \$ / a$

$S \rightarrow .SS^*, \$ / a$

$S \rightarrow .a, \$ / a$

I13

$S \rightarrow a., \$ / + / * / a$

I2

$S' \rightarrow S., \$$

$S \rightarrow S.S+, \$ / a$

$S \rightarrow S.S^*, \$ / a$

$S \rightarrow .SS+, + / * / a$

$S \rightarrow .SS^*, + / * / a$

$S \rightarrow .a, + / * / a$

I47

$S \rightarrow SS.+, + / * / a / \$$

$S \rightarrow SS.*+, + / * / a / \$$

$S \rightarrow S.S+, + / * / a$

$S \rightarrow S.S^*, + / * / a$

$S \rightarrow .SS+, + / * / a$

$S \rightarrow .SS^*, + / * / a$

$S \rightarrow .a, + / * / a$

I58

$S \rightarrow SS+.+, + / * / a / \$$

I69

$S \rightarrow SS*., + / * / a / \$$