

编译原理第5次作业

姓名:胡瑞康

学号:22336087

Exercise 5.1

给定以下文法:

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

$$L \rightarrow L, S \mid S$$

- 为该文法构造一个LL(1)分析表。
 - 注意: 必须首先消除左递归。
- 绘制对句子 $(a, (a, a))$ 进行分析的详细过程, 请参照之前幻灯片中的格式。

1 问题1

消除左递归后文法:

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

$$L \rightarrow SL'$$

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

问题1: 计算消除左递归后文法的First集

消除左递归后的文法为:

$$\begin{aligned} S &\rightarrow (L) \mid a \\ L &\rightarrow SL' \\ L' &\rightarrow , SL' \mid \varepsilon \end{aligned}$$

求First集

根据S的产生式得到

$$\begin{aligned} \text{FIRST}(S) &= \text{FIRST}(()) \cup \text{FIRST}(a) \\ &= \{ (, \} \cup \{ a \} \\ &= \{ (, a \} \end{aligned}$$

根据L的产生式且 $S \not\Rightarrow^* \varepsilon$

$$\begin{aligned} \text{FIRST}(L) &= \text{FIRST}(S) \\ &= \{ (, a \} \end{aligned}$$

根据L'的产生式得到

$$\begin{aligned} \text{FIRST}(L') &= \text{FIRST}(,) \cup \text{FIRST}(\varepsilon) \\ &= \{ ,, \} \cup \{ \varepsilon \} \\ &= \{ ,, \varepsilon \} \end{aligned}$$

求Follow集

计算 FOLLOW(S)

- 从产生式 $L \rightarrow SL'$ 可知，将 $\text{FIRST}(L') - \{\epsilon\}$ 加入 $\text{FOLLOW}(S)$ ，由于 $\text{FIRST}(L') = \{,,\epsilon\}$ ，所以 $\{,,\} \in \text{FOLLOW}(S)$ 。
- 从产生式 $S \rightarrow (L)$ 可知，将 $\text{FOLLOW}(S)$ 中的 $\}$ 加入 $\text{FOLLOW}(L)$ 后，再将 $\text{FOLLOW}(S)$ 中的元素加入 $\text{FOLLOW}(S)$ （因为 L 后面跟着右括号，而右括号在 $\text{FOLLOW}(S)$ 中隐含的是句子结束相关的概念，这里主要是将 $\}$ 视为和 $\$$ 一样的句子结束标志来传递），所以 $\} \in \text{FOLLOW}(S)$ 。

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

计算 $\text{FOLLOW}(L)$

- 从产生式 $S \rightarrow (L)$ 可知，将 $\text{FOLLOW}(S)$ 中的 $\}$ 加入 $\text{FOLLOW}(L)$ ，即 $\} \in \text{FOLLOW}(L)$ 。

$\text{FOLLOW}(L) = \{ \}$ 。

计算 $\text{FOLLOW}(L')$

- 从产生式 $L \rightarrow SL'$ 可知，将 $\text{FOLLOW}(L)$ 中的元素加入 $\text{FOLLOW}(L')$ ，所以 $\} \in \text{FOLLOW}(L')$ 。

$\text{FOLLOW}(L') = \{ \}$ 。

求分析表

- 对于 S :
 - $S \rightarrow (L)$: $\text{FIRST}() = \{(\}$ ，所以 $M[S, (] = S \rightarrow (L)$
 - $S \rightarrow a$: $\text{FIRST}(a) = \{a\}$ ，所以 $M[S, a] = S \rightarrow a$
- 对于 L :
 - $L \rightarrow SL'$: $\text{FIRST}(S) = \{(\}$ ，所以 $M[L, (] = L \rightarrow SL'$ ， $M[L, a] = L \rightarrow SL'$
- 对于 L' :
 - $L' \rightarrow \epsilon$: $\text{FIRST}(\epsilon) = \{ \}$ ，所以 $M[L', \epsilon] = L' \rightarrow \epsilon$
 - $L' \rightarrow SL'$: $\text{FIRST}(S) = \{(\}$ ，所以 $M[L', (] = L' \rightarrow SL'$

非终结符	(	)	,	a	\$
S	$S \rightarrow (L)$			$S \rightarrow a$	
L	$L \rightarrow SL'$			$L \rightarrow SL'$	
L'		$L' \rightarrow \epsilon$	$L' \rightarrow SL'$		

2 问题2

步骤	分析栈（右为栈顶）	剩余输入串	动作	输出产生式
0	\$ S	(a,(a,a))\$	用 $S \rightarrow (L)$ 推导	$S \rightarrow (L)$
1	\$) L (	(a,(a,a))\$	匹配 (-
2	\$) L	a,(a,a))\$	用 $L \rightarrow S L'$ 推导	$L \rightarrow S L'$
3	\$) L' S	a,(a,a))\$	用 $S \rightarrow a$ 推导	$S \rightarrow a$
4	\$) L' a	a,(a,a))\$	匹配 a	-
5	\$) L'	, (a,a))\$	用 $L' \rightarrow , S L'$ 推导	$L' \rightarrow , S L'$
6	\$) L' S ,	, (a,a))\$	匹配 ,	-
7	\$) L' S	(a,a))\$	用 $S \rightarrow (L)$ 推导	$S \rightarrow (L)$
8	\$) L') L (	(a,a))\$	匹配 (-
9	\$) L') L	a,a))\$	用 $L \rightarrow S L'$ 推导	$L \rightarrow S L'$
10	\$) L') L' S	a,a))\$	用 $S \rightarrow a$ 推导	$S \rightarrow a$
11	\$) L') L' a	a,a))\$	匹配 a	-
12	\$) L') L'	, a))\$	用 $L' \rightarrow , S L'$ 推导	$L' \rightarrow , S L'$
13	\$) L') L' S ,	, a))\$	匹配 ,	-
14	\$) L') L' S	a))\$	用 $S \rightarrow a$ 推导	$S \rightarrow a$
15	\$) L') L' a	a))\$	匹配 a	-
16	\$) L') L'	)\$	用 $L' \rightarrow \epsilon$ 推导	$L' \rightarrow \epsilon$
17	\$) L' )	)\$	匹配)	-
18	\$) L'	)\$	用 $L' \rightarrow \epsilon$ 推导	$L' \rightarrow \epsilon$
19	\$ )	)\$	匹配)	-
20	\$	\$	接受	-

Exercise 5.2

给定以下文法：

$$A \rightarrow B \mid BC$$

$$B \rightarrow aB \mid \epsilon$$

$$C \rightarrow ab$$

- 对该文法进行左因子分解。
- 左因子分解之后，该文法是LL(1)文法吗？还是LL(k)文法？为什么？
 - 注意：你可以尝试输入字符串 ab 。

1 问题1

注意到 A 的两个产生式都有公共前缀 B ，可以将其提取出来，

$$A \rightarrow B A'$$

$$A' \rightarrow \epsilon \mid C$$

$$B \rightarrow aB \mid \epsilon$$

$$C \rightarrow ab$$

2 问题2

- 对于 $B \rightarrow aB$, 显然有

$$\text{FIRST}(aB) = \{a\}.$$

- 对于 $B \rightarrow \epsilon$, 有

$$\epsilon \in \text{FIRST}(B).$$

因此,

$$\text{FIRST}(B) = \{a, \epsilon\}.$$

由于 B 出现在产生式 $A \rightarrow BA'$ 中, 其后跟着 A' 。

注意到 $\text{FIRST}(A') = \text{FIRST}(C \mid \epsilon) = \{a, \epsilon\}$

综合可得 $\text{FOLLOW}(B) = \{a, \$\}$ 。

$\epsilon \in \text{FIRST}(\epsilon)$, 但是 $\text{FIRST}(aB) \cap \text{FOLLOW}(B) = \{a\}$ 不是空集

因此, 使用1个符号的向前搜索时无法唯一确定应采用哪一产生式, 也就是说该文法不满足 LL(1) 条件。

考虑使用2个符号的向前搜索 (LL(2)) :

- 设输入串为 ab 。
- 在分析 $A \rightarrow BA'$ 时, B 面临选择:
 - 若采用 $B \rightarrow aB$, 则第一个 a 会被匹配, 接下来剩下的符号为 b ; 而 A' 的产生式中 $A' \rightarrow C$ 要求输入的第一个符号必须为 a (因为 $C \rightarrow ab$), 此时看2个符号就能发现不匹配。
 - 应当在 B 处直接选用 $B \rightarrow \epsilon$, 使得 A' 由 $A' \rightarrow C$ 推出 ab 。

通过2个符号的向前搜索, 能够区分这两种情况, 因此该文法是 LL(2) 文法。