

## 第四章 自顶向下语法分析

### 1、对文法G[S]

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

$T \rightarrow T, S | S$

(1) 给出  $(a, (a, a))$  和  $((a, a), \wedge, (a)), a$  的最左推导。

答：

对于  $(a, (a, a))$ ：

$$\begin{aligned} S &\Rightarrow (T) \Rightarrow (T, S) \Rightarrow (S, S) \Rightarrow (a, S) \Rightarrow (a, (T)) \\ &\Rightarrow (a, (T, S)) \\ &\Rightarrow (a, (S, S)) \\ &\Rightarrow (a, (a, S)) \\ &\Rightarrow (a, (a, a)) \end{aligned}$$

对于  $((a, a), \wedge, (a)), a$ ：

$$\begin{aligned} S &\Rightarrow (T) \Rightarrow (T, S) \Rightarrow (S, S) \Rightarrow ((T), S) \\ &\Rightarrow ((T, S), S) \\ &\Rightarrow ((T, S, S), S) \\ &\Rightarrow ((S, S, S), S) \\ &\Rightarrow (((T), S, S), S) \\ &\Rightarrow (((T, S), S, S), S) \\ &\Rightarrow (((S, S), S, S), S) \\ &\Rightarrow (((a, S), S, S), S) \\ &\Rightarrow (((a, a), S, S), S) \\ &\Rightarrow (((a, a), \wedge, S), S) \\ &\Rightarrow (((a, a), \wedge, (T)), S) \\ &\Rightarrow (((a, a), \wedge, (S)), S) \\ &\Rightarrow (((a, a), \wedge, (a)), S) \\ &\Rightarrow (((a, a), \wedge, (a)), a) \end{aligned}$$

(2) 对文法G，进行改写，然后对每个非终结符写出不带回溯的递归子程序。

答：我们首先需要解决文法中的左递归和歧义，因为这些都会阻止文法成为LL(1)。

对于  $T \rightarrow T, S | S$ ，这是一个典型的左递归，我们可以将其转换为：

$$\begin{aligned} T &\rightarrow ST' \\ T' &\rightarrow ST' | \epsilon \end{aligned}$$

即改写后的文法为：

$$\begin{aligned} S &\rightarrow a | \wedge | (T) \\ T &\rightarrow ST' \\ T' &\rightarrow ,ST' | \epsilon \end{aligned}$$

其构造递归子程序为：

Procedure S;

begin

    if sym = 'a' or sym = '^'

        then advance

    else if sym = '('

        then begin

```

                                advance;
                                T;
                                if sym=')' then advance;
                                    else error;
                                end
                            else error
end;

procedure T;
begin
    S;
    T';
end;

procedure T';
begin
    if sym=',' then begin
        advance;
        S;
        T;
    end
end;

```

其中：sym是输入串指针所指向的符号，advance是把指针移动到下一位，就是读入下一符号，error是出错处理程序。

(3) 经改写后的文法是否是LL(1)的?给出它的预测分析表。

答：为了验证改写后的文法是否是 LL(1) 文法，我们需要确保每个非终结符的每个产生式都有一个独立的首终结符集，以及遵循 FOLLOW 集和其他选项的 FIRST 集不相交的原则。

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

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

$\text{FIRST}(T') = \{., \epsilon\}$

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

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

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

由此可以得到预测分析表：

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

(4) 给出输入串 (a, a)#的分析过程，并说明该串是否为 G 的句子。

答：

当前符号	使用产生式	操作	栈	说明
(	$S \rightarrow (T)$	消耗 (	$S$	遇到 (, 应用产生式 $S \rightarrow (T)$
a	$T \rightarrow ST'$	调用 T	$ST'$	递归调用 $T$
a	$S \rightarrow a$	消耗 a	$T'$	在 T 中遇到 a, 应用 $S \rightarrow a$
,	$T' \rightarrow ,ST'$	消耗,	$T'ST'$	根据 $T' \rightarrow ,ST'$ 处理,
a	$S \rightarrow a$	消耗 a	$T'$	在 $T'$ 中遇到第二个 a, 应用 $S \rightarrow a$
)	$T' \rightarrow \epsilon$	$\epsilon$	$S$	$T'$ 处理结束, 没有更多元素, 处理)
)	$S \rightarrow (T)$	消耗)		匹配起始的 (, 结束对 S 的处理
#	-	结束		输入结束, 解析成功

该输入串是该文法的一个有效句子, 且在解析过程中没有发生回溯。

## 2、已知文法G[S]:

$S \rightarrow MH \mid a$

$H \rightarrow LSo \mid \epsilon$

$K \rightarrow dML \mid \epsilon$

$L \rightarrow eHf$

$M \rightarrow K \mid bLM$

判断 G 是否是 LL(1) 文法, 如果是, 构造 LL(1) 分析表。

答: 首先展开语法 G[S]

$S \rightarrow MH$

$S \rightarrow MH$

$H \rightarrow LSo$

$H \rightarrow \epsilon$

$K \rightarrow dML$

$K \rightarrow \epsilon$

$L \rightarrow eHf$

$M \rightarrow K$

$M \rightarrow bLM$

计算各非终结符的 FIRST 集和 FOLLOW 集合:

非终结符	FIRST 集合	FOLLOW 集合
S	{a, d, b, $\epsilon$ , e}	{#, o}
M	{d, b, $\epsilon$ }	{e, #, o}
H	{ $\epsilon$ , e}	{#, f, o}
L	{e}	{a, d, b, e, #, o}
K	{d, $\epsilon$ }	{e, #, o}

对于左部相同的产生式可知:

$$SELECT(S \rightarrow MH) \cap SELECT(S \rightarrow a) = \{d, b, e, \#, o\} \cap \{a\} = \emptyset$$

$$SELECT(H \rightarrow \epsilon) \cap SELECT(H \rightarrow \epsilon) = \{e\} \cap \{\#, f, o\} = \emptyset$$

$$SELECT(K \rightarrow dML) \cap SELECT(K \rightarrow \epsilon) = \{d\} \cap \{e, \#, o\} = \emptyset$$

$$SELECT(M \rightarrow K) \cap SELECT(M \rightarrow bLM) = \{d, e, \#, o\} \cap \{b\} = \emptyset$$

所以文法是 LL(1) 的。

构造预测分析表

	a	o	d	e	f	b	#
S	$\rightarrow a$	$\rightarrow MH$	$\rightarrow MH$	$\rightarrow MH$		$\rightarrow MH$	$\rightarrow MH$
M		$\rightarrow K$	$\rightarrow K$	$\rightarrow K$		$\rightarrow bLM$	$\rightarrow K$
H		$\rightarrow \epsilon$		$\rightarrow LSo$	$\rightarrow \epsilon$		$\rightarrow \epsilon$
L				$\rightarrow eHf$			
K		$\rightarrow \epsilon$	$\rightarrow dML$	$\rightarrow \epsilon$			$\rightarrow \epsilon$