

# 编译作业参考答案 week14

答案不唯一，包含了必要的信息即可。

## P97 1

对下面的文法  $G[E]$ :

$$\begin{aligned}E &\rightarrow TE' \\E' &\rightarrow +E \mid \epsilon \\T &\rightarrow FT' \\T' &\rightarrow T \mid \epsilon \\F &\rightarrow PF' \\F' &\rightarrow *F' \mid \epsilon \\P &\rightarrow (E) \mid a \mid b \mid \wedge\end{aligned}$$

- (1) 计算这个文法的每个非终结符号的 FIRST 集合和 FOLLOW 集合
- (2) 证明这个文法是 LL(1) 的
- (3) 构造它的预测分析表

## 答案解析

(1) 思路:

- 将所有 FIRST 置空

- 对所有形如  $A ::= a\beta, a \in V_t, \beta \in V^*$  的规则, 有  $a \in \text{FIRST}(A)$
- 对所有形如  $A ::= \varepsilon$  的规则, 有  $\varepsilon \in \text{FIRST}(A)$
- 对所有形如  $A ::= X_1 X_2 \dots X_n, X_i \in V, i \in [1, n]$  的规则, 如果  $\forall k \in [1, i), \varepsilon \in \text{FIRST}(X_k)$ , 则  $\text{FIRST}(X_i) \in \text{FIRST}(A)$
- 将所有 FOLLOW 置空
- 令  $\# \in \text{FOLLOW}(E)$ ,  $E$  是文法的开始符号
- 对所有形如  $A ::= \alpha B \beta, \alpha \in V^*, \beta \in V^+, B \in V_n$  的规则, 有  $(\text{FIRST}(\beta) - \{\varepsilon\}) \text{FOLLOW}(B)$ ;
  - 若  $\varepsilon \in \text{FIRST}(\beta)$ , 则还有  $\text{FOLLOW}(A) \subset \text{FOLLOW}(B)$
- 对所有形如  $A ::= \alpha B, \alpha \in V^*, B \in V_n$  的规则, 有  $\text{FOLLOW}(A) \subset \text{FOLLOW}(B)$

(2) 思路有两个:

- 直接尝试构造 LL(1) 分析表, 根据定义: 只要 LL(1) 分析表不含多重定义元素 (不重复填入同一个格子), 这个分析表对应的文法就是 LL(1) 文法
- 证明对于任一规则  $A ::= \alpha_1 | \alpha_2 | \dots | \alpha_n, \alpha_i \in V^*, i \in [1, n]$ , 都有  $\text{FIRST}(\alpha_i) \cap \text{FIRST}(\alpha_j) = \emptyset, i \in [1, n], j \in [1, n], j \neq i$ ;
  - 若  $\varepsilon \in \text{FIRST}(\alpha_i), i \in [1, n]$ , 还应有  $\text{FOLLOW}(A) \cap \text{FIRST}(\alpha_i) = \emptyset$

(3) 思路:

- 置空分析表  $M$
- 对任意形如  $A ::= \alpha$  的规则:
  - $\forall a \in \text{FIRST}(\alpha), a \neq \varepsilon$ , 令  $M[A, a]$  为  $A ::= \alpha$
  - 如果  $\varepsilon \in \text{FIRST}(\alpha)$ , 则  $\forall b \in \text{FOLLOW}(A)$ , 令  $M[A, b]$  为  $A ::= \varepsilon$
- 分析表中的未填入的项代表错误
- 如果一个表格项被多重定义 (重复填入), 则说明这不是 LL(1) 文法, 构造失败

(1)

使用 # 代表输入的结尾, 有:

非终结符	FIRST	FOLLOW
E	{ (, a, b, ^ }	{ ), # }

非终结符	FIRST	FOLLOW
E'	$\{ +, \varepsilon \}$	$\{ ), \# \}$
T	$\{ (, a, b, \wedge \}$	$\{ +, ), \# \}$
T'	$\{ (, a, b, \wedge, \varepsilon \}$	$\{ +, ), \# \}$
F	$\{ (, a, b, \wedge \}$	$\{ a, b, +, \wedge, (, ), \# \}$
F'	$\{ *, \varepsilon \}$	$\{ a, b, +, \wedge, (, ), \# \}$
P	$\{ (, a, b, \wedge \}$	$\{ a, b, +, *, \wedge, (, ), \# \}$

(2) (3)

直接构造分析表:

	a	b	+	*	^	(	)	#
E	E ::= TE'	E ::= TE'			E ::= TE'	E ::= TE'		
E'			E' ::= +E				E' ::= ε	E' ::= ε
T	T ::= FT'	T ::= FT'			T ::= FT'	T ::= FT'		
T'	T' ::= T	T' ::= T	T' ::= ε		T' ::= T	T' ::= T	T' ::= ε	T' ::= ε
F	F ::= PF'	F ::= PF'			F ::= PF'	F ::= PF'		
F'	F' ::= ε	F' ::= ε	F' ::= ε	F' ::= *F'	F' ::= ε	F' ::= ε	F' ::= ε	F' ::= ε
P	P ::= a	P ::= b			P ::= ^	P ::= (E)		

LL(1) 分析表无多重定义, 因此这是一个 LL(1) 文法。

## P97 2

对下面的文法 G[S]:

$$S \rightarrow aABbcd|\varepsilon$$

$$A \rightarrow ASd|\varepsilon$$

$$B \rightarrow Sah|eC|\varepsilon$$

$$C \rightarrow Sf|Cg|\varepsilon$$

(1) 针对每一个非终结符号, 构造 FOLLOW 集合

- (2) 针对每一产生式的各候选式，构造 FIRST 集合
- (3) 指出此文法是否为 LL(1) 文法

### 答案解析

(1) (2)

非终结符号：

非终结符	FIRST	FOLLOW
S	$\{ a, \varepsilon \}$	$\{ a, d, f, \# \}$
A	$\{ a, d, \varepsilon \}$	$\{ a, b, d, e \}$
B	$\{ a, e, \varepsilon \}$	$\{ b \}$
C	$\{ a, f, g, \varepsilon \}$	$\{ b, g \}$

候选式：

候选式	FIRST
aABbcd	$\{ a \}$
ASd	$\{ a, d \}$
Sah	$\{ a \}$
eC	$\{ e \}$
Sf	$\{ a, f \}$
Cg	$\{ a, f, g \}$

(3)

由 (2) 容易发现对于  $C ::= Sf|Cg|\varepsilon$ ，有  $FIRST(Sf) \cap FIRST(Cg) = \{ a, f \} \neq \emptyset$ 。

因此这不是 LL(1) 文法。

助教提示：清华大学版的教材里这道题还有一个 D 的产生式，在这个题目里有：

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

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

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

$$\text{FOLLOW}(C) = \{a, b, g\}$$

但是如果你用的不是清华版的教材，FOLLOW(B) 和 FOLLOW(C) 还写成这样我就要怀疑你是不是抄的答案了（笑）