

# 形式语言与编译作业六 参考答案

授课老师：赵银亮

编写助教：张宇舜

2024 春

## 1 P117 习题 5.9

习题5.9 去除文法  $S \rightarrow AB \mid CA \quad A \rightarrow a \quad B \rightarrow BC \mid AB \quad C \rightarrow aB \mid b$  中的无用符号  
解：①去除无产出的非元： $\because B$ 推导不出终结符串  $\therefore B$  为无产出非元，去除为  
 $Gg: \quad S \rightarrow CA \quad A \rightarrow a \quad C \rightarrow b$   
 $\because Gg$  中无不可达的符号  
 $\therefore$  原题文法去除无用符号为：  $S \rightarrow CA \quad A \rightarrow a \quad C \rightarrow b$

说明：正确率较高

## 2 P117 习题 5.10

5.10  $S \rightarrow ASB | \epsilon$      $A \rightarrow aAS | a$      $B \rightarrow SbS | A | bb$

(a) 去除 $\epsilon$ 产生式  
由 $S \rightarrow \epsilon$ 可知 $S$ 可以为空  
去掉 $\epsilon$ 产生式后  
 $S \rightarrow ASB | AB$      $A \rightarrow aAS | aA | a$      $B \rightarrow SbS | bS | Sb | A | bb$

(b) 去除单位产生式  
 $(B, A)$ 是单位对  
 $S \rightarrow ASB | AB$      $A \rightarrow aAS | aA | a$   
 $B \rightarrow SbS | bS | Sb | aAS | aA | a | bb$

(c) 去除无用符号  
 $A \rightarrow a$     A有产出     $B \rightarrow bb$     B有产出     $S \rightarrow AB$   
A, B可产且 S有产出

说明: 正确率较高

## 3 P117 习题 5.11

5.11 角度：(1) 去除  $\Sigma$  产生式

$$C \rightarrow \Sigma \quad C \text{ 可空} \quad A \rightarrow C \quad A \text{ 可空} \quad B \rightarrow A \quad B \text{ 可空}$$

$$S \rightarrow BB \quad S \text{ 可空}$$

去掉  $\Sigma$  产生式后

$$S \rightarrow 0A0|00|1B1|11|BB|B$$

$$A \rightarrow C \quad B \rightarrow S|A \quad C \rightarrow S$$

(2) 去掉单位产生式

有  $(S, B)$   $(A, C)$   $(C, S)$   $(A, S)$   $(B, A)$   $(B, S)$  单位对

$$\text{去掉后 } S \rightarrow 0S0|00|1S1|11|SS|S$$

(3)  $S \rightarrow 00$   $S$  有产出  $S$  可达 无无用符号

$$S \rightarrow 0S0|00|1S1|11|SS|S$$

说明：正确率较高，本题不要求对  $S \rightarrow SS$  做消歧处理

## 4 P117 习题 5.12

5.12

(a)  $G: S \rightarrow AAA|B \quad A \rightarrow aA|B \quad B \rightarrow \epsilon$   
 $S, A, B$  都是可空的

$G_a: S \rightarrow AAA|AA|A|B$   
 $A \rightarrow aA|a|B$

(b) 单位对:  $(A, B)$   $(S, A)$   $(S, B)$

$G_r: S \rightarrow AAA|AA|aA|a$   
 $A \rightarrow aA|a$

(c) 都是有产出变元,  $G_g = G_r$   
 都是可达变元,  $G_u = G_r$ .

说明: 错误率较高, 常见错误是遗漏了  $S \rightarrow A$  的单位表达式, 应写作  
 $S \rightarrow aA|a$

## 5 P117 习题 5.13

(a) 可空变元: S, C, A, B, D

$$G_a: S \rightarrow aa | aAa | bb | bBb$$

$$A \rightarrow C | a$$

$$B \rightarrow C | b$$

$$C \rightarrow E | CE | DE | CDE$$

$$D \rightarrow A | B | ab$$

(b) 单位对: (A, C) (B, C) (C, E) (D, A) (D, B) (D, C)  
 (D, E) (A, E) (B, E)

$$Gr: S \rightarrow aa | aAa | bb | bBb$$

$$A \rightarrow CE | DE | CDE | a$$

$$B \rightarrow CE | DE | CDE | b$$

$$C \rightarrow CE | DE | CDE$$

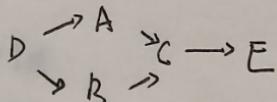
$$D \rightarrow CE | DE | CDE | ab$$

(c) 消除无用符号 (C, E 无声出, D 不可达)

$$G_g: S \rightarrow aa | aAa | bb | bBb$$

$$A \rightarrow a$$

$$B \rightarrow b$$



说明: 正确率较高, 其中 (c) 题需要删去不可达变元 D, 不需要列出在最终的文法中

## 6 P141 习题 6.2

### 6.1 (a)

解 (a)  $\text{First}(Td) \cap \text{First}(Td[\ddot{I}]) = \{\text{int}, \text{float}\}$   
 不为空，不是 LL(1) 文法

化简：1. 去  $\Sigma$  产生式

$$\check{A} \rightarrow \check{A}A | A \quad A \rightarrow Td | Td[\ddot{I}] \quad \ddot{I} \rightarrow i | \ddot{I}, i$$

2. 消除左递归

$$\check{A} \rightarrow AA' \quad A' \rightarrow AA' | \Sigma \quad A \rightarrow Td | Td[\ddot{I}]$$

$$\ddot{I} \rightarrow i\ddot{I}' \quad \ddot{I}' \rightarrow i\ddot{I}' | \Sigma \quad T \rightarrow \text{int} | \text{float}$$

3. 消除回溯

$$\check{A} \rightarrow AA' \quad A' \rightarrow AA' | \Sigma \quad A \rightarrow TdT' \quad T' \rightarrow \Sigma | [\ddot{I}]$$

$$\ddot{I} \rightarrow i\ddot{I}' \quad \ddot{I}' \rightarrow i\ddot{I}' | \Sigma \quad T \rightarrow \text{int} | \text{float}$$

$$\text{First}(T) = \{\text{int}, \text{float}\} \quad \text{Follow}(T) = \{d\}$$

$$\text{First}(d) = \{d\} \quad \text{Follow}(d) = \{[\}$$

$$\text{First}(dT') = \{\Sigma, [ \}$$

$$\text{Follow}(dT') = \{\text{int}, \text{float}, \#\}$$

$$\text{First}(\ddot{I}) = \{i\} \quad \text{Follow}(\ddot{I}) = \{]\}$$

$$\text{First}(I') = \{, \ , \Sigma\} \quad \text{Follow}(I') = \{]\}$$

$$\text{First}(\check{A}) = \{\text{int}, \text{float}\} \quad \text{Follow}(\check{A}) = \{\#\}$$

$$\text{First}(A) = \{\text{int}, \text{float}\} \quad \text{Follow}(A) = \{\text{int}, \text{float}, \#\}$$

$$\text{First}(A') = \{\text{int}, \text{float}, \Sigma\} \quad \text{Follow}(A') = \{\#\}$$

说明：正确率较高，部分同学漏写了  $T \rightarrow \text{int} | \text{float}$ ，该更正已在群内说明；另虽然 FIRST 集和 FOLLOW 集的计算不是转换后必须的，但这样书写易于检查出作业中的错误，建议完整书写

## 6.2 (b)

$S \rightarrow Ab$  的候选式首符集为  $\{a, b\}$ ;

$A \rightarrow aB|B|\epsilon$  的候选式首符集分别为  $\{a\}$ ,  $\{b\}$ ,  $\{\epsilon\}$ , 其中  $\{b\}, \{\epsilon\}$  与  $\{a\}$  相交, 所以这个文法不是 LL(1) 文法, 原因是有回溯, 修剪如下:

$$\begin{aligned} S &\rightarrow ab \mid \overset{v}{c} \\ \overset{v}{c} &\rightarrow b \overset{v}{D} \\ \overset{v}{D} &\rightarrow b \mid \epsilon \end{aligned}$$

上述文法中,  $S$  的两个候选式首符集分别为  $\{a\}$ ,  $\{b\}$ , 不相交;  $\overset{v}{c}$  的首符集为  $\{b\}$ ;  $\overset{v}{D}$  的两个候选式的首符集分别为  $\{b\}$ ,  $\{\epsilon\}$ , FOLLOW 集为空, 都不相交。因此, 修剪后的文法是 LL(1) 文法。

说明: 正确率较高, 本题若直接写为  $S \rightarrow ab|bb|b$ , 也可视为正确

## 6.3 (c)

$S$  的两个候选式的首符集分别为  $\{a\}$ ,  $\{b, c\}$ , 不相交;  
 $B$  的两个候选式的首符集分别为  $\{b\}$ ,  $\{c, d\}$ , 不相交;  
 $C$  的两个候选式的首符集分别为  $\{c\}$ ,  $\{d\}$ , 不相交。  
因此原文法是 LL(1) 文法。

说明: 正确率较高

## 7 P141 习题 6.3

(a) 首符集:  $O: \{+, *\}$ ,  $U: \{+, -\}$ ,  $E: \{+, -, (, )\}$ .

FOLLOW集:  $O: \{+, -, (, )\}$ ,  $U: \{\}\right.$ ,  $E: \{+, *\}, \left.\right\}$

(b)  $E \rightarrow EOE$  规则存在左递归。

(c) 消除左递归:  $E \rightarrow U; E' | (E) E' | \bar{z} E'$

$E' \rightarrow OEE' | \varepsilon$      $O \rightarrow + | *$      $U \rightarrow + | -$

消除回溯:  $E \rightarrow U; E' | (E) E' | \bar{z} E'$      $E' \rightarrow OEE' | \varepsilon$      $O \rightarrow + | *$      $U \rightarrow +$

(没有回溯)

说明: 正确率较高, (b) 中若仅回答“存在左递归”不正确, 因为回答过于宽泛。

另有提示: 对于 6.3(c) 转换成 LL(1) 文法, 我们知道当文法有歧义性时应消除歧义性, 所以第一步消除歧义性, 然后将其修剪为 LL(1) 的。产生歧义性的原因有 3 个: 二目运算符是左结合的还是右结合的不确定; 二目运算符 + 和 \* 的优先级不确定; 单目运算符与二目运算符的优先级不确定。参照书上给出的方法尝试解决。

## 8 P141 习题 6.4

6.4

(a) FIRST集 FOLLOW集.

P {ε, d, print} {#}

D {ε} {ε, d, print, int}

D {int} {ε, d, print, int}

S {ε, d, print}. {#}

S {d, print} {;}

E {i, d} {;, +, \*},

(b) D → ε | D 存在直接左递归.

E → i | d | E + i | E \* d

(c) 去除ε:

Ga: P → D S      S → S; S | S;

D → D D | D      S → d = E | print d

D → int d      E → i | d | E + i | E \* d.

消除左递归:

$$\begin{aligned}
 G_t: P &\rightarrow \check{D} \check{S} \\
 \check{D} &\rightarrow D D' \\
 D &\rightarrow D D' | \epsilon \\
 \check{S} &\rightarrow S; \check{S} | S; \\
 S &\rightarrow d = E | \text{print } d \\
 D &\rightarrow \text{int } d
 \end{aligned}$$

消除回溯、冗余:

	FIRST集	FOLLOW集
$P$	{int}	{#}
$\check{D}$	{int}	{d, print}
$D'$	{int}	{d, print}
$\check{S}$	{int}	{int, d, print}
$S$	{d, print}	{#}
$A$	{\epsilon, d, print}	{#}
$S$	{d, print}	{;}
$E$	{i, d}	{;}
$E'$	{+, *, \epsilon}	{;}
$D$	满足条件, 即 $G_d$ 即为 LL(1) 文法.	

说明: 正确率较高, 部分同学书写  $\check{D}$  和  $D'$  时过于潦草无法区分, 请注意