

### 第三次作业.

问题: 4.2.2(6); 4.4.1(同上); 4.4.4(同上)

这个有些复杂, 很乱。我对问题进行重述:

对于  $S \rightarrow aSbS \mid bSaS \mid \epsilon$  和串  $aabbab$

- (1) 给出这个串的一个最左推导
- (2) 一个最右推导
- (3) 一棵语法分析树.
- (4) 这个文法是否为二义性的? 证明.
- (5) 描述这个文法生成的语言.
- (9) 为该文法设计一个预测分析器  
预测分析表
- (6) 先进行提取左公因子或消除左递归
- (7) 给出该文法的 FIRST 集
- (8) FOLLOW 集

顺序应该一般是先求 First/Follow 集, 所以我调整了这个顺序.

下面分步解决这 10 个问题.

(1) 给出一个最左推导 (即总是选择最左非终结符)

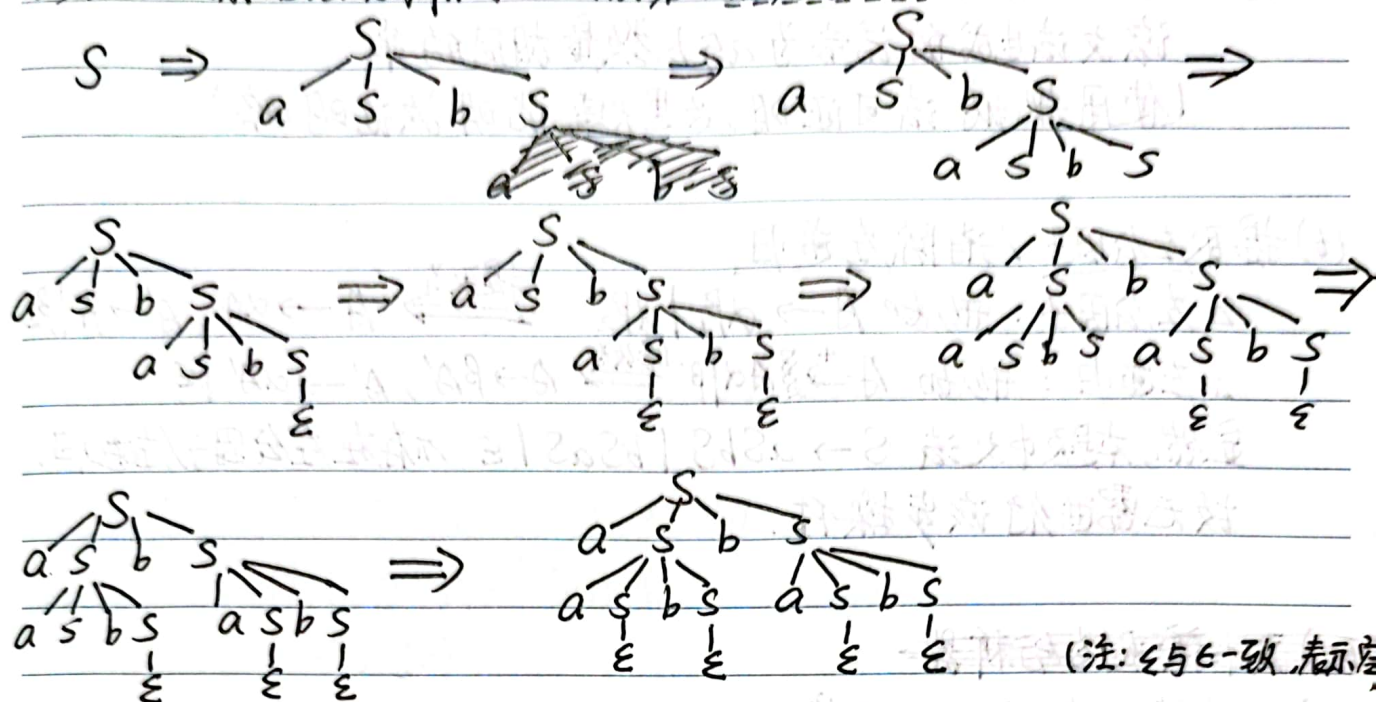
$$\begin{aligned} S &\xRightarrow{lm} aSbS \xRightarrow{lm} aaSbSSbS \xRightarrow{lm} aa\epsilon bSSbS \xRightarrow{lm} aa\epsilon bSaSSbS \\ &\xRightarrow{lm} aa\epsilon bbaSSbS \xRightarrow{lm} aa\epsilon bba\epsilon SbS \xRightarrow{lm} aa\epsilon bba\epsilon\epsilon bS \xRightarrow{lm} aa\epsilon bba\epsilon\epsilon\epsilon \\ &aa\epsilon bba\epsilon\epsilon\epsilon \text{ 即为 } aabbab. \end{aligned}$$

(2) 给出一个最右推导 (即总是选择最右非终结符)

$$\begin{aligned} S &\xRightarrow{rm} aSbS \xRightarrow{rm} aSbaSbS \xRightarrow{rm} aSbaSb\epsilon \xRightarrow{rm} aSba\epsilon b\epsilon \\ &\xRightarrow{rm} aaaSba\epsilon b\epsilon \xRightarrow{rm} aaSb\epsilon ba\epsilon b\epsilon \xRightarrow{rm} aa\epsilon b\epsilon ba\epsilon b\epsilon \\ &aa\epsilon b\epsilon ba\epsilon b\epsilon \text{ 即为 } aabbab. \end{aligned}$$



(3) 给出一棵语法分析树。 <以树最右推导为例>



(4) 显然这个文法是二义性的, 下面说明.

★二义性定义: 一个文法可以为某个句子生成多棵语法分析树.

我们知道, ~~最左推导与一棵语法分析树~~ 一个最左/最右推导与一棵语法分析树间存在一一对应关系.

故只要该文法对于串  $aabbab$  的最左/最右推导不唯一, 它就是二义性的.

我们以最左推导为例, (1) 中给出的是一个最左推导.

以下也是一个最左推导:

$S \Rightarrow aSbS \Rightarrow aaaSbSbS \Rightarrow aa\epsilon bSbS \Rightarrow aa\epsilon be bS \Rightarrow aa\epsilon bebaSbS \Rightarrow aa\epsilon beba\epsilon bS \Rightarrow aa\epsilon beba\epsilon be$

$aa\epsilon beba\epsilon be$  即为  $aabbab$

那么这两个最左推导不一样, 显然 ~~这~~ 它的最左推导不唯一.

故该文法是二义性的.





(5) 描述该文法生成的语言;

该文法生成的语言为  $a$  与  $b$  数量相同的串。

(使用归纳法可证明, 这里只需说明故证明略)

(6) 提取左公因子 / 消除左递归

△ 左公因子: 形如  $A \rightarrow \alpha\beta_1 \mid \alpha\beta_2$   $\xrightarrow{\text{提取为}}$   $A \rightarrow \alpha A', A' \rightarrow \beta_1 \mid \beta_2$

△ 左递归: 形如  $A \rightarrow \alpha A \mid \beta$   $\xrightarrow{\text{修改为}}$   $A \rightarrow \beta A', A' \rightarrow \alpha A' \mid \epsilon$

显然, 本题中文法  $S \rightarrow aSbS \mid bSaS \mid \epsilon$  不存在左公因子/左递归, 故无需进行该步操作。

~~(7) 设计预测分析器~~

(7) 给出该文法的 FIRST 集

△ FIRST 集定义为  $\text{FIRST}(A) = \{\alpha \mid A \xrightarrow{*} \alpha \dots\}$

△ FIRST 集求法为:

① 对于  $X \in V_T$ ,  $\text{FIRST}(X) = \{X\}$

② 对于  $X \in V_N$ , 且有  $X \rightarrow a \dots$ , 将  $a$  加入  $\text{FIRST}(X)$

若有  $X \rightarrow \epsilon$ , 将  $\epsilon$  加入  $\text{FIRST}(X)$

③ 若  $X \rightarrow Y \dots$ , 将  $\text{FIRST}(Y)$  中非  $\epsilon$  都加入  $\text{FIRST}(X)$

④  $X \rightarrow Y_1 Y_2 \dots Y_k$ , 若  $Y_1, \dots, Y_{i-1}$  的  $\text{FIRST}(Y_i)$  都含  $\epsilon$

可将  $\text{FIRST}(Y_i)$  加入  $\text{FIRST}(X)$

△ 对于本题来说, 太过显眼了, 显然有

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

(8) 给出该文法的 FOLLOW 集

△ FOLLOW 集定义为  $\text{FOLLOW}(A) = \{\alpha \mid S \rightarrow \dots A \alpha \dots\}$

△ FOLLOW 集求法为:

①  $\#$  放入  $\text{FOLLOW}(S)$

② 若有  $A \rightarrow \dots B \beta$ ,  $\text{FIRST}(\beta)$  中除  $\epsilon$  外加入  $\text{FOLLOW}(B)$



③若有  $A \rightarrow \alpha B$  或  $A \rightarrow \alpha B \beta$  但  $FIRST(B)$  含  $\epsilon$ ,  
 $FOLLOW(A)$  加入  $FOLLOW(B)$  中.

△对于本题来说, 太过显眼, 显然有  
 $FOLLOW(S) = \{a, b, \#, \epsilon\}$ .

(9) 预测分析表.

△在  $FIRST()$ ,  $FOLLOW()$  构造完后, 反复执行①②

①对终结符  $a \in FIRST(\alpha)$ , 把  $A \rightarrow \alpha$  加至  $M[A, a]$ .

②对  $\epsilon \in FIRST(\alpha)$ , 对  $\forall b \in FOLLOW(A)$ , 把  $A \rightarrow \alpha$  加至  $M[A, b]$ ,  
其余为"出错"标志, 一般空置.

△对于本题, 如下:

	$a$	$b$	$\#$
$S$	$S \rightarrow aSbS$	$S \rightarrow bSaS$	$S \rightarrow \epsilon$

△总结, 对于文法  $S \rightarrow aSbS \mid bSaS \mid \epsilon$  来说, 做  $FIRST$  集与  $FOLLOW$  集,  
较为不典型, 书本上的或 PPT 上的会更加典型一些.  
但是做法思想值得借鉴.

另注: 本题由可能需要考虑二义性的消除

但该内容在课程之外, 经请教老师, 可以在作业中涉及,  
故我作业的  $FOLLOW$  集,  $FIRST$  集与预测分析表均建立在  
消除二义性的基础上, 请助教明察.

关于该部分的探究在课外进行.

