

# 编译原理参考答案

齐王璟 周 帆

## 第二章 文法和语言

2. 文法 $G[N]$ 为

$N \rightarrow D | ND$

$D \rightarrow 0 | 1 | 2 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9$

$G[N]$ 的语言是什么?

答:

文法 $G[N]$ 描述的语言为 $V^+$ , 其中 $V = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$ 。即长度大于等于1的数字串。

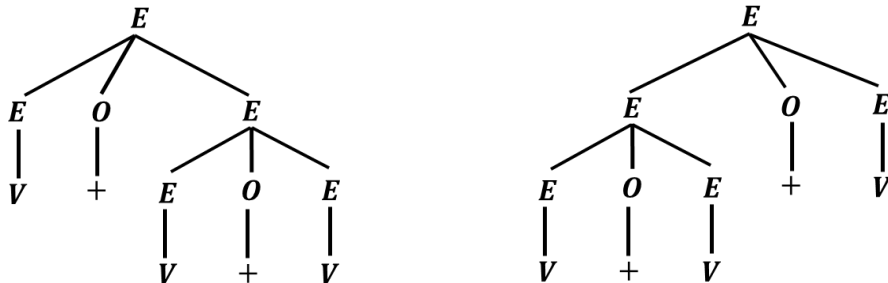
4. 证明文法 $G = (\{E, O\}, \{ (, ), +, *, v, d \}, P, E)$ 是二义的, 其中  $P$  为

$E \rightarrow EOE | E | v | d$

$O \rightarrow + | *$

答:

该文法存在句子 $v + v + v$ 可以有两种不同的语法树, 所以该文法具有二义性。



6. 已知文法  $G$ :

$\langle \text{表达式} \rangle ::= \langle \text{项} \rangle | \langle \text{表达式} \rangle + \langle \text{项} \rangle$

$\langle \text{项} \rangle ::= \langle \text{因子} \rangle | \langle \text{项} \rangle * \langle \text{因子} \rangle$

$\langle \text{因子} \rangle ::= (\langle \text{表达式} \rangle) | i$

试给出下述表达式的推导及语法树。

(1)  $i$

(2)  $(i)$

(3)  $i * i$

(4)  $i * i + i$

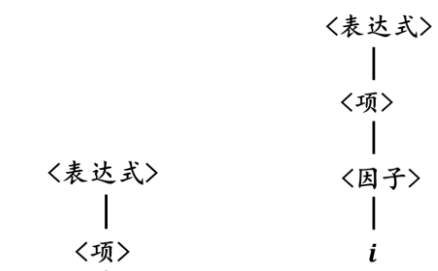
(5)  $i + (i + i)$

(6)  $i + i * i$

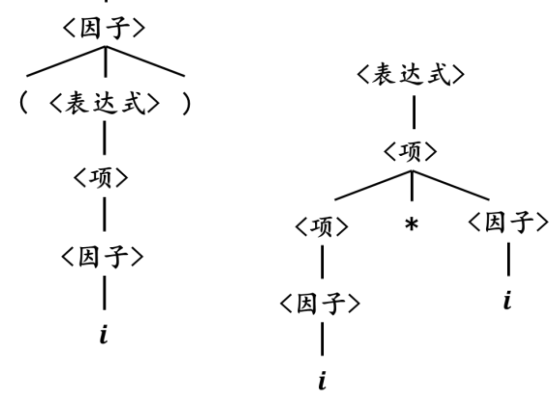
答:

六个表达式的推导和语法树如下:

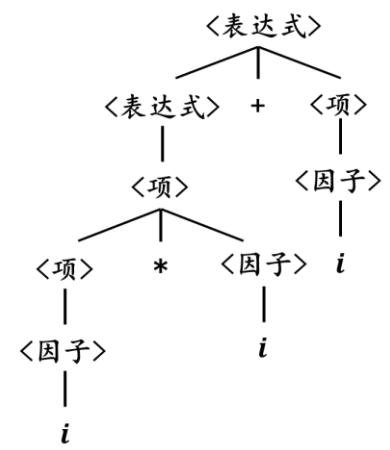
(1) <表达式>  $\Rightarrow$  <项>  
 $\Rightarrow$  <因子>  
 $\Rightarrow i$



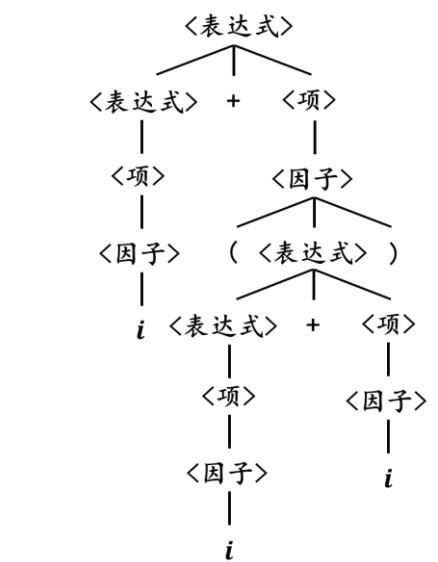
(2) <表达式>  $\Rightarrow$  <项>  
 $\Rightarrow$  <因子>  
 $\Rightarrow$  (<表达式>)  
 $\Rightarrow$  (<项>)  
 $\Rightarrow$  (<因子>)  
 $\Rightarrow (i)$



(3) <表达式>  $\Rightarrow$  <项>  
 $\Rightarrow$  <项>\*<因子>  
 $\Rightarrow$  <因子>\*i  
 $\Rightarrow i*i$

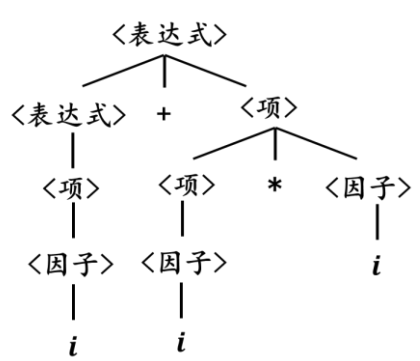


(4) <表达式>  $\Rightarrow$  <表达式>+<项>  
 $\Rightarrow$  <项>+<因子>  
 $\Rightarrow$  <项>\*<因子>+i  
 $\Rightarrow$  <因子>\*i+i  
 $\Rightarrow i*i+i$



(5) <表达式>  $\Rightarrow$  <表达式>+<项>  
 $\Rightarrow$  <项>+<因子>  
 $\Rightarrow$  <因子>+ (<表达式>)  
 $\Rightarrow i + (<表达式>+<项>)$   
 $\Rightarrow i + (<项>+<因子>)$   
 $\Rightarrow i + (<因子>+i)$   
 $\Rightarrow i + (i + i)$

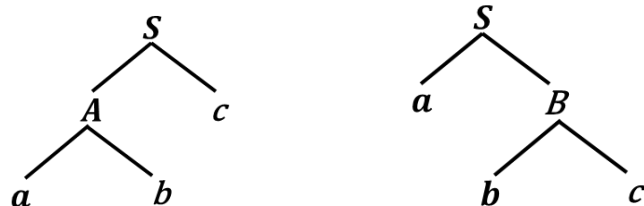
(6) <表达式>  $\Rightarrow$  <表达式>+<项>  
 $\Rightarrow$  <项>+<项>\*<因子>  
 $\Rightarrow$  <因子>+<因子>\*i  
 $\Rightarrow i + i*i$



7. 习题 1 中的文法  $G[S]$  是二义的吗?为什么?

答:

该文法是二义的。因为对于句子  $abc$  可以构造如下两种不同的语法树。



8. 考虑下面的上下文无关文法:

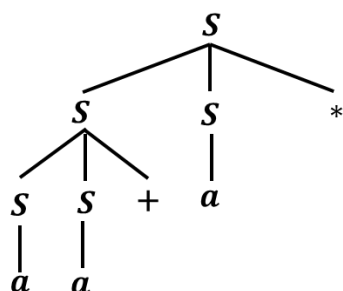
$S \rightarrow SS * | SS + | a$

(1) 表明通过此文法如何生成串  $aa + a *$ , 并为该串构造语法树

(2) 该文法生成的语言是什么?

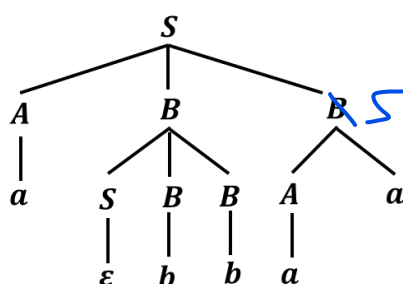
答:

(1)  $S \Rightarrow SS * \Rightarrow SS + S * \Rightarrow aS + S * \Rightarrow aa + S * \Rightarrow aa + a *$



(2) 生成语言: 由  $a$  的加法和乘法的后缀表达式构成的集合。

11. 一个上下文无关文法生成句子  $abbbaa$  的唯一语法树如下:



(1) 给出该句子相应的最左推导和最右推导。

(2) 该文法的产生式集合  $P$  可能有哪些元素?

(3) 找出该句子的所有短句、简单短语、句柄。

答:

(1) 串  $abbbaa$  最左推导:  $S \Rightarrow ABS \Rightarrow aBS \Rightarrow aSBBS \Rightarrow a\epsilon BBS \Rightarrow a\epsilon bB \Rightarrow a\epsilon bbS \Rightarrow a\epsilon bbAa \Rightarrow a\epsilon bbaa$

串  $abbbaa$  最右推导:  $S \Rightarrow ABS \Rightarrow ABaA \Rightarrow ABaa \Rightarrow ASBBaa \Rightarrow ASBbaa \Rightarrow ASbbaa \Rightarrow A\epsilon bbaa \Rightarrow a\epsilon bbaa$

(2) 该文法的产生式可能为:  $S \rightarrow ABS|Aa|\varepsilon$       $A \rightarrow a$       $B \rightarrow SBB|b$

(3) 为了区分  $abbaa$  中的  $a$  和  $b$ , 把它写成  $a_1b_1b_2a_2a_3$

短语有:  $a_1b_1b_2a_2a_3, b_1b_2, a_2a_3, a_1, a_2, b_1, b_2, \varepsilon$

直接短语有:  $a_1, a_2, b_1, b_2, \varepsilon$

句柄:  $a_1$

12. 构造产生如下语言的上下文无关文法各一个:

(1)  $\{a^n b^n | n \geq 0\}$

(2)  $\{a^m b^n | m \geq n \geq 0\}$

(3)  $\{uawb | u, w \in \{a, b\}^* \wedge |u| = |w|\}$

(4)  $\{a^n b^m | n \geq 2m \geq 0\}$

(5)  $\{a^n b^m | n \geq 0, m \geq 0, \text{且 } 3n \geq m \geq 2n\}$

(6)  $\{ww^R | w \in \{a, b\}^*\}$ , 其中,  $w^R$  表示  $w$  的反向串, 其含义是将  $w$  中的字母依次反转, 首尾字母交换位置, 下同

(7)  $\{uvw^R | u, v, w \in \{a, b\}^+ \wedge |u| = |w| = 1\}$

(8)  $\{w | w \in \{a, b\} \wedge w = w^R\}$

答:

$\{a^n b^n   n \geq 0\}$	$S \rightarrow aSb   \varepsilon$
$\{a^m b^n   m \geq n \geq 0\}$	$S \rightarrow AB$ $A \rightarrow aA   \varepsilon$ $B \rightarrow aBb   \varepsilon$
$\{uawb   u, w \in \{a, b\}^* \wedge  u  =  w \}$	$S \rightarrow Tb$ $T \rightarrow aTb   aTa   bTa   bTb$ $T \rightarrow a$
$\{a^n b^m   n \geq 2m \geq 0\}$	$S \rightarrow aaSb   aS   \varepsilon$
$\{a^n b^m   n \geq 0, m \geq 0, \text{且 } 3n \geq m \geq 2n\}$	$S \rightarrow aSbb   aSbbb   \varepsilon$
$\{ww^R   w \in \{a, b\}^*\}$	$S \rightarrow aSa   bSb   \varepsilon$
$\{uvw^R   u, v, w \in \{a, b\}^+ \wedge  u  =  w  = 1\}$	$S \rightarrow aA   bA$ $A \rightarrow aBa   bBb$ $B \rightarrow aBa   bBb   a   b$
$\{w   w \in \{a, b\} \wedge w = w^R\}$	$S \rightarrow a   b$

14. 考虑 C 语言中的表达式, 圆括号表示函数的参数, 方括号表示数组的下标。如果把 C 语言中的表达式里除了括号以外的字符都去掉, 例如,  $f(a[i] * (b[i][j], c[g(x)], d[i]))$  去掉括号以外的字符后就变成了一个括号匹配的串  $((((([][])[])))$ 。试设计一个文法来定义所有的圆括号和方括号都匹配的串。

答: 生成上述语言的文法为:

$$G(E): E \rightarrow (E) | [E] | EE | () | []$$

18. 给出生成下述语言的一个 3 型文法:

(1)  $\{a^n | n \geq 0\}$

(2)  $\{a^n b^m | n, m \geq 1\}$

(3)  $\{a^n b^m c^k | n, m, k \geq 0\}$

答: 生成上述语言的文法分别为:

$$(1) S \rightarrow aS | \varepsilon$$

$$(2) S \rightarrow aA \quad A \rightarrow aA | B \quad B \rightarrow bB | b$$

$$(3) A \rightarrow aA | B \quad B \rightarrow bB | C \quad C \rightarrow cC | \varepsilon$$