



中国科学技术大学
University of Science and Technology of China



《编译原理与技术》

习题课

计算机科学与技术学院

李 诚

6/11/2019



$S \Rightarrow_{rm} \underline{(L)}$
 $\Rightarrow_{rm} (\underline{L}, S)$
 $\Rightarrow_{rm} (L, \underline{(L)})$
 $\Rightarrow_{rm} (L, (\underline{L}, S))$
 $\Rightarrow_{rm} (L, (L, \underline{a}))$
 $\Rightarrow_{rm} (L, (\underline{S}, a))$
 $\Rightarrow_{rm} (L, (\underline{a}, a))$
 $\Rightarrow_{rm} (\underline{S}, (a, a))$
 $\Rightarrow_{rm} (\underline{a}, (a, a))$



3.16 b



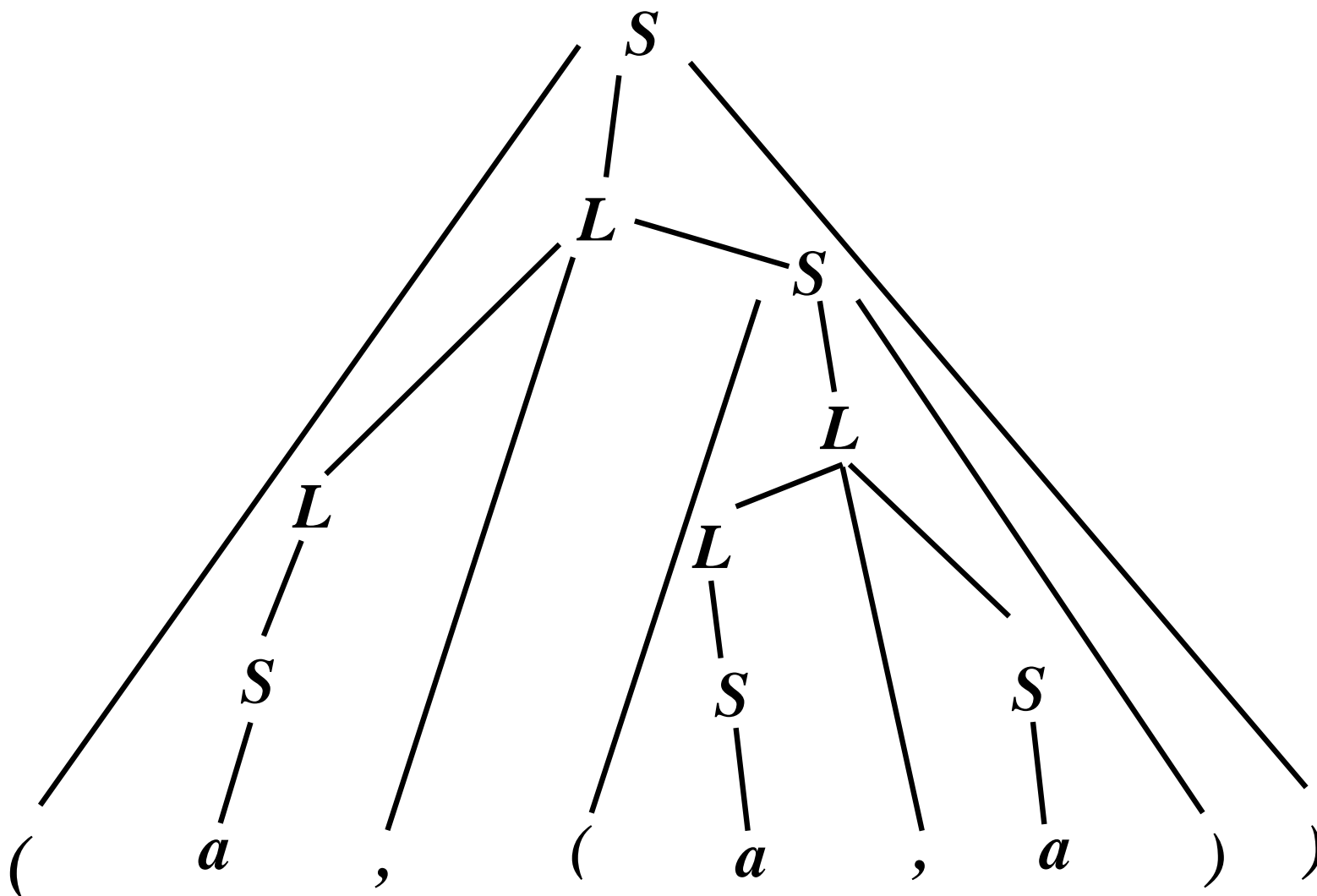
栈	输 入	动 作
\$	(a, (a, a))\$	移进
\$ (	a, (a, a))\$	移进
\$ (a	, (a, a))\$	按 $S \rightarrow a$ 归约
\$ (S	, (a, a))\$	按 $L \rightarrow S$ 归约
\$ (L	, (a, a))\$	移进
\$ (L,	(a, a))\$	移进
\$ (L, (	a, a))\$	移进
\$ (L, (a	, a))\$	按 $S \rightarrow a$ 归约
\$ (L, (S	, a))\$	按 $L \rightarrow S$ 归约
\$ (L, (L	, a))\$	移进

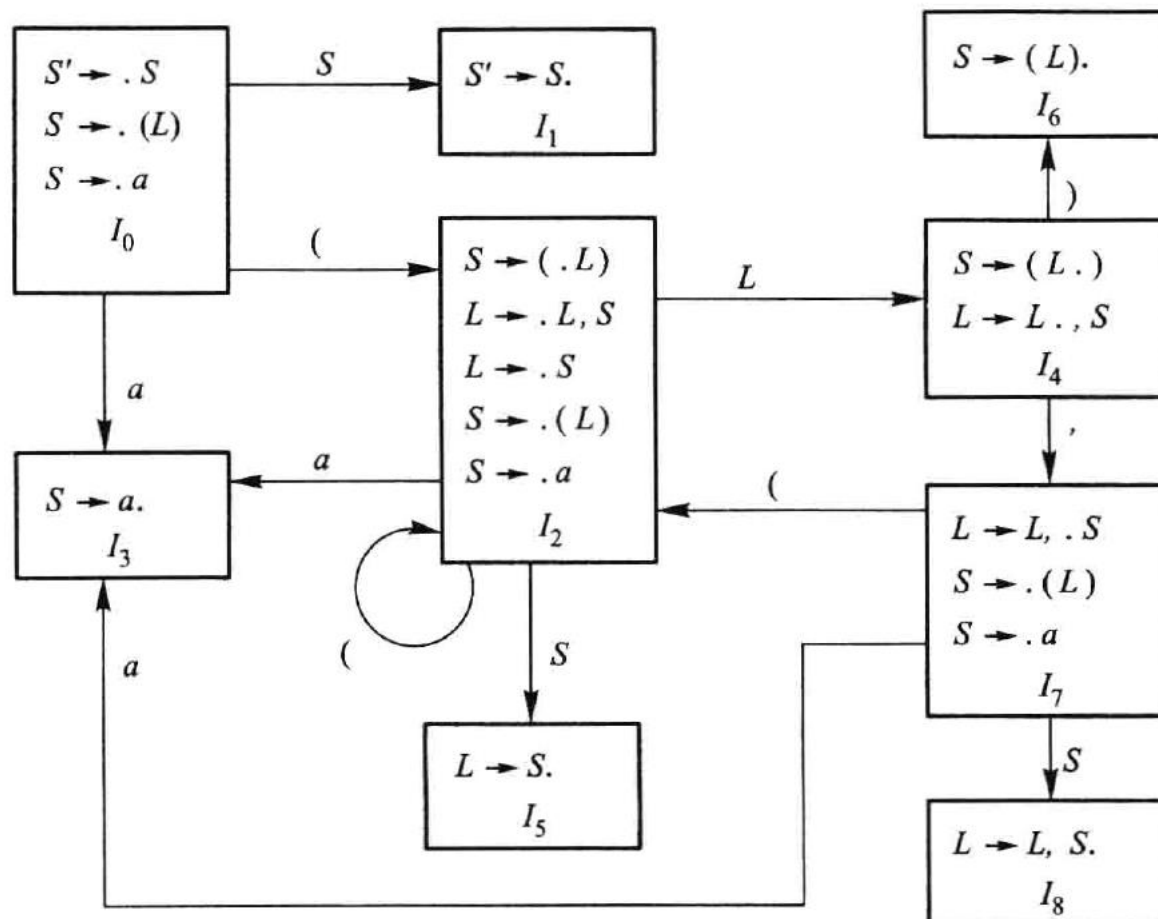


3.16 b



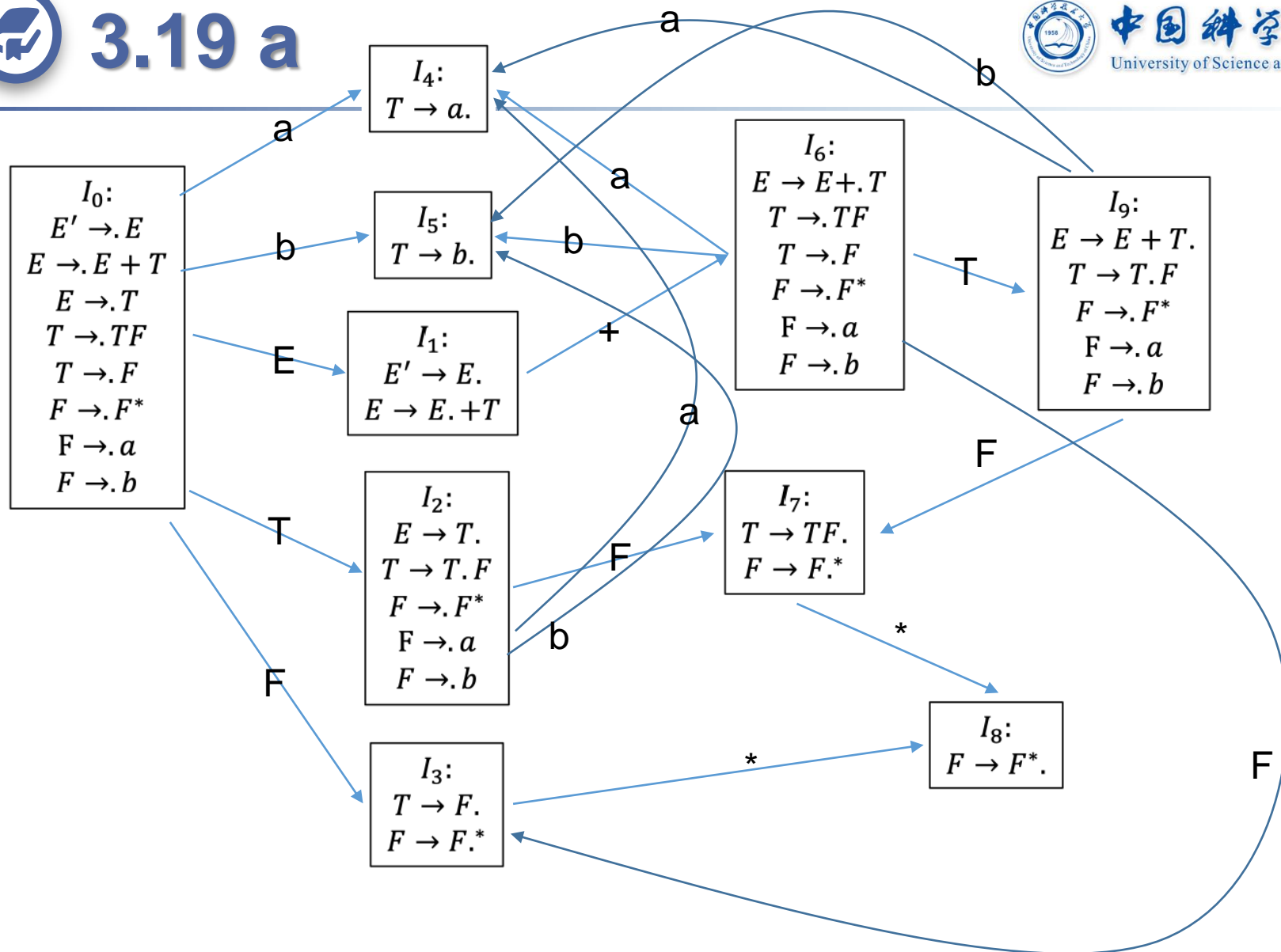
栈	输 入	动 作
\$ (L, (L,	a))\$	移进
\$ (L, (L, a	))\$	按 $S \rightarrow a$ 归约
\$ (L, (L, S	))\$	按 $L \rightarrow L, S$ 归约
\$ (L, (L	))\$	移进
\$ (L, (L)	)\$	按 $S \rightarrow (L)$ 归约
\$ (L, S	)\$	按 $L \rightarrow L, S$ 归约
\$ (L	)\$	移进
\$ (L)	\$	按 $S \rightarrow (L)$ 归约
\$ S	\$	接受







3.19 a





3.19 a



Follow(E) = {+, \$}

Follow(T) = {+, a, b, *, \$}

Follow(F) = {+, a, b, *, \$}

state	action					goto		
	+	*	a	b	\$	e	t	f
0			s4	s5		1	2	3
1	s6				acc			
2	r2		s4	s5	r2			7
3	r4	s8	r4	r4	r4			
4	r6	r6	r6	r6	r6			
5	r7	r7	r7	r7	r7			
6			s4	s5			9	3
7	r3	s8	r3	r3	r3			
8	r5	r5	r5	r5	r5			
9	r1		s4	s5	r1			7



3.19 b



I_0 :

$E' \rightarrow \cdot E, \$$

$E \rightarrow \cdot E + T, +/\$$

$E \rightarrow \cdot T, +/\$$

$T \rightarrow \cdot TF, a/b+/\$$

$T \rightarrow \cdot F, a/b/+/\$$

$F \rightarrow \cdot F^*, a/b/+/*/\$$

$F \rightarrow \cdot a, a/b/+/*/\$$

$F \rightarrow \cdot b, a/b/+/*/\$$

以此为例来推演IO的形成过程

$I_0:$
 $E' \rightarrow \cdot E, \$$

考虑所有E的产生式
 β 为空, 先前看搜索符a为\$
所以, 新的向前看搜索符为
 $\text{FIRST}(\beta a) = \{\$ \}$

$I_0:$
 $E' \rightarrow \cdot E, \$$
 $E \rightarrow \cdot E + T, \$$
 $E \rightarrow \cdot T, \$$

$I_0:$
 $E' \rightarrow \cdot E, \$$

考虑所有E的产生式
 β 为空, 先前看搜索符a为\$
所以, 新的向前看搜索符为
 $\text{FIRST}(\beta a) = \{\$ \}$

$I_0:$
 $E' \rightarrow \cdot E, \$$
 $E \rightarrow \cdot E + T, \$$
 $E \rightarrow \cdot T, \$$

再考虑所有E的产生式
 β 为+T, 先前看搜索符a为\$
所以, 新的向前看搜索符为
 $\text{FIRST}(\beta a) = \{+\}$

$I_0:$
 $E' \rightarrow \cdot E, \$$
 $E \rightarrow \cdot E + T, +/\$$
 $E \rightarrow \cdot T, +/\$$

I_0 :

$E' \rightarrow \cdot E, \$$

$E \rightarrow \cdot E + T, +/\$$

$E \rightarrow \cdot T, +/\$$

考虑所有T的产生式

β 为空, 先前看搜索符a为+/\$

所以, 新的向前看搜索符为

$\text{FIRST}(\beta a) = \{+, \$\}$

I_0 :

$E' \rightarrow \cdot E, \$$

$E \rightarrow \cdot E + T, +/\$$

$E \rightarrow \cdot T, +/\$$

$T \rightarrow \cdot TF, +/\$$

$T \rightarrow \cdot F, +/\$$

I_0 :

$E' \rightarrow \cdot E, \$$
 $E \rightarrow \cdot E+T, +/\$$
 $E \rightarrow \cdot T, +/\$$

考虑所有T的产生式

β 为空, 先前看搜索符a为+/\$

所以, 新的向前看搜索符为

$\text{FIRST}(\beta a) = \{+, \$\}$

I_0 :

$E' \rightarrow \cdot E, \$$
 $E \rightarrow \cdot E+T, +/\$$
 $E \rightarrow \cdot T, +/\$$
 $T \rightarrow \cdot TF, +/\$$
 $T \rightarrow \cdot F, +/\$$

再考虑所有T的产生式

β 为F, 先前看搜索符a为+/\$

所以, 新的向前看搜索符为

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

I_0 :

$E' \rightarrow \cdot E, \$$
 $E \rightarrow \cdot E+T, +/\$$
 $E \rightarrow \cdot T, +/\$$
 $T \rightarrow \cdot TF, a/b+/\$$
 $T \rightarrow \cdot F, a/b+/\$$



3.19 b



I_0 :

$E' \rightarrow \cdot E, \$$
 $E \rightarrow \cdot E + T, +/\$$
 $E \rightarrow \cdot T, +/\$$
 $T \rightarrow \cdot TF, a/b+/\$$
 $T \rightarrow \cdot F, a/b+/\$$

考虑所有F的产生式

β 为空, 先前看搜索符a为
 $a/b+/\$$

所以, 新的向前看搜索符为
 $FIRST(\beta a) = \{a, b, +, \$\}$

I_0 :

$E' \rightarrow \cdot E, \$$
 $E \rightarrow \cdot E + T, +/\$$
 $E \rightarrow \cdot T, +/\$$
 $T \rightarrow \cdot TF, a/b+/\$$
 $T \rightarrow \cdot F, a/b+/\$$
 $F \rightarrow \cdot F^*, a/b+/\$$
 $F \rightarrow \cdot a, a/b+/\$$
 $F \rightarrow \cdot b, a/b+/\$$

I_0 :

$E' \rightarrow \cdot E, \$$
 $E \rightarrow \cdot E + T, +/\$$
 $E \rightarrow \cdot T, +/\$$
 $T \rightarrow \cdot TF, a/b+/\$$
 $T \rightarrow \cdot F, a/b+/\$$
 $F \rightarrow \cdot F^*, a/b+/*/\$$
 $F \rightarrow \cdot a, a/b+/*/\$$
 $F \rightarrow \cdot b, a/b+/*/\$$

再考虑所有F的产生式

β 为*, 先前看搜索符a为 $a/b+/\$$

所以, 新的向前看搜索符为
 $FIRST(F\$) = \{*\}$



移进的时候不看向前看搜索符，只看 · 后面的终结符
归约的时候只看向前看搜索符
没有同心集可以合并，因此LR(1)与LALR分析表相同
也与SLR分析表相同

state	action					goto		
	+	*	a	b	\$	e	t	f
0			s4	s5		1	2	3
1	s6				acc			
2	r2		s4	s5	r2			7
3	r4	s8	r4	r4	r4			
4	r6	r6	r6	r6	r6			
5	r7	r7	r7	r7	r7			
6			s4	s5			9	3
7	r3	s8	r3	r3	r3			
8	r5	r5	r5	r5	r5			
9	r1		s4	s5	r1			7



□是LL(1)

- ❖ 考虑S的两个可以选择的产生式
- ❖ $\text{FIRST}(AaAb) = \{a\}$ // ϵ 并不包含在内
- ❖ $\text{FIRST}(BbBa) = \{b\}$ // ϵ 并不包含在内
- ❖ 无交集

设文法G是LL(1)文法, 则G中的每一个非终结符号A的任何两个不同的产生式 $A \rightarrow \alpha \mid \beta$, 下列条件成立:

1. $\text{FIRST}(\alpha) \cap \text{FIRST}(\beta) = \emptyset$;
2. 若 $\beta \Rightarrow^* \epsilon$, 那么 $\text{FIRST}(\alpha) \cap \text{FOLLOW}(A) = \emptyset$;



□不是SLR(1)

$I_0:$

$S' \rightarrow \cdot S$

$S \rightarrow \cdot AaAb$

$S \rightarrow \cdot BbBa$

$A \rightarrow \cdot$

$B \rightarrow \cdot$

$\text{Follow}(A) = \{a, b\}$

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

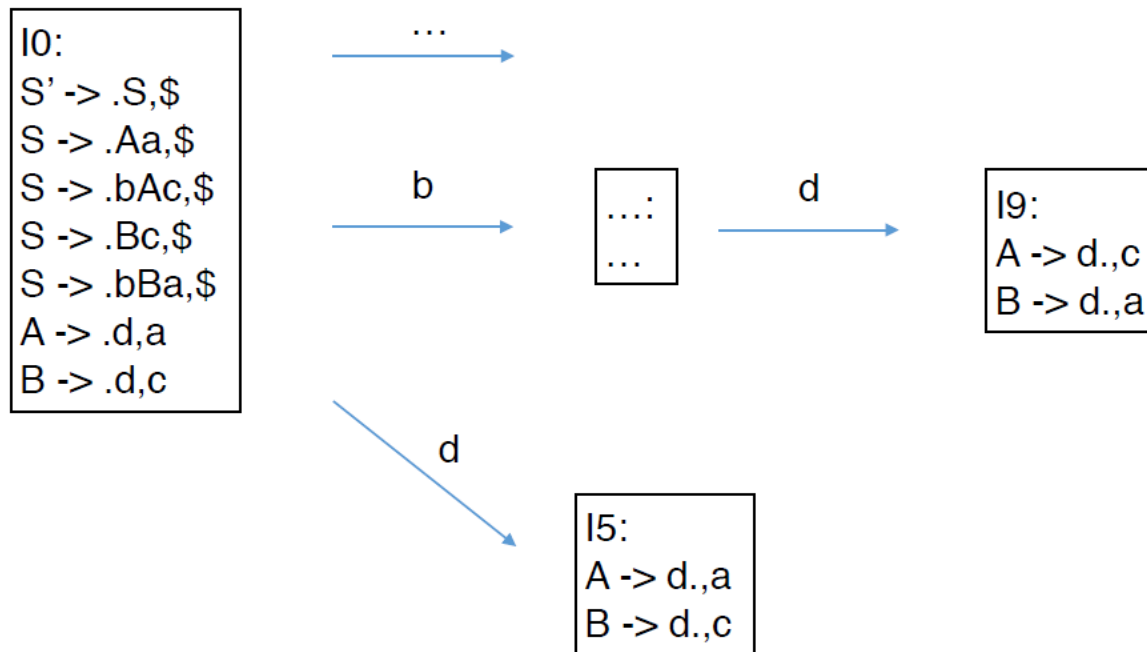
因此 $\text{action}[0, a] = r4/r5$

$\text{action}[0, b] = r4/r5$

归约归约冲突



3.24





状态	动作					转移		
	a	b	c	d	\$	S	A	B
0		s3		s5		1	2	4
1					acc			
...								
5	r5		r6					
...								
9	r9		r5					
...								

□没有冲突，故而该文法是LR(1)文法

□合并同心项目集5和9时出现冲突，归约-归约冲突。

I0:
 $L' \rightarrow \cdot L, \$$
 $L \rightarrow \cdot MLb, \$$
 $L \rightarrow \cdot a, \$$
 $M \rightarrow \cdot, a$

I1:
 $L' \rightarrow L \cdot, \$$

I2:
 $L \rightarrow M \cdot Lb, \$$
 $L \rightarrow \cdot MLb, b$
 $L \rightarrow \cdot a, b$
 $M \rightarrow \cdot, a$

I3:
 $L \rightarrow a \cdot, \$$

I4:
 $L \rightarrow ML \cdot b, \$$

I5:
 $L \rightarrow M \cdot Lb, b$
 $L \rightarrow \cdot MLb, b$
 $L \rightarrow \cdot a, b$
 $M \rightarrow \cdot, a$

I6:
 $L \rightarrow a \cdot, b$

I7:
 $L \rightarrow MLb \cdot, \$$

I8:
 $L \rightarrow ML \cdot b, b$

I9:
 $L \rightarrow MLb \cdot, b$



- S: 无符号数
- I: 无符号整型
- R: 无符号实数
- W: 无符号实数的小数点前面部分
- F: 无符号实数的小数点后面部分



□ $\text{action}[0, d] = s4/r8$, 移进归约冲突, 所以不是LR(1)

□ 基础运算1: 计算闭包CLOSURE(I)

I_0 :

$S' \rightarrow \cdot S, \$$

$S \rightarrow \cdot I, \$$

$S \rightarrow \cdot R, \$$

$I \rightarrow \cdot d, d/\$$

$I \rightarrow \cdot Id, d/\$$

$R \rightarrow \cdot WpF, \$$

$W \rightarrow \cdot Wd, p$

$W \rightarrow \cdot, d/p$

❖ I中的任何项目都属于CLOSURE(I)

❖ 若有项目 $[A \rightarrow \alpha \cdot B \beta, a]$ 在CLOSURE(I)中, 而 $B \rightarrow \gamma$ 是文法中的产生式, b 是FIRST(βa)中的元素, 则 $[B \rightarrow \cdot \gamma, b]$ 也属于CLOSURE(I)



I0:

$S' \rightarrow \cdot S, \$$
 $S \rightarrow \cdot V = E, \$$
 $S \rightarrow \cdot E, \$$
 $V \rightarrow \cdot * E, =/\$$
 $V \rightarrow \cdot id, =/\$$
 $E \rightarrow \cdot V, \$$

I1:

$S' \rightarrow S \cdot, \$$

I2:

$S \rightarrow V \cdot = E, \$$
 $E \rightarrow V \cdot, \$$

I3:

$S \rightarrow E \cdot, \$$

I5:

$V \rightarrow id \cdot, =/\$$

I7:

$V \rightarrow *E \cdot, =/\$$

I9:

$S \rightarrow V = E \cdot, \$$

I4:

$V \rightarrow * \cdot E, =/\$$
 $E \rightarrow \cdot V, =/\$$
 $V \rightarrow \cdot * E, =/\$$
 $V \rightarrow \cdot id, =/\$$

I6:

$S \rightarrow V = \cdot E, \$$
 $E \rightarrow \cdot V, \$$
 $V \rightarrow \cdot * E, \$$
 $V \rightarrow \cdot id, \$$

I8:

$E \rightarrow V \cdot, =/\$$

I10:

$E \rightarrow V \cdot, \$$

I11:

$V \rightarrow * \cdot E, \$$
 $E \rightarrow \cdot V, \$$
 $V \rightarrow \cdot * E, \$$
 $V \rightarrow \cdot id, \$$

I12:

$V \rightarrow id \cdot, \$$

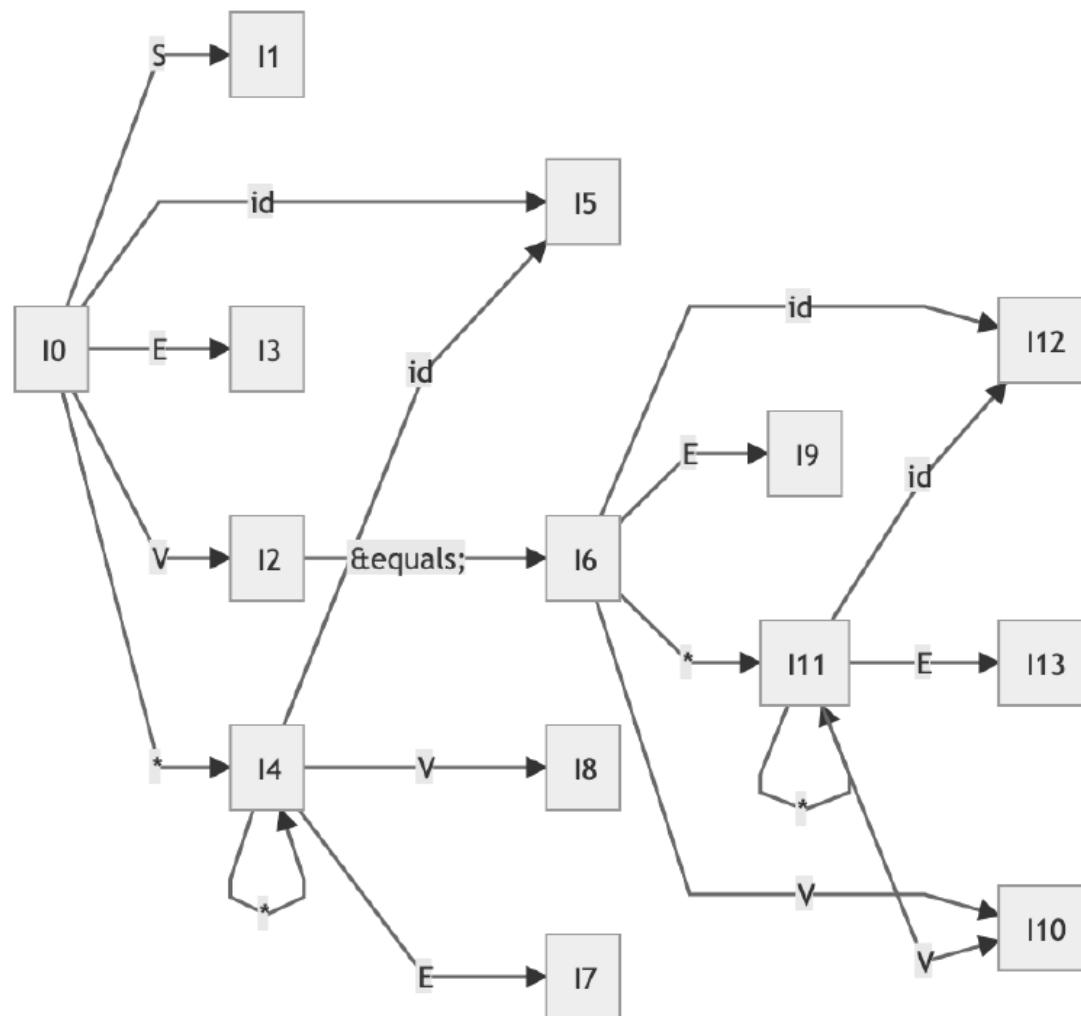
I13:

$V \rightarrow *E \cdot, \$$

(I4, I11), (I5, I12), (I8, I10) 同心项目集
合并后无冲突



3.29 b





□ $L = \{w \mid w \in (a|b)^* \text{ 并且在 } w \text{ 的任何前缀中, } a \text{ 的个数不少于 } b \text{ 的个数}\}$

□ 该文法是二义的

❖ 对 aaba

❖ $S \Rightarrow aS \Rightarrow aaSbS \Rightarrow aabS \Rightarrow aabaS \Rightarrow aaba$

❖ $S \Rightarrow aSbS \Rightarrow aaSbS \Rightarrow aabS \Rightarrow aabaS \Rightarrow aaba$

□ 改写文法

$S \rightarrow aS \mid aYbS \mid \varepsilon$

$Y \rightarrow aYbY \mid \varepsilon$



中国科学技术大学
University of Science and Technology of China



《编译原理与技术》 习题课

The end!