



北京交通大学

BEIJING JIAOTONG UNIVERSITY

北京交通大学

课程名称：编译原理

作业题目：第四章作业

学号：22281188

姓名：江家玮

班级：计科2204班

指导老师：陈钰枫老师

报告日期：2024-11-19

目录

第四章作业

- 4-1 (教材4-1) 消除下列文法的左递归
- 4-2 (教材4-3) 对于如下文法，画出无左递归无回溯的递归下降分析程序框图。
- 4-3 (教材4-4) 求下列文法的FIRST集和FOLLOW集。
- 4-4 (教材4-8) 对于如下文法：
- 4-5 (教材4-9) 设已给文法
- 4-6 (教材4-13) 对于文法 $G[S]$ ：
- 4-7 (教材4-20) 对于算符文法 $G[S]$ ：
- 4-8 (教材4-31) 设已给文法 $G[E]$ ：
- 4-9 (教材4-33) 对于算符文法
- 4-10 (教材4-35) 对于下列文法，试构造LR(0)项目集规范族及识别全部活前缀的DFA。
- 4-11 (教材4-36) 构造题4-10的LR(0)分析表，判定是否是LR(0)文法。
- 4-12 (教材4-37) 判定下列文法是哪一类LR文法，并构造LR分析表。
- 4-13 (教材4-38) 下列文法是否是SLR (1) 文法？若是，构造相应的SLR (1) 分析表，若不是，则阐述其理由。

第四章作业

4-1 (教材4-1) 消除下列文法的左递归

(1) $G[S] : S \rightarrow SA|A, A \rightarrow SB|B|(S)|(), B \rightarrow [S]|\square$

(2) $G[S] : S \rightarrow AS|b, A \rightarrow SA|a$

(3) $G[S] : S \rightarrow (T)|a|\varepsilon T \rightarrow S|T, S$

(1) 解: ①

$$A1 = B, A2 = A, A3 = S$$

②

$$a. i = 1, A_i = A_1 = B$$

$$b. i = 2, A_i = A_2 = A$$

$$j = 1, A_j = A_1 = B$$

改写: $A \rightarrow SB | [S] | \square | (S) | ()$

$$c. i = 3, A_i = A_3 = S$$

$$j = 1, A_j = A_1 = B$$

$$j = 2, A_j = A_2 = A$$

改写: $S \rightarrow SA|SB|[S]|\square|(S)|()$

消除直接递归: $S \rightarrow (\square | () | [S] | (S))\{A | B\}$

(2) 解: ①

$$A1 = A, A2 = S$$

②

$$a. i = 1, A_i = A_1 = A$$

$$b. i = 2, A_i = A_2 = S$$

$$j = 1, A_j = A_1 = A$$

改写: $S \rightarrow SAS|aS|b$

消除直接递归: $S \rightarrow (aS|b)\{AS\}$

(3) 解: ①

$$A1 = T, A2 = S$$

②

$$a. i = 1, A_i = A_1 = T$$

改写: $T \rightarrow S\{, S\}$

$$b. i = 2, A_i = A_2 = S$$

$$j = 1, A_j = A_1 = T$$

4-2 (教材4-3)对于如下文法，画出无左递归无回溯的递归下降分析程序框图。

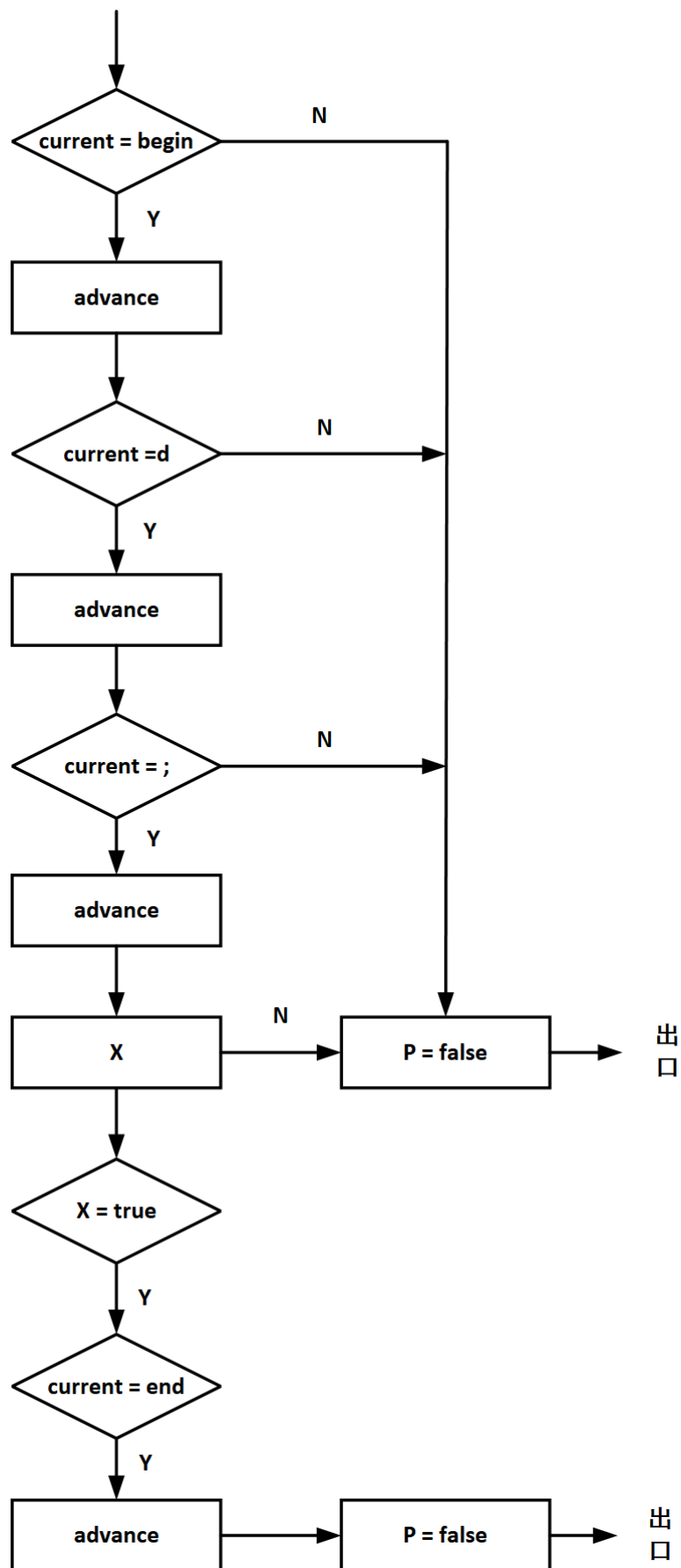
(1)

$$P \rightarrow begin d; X end$$
$$X \rightarrow d; X | sY$$
$$Y \rightarrow ; sY | \epsilon$$

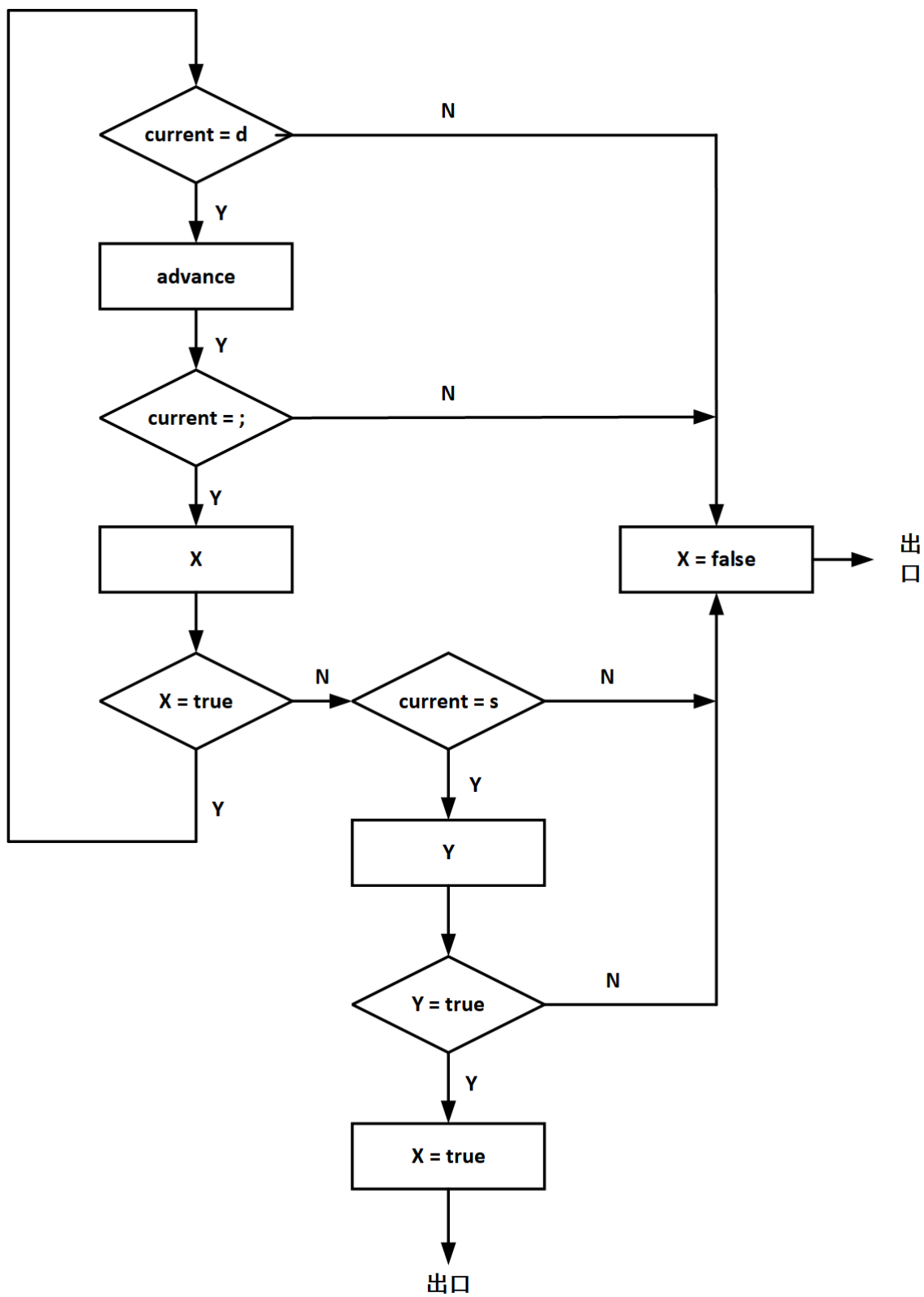
(2)

$$\langle \text{程序} \rangle \rightarrow begin \langle \text{语句} \rangle end$$
$$\langle \text{语句} \rangle \rightarrow \langle \text{赋值语句} \rangle | \langle \text{条件语句} \rangle$$
$$\langle \text{赋值语句} \rangle \rightarrow \langle \text{变量} \rangle := \langle \text{表达式} \rangle$$
$$\langle \text{条件语句} \rangle \rightarrow if \langle \text{表达式} \rangle then \langle \text{语句} \rangle$$
$$\langle \text{表达式} \rangle \rightarrow \langle \text{变量} \rangle$$
$$\langle \text{表达式} \rangle \rightarrow \langle \text{表达式} \rangle + \langle \text{变量} \rangle$$
$$\langle \text{变量} \rangle \rightarrow i$$

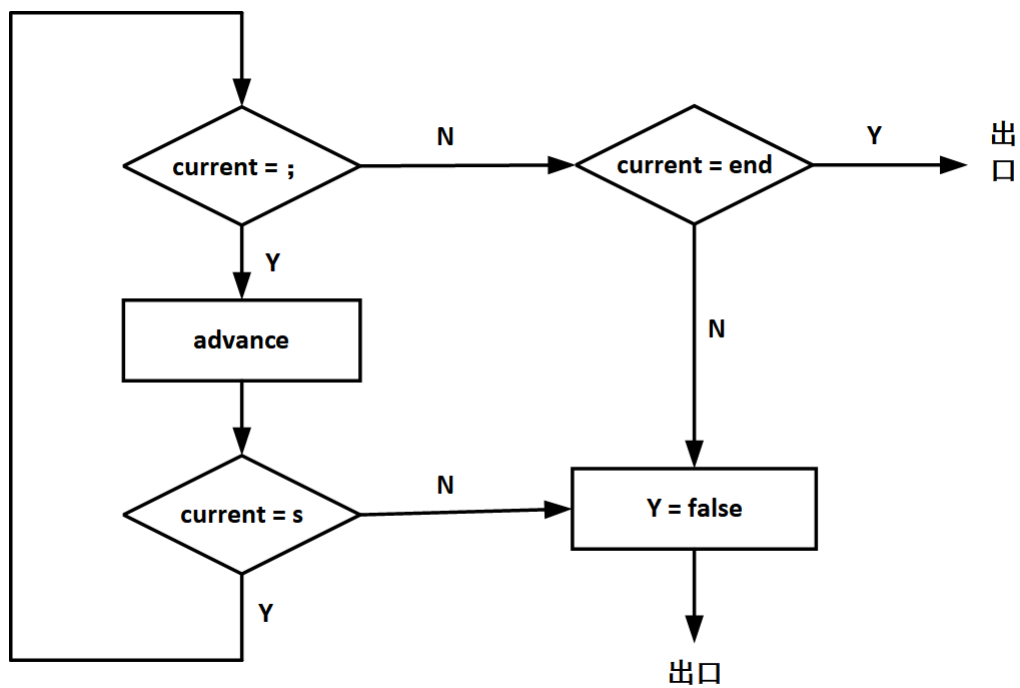
(1) 解: $P \rightarrow begin d; X end$



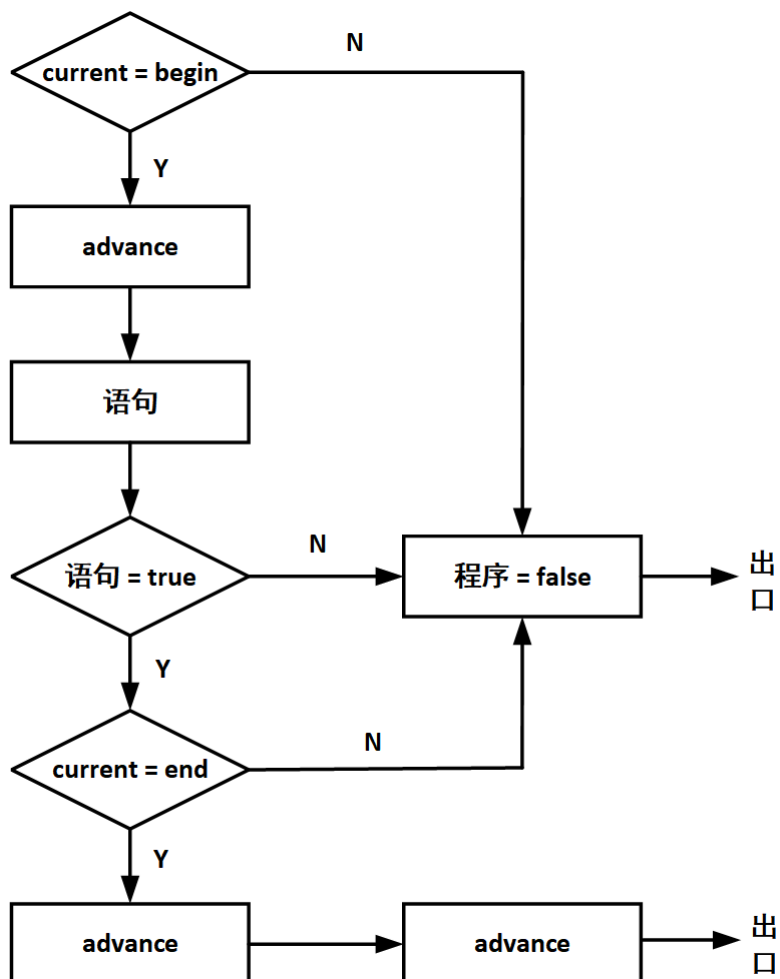
$X \rightarrow d; X|sY$



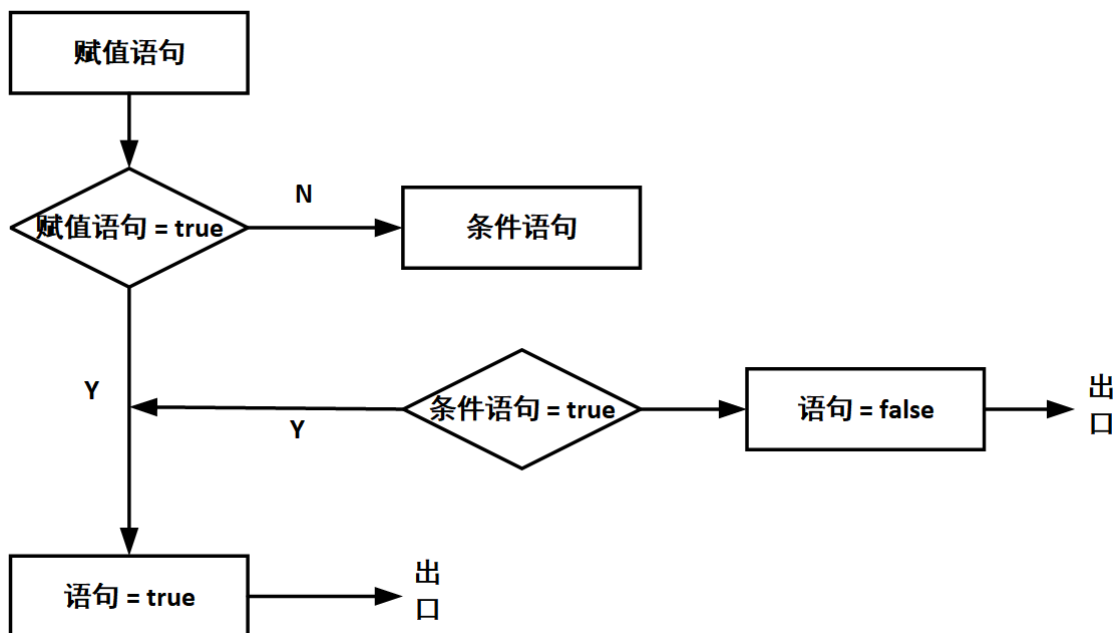
$Y \rightarrow ; sY | \epsilon$



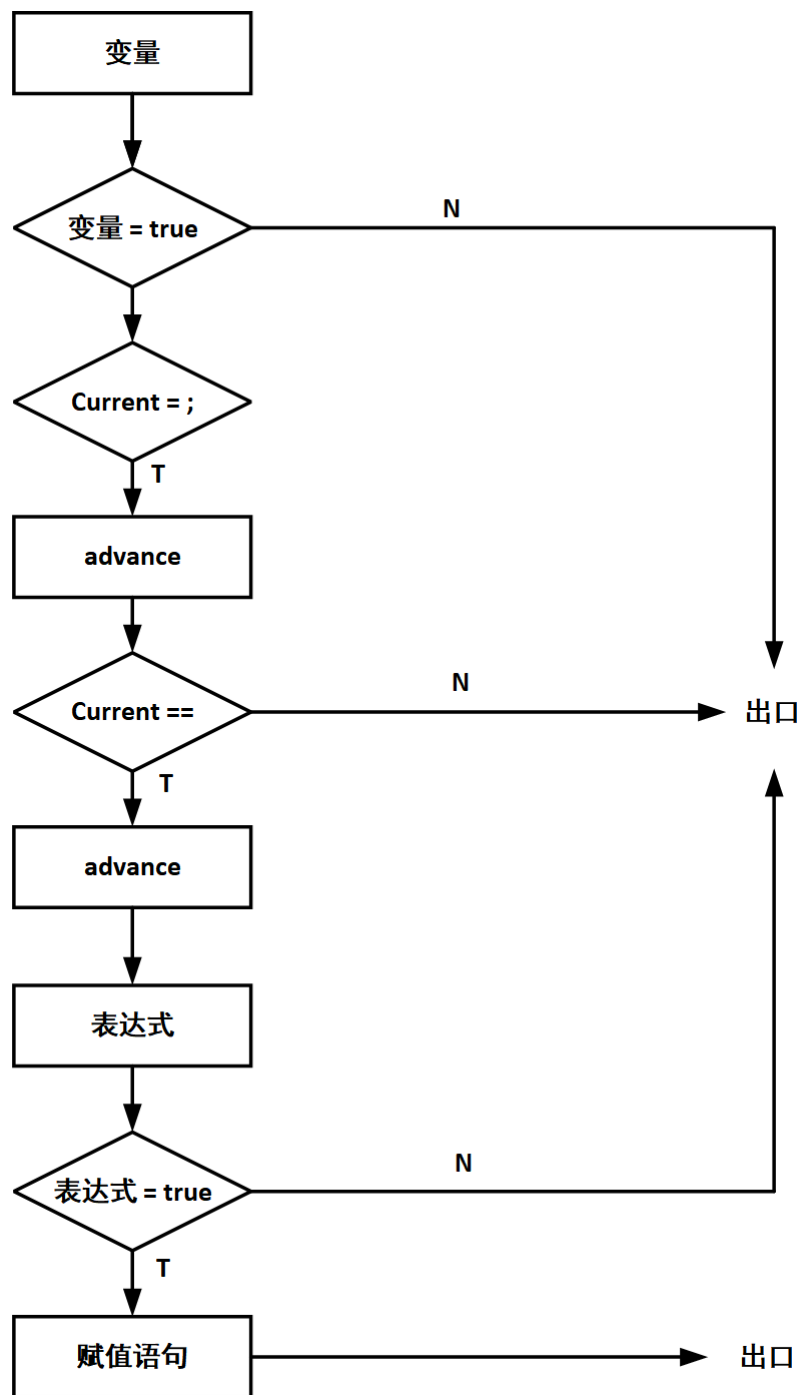
(2) 解: $\langle \text{程序} \rangle \rightarrow \text{begin} \langle \text{语句} \rangle \text{end}$



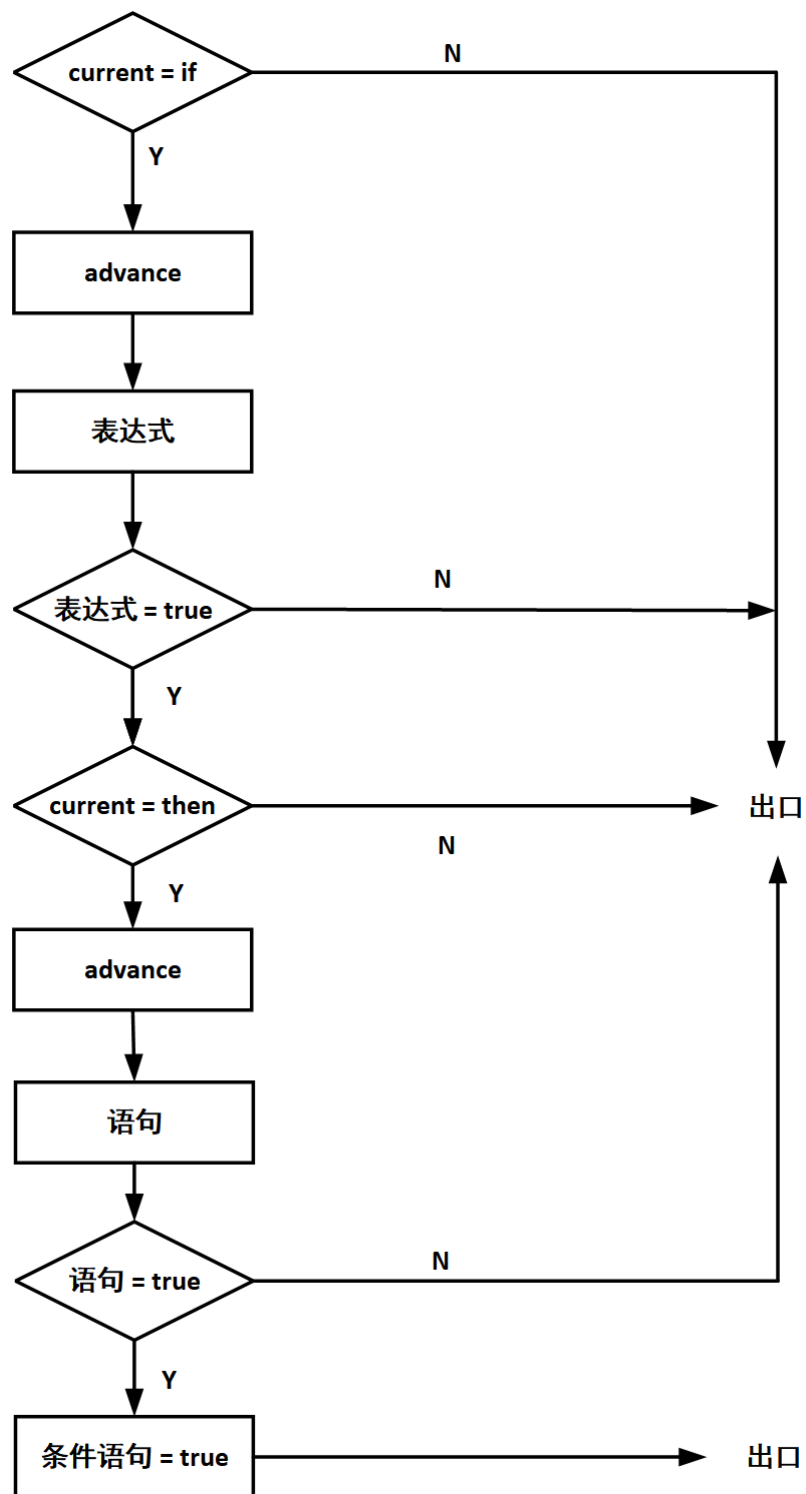
$\langle \text{语句} \rangle \rightarrow \langle \text{赋值语句} \rangle \mid \langle \text{条件语句} \rangle$



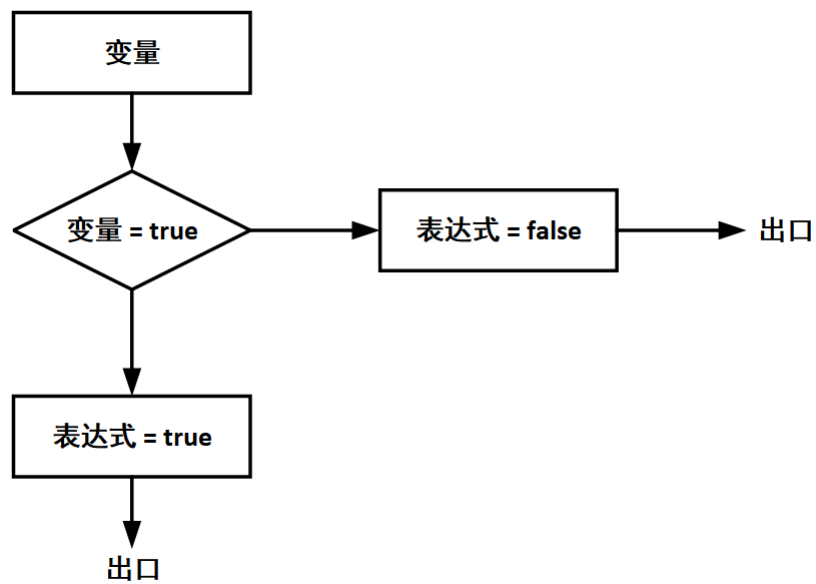
< 赋值语句 > → < 变量 > := < 表达式 >



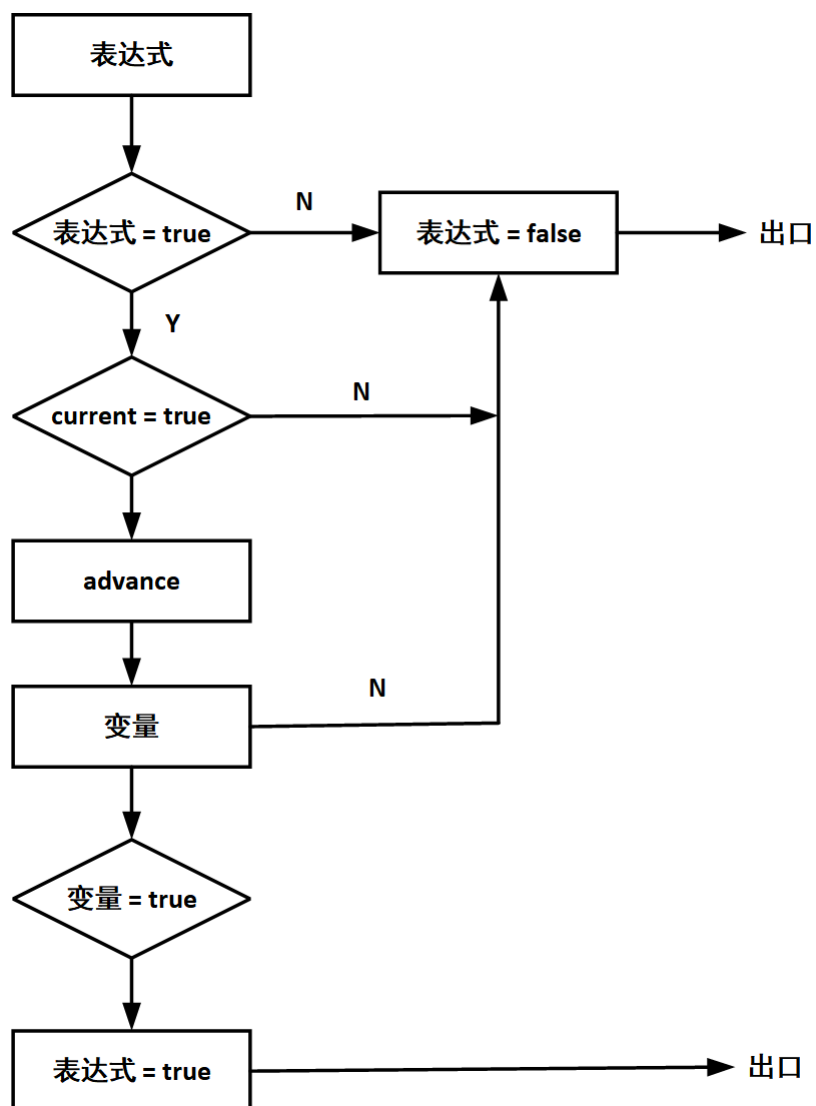
< 条件语句 > \rightarrow *if* < 表达式 > *then* < 语句 >



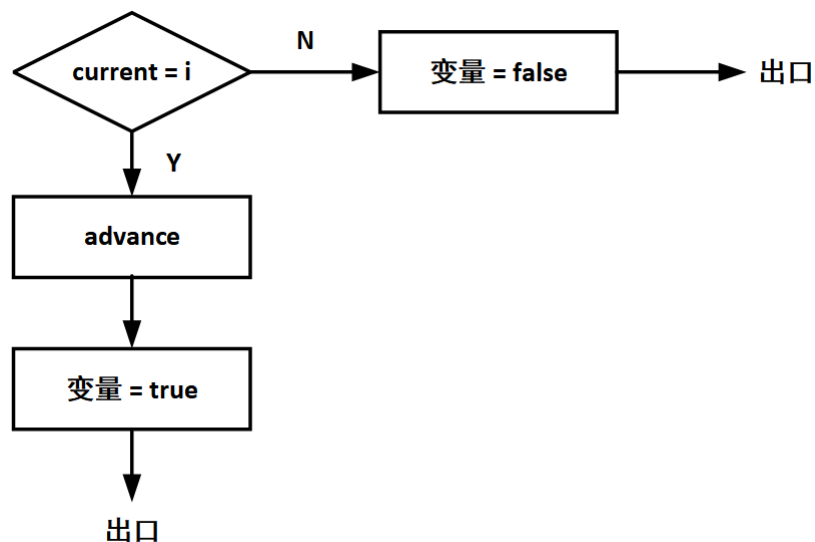
< 表达式 > → < 变量 >



< 表达式 > → < 表达式 > + < 变量 >



< 变量 > → i



4-3 (教材4-4) 求下列文法的FIRST集和FOLLOW集。

$$\begin{aligned}
 G[S] : S &\rightarrow aAB|bA|\varepsilon \\
 A &\rightarrow aAb|\varepsilon \\
 B &\rightarrow bB|\varepsilon
 \end{aligned}$$

解:

$$\begin{aligned}
 \text{FIRST}(aAB) &= a \\
 \text{FIRST}(bA) &= b \\
 \text{FIRST}(\varepsilon) &= \varepsilon \\
 \text{FIRST}(aAb) &= a \\
 \text{FIRST}(bB) &= b \\
 \text{FOLLOW}(S) &= \{\#\} \\
 \text{FOLLOW}(A) &= \{b, \#\} \\
 \text{FOLLOW}(B) &= \{\#\}
 \end{aligned}$$

4-4 (教材4-8) 对于如下文法:

$$\begin{aligned}
 G[S] : S &\rightarrow Sb|Ab|b \\
 A &\rightarrow Aa|a
 \end{aligned}$$

(1) 构造一个与G等价的LL(1)文法G';

解:

$$\begin{aligned}
 S &\rightarrow AbS'|bS' \\
 S' &\rightarrow bS'|\varepsilon \\
 A &\rightarrow aA' \\
 A' &\rightarrow aA'|\varepsilon
 \end{aligned}$$

(2) 对于G', 构造一个相应的LL(1)分析表。

	a	b	#
S	$S \rightarrow AbS'$	$S \rightarrow bS'$	
S'		$S' \rightarrow bS'$	$S' \rightarrow \varepsilon$
A	$A \rightarrow aA'$		
A'	$A' \rightarrow aA'$		

A	$A \rightarrow aA'$ a	b	$\#$
A'	$A' \rightarrow aA'$	$A' \rightarrow \epsilon$	

$$\begin{aligned}
 S : \text{FIRST}(AbS') &= \{a\}, \text{FIRST}(bS') = b, \text{FOLLOW}(S) = \{\#\} \\
 S' : \text{FIRST}(bS') &= \{b\}, \text{FIRST}(\epsilon) = \epsilon, \text{FOLLOW}(S') = \{\#\} \\
 A : \text{FIRST}(aA') &= \{a\}, \text{FOLLOW}(A) = \{b\} \\
 A' : \text{FIRST}(aA') &= \{a\}, \text{FIRST}(\epsilon) = \epsilon, \text{FOLLOW}(A') = \{b\}
 \end{aligned}$$

4-5 (教材4-9) 设已给文法

$$G[S] : S \rightarrow SaB|bB$$

$$A \rightarrow S|a$$

$$B \rightarrow Ac$$

(1) 求出每个非终结符号的FIRST集和FOLLOW集;

$$\begin{aligned}
 \text{FIRST}(SaB) &= \{b\} \\
 \text{FIRST}(bB) &= \{b\} \\
 \text{FIRST}(S) &= \{b\} \\
 \text{FIRST}(a) &= \{a\} \\
 \text{FIRST}(Ac) &= \{b, a\} \\
 \text{FOLLOW}(S) &= \{\#, a, c\} \\
 \text{FOLLOW}(A) &= \{c\} \\
 \text{FOLLOW}(B) &= \{a, \#\}
 \end{aligned}$$

(2) 将它改写为LL(1)文法。

$$\begin{aligned}
 S &\rightarrow bBS' \\
 S' &\rightarrow aBS' | \epsilon \\
 A &\rightarrow S | a \\
 B &\rightarrow Ac
 \end{aligned}$$

4-6 (教材4-13) 对于文法G[S]:

$$S \rightarrow A/$$

$$A \rightarrow Aa|AS|/$$

(1) 构造G[S]的简单优先矩阵;

	S	A	$/$	a
S			$>=$	$>$
A	$=$	$<$	$<$	$=$
$/$			$>$	$>$
a			$>$	$>$

(2) 找出其中的多重定义元素，以验证G[S]不是简单优先文法。

解：A和/同时有关系=和<，所以不是简单优先文法。

4-7（教材4-20）对于算符文法G[S]:

$$S \rightarrow E$$

$$E \rightarrow E - T | T$$

$$T \rightarrow T * F | F$$

$$F \rightarrow P | - P$$

$$P \rightarrow (E) | i$$

(1) 构造G的算符优先矩阵;

$$\text{FIRSTVT}(S) = \{ \#, *, -, (, i, -- \}$$

$$\text{FIRSTVT}(E) = \{ *, -, (, i, -- \}$$

$$\text{FIRSTVT}(T) = \{ *, --, (, i \}$$

$$\text{FIRSTVT}(F) = \{ --, (, i \}$$

$$\text{FIRSTVT}(P) = \{ (, i \}$$

$$\text{LASTVT}(S) = \{ \#, -, *,), i, -- \}$$

$$\text{LASTVT}(E) = \{ -, *,), i, -- \}$$

$$\text{LASTVT}(T) = \{ *, --,), i \}$$

$$\text{LASTVT}(F) = \{ --,), i \}$$

$$\text{LASTVT}(P) = \{), i \}$$

	*	-	()	i	#	--
*	>	>	<	>	<	>	<
-	<	>	<	>	<	>	<
(<	<	<	=	<		<
)	>	>	=	>		>	
i	>	>		>		>	
#	<	<	<		<	=	<
--	>	>	<	>	<	>	

(2) 指出G不是算符优先文法，即指出具有多重定义的优先矩阵元素;

解：-具有多重定义，因此G不是优先算符文法。

(3) 将G改写为算符优先文法。

$$S \rightarrow E$$

$$E \rightarrow E - T | T$$

$$T \rightarrow T * F | F$$

$$F \rightarrow P | - P$$

$$P \rightarrow (E) | i$$

4-8 (教材4-31) 设已给文法G[E]:

$$E \rightarrow E + T | T$$

$$T \rightarrow T * F | F$$

$$F \rightarrow P \uparrow F | P$$

$$P \rightarrow (E) | i$$

(1) 构造此文法的算符优先矩阵

$$E' \rightarrow E$$

$$E \rightarrow E + T | T$$

$$T \rightarrow T * F | F$$

$$F \rightarrow P \uparrow F | P$$

$$P \rightarrow (E) | i$$

$$\text{FIRSTVT}(E') = \{\#, +, *, \uparrow, (, i\}$$

$$\text{FIRSTVT}(E) = \{+, *, \uparrow, (, i\}$$

$$\text{FIRSTVT}(T) = \{*, \uparrow, (, i\}$$

$$\text{FIRSTVT}(F) = \{\uparrow, (, i\}$$

$$\text{FIRSTVT}(P) = \{(, i\}$$

$$\text{LASTVT}(E') = \{\#, +, *, \uparrow,), i\}$$

$$\text{LASTVT}(E) = \{+, *, \uparrow,), i\}$$

$$\text{LASTVT}(T) = \{*, \uparrow,), i\}$$

$$\text{LASTVT}(F) = \{\uparrow,), i\}$$

$$\text{LASTVT}(P) = \{), i\}$$

	+	*	↑	()	i	#
+	>	<	<	<	>	<	>
*	>	>	<	<	>	<	>
↑	>	>	<	<	>	<	>
(<	<	<	<	=	<	
)	>	>	>	=	>		>
i	>	>	>		>		>
#	<	<	<	<		<	=

(2) 用Floyd方式将所得的优先矩阵线性化。

	+	*	↑	()	i	#
f	3	5	5	1	7	7	1
g	2	4	6	6	1	6	1

4-9 (教材4-33) 对于算符文法

$S \rightarrow A[]$

$A \rightarrow [$

$A \rightarrow aA$

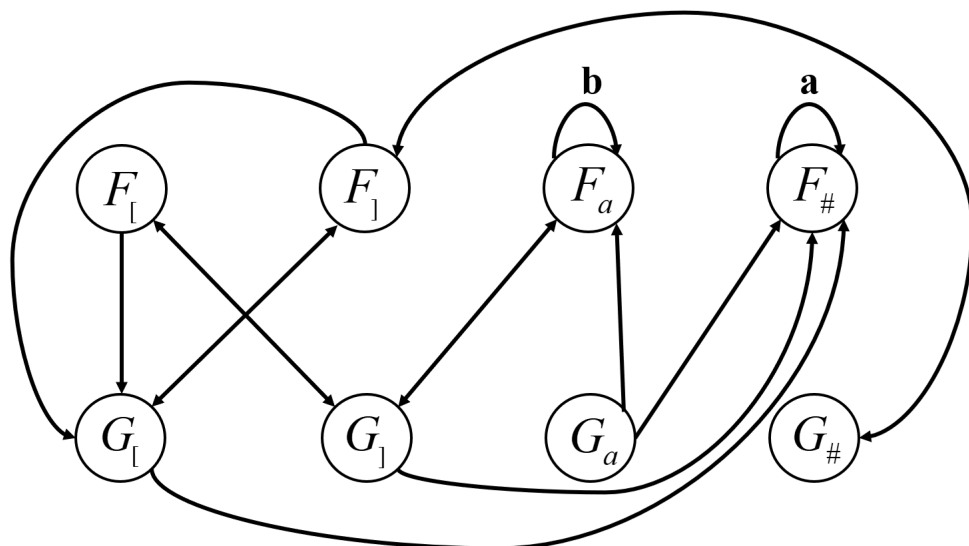
$A \rightarrow B]$

$B \rightarrow a$

(1) 构造相应的优先矩阵;

$\text{FIRSTVT}(S) = \{[]\}$
 $\text{FIRSTVT}(A) = \{[, a,]\}$
 $\text{FIRSTVT}(B) = \{a\}$
 $\text{LASTVT}(S) = \{[]\}$
 $\text{LASTVT}(A) = \{[, a,]\}$
 $\text{LASTVT}(B) = \{a\}$

	[]	a	#
[>			
]	>			>
a	>/<	</>	<	
#	<			=



(2) 用Bell方法求优先函数;

	[]	a	#
f	5	7	5	1
g	5	5	6	1

(3) 检验此优先矩阵能否线性化。

解：因为文法不是算符优先文法，因此不能线性化。

4-10 (教材4-35) 对于下列文法，试构造LR(0)项目集规范族及识别全部活前缀的DFA。

$$G[S] : S \rightarrow aSb$$

$$S \rightarrow aSc$$

$$S \rightarrow ab$$

解：拓广后的文法为：

$$S' \rightarrow S$$

$$S \rightarrow aSb$$

$$S \rightarrow aSc$$

$$S \rightarrow ab$$

拓广文法后所有的项目为：

$$S' \rightarrow \cdot S$$

$$S' \rightarrow S \cdot$$

$$S \rightarrow \cdot aSb$$

$$S \rightarrow a \cdot Sb$$

$$S \rightarrow aS \cdot b$$

$$S \rightarrow aSb \cdot$$

$$S \rightarrow \cdot aSc$$

$$S \rightarrow a \cdot Sc$$

$$S \rightarrow aS \cdot c$$

$$S \rightarrow aSc \cdot$$

$$S \rightarrow \cdot ab$$

$$S \rightarrow a \cdot b$$

$$S \rightarrow ab \cdot$$

$$C_0 = \text{closure}(C_0) = \{S' \rightarrow \cdot S, S \rightarrow \cdot aSb, S \rightarrow \cdot aSc, S \rightarrow \cdot ab\}$$

$$C_1 = GO(C_0, S) = \{S' \rightarrow S \cdot\}$$

$$C_2 = GO(C_0, a) = \{S \rightarrow a \cdot Sb, S \rightarrow a \cdot Sc, S \rightarrow a \cdot b, S \rightarrow \cdot aSb, S \rightarrow \cdot aSc, S \rightarrow \cdot ab\}$$

$$C_3 = GO(C_2, S) = \{S \rightarrow aS \cdot b, S \rightarrow aS \cdot c\}$$

$$C_4 = GO(C_2, b) = \{S \rightarrow ab \cdot\}$$

$$C_5 = GO(C_3, b) = \{S \rightarrow aSb \cdot\}$$

$$C_6 = GO(C_3, c) = \{S \rightarrow aSc \cdot\}$$

4-11 (教材4-36) 构造题4-10的LR(0)分析表，判定是否是LR(0)文法。

解：是LR (0) 文法。

状态	ACTION	ACTION	ACTION	ACTION	GOTO	GOTO
状态	a	b	c	#	S	S'
0	S2				1	
1				acc		
2		S4			3	
3		S5	S6			
4	r3	r3	r3	r3		
5	r1	r1	r1	r1		
6	r2	r2	r2	r2		

4-12（教材4-37）判定下列文法是哪一类LR文法，并构造LR分析表。

$G[S] : S \rightarrow (SR$

$S \rightarrow a$

$R \rightarrow , SR$

$R \rightarrow)$

解：拓展后的文法为：

$S' \rightarrow S$

$S \rightarrow (SR$

$S \rightarrow a$

$R \rightarrow ,SR$

$R \rightarrow)$

拓广文法后所有的项目为：

$S' \rightarrow \cdot S$

$S' \rightarrow S \cdot$

$S \rightarrow \cdot (SR$

$S \rightarrow (\cdot SR$

$S \rightarrow (S \cdot R$

$S \rightarrow (SR \cdot$

$S \rightarrow \cdot a$

$S \rightarrow a \cdot$

$R \rightarrow \cdot ,SR$

$R \rightarrow , \cdot SR$

$R \rightarrow , S \cdot R$

$R \rightarrow , SR \cdot$

$R \rightarrow \cdot)$

$R \rightarrow) \cdot$

$$\begin{aligned}
C_0 &= \text{closure}(C_0) = \{S' \rightarrow \cdot S, S \rightarrow \cdot (SR, S \rightarrow \cdot a\} \\
C_1 &= GO(C_0, S) = \{S' \rightarrow S \cdot\} \\
C_2 &= GO(C_0, () = \{S \rightarrow (\cdot SR, S \rightarrow \cdot (SR, S \rightarrow \cdot a\} \\
C_3 &= GO(C_0, a) = \{S \rightarrow a \cdot\} \\
C_4 &= GO(C_2, S) = \{S \rightarrow (S \cdot R, R \rightarrow \cdot, SR, R \rightarrow \cdot)\} \\
C_5 &= GO(C_4, R) = \{S \rightarrow (SR \cdot\} \\
C_6 &= GO(C_4, ,) = \{R \rightarrow, \cdot SR, S \rightarrow \cdot (SR, S \rightarrow \cdot a\} \\
C_7 &= GO(C_4,)) = \{R \rightarrow \cdot\} \\
C_8 &= GO(C_6, S) = \{R \rightarrow, S \cdot R, R \rightarrow \cdot, SR, R \rightarrow \cdot)\} \\
C_9 &= GO(C_8, R) = \{R \rightarrow, SR \cdot\}
\end{aligned}$$

因为没有冲突项目，因此是LR(0)文法。

状态	ACTION	ACTION	ACTION	ACTION	ACTION	ACTION	GOTO	GOTO
状态	(a	,)	#	S	S'	R
0	S2	S3				1		
1					acc			
2						4		
3	r2	r2	r2	r2	r2			
4			S6	S7				5
5	r1	r1	r1	r1	r1			
6						8		
7	r4	r4	r4	r4	r4			
8								9
9	r3	r3	r3	r3	r3			

4-13（教材4-38） 下列文法是否是SLR（1）文法？若是，构造相应的SLR（1）分析表，若不是，则阐述其理由。

$G[S] : S \rightarrow Sab$

$S \rightarrow bR$

$R \rightarrow S$

$R \rightarrow a$

解：拓展后的文法为：

$S' \rightarrow S$

$S \rightarrow Sab$

$S \rightarrow bR$

$R \rightarrow S$

$R \rightarrow a$

拓广文法后所有的项目为：

$$S' \rightarrow \cdot S$$

$$S' \rightarrow S \cdot$$

$$S \rightarrow \cdot Sab$$

$$S \rightarrow S \cdot ab$$

$$S \rightarrow Sa \cdot b$$

$$S \rightarrow Sab \cdot$$

$$S \rightarrow \cdot bR$$

$$S \rightarrow b \cdot R$$

$$S \rightarrow bR \cdot$$

$$R \rightarrow \cdot S$$

$$R \rightarrow S \cdot$$

$$R \rightarrow \cdot a$$

$$R \rightarrow a \cdot$$

$$C_0 = \text{closure}(C_0) = \{S' \rightarrow \cdot S, S \rightarrow \cdot Sab, S \rightarrow \cdot bR\}$$

$$C_1 = GO(C_0, S) = \{S' \rightarrow S \cdot, S \rightarrow S \cdot ab\} \text{ (移进规约冲突)}$$

$$C_2 = GO(C_0, b) = \{S \rightarrow b \cdot R, R \rightarrow \cdot S, R \rightarrow \cdot a, S \rightarrow \cdot Sab, S \rightarrow \cdot bR\}$$

$$C_3 = GO(C_1, a) = \{S \rightarrow Sa \cdot b\}$$

$$C_4 = GO(C_2, R) = \{S \rightarrow bR \cdot\}$$

$$C_5 = GO(C_2, S) = \{R \rightarrow S \cdot, S \rightarrow S \cdot ab\} \text{ (移进规约冲突)}$$

$$C_6 = GO(C_2, a) = \{R \rightarrow a \cdot\}$$

$$C_7 = GO(C_2, b) = \{S \rightarrow b \cdot R\}$$

$$C_8 = GO(C_3, b) = \{S \rightarrow Sab \cdot\}$$

$$\text{Follow}(S') = \{\#\} \cap \{a\} = \varnothing$$

$$\text{Follow}(R) = \{\#, a\} \cap \{a\} \neq \varnothing$$

不是 $SLR(1)$ 文法, 因为当前移进规约冲突无法解决。