

编译原理参考答案

齐王璟 周 帆

第三章 词法分析

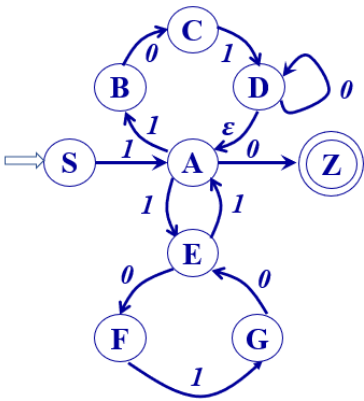
1. 构造下列正规式相应的 DFA。

(2) $1(1010^*|1(010)^*1)^*0$

(4) $b((ab)^*|bb)^*ab$

答：

(2)正规式 $1(1010^*|1(010)^*1)^*0$ 对应的 NFA 如下：

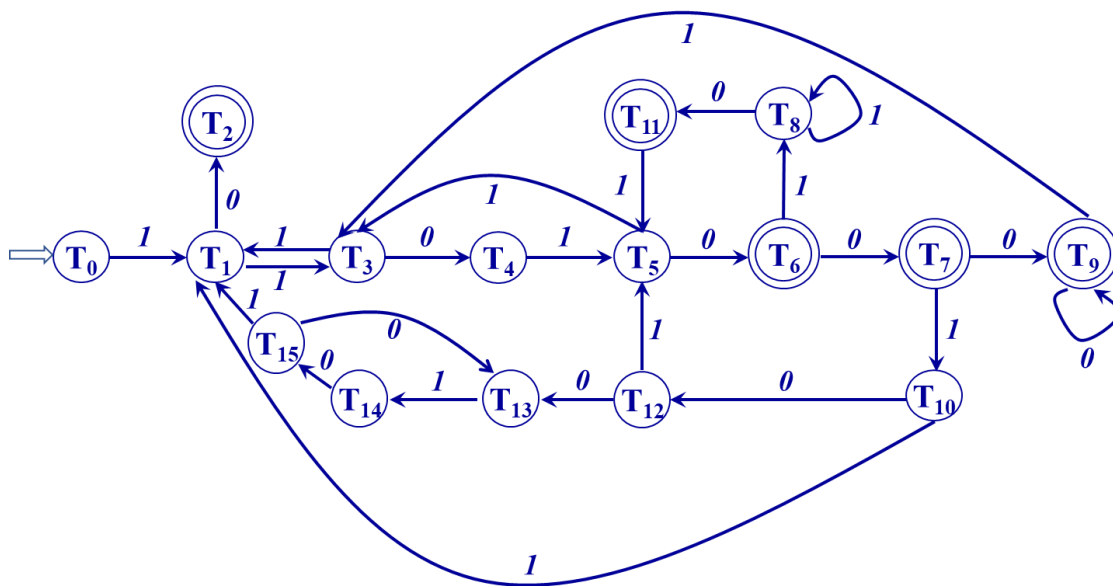


用子集法将此 NFA 确定化的状态转换表如下：

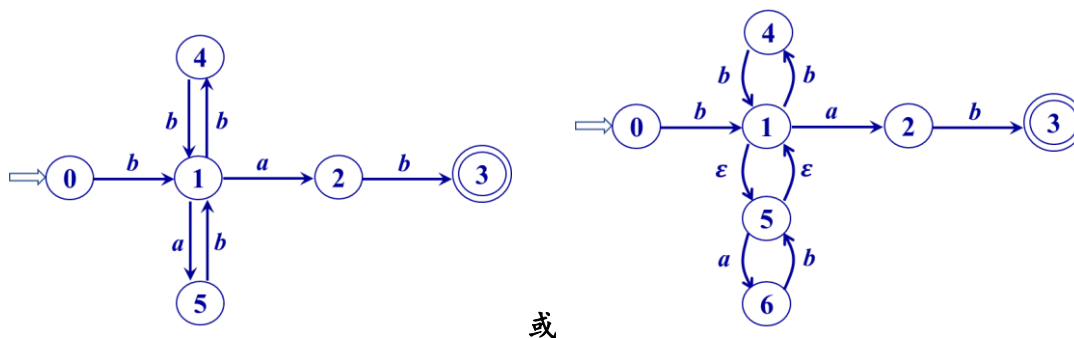
状态集 T	符号 a	$Move(T, a)$	$\varepsilon-closure(Move(T, a))$
$T_0 = \{S\}$	0	\emptyset	\emptyset
	1	$\{A\}$	$\{A\} = T_1$
$T_1 = \{A\}$	0	$\{Z\}$	$\{Z\} = T_2$
	1	$\{B, E\}$	$\{B, E\} = T_3$
$T_2 = \{Z\}$	0	\emptyset	\emptyset
	1	\emptyset	\emptyset
$T_3 = \{B, E\}$	0	$\{C, F\}$	$\{C, F\} = T_4$
	1	$\{A\}$	$\{A\} = T_1$
$T_4 = \{C, F\}$	0	\emptyset	\emptyset
	1	$\{D, G\}$	$\{A, D, G\} = T_5$
$T_5 = \{A, D, G\}$	0	$\{Z, D, E\}$	$\{Z, A, D, E\} = T_6$
	1	$\{B, E\}$	$\{B, E\} = T_3$
$T_6 = \{A, D, E, Z\}$	0	$\{Z, D, F\}$	$\{Z, A, D, F\} = T_7$
	1	$\{B, E, A\}$	$\{B, E, A\} = T_3$
$T_7 = \{A, D, F, Z\}$	0	$\{Z, D\}$	$\{Z, A, D\} = T_9$
	1	$\{B, E, G\}$	$\{B, E, G\} = T_{10}$

$T_8 = \{A, B, E\}$	0	$\{Z, C, F\}$	$\{Z, C, F\} = T_{11}$
	1	$\{B, E, A\}$	$\{B, E, A\} = T_8$
$T_9 = \{A, D, Z\}$	0	$\{Z, D\}$	$\{Z, A, D\} = T_9$
	1	$\{B, E\}$	$\{B, E\} = T_3$
$T_{10} = \{B, E, G\}$	0	$\{C, F, E\}$	$\{C, F, E\} = T_{12}$
	1	$\{A\}$	$\{A\} = T_1$
$T_{11} = \{C, F, Z\}$	0	\emptyset	\emptyset
	1	$\{D, G\}$	$\{D, A, G\} = T_5$
$T_{12} = \{C, E, F\}$	0	$\{F\}$	$\{F\} = T_{13}$
	1	$\{D, A, G\}$	$\{D, A, G\} = T_5$
$T_{13} = \{F\}$	0	\emptyset	\emptyset
	1	$\{G\}$	$\{G\} = T_{14}$
$T_{14} = \{G\}$	0	$\{E\}$	$\{E\} = T_{15}$
	1	\emptyset	\emptyset
$T_{15} = \{E\}$	0	$\{F\}$	$\{F\} = T_{13}$
	1	$\{A\}$	$\{A\} = T_1$

生成的DFA如下为：



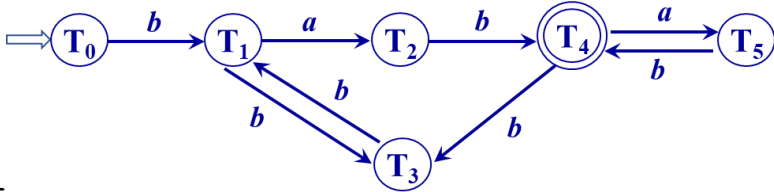
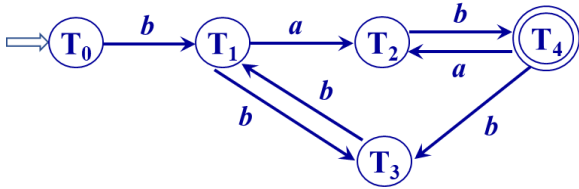
(4)正规式 $b((ab)^*|bb)^*ab$ 对应的 NFA 如下：



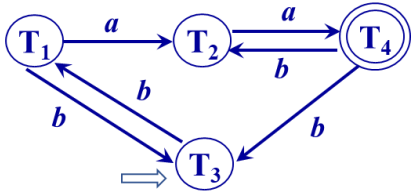
用子集法将此 NFA 确定化的状态转换表如下：

状态集 T	符号 a	$Move(T, a)$	$\varepsilon\text{-closure}(Move(T, a))$
$T_0 = \{0\}$	a	\emptyset	\emptyset
	b	$\{1\}$	$\{1\}$
$T_1 = \{1\}$	a	$\{2,5\}$	$\{2,5\}$
	b	$\{4\}$	$\{4\}$
$T_2 = \{2,5\}$	a	\emptyset	\emptyset
	b	$\{1,3\}$	$\{1,3\}$
$T_3 = \{4\}$	a	\emptyset	\emptyset
	b	$\{1\}$	$\{1\}$
$T_4 = \{1,3\}$	a	$\{2,5\}$	$\{2,5\}$
	b	$\{4\}$	$\{4\}$

生成的 DFA 如下为：



或者



或者

4. 把图 3.17(a)和(b)中的NFA分别确定化和最小化

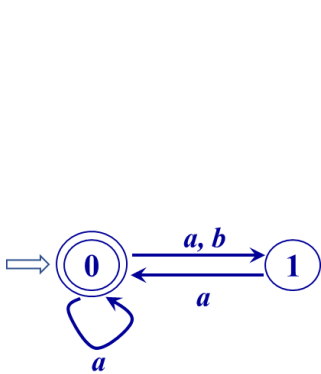


图 3.17(a)

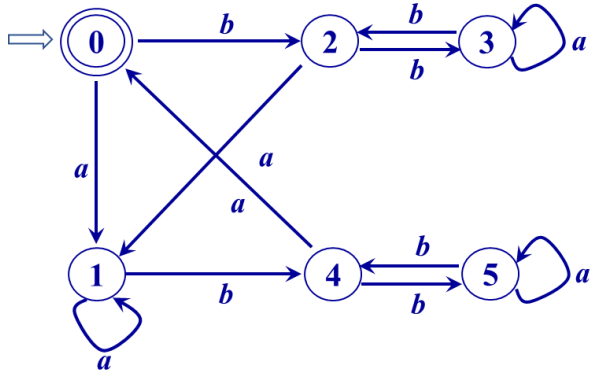
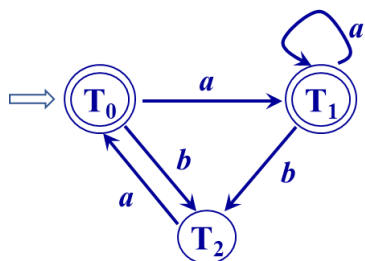


图 3.17(b)

答：(a) 用子集法将此 NFA 确定化的状态转换表如下：

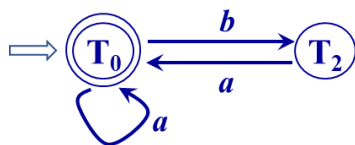
状态集 T	符号 a	$Move(T, a)$	$\varepsilon\text{-closure}(Move(T, a))$
$T_0 = \{0\}$	a	$\{0, 1\}$	$\{0, 1\}$
	b	$\{1\}$	$\{1\}$
$T_1 = \{0, 1\}$	a	$\{0, 1\}$	$\{0, 1\}$
	b	$\{1\}$	$\{1\}$
$T_2 = \{1\}$	a	$\{0\}$	$\{0\}$
	b	\emptyset	\emptyset

生成的 DFA 如下图所示：



分割法最小化

$$\Pi = \{T_0, T_1\} \{T_2\}$$



(b) 已经是 DFA，无需确定化

分割法最小化：

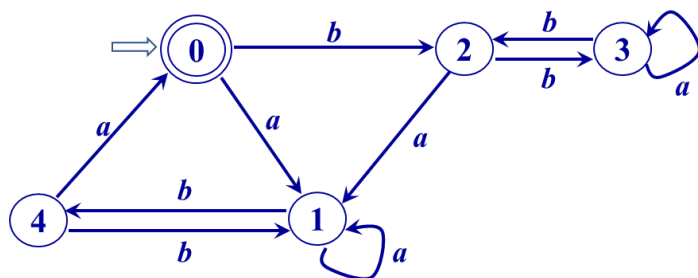
$$\Pi = \{0\} \{1, 2, 3, 4, 5\}$$

$$\Pi = \{0\} \{4\} \{1, 2, 3, 5\}$$

$$\Pi = \{0\} \{1, 5\} \{2, 3\} \{4\}$$

$$\Pi = \{0\} \{1, 5\} \{2\} \{3\} \{4\}$$

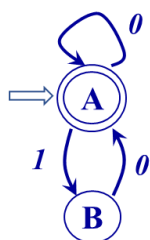
最小化的 DFA：



5. 构造一个 DFA，它接受 $\Sigma = \{0, 1\}$ 上所有满足如下条件的字符串：每个 1 都有 0 直接跟在右边。然后构造该语言的正规文法。

答：

满足条件的正规式： $(0|10)^*$,且其对应的 DFA 如下：



正规文法 $G[S]$ 为：

$S \rightarrow 0S$

$S \rightarrow 10S$

$S \rightarrow \varepsilon$

6. 设无符号数的正规式为 θ ：

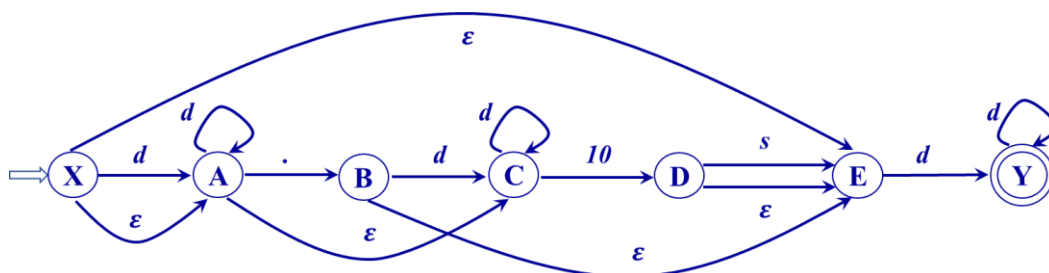
$$\begin{aligned} \theta = & dd^* | dd^* . dd^* | . dd^* | dd^* 10(s|\varepsilon) dd^* \\ & | 10(s|\varepsilon) dd^* | . dd^* 10(s|\varepsilon) dd^* \\ & | dd^* . dd^* 10(s|\varepsilon) dd^* \end{aligned}$$

化简 θ ，画出 θ 的 DFA，其中 $d = \{0, 1, 2, \dots\}, s = \{+, -\}$

答： θ 的各个候选式如下，左对齐后发现它们都是以 dd^* 结尾的

dd^*
$dd^* . dd^*$
$. dd^*$
$dd^* 10(s \varepsilon) dd^*$
$10(s \varepsilon) dd^*$
$. dd^* 10(s \varepsilon) dd^*$
$dd^* . dd^* 10(s \varepsilon) dd^*$

正规式 θ 对应的 NFA 如下：

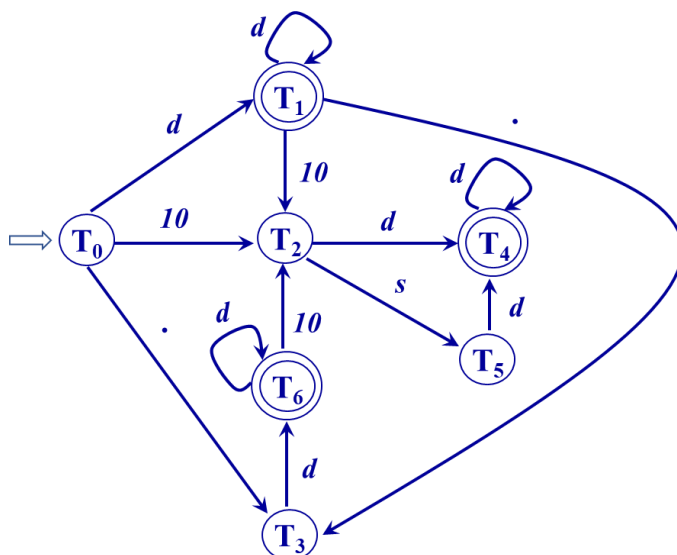


用子集法将此 NFA 确定化的状态转换表如下：

状态集 T	符号 a	$Move(T, a)$	$\varepsilon\text{-closure}(Move(T, a))$
$T_0 = \{X, A, C, E\}$	d	$\{A, C, Y\}$	$\{A, C, Y\}$
	10	$\{D\}$	$\{D, E\}$
	s	\emptyset	\emptyset
	$.$	$\{B\}$	$\{B, E\}$

$T_1 = \{A, C, Y\}$	d 10 s .	$\{A, C, Y\}$ $\{D\}$ \emptyset $\{B\}$	$\{A, C, Y\}$ $\{D, E\}$ \emptyset $\{B, E\}$
$T_2 = \{D, E\}$	d 10 s .	$\{Y\}$ \emptyset $\{E\}$ \emptyset	$\{Y\}$ \emptyset $\{E\}$ \emptyset
$T_3 = \{B, E\}$	d 10 s .	$\{C, Y\}$ \emptyset $\{E\}$ \emptyset	$\{C, Y\}$ \emptyset $\{E\}$ \emptyset
$T_4 = \{Y\}$	d 10 s .	$\{Y\}$ \emptyset \emptyset \emptyset	$\{Y\}$ \emptyset \emptyset \emptyset
$T_5 = \{E\}$	d 10 s .	$\{Y\}$ \emptyset \emptyset \emptyset	$\{Y\}$ \emptyset \emptyset \emptyset
$T_6 = \{C, Y\}$	d 10 s .	$\{C, Y\}$ \emptyset \emptyset \emptyset	$\{C, Y\}$ \emptyset \emptyset \emptyset

生成的DFA如下为：



7. 为正规文法 $G[S]$

$S \rightarrow aA|bQ$

$A \rightarrow aA|bB|b$

$B \rightarrow bD|aQ$

$Q \rightarrow aQ|bD|b$

$D \rightarrow bB|aA$

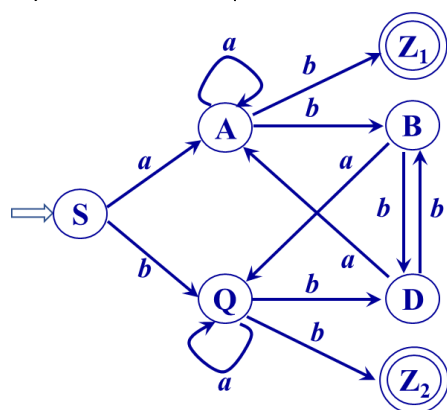
$E \rightarrow aB|bF$

$F \rightarrow bD|aE|b$

构造相应的最小的DFA。

答：

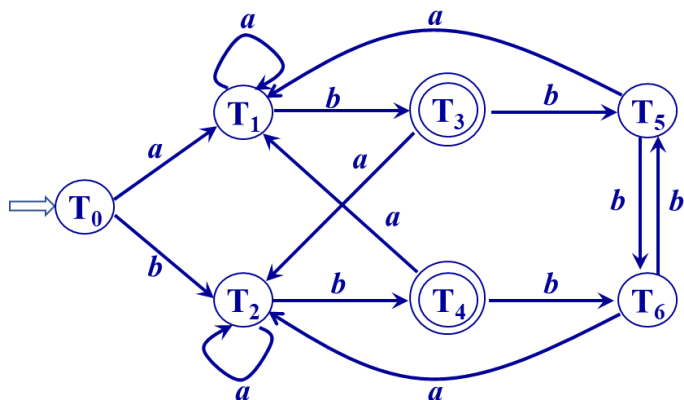
构造的 NFA 如下：



用子集法将此 NFA 确定化的状态转换表如下：

状态集 T	符号 a	$Move(T, a)$	$\varepsilon-closure(Move(T, a))$
$T_0 = \{S\}$	a	$\{A\}$	$\{A\}$
	b	$\{Q\}$	$\{Q\}$
$T_1 = \{A\}$	a	$\{A\}$	$\{A\}$
	b	$\{B, T\}$	$\{B, T\}$
$T_2 = \{Q\}$	a	$\{Q\}$	$\{Q\}$
	b	$\{T, D\}$	$\{T, D\}$
$T_3 = \{B, T\}$	a	$\{Q\}$	$\{Q\}$
	b	$\{D\}$	$\{D\}$
$T_4 = \{D, T\}$	a	$\{A\}$	$\{A\}$
	b	$\{B\}$	$\{B\}$
$T_5 = \{D\}$	a	$\{A\}$	$\{A\}$
	b	$\{B\}$	$\{B\}$
$T_6 = \{B\}$	a	$\{Q\}$	$\{Q\}$
	b	$\{D\}$	$\{D\}$

生成的DFA如下为：

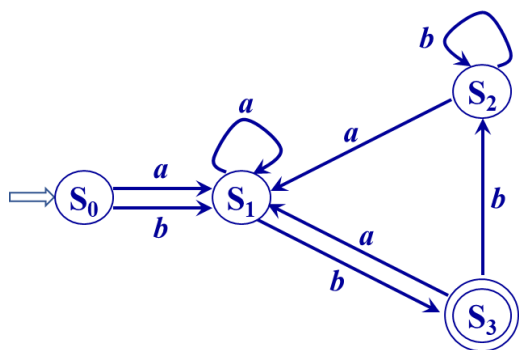


分割法最小化:

$$\Pi = \{T_0, T_1, T_2, T_5, T_6\} \{T_3, T_4\}$$

$$\Pi = \{T_0\} \{T_5, T_6\} \{T_1, T_2\} \{T_3, T_4\}$$

令 $S_0 = \{T_0\}$, $S_1 = \{T_5, T_6\}$, $S_2 = \{T_1, T_2\}$, $S_3 = \{T_3, T_4\}$, 则最小化的 DFA:



8. 给出下述正规文法所对应的正规式:

$$S \rightarrow 0A|1B$$

$$A \rightarrow 1S|1$$

$$B \rightarrow 0S|0$$

答:

将 A、B 产生式的右部带入 S 中

$$S = 01S|01|10S|10 = (01|10)S|(01|10)$$

$$\text{所以: } S = (01|10)^*(01|10)$$

11. 有一种用以证明两个正规表达式等价的方法, 那就是构造他们的最小 DFA, 表明这两个 DFA 是一样的 (除了状态名不同外)。使用此方法, 证明下面的正规表达式是等价的。

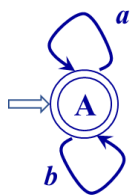
$$(1) (a|b)^*$$

$$(2) (a^*|b^*)^*$$

$$(3) ((\varepsilon|a)b^*)^*$$

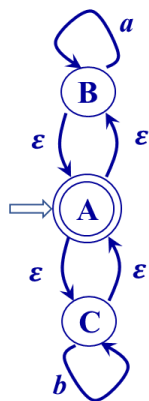
答:

画出 (1) 的 DFA:



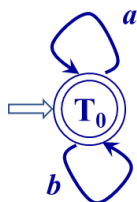
显然是最小 DFA。

画出 (2) 的 NFA:

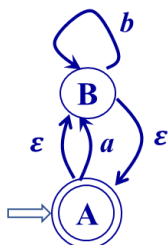


状态集 T	符号 a	$Move(T, a)$	$\varepsilon\text{-closure}(Move(T, a))$
$T_0 = \{A, B, C\}$	a	$\{B\}$	$\{A, B, C\}$
	b	$\{C\}$	$\{A, B, C\}$

转换成等价的 DFA:

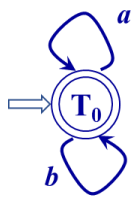


画出 (3) 的 NFA:



状态集 T	符号 a	$Move(T, a)$	$\varepsilon\text{-closure}(Move(T, a))$
$T_0 = \{A, B\}$	a	$\{B\}$	$\{A, B\}$
	b	$\{B\}$	$\{A, B\}$

转换成 DFA:



综上, (1) (2) (3) 构造的最小 DFA 是一样的, 由此可得它们是等价正规表达式。

12. 文法 $G[\langle \text{单词} \rangle]$ 为

$\langle \text{单词} \rangle \rightarrow \langle \text{标识符} \rangle | \langle \text{整数} \rangle$

$\langle \text{标识符} \rangle \rightarrow \langle \text{标识符} \rangle \langle \text{字母} \rangle | \langle \text{标识符} \rangle \langle \text{数字} \rangle | \langle \text{字母} \rangle$

$\langle \text{整数} \rangle \rightarrow \langle \text{整数} \rangle \langle \text{数字} \rangle | \langle \text{数字} \rangle$

$\langle \text{字母} \rangle \rightarrow A|B| \dots |Y|Z$

$\langle \text{数字} \rangle \rightarrow 0|1|2| \dots |8|9$

(1) 改写 G 为 G' , 使 G' 为与 G 等价的正规文法。

(2) 给出相应的有穷自动机。

答:

(1) 令 $W = \langle \text{单词} \rangle$, $I = \langle \text{标识符} \rangle$, $D = \langle \text{整数} \rangle$, a 为代表字母的终结符, b 为代表数字的终结符, 则有

$$G[W]:$$

$$W \rightarrow I | D$$

$$I \rightarrow Ia | Ib | a$$

$$D \rightarrow Db | b$$

将 I 和 D 改造成右线性文法, 则有

$$G'[W]:$$

$$W \rightarrow I | D$$

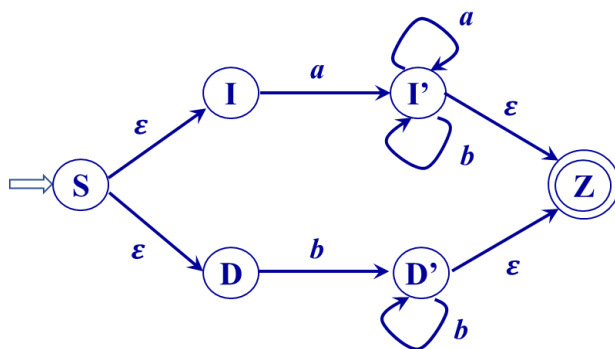
$$I \rightarrow aI'$$

$$I' \rightarrow (a|b)I' | \varepsilon$$

$$D \rightarrow bD'$$

$$D' \rightarrow bD' | \varepsilon$$

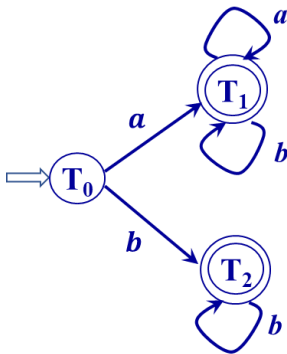
构造的 NFA 为:



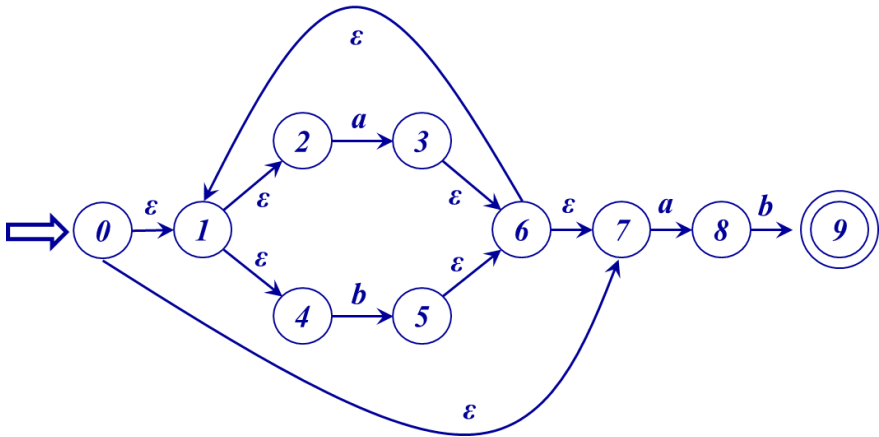
子集法将 NFA 转换成 DFA:

状态集 T	符号 a	$Move(T, a)$	$\varepsilon\text{-closure}(Move(T, a))$
$T_0 = \{S, I, D\}$	a	$\{I'\}$	$\{I', Z\}$
	b	$\{D'\}$	$\{D', Z\}$
$T_1 = \{I', Z\}$	a	$\{I'\}$	$\{I', Z\}$
	b	$\{I'\}$	$\{I', Z\}$
$T_2 = \{D', Z\}$	a	\emptyset	\emptyset
	b	$\{D'\}$	$\{D', Z\}$

DFA 为:



PPT 作业 1: 将下图所示的 NFA 确定化

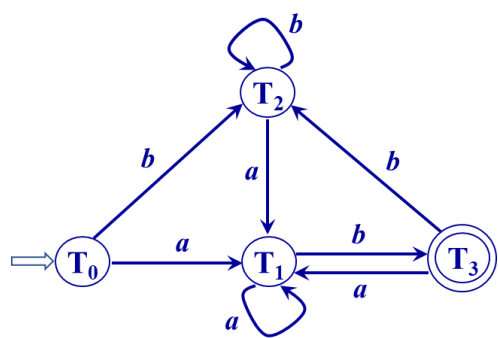


答:

用子集法将此 NFA 确定化的状态转换表如下:

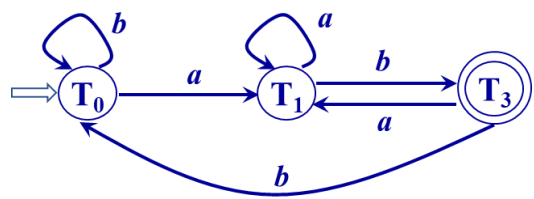
状态集 T	符号 a	$Move(T, a)$	$\varepsilon\text{-closure}(Move(T, a))$
$T_0 = \{0, 1, 2, 4, 7\}$	a	$\{3, 8\}$	$\{1, 2, 3, 4, 6, 7, 8\}$
	b	$\{5, \}$	$\{1, 2, 4, 5, 6, 7\}$
$T_1 = \{1, 2, 3, 4, 6, 7, 8\}$	a	$\{3, 8\}$	$\{1, 2, 3, 4, 6, 7, 8\}$
	b	$\{5, 9\}$	$\{1, 2, 4, 5, 6, 7, 9\}$
$T_2 = \{1, 2, 4, 5, 6, 7\}$	a	$\{3, 8\}$	$\{1, 2, 3, 4, 6, 7, 8\}$
	b	$\{5\}$	$\{1, 2, 4, 5, 6, 7\}$
$T_3 = \{1, 2, 4, 5, 6, 7, 9\}$	a	$\{3, 8\}$	$\{1, 2, 3, 4, 6, 7, 8\}$
	b	$\{5\}$	$\{1, 2, 4, 5, 6, 7\}$

生成的DFA如下：

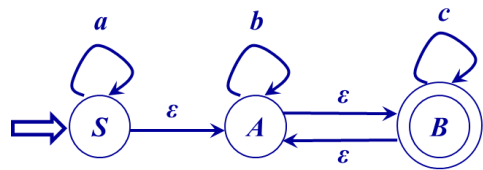


分割法最小化

$\Pi = \{T_0, T_2\} \{T_1\} \{T_3\}$



PPT 作业 2：将如下图所示的ε-NFA，采用子集法确定化

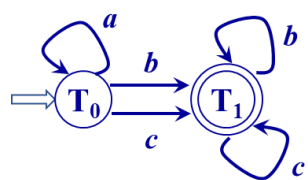


答：

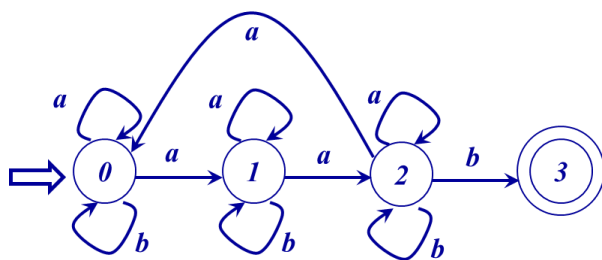
用子集法将此 NFA 确定化的状态转换表如下：

状态集T	符号a	Move(T,a)	ε -closure(Move(T,a))
$T_0 = \{S, A, B\}$	a	{S}	{S, A, B}
	b	{A}	{A, B}
	c	{B}	{A, B}
$T_1 = \{A, B\}$	a	\emptyset	\emptyset
	b	{A}	{A, B}
	c	{B}	{A, B}

生成的DFA如下：



PPT 作业 3: 将如下图所示的 ϵ -NFA，采用子集法确定化



答:

用子集法将此 NFA 确定化的状态转换表如下:

状态集 T	符号 a	$Move(T, a)$	$\epsilon-closure(Move(T, a))$
$T_0 = \{0\}$	a	$\{0,1\}$	$\{0,1\}$
	b	$\{0\}$	$\{0\}$
$T_1 = \{0,1\}$	a	$\{0,1,2\}$	$\{0,1,2\}$
	b	$\{0,1\}$	$\{0,1\}$
$T_2 = \{0,1,2\}$	a	$\{0,1,2\}$	$\{0,1,2\}$
	b	$\{0,1,2,3\}$	$\{0,1,2,3\}$
$T_3 = \{0,1,2,3\}$	a	$\{0,1,2\}$	$\{0,1\}$
	b	$\{0,1,2,3\}$	$\{0,1,2,3\}$

生成的DFA如下:

