

## 编译原理第二次作业

### 3.8.4

#### 题目：

设计一个算法来识别形如  $r1/r2$  的 Lex 向前看模式，其中  $r1$  和  $r2$  都是正则表达式。说明该算法如何处理如下输入：

1)  $(abcd|abc)/d$

2)  $(a|ab)/ba$

3)  $aa^*/a^*$

#### 解答：

##### 算法步骤

- ① 从输入字符串开头开始扫描，直到找到第一个 “/” 字符；
- ② 将 “/” 前面部分作为  $r1$ ，后面部分作为  $r2$ ；
- ③ 分别对  $r1$  和  $r2$  进行正则表达式解析，得到对应的 NFA；
- ④ 对于  $r1$  的 NFA 在每个终止状态添加一条  $\epsilon$  的转移边到  $r2$  的起始状态；
- ⑤ 将新 NFA 转换成 DFA（可以通过子集构造法），并且进行最小化处理；
- ⑥ 输出最小化 DFA。
- ⑦ 对最小化的 DFA 进行词法分析
  - a) 初始化当前的状态为起始状态
  - b) 逐个读取输入字符，并根据当前状态和输入字符进行状态转移
  - c) 如果在某个状态下无法进行状态转移，则识别失败，表示输入字符不符合正则表达式定义；
  - d) 如果读取完所有输入字符后，当前的状态为接受状态，则识别成功，表示符合该模式下正则表达式的定义

1)  $(abcd|abc)/d$

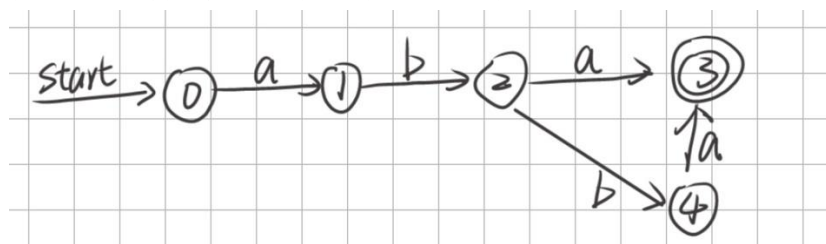
- ① 对于表达式按照 “/” 进行分割，得到子表达式  $r1 = "abcd|abc"$  和  $r2 = "d"$
- ② 按照上述的算法步骤，最后会得到一个最小化的 DFA 即



- ③ 读取输入字符串，并按照上述最小 DFA 进行状态转移，如果在某个状态下无法转移匹配失败；  
如果在读取完所有输入字符串为接受状态则匹配成功。

2)  $(a|ab)/ba$

- ① 对于表达式按照 “/” 进行分割，得到子表达式  $r1 = "a|ab"$  和  $r2 = "ba"$
- ② 按照上述的算法步骤，最后会得到一个最小化的 DFA 即

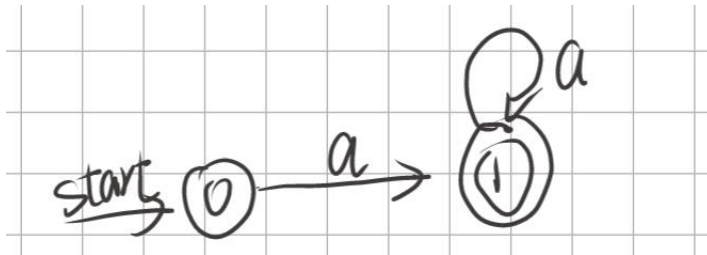


- ③ 读取输入字符串，并按照上述最小 DFA 进行状态转移，如果在某个状态下无法转移匹配失败；

如果在读取完所有输入字符串为接受状态则匹配成功。

### 3) $aa^*/a^*$

- ① 对于表达式按照 “/” 进行分割，得到子表达式  $r1 = "aa^*"$  和  $r2 = "a^*"$
- ② 按照上述的算法步骤，最后会得到一个最小化的 DFA 即



- ③ 读取输入字符串，并按照上述最小 DFA 进行状态转移，如果在某个状态下无法转移匹配失败；

如果在读取完所有输入字符串为接受状态则匹配成功。

### 3.9.4

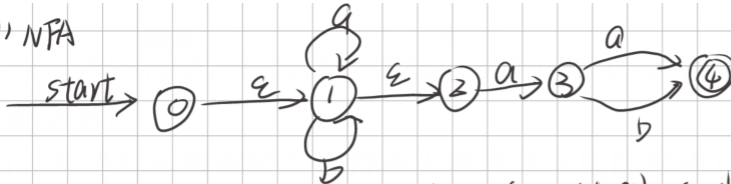
题目:

! 练习 3.9.4: 为下列的正则表达式构造最少状态 DFA:

- 1)  $(a|b)^* a(a|b)$
- 2)  $(a|b)^* a(a|b)(a|b)$
- 3)  $(a|b)^* a(a|b)(a|b)(a|b)$

解答:

1) NFA

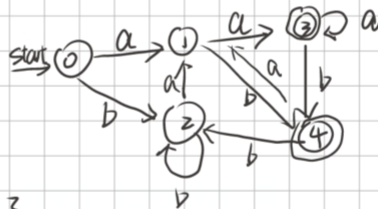


NFA  $\rightarrow$  DFA

$$\begin{aligned} \epsilon\text{-closure}(0) &= \{0, 1, 2\} = A \\ \epsilon\text{-closure}(1) &= \{1, 2\} \\ \epsilon\text{-closure}(2) &= \{2\} \\ \epsilon\text{-closure}(3) &= \{3\} \end{aligned}$$

|   | I | I <sub>a</sub> | I <sub>b</sub> |
|---|---|----------------|----------------|
| 0 | A | B              | C              |
| 1 | B | D              | E              |
| 2 | C | B              | C              |
| 3 | D | D              | E              |
| 4 | E | B              | C              |

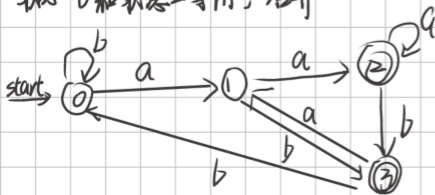
$$\begin{aligned} \epsilon\text{-closure}(\text{move}(A, a)) &= \epsilon\text{-closure}(\{1, 3\}) = \{1, 2, 3\} = B \\ \epsilon\text{-closure}(\text{move}(A, b)) &= \epsilon\text{-closure}(\{1\}) = \{1, 2\} = C \\ \epsilon\text{-closure}(\text{move}(B, a)) &= \epsilon\text{-closure}(\{1, 3, 4\}) = \{1, 2, 3, 4\} = D \\ \epsilon\text{-closure}(\text{move}(B, b)) &= \epsilon\text{-closure}(\{1, 4\}) = \{1, 2, 4\} = E \\ \epsilon\text{-closure}(\text{move}(C, a)) &= \epsilon\text{-closure}(\{1, 3\}) = B \\ \epsilon\text{-closure}(\text{move}(C, b)) &= \{1, 2\} = C \\ \epsilon\text{-closure}(\text{move}(D, a)) &= \{1, 2, 3, 4\} = D \\ \epsilon\text{-closure}(\text{move}(D, b)) &= \{1, 2, 4\} = E \\ \epsilon\text{-closure}(\text{move}(E, a)) &= \{1, 2, 3\} = B \\ \epsilon\text{-closure}(\text{move}(E, b)) &= \{1, 2\} = C \end{aligned}$$



DFA 最小化

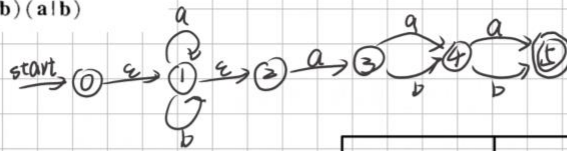
$$\begin{aligned} I^{(1)} &= \{0, 2\} & I^{(2)} &= \{3, 4\} \\ I_a^{(1)} &= \{1, 3\} & I^{(11)} &= \{0, 2\} & I^{(12)} &= \{1\} & I^{(22)} &= \{3, 4\} \\ I_b^{(1)} &= \{2\} & I_b^{(12)} &= \{4\} \\ I_a^{(2)} &= \{3, 1\} & I^{(21)} &= \{3\} & I^{(22)} &= \{4\} \end{aligned}$$

状态 0 和状态 2 等价, 合并



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

NFA:



NFA  $\rightarrow$  DFA

$$\epsilon\text{-closure}(0) = \{0, 1, 2\} = A$$

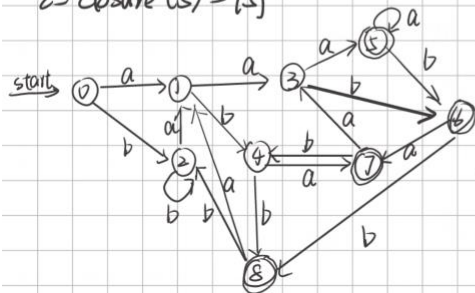
$$\epsilon\text{-closure}(1) = \{1, 2\}$$

$$\epsilon\text{-closure}(2) = \{2\}$$

$$\epsilon\text{-closure}(3) = \{3\}$$

$$\epsilon\text{-closure}(4) = \{4\}$$

$$\epsilon\text{-closure}(5) = \{5\}$$



|   | $I$                 | $I_a$               | $I_b$            |
|---|---------------------|---------------------|------------------|
| 0 | $\{0, 1, 2\}$       | $\{1, 2, 3\}$       | $\{1, 2\}$       |
| 1 | $\{1, 2, 3\}$       | $\{1, 2, 3, 4\}$    | $\{1, 2, 4\}$    |
| 2 | $\{1, 2\}$          | $\{1, 2, 3\}$       | $\{1, 2\}$       |
| 3 | $\{1, 2, 3, 4\}$    | $\{1, 2, 3, 4, 5\}$ | $\{1, 2, 4, 5\}$ |
| 4 | $\{1, 2, 4\}$       | $\{1, 2, 3, 5\}$    | $\{1, 2, 5\}$    |
| 5 | $\{1, 2, 3, 4, 5\}$ | $\{1, 2, 3, 4, 5\}$ | $\{1, 2, 4, 5\}$ |
| 6 | $\{1, 2, 4, 5\}$    | $\{1, 2, 3, 5\}$    | $\{1, 2, 5\}$    |
| 7 | $\{1, 2, 3, 5\}$    | $\{1, 2, 3, 4\}$    | $\{1, 2, 4\}$    |
| 8 | $\{1, 2, 5\}$       | $\{1, 2, 3\}$       | $\{1, 2\}$       |

DFA  $\rightarrow$  NFA

$$I^{(0)} = \{0, 1, 3, 5, 4\}$$

$$I_a^{(0)} = \{1, 3, 5, 7\}$$

$$I^{(1)} = \{0, 1, 2\} \quad I^{(2)} = \{3, 4\}$$

$$I_a^{(1)} = \{1, 3\} \quad I_a^{(2)} = \{5, 7\}$$

$$I^{(3)} = \{5, 6, 7, 8\}$$

$$I_a^{(3)} = \{5, 7, 3, 1\}$$

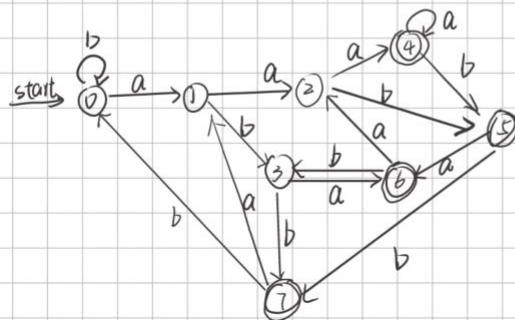
$$I^{(4)} = \{5, 6\} \quad I^{(5)} = \{7, 8\}$$

$$I_a^{(4)} = \{5, 7\} \quad I_a^{(5)} = \{3, 1\}$$

$$I^{(6)} = \{0, 2\} \quad I^{(7)} = \{1\} \quad I^{(8)} = \{3\} \quad I^{(9)} = \{4\} \quad I^{(10)} = \{5\} \quad I^{(11)} = \{7\} \quad I^{(12)} = \{3\} \quad I^{(13)} = \{1\}$$

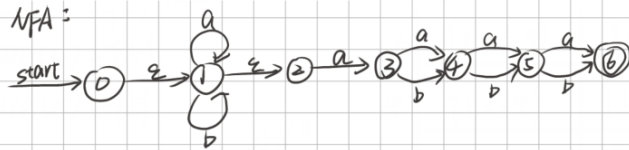
$$I_a^{(6)} = \{1\} \quad \text{故 } 0, 2 \text{ 为等价状态 合并}$$

$$I_b^{(6)} = \{2\}$$



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

NFA:



NFA  $\rightarrow$  DFA

$\epsilon$ -closure(0) = {0, 1, 2}

$\epsilon$ -closure(1) = {1, 2}

$\epsilon$ -closure(2) = {2}

$\epsilon$ -closure(3) = {3}

$\epsilon$ -closure(4) = {4}

$\epsilon$ -closure(5) = {5}

$\epsilon$ -closure(6) = {6}

|    | I                  | Ia                   | Ib                 |
|----|--------------------|----------------------|--------------------|
| 0  | {0, 1, 2}          | 1 {1, 2, 3}          | 2 {1, 2}           |
| 1  | {1, 2, 3}          | 3 {1, 2, 3, 4}       | 4 {1, 2, 4}        |
| 2  | {1, 2}             | 1 {1, 2, 3}          | 2 {1, 2}           |
| 3  | {1, 2, 3, 4}       | 5 {1, 2, 3, 4, 5}    | 6 {1, 2, 4, 5}     |
| 4  | {1, 2, 4}          | 7 {1, 2, 3, 5}       | 8 {1, 2, 5}        |
| 5  | {1, 2, 3, 4, 5}    | 9 {1, 2, 3, 4, 5, 6} | 10 {1, 2, 4, 5, 6} |
| 6  | {1, 2, 4, 5}       | 11 {1, 2, 3, 5, 6}   | 12 {1, 2, 5, 6}    |
| 7  | {1, 2, 3, 5}       | 13 {1, 2, 3, 4, 6}   | 14 {1, 3, 4, 6}    |
| 8  | {1, 2, 5}          | 15 {1, 2, 3, 6}      | 16 {1, 2, 6}       |
| 9  | {1, 2, 3, 4, 5, 6} | 9 {1, 2, 3, 4, 5, 6} | 10 {1, 2, 4, 5, 6} |
| 10 | {1, 2, 4, 5, 6}    | 11 {1, 2, 3, 5, 6}   | 12 {1, 2, 5, 6}    |
| 11 | {1, 2, 3, 5, 6}    | 13 {1, 2, 3, 4, 6}   | 14 {1, 2, 4, 6}    |
| 12 | {1, 2, 5, 6}       | 15 {1, 2, 3, 6}      | 16 {1, 2, 6}       |
| 13 | {1, 2, 3, 4, 6}    | 5 {1, 2, 3, 4, 5}    | 6 {1, 2, 4, 5}     |
| 14 | {1, 2, 4, 6}       | 7 {1, 2, 3, 5}       | 8 {1, 2, 5}        |
| 15 | {1, 2, 3, 6}       | 3 {1, 2, 3, 4}       | 4 {1, 2, 4}        |
| 16 | {1, 2, 6}          | 1 {1, 2, 3}          | 2 {1, 2}           |

DFA 最小化

