

## 软件工程学院形式语言与自动机理论作业

实验课程：形式语言与自动机理论

年级：2023 级

姓名：顾翌炜

实验编号：ch-3-3

学号：10235101527

作业日期：2025/04/30

## 课后作业

- 1) 将如下下推自动机  $P = (\{p, q\}, \{0, 1\}, \{X, Z\}, \delta, p, Z)$  转化为一个等价的上下文无关文法。
- 2) 将该文法化简。
- 3) 将该文法转化为 Chomsky 范式形式。

表 1: 下推自动机的转移函数表

	0, Z	0, X	1, Z	1, X	$\epsilon$ , Z	$\epsilon$ , X
$\rightarrow p$	--	$q, X$	$p, XZ$	$p, XX$	$p, \epsilon$	--
$q$	$p, Z$	--	--	$q, \epsilon$	--	--

## 解答 1

- 起始符号定义： $S \rightarrow [pZp] \mid [pZq]$
- 根据转移函数  $\delta(p, 0, X) = \{(q, X)\}$ :
  - $[pXp] \rightarrow 0[qXp]$
  - $[pXq] \rightarrow 0[qXq]$
- 根据转移函数  $\delta(p, 1, Z) = \{(p, XZ)\}$ :
  - $[pZp] \rightarrow 1[pXp][pZp] \mid 1[pXq][qZp]$
  - $[pZq] \rightarrow 1[pXp][pZq] \mid 1[pXq][qZq]$
- 根据转移函数  $\delta(p, 1, X) = \{(p, XX)\}$ :
  - $[pXp] \rightarrow 1[pXp][pXp] \mid 1[pXq][qXp]$
  - $[pXq] \rightarrow 1[pXp][pXq] \mid 1[pXq][qXq]$

- 根据转移函数  $\delta(p, \epsilon, Z) = \{(p, \epsilon)\}$ :

$$- [pZp] \rightarrow \epsilon$$

- 根据  $\delta(q, 0, Z) = \{(p, Z)\}$ :

$$- [qZp] \rightarrow 0[pZp]$$

$$- [qZq] \rightarrow 0[pZq]$$

- 根据  $\delta(q, 1, X) = \{(q, \epsilon)\}$ :

$$- [qXq] \rightarrow 1$$

将其中的内容都用 ABCD 等来表示，可以得到：

- 起始符号:  $S \rightarrow A \mid B$

- 产生式规则:

$$- A \rightarrow 1CA \mid 1DE \mid \epsilon$$

$$- B \rightarrow 1CB \mid 1DF$$

$$- C \rightarrow 0G \mid 1CC \mid 1DG$$

$$- D \rightarrow 0H \mid 1CD \mid 1DH$$

$$- E \rightarrow 0A$$

$$- F \rightarrow 0E$$

$$- H \rightarrow 1$$

## 解答 2

- 1) 消除  $\epsilon$  产生式，删除  $A \rightarrow \epsilon$ ，得到结果：

$$S \rightarrow A \mid B$$

$$A \rightarrow 1CA \mid 1DE \mid 1C$$

$$B \rightarrow 1CB \mid 1DF$$

$$C \rightarrow 0G \mid 1CC \mid 1DG$$

$$D \rightarrow 0H \mid 1CD \mid 1DH$$

$$E \rightarrow 0A \mid 0$$

$$F \rightarrow 0E$$

$$H \rightarrow 1$$

2) 消除单位产生式，消除  $S \rightarrow A, S \rightarrow B$ ，得到结果：

$$\begin{aligned} S &\rightarrow 1CA \mid 1DE \mid 1C \mid 1CB \mid 1DF \\ A &\rightarrow 1CA \mid 1DE \mid 1C \\ B &\rightarrow 1CB \mid 1DF \\ C &\rightarrow 0G \mid 1CC \mid 1DG \\ D &\rightarrow 0H \mid 1CD \mid 1DH \\ E &\rightarrow 0A \mid 0 \\ F &\rightarrow 0E \\ H &\rightarrow 1 \end{aligned}$$

3) 消除无用符号

(a) 计算产生符号：  $g(G) = \{0, 1, E, F, H, D, B, A, S\}$ ，去除符号  $C, G$ ，得到

$$\begin{aligned} S &\rightarrow 1DE \mid 1DF \\ A &\rightarrow 1DE \quad B \rightarrow 1DF \\ D &\rightarrow 0H \mid 1DH \\ E &\rightarrow 0A \mid 0 \quad F \rightarrow 0E \quad H \rightarrow 1 \end{aligned}$$

(b) 计算到达符号：  $r(G) = \{S, D, E, F, H, A\}$ ，去除符号  $B$ ，得到

$$\begin{aligned} S &\rightarrow 1DE \mid 1DF \\ A &\rightarrow 1DE \quad D \rightarrow 0H \mid 1DH \\ E &\rightarrow 0A \mid 0 \quad F \rightarrow 0E \quad H \rightarrow 1 \end{aligned}$$

### 解答 3

1. 替换所有长度大于 1 的终止字符串，得到  $E \rightarrow 0, H \rightarrow 1$

$$\begin{aligned} S &\rightarrow HDE \mid HDF \\ A &\rightarrow HDE \\ D &\rightarrow EH \mid HDH \\ E &\rightarrow EA \mid 0 \quad F \rightarrow EE \quad H \rightarrow 1 \end{aligned}$$

2. 拆分长度大于 2 的非终止符串，得到

$$\begin{aligned} S &\rightarrow HC_1 \mid HC_2 & C_1 &\rightarrow DE & C_2 &\rightarrow DF \\ A &\rightarrow HC_1 & D &\rightarrow EH \mid HC_3 & C_3 &\rightarrow DH \\ E &\rightarrow EA \mid 0 & F &\rightarrow EE & H &\rightarrow 1 \end{aligned}$$