

プロジェクト研究A REGEXからMFAを実装する

情報理工学科3年 1W233028

小野田 吏旺

内容物

■ classes	classファイル用フォルダ
■ mycode	自分で作成したコード用フォルダ
■ PCRE	PCRE関連のファイル用フォルダ
■ test	プログラム実行用フォルダ
■ README.md	プログラム全体の概要と使用方法を記載

制作したコード

- AST.java: 正規表現からASTを生成する
- *Node.java: ASTの各ノード
- GenMFA.java: ASTを辿りMFAを構築する
- SimMFA.java: MFAをもとに入力文字列の受理判定を行う
- Main.java: 上記を実行するパート

7/28の打ち合わせ以降の進捗

- 文字集合を実装
- $\%d, \%D, \%w, \%W, .$ の実装
- quantifierの拡張($a\{m(,n)\}$ に対応)
- メモリ内容をString型で保持するのではなくキャプチャの先頭と末尾の位置で管理するようにした

実行例

- 入力した正規表現から構築されたMFAによる入力文字列のシミュレーション結果を示す
- MFAが入力文字列を受理する場合、その遷移の経路が示される
- qi:初期状態の番号 qf:終状態の番号
- Non-capturing group 1,2 p.6-7
- Backreference 1,2,3 p.8-10
- quantifier 1,2 p.11-12
- 文字集合 1-7 p.13-19
- その他 1-5 p.20-24

Non-capturing group 1

Regex: $(?:a|b)^*c$

```
正規表現: (?:a|b)*c
入力文字列: abc
δ(0, a) = 1 [mem: (0, STAY)]
δ(2, b) = 3 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 0 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 2 [mem: (0, STAY)]
δ(1, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(3, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(6, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 7 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(6, ε) = 7 [mem: (0, STAY)]
δ(8, c) = 9 [mem: (0, STAY)]
δ(7, ε) = 8 [mem: (0, STAY)]
qi:6 qf:9
```

```
<< abc is accepted by following path>>
δ(6, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 0 [mem: (0, STAY)]
δ(0, a) = 1 [mem: (0, STAY)]
δ(1, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 2 [mem: (0, STAY)]
δ(2, b) = 3 [mem: (0, STAY)]
δ(3, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 7 [mem: (0, STAY)]
δ(7, ε) = 8 [mem: (0, STAY)]
δ(8, c) = 9 [mem: (0, STAY)]
```

```
正規表現: (?:a|b)*c
入力文字列: c
δ(0, a) = 1 [mem: (0, STAY)]
δ(2, b) = 3 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 0 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 2 [mem: (0, STAY)]
δ(1, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(3, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(6, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 7 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(6, ε) = 7 [mem: (0, STAY)]
δ(8, c) = 9 [mem: (0, STAY)]
δ(7, ε) = 8 [mem: (0, STAY)]
qi:6 qf:9
```

```
<< c is accepted by following path>>
δ(6, ε) = 7 [mem: (0, STAY)]
δ(7, ε) = 8 [mem: (0, STAY)]
δ(8, c) = 9 [mem: (0, STAY)]
```

```
正規表現: (?:a|b)*c
入力文字列: aabbb
δ(0, a) = 1 [mem: (0, STAY)]
δ(2, b) = 3 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 0 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 2 [mem: (0, STAY)]
δ(1, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(3, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(6, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 7 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(6, ε) = 7 [mem: (0, STAY)]
δ(8, c) = 9 [mem: (0, STAY)]
δ(7, ε) = 8 [mem: (0, STAY)]
qi:6 qf:9
```

```
<< aabbb is not accepted by the MFA >>>
```

Non-capturing group 2

Regex: $(?:a^*)^*$

正規表現: $(?:a^*)^*$

入力文字列: aaaaaa

```
 $\delta(0, a) = 1$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(2, \epsilon) = 0$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(1, \epsilon) = 3$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(1, \epsilon) = 0$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(2, \epsilon) = 3$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(4, \epsilon) = 2$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(3, \epsilon) = 5$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(3, \epsilon) = 2$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(4, \epsilon) = 5$  [mem: (0, STAY)]  
qi:4 qf:5
```

<< aaaaa is accepted by following path>>

```
 $\delta(4, \epsilon) = 2$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(2, \epsilon) = 0$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(0, a) = 1$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(1, \epsilon) = 3$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(3, \epsilon) = 2$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(2, \epsilon) = 0$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(0, a) = 1$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(1, \epsilon) = 3$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(3, \epsilon) = 2$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(2, \epsilon) = 0$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(0, a) = 1$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(1, \epsilon) = 3$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(3, \epsilon) = 2$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(2, \epsilon) = 0$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(0, a) = 1$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(1, \epsilon) = 3$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(3, \epsilon) = 2$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(2, \epsilon) = 0$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(0, a) = 1$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(1, \epsilon) = 3$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(3, \epsilon) = 5$  [mem: (0, STAY)]
```

正規表現: $(?:a^*)^*$

入力文字列:

```
 $\delta(0, a) = 1$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(2, \epsilon) = 0$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(1, \epsilon) = 3$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(1, \epsilon) = 0$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(2, \epsilon) = 3$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(4, \epsilon) = 2$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(3, \epsilon) = 5$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(3, \epsilon) = 2$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(4, \epsilon) = 5$  [mem: (0, STAY)]  
qi:4 qf:5
```

<< ϵ is accepted by following path>>

```
 $\delta(4, \epsilon) = 2$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(2, \epsilon) = 3$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(3, \epsilon) = 5$  [mem: (0, STAY)]
```

正規表現: $(?:a^*)^*$

入力文字列: b

```
 $\delta(0, a) = 1$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(2, \epsilon) = 0$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(1, \epsilon) = 3$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(1, \epsilon) = 0$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(2, \epsilon) = 3$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(4, \epsilon) = 2$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(3, \epsilon) = 5$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(3, \epsilon) = 2$  [mem: (0, STAY)]  
 $\delta(4, \epsilon) = 5$  [mem: (0, STAY)]  
qi:4 qf:5
```

<< b is not accepted by the MFA >>>

Backreference 1

Regex:((?:a|b)*)\g1

```
正規表現: ((?:a|b)*)\g1
入力文字列: aabaab
δ(8, ε) = 6 [mem: (1, OPEN)]
δ(0, a) = 1 [mem: (0, STAY)]
δ(2, b) = 3 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 0 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 2 [mem: (0, STAY)]
δ(1, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(3, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(6, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 7 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(6, ε) = 7 [mem: (0, STAY)]
δ(7, ε) = 9 [mem: (1, CLOSE)]
δ(10, \) = 11 [mem: (1, VAR)]
δ(9, ε) = 10 [mem: (0, STAY)]
qi:8 qf:11
```

<< aabaab is accepted by following path>>

```
δ(8, ε) = 6 [mem: (1, OPEN)]
δ(6, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 0 [mem: (0, STAY)]
δ(0, a) = 1 [mem: (0, STAY)]
δ(1, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 0 [mem: (0, STAY)]
δ(0, a) = 1 [mem: (0, STAY)]
δ(1, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 7 [mem: (0, STAY)]
δ(7, ε) = 9 [mem: (1, CLOSE)]
δ(5, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 2 [mem: (0, STAY)]
δ(2, b) = 3 [mem: (0, STAY)]
δ(3, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 7 [mem: (0, STAY)]
δ(7, ε) = 9 [mem: (1, CLOSE)]
δ(9, ε) = 10 [mem: (0, STAY)]
δ(10, \) = 11 [mem: (1, VAR)]
```

正規表現: ((?:a|b)*)\g1

入力文字列: aabaa

```
δ(8, ε) = 6 [mem: (1, OPEN)]
δ(0, a) = 1 [mem: (0, STAY)]
δ(2, b) = 3 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 0 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 2 [mem: (0, STAY)]
δ(1, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(3, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(6, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 7 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(6, ε) = 7 [mem: (0, STAY)]
δ(7, ε) = 9 [mem: (1, CLOSE)]
δ(10, \) = 11 [mem: (1, VAR)]
δ(9, ε) = 10 [mem: (0, STAY)]
qi:8 qf:11
```

<< aabaa is not accepted by the MFA >>>

正規表現: ((?:a|b)*)\g1

入力文字列: bbb

```
δ(8, ε) = 6 [mem: (1, OPEN)]
δ(0, a) = 1 [mem: (0, STAY)]
δ(2, b) = 3 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 0 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 2 [mem: (0, STAY)]
δ(1, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(3, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(6, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 7 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(6, ε) = 7 [mem: (0, STAY)]
δ(7, ε) = 9 [mem: (1, CLOSE)]
δ(10, \) = 11 [mem: (1, VAR)]
δ(9, ε) = 10 [mem: (0, STAY)]
qi:8 qf:11
```

<< bbb is not accepted by the MFA >>>

Backreference 2

Regex:(123)(\g1) \g2

正規表現: (123)(\g1)\g2

入力文字列: 123123123

```
δ(6, ε) = 0 [mem: (1, OPEN)]
δ(0, 1) = 1 [mem: (0, STAY)]
δ(2, 2) = 3 [mem: (0, STAY)]
δ(1, ε) = 2 [mem: (0, STAY)]
δ(4, 3) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(3, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 7 [mem: (1, CLOSE)]
δ(10, ε) = 8 [mem: (2, OPEN)]
δ(8, \) = 9 [mem: (1, VAR)]
δ(9, ε) = 11 [mem: (2, CLOSE)]
δ(7, ε) = 10 [mem: (0, STAY)]
δ(12, \) = 13 [mem: (2, VAR)]
δ(11, ε) = 12 [mem: (0, STAY)]
qi:6 qf:13
```

<< 123123123 is accepted by following path>>

```
δ(6, ε) = 0 [mem: (1, OPEN)]
δ(0, 1) = 1 [mem: (0, STAY)]
δ(1, ε) = 2 [mem: (0, STAY)]
δ(2, 2) = 3 [mem: (0, STAY)]
δ(3, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(4, 3) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 7 [mem: (1, CLOSE)]
δ(7, ε) = 10 [mem: (0, STAY)]
δ(10, ε) = 8 [mem: (2, OPEN)]
δ(8, \) = 9 [mem: (1, VAR)]
δ(9, ε) = 11 [mem: (2, CLOSE)]
δ(11, ε) = 12 [mem: (0, STAY)]
δ(12, \) = 13 [mem: (2, VAR)]
```

正規表現: (123)(\g1)\g2

入力文字列: 123123123123

```
δ(6, ε) = 0 [mem: (1, OPEN)]
δ(0, 1) = 1 [mem: (0, STAY)]
δ(2, 2) = 3 [mem: (0, STAY)]
δ(1, ε) = 2 [mem: (0, STAY)]
δ(4, 3) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(3, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 7 [mem: (1, CLOSE)]
δ(10, ε) = 8 [mem: (2, OPEN)]
δ(8, \) = 9 [mem: (1, VAR)]
δ(9, ε) = 11 [mem: (2, CLOSE)]
δ(7, ε) = 10 [mem: (0, STAY)]
δ(12, \) = 13 [mem: (2, VAR)]
δ(11, ε) = 12 [mem: (0, STAY)]
qi:6 qf:13
```

<< 123123123123 is not accepted by the MFA >>>

Backreference 3

Regex: (a(b)c) \g2

正規表現: (a(b)c)\g2

入力文字列: abcb

```
δ(8, ε) = 0    [mem: (1, OPEN)]
δ(0, a) = 1    [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 2    [mem: (2, OPEN)]
δ(2, b) = 3    [mem: (0, STAY)]
δ(3, ε) = 5    [mem: (2, CLOSE)]
δ(1, ε) = 4    [mem: (0, STAY)]
δ(6, c) = 7    [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 6    [mem: (0, STAY)]
δ(7, ε) = 9    [mem: (1, CLOSE)]
δ(10, \) = 11   [mem: (2, VAR)]
δ(9, ε) = 10   [mem: (0, STAY)]
qi:8 qf:11
```

<< abcb is accepted by following path>>

```
δ(8, ε) = 0    [mem: (1, OPEN)]
δ(0, a) = 1    [mem: (0, STAY)]
δ(1, ε) = 4    [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 2    [mem: (2, OPEN)]
δ(2, b) = 3    [mem: (0, STAY)]
δ(3, ε) = 5    [mem: (2, CLOSE)]
δ(5, ε) = 6    [mem: (0, STAY)]
δ(6, c) = 7    [mem: (0, STAY)]
δ(7, ε) = 9    [mem: (1, CLOSE)]
δ(9, ε) = 10   [mem: (0, STAY)]
δ(10, \) = 11   [mem: (2, VAR)]
```

正規表現: (a(b)c)\g2

入力文字列: abcabc

```
δ(8, ε) = 0    [mem: (1, OPEN)]
δ(0, a) = 1    [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 2    [mem: (2, OPEN)]
δ(2, b) = 3    [mem: (0, STAY)]
δ(3, ε) = 5    [mem: (2, CLOSE)]
δ(1, ε) = 4    [mem: (0, STAY)]
δ(6, c) = 7    [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 6    [mem: (0, STAY)]
δ(7, ε) = 9    [mem: (1, CLOSE)]
δ(10, \) = 11   [mem: (2, VAR)]
δ(9, ε) = 10   [mem: (0, STAY)]
qi:8 qf:11
```

<< abcabc is not accepted by the MFA >>>

Quantifier 1

Regex: c{3}

正規表現: c{3}

入力文字列: ccc

$\delta(0, c) = 1$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(2, c) = 3$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(1, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(4, c) = 5$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(3, \epsilon) = 4$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(6, c) = 7$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(8, \epsilon) = 6$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(7, \epsilon) = 9$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(7, \epsilon) = 6$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(8, \epsilon) = 9$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(5, \epsilon) = 8$ [mem: (0, STAY)]
qi:0 qf:9

<< ccc is accepted by following path>

$\delta(0, c) = 1$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(1, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(2, c) = 3$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(3, \epsilon) = 4$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(4, c) = 5$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(5, \epsilon) = 8$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(8, \epsilon) = 9$ [mem: (0, STAY)]

正規表現: c{3}

入力文字列: cccc

$\delta(0, c) = 1$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(2, c) = 3$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(1, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(4, c) = 5$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(3, \epsilon) = 4$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(6, c) = 7$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(8, \epsilon) = 6$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(7, \epsilon) = 9$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(8, \epsilon) = 9$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(5, \epsilon) = 8$ [mem: (0, STAY)]
qi:0 qf:9

<< cccc is accepted by following path>

$\delta(0, c) = 1$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(1, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(2, c) = 3$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(3, \epsilon) = 4$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(4, c) = 5$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(5, \epsilon) = 8$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(8, \epsilon) = 6$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(6, c) = 7$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(7, \epsilon) = 9$ [mem: (0, STAY)]

正規表現: c{3}

入力文字列: cc

$\delta(0, c) = 1$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(2, c) = 3$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(1, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(4, c) = 5$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(3, \epsilon) = 4$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(6, c) = 7$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(8, \epsilon) = 6$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(7, \epsilon) = 9$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(7, \epsilon) = 6$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(8, \epsilon) = 9$ [mem: (0, STAY)]
 $\delta(5, \epsilon) = 8$ [mem: (0, STAY)]
qi:0 qf:9

<< cc is not accepted by the MFA >>>

Quantifier 2

Regex: c{3,5}

```
<< ccc is accepted by following path>>
δ(26, ε) = 14 [mem: (0, STAY)]
δ(14, ε) = 0 [mem: (0, STAY)]
δ(0, c) = 1 [mem: (0, STAY)]
δ(1, ε) = 2 [mem: (0, STAY)]
δ(2, c) = 3 [mem: (0, STAY)]
δ(3, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(4, c) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 15 [mem: (0, STAY)]
δ(15, ε) = 27 [mem: (0, STAY)]
<< ccccc is accepted by following path>>
δ(26, ε) = 14 [mem: (0, STAY)]
δ(14, ε) = 0 [mem: (0, STAY)]
δ(26, ε) = 16 [mem: (0, STAY)]
δ(16, c) = 17 [mem: (0, STAY)]
δ(17, ε) = 18 [mem: (0, STAY)]
δ(18, c) = 19 [mem: (0, STAY)]
δ(19, ε) = 20 [mem: (0, STAY)]
δ(20, c) = 21 [mem: (0, STAY)]
δ(21, ε) = 22 [mem: (0, STAY)]
δ(22, c) = 23 [mem: (0, STAY)]
δ(23, ε) = 24 [mem: (0, STAY)]
δ(24, c) = 25 [mem: (0, STAY)]
δ(25, ε) = 27 [mem: (0, STAY)]
```

```
正規表現: c{3,5}
入力文字列: cc
δ(0, c) = 1 [mem: (0, STAY)]
δ(2, c) = 3 [mem: (0, STAY)]
δ(1, ε) = 2 [mem: (0, STAY)]
δ(4, c) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(3, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(6, c) = 7 [mem: (0, STAY)]
δ(8, c) = 9 [mem: (0, STAY)]
δ(7, ε) = 8 [mem: (0, STAY)]
δ(10, c) = 11 [mem: (0, STAY)]
δ(9, ε) = 10 [mem: (0, STAY)]
δ(12, c) = 13 [mem: (0, STAY)]
δ(11, ε) = 12 [mem: (0, STAY)]
δ(14, ε) = 0 [mem: (0, STAY)]
δ(14, ε) = 6 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 15 [mem: (0, STAY)]
δ(13, ε) = 15 [mem: (0, STAY)]
δ(16, c) = 17 [mem: (0, STAY)]
δ(18, c) = 19 [mem: (0, STAY)]
δ(17, ε) = 18 [mem: (0, STAY)]
δ(20, c) = 21 [mem: (0, STAY)]
δ(19, ε) = 20 [mem: (0, STAY)]
δ(22, c) = 23 [mem: (0, STAY)]
δ(21, ε) = 22 [mem: (0, STAY)]
δ(24, c) = 25 [mem: (0, STAY)]
δ(23, ε) = 24 [mem: (0, STAY)]
δ(26, ε) = 14 [mem: (0, STAY)]
δ(26, ε) = 16 [mem: (0, STAY)]
δ(15, ε) = 27 [mem: (0, STAY)]
δ(25, ε) = 27 [mem: (0, STAY)]
qi:26 qf:27
```

<< cc is not accepted by the MFA >>>

```
正規表現: c{3,5}
入力文字列: ccccc
δ(0, c) = 1 [mem: (0, STAY)]
δ(2, c) = 3 [mem: (0, STAY)]
δ(1, ε) = 2 [mem: (0, STAY)]
δ(4, c) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(3, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(6, c) = 7 [mem: (0, STAY)]
δ(8, c) = 9 [mem: (0, STAY)]
δ(7, ε) = 8 [mem: (0, STAY)]
δ(10, c) = 11 [mem: (0, STAY)]
δ(9, ε) = 10 [mem: (0, STAY)]
δ(12, c) = 13 [mem: (0, STAY)]
δ(11, ε) = 12 [mem: (0, STAY)]
δ(14, ε) = 0 [mem: (0, STAY)]
δ(14, ε) = 6 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 15 [mem: (0, STAY)]
δ(13, ε) = 15 [mem: (0, STAY)]
δ(16, c) = 17 [mem: (0, STAY)]
δ(18, c) = 19 [mem: (0, STAY)]
δ(17, ε) = 18 [mem: (0, STAY)]
δ(20, c) = 21 [mem: (0, STAY)]
δ(19, ε) = 20 [mem: (0, STAY)]
δ(22, c) = 23 [mem: (0, STAY)]
δ(21, ε) = 22 [mem: (0, STAY)]
δ(24, c) = 25 [mem: (0, STAY)]
δ(23, ε) = 24 [mem: (0, STAY)]
δ(26, ε) = 14 [mem: (0, STAY)]
δ(26, ε) = 16 [mem: (0, STAY)]
δ(15, ε) = 27 [mem: (0, STAY)]
δ(25, ε) = 27 [mem: (0, STAY)]
qi:26 qf:27
```

<< ccccc is not accepted by the MFA >>>

文字集合 1

Regex:[0]+

正規表現: [0]+

入力文字列: 0

$\delta(0, 0) = 1$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(2, 0) = 3$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(4, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 5$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(4, \epsilon) = 5$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(1, \epsilon) = 4$ [mem: (0, STAY)]

qi:0 qf:5

<< 0 is accepted by following path>>

$\delta(0, 0) = 1$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(1, \epsilon) = 4$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(4, \epsilon) = 5$ [mem: (0, STAY)]

正規表現: [0]+

入力文字列: 01

$\delta(0, 0) = 1$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(2, 0) = 3$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(4, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 5$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(4, \epsilon) = 5$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(1, \epsilon) = 4$ [mem: (0, STAY)]

qi:0 qf:5

<< 01 is not accepted by the MFA >>>

文字集合 2

Regex:[^0]+

正規表現: [^0]+

入力文字列: 12345

$\delta(0, \wedge 0) = 1$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(2, \wedge 0) = 3$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(4, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 5$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(4, \epsilon) = 5$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(1, \epsilon) = 4$ [mem: (0, STAY)]

qi:0 qf:5

<< 12345 is accepted by following path>>

$\delta(0, \wedge 0) = 1$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(1, \epsilon) = 4$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(4, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(2, \wedge 0) = 3$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(2, \wedge 0) = 3$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(2, \wedge 0) = 3$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(2, \wedge 0) = 3$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 5$ [mem: (0, STAY)]

正規表現: [^0]+

入力文字列: qwert*:[{

$\delta(0, \wedge 0) = 1$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(2, \wedge 0) = 3$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(4, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 5$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(4, \epsilon) = 5$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(1, \epsilon) = 4$ [mem: (0, STAY)]

qi:0 qf:5

<< qwert*:[{ is accepted by following path>>

$\delta(0, \wedge 0) = 1$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(1, \epsilon) = 4$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(4, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(2, \wedge 0) = 3$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(2, \wedge 0) = 3$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(2, \wedge 0) = 3$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(2, \wedge 0) = 3$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(2, \wedge 0) = 3$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(2, \wedge 0) = 3$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 5$ [mem: (0, STAY)]

正規表現: [^0]+

入力文字列: 43210

$\delta(0, \wedge 0) = 1$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(2, \wedge 0) = 3$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(4, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 5$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(4, \epsilon) = 5$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(1, \epsilon) = 4$ [mem: (0, STAY)]

qi:0 qf:5

<< 43210 is not accepted by the MFA >>>

文字集合 3

Regex:[0-9]*

正規表現: [0-9]*

入力文字列: 43210

$\delta(0, 0-9) = 1$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(2, \epsilon) = 0$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(1, \epsilon) = 3$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(1, \epsilon) = 0$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(2, \epsilon) = 3$ [mem: (0, STAY)]

qi:2 qf:3

<< 43210 is accepted by following path>>

$\delta(2, \epsilon) = 0$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(0, 0-9) = 1$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(1, \epsilon) = 0$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(0, 0-9) = 1$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(1, \epsilon) = 0$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(0, 0-9) = 1$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(1, \epsilon) = 0$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(0, 0-9) = 1$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(1, \epsilon) = 0$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(0, 0-9) = 1$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(1, \epsilon) = 3$ [mem: (0, STAY)]

正規表現: [0-9]*

入力文字列: 012def

$\delta(0, 0-9) = 1$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(2, \epsilon) = 0$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(1, \epsilon) = 3$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(1, \epsilon) = 0$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(2, \epsilon) = 3$ [mem: (0, STAY)]

qi:2 qf:3

<< 012def is not accepted by the MFA >>>

Regex: [0-9WXY]+

```

>>> 1W233028 is accepted by following path>>>
δ(12, ε) = 8 [mem: (0, STAY)]
δ(8, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 0 [mem: (0, STAY)]
δ(0, 0-9) = 1 [mem: (0, STAY)]
δ(1, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 9 [mem: (0, STAY)]
δ(9, ε) = 13 [mem: (0, STAY)]
δ(13, ε) = 28 [mem: (0, STAY)]
δ(28, ε) = 26 [mem: (0, STAY)]
δ(26, ε) = 22 [mem: (0, STAY)]
δ(22, ε) = 18 [mem: (0, STAY)]
δ(18, ε) = 16 [mem: (0, STAY)]
δ(16, w) = 17 [mem: (0, STAY)]
δ(17, ε) = 19 [mem: (0, STAY)]
δ(19, ε) = 23 [mem: (0, STAY)]
δ(23, ε) = 27 [mem: (0, STAY)]
δ(27, ε) = 26 [mem: (0, STAY)]
δ(26, ε) = 22 [mem: (0, STAY)]
δ(22, ε) = 18 [mem: (0, STAY)]
δ(18, ε) = 14 [mem: (0, STAY)]
δ(14, 0-9) = 15 [mem: (0, STAY)]
δ(15, ε) = 19 [mem: (0, STAY)]
δ(19, ε) = 23 [mem: (0, STAY)]
δ(23, ε) = 27 [mem: (0, STAY)]
δ(27, ε) = 26 [mem: (0, STAY)]
δ(26, ε) = 22 [mem: (0, STAY)]
δ(22, ε) = 18 [mem: (0, STAY)]
δ(18, ε) = 14 [mem: (0, STAY)]
δ(14, 0-9) = 15 [mem: (0, STAY)]
δ(15, ε) = 19 [mem: (0, STAY)]
δ(19, ε) = 23 [mem: (0, STAY)]
δ(23, ε) = 27 [mem: (0, STAY)]
δ(27, ε) = 26 [mem: (0, STAY)]
δ(26, ε) = 22 [mem: (0, STAY)]
δ(22, ε) = 18 [mem: (0, STAY)]
δ(18, ε) = 14 [mem: (0, STAY)]
δ(14, 0-9) = 15 [mem: (0, STAY)]

```

$\delta(15, \epsilon) = 19$	[mem: (0, STAY)]
$\delta(19, \epsilon) = 23$	[mem: (0, STAY)]
$\delta(23, \epsilon) = 27$	[mem: (0, STAY)]
$\delta(27, \epsilon) = 26$	[mem: (0, STAY)]
$\delta(26, \epsilon) = 22$	[mem: (0, STAY)]
$\delta(22, \epsilon) = 18$	[mem: (0, STAY)]
$\delta(18, \epsilon) = 14$	[mem: (0, STAY)]
$\delta(14, 0-9) = 15$	[mem: (0, STAY)]
$\delta(15, \epsilon) = 19$	[mem: (0, STAY)]
$\delta(19, \epsilon) = 23$	[mem: (0, STAY)]
$\delta(23, \epsilon) = 27$	[mem: (0, STAY)]
$\delta(27, \epsilon) = 26$	[mem: (0, STAY)]
$\delta(26, \epsilon) = 22$	[mem: (0, STAY)]
$\delta(22, \epsilon) = 18$	[mem: (0, STAY)]
$\delta(18, \epsilon) = 14$	[mem: (0, STAY)]
$\delta(14, 0-9) = 15$	[mem: (0, STAY)]
$\delta(15, \epsilon) = 19$	[mem: (0, STAY)]
$\delta(19, \epsilon) = 23$	[mem: (0, STAY)]
$\delta(23, \epsilon) = 27$	[mem: (0, STAY)]
$\delta(27, \epsilon) = 26$	[mem: (0, STAY)]
$\delta(26, \epsilon) = 22$	[mem: (0, STAY)]
$\delta(22, \epsilon) = 18$	[mem: (0, STAY)]
$\delta(18, \epsilon) = 14$	[mem: (0, STAY)]
$\delta(14, 0-9) = 15$	[mem: (0, STAY)]
$\delta(15, \epsilon) = 19$	[mem: (0, STAY)]
$\delta(19, \epsilon) = 23$	[mem: (0, STAY)]
$\delta(23, \epsilon) = 27$	[mem: (0, STAY)]
$\delta(27, \epsilon) = 29$	[mem: (0, STAY)]

```

正規表現: [0-9WXY]+
入力文字列: 1w233028
δ(0, 0-9) = 1 [mem: (0, STAY)]
δ(2, W) = 3 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 0 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 2 [mem: (0, STAY)]
δ(1, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(3, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(6, X) = 7 [mem: (0, STAY)]
δ(8, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(8, ε) = 6 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 9 [mem: (0, STAY)]
δ(7, ε) = 9 [mem: (0, STAY)]
δ(10, Y) = 11 [mem: (0, STAY)]
δ(12, ε) = 8 [mem: (0, STAY)]
δ(12, ε) = 10 [mem: (0, STAY)]
δ(9, ε) = 13 [mem: (0, STAY)]
δ(11, ε) = 13 [mem: (0, STAY)]
δ(14, 0-9) = 15 [mem: (0, STAY)]
δ(16, W) = 17 [mem: (0, STAY)]
δ(18, ε) = 14 [mem: (0, STAY)]
δ(18, ε) = 16 [mem: (0, STAY)]
δ(15, ε) = 19 [mem: (0, STAY)]
δ(17, ε) = 19 [mem: (0, STAY)]
δ(20, X) = 21 [mem: (0, STAY)]
δ(22, ε) = 18 [mem: (0, STAY)]
δ(22, ε) = 20 [mem: (0, STAY)]
δ(19, ε) = 23 [mem: (0, STAY)]
δ(21, ε) = 23 [mem: (0, STAY)]
δ(24, Y) = 25 [mem: (0, STAY)]
δ(26, ε) = 22 [mem: (0, STAY)]
δ(26, ε) = 24 [mem: (0, STAY)]
δ(23, ε) = 27 [mem: (0, STAY)]
δ(25, ε) = 27 [mem: (0, STAY)]
δ(28, ε) = 26 [mem: (0, STAY)]
δ(27, ε) = 29 [mem: (0, STAY)]
δ(27, ε) = 26 [mem: (0, STAY)]
δ(28, ε) = 29 [mem: (0, STAY)]
δ(13, ε) = 28 [mem: (0, STAY)]
qi:12 qf:29

```


Regex:[a-zA-Z]+

```

正規表現: [a-zA-Z]+
入力文字列: Waseda?

δ(0, a-z) = 1    [mem: (0, STAY)]
δ(2, A-Z) = 3    [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 0      [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 2      [mem: (0, STAY)]
δ(1, ε) = 5      [mem: (0, STAY)]
δ(3, ε) = 5      [mem: (0, STAY)]
δ(6, a-z) = 7    [mem: (0, STAY)]
δ(8, A-Z) = 9    [mem: (0, STAY)]
δ(10, ε) = 6     [mem: (0, STAY)]
δ(10, ε) = 8     [mem: (0, STAY)]
δ(7, ε) = 11     [mem: (0, STAY)]
δ(9, ε) = 11     [mem: (0, STAY)]
δ(12, ε) = 10    [mem: (0, STAY)]
δ(11, ε) = 13    [mem: (0, STAY)]
δ(11, ε) = 10    [mem: (0, STAY)]
δ(12, ε) = 13    [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 12     [mem: (0, STAY)]
qi:4 qf:13

<< Waseda? is not accepted by the MFA >>>

```

```
<< regex101 is not accepted by the MFA >>>
```

文字集合 6

Regex: $[\text{^a-zA-Z}]^+$

```
正規表現:  $[\text{^a-zA-Z}]^+$ 
入力文字列: 2025!
 $\delta(4, \text{^a-zA-Z}) = 5$  [mem: (0, STAY)]
 $\delta(10, \text{^a-zA-Z}) = 11$  [mem: (0, STAY)]
 $\delta(12, \epsilon) = 10$  [mem: (0, STAY)]
 $\delta(11, \epsilon) = 13$  [mem: (0, STAY)]
 $\delta(11, \epsilon) = 10$  [mem: (0, STAY)]
 $\delta(12, \epsilon) = 13$  [mem: (0, STAY)]
 $\delta(5, \epsilon) = 12$  [mem: (0, STAY)]
qi:4 qf:13

<< 2025! is accepted by following path>>
 $\delta(4, \text{^a-zA-Z}) = 5$  [mem: (0, STAY)]
 $\delta(5, \epsilon) = 12$  [mem: (0, STAY)]
 $\delta(12, \epsilon) = 10$  [mem: (0, STAY)]
 $\delta(10, \text{^a-zA-Z}) = 11$  [mem: (0, STAY)]
 $\delta(11, \epsilon) = 10$  [mem: (0, STAY)]
 $\delta(10, \text{^a-zA-Z}) = 11$  [mem: (0, STAY)]
 $\delta(11, \epsilon) = 10$  [mem: (0, STAY)]
 $\delta(10, \text{^a-zA-Z}) = 11$  [mem: (0, STAY)]
 $\delta(11, \epsilon) = 10$  [mem: (0, STAY)]
 $\delta(10, \text{^a-zA-Z}) = 11$  [mem: (0, STAY)]
 $\delta(11, \epsilon) = 13$  [mem: (0, STAY)]
```

```
正規表現:  $[\text{^a-zA-Z}]^+$ 
入力文字列: Waseda
 $\delta(4, \text{^a-zA-Z}) = 5$  [mem: (0, STAY)]
 $\delta(10, \text{^a-zA-Z}) = 11$  [mem: (0, STAY)]
 $\delta(12, \epsilon) = 10$  [mem: (0, STAY)]
 $\delta(11, \epsilon) = 13$  [mem: (0, STAY)]
 $\delta(11, \epsilon) = 10$  [mem: (0, STAY)]
 $\delta(12, \epsilon) = 13$  [mem: (0, STAY)]
 $\delta(5, \epsilon) = 12$  [mem: (0, STAY)]
qi:4 qf:13

<< Waseda is not accepted by the MFA >>>
```

文字集合 7

Regex: $[\text{^a-zA-Z0-9}]^+$

正規表現: $[\text{^a-zA-Z0-9}]^+$

入力文字列: #-@\^

```
δ(8, ^a-zA-Z0-9) = 9 [mem: (0, STAY)]
δ(18, ^a-zA-Z0-9) = 19 [mem: (0, STAY)]
δ(20, ε) = 18 [mem: (0, STAY)]
δ(19, ε) = 21 [mem: (0, STAY)]
δ(19, ε) = 18 [mem: (0, STAY)]
δ(20, ε) = 21 [mem: (0, STAY)]
δ(9, ε) = 20 [mem: (0, STAY)]
qi:8 qf:21
```

<< #-@\^ is accepted by following path>>

```
δ(8, ^a-zA-Z0-9) = 9 [mem: (0, STAY)]
δ(9, ε) = 20 [mem: (0, STAY)]
δ(20, ε) = 18 [mem: (0, STAY)]
δ(18, ^a-zA-Z0-9) = 19 [mem: (0, STAY)]
δ(19, ε) = 18 [mem: (0, STAY)]
δ(18, ^a-zA-Z0-9) = 19 [mem: (0, STAY)]
δ(19, ε) = 18 [mem: (0, STAY)]
δ(18, ^a-zA-Z0-9) = 19 [mem: (0, STAY)]
δ(19, ε) = 18 [mem: (0, STAY)]
δ(18, ^a-zA-Z0-9) = 19 [mem: (0, STAY)]
δ(19, ε) = 21 [mem: (0, STAY)]
```

正規表現: $[\text{^a-zA-Z0-9}]^+$

入力文字列: abcDEF0123

```
δ(8, ^a-zA-Z0-9) = 9 [mem: (0, STAY)]
δ(18, ^a-zA-Z0-9) = 19 [mem: (0, STAY)]
δ(20, ε) = 18 [mem: (0, STAY)]
δ(19, ε) = 21 [mem: (0, STAY)]
δ(19, ε) = 18 [mem: (0, STAY)]
δ(20, ε) = 21 [mem: (0, STAY)]
δ(9, ε) = 20 [mem: (0, STAY)]
qi:8 qf:21
```

<< abcDEF0123 is not accepted by the MFA >>>

その他 1

Regex: 0\d{1,4}-\d{1,4}-\d{4}

```
正規表現: 0\d{1,4}-\d{1,4}-\d{4}
入力文字列: 03-3203-4141
δ(0, 0) = 1 [mem: (0, STAY)]
δ(2, 0-9) = 3 [mem: (0, STAY)]
δ(4, 0-9) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(6, 0-9) = 7 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 6 [mem: (0, STAY)]
δ(8, ε) = 2 [mem: (0, STAY)]
δ(8, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(3, ε) = 9 [mem: (0, STAY)]
δ(7, ε) = 9 [mem: (0, STAY)]
δ(10, 0-9) = 11 [mem: (0, STAY)]
δ(12, 0-9) = 13 [mem: (0, STAY)]
δ(11, ε) = 12 [mem: (0, STAY)]
δ(14, 0-9) = 15 [mem: (0, STAY)]
δ(13, ε) = 14 [mem: (0, STAY)]
δ(16, ε) = 8 [mem: (0, STAY)]
δ(16, ε) = 10 [mem: (0, STAY)]
δ(9, ε) = 17 [mem: (0, STAY)]
δ(15, ε) = 17 [mem: (0, STAY)]
δ(18, 0-9) = 19 [mem: (0, STAY)]
δ(20, 0-9) = 21 [mem: (0, STAY)]
δ(19, ε) = 20 [mem: (0, STAY)]
δ(22, 0-9) = 23 [mem: (0, STAY)]
δ(21, ε) = 22 [mem: (0, STAY)]
δ(24, 0-9) = 25 [mem: (0, STAY)]
δ(23, ε) = 24 [mem: (0, STAY)]
δ(26, ε) = 16 [mem: (0, STAY)]
δ(26, ε) = 18 [mem: (0, STAY)]
δ(17, ε) = 27 [mem: (0, STAY)]
δ(25, ε) = 27 [mem: (0, STAY)]
δ(1, ε) = 26 [mem: (0, STAY)]
δ(28, -) = 29 [mem: (0, STAY)]
δ(27, ε) = 28 [mem: (0, STAY)]
δ(30, 0-9) = 31 [mem: (0, STAY)]
δ(32, 0-9) = 33 [mem: (0, STAY)]
δ(34, 0-9) = 35 [mem: (0, STAY)]
δ(33, ε) = 34 [mem: (0, STAY)]
δ(36, ε) = 30 [mem: (0, STAY)]
δ(36, ε) = 32 [mem: (0, STAY)]
δ(31, ε) = 37 [mem: (0, STAY)]
δ(35, ε) = 37 [mem: (0, STAY)]
δ(38, 0-9) = 39 [mem: (0, STAY)]
δ(40, 0-9) = 41 [mem: (0, STAY)]
δ(39, ε) = 40 [mem: (0, STAY)]
δ(42, 0-9) = 43 [mem: (0, STAY)]
```

```
δ(41, ε) = 42 [mem: (0, STAY)]
δ(44, ε) = 36 [mem: (0, STAY)]
δ(44, ε) = 38 [mem: (0, STAY)]
δ(37, ε) = 45 [mem: (0, STAY)]
δ(43, ε) = 45 [mem: (0, STAY)]
δ(46, 0-9) = 47 [mem: (0, STAY)]
δ(48, 0-9) = 49 [mem: (0, STAY)]
δ(47, ε) = 48 [mem: (0, STAY)]
δ(50, 0-9) = 51 [mem: (0, STAY)]
δ(49, ε) = 50 [mem: (0, STAY)]
δ(52, 0-9) = 53 [mem: (0, STAY)]
δ(51, ε) = 52 [mem: (0, STAY)]
δ(54, ε) = 44 [mem: (0, STAY)]
δ(54, ε) = 46 [mem: (0, STAY)]
δ(45, ε) = 55 [mem: (0, STAY)]
δ(53, ε) = 55 [mem: (0, STAY)]
δ(29, ε) = 54 [mem: (0, STAY)]
δ(56, -) = 57 [mem: (0, STAY)]
δ(55, ε) = 56 [mem: (0, STAY)]
δ(58, 0-9) = 59 [mem: (0, STAY)]
δ(60, 0-9) = 61 [mem: (0, STAY)]
δ(59, ε) = 60 [mem: (0, STAY)]
δ(62, 0-9) = 63 [mem: (0, STAY)]
δ(61, ε) = 62 [mem: (0, STAY)]
δ(64, 0-9) = 65 [mem: (0, STAY)]
δ(63, ε) = 64 [mem: (0, STAY)]
δ(66, 0-9) = 67 [mem: (0, STAY)]
δ(68, ε) = 66 [mem: (0, STAY)]
δ(67, ε) = 69 [mem: (0, STAY)]
δ(67, ε) = 66 [mem: (0, STAY)]
δ(68, ε) = 69 [mem: (0, STAY)]
δ(65, ε) = 68 [mem: (0, STAY)]
δ(57, ε) = 58 [mem: (0, STAY)]
qi:0 qf:69
```

```
<< 03-3203-4141 is accepted by following path>>
δ(0, 0) = 1 [mem: (0, STAY)]
δ(1, ε) = 26 [mem: (0, STAY)]
δ(26, ε) = 16 [mem: (0, STAY)]
δ(16, ε) = 8 [mem: (0, STAY)]
δ(8, ε) = 2 [mem: (0, STAY)]
δ(2, 0-9) = 3 [mem: (0, STAY)]
δ(3, ε) = 9 [mem: (0, STAY)]
δ(9, ε) = 17 [mem: (0, STAY)]
δ(17, ε) = 27 [mem: (0, STAY)]
δ(27, ε) = 28 [mem: (0, STAY)]
δ(28, -) = 29 [mem: (0, STAY)]
δ(29, ε) = 54 [mem: (0, STAY)]
δ(54, ε) = 44 [mem: (0, STAY)]
δ(44, ε) = 36 [mem: (0, STAY)]
δ(36, ε) = 30 [mem: (0, STAY)]
δ(54, ε) = 46 [mem: (0, STAY)]
δ(46, 0-9) = 47 [mem: (0, STAY)]
δ(47, ε) = 48 [mem: (0, STAY)]
δ(48, 0-9) = 49 [mem: (0, STAY)]
δ(49, ε) = 50 [mem: (0, STAY)]
δ(50, 0-9) = 51 [mem: (0, STAY)]
δ(51, ε) = 52 [mem: (0, STAY)]
δ(52, 0-9) = 53 [mem: (0, STAY)]
δ(53, ε) = 55 [mem: (0, STAY)]
δ(55, ε) = 56 [mem: (0, STAY)]
δ(56, -) = 57 [mem: (0, STAY)]
δ(57, ε) = 58 [mem: (0, STAY)]
δ(58, 0-9) = 59 [mem: (0, STAY)]
δ(59, ε) = 60 [mem: (0, STAY)]
δ(60, 0-9) = 61 [mem: (0, STAY)]
δ(61, ε) = 62 [mem: (0, STAY)]
δ(62, 0-9) = 63 [mem: (0, STAY)]
δ(63, ε) = 64 [mem: (0, STAY)]
δ(64, 0-9) = 65 [mem: (0, STAY)]
δ(65, ε) = 68 [mem: (0, STAY)]
δ(68, ε) = 69 [mem: (0, STAY)]
```

その他 2

Regex: \w+

```

正規表現: \w+
入力文字列: 1W233028
δ(0, a-z) = 1 [mem: (0, STAY)]
δ(2, A-Z) = 3 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 0 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 2 [mem: (0, STAY)]
δ(1, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(3, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(6, 0-9) = 7 [mem: (0, STAY)]
δ(8, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(8, ε) = 6 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 9 [mem: (0, STAY)]
δ(7, ε) = 9 [mem: (0, STAY)]
δ(10, _) = 11 [mem: (0, STAY)]
δ(12, ε) = 8 [mem: (0, STAY)]
δ(12, ε) = 10 [mem: (0, STAY)]
δ(9, ε) = 13 [mem: (0, STAY)]
δ(10, ε) = 13 [mem: (0, STAY)]
δ(14, a-z) = 15 [mem: (0, STAY)]
δ(16, A-Z) = 17 [mem: (0, STAY)]
δ(18, ε) = 14 [mem: (0, STAY)]
δ(18, ε) = 16 [mem: (0, STAY)]
δ(15, ε) = 19 [mem: (0, STAY)]
δ(17, ε) = 19 [mem: (0, STAY)]
δ(20, 0-9) = 21 [mem: (0, STAY)]
δ(22, ε) = 18 [mem: (0, STAY)]
δ(22, ε) = 20 [mem: (0, STAY)]
δ(19, ε) = 23 [mem: (0, STAY)]
δ(21, ε) = 23 [mem: (0, STAY)]
δ(24, _) = 25 [mem: (0, STAY)]
δ(26, ε) = 22 [mem: (0, STAY)]
δ(26, ε) = 24 [mem: (0, STAY)]
δ(23, ε) = 27 [mem: (0, STAY)]
δ(25, ε) = 27 [mem: (0, STAY)]
δ(28, ε) = 26 [mem: (0, STAY)]
δ(27, ε) = 29 [mem: (0, STAY)]
δ(27, ε) = 26 [mem: (0, STAY)]
δ(28, ε) = 29 [mem: (0, STAY)]
δ(13, ε) = 28 [mem: (0, STAY)]
qi:12 qf:29

```

[illegible]

$\delta(20, \theta-9) = 21$	[mem: (θ , STAY)]
$\delta(21, \varepsilon) = 23$	[mem: (θ , STAY)]
$\delta(23, \varepsilon) = 27$	[mem: (θ , STAY)]
$\delta(27, \varepsilon) = 26$	[mem: (θ , STAY)]
$\delta(26, \varepsilon) = 22$	[mem: (θ , STAY)]
$\delta(22, \varepsilon) = 20$	[mem: (θ , STAY)]
$\delta(20, \theta-9) = 21$	[mem: (θ , STAY)]
$\delta(21, \varepsilon) = 23$	[mem: (θ , STAY)]
$\delta(23, \varepsilon) = 27$	[mem: (θ , STAY)]
$\delta(27, \varepsilon) = 26$	[mem: (θ , STAY)]
$\delta(26, \varepsilon) = 22$	[mem: (θ , STAY)]
$\delta(22, \varepsilon) = 20$	[mem: (θ , STAY)]
$\delta(20, \theta-9) = 21$	[mem: (θ , STAY)]
$\delta(21, \varepsilon) = 23$	[mem: (θ , STAY)]
$\delta(23, \varepsilon) = 27$	[mem: (θ , STAY)]
$\delta(27, \varepsilon) = 26$	[mem: (θ , STAY)]
$\delta(26, \varepsilon) = 22$	[mem: (θ , STAY)]
$\delta(22, \varepsilon) = 20$	[mem: (θ , STAY)]
$\delta(20, \theta-9) = 21$	[mem: (θ , STAY)]
$\delta(21, \varepsilon) = 23$	[mem: (θ , STAY)]
$\delta(23, \varepsilon) = 27$	[mem: (θ , STAY)]
$\delta(27, \varepsilon) = 26$	[mem: (θ , STAY)]
$\delta(26, \varepsilon) = 22$	[mem: (θ , STAY)]
$\delta(22, \varepsilon) = 20$	[mem: (θ , STAY)]
$\delta(20, \theta-9) = 21$	[mem: (θ , STAY)]
$\delta(21, \varepsilon) = 23$	[mem: (θ , STAY)]
$\delta(23, \varepsilon) = 27$	[mem: (θ , STAY)]
$\delta(27, \varepsilon) = 29$	[mem: (θ , STAY)]

```

正规表现: \w+
入力文字列: 1w233028-1
δ(0, a-z) = 1 [mem: (0, STAY)]
δ(2, A-Z) = 3 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 0 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 2 [mem: (0, STAY)]
δ(1, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(3, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(6, 0-9) = 7 [mem: (0, STAY)]
δ(8, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(8, ε) = 6 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 9 [mem: (0, STAY)]
δ(7, ε) = 9 [mem: (0, STAY)]
δ(10, _) = 11 [mem: (0, STAY)]
δ(12, ε) = 8 [mem: (0, STAY)]
δ(12, ε) = 10 [mem: (0, STAY)]
δ(9, ε) = 13 [mem: (0, STAY)]
δ(11, ε) = 13 [mem: (0, STAY)]
δ(14, a-z) = 15 [mem: (0, STAY)]
δ(16, A-Z) = 17 [mem: (0, STAY)]
δ(18, ε) = 14 [mem: (0, STAY)]
δ(18, ε) = 16 [mem: (0, STAY)]
δ(15, ε) = 19 [mem: (0, STAY)]
δ(17, ε) = 19 [mem: (0, STAY)]
δ(20, 0-9) = 21 [mem: (0, STAY)]
δ(22, ε) = 18 [mem: (0, STAY)]
δ(22, ε) = 20 [mem: (0, STAY)]
δ(19, ε) = 23 [mem: (0, STAY)]
δ(21, ε) = 23 [mem: (0, STAY)]
δ(24, _) = 25 [mem: (0, STAY)]
δ(26, ε) = 22 [mem: (0, STAY)]
δ(26, ε) = 24 [mem: (0, STAY)]
δ(23, ε) = 27 [mem: (0, STAY)]
δ(25, ε) = 27 [mem: (0, STAY)]
δ(28, ε) = 26 [mem: (0, STAY)]
δ(27, ε) = 29 [mem: (0, STAY)]
δ(27, ε) = 26 [mem: (0, STAY)]
δ(28, ε) = 29 [mem: (0, STAY)]
δ(13, ε) = 28 [mem: (0, STAY)]
qi: 12 qf: 29

```

```
<< 1W233028-1 is not accepted by the MFA >>>
```

その他 3

Regex: \D+

正規表現: \D+

入力文字列: k-memory

$\delta(0, \text{^0-9}) = 1$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(2, \text{^0-9}) = 3$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(4, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 5$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(4, \epsilon) = 5$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(1, \epsilon) = 4$ [mem: (0, STAY)]

qi:0 qf:5

<< k-memory is accepted by following path>>

$\delta(0, \text{^0-9}) = 1$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(1, \epsilon) = 4$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(4, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(2, \text{^0-9}) = 3$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(2, \text{^0-9}) = 3$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(2, \text{^0-9}) = 3$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(2, \text{^0-9}) = 3$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(2, \text{^0-9}) = 3$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(2, \text{^0-9}) = 3$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(2, \text{^0-9}) = 3$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 5$ [mem: (0, STAY)]

正規表現: \D+

入力文字列: 3-memory

$\delta(0, \text{^0-9}) = 1$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(2, \text{^0-9}) = 3$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(4, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 5$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(3, \epsilon) = 2$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(4, \epsilon) = 5$ [mem: (0, STAY)]

$\delta(1, \epsilon) = 4$ [mem: (0, STAY)]

qi:0 qf:5

<< 3-memory is not accepted by the MFA >>>

その他 4

Regex:([0|1]\d|2[0-3])\w[0-5]\d

```
正規表現: ([01]\d|2[0-3])\w[0-5]\d
入力文字列: 23:59
δ(14, ε) = 12 [mem: (1, OPEN)]
δ(0, 0) = 1 [mem: (0, STAY)]
δ(2, 1) = 3 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 0 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 2 [mem: (0, STAY)]
δ(1, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(3, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(6, 0-9) = 7 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 6 [mem: (0, STAY)]
δ(8, 2) = 9 [mem: (0, STAY)]
δ(10, 0-3) = 11 [mem: (0, STAY)]
δ(9, ε) = 10 [mem: (0, STAY)]
δ(12, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(12, ε) = 8 [mem: (0, STAY)]
δ(7, ε) = 13 [mem: (0, STAY)]
δ(11, ε) = 13 [mem: (0, STAY)]
δ(13, ε) = 15 [mem: (1, CLOSE)]
δ(28, ^a-zA-Z0-9_) = 29 [mem: (0, STAY)]
δ(15, ε) = 28 [mem: (0, STAY)]
δ(30, 0-5) = 31 [mem: (0, STAY)]
δ(29, ε) = 30 [mem: (0, STAY)]
δ(32, 0-9) = 33 [mem: (0, STAY)]
δ(31, ε) = 32 [mem: (0, STAY)]
qi:14 qf:33

<< 23:59 is accepted by following path>>
δ(14, ε) = 12 [mem: (1, OPEN)]
δ(12, ε) = 8 [mem: (0, STAY)]
δ(8, 2) = 9 [mem: (0, STAY)]
δ(9, ε) = 10 [mem: (0, STAY)]
δ(10, 0-3) = 11 [mem: (0, STAY)]
δ(11, ε) = 13 [mem: (0, STAY)]
δ(13, ε) = 15 [mem: (1, CLOSE)]
δ(15, ε) = 28 [mem: (0, STAY)]
δ(28, ^a-zA-Z0-9_) = 29 [mem: (0, STAY)]
δ(29, ε) = 30 [mem: (0, STAY)]
δ(30, 0-5) = 31 [mem: (0, STAY)]
δ(31, ε) = 32 [mem: (0, STAY)]
δ(32, 0-9) = 33 [mem: (0, STAY)]
```

```
正規表現: ([01]\d|2[0-3])\w[0-5]\d
入力文字列: 24:02
δ(14, ε) = 12 [mem: (1, OPEN)]
δ(0, 0) = 1 [mem: (0, STAY)]
δ(2, 1) = 3 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 0 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 2 [mem: (0, STAY)]
δ(1, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(3, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(6, 0-9) = 7 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 6 [mem: (0, STAY)]
δ(8, 2) = 9 [mem: (0, STAY)]
δ(10, 0-3) = 11 [mem: (0, STAY)]
δ(9, ε) = 10 [mem: (0, STAY)]
δ(12, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(12, ε) = 8 [mem: (0, STAY)]
δ(7, ε) = 13 [mem: (0, STAY)]
δ(11, ε) = 13 [mem: (0, STAY)]
δ(13, ε) = 15 [mem: (1, CLOSE)]
δ(28, ^a-zA-Z0-9_) = 29 [mem: (0, STAY)]
δ(15, ε) = 28 [mem: (0, STAY)]
δ(30, 0-5) = 31 [mem: (0, STAY)]
δ(29, ε) = 30 [mem: (0, STAY)]
δ(32, 0-9) = 33 [mem: (0, STAY)]
δ(31, ε) = 32 [mem: (0, STAY)]
qi:14 qf:33
```

<< 24:02 is not accepted by the MFA >>>

```
正規表現: ([01]\d|2[0-3])\w[0-5]\d
入力文字列: 00:00
δ(14, ε) = 12 [mem: (1, OPEN)]
δ(0, 0) = 1 [mem: (0, STAY)]
δ(2, 1) = 3 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 0 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 2 [mem: (0, STAY)]
δ(1, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(3, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(6, 0-9) = 7 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 6 [mem: (0, STAY)]
δ(8, 2) = 9 [mem: (0, STAY)]
δ(10, 0-3) = 11 [mem: (0, STAY)]
δ(9, ε) = 10 [mem: (0, STAY)]
δ(12, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(12, ε) = 8 [mem: (0, STAY)]
δ(7, ε) = 13 [mem: (0, STAY)]
δ(11, ε) = 13 [mem: (0, STAY)]
δ(13, ε) = 15 [mem: (1, CLOSE)]
δ(28, ^a-zA-Z0-9_) = 29 [mem: (0, STAY)]
δ(15, ε) = 28 [mem: (0, STAY)]
δ(30, 0-5) = 31 [mem: (0, STAY)]
δ(29, ε) = 30 [mem: (0, STAY)]
δ(32, 0-9) = 33 [mem: (0, STAY)]
δ(31, ε) = 32 [mem: (0, STAY)]
qi:14 qf:33

<< 00:00 is accepted by following path>>
δ(14, ε) = 12 [mem: (1, OPEN)]
δ(12, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 0 [mem: (0, STAY)]
δ(0, 0) = 1 [mem: (0, STAY)]
δ(1, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 6 [mem: (0, STAY)]
δ(6, 0-9) = 7 [mem: (0, STAY)]
δ(7, ε) = 13 [mem: (0, STAY)]
δ(13, ε) = 15 [mem: (1, CLOSE)]
δ(15, ε) = 28 [mem: (0, STAY)]
δ(28, ^a-zA-Z0-9_) = 29 [mem: (0, STAY)]
δ(29, ε) = 30 [mem: (0, STAY)]
δ(30, 0-5) = 31 [mem: (0, STAY)]
δ(31, ε) = 32 [mem: (0, STAY)]
δ(32, 0-9) = 33 [mem: (0, STAY)]
```

```
正規表現: ([01]\d|2[0-3])\w[0-5]\d
入力文字列: 16:67
δ(14, ε) = 12 [mem: (1, OPEN)]
δ(0, 0) = 1 [mem: (0, STAY)]
δ(2, 1) = 3 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 0 [mem: (0, STAY)]
δ(4, ε) = 2 [mem: (0, STAY)]
δ(1, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(3, ε) = 5 [mem: (0, STAY)]
δ(6, 0-9) = 7 [mem: (0, STAY)]
δ(5, ε) = 6 [mem: (0, STAY)]
δ(8, 2) = 9 [mem: (0, STAY)]
δ(10, 0-3) = 11 [mem: (0, STAY)]
δ(9, ε) = 10 [mem: (0, STAY)]
δ(12, ε) = 4 [mem: (0, STAY)]
δ(12, ε) = 8 [mem: (0, STAY)]
δ(7, ε) = 13 [mem: (0, STAY)]
δ(11, ε) = 13 [mem: (0, STAY)]
δ(13, ε) = 15 [mem: (1, CLOSE)]
δ(28, ^a-zA-Z0-9_) = 29 [mem: (0, STAY)]
δ(15, ε) = 28 [mem: (0, STAY)]
δ(30, 0-5) = 31 [mem: (0, STAY)]
δ(29, ε) = 30 [mem: (0, STAY)]
δ(32, 0-9) = 33 [mem: (0, STAY)]
δ(31, ε) = 32 [mem: (0, STAY)]
qi:14 qf:33

<< 16:67 is not accepted by the MFA >>>
```

その他 5 Regex: .+

[illegible]