

平成 29 年度 言語・オートマトン 演習：有限オートマトンと正則言語

問題 1, 2, 5, 6 は $\Sigma = \{a, b\}$, 問題 3, 4 は $\Sigma = \{0, 1\}$ とする.

1. 図 1, 図 2 に示す状態遷移図で表される有限状態オートマトンを状態遷移表を用いて表せ. さらに $L(M_1)|_4$ の要素を全てあげよ.
2. 表 1, 表 2 に示す状態遷移表で表される有限状態オートマトンの状態遷移図を用いて表せ. さらに $L(M_1)|_4$ の要素を全てあげよ.
3. (a) 必ずしも 1 が左端にあるとは限らない文字列で, 自然数の 2 進表現とみなしたとき偶数を表現しているような文字列を受理する有限状態オートマトンの状態遷移図を与えよ.
(b) 必ず 1 が左端にある文字列で, 自然数の 2 進表現とみなしたとき偶数を表現しているような文字列を受理する有限状態オートマトンの状態遷移図を与えよ.
4. (a) 必ずしも 1 が左端にあるとは限らない文字列で, 自然数の 2 進表現とみなしたとき 3 の倍数であるような文字列を受理する有限状態オートマトンの状態遷移図を与えよ.
(b) * 必ずしも 1 が左端にあるとは限らない文字列で, 自然数の 2 進表現とみなしたとき 5 の倍数であるような文字列を受理する有限状態オートマトンの状態遷移図を与えよ.
5. 図 1, 図 2 の状態遷移図に示す有限状態オートマトン M_1 と M_2 はそれぞれ等価かどうかを判定せよ.
6. 表 1, 表 2, 表 3 に示す状態遷移表で表される有限状態オートマトンと等価で状態数が最小のものをそれぞれ求めよ.
7. (a) 正則言語 L の補集合である言語 $\bar{L} = \Sigma^* - L$ は正則言語であることを示せ.
(b) 二つの正則言語 L_1, L_2 の積集合である言語 $L_1 \cap L_2$ は正則言語であることを示せ.
(c) 二つの正則言語 L_1, L_2 の和集合である言語 $L_1 \cup L_2$ は正則言語であることを示せ.
8. アラビア数字を用いた数の表現は形式言語とみなすことができる.
 - (a) アルファベットを $\Sigma = \{0, 1, \dots, 9\}$ とするとき, 日常生活で使われる 10 進法による数の表記では “0031415” のように先頭に 0 を並べることは, 数 0 の表記以外では用いない. このような 10 進法による非負整数の表記を定める正則表現を与えよ. また得られた正則表現が表す形式言語を受理する決定性有限状態オートマトンを与えよ.
 - (b) アルファベットを $\Sigma = \{-, 0, 1, \dots, 9\}$ とするとき, 正しい 10 進法による整数の表記を定める正則表現を与えよ. また得られた正則表現が表す形式言語を受理する決定性有限状態オートマトンを与えよ.
 - (c) アルファベットを $\Sigma = \{.(ピリオド), 0, 1, \dots, 9\}$ とするとき, 10 進法による小数の表記では有効数字を考えないときには “3.1415” は認めるが “3.1400” は認めない. このような 10 進法による非負整数または非負有限小数の表記を定める正則表現を与えよ. また得られた正則表現が表す形式言語を受理する決定性有限状態オートマトンを与えよ.
 - (d) ユーロや米ドルによる金額の表示では, (1) 整数部分は 3 桁ごとに区切りのコンマを入れ, (2) ユーロセントやセントに相当する小数点以下は必ず 2 桁表示する, という表記を用いることがある¹. 例えば 3, 141, 592.65 のように表示する. このような表記を定める正則表現を与えよ. また得られた正則表現が表す形式言語を受理する決定性有限状態オートマトンを与えよ.

¹このような表記は国際的に共通しているわけではなく, 同じ通貨を使っている国でもコンマとピリオドの使用方法が逆の国や地域もある

9. アルファベットを $\Sigma = \{a, b, c\}$ とするとき、正則表現 $\Sigma^*abb\Sigma^* + \Sigma^*ac\Sigma^*$ を部分集合構成法により決定性有限状態オートマトンに変換せよ。
10. * 自然言語においても数の表記をだけを取り出せば形式言語とみなせるほど厳密な規則性を持っている。
- (a) アルファベットを $\Sigma = \{\text{億, 万, 千, 百, 十, 九, 八, } \dots, \text{一}\}$ とするとき、数の漢字表記を定める正則表現を与えよ。
- (b) ここでは英単語 1 単語を文字と考え、単語間のスペースは考えない。また、単語の複数形も考えない。アルファベットを $\Sigma = \{\text{thousand, hundred, ninety, } \dots, \text{twenty, nineteen, } \dots, \text{thirteen, twelve, eleven, ten, nine, } \dots, \text{one}\}$ とするとき、英語での数の表記を定める正則表現を与えよ。
11. ローマ字を用いて日本語のかなを入力する Moore 型順序機械を考える。
- (a) 入力アルファベットを $\Sigma = \{a, i, u, e, o, k\}$, 出力アルファベットを $\Delta = \{\text{あ, い, う, え, お, か, き, く, け, こ, \#, !}\}$ とするとき、ローマ字の列である Σ^* の要素をかなの列である Δ^* の要素に変換する順序機械を与えよ。
- $iie \rightarrow \text{いいえ}$ $kaiki \rightarrow \text{\# かい \# き}$ $kaikki \rightarrow \text{\# かい \# !!}$
- (b) (a) で与えた順序機械について、出力アルファベットに 'っ' を加えて “かっこう” のような促音 ('っ') を扱えるように変形せよ。
- $kakkou \rightarrow \text{\# か \# っこう}$ $kekka \rightarrow \text{\# け \# っか}$ $kakcki \rightarrow \text{\# か \# っ!!}$
- (c) (b) で与えた順序機械について、出力アルファベットに 'ゃ', 'ゅ', 'ょ' を加えて, “きやく”, “きゅう”, “きょう” のような拗音 ('ゃ', 'ゅ', 'ょ') を扱えるように変形せよ。入力アルファベットと出力アルファベットもすること。
- $kyaku \rightarrow \text{\# きゃ \# く}$ $ikkyuu \rightarrow \text{い \# っきゅう}$
- (d) * スマートホンなどで用いられているフリック入力によるひらがなの入力を順序機械を用いて表現せよ。
12. 講義中で Mealy 型順序機械の例として示した “直列加算器” と “エッジ検出器” をそれぞれ Moore 型順序機械に変換せよ。
13. アルファベット $\Sigma = \{a, b, \dots, z\}$ とするとき、キーワードとして “paper” を検出する順序機械を構成し、文字列 “pastetwosheesofpaper” を入力としたときの状態遷移と出力を示せ。
14. アルファベット $\Sigma = \{a, b\}$ とするとき、キーワードとして “aabbbaa” を検出する順序機械を構成し, “abaabbbbaabbaabaa” を入力としたときの状態遷移と出力を示せ。

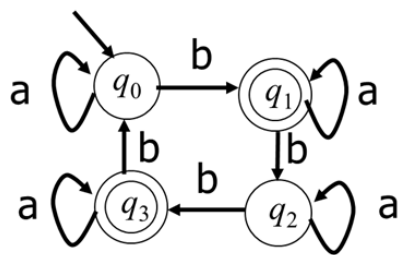


图1

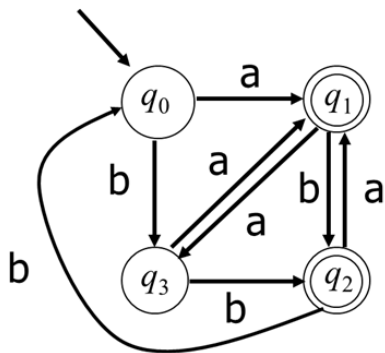


图2

	F	a	b
q_0	○	q_1	q_2
q_1		q_3	q_0
q_2		q_0	q_4
q_3		q_0	q_4

表 1

	F	a	b
q_0		q_1	q_5
q_1		q_6	q_2
q_2	○	q_0	q_2
q_3		q_2	q_6
q_4		q_7	q_5
q_5		q_2	q_6
q_6		q_6	q_4
q_7		q_6	q_2

表 2

	F	a	b
q_0		q_1	q_0
q_1		q_0	q_2
q_2		q_3	q_1
q_3	○	q_3	q_0
q_4		q_3	q_5
q_5		q_6	q_4
q_6		q_5	q_6
q_7		q_6	q_3

表 3