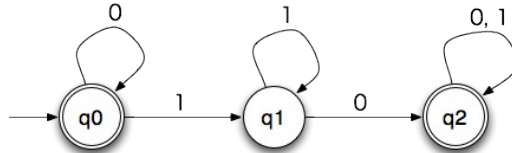


定期試験問題

1. アルファベット $\{0, 1\}$ 上の文字列のうち、0 が必ず 3 個以上連続して出現するもの (000, 0001, 00001000 など) から構成される言語を表す正則表現を示せ。(15 点)
2. 次の有限オートマトンが受理する文字列のうち、長さ 4 以下のものをすべて列挙せよ。(15 点)



3. 次の文法について、文字列 $a = (b = c)$ に対する構文木 (解析木) を示せ。(10 点)

$$S \rightarrow E$$
$$E \rightarrow E + E \mid (E) \mid E = E \mid a \mid b \mid c$$

4. 次の文法が曖昧であることを示せ。(10 点)

$$E \rightarrow E \wedge E \mid E \vee E \mid true \mid false$$

5. 次の文法について、以下の間に答えよ。

$$S \rightarrow b B A$$
$$A \rightarrow a A \mid \varepsilon$$
$$B \rightarrow S C \mid a$$
$$C \rightarrow c B \mid d$$

- a) 全ての非終端記号について FIRST と FOLLOW を計算せよ。(16 点)
 - b) 全ての生成規則について DIRECTOR を計算せよ。(14 点)
 - c) この文法は LL(1) 文法か。理由を添えて答えよ。(5 点)
6. 次の翻訳スキームは何を計算するものか。(15 点)

$$S \rightarrow [A] \{ S.val = A.val ; \}^{[1]}$$
$$A \rightarrow \varepsilon \{ A.val = 0 ; \}^{[2]}$$
$$A \rightarrow A_1, D \{ A.val = A_1.val + D.val ; \}^{[3]}$$
$$A \rightarrow D \{ A.val = D.val ; \}^{[4]}$$
$$D \rightarrow 0 \{ D.val = 0 ; \}^{[5]}$$
$$D \rightarrow 1 \{ D.val = 1 ; \}^{[6]}$$
$$D \rightarrow 2 \{ D.val = 2 ; \}^{[7]}$$
$$D \rightarrow 3 \{ D.val = 3 ; \}^{[8]}$$
$$D \rightarrow 4 \{ D.val = 4 ; \}^{[9]}$$
$$D \rightarrow 5 \{ D.val = 5 ; \}^{[10]}$$
$$D \rightarrow 6 \{ D.val = 6 ; \}^{[11]}$$
$$D \rightarrow 7 \{ D.val = 7 ; \}^{[12]}$$
$$D \rightarrow 8 \{ D.val = 8 ; \}^{[13]}$$
$$D \rightarrow 9 \{ D.val = 9 ; \}^{[14]}$$

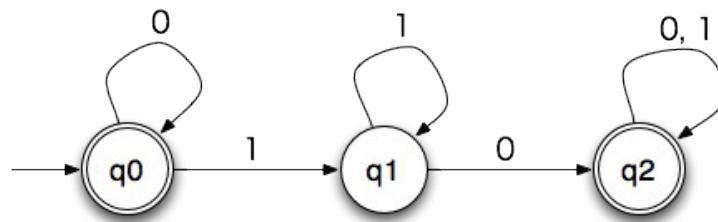
定期試験問題解答例

1. アルファベット $\{0, 1\}$ 上の文字列のうち、0 が必ず 3 個以上連続して出現するもの (000, 0001, 00001000 など) から構成される言語を表す正規表現を示せ。(15 点)

$(0000^* | 1)^*$

題意は「0 が出現する時は必ず 3 個以上連続して出現する」という意図でしたが、これを「3 個 (以上) 連続した 0 が必ず出現する文字列」と解釈した答案が極めて多く見られました (この場合は、例えば $(0 | 1)^* 000 (0 | 1)^*$ などが答となります)。この誤答については、答に応じて 5~8 点を与えています。

2. 次の有限オートマトンが受理する文字列のうち、長さ 4 以下のものをすべて列挙せよ。(15 点)



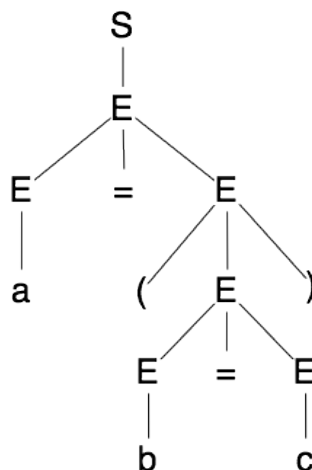
$\epsilon, 0, 00, 000, 0000, 10, 010, 110, 100, 101, 0010, 0110, 0100, 0101, 1100, 1101, 1000, 1001, 1010, 1011, 1110$

採点は、誤答 (抜け、謝った文字列を列挙) 1 個につき 2 点減点しました。ただし、長さ 4 の文字列だけを誤りなく列挙した者については 7 点としました。誤答で目立ったのは、 q_0 で受理される文字列 ($\epsilon, 0, 00, 000, 0000$) を忘れていたものです。特に ϵ の列挙し忘れは極めて多く見られました。

3. 次の文法について、文字列 $a = (b = c)$ に対する構文木 (解析木) を示せ。(10 点)

$S \rightarrow E$

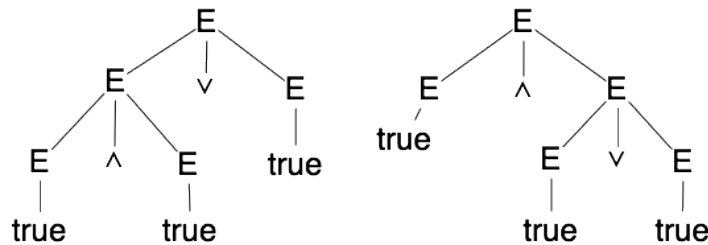
$E \rightarrow E + E | (E) | E = E | a | b | c$



誤答で目立ったのは、(や) を終端記号とせず、(E) で一つの節点としているものです。

4. 次の文法が曖昧であることを示せ。(10点)

$$E \rightarrow E \wedge E \mid E \vee E \mid \text{true} \mid \text{false}$$



上の図のように、文字列 true ^ true v true に対して2通りの構文木が作れるため、曖昧である。

構文木を2つ作るころまでは多くの方が試みていましたが、正しく作れていた方は少なかったです。2つの構文木は、結果（構文木を深さ優先でたどり、終端記号を出現順に並べた文字列。上の例だと true ^ true v true となります）が同じでなければなりません。また、左右に意味があります（左右を逆にすると、結果が変わってしまいます）。

5. 次の文法について、以下の問に答えよ。

$$\begin{aligned} S &\rightarrow bBA \\ A &\rightarrow aA \mid \varepsilon \\ B &\rightarrow SC \mid a \\ C &\rightarrow cB \mid d \end{aligned}$$

- a) 全ての非終端記号について FIRST と FOLLOW を計算せよ。(16点)

	FIRST	FOLLOW
S	b	c, d, \$
A	a, ε	c, d, \$
B	a, b	a, c, d, \$
C	c, d	a, c, d, \$

- b) 全ての生成規則について DIRECTOR を計算せよ。(14点)

$$\begin{aligned} \text{DIRECTOR}(S, bBA) &= \{b\} \\ \text{DIRECTOR}(A, aA) &= \{a\} \\ \text{DIRECTOR}(A, \varepsilon) &= \{c, d, \$\} \\ \text{DIRECTOR}(B, SC) &= \{b\} \\ \text{DIRECTOR}(B, a) &= \{a\} \\ \text{DIRECTOR}(C, cB) &= \{c\} \\ \text{DIRECTOR}(C, d) &= \{d\} \end{aligned}$$

- c) この文法は LL(1) 文法か。理由を添えて答えよ。(5点)

$$\text{DIRECTOR}(A, aA) \text{ と } \text{DIRECTOR}(A, \varepsilon), \text{DIRECTOR}(B, SC) \text{ と } \text{DIRECTOR}(B, a),$$

DIRECTOR(C, cB)とDIRECTOR(C, d)、いずれにも共通要素がないのでLL(1)文法である。
FOLLOWの誤答が比較的目立ちました。ほかに、DIRECTORをすべて正しく求めているにも関わらず、DIRECTOR(A, aA) \cap DIRECTOR(A, ϵ) $\neq \phi$ と書いている答案も多数見られました。極めて不注意であり、こういう解答には部分点はいっさい出しません。

6. 次の翻訳スキームは何を計算するものか。(15点)

$$\begin{aligned} S &\rightarrow [A] \{ S.val = A.val ; \}^{[1]} \\ A &\rightarrow \epsilon \{ A.val = 0 ; \}^{[2]} \\ A &\rightarrow A_1, D \{ A.val = A_1.val + D.val ; \}^{[3]} \\ A &\rightarrow D \{ A.val = D.val ; \}^{[4]} \\ D &\rightarrow 0 \{ D.val = 0 ; \}^{[5]} \\ D &\rightarrow 1 \{ D.val = 1 ; \}^{[6]} \\ D &\rightarrow 2 \{ D.val = 2 ; \}^{[7]} \\ D &\rightarrow 3 \{ D.val = 3 ; \}^{[8]} \\ D &\rightarrow 4 \{ D.val = 4 ; \}^{[9]} \\ D &\rightarrow 5 \{ D.val = 5 ; \}^{[10]} \\ D &\rightarrow 6 \{ D.val = 6 ; \}^{[11]} \\ D &\rightarrow 7 \{ D.val = 7 ; \}^{[12]} \\ D &\rightarrow 8 \{ D.val = 8 ; \}^{[13]} \\ D &\rightarrow 9 \{ D.val = 9 ; \}^{[14]} \end{aligned}$$

整数0, 1, ..., 9を要素とするリストについて、リストの要素の合計値を計算する翻訳スキーム。ただし、空リストの場合の合計値は0とする。

「コンマで区切られた数字」の合計であることに気づくかどうかで、部分点の出し方を変えています。