

電気情報工学 専攻 (Master's Program in Electrical  
and Information Engineering)  
情報工学コース (Information Engineering Course)  
C1

## 専門科目 (情報工学)

Specialized Subjects (Information Engineering)

### 注意事項：

- (1) この問題冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはならない。
- (2) 問題冊子は、表紙を含めて全部で 8 ページある。
- (3) 解答は、別途配付される解答冊子に記入すること。  
⇒ 解答冊子の表紙の注意書きに従うこと。
- (4) 6 問中 2 問を選択解答せよ。
- (5) 解答時間は、120 分である。
- (6) 下書きは、問題冊子の余白を使用すること。

### Instructions:

- (1) Do not open these Question Sheets before starting signal.
- (2) This sheaf of question sheets has 8 pages including a cover.
- (3) All answers should be given in separate answer sheets.  
⇒ Observe instructions in answer sheets.
- (4) Answer 2 questions among 6 given questions.
- (5) You will have 120 minutes.
- (6) You may freely use blank space in this sheaf of question sheets for making a draft or calculation.

科目名	Question Number 問題番号	Subject
形式言語とオートマトン ...	1	... Formal Languages and Automata
デジタル回路 ...	2	... Digital Circuits
プログラミング ...	3	... Programming
コンピュータネットワーク ...	4	... Computer Networks
線形代数 ...	5	... Linear Algebra
電磁気学 ...	6	... Electromagnetics

- 解答は, 別途配付される解答冊子に記入すること。

Answers should be given in a separate answer sheet.

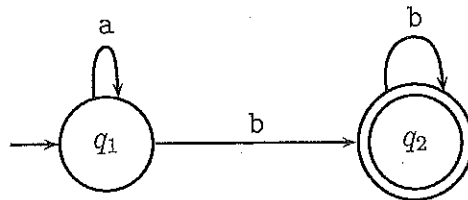
1

以下で,  $L(M)$  は機械  $M$  が認識する言語を表わす。以下の間に答えよ。

Below, we denote by  $L(M)$  the language recognized by a machine  $M$ . Answer the following questions.

- (1)  $M_1$  を以下の状態遷移図により与えられる決定性有限オートマトンとする。このとき, 言語  $L(M_1)$  を表わす正規表現を答えよ。

Let  $M_1$  be a deterministic finite automaton whose transition diagram is given as below. Give a regular expression whose language is  $L(M_1)$ .

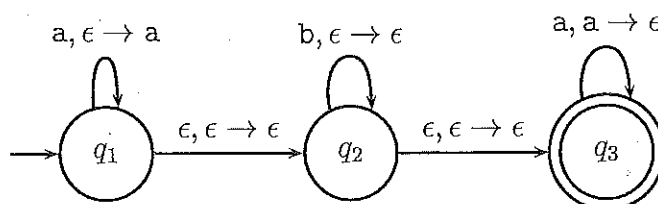


- (2) 正規表現  $a^*(b^* \cup c) a^*$  が表わす言語が  $L(M_2)$  と等価となるような決定性有限オートマトン  $M_2$  の状態遷移図を示せ。

Give the transition diagram of a deterministic finite automaton  $M_2$  such that the language  $L(M_2)$  equals to the language of the regular expression  $a^*(b^* \cup c) a^*$ .

- (3)  $M_3$  を以下の状態遷移図により与えられるプッシュダウン・オートマトンとする。このとき, 言語  $L(M_3)$  を生成する文脈自由文法を答えよ。ここで, 辺のラベル  $x, \alpha \rightarrow \beta$  は, 機械が遷移において, 入力から記号  $x$  を読み出し, スタックから記号  $\alpha$  をポップして記号  $\beta$  をプッシュすることを表わし,  $x = \epsilon$  ( $\alpha = \epsilon, \beta = \epsilon$ ) は, 読み出す記号 (ポップ, プッシュする記号) がないことを意味する。

Let  $M_3$  be a pushdown automaton whose transition diagram is given as below. Give a context-free grammar which generates the language  $L(M_3)$ . Here, a label  $x, \alpha \rightarrow \beta$  of an edge denotes that the machine reads the symbol  $x$  from the input, pops the symbol  $\alpha$  from the stack, and then pushes the symbol  $\beta$  to the stack at the transition;  $x = \epsilon$  ( $\alpha = \epsilon, \beta = \epsilon$ ) means that no symbol is read (popped, pushed, respectively).



(次ページへ続く)

(Continued on the following page)

【電気情報工学専攻】情報工学コース

Master's Program in Electrical and Information Engineering (Infor. Eng. Course)

- 解答は, 別途配付される解答冊子に記入すること。

Answers should be given in a separate answer sheet.

専門科目 問題冊子 Question Sheet of Specialized Subjects
2 / 7 頁 (形式言語とオートマトン, Formal Languages and Automata)

- (4) 以下の文脈自由文法が生成する言語が  $L(M_4)$  と等価となるようなプッシュダウン・オートマトン  $M_4$  の状態遷移図を示せ。

Give the transition diagram of a pushdown automaton  $M_4$  such that  $L(M_4)$  equals to the language generated by the context-free grammar given below.

$$\begin{aligned} S &\rightarrow aSa | T \\ T &\rightarrow \epsilon | bT \end{aligned}$$

<b>専門科目 問題冊子</b>	
Question Sheet of Specialized Subjects	
3	/ 7 頁
(デジタル回路, Digital Circuits)	

- 解答は, 別途配付される解答冊子に記入すること。  
Answers should be given in a separate answer sheet.

**2**

(1) 以下の論理式をカルノー図を用いて簡略化せよ。

Simplify the following Boolean expression using a Karnaugh map.

$$y = \bar{x}_1 \cdot x_2 \cdot x_3 + x_1 \cdot \bar{x}_2 \cdot x_3 + x_1 \cdot x_2 \cdot \bar{x}_3 + x_1 \cdot x_2 \cdot x_3$$

(2) 次の論理式を証明せよ。

Prove the following identities for Boolean expression.

①  $(x_1 + \bar{x}_2)(x_1 + x_2) = x_1$

②  $x_1 + \bar{x}_1 \cdot x_2 = x_1 + x_2$

③  $x_1 \cdot \bar{x}_2 + x_1 \cdot x_2 = x_1$

(3) 以下の状態遷移表に対する状態遷移図を示せ。

Show state transition diagrams for the following state transition tables.

①

現在の状態 /Present state $q(t)$	次の状態 /Next state $q(t+1)$		出力 /Output $z(t)$	
	入力 /Input $x(t)$		入力 /Input $x(t)$	
	0	1	0	1
$q_1$	$q_1$	$q_2$	0	0
$q_2$	$q_2$	$q_3$	0	0
$q_3$	$q_3$	$q_1$	0	1

②

現在の状態 /Present state $q(t)$	次の状態 /Next state $q(t+1)$		出力 /Output $z(t)$	
	入力 /Input $x(t)$		入力 /Input $x(t)$	
	0	1	0	1
$q_0$	$q_0$	$q_1$	0	0
$q_1$	$q_0$	$q_2$	0	0
$q_2$	$q_0$	$q_3$	0	1
$q_3$	$q_0$	$q_3$	0	1

- 解答は, 別途配付される解答冊子に記入すること。

Answers should be given in a separate answer sheet.

<b>専門科目 問題冊子</b> Question Sheet of Specialized Subjects
4 / 7 頁
(プログラミング, Programming)

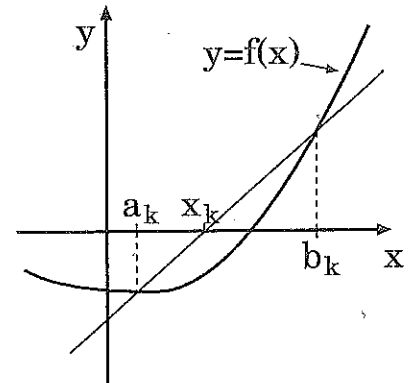
**3** 一般に, 方程式  $f(x) = 0$  の実根を数値的に求めるための方法として, 擬点法は

$$f(a_1)f(b_1) < 0$$

となるような区間  $[a_1, b_1]$  から出発して, 漸化式

$$x_k = \frac{b_k f(a_k) - a_k f(b_k)}{f(a_k) - f(b_k)} \quad (k = 1, 2, 3, \dots)$$

$$[a_{k+1}, b_{k+1}] = \begin{cases} [a_k, x_k] & \text{if } f(a_k)f(x_k) < 0 \\ [x_k, b_k] & \text{otherwise} \end{cases}$$



により解の存在範囲  $[a_k, b_k]$  を絞り込みながら, 次々とより良い近似解  $x = x_k$  ( $k = 1, 2, 3, \dots$ ) を求めていく。そして,  $x_1, x_2, x_3, \dots$  が十分に収束したと判断できる時点で, この計算は終了する。条件  $f(a_1)f(b_1) < 0$  を満たす様な初期近似解  $a_1, b_1$  を標準入力から読み込み, 終了条件を  $|(x_{k+1} - x_k)/x_{k+1}| \leq 0.5 \times 10^{-15}$  として擬点法を適用することによって, 方程式  $f(x) = x - \cos x = 0$  の近似解  $x = 0.739 \dots$  を求めてその結果を有効桁 15 桁の形で出力する C 言語のプログラムを作成せよ。

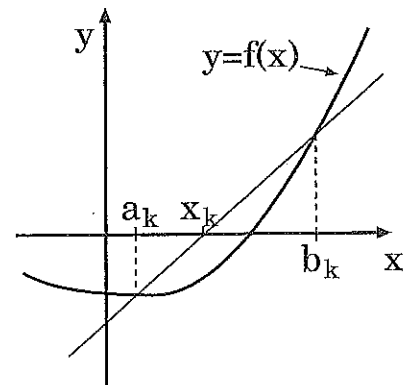
To obtain an approximate real solution of an equation  $f(x) = 0$ , the false position method starts with an interval  $[a_1, b_1]$  satisfying

$$f(a_1)f(b_1) < 0,$$

and iteratively uses a recurrence relation

$$x_k = \frac{b_k f(a_k) - a_k f(b_k)}{f(a_k) - f(b_k)} \quad (k = 1, 2, 3, \dots)$$

$$[a_{k+1}, b_{k+1}] = \begin{cases} [a_k, x_k] & \text{if } f(a_k)f(x_k) < 0 \\ [x_k, b_k] & \text{otherwise} \end{cases}$$



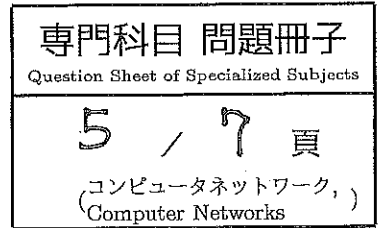
to generate a sequence of successive approximations  $x_1, x_2, x_3, \dots$  that converges to a solution, along with diminishing intervals  $[a_k, b_k]$  containing a solution. We terminate the iteration when the generated sequence  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_k$  is seen to be sufficiently converged. Given an equation  $f(x) = x - \cos x = 0$ , write a C program that will read two initial approximate solutions  $a_1, b_1$  satisfying  $f(a_1)f(b_1) < 0$  from the standard input stream, calculate an approximate solution  $x = 0.739 \dots$  by using the false position method with the termination condition  $|(x_{k+1} - x_k)/x_{k+1}| \leq 0.5 \times 10^{-15}$ , and print the obtained result in a form having 15 significant digits.

【電気情報工学専攻】情報工学コース

Master's Program in Electrical and Information Engineering (Infor. Eng. Course)

- 解答は, 別途配付される解答冊子に記入すること。

Answers should be given in a separate answer sheet.



4

以下の間に答えよ。

- (1) TCP におけるスライディングウィンドウ方式について説明せよ。また, スライディングウィンドウ方式におけるウィンドウサイズについて説明せよ。  
Explain a sliding window protocol of TCP. Explain the window size in the sliding window protocol.
- (2) 経路制御表について説明せよ。また, OSPF の経路制御表の作成方法を説明せよ。  
Explain a routing table. Explain how to build routing tables in OSPF.
- (3) スイッチングハブとルータの違いを説明せよ。  
Explain differences between a switching hub and a router.

- 解答は, 別途配付される解答冊子に記入すること。

Answers should be given in a separate answer sheet.

5 行列  $A$  と列ベクトル  $x, \mathbf{0}, v_1, v_2$  を次のように定める。

$$A = \begin{pmatrix} 16 & 4 & -16 & -4 \\ -9 & -2 & 9 & \frac{5}{2} \\ -8 & -2 & 8 & 2 \\ -12 & 0 & 12 & 6 \end{pmatrix}, \quad x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{0} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix},$$

$$v_1 = \begin{pmatrix} 16 \\ -9 \\ -8 \\ -12 \end{pmatrix}, \quad v_2 = \begin{pmatrix} 4 \\ -2 \\ -2 \\ 0 \end{pmatrix}$$

以下の間に答えよ。

- (1) 行列  $A$  の階数を求めよ。
- (2) 連立 1 次方程式  $Ax = \mathbf{0}$  の解を全て求めよ。
- (3) 二つのベクトル  $v_1, v_2$  が線形独立 (1 次独立) であることを示せ。

Let the matrix  $A$  and the column vectors  $x, \mathbf{0}, v_1, v_2$  be

$$A = \begin{pmatrix} 16 & 4 & -16 & -4 \\ -9 & -2 & 9 & \frac{5}{2} \\ -8 & -2 & 8 & 2 \\ -12 & 0 & 12 & 6 \end{pmatrix}, \quad x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{pmatrix}, \quad \mathbf{0} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix},$$

$$v_1 = \begin{pmatrix} 16 \\ -9 \\ -8 \\ -12 \end{pmatrix}, \quad v_2 = \begin{pmatrix} 4 \\ -2 \\ -2 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Answer the following questions.

- (1) Find the rank of  $A$ .
- (2) Find all solutions to the system of linear equations  $Ax = \mathbf{0}$ .
- (3) Prove that the two vectors  $v_1$  and  $v_2$  are linearly independent.

- 解答は, 別途配付される解答冊子に記入すること。  
Answers should be given in a separate answer sheet.

6 図のように中心軸からの距離を  $r$  として内半径  $a$  から外半径  $b$  の領域, すなわち,  $a \leq r \leq b$  の領域に一様に体積電荷密度  $\rho_v$  の電荷が分布している。このとき, 以下の間に答えよ。

- (1) 全ての点における電束密度  $D$  を求めよ。
- (2)  $r=0$  に一様線電荷をおき, この円筒外部 ( $r > b$ ) の電界を零としたい。その際の一様線電荷の線電荷密度を求めよ。

A cylindrical shell of uniform volume density  $\rho_v$  lies in the region  $a \leq r \leq b$  as shown in the following figure.

- (1) Determine electric flux density  $D$  in all regions.
- (2) What uniform line charge should be placed at  $r=0$  to reduce the external field ( $r > b$ ) to zero?

