

令和 5 年度第 2 次募集
新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題
外国人留学生特別選抜

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
C 1

専門科目（情報工学）
Specialized Subject (Information Engineering)

注意事項 Instructions

- 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。
Do not open this question booklet before the starting signal.
- 2 問題冊子は、表紙を含めて全部で 5 ページある。
This question booklet has 5 pages including a cover.
- 3 4 問のうち 2 問を選択して解答すること。
There are 4 questions. Please answer any 2.
- 4 解答は、すべて解答用紙の指定された箇所に記入すること。
All answers should be written on the answer sheets.
- 5 受験番号は、各解答用紙の指定された箇所に必ず記入すること。
Write down your examinee number in the box on each answer sheet.
- 6 解答時間は、120 分である。
You have 120 minutes for this examination.
- 7 下書きは、問題冊子の余白を使用すること。
You may use the blank space in this question booklet for making notes
or calculations.

1 [形式言語とオートマトン Formal Languages and Automata]

アルファベット $\{a, b, c\}$ 上の言語 L_1, L_2 を以下のように定める。

$$\begin{aligned} L_1 &= \{w \mid w \text{ の末尾は } aa\} \\ L_2 &= \{w \mid w \text{ は } aa, bb, cc \text{ のどれも部分列として含まない} \} \end{aligned}$$

以下の問に答えよ。

Let L_1, L_2 be the languages over the alphabet $\{a, b, c\}$ given as follows:

$$\begin{aligned} L_1 &= \{w \mid \text{the end of } w \text{ is } aa\} \\ L_2 &= \{w \mid w \text{ contains none of } aa, bb \text{ and } cc \text{ as a substring}\} \end{aligned}$$

Answer the following questions.

- (1) 言語 L_1 を認識する非決定性有限オートマトン (NFA) の状態遷移図を示せ。
Give the transition diagram of a non-deterministic finite automaton (NFA) which recognizes the language L_1 .
- (2) 言語 L_2 を認識する決定性有限オートマトン (DFA) の状態遷移図を示せ。
Give the transition diagram of a deterministic finite automaton (DFA) which recognizes the language L_2 .

次に、アルファベットを $\{0, 1\}$ とする。以下の問に答えよ。

Next, consider an alphabet $\{0, 1\}$. Answer the following questions.

- (3) 正規表現 $(010)^* \cup (011)^*$ によって与えられる言語を L_3 とする。言語 L_3 を認識する NFA の状態遷移図を示せ。
Let L_3 be the language given by the regular expression $(010)^* \cup (011)^*$. Give the transition diagram of an NFA which recognizes the language L_3 .
- (4) 以下のように与えられる言語 L_4 を生成する文脈自由文法 (CFG) を与えよ。
Give a context-free grammar (CFG) which generates the language L_4 given as below.

$$L_4 = \{0^n 1 w 1 0^n \mid n \geq 0, w \in \{0, 1\}^*\}$$

ただし, a^n は $\overbrace{a \cdots a}^{n \text{ 回}}$ を表わす。

Here, $\overbrace{a \cdots a}^{n\text{-times}}$ is denoted by a^n .

令和5年度第2次募集
新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題
外国人留学生特別選抜
電気情報工学専攻 情報工学コース C1

2 [プログラミング Programming]

以下の問に答えよ。 Answer the following questions.

- (1) 10,000 未満の完全数を求める C 言語のプログラムを作成せよ。
完全数とはその数自身を除く約数の合計が同じ値になる正整数である。例えば、6 の約数は 1, 2, 3, 6 で、 $1 + 2 + 3 = 6$ となり、6 は完全数である。

Write a C program to find perfect numbers less than 10,000.

A perfect number is a positive integer whose divisors, except the number itself, sum to the equal value. For instance, the divisors of 6 are 1, 2, 3, 6, and $1 + 2 + 3 = 6$, so 6 is a perfect number.

- (2) 1,000 未満の素数で、各桁のどこかに 5 が現れる素数を求める C 言語のプログラムを作成せよ。例えば、100 未満の素数で、各桁のどこかに 5 が現れる素数は、5, 53, 59 となる。

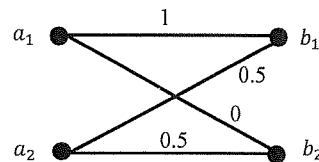
Write a C program to find prime numbers less than 1,000 in which 5 appears somewhere in each digit. For instance, the prime numbers less than 100 in which 5 appears somewhere in each digit are 5, 53 and 59.

令和5年度第2次募集
新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題
一般選抜・外国人留学生特別選抜
電気情報工学専攻 情報工学コース C 1

3 [情報理論 Information Theory]

図の2元通信路の通信路行列 T を使って2元系列を伝送することを考える。

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0.5 & 0.5 \end{bmatrix}$$



入力アルファベット $A = \{a_1, a_2\}$, 出力アルファベット $B = \{b_1, b_2\}$, 各入力シンボルの生起確率を $P(a_1) = \omega$, $P(a_2) = 1 - \omega$ とする。次の問に答えよ。

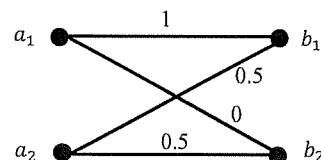
- (1) 出力アルファベットのエントロピー $H(B)$ を求めよ。
- (2) 散布度 $H(B|A)$ を求めよ。なお, $H(B|A)$ は次式で与えられる。

$$H(B|A) = \sum_{j=1}^2 P(a_j) \sum_{k=1}^2 P(b_k | a_j) \log_2 \frac{1}{P(b_k | a_j)}$$

- (3) 相互情報量 $I(A; B)$ を求めよ。

Consider a binary channel shown in the figure having the binary channel matrix T given by

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0.5 & 0.5 \end{bmatrix}.$$



Suppose input alphabet $A = \{a_1, a_2\}$, output alphabet $B = \{b_1, b_2\}$, and the probability of each input symbol is $P(a_1) = \omega$ and $P(a_2) = 1 - \omega$. Answer the following questions.

- (1) Find the entropy of output alphabet $H(B)$.
- (2) Find the dissemination $H(B|A)$, which is given by

$$H(B|A) = \sum_{j=1}^2 P(a_j) \sum_{k=1}^2 P(b_k | a_j) \log_2 \frac{1}{P(b_k | a_j)}.$$

- (3) Find the mutual information $I(A; B)$.

令和 5 年度第 2 次募集
新潟大学大学院自然科学研究科博士前期課程入学者選抜試験問題
外国人留学生特別選抜
電気情報工学専攻 情報工学コース C 1

4 [線形代数 Linear Algebra]

x を実数とする。行列 $A(x)$ を

$$A(x) = \begin{pmatrix} x^2 - 2x & x - 1 \\ x^2 - x & -1 \end{pmatrix}$$

で定める。以下の問に答えよ。

- (1) 行列 $A(2)$ の固有値を全て求めよ。
- (2) $A(2)$ の固有値それぞれに対して, $A(2)$ の固有ベクトルの例を 1 つ挙げよ。ただし, 零ベクトルではないベクトルを答えること。
- (3) 行列 $A(2)$ を対角化せよ。
- (4) 行列 $A(x)$ が対角化可能であるための, x の条件を求めよ。

Let x be a real number. Define a matrix $A(x)$ by

$$A(x) = \begin{pmatrix} x^2 - 2x & x - 1 \\ x^2 - x & -1 \end{pmatrix}$$

Answer the following questions.

- (1) Calculate all the eigenvalues of the matrix $A(2)$.
- (2) For each eigenvalue of the matrix $A(2)$, find an example of a non-zero eigenvector of $A(2)$.
- (3) Diagonalize the matrix $A(2)$.
- (4) Find the condition of x under which the matrix $A(x)$ is diagonalizable.