

令和5年度第1次募集（令和4年10月入学含む）
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]

アルファベットを $\{0, 1\}$ とする。以下の間に答えよ。

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

- (1) 以下の文脈自由文法 (CFG) によって生成される言語を L_1 とする。言語 L_1 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。
Let L_1 be the language generated by the following context-free grammar (CFG). Give the transition diagram of a deterministic finite automaton (DFA) which recognizes the language L_1 .

$$\begin{aligned} S &\rightarrow A \mid B \\ A &\rightarrow 0B \mid \epsilon \\ B &\rightarrow 1A \mid \epsilon \end{aligned}$$

- (2) 正規表現 $((01) \cup (10))^*$ によって与えられる言語を L_2 とする。言語 L_2 を認識する DFA の状態遷移図を示せ。

Let L_2 be the language given by the regular expression $((01) \cup (10))^*$. Give the transition diagram of a DFA which recognizes the language L_2 .

- (3) 言語 L_3 を $L_3 = \{0^n 1^n \mid n \geq 2\}$ と与える。ただし、 a^n は $\overbrace{a \cdots a}^{n \text{ 個}}$ を表わす。言語 L_3 を認識するプッシュダウン・オートマトン (PDA) の状態遷移図を示せ。

Let L_3 be the language given as $L_3 = \{0^n 1^n \mid n \geq 2\}$. Here, $\overbrace{a \cdots a}^{n\text{-times}}$ is denoted by a^n . Give the transition diagram of a push-down automaton (PDA) which recognizes the language L_3 .

- (4) 言語 L_4 を次のように与える。

$$L_4 = \{w_1 \cdots w_k \mid k \geq 1, \text{ すべての } 1 \leq i \leq k \text{ について } w_i \in L_3\}$$

言語 L_4 を生成する CFG を与えよ。

Let L_4 be the following language:

$$L_4 = \{w_1 \cdots w_k \mid k \geq 1, w_i \in L_3 \text{ for any } 1 \leq i \leq k\}$$

Give a CFG which generates the language L_4 .

2 [プログラミング Programming]

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

- (1) 10,000 未満のフィボナッチ素数（フィボナッチ数である素数）を
列挙する C 言語のプログラムを作成せよ。

フィボナッチ数とは, $F_1 = 1, F_2 = 1$ から始めて, 漸化式

$$F_n = F_{n-1} + F_{n-2} (n > 2)$$

で求められる数である。

Write a C program that enumerates the Fibonacci primes that are
less than 10,000.

A Fibonacci prime is a prime number that is a Fibonacci number.

Fibonacci numbers were defined by the recurrence relation

$$F_n = F_{n-1} + F_{n-2} (n > 2) \text{ with } F_1 = 1, F_2 = 1.$$

- (2) 3 個の正の整数の最大公約数を求める C 言語のプログラムを
作成せよ。

Write a C program to find the greatest common divisor of
three positive integers.

令和5年度第1次募集（令和4年10月入学含む）
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 C1

3 [情報理論 Information Theory]

以下の問に答えよ。

Answer the following questions.

- (1) 2つのシンボル x_1, x_2 を持つ2元の無記憶情報源 X を考える。 x_1, x_2 が等確率であるとき、エントロピー $H(X)$ が最大となることを示せ。なお、必要であれば以下の関係式を用いよ。

Consider a binary memoryless source X with two symbols x_1 and x_2 . Show that the entropy $H(X)$ is maximum when both x_1 and x_2 are equiprobable. Use the following relation if necessary.

$$\frac{d}{dx} \log_a x = \frac{1}{x} \log_a e$$

- (2) 次の無記憶情報源 S を2元ハフマン符号化し、その平均符号長を求めよ。

Construct the Huffman code for the discrete memoryless system S shown below, and calculate the average code length per symbol.

$$S = \left\{ \begin{array}{cccccc} s_1 & s_2 & s_3 & s_4 & s_5 & s_6 \\ 0.18 & 0.20 & 0.30 & 0.12 & 0.08 & 0.12 \end{array} \right\}$$

4 [線形代数 Linear Algebra]

以下の問に答えよ。

(1) a を実数とする。4条件

$$x - y + az = 0, \quad (a - 5)x + 5y - z = 0, \quad x - ay + z = 0, \quad x^2 + y^2 + z^2 \neq 0$$

をみたす実数 x, y, z が存在するための a の条件を求めよ。

(2) b を実数とする。集合

$$\left\{ \left(\begin{array}{c} x + z + w \\ bx - y + 3z + 4w \\ by - 2z + (b - 6)w \end{array} \right) \middle| x, y, z, w \text{ は実数} \right\}$$

が集合

$$\left\{ \left(\begin{array}{c} p \\ q \\ r \end{array} \right) \middle| p, q, r \text{ は実数} \right\}$$

と等しくなるための b の条件を求めよ。

Answer the following questions.

(1) Let a be a real number. Find the condition on a under which there exist real numbers x, y, z satisfying the following 4 conditions:

$$x - y + az = 0, \quad (a - 5)x + 5y - z = 0, \quad x - ay + z = 0, \quad x^2 + y^2 + z^2 \neq 0.$$

(2) Let b be a real number. Find the condition on b under which the set

$$\left\{ \left(\begin{array}{c} x + z + w \\ bx - y + 3z + 4w \\ by - 2z + (b - 6)w \end{array} \right) \middle| x, y, z, w \text{ are real numbers} \right\}$$

is equal to the set

$$\left\{ \left(\begin{array}{c} p \\ q \\ r \end{array} \right) \middle| p, q, r \text{ are real numbers} \right\}.$$