

2024年10月入学, 2025年4月入学 (October 2024 and April 2025 Admission)  
広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
問題用紙

Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
Entrance Examination Booklet (General Selection)  
Question Sheets

(2024年8月22日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 I) Informatics and Data Science I
-----------------	---

プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

試験時間: 9時00分~11時00分 (Examination Time: From 9:00 to 11:00)

### 受験上の注意事項

1. この問題用紙は表紙を含み5枚あります。
2. 表紙および各ページに, 受験番号を記入してください。
3. これは問題用紙です。解答は別冊の解答用紙に記入してください。
4. 解答が書ききれないときは, 同じ用紙の裏面を利用しても構いません。ただし, その場合は「裏に続く」などと記入して裏面に記載したことが分かるようにしてください。
5. すべての問題に解答してください。
6. 問題用紙は解答用紙とともに回収します。
7. 質問あるいは不明な点がある場合は手を挙げてください。

### Notices

1. There are 5 question sheets including a front sheet.
2. Fill in your examinee's number in the specified positions in this cover and each question sheet.
3. This examination booklet consists of only question sheets. Use other separate sheets for answers.
4. If the space is exhausted, use the reverse side of the sheet and write down "to be continued" on the last line of the sheet.
5. Answer all the questions.
6. Return these question sheets together with the answer sheets.
7. Raise your hand if you have any questions.

2024 年 10 月入学, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admission)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 I) Informatics and Data Science I	プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

問題 1 (Question 1)

$$A = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \text{ とする. ただし, } \theta \text{ は実数である.}$$

- (1)  $A$  の行列式を求めよ.
- (2)  $A$  の固有値  $\lambda_1, \lambda_2$  と対応する固有ベクトル  $v_1, v_2$  を求めよ. ただし,  $v_1$  と  $v_2$  の長さは 1 とする.
- (3) 任意のベクトル  $x \in \mathbb{R}^2$  (ただし,  $x \neq 0$ ) に対して,  $x^T A x > 0$  が成り立つことを示せ. ただし,  $x^T$  は  $x$  の転置を表す.
- (4)  $\theta = \frac{\pi}{4}$  のとき,  $A^n$  を求めよ. ただし,  $n$  は正の整数とする.

$$\text{Let } A = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}, \text{ where } \theta \text{ is a real number.}$$

- (1) Find the determinant of  $A$ .
- (2) Find the eigenvalues  $\lambda_1, \lambda_2$  of  $A$  and their corresponding eigenvectors  $v_1, v_2$  having unit length.
- (3) Show that inequality  $x^T A x > 0$  holds for any nonzero vector  $x \in \mathbb{R}^2$ , where  $x^T$  denotes the transpose of  $x$ .
- (4) Let  $\theta = \frac{\pi}{4}$ . For a positive integer  $n$ , find  $A^n$ .

2024 年 10 月入学, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admission)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 I) Informatics and Data Science I	プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

問題 2 (Question 2)

領域  $D = \{(x, y) \mid 0 \leq x, 0 \leq y, 0 \leq x^2 + y^2 \leq 1\}$  で定義された関数

$$z = f(x, y) = \begin{cases} x \log \frac{1}{x^2 + y^2} & (x, y) \neq (0, 0) \\ k & (x, y) = (0, 0) \end{cases}$$

を考える。ただし, 原点  $(0, 0)$  で関数  $z = f(x, y)$  は連続であるとする。

- (1)  $k$  の値を求めよ。
- (2)  $z = f(x, y)$  の最大値を求めよ。
- (3) 以下の広義二重積分を求めよ。

$$\iint_D f(x, y) \, dx dy$$

Consider the function

$$z = f(x, y) = \begin{cases} x \log \frac{1}{x^2 + y^2} & (x, y) \neq (0, 0) \\ k & (x, y) = (0, 0) \end{cases}$$

defined on the domain  $D = \{(x, y) \mid 0 \leq x, 0 \leq y, 0 \leq x^2 + y^2 \leq 1\}$ , where the function  $z = f(x, y)$  is continuous at the origin  $(0, 0)$ .

- (1) Find the value of  $k$ .
- (2) Find the maximum value of  $z = f(x, y)$ .
- (3) Evaluate the following improper double integral.

$$\iint_D f(x, y) \, dx dy$$

2024年10月入学, 2025年4月入学 (October 2024 and April 2025 Admission)  
広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2024年8月22日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 I) Informatics and Data Science I	プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

問題 3 (Question 3)

確率変数  $X_1, X_2$  は互いに独立であり, それぞれ以下の確率関数に従うものとする.

$$P(X_i = x) = e^{-\mu_i} \frac{\mu_i^x}{x!}, \quad x = 0, 1, \dots, \quad i = 1, 2.$$

ここで  $\mu_1, \mu_2$  は正の実数である.

- (1) 平均  $E[X_1]$  および分散  $\text{Var}[X_1]$  を求めよ.
- (2) 確率母関数  $E[z^{X_1}]$  を求めよ.
- (3)  $P(X_1 + X_2 = x)$  を求めよ.
- (4)  $P(X_1 = x | X_1 + X_2 = n)$  を求めよ. ここで  $n$  は正の整数である.

Let  $X_1, X_2$  be independent random variables with the following probability mass functions:

$$P(X_i = x) = e^{-\mu_i} \frac{\mu_i^x}{x!}, \quad x = 0, 1, \dots, \quad i = 1, 2,$$

where  $\mu_1, \mu_2$  are positive real numbers.

- (1) Find the mean  $E[X_1]$  and the variance  $\text{Var}[X_1]$ .
- (2) Find the probability generating function  $E[z^{X_1}]$ .
- (3) Find  $P(X_1 + X_2 = x)$ .
- (4) Find  $P(X_1 = x | X_1 + X_2 = n)$ , where  $n$  is a positive integer.

2024 年 10 月入学, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admission)  
広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 I) Informatics and Data Science I	プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

問題 4 (Question 4)

平面上に辺が交差しないように描画することができるグラフを**平面的**であると言う。また隣接する頂点に同じ色が割り当てられないように各頂点に色を割り当てることをグラフの**点彩色**と呼ぶ。

- (1) 3 色以下で点彩色することができない位数 6 の平面的グラフの例を一つ示しなさい。回答では、そのグラフが平面的である証拠と 3 色以下の点彩色ができない理由も示しなさい。
- (2) 位数  $n$  の任意の単純平面的グラフの辺数は高々  $3n - 6$  であることが知られている。この結果を用いて、任意の単純平面的グラフには次数 5 以下の頂点が少なくとも 1 個存在することを証明しなさい。
- (3) 「位数  $n$  の任意の平面的グラフが 5 色以下で点彩色できる」と言う主張を言明 A とする。4 以下の任意の自然数  $n$  に対して言明 A が成立することを証明しなさい。
- (4)  $n$  を 4 以上の任意の自然数とし、この  $n$  について A が成立すると仮定する。このとき位数  $n + 1$  の平面的グラフ  $G$  がもし次数 4 以下の頂点を持てば、 $G$  を 5 色以下で点彩色できることを示しなさい。

A graph is said to be **planar** if edges of the graph can be drawn in the plane without crossing each other. Assigning a color to each vertex in a graph so that adjacent vertices are not assigned the same color is called **vertex-coloring** of the graph.

- (1) Give an example of a planar graph of order six that cannot be vertex-colored with three or fewer colors. In your answer, provide evidence that the graph is certainly planar and explain why it cannot be vertex-colored with three or fewer colors.
- (2) It is known that the number of edges of any simple planar graph of order  $n$  is at most  $3n - 6$ . Using this fact, prove that any simple planar graph has at least one vertex of degree five or less.
- (3) Let A be the statement that *any planar graph of order  $n$  can be vertex-colored with five colors or less*. Prove this statement holds for an arbitrary natural number  $n$  less than or equal to four.
- (4) Let  $n$  be a natural number greater than or equal to four, and assume that Statement A holds for  $n$ . Prove that if a planar graph  $G$  of order  $n + 1$  has a vertex of degree four or less, then  $G$  can be vertex-colored with five or less colors.

2024年10月入学, 2025年4月入学 (October 2024 and April 2025 Admission)  
広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
問題用紙

Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
Entrance Examination Booklet (General Selection)  
Question Sheets

(2024年8月22日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 II) Informatics and Data Science II
-----------------	---

プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

試験時間 : 13時30分~15時30分 (Examination Time : From 13:30 to 15:30)

### 受験上の注意事項

1. この問題用紙は表紙を含み10枚あります。
2. 表紙および各ページに, 受験番号を記入してください。
3. これは問題用紙です。解答は別冊の解答用紙に記入してください。
4. 解答が書ききれないときは, 同じ用紙の裏面を利用しても構いません。ただし, その場合は「裏に続く」などと記入して裏面に記載したことが分かるようにしてください。
5. 問題1~6の中から3問選択して解答してください。これに加えて, 問題7に解答してください。解答は問題番号順に並んでいなくても構いませんが, 必ず問題番号を記載して解答してください。なお, 選択した問題は, 解答用紙表紙の選択欄に○印を付けてください。
6. 問題用紙は解答用紙とともに回収します。
7. 質問あるいは不明な点がある場合は手を挙げてください。

### Notices

1. There are 10 question sheets including a front sheet.
2. Fill in your examinee's number in the specified positions in this cover and each question sheet.
3. This examination booklet consists of only question sheets. Use other separate sheets for answers.
4. If the space is exhausted, use the reverse side of the sheet and write down "to be continued" on the last line of the sheet.
5. Select 3 questions from Question 1 through Question 6 and answer these questions. Also answer Question 7 in addition to the selected 3 questions. Never fail to fill in the Question Number in each answer sheet. Moreover, mark the Question Number that you have selected with a circle in the Mark Column in the Table on the cover of the answer sheets.
6. Return these question sheets together with the answer sheets.
7. Raise your hand if you have any questions.

2024 年 10 月入学, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admission)  
 広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
 Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
 Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 II) Informatics and Data Science II
-----------------	---

プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

問題 1 (Question 1)

次の問 (1)-(4) に答えよ。なお,  $S$  を以下の無記憶情報源とする。

$$S = \begin{pmatrix} s_1 & s_2 & s_3 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} \end{pmatrix}$$

- (1)  $S$  のエントロピー  $H(S)$  を数値で求めよ。
- (2)  $S$  に対する以下の 2 元符号  $C$  は瞬時に復号できないことを説明せよ。

$S$	$C$
$s_1$	0
$s_2$	01
$s_3$	11

- (3)  $S$  の 2 次拡大情報源  $S^2$  に対するハフマン符号の平均符号語長  $\bar{L}$  を求めよ。
- (4)  $U$  を任意の無記憶情報源とする。このとき,  $U$  の 2 次拡大情報源  $U^2$  に対して,  $H(U^2) = 2H(U)$  となることを証明せよ。

Answer the following questions (1)-(4). Let  $S$  be a memoryless information source as follows.

$$S = \begin{pmatrix} s_1 & s_2 & s_3 \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{4} & \frac{1}{4} \end{pmatrix}$$

- (1) Calculate the numerical value of entropy  $H(S)$  of  $S$ .
- (2) Explain why the following binary code  $C$  for  $S$  is not instantaneously decodable.

$S$	$C$
$s_1$	0
$s_2$	01
$s_3$	11

- (3) Calculate the average code-word length  $\bar{L}$  of a Huffman code for the second extension  $S^2$  of  $S$ .
- (4) Let  $U$  be any memoryless information source. For the second extension  $U^2$  of  $U$ , prove that  $H(U^2) = 2H(U)$  holds.

2024 年 10 月入学, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admission)  
広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 II) Informatics and Data Science II	プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

問題 2 (Question 2)

アルゴリズム  $\text{sort}(A, n, k)$  は, 配列  $A[1 : n]$  の  $n$  個のすべての要素を昇順にソートする. ただし,  $k$  はこのアルゴリズム特有のパラメータである. 以下の問いに答えよ.

- (1) 配列  $A = \{2, 5, 3, 0, 2, 3, 0, 3\}$  に対する  $\text{sort}(A, 8, 6)$  の実行について, 6 行目直前と 8 行目直前の配列  $C$  の各要素の値をそれぞれ示し, それぞれ何を表しているか説明せよ.
- (2) (1) の実行について, 8 行目の **for** 文の各繰り返しにおける配列  $B$  と配列  $C$  の各要素の値を示せ.
- (3)  $\text{sort}(A, n, k)$  が適用可能であるための配列  $A$  の条件を  $k$  を用いて示せ.
- (4)  $\text{sort}(A, n, k)$  は安定である. 安定であるとは, 同じ値の要素は入力に出現する順序で出力に出現するという性質をいう. 8 行目の **for** 文を 1 から  $n$  までの昇順に変更した場合, 安定であるか否かを示せ. 理由も述べよ.

Algorithm  $\text{sort}(A, n, k)$  sorts all  $n$  elements of the input array  $A[1 : n]$  in an ascending order, where  $k$  is a parameter specific to this algorithm. Answer the following questions.

- (1) On the execution of  $\text{sort}(A, 8, 6)$  for  $A = \{2, 5, 3, 0, 2, 3, 0, 3\}$ , show the value of each element of the array  $C$  just before line 6 and just before line 8, respectively, and explain what each represents.
- (2) On the execution of (1), show the value of each element of array  $B$  and array  $C$  at each iteration of the **for** statement on line 8, respectively.
- (3) Express the conditions for the array  $A$  to which  $\text{sort}(A, n, k)$  can be applied using  $k$ .
- (4)  $\text{sort}(A, n, k)$  is stable. Stability is the property that elements with the same value appear in the output in the same order as they appear in the input. When we modify the **for** statement in line 8 to an ascending order from 1 to  $n$ , show whether it is stable or not. Explain the reason.

$\text{sort}(A, n, k)$

1: Let  $B[1 : n]$  and  $C[0 : k]$  be new arrays

2: **for**  $i = 0$  **to**  $k$

3:    $C[i] = 0$ ;

4: **for**  $j = 1$  **to**  $n$

5:    $C[A[j]] = C[A[j]] + 1$ ;

6: **for**  $i = 1$  **to**  $k$

7:    $C[i] = C[i] + C[i - 1]$ ;

8: **for**  $j = n$  **downto** 1

9:    $B[C[A[j]]] = A[j]$ ;

10:  $C[A[j]] = C[A[j]] - 1$ ;

11: **return**  $B$



試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 II) Informatics and Data Science II	プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

問題 3 (Question 3)

C 言語による source code 1 と 2 はそれぞれ, 構造体を使った連結リストおよび配列での要素の追加と削除を実行できるようにしたものである。

- (1) source code 1 に関して, 以下の質問 (A)~(C) で正しい選択肢だけをすべて選べ。ここで, 要素を `struct Node` 型で表す。
- (A) `addElement` 関数で新要素をリストに追加する際の実装方法は?
- i. 新要素を, 常にリストの先頭に挿入する。
  - ii. 新要素を, 空リストならリストの先頭に, それ以外はリストの中間に挿入する。
  - iii. 新要素を, 空リストならリストの先頭に, それ以外はリストの末尾に追加する。
  - iv. 新要素を, 空リストならリストの先頭に, それ以外はリストの先頭の直後に挿入する。
- (B) `removeElement` 関数で先頭要素とその他の要素の削除処理が異なる理由は?
- i. 先頭要素と他の要素ではリストの更新方法が異なるため。
  - ii. 先頭要素と他の要素ではメモリ解放の方法が異なるため。
  - iii. 先頭要素以外の削除は再帰処理が必ず必要だが, 先頭要素の削除時は不要なため。
  - iv. 先頭要素の削除時のみリストの長さを変更する必要があるため。
- (C) `printList` 関数の `current != NULL` 条件の役割は何か?
- i. リストが空の場合にループを実行しないようにする。
  - ii. 各要素を一度ずつ処理し, 最後の要素の次で終了する。
  - iii. 現在の要素が最後の要素であるかどうかを判断する。
  - iv. 真の時にループが終了する条件を示す。
- (2) source code 2 に関して, プログラムの空欄 [1]~[14] を埋めよ。

The C language source codes 1 and 2 implement element addition and deletion operations using a linked list with structures and an array, respectively.

- (1) Regarding source code 1, select all and only the correct choices for the following questions (A) to (C). Here, an element is represented by the `struct Node` type.
- (A) What is the implementation method for adding a new element to the list in the `addElement` function?
- i. Always insert the new element at the beginning of the list.
  - ii. If the list is empty, set the new element as the head; otherwise, insert it in the middle of the list.
  - iii. If the list is empty, set the new element as the head; otherwise, add it to the end of the list.
  - iv. If the list is empty, set the new element as the head; otherwise, insert it right after the head.
- (B) Why is the deletion process different for the first element and other elements in the `removeElement` function?
- i. Because the method for updating the list is different for the first element and other elements.
  - ii. Because the memory deallocation method is different for the first element and other elements.
  - iii. Because recursive processing is always necessary for deleting elements other than the first element, but it is not required for deleting the first element.
  - iv. Because the list length needs to be changed only when deleting the first element.
- (C) What is the role of the `current != NULL` condition in the `printList` function?
- i. To prevent the loop from executing when the list is empty.
  - ii. To process each element once and terminate after the last element.
  - iii. To determine whether the current element is the last element.
  - iv. To indicate the condition that terminates the loop when it is true.
- (2) Regarding source code 2, fill in the blanks [1] to [14] in the program.

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 struct Node {
5     int value;
6     struct Node* next;
7 };
8
9 struct Node* addElement(struct Node* head, int value) {
10     struct Node* newNode = malloc(sizeof(struct Node));
11     newNode->value = value;
12     newNode->next = NULL;
13     if (head == NULL) {
14         return newNode;
15     } else {
16         struct Node* current = head;
17         while (current->next != NULL) {
18             current = current->next;
19         }
20         current->next = newNode;
21         return head;
22     }
23 }
24
25 struct Node* removeElement(struct Node* head, int index) {
26     if (head == NULL) return NULL;
27     if (index == 0) {
28         struct Node* temp = head;
29         head = head->next;
30         free(temp);
31         return head;
32     }
33     struct Node* current = head;
34     struct Node* prev = NULL;
35     int i = 0;
36     while (current != NULL && i < index) {
37         prev = current;
38         current = current->next;
39         i++;
40     }
41     if (current != NULL) {
42         prev->next = current->next;
43         free(current);
44     }
45     return head;
46 }
47
48 void printList(struct Node* head) {
49     struct Node* current = head;
50     while (current != NULL) {
51         printf("%d\n", current->value);
52         current = current->next;
53     }
54     printf("\n");
55 }
56
57 int main() {
58     struct Node* head = NULL;
59
60     head = addElement(head, 10);
61     head = addElement(head, 20);
62     head = addElement(head, 30);
63     printList(head);
64     head = removeElement(head, 1);
65     printList(head);
66
67     return 0;
68 }
```

```
1 #include <stdio.h>
2
3 #define MAX_SIZE 100
4
5 void addElement(int list[], int *size, int value) {
6     // リストがフルでないことを確認
7     // Check if the list is not full
8     if ( [1] ) {
9         // 新しい要素をリストの最後に追加
10        // Add the new element to the end of the list
11        list[ [2] ] = value;
12        // リストのサイズを増やす
13        // Increase the size of the list
14        [3];
15    }
16 }
17
18 void removeElement(int list[], int *size, int index) {
19     // 削除する要素のインデックスが有効範囲内かチェック
20     // Check if the index of the element to be deleted is within the valid range
21     if ( [4] ) {
22         // 削除する要素の後ろの要素を1つずつ前に移動
23         // Move each element after the removed one one step forward
24         for (int i = index; i < [5]; i++) {
25             [6];
26         }
27         // リストのサイズを減らす
28         // Decrease the size of the list
29         [7];
30     }
31 }
32
33 void printList(const int list[], int size) {
34     for (int i = 0; i < size; i++) {
35         // 各要素を出力
36         // Print each element
37         [8];
38     }
39     printf("\n");
40 }
41
42 int main() {
43     int list[MAX_SIZE];
44     int size = 0;
45
46     // リストに要素を追加する
47     // Add elements to the list
48     addElement(list, [9], 10);
49     addElement(list, [10], 20);
50     addElement(list, [11], 30);
51     printList(list, [12]);
52
53     // リストから要素をインデックスを指定して削除する
54     // Remove an element from the list by specifying its index
55     removeElement(list, [13], 1);
56     printList(list, [14]);
57
58     return 0;
59 }
```

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 II) Informatics and Data Science II	プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

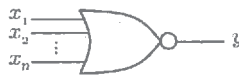
問題 4 (Question 4)

NOR( $n$ ) ( $n \geq 1$ ) は,  $n$  ビット入力 NOR ゲートであり, 下のように入力  $x_1, x_2, \dots, x_n$  と 1 ビット出力  $y$  をもち,  $y = 1$  となるのは  $x_1 = x_2 = \dots = x_n = 0$  のとき, かつそのときのみである.

- (1) 下の NOR(1), NOR(2), および NOR(3) の真理値表を完成させよ.
- (2) 最小個数の NOR ゲートを用いて,  $a \vee b \vee c$  を計算する論理回路を図示せよ.
- (3) 最小個数の NOR ゲートを用いて,  $a \wedge b \wedge c$  を計算する論理回路を図示せよ.
- (4) 最小個数の NOR ゲートを用いて, 和積形の式  $(a \vee b) \wedge (c \vee d)$  を計算する論理回路を図示せよ.
- (5) 任意の論理関数  $f : \{0, 1\}^n \rightarrow \{0, 1\}$  の真理値表が与えられたとき,  $f$  を計算する論理回路が NOR ゲートのみを用いて設計できることを示せ.

Let NOR( $n$ ) ( $n \geq 1$ ) denote a NOR gate with  $n$  input bits  $x_1, x_2, \dots, x_n$  and one output bit  $y$ , as illustrated below, such that  $y = 1$  if and only if  $x_1 = x_2 = \dots = x_n = 0$ .

- (1) Complete the truth tables for NOR(1), NOR(2), and NOR(3) as shown below.
- (2) Illustrate a logic circuit that computes  $a \vee b \vee c$  using the minimum number of NOR gates.
- (3) Illustrate a logic circuit that computes  $a \wedge b \wedge c$  using the minimum number of NOR gates.
- (4) Illustrate a logic circuit that computes the product-of-sum formula  $(a \vee b) \wedge (c \vee d)$  using the minimum number of NOR gates.
- (5) Show that, for any logic function  $f : \{0, 1\}^n \rightarrow \{0, 1\}$  given as a truth table, a logic circuit computing  $f$  can be designed using only NOR gates.

		真理値表 Truth tables					
		NOR(1)		NOR(2)		NOR(3)	
		$x_1$	$y$	$x_1x_2$	$y$	$x_1x_2x_3$	$y$
 NOR( $n$ ) ゲート NOR( $n$ ) gate	0		00		000		
	1		01		001		
			10		010		
			11		011		
					100		
					101		
					110		
					111		

2024 年 10 月入学, 2025 年 4 月入学 (October 2024 and April 2025 Admission)  
広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2024 年 8 月 22 日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 II) Informatics and Data Science II
-----------------	---

プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

問題 5 (Question 5)

$X \sim N(\mu, \sigma^2)$  とする. ここで  $N(\mu, \sigma^2)$  は一変量の正規分布であり, その確率密度関数は  $p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(x-\mu)^2}$  である.

- (1)  $N(\mu, \sigma^2)$  からの独立な標本  $x_1, x_2, \dots, x_n$  が得られたとき,  $\mu$  の最尤推定量を求めよ. ただし  $\sigma^2$  は既知であるものとする.
- (2) 一変量正規分布の特性関数は  $\varphi_X(t) = e^{i\mu t - \frac{1}{2}\sigma^2 t^2}$  である.  $\frac{\partial}{\partial t} \varphi_X(t)$  を求めよ.
- (3)  $\frac{\partial}{\partial t} \varphi_X(t)$  を用いて,  $X$  の期待値  $E[X]$  を求めよ.

Assume that  $X \sim N(\mu, \sigma^2)$ , where  $N(\mu, \sigma^2)$  is a univariate Gaussian distribution with probability density function  $p(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{1}{2\sigma^2}(x-\mu)^2}$ .

- (1) Given observations  $x_1, x_2, \dots, x_n$  that are independent samples from  $N(\mu, \sigma^2)$ , and assuming  $\sigma^2$  is known, derive the maximum likelihood estimator of  $\mu$ .
- (2) Determine  $\frac{\partial}{\partial t} \varphi_X(t)$ , where  $\varphi_X(t)$  is the characteristic function of the univariate Gaussian distribution given by  $e^{i\mu t - \frac{1}{2}\sigma^2 t^2}$ .
- (3) Use  $\frac{\partial}{\partial t} \varphi_X(t)$  to derive  $E[X]$ , that is, the expectation of  $X$ .

2024年10月入学, 2025年4月入学 (October 2024 and April 2025 Admission)  
広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2024年8月22日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 II) Informatics and Data Science II	プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

問題 6 (Question 6)

- (1)  $K$  分割交差確認法 ( $K$ -fold Cross Validation Algorithm,  $K$  分割交差検証) の使用目的およびアルゴリズム (処理手順) について自分の言葉で説明せよ。
- (2) 以下の機械学習関連用語を説明せよ。
  - (a) 「特徴抽出」・「特徴ベクトル」・「特徴空間」
  - (b) ニューラルネットワークで使用される「活性化関数」(ただし, 活性化関数が必要である理由について説明してから, 代表的な活性化関数の例を2つ以上挙げよ)

- (1) Explain in your own words the purpose of using the  $K$ -fold Cross Validation Algorithm and how this algorithm works.
- (2) Explain the following machine learning related terms:
  - (a) "feature extraction," "feature vector," and "feature space"
  - (b) "activation functions" used in neural networks (explain why it is necessary to use activation functions and also give at least 2 examples of commonly used activation functions)

2024年10月入学, 2025年4月入学 (October 2024 and April 2025 Admission)  
広島大学大学院先進理工系科学研究科博士課程前期 (一般選抜) 専門科目入学試験問題  
Graduate School of Advanced Science and Engineering (Master's Course), Hiroshima University  
Entrance Examination Booklet (General Selection)

(2024年8月22日実施 / August 22, 2024)

試験科目 Subject	情報科学 (専門科目 II) Informatics and Data Science II	プログラム Program	情報科学 Informatics and Data Science	受験番号 Examinee's Number	M
-----------------	---	------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

問題 7 (Question 7)

卒業研究またはこれまでに従事した研究課題について, 400字程度で簡潔にまとめよ。もしそれらを行っていない場合は, 興味を持った情報科学に関する最近の話題を一つ選び, その概要とともに, 興味を持った理由を400字程度で説明せよ。解答は別紙解答用紙に記入せよ。

Summarize your undergraduate research project or any other research project you have engaged in, in approximately 200 words in English. If you have never been engaged in such research projects so far, then choose one of the recent topics on Informatics and Data Science you are interested in, and explain what it is and why it interests you in approximately 200 words in English. Write your answer on the answer sheet.