

2025年4月入学 (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

(2025年1月23日実施 / January 23, 2025)

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.

2025 年 4 月入学 (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)

(2025 年 1 月 23 日実施 / January 23, 2025)

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)

$$A = \begin{pmatrix} c & 1 & 1 & 1 \\ 1 & c & 1 & 1 \\ 1 & 1 & c & 1 \\ 1 & 1 & 1 & c \end{pmatrix} \text{ とする. ただし, } c \text{ は実数である.}$$

- (1) $c = 0$ とする. A の階数を求めよ.
- (2) $c = 1$ とする. A の固有値をすべて求めよ.
- (3) A の行列式を c の多項式として求めよ.
- (4) A の固有値がすべて正となるための必要十分条件を c の条件として表せ.
- (5) c が (4) の条件を満たすとす. $x^T A x = 0$ を満たす $x \in \mathbb{R}^4$ をすべて求めよ. ただし, x^T はベクトル x の転置を表す.

$$\text{Let } A = \begin{pmatrix} c & 1 & 1 & 1 \\ 1 & c & 1 & 1 \\ 1 & 1 & c & 1 \\ 1 & 1 & 1 & c \end{pmatrix} \text{ for a real number } c.$$

- (1) Let $c = 0$. Determine the rank of A .
- (2) Let $c = 1$. Find all eigenvalues of A .
- (3) Compute the determinant of A as a polynomial of c .
- (4) Express, as a condition on c , the necessary and sufficient condition for all eigenvalues of A to be positive.
- (5) Assume that c satisfies the condition in (4). Find all $x \in \mathbb{R}^4$ such that $x^T A x = 0$, where x^T denotes the transpose of vector x .

2025年4月入学 (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)

(2025年1月23日実施 / January 23, 2025)

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)

\mathbb{R}^2 における閉領域 $R(x, y)$ を $R(x, y) = \left\{ (s, t) \in \mathbb{R}^2; 0 \leq s \leq x, 0 \leq t \leq y, st \leq \frac{1}{2} \right\}$ と定める。
但し, $x > 0, y > 0, xy > \frac{1}{2}$. このとき重積分 $F(x, y) = \iint_{R(x, y)} \frac{s}{1 - (st)^2} dsdt$ について,

(1) $\frac{\partial F}{\partial x}, \frac{\partial F}{\partial y}$ を求めよ.

(2) $\lim_{u \rightarrow +\infty} \frac{F(u^2, u)}{u^2}$ を求めよ.

Let $R(x, y)$, where $x > 0, y > 0$ and $xy > \frac{1}{2}$, be a closed domain in \mathbb{R}^2 defined as follows:

$R(x, y) = \left\{ (s, t) \in \mathbb{R}^2; 0 \leq s \leq x, 0 \leq t \leq y, st \leq \frac{1}{2} \right\}$. And let $F(x, y)$ be a double integral defined as

$F(x, y) = \iint_{R(x, y)} \frac{s}{1 - (st)^2} dsdt$. Then answer the following questions:

(1) Find the partial derivatives $\frac{\partial F}{\partial x}$ and $\frac{\partial F}{\partial y}$.

(2) Evaluate $\lim_{u \rightarrow +\infty} \frac{F(u^2, u)}{u^2}$.

2025 年 4 月入学 (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)

(2025 年 1 月 23 日実施 / January 23, 2025)

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)

X は以下の確率密度関数に従う確率変数とする。

$$f(x) = \frac{1}{2}e^{-|x|} \quad (-\infty < x < \infty).$$

ここで $|x|$ は x の絶対値を表す。

- (1) 平均 $E[X]$ を求めよ。
- (2) 分散 $\text{Var}[X]$ を求めよ。
- (3) $k = 1, 3, 5, \dots$ を正の奇数とする。このとき、 k 次モーメント $E[X^k]$ を求めよ。
- (4) $k = 2, 4, 6, \dots$ を正の偶数とする。このとき、 k 次モーメント $E[X^k]$ を求めよ。
- (5) $Y = X^2$ の確率密度関数が

$$g(y) = \frac{1}{2\sqrt{y}}e^{-\sqrt{y}} \quad (0 < y < \infty)$$

となることを示せ。

Let X be a random variable with the probability density function

$$f(x) = \frac{1}{2}e^{-|x|} \quad (-\infty < x < \infty),$$

where $|x|$ denotes the absolute value of x .

- (1) Find the mean $E[X]$.
- (2) Find the variance $\text{Var}[X]$.
- (3) Let $k = 1, 3, 5, \dots$ be positive odd integers. Find the k -th moment $E[X^k]$.
- (4) Let $k = 2, 4, 6, \dots$ be positive even integers. Find the k -th moment $E[X^k]$.
- (5) Show that the probability density function of $Y = X^2$ is

$$g(y) = \frac{1}{2\sqrt{y}}e^{-\sqrt{y}} \quad (0 < y < \infty).$$

2025 年 4 月入学 (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)

(2025 年 1 月 23 日実施 / January 23, 2025)

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)

言明 $P(x)$ を「 x は教授である」、言明 $Q(x)$ を「 x は計算機科学者である」とする。

(1) 以下の命題を日本語の言葉で説明せよ。ただし、限量記号の定義域は日本人全体とする。

(1-1) $\forall x (P(x) \rightarrow Q(x))$

(1-2) $\forall x (P(x) \wedge Q(x))$

(2) 命題 R を「計算機科学者ではない日本人教授が存在する」とする。

(2-1) 命題 R を、 $x, P(x), Q(x)$, 限量記号, 論理演算記号を用いて表せ。

(2-2) 命題 R の否定を日本語の言葉で述べよ。

(2-3) R の否定の命題が真のとき、日本人全体の集合, 教授の集合, 計算機科学者の集合の包含関係をベン図で描け。

Let $P(x)$ be the statement “ x is a professor” and $Q(x)$ be the statement “ x is a computer scientist.”

(1) Translate the following propositions into English, where the domain for quantifiers consists of all Japanese people.

(1-1) $\forall x (P(x) \rightarrow Q(x))$

(1-2) $\forall x (P(x) \wedge Q(x))$

(2) Let R be the proposition “There is a Japanese professor who is not a computer scientist.”

(2-1) Express proposition R in terms of $x, P(x), Q(x)$, quantifiers, and logical operators.

(2-2) Express the negation of proposition R in English.

(2-3) Assuming the negation of proposition R is true, draw a Venn diagram illustrating the inclusion relations among the sets of Japanese people, professors, and computer scientists.

2025年4月入学 (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

(2025年1月23日実施 / January 23, 2025)

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9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 9 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.

2025 年 4 月入学 (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)

(2025 年 1 月 23 日実施 / January 23, 2025)

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)

以下の検査行列 H をもつ (7,4) ハミング符号について、以下の問に答えよ。

$$H = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

- (1) このハミング符号の符号語 x_1 が送信され、受信語 $y_1 = (1, 1, 1, 1, 1, 0, 0)$ を受信した。誤りが 1 ビット以下であると仮定し、送信された符号語 x_1 を示し、それをどのようにして得たか説明せよ。
- (2) このハミング符号の符号語 x_2 が送信され、受信語 $y_2 = (0, 1, 1, 0, 1, 0, 0)$ を受信した。誤りが 1 ビット以下であると仮定し、送信された符号語 x_2 を示し、それをどのようにして得たか説明せよ。
- (3) (1), (2) において、もし、誤りが 2 ビットあった場合、送信された符号語 x_1, x_2 が、それぞれの受信語 y_1, y_2 から得られなくなる理由を説明せよ。

Assume we have the (7,4) Hamming code whose parity-check matrix H is as follows:

$$H = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Answer the following questions.

- (1) After sending a code word x_1 of the Hamming code, a received word $y_1 = (1, 1, 1, 1, 1, 0, 0)$ was coming. Assume that the error is 1 bit or less. Show the code word x_1 and explain how you obtained the code word.
- (2) After sending a code word x_2 of the Hamming code, a received word $y_2 = (0, 1, 1, 0, 1, 0, 0)$ was coming. Assume that the error is 1 bit or less. Show the code word x_2 and explain how you obtained the code word.
- (3) In (1) and (2), explain why if the error is 2 bits, the code word x_1, x_2 cannot be obtained from the received word y_1, y_2 , respectively.

2025 年 4 月入学 (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)

(2025 年 1 月 23 日実施 / January 23, 2025)

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)

集合に整数 k が含まれているか調べるデータ構造としてハッシュ表がある。要素数が m である配列 $T[0 : m - 1]$ をハッシュ表とし、関数 $h(k, i) = (k + 3i) \bmod m$ をハッシュ関数とする。表 T に整数 k を挿入する操作を **Hash-Insert**(T, k) とし、整数 k を表 T から探す操作を **Hash-Search**(T, k) とする。以下の問いに答えよ。

- (1) $m = 10$ とする。Table 1 に示す空のハッシュ表 T_1 に、7 個の整数 16, 12, 22, 18, 45, 44, 28 をこの順に **Hash-Insert**(T_1, k) を使って挿入する。挿入後のハッシュ表 T_1 を示せ。
- (2) $m = 10$ とする。Table 2 に示すハッシュ表 T_2 から 4 個の整数 1, 22, 40, 23 を探す。それぞれの整数 k について、**Hash-Search**(T_2, k) が返す値とハッシュ関数 $h(k, i)$ を計算する回数を答えよ。
- (3) m 要素からなるハッシュ表に n 個の整数が挿入されているとする。一様に選ばれた新たな整数をこのハッシュ表に挿入するとき、ハッシュ関数を計算する回数が 1 回である確率を求めよ。
- (4) $n \ll m$ のときに **Hash-Insert** がハッシュ関数を計算する回数の期待値のオーダーを示し、その理由を簡潔に説明せよ。
- (5) $m = 10$ のときハッシュ関数 $h'(k, i) = (k + 5i) \bmod m$ が適切でない理由を述べよ。

A hash table is a data structure that checks whether a set contains an integer k . Let the array $T[0 : m - 1]$ with m elements be a hash table and the function $h(k, i) = (k + 3i) \bmod m$ be the hash function. Let **Hash-Insert**(T, k) be a procedure that inserts an integer k to a table T , and **Hash-Search**(T, k) be a procedure that searches for an integer k in a table T . Answer the following questions.

- (1) Let $m = 10$. Insert seven integers 16, 12, 22, 18, 45, 44, 28 into the empty hash table T_1 shown in Table 1 using **Hash-Insert**(T_1, k) in this order. Show table T_1 after insertion.
- (2) Let $m = 10$. Search four integers 1, 22, 40, 23 in table T_2 shown in Table 2. For each integer k , answer the value returned by **Hash-Search**(T_2, k) and the number of times the function $h(k, i)$ is computed.
- (3) Suppose that n integers are inserted in a hash table with m elements. When inserting a uniformly chosen new integer into this hash table, find the probability that the hash function is computed only once.
- (4) For $n \ll m$, show the order of the expected value of the number of times **Hash-Insert** computes the hash function and briefly explain the reason.
- (5) When $m = 10$, explain the reason why the hash function $h'(k, i) = (k + 5i) \bmod m$ is inappropriate.

Hash-Insert(T, k)

```

1 for  $i = 0$  to  $m - 1$ 
2    $j = h(k, i)$ 
3   if  $T[j] == \text{NIL}$  or  $T[j] == k$ 
4      $T[j] = k$ 
5   return  $j$ 
6 error
```

Hash-Search(T, k)

```

1 for  $i = 0$  to  $m - 1$ 
2    $j = h(k, i)$ 
3   if  $T[j] == k$ 
4     return  $j$ 
5   if  $T[j] == \text{NIL}$  or  $i == m - 1$ 
6     return NIL
```

Table 1 Empty hash table (空のハッシュ表) T_1

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
NIL	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL	NIL

Table 2 Hash table (ハッシュ表) T_2

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
20	1	NIL	13	14	NIL	33	NIL	NIL	40

2025 年 4 月入学 (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)

(2025 年 1 月 23 日実施 / January 23, 2025)

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)

Listing 1 の入力に対して, Listing 2 を出力する C 言語プログラムを Listing 3 に示す. このプログラムは標準入力から整数を読み込み, バブルソートを用いて昇順にソートし, 重複する要素を取り除いた結果を標準出力に出力する. Listing 3 に関して, 以下の問いに答えよ.

- (1) 空欄 ~ をソースコード中のコメントを参考にして埋めよ.
- (2) このプログラムの動作に関する説明として最も適切なものを選べ.
 - A. バブルソートのループを配列の末尾から開始している.
 - B. 重複要素を削除する際に新たな配列を別途確保している.
 - C. 入力される整数列に合わせて適切なサイズでメモリを確保している.
- (3) このプログラム全体の時間計算量と空間計算量として最も適切なものを選べ. 配列要素数は N 個とする.
 - A. 時間計算量 $\mathcal{O}(N^2)$, 空間計算量 $\mathcal{O}(N)$
 - B. 時間計算量 $\mathcal{O}(N \log N)$, 空間計算量 $\mathcal{O}(N)$
 - C. 時間計算量 $\mathcal{O}(N)$, 空間計算量 $\mathcal{O}(1)$
- (4) このプログラムにおいてバブルソートと置換した場合に平均的な時間計算量が改善されるソートアルゴリズムを以下から一つ選べ.
 - A. 選択ソート
 - B. ヒープソート
 - C. 挿入ソート

For the input of Listing 1, the C language program that outputs Listing 2 is shown in Listing 3. This program reads integers from standard input, sorts them in ascending order using bubble sort, removes duplicate elements, and outputs the result to standard output. Answer the following questions regarding Listing 3.

- (1) Fill in the blanks - based on the comments in the source code.
- (2) Choose the most appropriate description of how this program works.
 - A. The bubble sort loop starts from the end of the array.
 - B. A new array is allocated separately when removing duplicate elements.
 - C. Memory is allocated with the appropriate size according to the input integer sequence.
- (3) Choose the most appropriate overall time complexity and space complexity for this program, assuming the number of array elements is N .
 - A. Time complexity: $\mathcal{O}(N^2)$, Space complexity: $\mathcal{O}(N)$
 - B. Time complexity: $\mathcal{O}(N \log N)$, Space complexity: $\mathcal{O}(N)$
 - C. Time complexity: $\mathcal{O}(N)$, Space complexity: $\mathcal{O}(1)$
- (4) When considering replacing the bubble sort in this program, choose a sorting algorithm from the following options that would improve the average time complexity.
 - A. Selection sort
 - B. Heap sort
 - C. Insertion sort

Listing 1: Sample Input

```
1 7
2 1 3 2 2 5 3 3
```

Listing 2: Sample Output

```
1 1 2 3 5
```

Listing 3: A C Program Source Code

```

1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3
4 /* Dynamically allocate an array of int and return its pointer.
5 (int 型配列を動的確保し, そのポインタを返す.) */
6 1 allocateMemory(int size) {
7     /* Allocate memory for 'size' integers. (size 個分の int 用のメモリを確保する.) */
8     int *arr = (int *) 2 (size * sizeof(int));
9
10    /* If allocation failed, print an error and stop the program.
11 (確保失敗時はエラーを表示してプログラムを停止する) */
12    if ( 3 == NULL) {
13        fprintf(stderr, "Memory allocation failed\n");
14        4;
15    }
16    return arr;
17 }
18
19 /* Read integers into the array using pointer arithmetic. (ポインタ演算で配列へ整数を読み込む.) */
20 void readValues(int *arr, int size) {
21     for (int i = 0; i < size; i++)
22         scanf("%d", 5);
23 }
24
25 /* Execute bubble sort using pointer arithmetic. (ポインタ演算を使ってバブルソートを実行する.) */
26 void bubbleSort(int *arr, int size) {
27     for (int i = 0; i < size - 1; i++) {
28         for (int j = 0; j < 6; j++) {
29             /* Compare adjacent elements via pointers and swap if needed.
30 (隣接要素をポインタで比較し, 必要なら入れ替える) */
31             if ( 7) {
32                 int temp = *(arr + j);
33                 *(arr + j) = *(arr + j + 1);
34                 *(arr + j + 1) = temp;
35             }
36         }
37     }
38 }
39
40 /* Remove duplicate elements from a sorted integer array and return the count of elements.
41 (ソート済みの整数配列から重複要素を削除し, その要素数を返す) */
42 int removeDuplicates(int *arr, int size) {
43     if (size <= 1) return size;
44     int unique_count = 1;
45     for (int i = 1; i < size; i++) {
46         /* Check if the current element differs from the last unique one.
47 (現在の要素が最後に格納した重複のない要素と異なるか確認する) */
48         if (*(arr + i) != *(arr + 8)) {
49             *(arr + unique_count) = *(arr + i);
50             unique_count++;
51         }
52     }
53     return unique_count;
54 }
55
56 /* Print all elements using pointer arithmetic. (ポインタ演算を使って全ての要素を出力する.) */
57 void printArray(int *arr, int size) {
58     for (int i = 0; i < size; i++)
59         printf("%d", 9);
60     printf("\n");
61 }
62
63 int main(void) {
64     int N;
65     scanf("%d", &N);
66     int *p = allocateMemory(N);
67     readValues(p, N);
68     bubbleSort(p, N);
69     int newSize = removeDuplicates(p, N);
70     printArray(p, newSize);
71     /* Deallocate the memory used for the array. (確保したメモリを解放する.) */
72     10;
73     return 0;
74 }

```

2025 年 4 月入学 (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)

(2025 年 1 月 23 日実施 / January 23, 2025)

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
-----------------	---------------------------------------------------	------------------	--------------------------------------	---------------------------	---

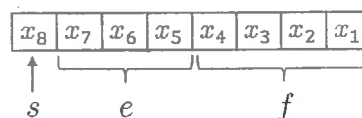
問題 4 (Question 4)

下の図のような 8 ビットの浮動小数点形式を考える。この形式では、8 ビットの浮動小数点数 $x_8x_7x_6x_5x_4x_3x_2x_1$ は、1 ビットの符号部 s 、3 ビットの指数部 e 、および 4 ビットの仮数部 f に分割され、値 $(-1)^s \cdot 2^{e-3} \cdot \left(1 + \frac{f}{2^4}\right)$ を表す。例えば、8 ビットの浮動小数点数 11011011 は、 $s = 1$ 、 $e = 5$ 、 $f = 11$ なので、10 進数では $(-1)^1 \cdot 2^{5-3} \cdot \left(1 + \frac{11}{2^4}\right) = -6.75$ を表す。

- (1) 8 ビットの浮動小数点数 00111111 と 11000000 をそれぞれ 10 進形式で示せ。
- (2) すべての 8 ビットの浮動小数点数のうち、最も小さい値と最も大きい値をそれぞれ 8 ビットの浮動小数点形式と 10 進形式で示せ。
- (3) すべての 8 ビットの浮動小数点数のうち、最もゼロに近い値を 8 ビットの浮動小数点形式と 10 進形式ですべて示せ。
- (4) 10 進数 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 をそれぞれ 8 ビットの浮動小数点形式で示せ。
- (5) 10 進数 2.3 に最も近い 8 ビットの浮動小数点数を示せ。

Let us consider an 8-bit floating-point system as illustrated in the figure below. In this system, an 8-bit floating-point number $x_8x_7x_6x_5x_4x_3x_2x_1$ is partitioned into a 1-bit sign s , a 3-bit exponent e , and a 4-bit fraction f and represents the value $(-1)^s \cdot 2^{e-3} \cdot \left(1 + \frac{f}{2^4}\right)$. For example, the 8-bit floating-point number 11011011, in which $s = 1$, $e = 5$, $f = 11$, represents the value $(-1)^1 \cdot 2^{5-3} \cdot \left(1 + \frac{11}{2^4}\right) = -6.75$ in the decimal system.

- (1) Convert the 8-bit floating-point numbers 00111111 and 11000000 into their respective decimal values.
- (2) Identify the smallest and largest values among all 8-bit floating-point numbers, providing both the 8-bit floating-point representations and the decimal values for each number.
- (3) Determine all the values closest to zero among all 8-bit floating-point numbers, providing both its 8-bit floating-point representation and its decimal value.
- (4) Represent the decimal values 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 in the 8-bit floating-point system.
- (5) Show the 8-bit floating-point number closest to the decimal value 2.3.



2025 年 4 月入学 (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)

(2025 年 1 月 23 日実施 / January 23, 2025)

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)

高校生を対象に、国語科目の好き嫌いと読書の好き嫌いについてのアンケート調査を行った。その結果、以下の表のようなデータが得られた。

表 1: アンケート結果 (人数)

	読書が嫌い	読書が好き	合計
国語が嫌い	20	10	30
国語が好き	20	30	50
合計	40	40	80

- (1) 国語の好き嫌いと言書の好き嫌いが独立であると仮定する場合、読書が好きで国語が嫌いな人数と、読書が好きで国語も好きな人数の期待度数をそれぞれ計算せよ。
- (2) 国語の好き嫌いと言書の好き嫌いが独立であるという帰無仮説を検定するために、Pearson の χ^2 検定を実施せよ。すなわち、検定統計量 X^2 を計算し、有意水準 5% で帰無仮説が棄却されるかを判断せよ。ただし、自由度が 1, 2, 4 の χ^2 分布における 95% 点はそれぞれ 3.84, 5.99, 9.49 であるとする。
- (3) この検定を例として、統計的仮説検定における第 1 種の過誤および第 2 種の過誤について説明せよ。

A survey was conducted among high school students regarding their preference for Japanese language class and their liking for reading. The results obtained are shown in the table below.

Table 1: Survey Results (Number of Respondents)

	Dislike reading	Like reading	Total
Dislike Japanese language class	20	10	30
Like Japanese language class	20	30	50
Total	40	40	80

- (1) Under the assumption that liking Japanese language class and liking reading are independent, compute the expected number of people who like reading but dislike Japanese language class, and the expected number of people who like reading and also like Japanese language class.
- (2) Perform Pearson's χ^2 test to examine the null hypothesis that "there is no relationship between liking Japanese language class and liking reading." Thus, compute the test statistic X^2 , and determine whether this null hypothesis is rejected at the 5% significance level. Note that the 95th percentile values of the χ^2 distribution with 1, 2, and 4 degrees of freedom are 3.84, 5.99, and 9.49, respectively.
- (3) Using this test as an example, explain what are Type I and Type II errors in statistical testing.

2025 年 4 月入学 (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)

(2025 年 1 月 23 日実施 / January 23, 2025)

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)

入力と出力のデータセット $\{\mathbf{x}_n, t_n\}$ ($n = 1, \dots, N$) (ただし, $t_n \in \{0, 1\}$) と重みベクトル \mathbf{w} に対するロジスティック回帰モデルにおける交差エントロピー誤差関数は

$$E = - \sum_{n=1}^N \{t_n \ln y_n + (1 - t_n) \ln(1 - y_n)\}$$

と与えられる。ただし, $y_n = \sigma(a_n) = \frac{1}{1 + \exp(-a_n)}$, $a_n = \mathbf{w}^T \mathbf{x}_n$ であり, $\sigma(\cdot)$ はロジスティックシグモイド関数, $\exp(\cdot)$ は e を底とする指数関数, e は自然対数 $\ln(\cdot)$ の底である。以下の問いに答えよ。

- (1) E の y_n に関する偏導関数が $\frac{y_n - t_n}{y_n(1 - y_n)}$ となることを示せ。
- (2) y_n の a_n に関する偏導関数を導出し, その最終的な式の形が y_n の関数となるように式変形せよ。
- (3) E の \mathbf{w} に関する勾配を導出せよ。
- (4) E を最小にする \mathbf{w} を求める際に用いられる最適化手法の名前を一つ挙げよ。

The cross-entropy error function in the logistic regression model for a data set of inputs and outputs $\{\mathbf{x}_n, t_n\}$ with $n = 1, \dots, N$ (where $t_n \in \{0, 1\}$) and a weight vector \mathbf{w} , is given by

$$E = - \sum_{n=1}^N \{t_n \ln y_n + (1 - t_n) \ln(1 - y_n)\},$$

where $y_n = \sigma(a_n) = \frac{1}{1 + \exp(-a_n)}$ and $a_n = \mathbf{w}^T \mathbf{x}_n$. Here $\sigma(\cdot)$ is the logistic sigmoid function, $\exp(\cdot)$ is the exponential function with base e , and e is the base of the natural logarithm $\ln(\cdot)$. Answer the following questions.

- (1) Show that the partial derivative of E with respect to y_n is $\frac{y_n - t_n}{y_n(1 - y_n)}$.
- (2) Derive the partial derivative of y_n with respect to a_n , and then transform its equation so that the final form of the equation is a function of y_n .
- (3) Derive the gradient of E with respect to \mathbf{w} .
- (4) Give the name of one optimization method that can be used to find \mathbf{w} that minimizes E .

2025 年 4 月入学 (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)

(2025 年 1 月 23 日実施 / January 23, 2025)

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.