

令和8年度 大学院博士(前期)課程入学者選抜学力試験

A日程

情報アーキテクチャ・高度ICT領域

専 門 科 目

[90分]

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かないでください。
2. 出題科目およびページは、下表のとおりです。問題ごとに配点が記されています。

出 題 科 目	ペ ー ジ	問題数	注 意
基 礎 数 学	1	2 問	左の4科目のうちから3科目を選択し、解答してください。
情 報 数 学	2	1 問	
アルゴリズムとデータ構造	3 ～ 4	1 問	
デ ー タ ベ ー ス 工 学	5	1 問	

3. 解答冊子の表紙の所定欄に氏名と受験番号をはっきりと記入してください。さらに、選択した科目名の選択欄に○印を記入してください。○印のついた3科目のみ採点します。
4. 解答用紙は4科目分がそれぞれ綴じてあります。解答に用いなかった解答用紙も含め、すべての解答用紙1枚目の所定欄に受験番号をはっきりと記入してください。
5. 解答用紙には、科目名、問題番号（Ⅰ、Ⅱなど）、問いの番号（問1など）が記入されているので、選択する科目の解答用紙を用いてください。
6. 計算／下書き用紙3枚が解答用紙と一緒にあります。
7. 試験中に問題冊子の印刷不明瞭、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等気がついた場合は、静かに手を挙げて監督員に知らせてください。
8. 試験終了後、監督員の指示に従って、解答冊子の表紙と4科目分の解答用紙を袋に入れてください。4科目分の解答用紙が入っていない場合、入っていない科目の点数は0点となります。
9. 問題冊子と計算／下書き用紙は持ち帰ってください。

基礎数学

I 以下の問いに答えよ. (配点 25 点)

問 1 極限 $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 - \frac{1}{x^2}\right)^x \left(1 - \frac{1}{4x^2}\right)^x \left(1 - \frac{1}{9x^2}\right)^x$ の値を求めよ.

問 2 $\Gamma(p) = \int_0^\infty e^{-x} x^{p-1} dx$ (p は正の実数) とする. $\Gamma(p+1)$ と $\Gamma(p)$ の関係式を導け. また, $\Gamma(n+1)$ ($n = 1, 2, \dots$) を n を用いて表せ.

II $\mathbf{v}_1, \mathbf{v}_2, \mathbf{v}_3$ を 3 次元線形空間 V の基底とする. 線形変換 $f: V \rightarrow V$ が

$$f(\mathbf{v}_1) = 2\mathbf{v}_1 + 2\mathbf{v}_2 + 4\mathbf{v}_3$$

$$f(\mathbf{v}_2) = -5\mathbf{v}_1 - 6\mathbf{v}_2 - 11\mathbf{v}_3$$

$$f(\mathbf{v}_3) = 3\mathbf{v}_1 + 4\mathbf{v}_2 + 7\mathbf{v}_3$$

を満たすとする. 以下の問いに答えよ. (配点 25 点)

問 1 基底 $\mathbf{v}_1, \mathbf{v}_2, \mathbf{v}_3$ に関する f の表現行列 A を求めよ.

問 2 行列 A の階数 $\text{rank } A$ を求めよ.

問 3 行列 A の固有値および固有ベクトルのうち, 最大固有値とそれに対する長さ 1 の固有ベクトルを求めよ.

問 4 f の像 $\text{Im}(f)$ の基底を $\mathbf{v}_1, \mathbf{v}_2, \mathbf{v}_3$ を用いて表せ.

基礎数学の問題は, このページで終了である.

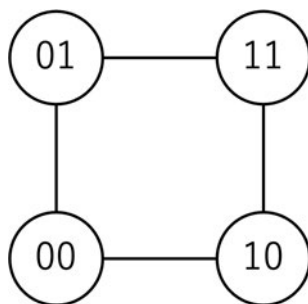
情報数学

I n を 2 以上の自然数とする. 節点集合 $V_n = \{v_i | v_i \text{ は } n \text{ 桁の 2 進数}\}$ および無向辺の集合

$$E_n = \left\{ \{v_i, v_j\} | v_i, v_j \in V_n, v_i \text{ と } v_j \text{ は第 1 桁から第 } n \text{ 桁の 1 カ所のみが異なる} \right\}$$

とする. V_n と E_n による単純無向グラフを $Q_n = G(V_n, E_n)$ とする.

例えば, Q_2 は以下の無向グラフとなり, 図中の節点 10 は第 1 桁が 0, 第 2 桁が 1 である. $\{11, 10\}$ は節点 11 と 10 の間の無向辺である.



以下の問いに答えよ. (配点 50 点)

問 1 Q_3 を図示せよ.

問 2 Q_n の節点の個数 $|V_n|$, 辺の数 $|E_n|$ を n を用いて表せ.

問 3 Q_n の節点 $o_n = 00 \cdots 0$ (すべての桁が 0 である節点) を始点とするハミルトン閉路 (すべての節点を一度だけ通る順路の閉路) を考える. ハミルトン閉路から終点 o_n を除いた順路の 1 つを P_n と表し, 対応するハミルトン閉路を H_n と表す. 例えば, H_2 をハミルトン閉路 $00, 01, 11, 10, 00$ としたとき P_2 は順路 $00, 01, 11, 10$ を表す. P_3 を 1 つ示せ.

問 4 問 3 で定義した P_n の逆周りの順路を P'_n と表し, P_n の各節点の第 $n+1$ 桁に 0 (または 1) を加えた Q_{n+1} における順路を $0P_n$ (または $1P_n$) と表す. 例えば, H_2 をハミルトン閉路 $00, 01, 11, 10, 00$ としたとき, P'_2 は順路 $10, 11, 01, 00$ を, $0P_2$ は Q_3 における順路 $000, 001, 011, 010$ をそれぞれ表す. このとき, Q_n における節点 o_n を始点とするハミルトン閉路が少なくとも 1 つ存在することを示せ.

情報数学の問題は, このページで終りである.

アルゴリズムとデータ構造

I n 個の整数が昇順で格納されている配列 A の中から、与えられた整数 k の出現回数を求めたい。例えば、 $A = \{1, 2, 2, 2, 3, 3\}$ のとき、 $k = 2$ の出現回数は 3 であり、 $k = 4$ の出現回数は 0 である。ただし、 $n > 0$ とする。以下の問いに答えよ。（配点 50 点）

問 1 配列 A に格納されているすべての整数を一つずつ整数 k と比較することで、 k の出現回数を求めるアルゴリズムの時間計算量を、 n を用いたオーダー記法で表せ。

問 2 二分探索によって配列 A の中から整数 k の出現位置を一箇所特定し、その位置から配列の先頭方向、末尾方向それぞれに向かって k の並びを数えることで、 k の出現回数を求めるアルゴリズムを考える。

- (1) k の出現回数が n と比べて十分に小さい定数とみなせるときの時間計算量を、 n を用いたオーダー記法で表せ。
- (2) (1) の条件が成り立たず、この方法において時間計算量が最悪となるような配列 A と整数 k の組み合わせの例を一つ挙げよ。
- (3) (1) の条件が成り立たない場合の最悪時間計算量を、 n を用いたオーダー記法で表せ。

問3 配列 A の中での整数 k の最初の出現位置と、 k の並びが終わって次の数が出現する位置 (k が配列の末尾まで続く場合は配列の終端) が分かれば、その差から k の出現回数が得られる。このアルゴリズムを C 言語で記述するために、まず、長さ n の配列 A と整数 m が与えられたとき、 $m \leq A[i]$ を満たす最小の i を求める関数 $\text{binsearch}(n, A, m)$ を次のように定義する。

```
int binsearch(int n, int A[], int m) {
    if (m <= A[0]) return 0;
    if (A[n - 1] < m) return n;
    int left = 0;
    int right = n - 1;
    while (left <= right) {
        int idx = (left + right) / 2;
        if (A[idx] < m) left = idx + 1;
        else if (A[idx - 1] < m) return (ア);
        else right = idx - 1;
    }
    return left;
}
```

これを用いて、長さ n の配列 A の中から整数 k の出現回数を求める関数 $\text{freq}(n, A, k)$ を次のように定義する。

```
int freq(int n, int A[], int k) {
    int left = binsearch(n, A, k);
    int right = binsearch(n, A, (イ));
    return (ウ);
}
```

- (1) 空欄 (ア) ~ (ウ) に入る式をそれぞれ答えよ。
- (2) 関数 freq の時間計算量を、 n を用いたオーダー記法で表せ。

アルゴリズムとデータ構造の問題は、このページで終りである。

データベース工学

I 書籍を管理するデータ book を考える．book は以下の四つの情報を含む．

- author
- title
- publisher
- year

author は書籍の著者である．title は書籍名，publisher は出版社，year は書籍の刊行年である．1 冊の書籍の著者が複数のこともある．同一著者が複数の書籍の著者であることもある．同じ書籍名で別の著者のこともある．また，著者と書籍名が同じでも刊行年が異なることもある．このとき，以下の問いに答えよ．（配点 50 点）

問 1 データ book を関係データベースで管理するとき，格納するテーブルの定義を SQL により表せ．正規化，テーブル分割，サロゲートキー（もとのデータにはない主キーに相当する属性）を考慮しなくてもよい．

問 2 次の書籍情報を管理するデータ book を JSON 形式で表せ．

著者が“佐藤一子，鈴木次郎”，書籍名が“はじめてのデータベース”，出版社が“未来大学出版会”，刊行年が 2024 の書籍

問 3 関係データモデルのような標準化された形式をもつデータに対して，JSON 形式のようなデータ構造をなんと呼ぶか，答えよ．

問 4 データを関係データベースで管理する場合と，JSON 形式で管理する場合との違いを，データ構造の違いに着目して，それぞれの利点，欠点がわかるように説明せよ．

データベース工学の問題は，このページで終りである．

令和8年度 大学院博士(前期)課程入学者選抜学力試験

A日程

メディアデザイン領域

専 門 科 目

[90分]

注 意 事 項

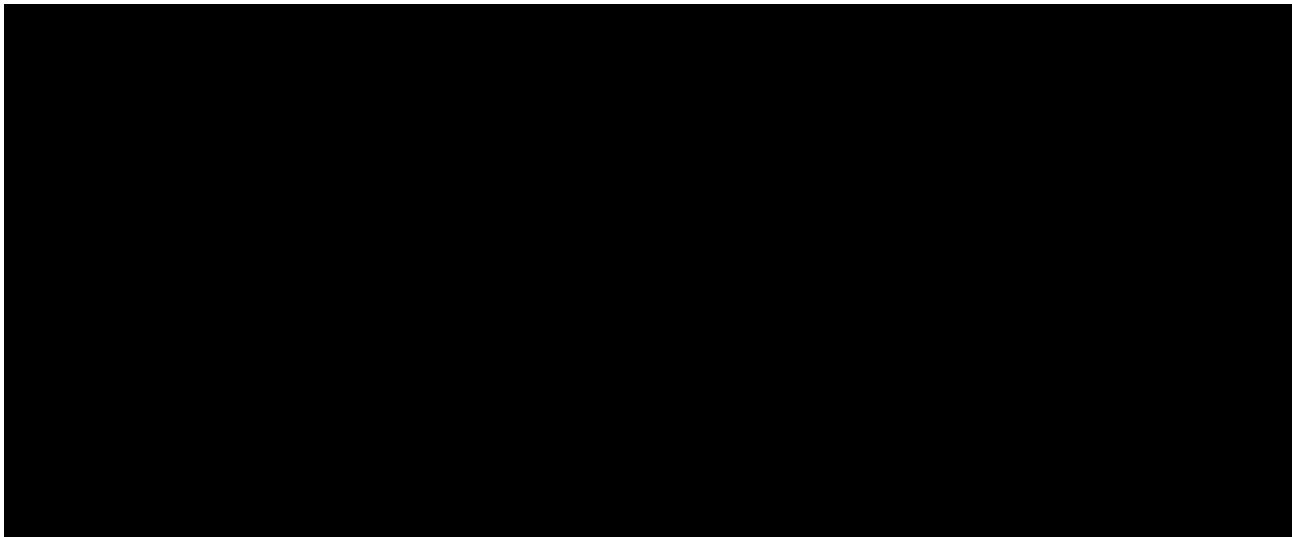
1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かないでください。
2. 出題科目およびページは、下表のとおりです。問題ごとに配点が記されています。

出 題 科 目	ペ ー ジ	問題数	注 意
情 報 デ ザ イ ン	1	1 問	左の4科目のうちから3科目を選択し、解答してください。
ヒューマンインタフェース	2	1 問	
認 知 心 理 学	3	1 問	
アルゴリズムとデータ構造	5 ～ 6	1 問	

3. 解答冊子の表紙の所定欄に氏名と受験番号をはっきりと記入してください。さらに、選択した科目名の選択欄に○印を記入してください。○印のついた3科目のみ採点します。
4. 解答用紙は4科目分がそれぞれ綴じてあります。解答に用いなかった解答用紙も含め、すべての解答用紙1枚目の所定欄に受験番号をはっきりと記入してください。
5. 解答用紙には、科目名、問題番号（Ⅰ、Ⅱなど）、問いの番号（問1など）が記入されているので、選択する科目の解答用紙を用いてください。
6. 計算／下書き用紙3枚と下書き用原稿用紙1枚が解答用紙と一緒にあります。
7. 試験中に問題冊子の印刷不明瞭、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等気がついた場合は、静かに手を挙げて監督員に知らせてください。
8. 試験終了後、監督員の指示に従って、解答冊子の表紙と4科目分の解答用紙を袋に入れてください。4科目分の解答用紙が入っていない場合、入っていない科目の点数は0点となります。
9. 問題冊子と計算／下書き用紙、下書き用原稿用紙は持ち帰ってください。

情報デザイン

- I 表は第 28 回全国菓子大博覧会・北海道「全国スイーツマーケット 販売商品一覧」を一部抜粋，改変したものである．この表に関して以下の問いに答えよ．（配点 50 点）



- 問 1 表の菓子 A～F の並びを変更するにあたり，リチャード・ソール・ワーマンが提唱した情報整理の基準「LATCH（5つの帽子掛け：場所，アルファベット（50 音），時間，カテゴリー，階層）」を適用する場合，一意に順序を定めることが可能な基準の例を，以下の解答例以外に 5 つ挙げよ．

解答例：都道府県の場所の順

- 問 2 表の内容をもとに D の菓子の特長を想像により設定し，20 字以内で述べよ．

- 問 3 問 2 で設定した特長について，来場者に推薦するためのピクトグラムのデザイン案を手書きで表現せよ．ただし，以下の解答方法に従うこと．

解答方法

- 解答用紙の「デザイン案」の枠の中に，ピクトグラムのデザイン案を表現すること．
- 注釈や補足説明を「デザイン案」の枠外に記述し，引き出し線を用いて枠内の要素との対応を示すこと．

情報デザインの問題は，このページで終りである．

ヒューマンインタフェース

I 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。（配点 50 点）

視覚情報に加えて、触覚的アフォーダンス（振動や圧力などの触覚フィードバックを通じて「操作可能性」や「操作完了感」をユーザに知覚させる手がかり）を用いることで、ユーザインタフェースがより直感的かつ信頼性の高い操作を可能にする場合がある。この概念は、ノーマン（Donald A. Norman）による知覚アフォーダンスの考え方を拡張したものであり、視覚に頼れない状況下や触覚中心のインタラクションが求められる場面において注目されている。特に、視覚や聴覚に制約のあるユーザ、あるいは複雑な環境（移動中、暗所、AR/VR 空間など）において、その効果が期待されている。

問 1 触覚的アフォーダンスを活用した支援方法を一つ提案し、その意図を説明せよ。ただし、以下の観点をすべて含めること。記述形式は文章形式でも箇条書き形式でもよい。

- 想定する利用者または使用状況
- その利用者や状況における課題
- 触覚的アフォーダンスを用いた支援の方法と、その期待される効果または目的

問 2 問 1 で提案した支援方法の有効性を検証するための実験計画を作成せよ。ただし、以下の観点をすべて含めること。記述形式は文章形式でも箇条書き形式でもよい。

- 研究目的と仮説
- 比較条件の設計（触覚フィードバックの有無、ユーザ属性や環境の違いなど）
- 実験に用いるタスクと使用デバイス
- 測定指標（定量的・定性的）
- 実験手順（実施環境、条件制御など）
- 得られる知見と、UI/UX 設計への応用可能性

ヒューマンインタフェースの問題は、このページで終りである。

認知心理学

I 「青」という色単語が「赤色」のインクで印刷されているときに単語のインクの色を赤と口頭で答えるのは、「赤色」のインクで印刷された「赤」という色単語や「赤色」の正方形を赤と口頭で答えるよりも時間がかかる。このように、文字の色とは不一致な単語の意味が色の処理過程に何らかの妨害効果を及ぼすことをストループ効果 (Stroop effect) という。ストループ効果を検証する心理学実験を行うとする。その実験の計画を、以下の項目をすべて含めて具体的に記述せよ。（配点 50 点）

- (1) 実験装置・材料
- (2) 実験デザイン（実験条件の設定など）
- (3) 実験手続き
- (4) 分析方法（どのような統計検定を行うのかなど）

認知心理学の問題は、このページで終りである。

(このページは白紙である)

アルゴリズムとデータ構造

- I** n 個の整数が昇順で格納されている配列 A の中から、与えられた整数 k の出現回数を求めたい。例えば、 $A = \{1, 2, 2, 2, 3, 3\}$ のとき、 $k = 2$ の出現回数は 3 であり、 $k = 4$ の出現回数は 0 である。ただし、 $n > 0$ とする。以下の問いに答えよ。（配点 50 点）

問 1 配列 A に格納されているすべての整数を一つずつ整数 k と比較することで、 k の出現回数を求めるアルゴリズムの時間計算量を、 n を用いたオーダー記法で表せ。

問 2 二分探索によって配列 A の中から整数 k の出現位置を一箇所特定し、その位置から配列の先頭方向、末尾方向それぞれに向かって k の並びを数えることで、 k の出現回数を求めるアルゴリズムを考える。

- (1) k の出現回数が n と比べて十分に小さい定数とみなせるときの時間計算量を、 n を用いたオーダー記法で表せ。
- (2) (1) の条件が成り立たず、この方法において時間計算量が最悪となるような配列 A と整数 k の組み合わせの例を一つ挙げよ。
- (3) (1) の条件が成り立たない場合の最悪時間計算量を、 n を用いたオーダー記法で表せ。

問3 配列 A の中での整数 k の最初の出現位置と、 k の並びが終わって次の数が出現する位置 (k が配列の末尾まで続く場合は配列の終端) が分かれば、その差から k の出現回数が得られる。このアルゴリズムを C 言語で記述するために、まず、長さ n の配列 A と整数 m が与えられたとき、 $m \leq A[i]$ を満たす最小の i を求める関数 $\text{binsearch}(n, A, m)$ を次のように定義する。

```
int binsearch(int n, int A[], int m) {
    if (m <= A[0]) return 0;
    if (A[n - 1] < m) return n;
    int left = 0;
    int right = n - 1;
    while (left <= right) {
        int idx = (left + right) / 2;
        if (A[idx] < m) left = idx + 1;
        else if (A[idx - 1] < m) return (ア);
        else right = idx - 1;
    }
    return left;
}
```

これを用いて、長さ n の配列 A の中から整数 k の出現回数を求める関数 $\text{freq}(n, A, k)$ を次のように定義する。

```
int freq(int n, int A[], int k) {
    int left = binsearch(n, A, k);
    int right = binsearch(n, A, (イ));
    return (ウ);
}
```

- (1) 空欄 (ア) ~ (ウ) に入る式をそれぞれ答えよ。
- (2) 関数 freq の時間計算量を、 n を用いたオーダー記法で表せ。

アルゴリズムとデータ構造の問題は、このページで終りである。

令和8年度 大学院博士(前期)課程入学者選抜学力試験

A日程

複雑系情報科学領域

専 門 科 目

[90分]

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かないでください。
2. 出題科目およびページは、下表のとおりです。問題ごとに配点が記されています。

出 題 科 目	ペ ー ジ	問題数	注 意
基 礎 数 学	1	2 問	左の4科目のうちから3科目を選択し、解答してください。
情 報 数 学	2	1 問	
応 用 数 学	3	1 問	
アルゴリズムとデータ構造	5 ～ 6	1 問	

3. 解答冊子の表紙の所定欄に氏名と受験番号をはっきりと記入してください。さらに、選択した科目名の選択欄に○印を記入してください。○印のついた3科目のみ採点します。
4. 解答用紙は4科目分がそれぞれ綴じてあります。解答に用いなかった解答用紙も含め、すべての解答用紙1枚目の所定欄に受験番号をはっきりと記入してください。
5. 解答用紙には、科目名、問題番号（Ⅰ、Ⅱなど）、問いの番号（問1など）が記入されているので、選択する科目の解答用紙を用いてください。
6. 計算／下書き用紙3枚が解答用紙と一緒にあります。
7. 試験中に問題冊子の印刷不明瞭、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等気がついた場合は、静かに手を挙げて監督員に知らせてください。
8. 試験終了後、監督員の指示に従って、解答冊子の表紙と4科目分の解答用紙を袋に入れてください。4科目分の解答用紙が入っていない場合、入っていない科目の点数は0点となります。
9. 問題冊子と計算／下書き用紙は持ち帰ってください。

基礎数学

I 以下の問いに答えよ. (配点 25 点)

問 1 極限 $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 - \frac{1}{x^2}\right)^x \left(1 - \frac{1}{4x^2}\right)^x \left(1 - \frac{1}{9x^2}\right)^x$ の値を求めよ.

問 2 $\Gamma(p) = \int_0^\infty e^{-x} x^{p-1} dx$ (p は正の実数) とする. $\Gamma(p+1)$ と $\Gamma(p)$ の関係式を導け. また, $\Gamma(n+1)$ ($n = 1, 2, \dots$) を n を用いて表せ.

II v_1, v_2, v_3 を 3 次元線形空間 V の基底とする. 線形変換 $f: V \rightarrow V$ が

$$f(v_1) = 2v_1 + 2v_2 + 4v_3$$

$$f(v_2) = -5v_1 - 6v_2 - 11v_3$$

$$f(v_3) = 3v_1 + 4v_2 + 7v_3$$

を満たすとする. 以下の問いに答えよ. (配点 25 点)

問 1 基底 v_1, v_2, v_3 に関する f の表現行列 A を求めよ.

問 2 行列 A の階数 $\text{rank } A$ を求めよ.

問 3 行列 A の固有値および固有ベクトルのうち, 最大固有値とそれに対する長さ 1 の固有ベクトルを求めよ.

問 4 f の像 $\text{Im}(f)$ の基底を v_1, v_2, v_3 を用いて表せ.

基礎数学の問題は, このページで終了である.

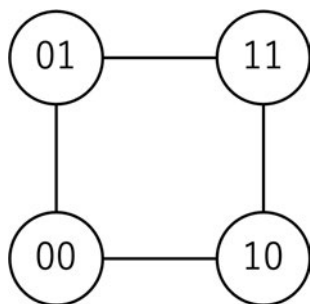
情報数学

I n を 2 以上の自然数とする. 節点集合 $V_n = \{v_i | v_i \text{ は } n \text{ 桁の 2 進数}\}$ および無向辺の集合

$$E_n = \left\{ \{v_i, v_j\} | v_i, v_j \in V_n, v_i \text{ と } v_j \text{ は第 1 桁から第 } n \text{ 桁の 1 カ所のみが異なる} \right\}$$

とする. V_n と E_n による単純無向グラフを $Q_n = G(V_n, E_n)$ とする.

例えば, Q_2 は以下の無向グラフとなり, 図中の節点 10 は第 1 桁が 0, 第 2 桁が 1 である. $\{11, 10\}$ は節点 11 と 10 の間の無向辺である.



以下の問いに答えよ. (配点 50 点)

問 1 Q_3 を図示せよ.

問 2 Q_n の節点の個数 $|V_n|$, 辺の数 $|E_n|$ を n を用いて表せ.

問 3 Q_n の節点 $o_n = 00 \cdots 0$ (すべての桁が 0 である節点) を始点とするハミルトン閉路 (すべての節点を一度だけ通る順路の閉路) を考える. ハミルトン閉路から終点 o_n を除いた順路の 1 つを P_n と表し, 対応するハミルトン閉路を H_n と表す. 例えば, H_2 をハミルトン閉路 $00, 01, 11, 10, 00$ としたとき P_2 は順路 $00, 01, 11, 10$ を表す. P_3 を 1 つ示せ.

問 4 問 3 で定義した P_n の逆周りの順路を P'_n と表し, P_n の各節点の第 $n+1$ 桁に 0 (または 1) を加えた Q_{n+1} における順路を $0P_n$ (または $1P_n$) と表す. 例えば, H_2 をハミルトン閉路 $00, 01, 11, 10, 00$ としたとき, P'_2 は順路 $10, 11, 01, 00$ を, $0P_2$ は Q_3 における順路 $000, 001, 011, 010$ をそれぞれ表す. このとき, Q_n における節点 o_n を始点とするハミルトン閉路が少なくとも 1 つ存在することを示せ.

情報数学の問題は, このページで終りである.

応用数学

I k を 0 以上の整数とし、確率変数 X の確率関数 $f(k)$ を

$$P(X = k) = f(k) = A \frac{1}{k!} \lambda^k$$

とする。ただし、 λ は正の実数、 A は k によらない正の定数である。

以下の問いに答えよ。（配点 50 点）

問 1 定数 A を λ を用いて表せ。

問 2 t は実数とする。問 1 で求めた A を用いて、 X の確率母関数 $\psi(t)$ が以下の式になることを示せ。

$$\psi(t) = E[t^X] = \sum_{k=0}^{\infty} t^k f(k) = e^{\lambda(t-1)}$$

問 3 問 2 の $\psi(t)$ を用いて、1 次の積率 $E[X]$ 、2 次の積率 $E[X^2]$ 、3 次の積率 $E[X^3]$ を、それぞれ λ を用いて表せ。さらに、得られた積率を用いて分散 $V[X]$ および歪度 $S[X]$ を、それぞれ λ を用いて表せ。

$$\text{ただし、} S[X] = \frac{E[(X - E[X])^3]}{V[X]^{\frac{3}{2}}} \text{ で与えられる。}$$

応用数学の問題は、このページで終りである。

(このページは白紙である)

アルゴリズムとデータ構造

I n 個の整数が昇順で格納されている配列 A の中から、与えられた整数 k の出現回数を求めたい。例えば、 $A = \{1, 2, 2, 2, 3, 3\}$ のとき、 $k = 2$ の出現回数は 3 であり、 $k = 4$ の出現回数は 0 である。ただし、 $n > 0$ とする。以下の問いに答えよ。（配点 50 点）

問 1 配列 A に格納されているすべての整数を一つずつ整数 k と比較することで、 k の出現回数を求めるアルゴリズムの時間計算量を、 n を用いたオーダー記法で表せ。

問 2 二分探索によって配列 A の中から整数 k の出現位置を一箇所特定し、その位置から配列の先頭方向、末尾方向それぞれに向かって k の並びを数えることで、 k の出現回数を求めるアルゴリズムを考える。

- (1) k の出現回数が n と比べて十分に小さい定数とみなせるときの時間計算量を、 n を用いたオーダー記法で表せ。
- (2) (1) の条件が成り立たず、この方法において時間計算量が最悪となるような配列 A と整数 k の組み合わせの例を一つ挙げよ。
- (3) (1) の条件が成り立たない場合の最悪時間計算量を、 n を用いたオーダー記法で表せ。

問3 配列 A 中での整数 k の最初の出現位置と、 k の並びが終わって次の数が出現する位置 (k が配列の末尾まで続く場合は配列の終端) が分かれば、その差から k の出現回数が得られる。このアルゴリズムを C 言語で記述するために、まず、長さ n の配列 A と整数 m が与えられたとき、 $m \leq A[i]$ を満たす最小の i を求める関数 $\text{binsearch}(n, A, m)$ を次のように定義する。

```
int binsearch(int n, int A[], int m) {
    if (m <= A[0]) return 0;
    if (A[n - 1] < m) return n;
    int left = 0;
    int right = n - 1;
    while (left <= right) {
        int idx = (left + right) / 2;
        if (A[idx] < m) left = idx + 1;
        else if (A[idx - 1] < m) return (ア);
        else right = idx - 1;
    }
    return left;
}
```

これを用いて、長さ n の配列 A の中から整数 k の出現回数を求める関数 $\text{freq}(n, A, k)$ を次のように定義する。

```
int freq(int n, int A[], int k) {
    int left = binsearch(n, A, k);
    int right = binsearch(n, A, (イ));
    return (ウ);
}
```

- (1) 空欄 (ア) ~ (ウ) に入る式をそれぞれ答えよ。
- (2) 関数 freq の時間計算量を、 n を用いたオーダー記法で表せ。

アルゴリズムとデータ構造の問題は、このページで終りである。

令和8年度 大学院博士(前期)課程入学者選抜学力試験

A日程

知能情報科学領域

専 門 科 目

[90分]

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かないでください。
2. 出題科目およびページは、下表のとおりです。問題ごとに配点が記されています。

出 題 科 目	ペ ー ジ	問題数	注 意
基 礎 数 学	1	2 問	左の4科目のうちから3科目を選択し、解答してください。
情 報 数 学	2	1 問	
人 工 知 能	3 ～ 4	1 問	
アルゴリズムとデータ構造	5 ～ 6	1 問	

3. 解答冊子の表紙の所定欄に氏名と受験番号をはっきりと記入してください。さらに、選択した科目名の選択欄に○印を記入してください。○印のついた3科目のみ採点します。
4. 解答用紙は4科目分がそれぞれ綴じてあります。解答に用いなかった解答用紙も含め、すべての解答用紙1枚目の所定欄に受験番号をはっきりと記入してください。
5. 解答用紙には、科目名、問題番号（Ⅰ、Ⅱなど）、問いの番号（問1など）が記入されているので、選択する科目の解答用紙を用いてください。
6. 計算／下書き用紙3枚が解答用紙と一緒にあります。
7. 試験中に問題冊子の印刷不明瞭、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等気がついた場合は、静かに手を挙げて監督員に知らせてください。
8. 試験終了後、監督員の指示に従って、解答冊子の表紙と4科目分の解答用紙を袋に入れてください。4科目分の解答用紙が入っていない場合、入っていない科目の点数は0点となります。
9. 問題冊子と計算／下書き用紙は持ち帰ってください。

基礎数学

I 以下の問いに答えよ. (配点 25 点)

問 1 極限 $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 - \frac{1}{x^2}\right)^x \left(1 - \frac{1}{4x^2}\right)^x \left(1 - \frac{1}{9x^2}\right)^x$ の値を求めよ.

問 2 $\Gamma(p) = \int_0^\infty e^{-x} x^{p-1} dx$ (p は正の実数) とする. $\Gamma(p+1)$ と $\Gamma(p)$ の関係式を導け. また, $\Gamma(n+1)$ ($n = 1, 2, \dots$) を n を用いて表せ.

II $\mathbf{v}_1, \mathbf{v}_2, \mathbf{v}_3$ を 3 次元線形空間 V の基底とする. 線形変換 $f: V \rightarrow V$ が

$$f(\mathbf{v}_1) = 2\mathbf{v}_1 + 2\mathbf{v}_2 + 4\mathbf{v}_3$$

$$f(\mathbf{v}_2) = -5\mathbf{v}_1 - 6\mathbf{v}_2 - 11\mathbf{v}_3$$

$$f(\mathbf{v}_3) = 3\mathbf{v}_1 + 4\mathbf{v}_2 + 7\mathbf{v}_3$$

を満たすとする. 以下の問いに答えよ. (配点 25 点)

問 1 基底 $\mathbf{v}_1, \mathbf{v}_2, \mathbf{v}_3$ に関する f の表現行列 A を求めよ.

問 2 行列 A の階数 $\text{rank } A$ を求めよ.

問 3 行列 A の固有値および固有ベクトルのうち, 最大固有値とそれに対する長さ 1 の固有ベクトルを求めよ.

問 4 f の像 $\text{Im}(f)$ の基底を $\mathbf{v}_1, \mathbf{v}_2, \mathbf{v}_3$ を用いて表せ.

基礎数学の問題は, このページで終了である.

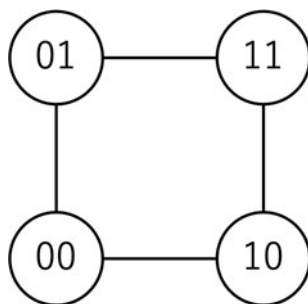
情報数学

I n を 2 以上の自然数とする. 節点集合 $V_n = \{v_i | v_i \text{ は } n \text{ 桁の 2 進数}\}$ および無向辺の集合

$$E_n = \left\{ \{v_i, v_j\} | v_i, v_j \in V_n, v_i \text{ と } v_j \text{ は第 1 桁から第 } n \text{ 桁の 1 カ所のみが異なる} \right\}$$

とする. V_n と E_n による単純無向グラフを $Q_n = G(V_n, E_n)$ とする.

例えば, Q_2 は以下の無向グラフとなり, 図中の節点 10 は第 1 桁が 0, 第 2 桁が 1 である. $\{11, 10\}$ は節点 11 と 10 の間の無向辺である.



以下の問いに答えよ. (配点 50 点)

問 1 Q_3 を図示せよ.

問 2 Q_n の節点の個数 $|V_n|$, 辺の数 $|E_n|$ を n を用いて表せ.

問 3 Q_n の節点 $o_n = 00 \cdots 0$ (すべての桁が 0 である節点) を始点とするハミルトン閉路 (すべての節点を一度だけ通る順路の閉路) を考える. ハミルトン閉路から終点 o_n を除いた順路の 1 つを P_n と表し, 対応するハミルトン閉路を H_n と表す. 例えば, H_2 をハミルトン閉路 $00, 01, 11, 10, 00$ としたとき P_2 は順路 $00, 01, 11, 10$ を表す. P_3 を 1 つ示せ.

問 4 問 3 で定義した P_n の逆周りの順路を P'_n と表し, P_n の各節点の第 $n+1$ 桁に 0 (または 1) を加えた Q_{n+1} における順路を $0P_n$ (または $1P_n$) と表す. 例えば, H_2 をハミルトン閉路 $00, 01, 11, 10, 00$ としたとき, P'_2 は順路 $10, 11, 01, 00$ を, $0P_2$ は Q_3 における順路 $000, 001, 011, 010$ をそれぞれ表す. このとき, Q_n における節点 o_n を始点とするハミルトン閉路が少なくとも 1 つ存在することを示せ.

情報数学の問題は, このページで終りである.

人工知能

- I 8パズルとは3×3のマスの目状の盤に8個の駒が置かれており、空いているマスへと上下左右の隣接する一つのマスの駒を動かしてゴールの盤面を目指すものである。ゴールの盤面を図1とし、初期盤面 S は図2とする。図3のようなゲーム木を考える。ゲーム木の各ノードは盤面を表し、エッジの横の添字は動かす駒の番号とする。図3のノード o における盤面 o を図4に示す。以下の問いに答えよ。（配点 50 点）

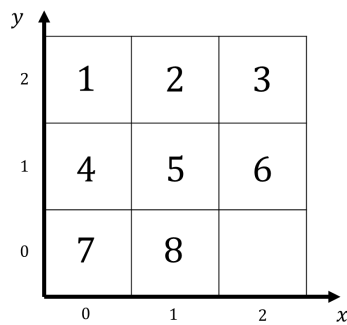


図1 ゴールの盤面

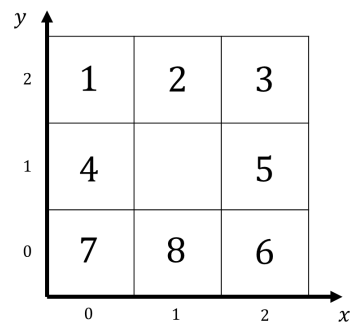


図2 初期盤面 S

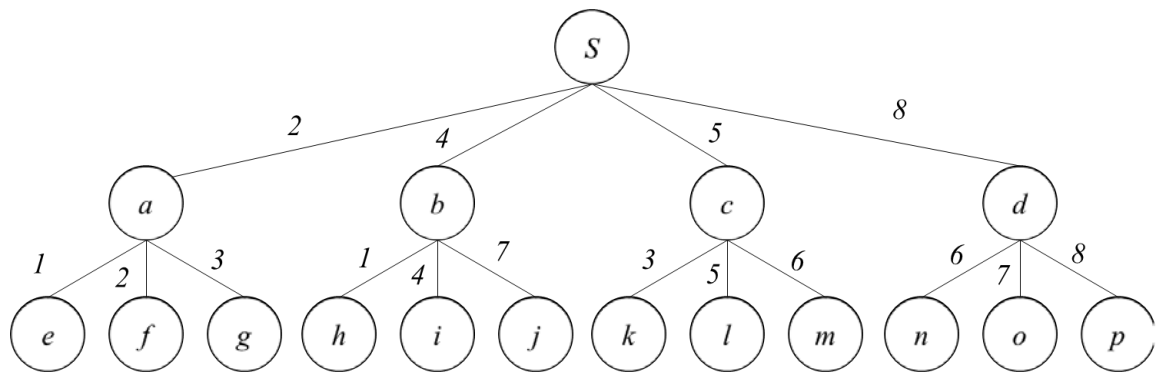


図3 ゲーム木

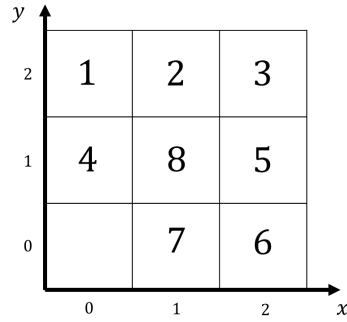


図 4 盤面 o

問 1 盤面 k を図 4 の例にならって図示せよ.

問 2 盤面 Θ における駒 i の座標を (x_i, y_i) , ゴールの盤面における駒 i の座標を (X_i, Y_i) とする. A^* 探索で用いるヒューリスティック関数 H を以下のように定める.

$$H(\Theta) = \sum_{i=1}^8 \{|x_i - X_i| + |y_i - Y_i|\}$$

例えば, 盤面 o におけるヒューリスティック関数の値は 4 となる. このとき, h, l, m の各盤面におけるヒューリスティック関数の値をそれぞれ答えよ.

問 3 幅優先探索と A^* 探索それぞれの場合の探索順序を示せ. 例えば, 探索順序が盤面 S , 盤面 a , 盤面 e の場合は $S \rightarrow a \rightarrow e$ のように表すこと. ただし, 駒を 1 回動かすコストは 1 とし, A^* 探索で用いるヒューリスティック関数は問 2 と同様とする. また, 同一の条件となる複数の盤面がある場合は, アルファベット順に探索するものとする.

問 4 8 パズルの場合, 深さ優先探索が不向きである理由を説明せよ.

人工知能の問題は, このページで終りである.

アルゴリズムとデータ構造

- I** n 個の整数が昇順で格納されている配列 A の中から、与えられた整数 k の出現回数を求めたい。例えば、 $A = \{1, 2, 2, 2, 3, 3\}$ のとき、 $k = 2$ の出現回数は 3 であり、 $k = 4$ の出現回数は 0 である。ただし、 $n > 0$ とする。以下の問いに答えよ。（配点 50 点）

問 1 配列 A に格納されているすべての整数を一つずつ整数 k と比較することで、 k の出現回数を求めるアルゴリズムの時間計算量を、 n を用いたオーダー記法で表せ。

問 2 二分探索によって配列 A の中から整数 k の出現位置を一箇所特定し、その位置から配列の先頭方向、末尾方向それぞれに向かって k の並びを数えることで、 k の出現回数を求めるアルゴリズムを考える。

- (1) k の出現回数が n と比べて十分に小さい定数とみなせるときの時間計算量を、 n を用いたオーダー記法で表せ。
- (2) (1) の条件が成り立たず、この方法において時間計算量が最悪となるような配列 A と整数 k の組み合わせの例を一つ挙げよ。
- (3) (1) の条件が成り立たない場合の最悪時間計算量を、 n を用いたオーダー記法で表せ。

問3 配列 A 中での整数 k の最初の出現位置と、 k の並びが終わって次の数が出現する位置 (k が配列の末尾まで続く場合は配列の終端) が分かれば、その差から k の出現回数が得られる。このアルゴリズムを C 言語で記述するために、まず、長さ n の配列 A と整数 m が与えられたとき、 $m \leq A[i]$ を満たす最小の i を求める関数 $\text{binsearch}(n, A, m)$ を次のように定義する。

```
int binsearch(int n, int A[], int m) {
    if (m <= A[0]) return 0;
    if (A[n - 1] < m) return n;
    int left = 0;
    int right = n - 1;
    while (left <= right) {
        int idx = (left + right) / 2;
        if (A[idx] < m) left = idx + 1;
        else if (A[idx - 1] < m) return (ア);
        else right = idx - 1;
    }
    return left;
}
```

これを用いて、長さ n の配列 A の中から整数 k の出現回数を求める関数 $\text{freq}(n, A, k)$ を次のように定義する。

```
int freq(int n, int A[], int k) {
    int left = binsearch(n, A, k);
    int right = binsearch(n, A, (イ));
    return (ウ);
}
```

- (1) 空欄 (ア) ~ (ウ) に入る式をそれぞれ答えよ。
- (2) 関数 freq の時間計算量を、 n を用いたオーダー記法で表せ。

アルゴリズムとデータ構造の問題は、このページで終りである。

