

令和6年度入学 ソフトウェア情報学研究科 博士前期課程（第2次募集）試験問題の出典
筆記試験 英語 数学 専門科目

種別	大問 番号	著者名	著作物名	書名等	版元
英語	1	Michelle Hampson	Robots Get Some Inspiration From the Moai Statues of Easter Island	2022 https://spectrum.ieee.org/ moai-statues より 一部改変	IEEE Spectrum

令和6年度
ソフトウェア情報学研究科 博士前期課程
(第2次募集)

筆記試験（英語，数学，専門科目）

注 意 事 項

1. 筆記試験は，英語，数学，専門科目からなります．試験時間は120分です．各自が時間配分をして取り組みなさい．
2. この冊子は，6ページあります．
3. 解答にあたっては，英和辞書1冊（ただし，電子辞書など電子的なものを除く）を持ち込むことができますが，常に机上で使用しなさい．
4. 英語の解答用紙1枚，数学の解答用紙2枚，専門科目の解答用紙1枚それぞれに，氏名，受験番号を必ず記入しなさい．
5. 試験終了後，問題冊子は持ち帰りなさい．

1 次の写真と文章について，以下の設問に答えなさい。

この部分の問題は、著作権の関係により公開できません。

この部分の問題は、著作権の関係により公開できません。

(Michelle Hampson, IEEE Spectrum, “Robots Get Some Inspiration From the Moai Statues of Easter Island”, 2022, < <https://spectrum.ieee.org/moai-statues> > より, 一部改変)

- [設問 1] 写真が表しているような物体の移動方法を何と呼ぶか, 本文中から英語で抜き出さない。
- [設問 2] 写真が表しているような物体の移動方法に基づき Jungwon Seo 氏の研究チームが行った研究内容の概要を, 本文をもとに日本語で答えなさい。
- [設問 3] 下線部 (1) を日本語に訳しなさい。
- [設問 4] 写真が表しているような物体の移動方法を quadrotor が実行することで, 1kg の荷物を持ち上げるための推力を何パーセント削減できたか, 本文をもとに答えなさい。
- [設問 5] 下線部 (2) を日本語に訳しなさい。

2 以下の設問に答えなさい。

※ すべての解答には詳細な導出過程も記すこと。

[設問 1] p, q を命題変数とし, $p \wedge q, p \vee q, \neg p$ はそれぞれ「 p かつ q (論理積)」、「 p または q (論理和)」、「 p でない (否定)」を表すものとする。また, 真を T, 偽を F で表すこととし, 集合 B を $B = \{F, T\}$ とする。以下の (1) と (2) の問いに答えなさい。

- (1) $B \times B$ から $B \times B \times B$ への単射となる写像は全部で何通りあるかを答えなさい。
- (2) 命題変数 p, q, r に T が 2 個以上ある場合のみ T を出力する論理関数 $f(p, q, r)$ を考える。この論理関数 $f(p, q, r)$ の真理値表を示しなさい。さらに, この論理関数 $f(p, q, r)$ を, $\wedge, \vee, \neg, p, q, r$ および優先順位を示す括弧 $(,)$ のみを用いた論理式で表しなさい。

[設問 2] 2 次の正方行列 A と, 次のような 2 次の列ベクトルが与えられている。

$$v_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad v_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad v_3 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad v_4 = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

このとき, A と v_1, v_2, v_3, v_4 は,

$$Av_1 = \begin{pmatrix} 2 \\ 0 \end{pmatrix}, \quad Av_2 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad Av_3 = \begin{pmatrix} 3 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad Av_4 = \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \end{pmatrix}$$

を満たす。以下の (1) と (2) の問いに答えなさい。

- (1) v_1, v_2, v_3, v_4 の中で, A の固有ベクトルであるものをすべて答えなさい。さらに, 対応する固有値も求めなさい。
- (2) $A = PBP^{-1}$ を満たす 2 次の対角行列 B と正則行列 P を求めなさい。

[設問 3] 次の関数 $f(x)$ について、以下の (1) と (2) の問いに答えなさい。

$$f(x) = \theta e^{-\theta x} \quad (x \geq 0, \theta > 0)$$

(1) $\int_0^{\infty} f(x) dx$ を求めなさい。

(2) $\int_0^{\infty} x f(x) dx$ を求めなさい。

[設問 4] 学生数が多い S 大学に在籍する学生の県内出身者の比率を調べるため、学生 400 人を無作為に選んで確認したところ、200 人が県内出身者であった。このとき、以下の (1) と (2) の問いに答えなさい。ただし、確率の近似計算には、表 1 に示す標準正規分布の上側パーセント点を用いなさい。

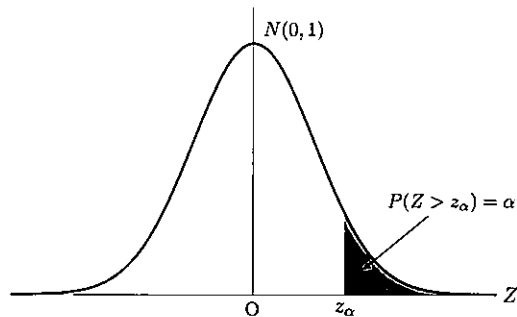


表 1 標準正規分布の上側パーセント点

α	0.050	0.025	0.010
z_{α}	1.65	1.96	2.33

(1) S 大学に在籍する学生の県内出身者の比率 p の 95%信頼区間を求めなさい。

(2) S 大学に在籍する学生の県内出身者の比率 p は 40%より大きいと判断してよいかどうかを、有意水準 1%で検定しなさい。

3 以下の設問に答えなさい。

アルゴリズム A, B は、それぞれ、二分探索アルゴリズムと、正の平方根の整数部を求めるアルゴリズムである。以下の問いに答えなさい。なお、実数 c に対して、 c を超えない最大の整数を $\lfloor c \rfloor$ と表す。また、アルゴリズム中の $x \leftarrow e$ は、式 e の評価値を変数 x に代入することを表す。

アルゴリズム A:

入力: 昇順に整列された大きさ n の配列 a と探索する値 x

出力: $a[i] = x$ となる i が存在するときは i , そうでないときは NO

手続き: 次の 1~3 を順次に実行する

1. $L \leftarrow 0, R \leftarrow n - 1$ とする
2. $L \leq R$ が成り立つ間、次の (a)~(d) を繰り返す
 - (a) $m \leftarrow \left\lfloor \frac{L+R}{2} \right\rfloor$ とする
 - (b) $a[m] = x$ のとき、 m を出力して、手続きを終了する
 - (c) $a[m] > x$ のとき、 $R \leftarrow m - 1$ とする
 - (d) $a[m] < x$ のとき、 $L \leftarrow m + 1$ とする
3. NO を出力する

アルゴリズム B:

入力: 2 以上の整数 n

出力: n の正の平方根の整数部 $\lfloor \sqrt{n} \rfloor$

手続き: 次の 1~3 を順次に実行する

1. $L \leftarrow 0, R \leftarrow n - 1$ とする
2. $L \leq R$ が成り立つ間、次の (a)~(d) を繰り返す
 - (a) $m \leftarrow \left\lfloor \frac{L+R}{2} \right\rfloor$ とする
 - (b) (ア) のとき、 m を出力して、手続きを終了する
 - (c) (イ) のとき、 $R \leftarrow m - 1$ とする
 - (d) (ウ) のとき、 $L \leftarrow m + 1$ とする
3. (エ) を出力する

[設問 1] 大きさ 10 の次の配列 a をアルゴリズム A に従い二分探索することを考える。

i	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$a[i]$	9	34	41	42	45	53	67	74	78	80

探索する値を x とすると、例えば $x = 74$ のとき、変数 m の値は、 $4 \rightarrow 7$ と変化して、最終的に 7 が出力される。この例にならい、以下の (1)~(3) の問いに答えなさい。

- (1) $x = 67$ を探索するとき、変数 m の変化と、出力を答えなさい。
- (2) $x = 41$ を探索するとき、変数 m の変化と、出力を答えなさい。
- (3) $x = 35$ を探索するとき、変数 m の変化と、出力を答えなさい。

[設問 2] 大きさ n の整数の配列 a に昇順にデータが格納されているとする ($n \geq 1$)。

すなわち、 $0 \leq i < j \leq n-1$ ならば $a[i] < a[j]$ とする。このとき、 $m = \left\lfloor \frac{n-1}{2} \right\rfloor$ とし、整数 x に対して $a[m] < x$ のとき、正しい命題を次の (a)~(d) の中から選びなさい。また、その命題を証明しなさい。

- (a) $m+1 \leq i \leq n-1$ となる整数 i が存在して $a[i] = x$ となる。
- (b) $0 \leq i \leq m$ となるすべての整数 i に対して $a[i] \neq x$ となる。
- (c) $m \leq i \leq n-1$ となるすべての整数 i に対して $a[i] \neq x$ となる。
- (d) $0 \leq i < m$ となる整数 i が存在して $a[i] = x$ となる。

[設問 3] アルゴリズム B の空欄 (ア) ~ (エ) に当てはまる式を答えなさい。なお、例えば、アルゴリズム B は、8 を与えると 2 を、9 を与えると 3 を、それぞれ出力する。