

2023年度
立教大学大学院人工知能科学研究科博士課程前期課程 入学試験

筆記試験問題
試験時間 120分

注意

- 試験開始の指示があるまでこの問題冊子を開いてはいけません。
- この問題冊子は7ページまでとなっています。試験開始後、ただちにページ数を確認してください。問題番号は1～5となっています。
- 配られた全ての解答用紙に**氏名**を記入してください。
- 解答は解答用紙の指定された解答欄に記入してください。
- 質問がある場合は挙手して試験監督者に伝えてください。
- この問題冊子は持ち帰ってください。

1.

下に示す (1) から (8) の問いに答えよ。解答は解答用紙の所定の欄に日本語で記せ。解答に至った過程も簡潔に記すこと。

(1) $6^{\frac{1}{3}} \times 9^{\frac{1}{6}} \times 36^{-\frac{1}{3}} \times 216^{\frac{1}{9}}$ を計算して簡略化せよ。

(2) ある数 x を二進数で表すと 1001 であった。このとき $\log_2 x$ を求めよ。ただし $\log_2 3 = 1.58$ を用いて良い。

(3) 三角形 ABC の三辺の長さが $AB = 13$ 、 $BC = 5$ 、 $AC = 9\sqrt{2}$ であるとする。このときベクトルの内積 $\vec{BA} \cdot \vec{BC}$ を求めよ。また角度 $\angle ABC$ は 90° より大きいか小さいかのどちらであるか、理由とともに答えよ。

(4) カードの形をしたくじを考える。このカード全体のうち 9 割は白色で、残りは金色である。この金色カードの一部だけが当たりくじである。またこれまでのデータから、このくじをランダムに引いた際に、金色の当たりカードを引く確率は 0.05 であることが分かっている。そこで、このくじで引いたカードが金色であった状況を考える。このとき、その金色のカードが当たりである確率を求めよ。

(5) $25!$ は何回 2 で割り切れるか答えよ。また $25!$ の末尾には何個 0 が連続して続くか答えよ。

(6) 1 から 200 の連続する整数のうち、2 の倍数あるいは 7 の倍数で、かつ 5 の倍数ではないものは何個あるか答えよ。

(7) 変数 x が $0 \leq x \leq 2$ の範囲を動くことができるとき

$$f(x) = \frac{1}{3}x^3 - \frac{3}{2}x^2 + 2x + 1$$

の最小値を求めよ。

(8) 変数 x が実数全体を動くことができるとき

$$g(x) = |x| + \frac{1}{2}(x - 2)^2$$

の最小値を求めよ。

2.

下に示す (1) から (6) の問いに答えよ。解答は解答用紙の所定の欄に日本語で記せ。解答に至った過程も簡潔に記すこと。

(1) x の関数 $f(x) = x^3 + ax^2 + bx + c$ は原点 $(0, 0)$ と点 $(1, 0)$ を通り、その導関数 $f'(x)$ が $f'(0) = 0$ を満たすとする。このとき、係数 a, b, c の値をそれぞれ求め、関数 f の式を書け。さらに、その結果得られた関数 f と直線 $y = 0$ (ただし、 $0 \leq x \leq 1$) によって囲まれる部分の面積 S を求めよ。

(2) 正四面体の形をしたサイコロを考える。その4つの面のそれぞれには1から4までの自然数が1つずつ書かれている。このサイコロを投げると4つの面はそれぞれ等確率 $1/4$ で底面になって止まる。このとき、このサイコロを5回投げると、サイコロが止まったときの底面の数が5個決まる。それらの積が3の倍数である確率 p を求めよ。

(3) x の関数 $f(x) = x(x-1)(x-2)(x-3)\cdots(x-10)$ を考える。このとき、 $x = 10$ における f の微分係数 $f'(10)$ を求めよ。

(4) 人間 A がコンピュータ B と将棋をする。その最中に1度だけ休憩が入り、人間 A におやつが出ることもある。過去の対戦成績から、表に示す同時確率分布が分かっている。たとえば、「おやつが出る、かつ、人間 A が勝つ」が起こる確率は0.5である。このとき、「おやつが出ると分かっている時に人間 A が勝つ確率 p 」と「おやつが出ないと分かっている時に人間 A が勝つ確率 q 」をそれぞれ計算し、どちらが大きいかを答えよ。

	おやつが出る	おやつが出ない
人間 A が勝つ	0.5	0.1
コンピュータ B が勝つ	0.3	0.1

(5) 2つのベクトル

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} \cos 2\theta \\ \sin \theta \end{bmatrix}, \quad \mathbf{y} = \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$$

が直交するような θ の値を内積を使って求めよ。ただし、 $0 \leq \theta \leq \pi/2$ とする。

(6) ベクトル

$$\mathbf{v} = \begin{bmatrix} 2v_1 \\ v_2 \\ \sqrt{\alpha} \end{bmatrix}$$

の大きさが $\sqrt{3}$ になるように正の実数 α の値を定めよ。ここで、実数 x に対して

$$v_1 = \int_0^1 \operatorname{Im}[f(x)] dx, \quad v_2 = \int_0^1 \operatorname{Re}[f(x)] dx, \quad f(x) = \frac{\alpha}{2} \cdot \frac{(3x^2 - 2) + i(3x^2 + 2)}{1 - i}, \quad i = \sqrt{-1}$$

であり、 $\operatorname{Re}[z], \operatorname{Im}[z]$ は複素数 z の実部と虚部をそれぞれ表す。

3.

統計学を説明するための逸話として、しばしば「パンの重さの誤魔化し」という題材が用いられてきた。パンは生活に関わる重要な関心事だったからである。ちなみに英語で baker's dozen (パン屋の1ダース) という単位は、12ではなく13を指す。13世紀イギリスにおいて、ヘンリー3世はパンの重さの誤魔化しを厳しく取り締まった。そこで客から間違えて重さの誤魔化しを告発されないよう、1個おまけを加えて1ダースとして販売していたのがこの表現の起源だという説もある。

さて、下の(1)と(2)の問いに答えよ。解答は解答用紙の所定の欄に日本語で記せ。

(1) ある統計学者の勤務する大学の近くにパン屋がある。このパン屋で最近、一個100gとされている新商品のパンが発売された。そこで統計学者はそのパンを10個買い、研究室で重さを測ってみることにした。このようにして得られたパンの重さはgを単位に以下の通りであった。

101 95 101 101 101 101 95 89 108 98

(1-1) 85から115までの区間を幅6刻みで5つの階級に分け、度数分布表を作り、ヒストグラムを作図せよ。

(1-2) パンの重さの標本平均を計算せよ。

(1-3) パンの重さの標本分散を計算せよ。

(2) ところでこれまでの統計学者の調査により、このパン屋の作るパンの重さは標準偏差5gの正規分布に従ってバラつくことがわかっている。統計学者はこの新商品の重さが実は100gではなく、より軽い重さを狙って作られているのではないかと疑っている。そこでよりたくさんのパンを買い、「データから得られた平均値が、真の正規分布の平均値と1g以上違わない」ということを95%以上の確率で正しいと結論づけたい。そのためには合計幾つ以上のパンを買えば良いか？ただし、標準正規分布に従う統計量 Z について、95%信頼区間が $-1.96 \leq Z \leq 1.96$ となることを使ってよい。

4.

The following text is an excerpt from Section 2.1, Ethics of Artificial Intelligence and Robotics, by Vincent C. Müller (2020) in Stanford Encyclopedia of Philosophy. Please write down your answers to Question (1) in English and to Questions (2) and (3) in Japanese in the designated fields on the answer sheet.

The digital sphere has widened greatly: All data collection and storage is now digital, our lives are increasingly digital, most digital data is connected to a single Internet, and there is more and more sensor technology in use that generates data about non-digital aspects of our lives. AI increases both the possibilities of intelligent data collection and the possibilities for data analysis. This applies to blanket surveillance of whole populations as well as to classic targeted surveillance. In addition, much of the data is traded between agents, usually for a fee.

At the same time, controlling who collects which data, and who has access, is much harder in the digital world than it was in the analogue world of paper and telephone calls. Many new AI technologies amplify the known issues. For example, face recognition in photos and videos allows identification and thus profiling and searching for individuals (Whittaker et al. 2018: 15ff). This continues using other techniques for identification, e.g., “device fingerprinting”, which are commonplace on the Internet (sometimes revealed in the “privacy policy”). The result is that “In this vast ocean of data, there is a frighteningly complete picture of us” (Smolan 2016: 1:01). The result is arguably a scandal that still has not received due public attention.

The data trail we leave behind is how our “free” services are paid for—but we are not told about that data collection and the value of this new raw material, and we are manipulated into leaving ever more such data. For the “big 5” companies (Amazon, Google/Alphabet, Microsoft, Apple, Facebook), the main data-collection part of their business appears to be based on deception, exploiting human weaknesses, furthering procrastination, generating addiction, and manipulation (Harris 2016 [OIR]). The primary focus of social media, gaming, and most of the Internet in this “surveillance economy” is to gain, maintain, and direct attention—and thus data supply. “Surveillance is the business model of the Internet” (Schneier 2015). This surveillance and attention economy is sometimes called “surveillance capitalism” (Zuboff 2019). It has caused many attempts to escape from the grasp of these corporations, e.g., in exercises of “minimalism” (Newport 2019), sometimes through the open source movement, but it appears that present-day citizens have lost the degree of autonomy needed to escape while fully continuing with their life and work. We have lost ownership of our data, if “ownership” is the right relation here. Arguably, we have lost control of our data.

These systems will often reveal facts about us that we ourselves wish to suppress or are not aware of: they know more about us than we know ourselves. Even just observing online behaviour allows insights into our mental states (Burr and Christianini 2019) and manipulation

(see below section 2.2). This has led to calls for the protection of “derived data” (Wachter and Mittelstadt 2019). With the last sentence of his bestselling book, *Homo Deus*, Harari asks about the long-term consequences of AI:

What will happen to society, politics and daily life when non-conscious but highly intelligent algorithms know us better than we know ourselves? (2016: 462)

Robotic devices have not yet played a major role in this area, except for security patrolling, but this will change once they are more common outside of industry environments. Together with the “Internet of things”, the so-called “smart” systems (phone, TV, oven, lamp, virtual assistant, home, ...), “smart city” (Sennett 2018), and “smart governance”, they are set to become part of the data-gathering machinery that offers more detailed data, of different types, in real time, with ever more information.

Privacy-preserving techniques that can largely conceal the identity of persons or groups are now a standard staple in data science; they include (relative) anonymisation, access control (plus encryption), and other models where computation is carried out with fully or partially encrypted input data (Stahl and Wright 2018); in the case of “differential privacy”, this is done by adding calibrated noise to encrypt the output of queries (Dwork et al. 2006; Abowd 2017). While requiring more effort and cost, such techniques can avoid many of the privacy issues. Some companies have also seen better privacy as a competitive advantage that can be leveraged and sold at a price.

One of the major practical difficulties is to actually enforce regulation, both on the level of the state and on the level of the individual who has a claim. They must identify the responsible legal entity, prove the action, perhaps prove intent, find a court that declares itself competent ... and eventually get the court to actually enforce its decision. Well-established legal protection of rights such as consumer rights, product liability, and other civil liability or protection of intellectual property rights is often missing in digital products, or hard to enforce. This means that companies with a “digital” background are used to testing their products on the consumers without fear of liability while heavily defending their intellectual property rights. This “Internet Libertarianism” is sometimes taken to assume that technical solutions will take care of societal problems by themselves (Mozorov 2013).

Questions:

- (1) Give at least three but no more than six keywords or phrases (of length no more than four words) for the text.
- (2) Explain your reason for choosing these keywords in less than 50 characters.
- (3) Summarize the text in Japanese focusing on the keywords in your answer to Question (1). Your answer should be between 100 and 300 characters.

5.

下に示す (I) と (II) の問いに答えよ。解答は解答用紙の所定の欄に指示に従い記せ。解答に至った過程も簡潔に記すこと。

Given a set Σ of characters, we call any sequence of finite-length of characters from Σ a *string of alphabet* Σ . Assume that $\Sigma = \{a, b, c\}$. We consider the set L of all strings of alphabet Σ that are generated by applying the following three rules R_1 , R_2 , and R_3 to a special symbol S , which is not a member of Σ :

$$R_1 : S \rightarrow abSba,$$

$$R_2 : S \rightarrow cSa,$$

$$R_3 : S \rightarrow \varepsilon,$$

where ε is the empty string. Any rule can be applied more than once. For example, the string *cabbaa* of alphabet Σ can be generated as $S \rightarrow cSa \rightarrow cabSbaa \rightarrow cabbaa$ by applying R_2 , R_1 , and R_3 in turn to the special symbol S . Therefore, we can say that *cabbaa* is in L .

Questions:

(I) Is each of the following in L ? Circle the number for the strings that are in L .

- (1) c
- (2) $abab$
- (3) $abba$
- (4) $abcaba$
- (5) $abcabc$
- (6) $abccaab$
- (7) $abcbaba$
- (8) $ababababa$

(II) Is each of the following true or false? Circle the number of the statements that are true.

- (9) Every s in L has an even number of characters from Σ .
- (10) Every s in L has the same number of a 's and b 's.
- (11) The length of every s in L is odd.
- (12) If the length of a string s of characters from Σ is dividable by 3, then s is in L .