

平成31（2019）年度
東京大学大学院学際情報学府学際情報学専攻
（総合分析情報学コース）
入学試験問題
専門科目

（平成30年8月20日 14：00～16：00）

試験開始の合図があるまで問題冊子を開いてはいけません。開始の合図があるまで、下記の注意事項をよく読んでください。

(Please read the instructions on the backside.)

1. 本冊子は、総合分析情報学コースの受験者のためのものである。
2. 本冊子の本文は14ページである。落丁、乱丁、印刷不鮮明の箇所などがあった場合には申し出ること。
3. 本冊子には、計6問の問題が収録されている。この6問の中から問1、問2の2問と、問3、4、5、6から選択した2問、の計4問に解答すること。
4. 本冊子の問題には、日本語文と英語文があるが、日本語文が正式なもので、英語文はあくまでも参考である。両者に意味の違いがある場合は、日本語文を優先すること。
5. 解答用紙は4枚ある。問題ごとに解答用紙1枚を使用すること。このほかにメモ用紙が1枚ある。なお、解答用紙のみが採点の対象となる。
6. 各解答用紙の上方の欄に、問題の番号及び受験番号を必ず記入すること。問題番号及び受験番号を記入していない答案は無効である。
7. 解答には必ず黒色鉛筆（または黒色シャープペンシル）を使用すること。
8. 解答は原則として日本語によるものとする。ただし、英語で解答しても採点の対象とする。
9. 試験開始後は、中途退場を認めない。
10. 本冊子、解答用紙、メモ用紙は持ち帰ってはならない。
11. 次の欄に受験番号と氏名を記入せよ。

受験番号	
氏 名	

総合分析情報学 第1問 (Question A1) 必須問題

次の問に答えよ。

- (1) 以下の漸化式で定義される p_n, q_n, r_n ($n \geq 1$) の一般項と、 $n \rightarrow \infty$ とした時の極限値を求めよ。ただし、 $p_0 = 1, q_0 = r_0 = 0$ とする。

$$\begin{cases} p_{n+1} &= \frac{1}{2}p_n + \frac{1}{3}q_n \\ q_{n+1} &= \frac{1}{2}p_n + \frac{1}{2}q_n + \frac{1}{2}r_n \\ r_{n+1} &= \frac{1}{6}q_n + \frac{1}{2}r_n \end{cases}$$

- (2) メタン分子 CH_4 は炭素原子を重心に、水素原子を頂点に配した正四面体構造をとる。炭素原子の位置を原点とし、水素原子の位置ベクトルをそれぞれ、 $\vec{h}_1, \vec{h}_2, \vec{h}_3, \vec{h}_4$ とする。ここで $|\vec{h}_i| = 1, \vec{h}_i \cdot \vec{h}_j = -\frac{1}{3}$ ($i \neq j$) である。 \vec{h}_3 および \vec{h}_4 を、 \vec{h}_1 と \vec{h}_2 を用いて表せ。

- (3) 次の定積分を求めよ。ただし、 α は正の定数であり、 $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ である。

$$\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x^2 \exp(-2\alpha r) dx dy dz$$

Question A1 (Mandatory)

Answer the following questions.

- (1) Solve the following simultaneous recurrence relations with the initial condition, $p_0 = 1, q_0 = r_0 = 0$, to find the n -th terms of sequences p_n, q_n , and r_n ($n \geq 1$). And find the limits of p_n, q_n , and r_n as n goes to infinity.

$$\begin{cases} p_{n+1} &= \frac{1}{2}p_n + \frac{1}{3}q_n \\ q_{n+1} &= \frac{1}{2}p_n + \frac{1}{2}q_n + \frac{1}{2}r_n \\ r_{n+1} &= \frac{1}{6}q_n + \frac{1}{2}r_n \end{cases}$$

- (2) Methane (CH_4) has a regular tetrahedral structure with the carbon atom at the center and the hydrogen atoms at the four vertices. Assume that the carbon atom is at the origin. Let the position vectors of the hydrogen atoms be $\vec{h}_1, \vec{h}_2, \vec{h}_3$, and \vec{h}_4 , where $|\vec{h}_i| = 1$ and $\vec{h}_i \cdot \vec{h}_j = -\frac{1}{3}$ ($i \neq j$). Express \vec{h}_3 and \vec{h}_4 in terms of \vec{h}_1 and \vec{h}_2 .
- (3) Find the following definite integral. α is a positive constant and $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$.

$$\int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x^2 \exp(-2\alpha r) dx dy dz$$

総合分析情報学 第2問 (Question A2) 必須問題

- (1) 双方向連結リストに関する以下の問題に答えよ。リストとそのノードは以下のように定義され、終端点は `null` で表すとする:

```
struct Node {
    int key;
    Node *prev, *next;
};
struct List {
    Node *head, *tail;
};
```

- (a) 以下は、リスト内に指定の `key` を持つノードがあればそのポインタを、なければ `null` を返す関数である。正しく動作するように空欄 A を埋めよ

```
Node *search(List *L, int key) {
    Node *node = L->head;
    while ( A ) {
        node = node->next;
    }
    return node;
}
```

- (b) リスト `L` の先頭にノード `x` を加える `insert(List *L, Node *x)` を定義せよ
(c) リスト `L` について、ノードの並び順を反転させる `reverse(List *L)` を定義せよ

- (2) データ構造の二分ヒープについて、機能と標準的な実装方法を説明せよ。

Question A2 (Mandatory)

- (1) Answer the questions about doubly linked lists with the following implementation of list and node, where null indicates terminal:

```
struct Node {
    int key;
    Node *prev, *next;
};
struct List {
    Node *head, *tail;
};
```

- (a) The following code defines a function that searches a node having the specified key. The return value of the function should be the pointer to such a node if it exists in the list, or null otherwise. Answer an appropriate expression should be placed in the box A.

```
Node *search(List *L, int key) {
    Node *node = L->head;
    while ( A ) {
        node = node->next;
    }
    return node;
}
```

- (b) Define function `insert(List *L, Node *x)` that inserts node `x` at the head of list `L`.
- (c) Define function `reverse(List *L)` that reverses the order of nodes in the list.
- (2) Explain the operations and a standard implementation of binary heaps.

以降の問題（問3，問4，問5，問6）は選択問題である。2つを選択
し、解答せよ。選択した問題の番号を解答用紙に明記せよ。

Select two questions to answer from the following Questions A3, A4, A5, and A6. Mark the numbers of questions you selected in the answer sheets.

総合分析情報学 第3問 (Question A3)

(1) 3つの大学の学生 250 名が参加したセミナーが開催された。参加者は A 大学が 100 名、B 大学が 80 名、C 大学が 70 名であった。セミナーの中で、タブレット端末の持参の有無を確認したところ、持参率は A 大学の学生が 30%、B 大学の学生が 60%、C 大学の学生が 50% であった。この条件において、以下の問に答えよ。

- (a) 所属大学とタブレット端末の持参の関係を表したベン図を図示せよ。
- (b) セミナーの終了後、1 台のタブレット端末が忘れられていた。忘れ物のタブレット端末の持ち主が A 大学の学生である確率をベイズの定理をもとに求めよ。

(2) ニューラルネットワークについて、以下の問に答えよ。

- (a) ニューラルネットワークの「入力層」、「中間層」、「出力層」の関係について図示するとともに、ニューラルネットワークについて図をもとに簡潔に説明せよ。
- (b) 教師あり学習と教師なし学習について、簡潔に説明せよ。
- (c) ニューラルネットワークの応用例を一つ挙げ、簡潔に説明せよ。

Question A3

- (1) A seminar was held in which 250 students belonging to one of the three universities participated. Participants were 100 from University A, 80 from University B, and 70 from University C. As a result of confirming whether or not the tablet terminal was brought, the percentage of students at University A was 30%, students at University B was 60%, and students at University C was 50%. Under this condition, answer the following questions.
 - (a) Draw a Venn diagram showing the relationship between belonging university and tablet terminal possession.
 - (b) After the seminar, one tablet terminal was forgotten. Find the probability that owner of tablet terminal of forgetting is a student of University A based on Bayes' theorem.
- (2) Answer the following questions about the "Neural Network".
 - (a) Draw the relation of the "Input", "Hidden", "Output" of the neural network, and briefly explain the neural network based on the diagram you drew.
 - (b) Explain briefly about "Supervised Learning" and "Unsupervised Learning".
 - (c) Explain briefly one example applying a neural network.

総合分析情報学 第4問 (Question A4)

- (1) GPS (Global Positioning System) 等の衛星測位システム「以外」の手段で機器の位置を求める技術の例を一つ挙げ、簡潔に説明せよ。
- (2) 環境発電 (Energy Harvesting) を実現する具体的な要素技術の一つ挙げ、簡潔に説明せよ。
- (3) 利用者の持つ情報を大規模に集約することで実現できる有効な応用例を一つ挙げ、簡潔に説明せよ。
- (4) 地理的に分散している複数の機器に格納されている時計を正確に同期させるための方式を一つ挙げ、簡潔に述べよ。

Question A4

- (1) Briefly explain an example of a technique for finding the position of a device *without* using Global Navigation Satellite Systems such as GPS (Global Positioning System).
- (2) Give one of elemental technologies to realize environmental power generation (Energy Harvesting), and briefly explain it.
- (3) Briefly explain one useful application that can be realized by aggregating information owned by a large number of users.
- (4) Briefly describe one method for precisely synchronizing clocks stored in geographically dispersed devices.

総合分析情報学 第5問 (Question A5)

オペレーティングシステムに関する以下の問いに答えよ。

- (1) CPU スケジューリングのアルゴリズムの例を3つ挙げ、それらの名称と概要を述べよ。また、それらの利点と欠点を論ぜよ。
- (2) ページング仮想記憶について以下の問いに答えよ。
 - (a) ページフォールトが発生したとき、どのような処理が行われるか、手順を追って説明せよ。
 - (b) ページテーブルを多段に構成することの利点を説明せよ。
 - (c) ページ置き換えアルゴリズムの例を二つ挙げ、それらの名称と概要を述べよ。また、それらの利点と欠点を述べよ。
- (3) デッドロックについて説明せよ。デッドロックを防止するアルゴリズムの例を二つ挙げよ。
- (4) 多くのコンピュータは、あるメモリ位置に対するアトミックな変更（読み出し、修正、書き込み）を行う命令を有している。そのような命令の例を一つ挙げ、その仕様を簡潔に述べよ。また、この命令を用いて、相互排除のためのロック操作とアンロック操作をどのように実現されるか、説明せよ。

Question A5

Answer the following questions about operating systems.

- (1) Name and describe three examples of CPU scheduling algorithms and discuss their advantages and disadvantages.
- (2) Answer the following questions about paging virtual memory.
 - (a) Describe the sequence of operations performed by the operating system when a page fault occurs.
 - (b) Describe the advantages of multi-level page tables.
 - (c) Name and describe two examples of page replacement algorithms and discuss their advantages and disadvantages.
- (3) Explain what a deadlock is. Describe two examples of deadlock avoidance methods.
- (4) Many computers have instructions which provide an atomic update (read-memory-write) of a memory location. Describe an example of such instruction and explain its specification briefly. Explain the implementation of lock and unlock operations for mutual exclusion using this instruction.

総合分析情報学 第6問 (Question A6)

(1) 論理回路に関する以下の問に答えよ。

- (a) 4-to-1-Line マルチプレクサ (Multiplexer) の機能表 (Function Table)、ブール式、ゲート図を示せ。
- (b) RS Flip-Flop の真理値表とゲート図を示せ。

(2) 計算機を命令レベルで高速化するための以下の手法のうち3つを選び説明せよ。

- (a) Super-Pipeline
- (b) VLIW (Very Long Instruction Word)
- (c) Super-Scalar
- (d) Out-of-order 実行
- (e) 投機的実行

(3) ローカル・エリア・ネットワーク (LAN) に関する以下の問に答えよ。

- (a) LAN (Local Area Network) の技術の一つである Ethernet で使われている以下の技術を説明せよ。
 - (i) Manchester Encoding
 - (ii) CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)
- (b) フレームデータの誤り発見のための CRC (Cyclic Redundancy Code) に関する以下の問に答えよ。
 - (i) ネットワークフレームのデータが、"1101011011" の時の生成多項式 $G(x) = x^4 + x + 1$ で生成される CRC を計算せよ。
 - (ii) この CRC によって、どのような誤り検出が可能か、例を示して説明せよ。
- (c) 複数の LAN を物理的に接続する以下の3つの手法 Repeater、Bridge、Router について、それらの違いがわかるように説明せよ。

Question A6

- (1) Answer the following questions on logic circuits.
 - (a) Show function table, boolean expression, and gate diagram of 4-to-1-Line Multiplexer.
 - (b) Show truth table and gate diagram of RS Flip-Flop.
- (2) The following items show performance enhancement methods of computers in the instruction level. Select three items among the followings, and explain them.
 - (a) Super-Pipeline
 - (b) VLIW (Very Long Instruction Word)
 - (c) Super-Scalar
 - (d) Out-of-order execution
 - (e) Speculative execution
- (3) Answer the following question on Local Area Networks (LAN)
 - (a) Explain the following technologies used in Ethernet which is one of the most popular LAN methods.
 - (i) Manchester Encoding
 - (ii) CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)
 - (b) Answer the following questions on CRC (Cyclic Redundancy Code) for error detection of frame data.
 - (i) Calculate CRC of network frame data "1101011011" using generating polynomial $G(x) = x^4 + x + 1$.
 - (ii) Explain what kinds of error detection is possible by using this CRC, with a concrete example.
 - (c) Explain three techniques to connect multiple LANs: repeater, bridge, and router by clarifying their difference.

Entrance Examination
in Applied Computer Science Course,
Graduate School of Interdisciplinary Information Studies,
The University of Tokyo.
Academic Year 2019
(14:00-16:00, August 20st, 2018)

Directions: Do not open this booklet before the examination begins.
Read the following instructions carefully.

1. This booklet is for the examinees in Applied Computer Science Course, Graduate School of Interdisciplinary Information Studies.
2. This booklet includes fourteen pages. Report missing, misplaced, and imperfect pages to the instructor.
3. This booklet includes six questions. Answer Question 1 and Question 2, and answer two questions from any of Question 3, 4, 5, and 6.
4. Each question is described both in Japanese and in English. Use the Japanese version primarily; the English version is provided for the reference purpose only.
5. There are four answer sheets and a scratch paper. Use one answer sheet per question. A scratch paper is provided for calculation. Only the answer sheets will be considered valid.
6. Write a question number and your examinee's number in the designated boxes located at the top of each answer sheet. The answer missing a question number and/or an examinee's number will not be considered valid.
7. Use only black pencils (or black mechanical pencils).
8. Answer the questions in Japanese as a general rule, although you are also allowed to answer in English.
9. Do not leave the room until the examination is finished.
10. Do not take away this booklet, the answer sheets, and the scratch paper.
11. Write your examinee's number and your name in the designated boxes below.

Examinee's Number	
Name	