

令和2(2020)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

(令和2年1月14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

(1) 行列 A の固有値, 固有ベクトルを求めよ。

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 2 \end{pmatrix}$$

(2) 次の微分方程式の一般解を求めよ。

(a) $\frac{dx}{dt} - 3x = e^{2t}$

(b) $\frac{dx}{dt} = \frac{t-x}{t+x}$

(3) 次の関数をラプラス変換せよ。

(a) x

(b) $\sin \omega x$

Question A1 (Mandatory)

- (1) Find the eigenvalues and eigenvectors of the matrix \mathbf{A} .

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 2 \end{pmatrix}$$

- (2) Find the general solutions of the differential equations below.

(a) $\frac{dx}{dt} - 3x = e^{2t}$

(b) $\frac{dx}{dt} = \frac{t - x}{t + x}$

- (3) Find the Laplace transforms of the functions below.

(a) x

(b) $\sin \omega x$

総合分析情報学 第2問 (Question A2) 必須問題

N 種類の品物について、合計重量 W の制限のもとで、持ち出せる品物の合計価値を最大化するナップサック問題を考える。配列 $v[]$ と $w[]$ は、 i 種類目の品物の価値と重さを $v[i]$ と $w[i]$ でそれぞれ表すものである。特に記述が無い場合は、各変数は、 10^4 以下の非負整数である。

- (1) 各種類の品物が1個ずつ存在する問題を考える。以下の小問に答えよ。
 - (a) 具体例として、 $N = 4$, $W = 5$ で $v[] = \{3, 5, 3, 8\}$, $w[] = \{2, 2, 1, 3\}$ の状況について、最適解を示せ。
 - (b) 「単位重さあたりの価値が大きい順に、重量制限の範囲で貪欲に採用する方法」を考える。この方法で最適解を得られないような問題例を、 $N=3$ の条件で作成せよ。
 - (c) 整数 a, b ($0 \leq a \leq N$ かつ $0 \leq b \leq W$) について、部分問題 (a, b) を考える。つまり、品物が(先頭から) a 種類、容量制限が b で、配列 $v[]$ と $w[]$ はもとと同じという問題である。部分問題 (a, b) の解 $A_{a,b}$ を、 $A_{a',b'}$, $v[i]$, $w[i]$ などを用いて表わせ。ただし $0 \leq a' < a$ かつ $0 \leq b' < b$ とする。
 - (d) 二次元配列 $A[N+1][W+1]$ と2重の for ループを利用して動的計画法により解を求めるプログラムを示せ。
- (2) 上記の問題の変種として、各種類の品物が沢山存在し、いくつでも持ち出し可能という問題を考える。この問題に対する、動的計画法による解法を示せ。計算の効率が前問と同程度であることが望ましい。
- (3) 別の変種として、 i 番目の品物は最大 $K[i]$ 個 ($0 \leq K[i] \leq 1000$) まで持ち出せるという問題を考える。この問題に対する、動的計画法による解法を示せ。計算の効率が $K[i]$ に依存しないことが望ましい。double ended queue など標準データ構造を使用しても良い。

Question A2 (Mandatory)

Consider a knapsack problem to select such a subset of treasures that maximizes the total value within the total weight W . There are N kinds of treasure, where i -th kind of treasure has value $v[i]$ and weight $w[i]$. Note that $v[]$ and $w[]$ are arrays as in popular programming languages. You can assume that each variable is a non-negative integer at most 10^4 unless otherwise stated explicitly.

- (1) Assume that exactly one object is available for each kind of treasure. Answer the following questions.
 - (a) Suppose that we have $N = 4$, $W = 5$ and $v[] = \{3, 5, 3, 8\}$, $w[] = \{2, 2, 1, 3\}$. Show the optimal solution.
 - (b) Consider a greedy algorithm that repeatedly adopts a treasure with highest value per weight within a given total limitation. Describe an instance of the problem with $N=3$, such that this greedy algorithm does not give an optimal solution.
 - (c) Consider a sub-problem with two integers a, b ($0 \leq a \leq N$ and $0 \leq b \leq W$), where one can take the first a kinds of treasure within total weight b . Note that arrays $v[]$ and $w[]$ are the same as those in the original problem. Define the maximum total value $A_{a,b}$ for the sub-problem with (a, b) , with $A_{a',b'}$, $v[i]$, and/or $w[i]$, where $0 \leq a' < a$ and $0 \leq b' < b$.
 - (d) Describe a program with dynamic programming that find a solution by using two-dimensional array $A[N+1][W+1]$ and nested `for` loops.
- (2) Consider an extended problem where there are an infinite number of objects and one can take even two or more for each kind of treasure. Describe a solution by dynamic programming. It is expected that the computational efficiency is similar to that for the original problem.
- (3) Consider another problem where one can take at most $K[i]$ ($0 \leq K[i] \leq 1000$) objects for i -th kind of treasure. Describe a solution by dynamic programming. It is expected that the computational efficiency does not depend on $K[i]$. You can assume that standard data structures (e.g., double ended queue) are available.

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) 機械学習を用いたデータ分析について、以下の問いに答えよ。
 - (a) データに欠損値が存在する場合の処理の方法について、具体的な手法を1つ挙げ、簡潔に説明せよ。
 - (b) データの次元削減について、具体的な手法を1つ挙げ、簡潔に説明せよ。
 - (c) データのスケーリングについて、具体的な手法を1つ挙げ、簡潔に説明せよ。
- (2) ディープラーニングについて、以下の問いに答えよ。
 - (a) ディープラーニングについて、簡潔に説明せよ。なお、以下の語句を用いること：ニューラルネットワーク、入力層、隠れ層、出力層
 - (b) 誤差逆伝播法について、簡潔に説明せよ。

Question A3

- (1) Answer the following questions about data analysis using machine learning.
 - (a) Explain briefly a specific technique for handling missing data.
 - (b) Explain briefly a specific technique for dimensionality reduction of data.
 - (c) Explain briefly a specific technique for data scaling.
- (2) Answer the following questions about deep learning.
 - (a) Explain briefly the “deep learning.” Use the following phrases: neural network, input layer, hidden layer, output layer
 - (b) Explain briefly the “backpropagation.”

総合分析情報学 第4問 (Question A4)

(1) 以下の語句について説明せよ。

- (a) ドローネ三角網
- (b) 最小木
- (c) ベクターデータとラスターデータ
- (d) 住所照合

(2) 点パターン分析に関する以下の問いに答えよ。

- (a) 点の分布をそのまま可視化する際の問題点を挙げよ。
- (b) 最近隣距離法について説明せよ。
- (c) Ripley の K-関数法について説明せよ。
- (d) 2つの点分布の類似性を分析する方法を1つ挙げ、説明せよ。

Question A4

- (1) Explain the following terms.
 - (a) Delaunay triangulation
 - (b) Minimum spanning tree
 - (c) Vector and raster data
 - (d) Geocoding

- (2) Answer the following questions on point pattern analysis.
 - (a) Give a problem in the visualization of point distribution by point symbols.
 - (b) Explain the nearest neighbor method.
 - (c) Explain Ripley's K-function.
 - (d) Explain a method for evaluating the similarity between two sets of points.

総合分析情報学 第5問 (Question A5)

- (1) 関数呼び出しおよびシステムコールに関する以下の問いに答えよ。
- (a) 関数呼び出しを実現するために、スタックがどのように用いられるのかを説明せよ。
 - (b) 関数呼び出しで使用するスタックがオーバーフローしたとする。考えられる原因を1つ挙げよ。
 - (c) 関数呼び出しの動的リンクがどのように行われるのかを説明せよ。
 - (d) アプリケーションプログラマからは、オペレーティングシステムの機能を呼び出すシステムコールは関数呼び出しと同じように見える。両者の基本的な実現の違いについて述べよ。
 - (e) ファイルを操作するシステムコールにはどのようなものがあるか、例を3つ挙げ、それぞれの機能を簡単に述べよ。特定のオペレーティングシステムのシステムコールを挙げる必要はないが、システムコールで実現しなければならない(ユーザレベルの関数呼び出しでは実現できない)操作を挙げることを。
 - (f) 関数あるいはシステムコールとして実現される同期基本命令は、lock/unlockのようにペアで定義されるものが多い。同期基本命令のペアの例をlock/unlock以外に1つ挙げ、その仕様を説明せよ。
- (2) コンピュータネットワークに関する以下の用語について説明せよ。
- (a) ファイアウォール
 - (b) 移動体通信のセル方式
 - (c) VPN (Virtual Private Network)
 - (d) SDN (Software Defined Networking)

Question A5

- (1) Answer the following questions about function calls and system calls.
 - (a) Explain how a stack is used for function call.
 - (b) Suppose the stack used for function call has overflowed. Describe one possible reason for this.
 - (c) Explain how dynamic linking of function call is implemented.
 - (d) To an application programmer, a system call, which invokes an operating system service, looks like a function call. Explain the difference in the underlying implementation between system call and function call.
 - (e) Give three examples of system calls that operate on files, and briefly describe their functions. It is not necessary to describe system calls of a specific operating system. But, it is necessary to list operations that must be implemented by system calls (not possible by user-level function calls).
 - (f) Many synchronization primitives that are implemented as functions or system calls are defined in pairs, such as lock/unlock operations. Give one example of a pair of synchronization primitives other than lock/unlock, and explain their specifications.

- (2) Explain the following terminologies regarding computer network.
 - (a) Firewall
 - (b) Cellular-Structured Mobile Communication
 - (c) VPN (Virtual Private Network)
 - (d) SDN (Software Defined Networking)

総合分析情報学 第6問 (Question A6)

(1) 以下の問いに答えよ。

- (a) ビットシーケンス 10101 を検出したときに 1 を出力する状態遷移図を示せ。
- (b) 8 入力 1 出力のマルチプレクサの出力を論理式で表せ。
- (c) 一般的に通信で使われるエラー検出訂正のメカニズムについて説明せよ。
- (d) インターネットチェックサムについて計算方法も含めて説明せよ。
- (e) DRAM と SRAM について簡潔に説明せよ。また、両者の違いについて説明せよ。
- (f) 汎用サーバー上にインターネットルータをソフトウェア実装する際、パフォーマンスを引き出すための工夫について述べよ。

(2) 以下の用語について説明せよ。

- (a) MIMO
- (b) FIFO
- (c) LRU
- (d) FPGA
- (e) ASIC
- (f) CRC

Question A6

- (1) Answer the following questions.
 - (a) Show state transition diagram to output 1 when a bit sequence 10101 is input.
 - (b) Show the Boolean expression of 8-input-1-output multiplexer.
 - (c) Explain the mechanism of error detection and correction generally used in communication protocols.
 - (d) Explain the Internet Checksum including calculation detail.
 - (e) Explain briefly DRAM and SRAM. Also explain the difference between them.
 - (f) Explain the ideas for achieving good performance of software Internet routers on top of general purpose servers.
- (2) Explain the following terminologies.
 - (a) MIMO
 - (b) FIFO
 - (c) LRU
 - (d) FPGA
 - (e) ASIC
 - (f) CRC

Entrance Examination
in Applied Computer Science Course,
Graduate School of Interdisciplinary Information Studies,
The University of Tokyo.
Academic Year 2020
(14:00-16:00, January 14th, 2020)

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 Questions A1 and A2, and answer two questions from any of Questions A3, A4, A5, and A6.
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	