

平成30(2018)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29年8月21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) 次の関数をテイラー展開せよ。ただし、 x は実数で $|x| < 1$ 、 m は整数、 e は自然対数の底とする。

$$(1+x)^{-m} + e^x$$

- (2) 以下の行列 A の固有値、固有ベクトルを求めよ。

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 \\ -1 & 5 & 1 \\ 0 & -1 & 1 \end{pmatrix}$$

- (3) 次の微分方程式の一般解を求めよ。

(a) $y' + \frac{\sqrt{1-y^2}}{\sqrt{1-x^2}} = 0$

(b) $y'''' + 2y'' + y = 0$

Question A1 (Mandatory)

Answer the following questions.

- (1) Make the Taylor expansion of the below function. Note that x is a real number to satisfy $|x| < 1$, m is an integer, and e is the base of the natural logarithm.

$$(1+x)^{-m} + e^x$$

- (2) Calculate the eigenvalues and eigenvectors of the matrix A .

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 \\ -1 & 5 & 1 \\ 0 & -1 & 1 \end{pmatrix}$$

- (3) Solve the general solutions of the differential equations below.

(a) $y' + \frac{\sqrt{1-y^2}}{\sqrt{1-x^2}} = 0$

(b) $y'''' + 2y'' + y = 0$

総合分析情報学 第2問 (Question A2) 必須問題

- (1) 長さ n の整数配列 `array` に負でない整数が格納されている。大きい順に k 個の要素とその添字を出力する関数を C 言語で記述せよ。関数仕様は `void big(int array[], int n, int k)` とする。

例えば `int array[8] = {3, 9, 0, 5, 6, 2, 1, 4};` のとき、`big(array, 8, 3)` は以下を出力する:

```
9 1
6 4
5 3
```

- (2) RPN (Reverse Polish notation) 記法による数式を計算する関数を C 言語で記述せよ。簡単のため、数式中の数値は 1 桁の非負整数のみ、演算子は `+-*` のみとし、数式は文字列として与えられるものとする。関数仕様は `int rpn(char *equ)` とする。たとえば `13+4*` は $(1 + 3) \times 4$ と同等であり、計算結果は 16 となるので、`rpn("13+4*")` は 16 を返す。
- (3) RPN 記法の数式 `23*46+*` の計算結果を求めよ。
- (4) プログラミング言語における、「例外処理」とは何か、記述例をあげて簡潔に説明せよ。例として使用するプログラミング言語名を記載すること。

Question A2 (Mandatory)

- (1) Lets assume an integer array `array` with length `n` contains non-negative integers. Describe a function in C programming language that prints out `k` largest elements of a given array in decending order with indices. The function declaration is as below:

```
void big(int array[], int n, int k);
```

For example, given `int array[8] = {3, 9, 0, 5, 6, 2, 1, 4};`,
`big(array, 8, 3)` would print out :

```
9 1
```

```
6 4
```

```
5 3
```

- (2) Describe a function in C programming language that calculates the value of a given equation in RPN (Reverse Polish notation). For simplicity, lets assume that the function only handles 1-digit non-negative integers, and operators `+` `-` and `*`. The equation is given as a string. The function declaration is `int rpn(char *equ)`. For example, RPN equation `13+4*` is equivalen to $(1 + 3) \times 4$ and its value is 16. Thus, `pos("13+4*")` returns 16.
- (3) Calculate the value of RPN equation `23*46+*`.
- (4) Explain briefly "Exception handling" in programming languages, with code examples. Please specify which programming language is used in the explanation.

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)

サイコロに関する以下の問に答えよ。

- (1) サイコロを振ると1から6までの数が等確率で出るサイコロ A があり，出た数を確率変数 X で表す．期待値 $E(X)$ と分散 $V(X)$ を求めよ．
- (2) サイコロ A を N 回振り，各試行が互いに独立であるとする．確率変数 Y_i を i 回目の試行で6が出た時に1，それ以外の時に0とする． $E(\frac{1}{N}\sum_{i=1}^N Y_i)$ と $V(\frac{1}{N}\sum_{i=1}^N Y_i)$ を求めよ．
- (3) サイコロ A の他に，すべての面に6と書いてあるサイコロ B があり， A と B からどちらかを等確率 (確率 $1/2$) で選んで振る機械があったとする．今，その機械が振ったサイコロの目は6であった．その時に振られたサイコロが A であった確率を，ベイズの定理から求めよ．

電子メールをスパムと通常のメールに分類する分類問題を考える．

- (4) 決定木とランダムフォレストのそれぞれの手法について，動作の概略と訓練方法を説明したうえで，両手法を比較してランダムフォレストの利点を論ぜよ．回答には下の語句を2つ以上用いること．用いた用語には下線を付すこと．

語句: 特徴ベクトル，訓練例，テスト例，過学習，交差検定，正則化，バックプロパゲーション，損失関数

Question A3

Answer the following questions about dice.

- (1) Die A has six faces each of which is numbered from 1 to 6. Each face shows up with the exactly same probability. Random variable X denotes the number written in the face showed up. Define the expected value $E(X)$ and variance $V(X)$.
- (2) Suppose that one rolls die A N -times and each event is independent. Random variable Y_i is 1 when face 6 shows up in i -th event, or 0 otherwise ($1 \leq i \leq N$). Find $E(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Y_i)$ and $V(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Y_i)$.
- (3) Die B has six faces where all the faces are numbered 6. A machine randomly chooses die A or B with probability $1/2$ and then roll that die. Now, one observed the face showed up is six. Find the probability that the machine chose die A , with Bayesian formula.

Suppose a classification problem that discriminates spam messages from normal e-mail messages.

- (4) Explain how each of decision trees and random forests is trained and works. Explain why random forests are preferred. Use at least two phrases given below in your answer, and add underline with them.

Phrases: feature vector, training set, test set, over-fitting, cross validation, regularization, back propagation, loss function.

総合分析情報学 第4問 (Question A4)

- (1) IoT (Internet of Things) システムではセンサー等によって得られたデータを取り出し、集約・分析を行う。この一連の処理で使われる技術に関して以下の間に答えよ。
 - (a) RESTful API を説明せよ (REST とは、REpresentational State Transfer の略である)。
 - (b) LPWA (Low-Power Wide-Area) を具体的な例を挙げて説明せよ。
 - (c) KVS (Key-Value Store) によるデータベース管理の仕組みと利点を説明せよ。

- (2) 実空間における測位技術に関して次の間に答えよ。無線通信装置 (測位用人工衛星や携帯電話基地局、無線 LAN 基地局、電波ビーコンなど) が発信する電波を用いた測位システムについて、具体的に例をあげ、その測位手法及び利点と欠点を説明せよ。

Question A4

- (1) IoT (Internet of Things) systems obtain data from sensors, and aggregate and analyze them. Answer the following questions on technologies used in this process.
 - (a) Explain RESTful API (“REST” means “REpresentational State Transfer”).
 - (b) Explain LPWA (Low-Power Wide-Area) with concrete examples.
 - (c) Explain database management mechanism and its advantages of KVS (Key-Value Store)

- (2) Answer the following question on positioning technology of real space. Explain the positioning method with a concrete example of positioning system using radio waves issued by wireless communication nodes such as navigation satellites, mobile phone base-stations, wireless LAN access points, wireless beacons, and explain its advantages and disadvantages.

総合分析情報学 第5問 (Question A5)

システムソフトウェアに関する以下の問いに答えよ。

- (1) オペレーティングシステム (OS) におけるマルチタスク処理の仕組みを簡潔に説明せよ。
- (2) ポリング (polling) の仕組みを簡潔に説明せよ。
- (3) 割り込み (interrupt) の仕組みを簡潔に説明せよ。
- (4) ポリングと割り込みの利害得失を議論せよ。
- (5) ネットワークデバイスの入出力処理において、割り込みの短所を補償する手法を説明せよ。
- (6) CPU バウンド、I/O バウンドとは何か相違点を明確に説明せよ。
- (7) クラウドにおける仮想マシンで多用される、I/O の性能を向上するための技術を説明せよ。
- (8) OS とインターネットにおけるデータキャッシュの活用例を示せ。
- (9) 以下の用語を説明せよ。
 - (a) PMD (Polling Mode Driver)
 - (b) MEC (Mobile Edge/Multi-Access Computing)
 - (c) SDN (Software Defined Networking)
 - (d) Block Chain
 - (e) DDoS 攻撃

Question A5

Answer the following questions regarding system software.

- (1) Explain the mechanism of multi-tasking in operating systems.
- (2) Explain the mechanism of polling.
- (3) Explain the mechanism of interrupt.
- (4) Discuss pros and cons of polling and interrupt.
- (5) Give a method to compensate for the shortcomings of using interrupt in networking I/O.
- (6) Explain the difference between CPU-bound and I/O bound.
- (7) Explain the technology for improving I/O performance of virtual machines in cloud data centers.
- (8) Explain the examples of utilizing data cache in operating systems and the Internet.
- (9) Explain the following terminologies.
 - (a) PMD (Polling Mode Driver)
 - (b) MEC (Mobile Edge/Multi-Access Computing)
 - (c) SDN (Software Defined Networking)
 - (d) Block Chain
 - (e) DDoS Attacks

総合分析情報学 第6問 (Question A6)

以下の問いに答えよ。

- (1) FPGA (field-programmable gate array) とは何か説明せよ。
- (2) ASIC (application specific integrated circuit) とは何か説明せよ。
- (3) FPGA と ASIC の利害得失を (a) 実現できる機能 (b) 単価 (c) 消費電力 (d) 動作速度 (e) 実装面積 (f) 開発コスト・期間の観点から比較せよ。
- (4) FPGA のアーキテクチャを以下の用語を用いて簡潔に説明せよ。使用した用語に下線を引くこと。説明には図を用いても良い。

用語：論理ゲート、論理ブロック、I/O パッド、配線チャンネル

- (5) ルックアップテーブル (LUT) とは何か説明せよ。
- (6) 全加算器 (FA) の構成を示し動作を説明せよ。

Question A6

Answer the following questions.

- (1) Explain FPGA (field-programmable gate array).
- (2) Explain ASIC (application specific integrated circuit).
- (3) Explain pros and cons of FPGA and ASIC in terms of (a) functionalities, (b) unit price, (c) power consumption, (d) operating speed, (e) space requirements for implementation, and (f) development cost and time.
- (4) Explain the architecture of FPGA using the following terminologies. Underline the terminologies used. You may also use diagrams for the explanation.

Terminologies: logic gate, logical block, I/O pad, routing channel.

- (5) Explain Look Up Table (LUT).
- (6) Show the structure of Full Adder (FA) and explain how it works.

Entrance Examination
in Applied Computer Science Course,
Graduate School of Interdisciplinary Information Studies,
The University of Tokyo.
Academic Year 2018
(14:00-16:00, August 21st, 2017)

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	