

平成29（2017）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1月10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16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8問の問題が収録されている。この8問の中から4問を選択して解答すること。
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。選択した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. 解答用紙の上方の欄に、選択した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)

以下の問いに答えよ。

(1) 次の極限值を求めよ。

(a)
$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x - \sin^{-1} x}{5x^3}$$

(b)
$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{x + \alpha}{x} \right)^x \quad (\alpha > 0)$$

(2) 確率変数 X と Y の同時分布について考える。 α は定数である。

$$f_{X,Y}(x,y) = \begin{cases} \alpha(x+y^3) & (0 \leq x \leq 1; 0 \leq y \leq 1) \\ 0 & (\text{その他}) \end{cases}$$

(a) α を求めよ。

(b) X の周辺分布関数 $F_X(x)$ を求めよ。

(c) $P(X > Y)$ を求めよ。

Question A1

Answer the following questions.

(1) Find the limits of (a) and (b).

(a)
$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x - \sin^{-1} x}{5x^3}$$

(b)
$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left(\frac{x + \alpha}{x} \right)^x \quad (\alpha > 0)$$

(2) Suppose the joint distribution of the random variables X and Y . α is a constant.

$$f_{X,Y}(x, y) = \begin{cases} \alpha(x + y^3) & (0 \leq x \leq 1; 0 \leq y \leq 1) \\ 0 & (\text{otherwise}) \end{cases}$$

- (a) Find the value of α .
- (b) Find the marginal distribution function $F_X(x)$ of X .
- (c) Find $P(X > Y)$.

総合分析情報学 第2問 (Question A2)

逆ポーランド記法 (Reverse Polish notation) とは、次の例のように、演算子を被演算子の後に置く後置記法である。以下ここでは簡単のために、2項演算子 $+$ 、 $-$ 、 $*$ 、 $/$ と括弧 $()$ のみを考え、単項演算子の $+$ 、 $-$ はないものとする。また、アルゴリズムを書く際は、自然言語か、擬似コードか、フローチャートを用いて良いものとする。

通常の記法 (中置記法)	逆ポーランド記法 (後置記法)
$(1 + 3) * (5 - 2) / 6$	$1 3 + 5 2 - * 6 /$
$5 + 4 * 3 + (7 - 1) / 6$	$5 4 3 * + 7 1 - 6 / +$

- (1) 通常の記法で記述されている数式を入力して、逆ポーランド記法に変換して出力するアルゴリズムを書け。ここで、数式を入力するときは、数値や演算子は一つのトークンとして取り出されると仮定して良い。また、必要であれば、「演算子の優先順位」を定義し、トークンを一時保存する「スタック」を用いよ。なお、入力される数式には誤りはないものとする。
- (2) 逆ポーランド記法で記述されている数式を入力して値を計算するアルゴリズムを書け。なお、入力される数式には誤りはないものとする。
- (3) 「スタック」、「キュー」、「連結リスト」というデータ構造について説明せよ。

Question A2

Reverse Polish notation is a postfix notation that puts an operator after the operands, as in the following example. In the following, for simplicity, only binary operators +, -, *, /, and parentheses () are considered, and unary operators + and - are not used. When writing algorithms, you may use natural languages, pseudocode or flowcharts.

Ordinary notation (infix notation)	Reverse Polish notation (postfix notation)
$(1 + 3) * (5 - 2) / 6$	1 3 + 5 2 - * 6 /
$5 + 4 * 3 + (7 - 1) / 6$	5 4 3 * + 7 1 - 6 / +

- (1) By entering a mathematical formula described in ordinary notation, write an algorithm that converts it into Reverse Polish notation and outputs it. Here, when entering mathematical formulas, it can be assumed that numbers and operators are taken out as one token. If necessary, define “operator precedence” and use “stack” to temporarily store tokens. Incidentally, there is no error in the input mathematical formula.
- (2) Write an algorithm to calculate the value by entering a mathematical formula described in Reverse Polish notation. Incidentally, there is no error in the input mathematical formula.
- (3) Describe the data structures called “stack”, “queue”, and “linked list”.

総合分析情報学 第3問 (Question A3)

- (1) 与えられた二つの英文字列 `str1` と `str2` (null文字で終端する) を辞書式に比較するC関数 `int comp(char *str1, char *str2)` を記述せよ。比較結果によって-1, 0, あるいは1を返すこととする。たとえば、`comp("apple", "banana")` は-1を、`comp("orange", "grape")` は1を、そして `comp("kiwi", "kiwi")` は0を返すものとする。
- (2) 以下のCプログラムについて問いに答えよ (ただし `n` は非負であるものとする):

```
int D(int n) {
    if (n == 0 || n == 1) {
        return 1;
    } else {
        return (n - 1) * (D(n-1) + D(n-2));
    }
}
```

- (a) `D(3)` の返す値を記せ。
- (b) この関数を再帰呼び出しを用いずに書き換えよ。
- (3) アルファベット $\{a, b\}$ 上で以下の文脈自由文法 (CFG) を考える:

$$S \rightarrow SS \mid SA \mid b$$
$$A \rightarrow a$$

`bbab` は以下のように導出できるのでこの文法に属している:

$$S \rightarrow SS \rightarrow SAS \rightarrow SSAS \rightarrow bbab$$

`bbbaaa` もこの文法に属していることを、上記の記法を用いた導出で示せ。

Question A3

- (1) Write down the C function `int comp(char *str1, char *str2)` that lexicographically compares two null-terminated alphabet strings `str1` and `str2`, and returns the result either as `-1`, `0`, or `1`. For example, `comp("apple", "banana")` returns `-1`, `comp("orange", "grape")` returns `1`, and `comp("kiwi", "kiwi")` returns `0`.
- (2) Consider the following C code and answer the following questions (Assume that `n` is non-negative):

```
int D(int n) {
    if (n == 0 || n == 1) {
        return 1;
    } else {
        return (n - 1) * (D(n-1) + D(n-2));
    }
}
```

- (a) Write the return value of `D(3)`.
- (b) Define this function without using recursive calls.
- (3) Consider the following Context-Free Grammar (CFG) over the alphabet $\{a, b\}$:

$$S \rightarrow SS \mid SA \mid b$$
$$A \rightarrow a$$

`bbab` belongs to this grammar because it can be derived as:

$$S \rightarrow SS \rightarrow SAS \rightarrow SSAS \rightarrow bbab$$

Show that `bbbaaa` belongs to this grammar by a derivation using the above notation.

Question A4

Answer the following questions regarding datapath of processors.

- (1) Explain single cycle processors.
- (2) In a single cycle processor, explain how efficiency of the processor changes with a variable-length clock. Explain why such a single processor with a variable-length clock is not often used in practice.
- (3) Explain multiple cycle processors.
- (4) Explain CPI (Cycles Per Instruction). Also explain the difference in CPI of single cycle processors and multiple cycle processors.
- (5) Figure A4-1 illustrates the high-level datapath structure of a multi cycle processor. Give concise explanation of the name and the function of each of the components denoted as PC, M, IR, DR, RF, and U. Assume A, B, and O are registers.
- (6) In a multiple cycle processors shown in Figure A4-1, load instructions, store instructions, register instructions, branch instructions, and jump instructions are defined. Assuming it takes a single cycle for each of stages such as instruction fetch, decode, memory address calculation, register calculation, memory access, write back and branch and jump, answer the number of cycles it takes for each of the instructions above. Write whatever reasonable assumptions are made if necessary.
- (7) A program is compiled into 25% of load instructions, 10% of store instructions, 48% of register instructions, 16% of branch instructions, and 1% of jump instructions. Calculate CPI using the result of the previous question.
- (8) Answer several architectural techniques in order to improve the efficiency of processors in general.

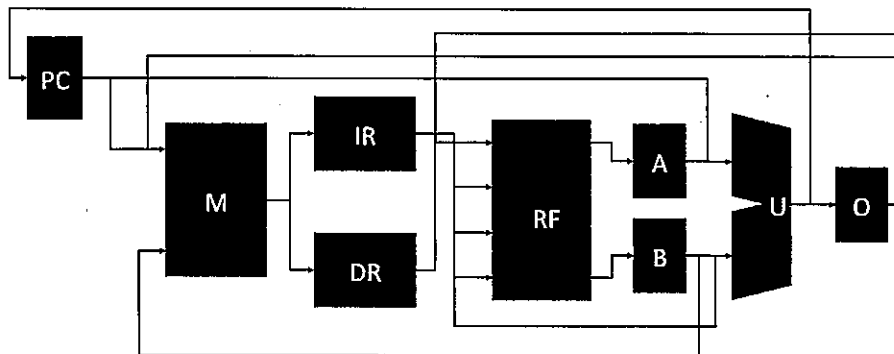


Figure A4-1

総合分析情報学 第5問 (Question A5)

- (1) オペレーティングシステムに関する以下の用語について簡単に説明し、それぞれの手法またはアルゴリズムの例を一つあげよ。
 - (a) プリエンプティブ CPU スケジューリング
 - (b) デッドロックの防止
 - (c) プリページング
 - (d) ディスクスケジューリング
- (2) カーネルが最小限の機能を実現し、他の機能はユーザプロセスで実現するマイクロカーネルのアプローチの利点と欠点について説明せよ。

Question A5

- (1) Explain the following terms about operating systems and give an example method or algorithm for each term:
 - (a) preemptive CPU scheduling
 - (b) deadlock prevention
 - (c) prepaging
 - (d) disk scheduling

- (2) Explain merits and demerits of the microkernel approach in which the kernel provides a minimal set of facilities and other facilities are implemented as user processes.

総合分析情報学 第6問 (Question A6)

- (1) IPネットワーク上のノードA (A.jp) からノードB (B.jp) にパケットを送る仕組みに関して、以下の問に答えよ。なお、ノードAとノードBのIPアドレスとMACアドレスの組を、 (ip_A, MAC_A) 、 (ip_B, MAC_B) とする。
 - (a) ノードBのドメイン名B.jpからIPアドレス ip_B を導出する仕組みを説明せよ。
 - (b) ノードAとBがEthernetで構築された同一ネットワークに接続されている場合、どのような仕組みでパケットを送付するか、IP層とMAC層の動作を説明せよ。
 - (c) ノードAとBが遠隔にある異なるネットワークに接続されている場合、ノードAが、パケットを次に送付するノードCを決定する仕組みを説明せよ。
- (2) コンピュータ・ネットワークに関する以下の用語を説明せよ。
 - (a) IoT (Internet of Things)
 - (b) CDMA (Code Division Multiple Access)
 - (c) 6LoWPAN (IPv6 over Low power Wireless Personal Area Network)
 - (d) CoAP (Constrained Application Protocol)
 - (e) REST (Representational State Transfer)

Question A6

- (1) Answer the following questions on the mechanism sending a packet from node A (A.jp) to node B (B.jp) via IP network. Provided that we describe the pairs of IP address and MAC address of node A and B as (ip_A, MAC_A) and (ip_B, MAC_B) , respectively.
 - (a) Explain the mechanism deriving IP address ip_B from the domain name B.jp of node B.
 - (b) Explain the mechanism of IP and MAC layer sending a packet from node A to node B when they are connected to the same Ethernet network.
 - (c) When node A and node B are connected to different remote networks, explain the mechanism deciding node C to which the node A sends its packet next.
- (2) Explain the following terms on computer networks.
 - (a) IoT (Internet of Things)
 - (b) CDMA (Code Division Multiple Access)
 - (c) 6LoWPAN (IPv6 over Low power Wireless Personal Area Network)
 - (d) CoAP (Constrained Application Protocol)
 - (e) REST (Representational State Transfer)

総合分析情報学 第7問 (Question A7)

- (1) 2進数による正規表現 $(1(0|1))^* 0 0^* 1 0^* 1$ で表される言語に関して以下の問に答えよ。
- (a) この言語を受け取った時に、1を出力し、それ以外の場合は0を出力する Mealy Machine の状態遷移図を記せ。
 - (b) この言語を受け取る順序回路を設計せよ。順序回路に含まれる組み合わせ回路部分については、真理値表を記せ。
- (2) 論理回路に関する以下の用語を説明せよ。
- (a) Carry Look Ahead Adder
 - (b) PLD (Programmable Logic Device)
 - (c) HDL (Hardware Description Language)

Question A7

- (1) Answer the following questions on the language described by the regular expression of a sequence of binary symbols: $(1(0|1))^* 0 0^* 1 0^* 1$
 - (a) Answer the State Transition Diagram of Mealy Machine which outputs 1 when it accepts this language, and otherwise outputs 0.
 - (b) Design a sequential logic circuit which accepts this language. Draw the truth table of combinatory circuit which is included in this logic.
- (2) Explain the following terms on logic circuits.
 - (a) Carry Look Ahead Adder
 - (b) PLD (Programmable Logic Device)
 - (c) HDL (Hardware Description Language)

総合分析情報学 第8問 (Question A8)

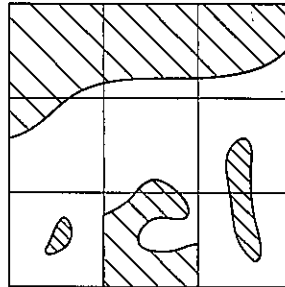
(1) 地理空間情報、位置データに関して以下の問いに答えよ。

- (a) 位置特定について、空間参照という観点から簡潔に議論せよ。
- (b) 位置特定のために用いられる枠組み (空間参照システム) を (i) 異なる種類に分類し、(ii) それぞれの特徴と代表的な例を述べよ。
- (c) 場所情報、位置データの整備と利用について、以下の語句をすべて用いて簡潔に議論せよ。

【用いる語句】社会基盤、オープンデータ、空間行動

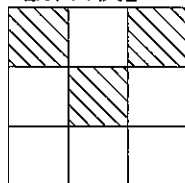
(2) 空間データの構造に関して以下の問いに答えよ。

- (a) 地理情報 (GIS データ) のデータモデルについて、その種類と特徴を簡潔に述べよ。
- (b) 以下のような正方形の地域があり、その土地利用が「田畑」(白、無地の部分) または「森林」(斜線部) に分かれているとする。いま、この地域を 3×3 のセル (グリッド) に区切り、各セルに田畑か森林のいずれかの値 (分類) を属性値として与えたラスターデータを作成したい。



- (i) 各セルの属性値 (田畑か森林か) を決定する際に用いることができる基準として、異なる2つのものを挙げよ。
- (ii) 上記 (i) で挙げた2つの基準を用いて作成したラスターデータをそれぞれ図示せよ。解答の際には、以下の例のように田畑を白 (無地)、森林を斜線で示せ。

【解答例】



Question A8

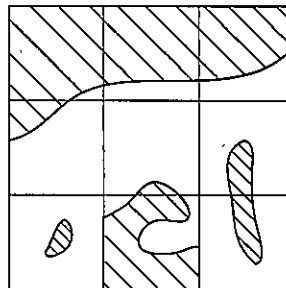
(1) Answer the following questions about geospatial information and location data.

- (a) Concisely discuss location identification, from the perspective of spatial referencing.
- (b) Concerning the methods of location identification (spatial reference systems), (i) classify them into different types and (ii) give the characteristics and major examples of each method.
- (c) Concisely discuss the development and use of place information and location data, by using all of the following terms.

< Terms to be used > Social infrastructure, Open data, Spatial behavior

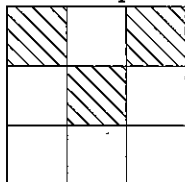
(2) Answer the following questions about spatial data structures.

- (a) Concisely discuss the types and characteristics of data models of geographic information or geographic information system (GIS) data.
- (b) Suppose that there is a square region whose land uses are classified into agricultural land (white areas, no shades) or forest (shaded areas). A researcher now divides this region into a grid of 3×3 , and wants to create raster data with each cell having either agricultural land or forest as an attribute value.



- (i) Give two different methods for assigning an attribute value (agricultural land or forest) to each cell.
- (ii) Draw two raster datasets that are created based on the two methods given above. Indicate the attribute value of agricultural land by white and forest by shades as in the example below.

< Example >



Entrance Examination
in Applied Computer Science Course,
Graduate School of Interdisciplinary Information Studies,
The University of Tokyo.
Academic Year 2017
(14:00-16:00, January 10th, 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 sixteen pages. Report missing, misplaced, and imperfect pages to the instructor.
3. This booklet includes eight questions. Select any four questions and answer only those four.
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	