

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30年1月16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) $x^2 + y^2 = 4$ のとき、 $3x + 2y^2$ の最大値、最小値を求めよ。ただし、 x および y は実数とする。
- (2) 放物線 $y^2 = x + 2$ と直線 $y = x$ とで囲まれる図形を y 軸のまわりに回転してできる立体の体積を求めよ。
- (3) 物体を鉛直上方に地表から初速 10m/s で投げ上げたとき、何 m の高さまで上昇するか。また、最高点に到達するのは何秒後か。ただし、重力の加速度は 9.8m/s^2 であって、空気抵抗はないものとする。

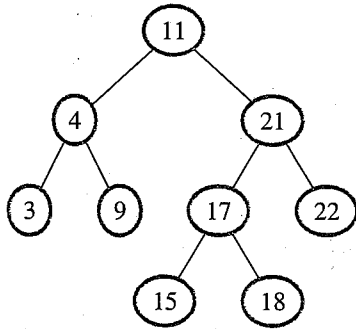
Question A1 (Mandatory)

- (1) Provided x and y are the real numbers, calculate maximum and minimum values of $3x + 2y^2$, when $x^2 + y^2 = 4$.
- (2) Calculate the volume of the solid body by rotating the figure enclosed by a parabola: $y^2 = x + 2$ and a line: $y = x$ around y axis.
- (3) Provided gravitational acceleration is $9.8m/s^2$ and no air resistance existing, how high an object will reach when throwing it vertically up from the ground by $10m/s$ as initial speed? Also how long does it take to reach the highest point?

総合分析情報学 第2問 (Question A2) 必須問題

二分探索木の節点を以下のように定義する。

```
struct Node {  
    int key;  
    Node *left, *right, *parent;  
};
```



例として上の木を考える。各節点はNode型であり、節点を指すポインタnについて、その左の子、右の子、親の節点のアドレスが、n->left, n->right, n->parentに格納されているとする。また対応する節点が存在しない場合は、定数nullが格納されているとする。

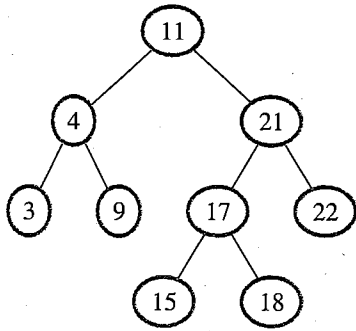
```
bool find(Node *node, int k) {  
    if (node == null)  
        return false;  
    if (k < node->key) return find(node->left, k);  
    else if (node->key == k) return true;  
    else return find(node->right, k);  
}
```

- (1) 上記の関数について、find(root, 15)を実行した時の、戻り値と、その途中で関数findが再帰的に呼ばれる様子を説明せよ。ただしrootは根の節点を指すポインタとする。
- (2) 同じ機能を持つ関数を、再帰を使わずに定義せよ。
- (3) 木に節点を追加するinsert(Node *root, Node *newitem)を定義せよ。ただしrootはnullではなく、また木の中に同じkeyを持つ節点が存在する場合は何もしないとする。引数newitemが指すkeyは挿入する値に初期化され、left, right, parentはnullの状態に渡されたとする。節点の追加後にも、findが正しく動作するようにinsertを実装すること。
- (4) 二分探索木と近い機能を持つデータ構造として、ハッシュ表がある。両者を比較してそれぞれの利点を簡潔に述べよ。

Question A2 (Mandatory)

The following struct gives an implementation of a node in a binary search tree.

```
struct Node {
    int key;
    Node *left, *right, *parent;
};
```



Suppose that the tree shown above is given. Each node is represented in an instance of Node. Let n be a pointer to a node in the tree, then the addresses of left child, right child and parent node are stored in $n->left$, $n->right$ and $n->parent$, respectively. A pointer is null if the corresponding node does not exist.

```
bool find(Node *node, int k) {
    if (node == null)
        return false;
    if (k < node->key) return find(node->left, k);
    else if (node->key == k) return true;
    else return find(node->right, k);
}
```

- (1) Show the return value to call `find(root, 15)`, where `root` is a pointer to the root of the tree. Explain how `find` is recursively called.
- (2) Define a new function without recursion, that has exactly the same functionality to function `find`.
- (3) Define function `insert(Node *root, Node *newitem)` that inserts a node `newitem` into the tree specified by `root`. Assume that `root` is not null. The function must leave the tree unchanged, if a node having the same key already exists in the tree. Variable `key` in `newitem` is initialized in advance while `left`, `right` and `parent` are null. Function `insert` must keep the tree appropriately in that function `find` correctly works after the insertion.
- (4) Hash table is a data structure that supports similar functionality to that of a binary search tree. Describe the strength of each data structure comparing them.

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) 確率変数 X の確率密度関数 $f(x)$ が以下のとき、次の問に答えよ。

$$f(x) = \begin{cases} 6x(1-x), & 0 < x \leq 1 \\ 0, & x \leq 0, 1 < x \end{cases}$$

(a) 確率 $P(0.5 < X \leq 1)$ を求めよ。

(b) 分布関数 $F(x)$ を求めよ。

(c) 期待値 $E(X)$ を求めよ。

(2) 回帰分析について、以下の問に答えよ。

(a) “従属変数” と “独立変数” の語句を用いて、回帰分析を簡潔に説明せよ。

(b) 線形回帰と非線形回帰の違いについて、簡潔に述べよ。

Question A3

- (1) A random variable X has the following probability density function $f(x)$.

$$f(x) = \begin{cases} 6x(1-x), & 0 < x \leq 1 \\ 0, & x \leq 0, 1 < x \end{cases}$$

Answer the following questions.

- (a) Calculate the probability $P(0.5 < X \leq 1)$.
 - (b) Obtain the distribution function $F(x)$.
 - (c) Calculate the expected value $E(X)$.
- (2) Answer the following questions regarding regression analysis.
- (a) Briefly describe the regression analysis, using the terms “dependent variable” and “independent variable”.
 - (b) Briefly describe the difference between linear regression and nonlinear regression.

総合分析情報学 第4問 (Question A4)

- (1) 無線タグ (RFID) について、タグに格納されている ID を非接触で読み取る原理を簡潔に説明せよ。
- (2) GPS (Global Positioning System) について、位置を求める受信局 (携帯等) と衛星の役割、および位置測位に必要な最小の衛星数の情報を含め、位置測位の原理を簡潔に説明せよ。
- (3) 携帯端末において、操作者が所有者本人であることを認証するための方式を二種類示し、それぞれの長所・短所を簡潔に説明せよ。
- (4) 実世界に配置された大量のセンサー情報を集約した有効な応用例をひとつあげ、簡潔に説明せよ。

Question A4

- (1) Explain briefly the principle of the wireless tag (RFID) contactlessly reading the ID stored in it.
- (2) Explain briefly the principle of GPS (Global Positioning System), including the role of receiving stations (mobile phones, etc.) that to be located, the role of satellites, and information on the minimum number of satellites required for positioning.
- (3) Explain two methods for authenticating that the operator of the mobile device is the owner, and explain briefly the advantages and disadvantages of each.
- (4) Explain briefly one example of effective applications that aggregate a large amount of sensor information installed in the real environment.

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に答えよ。

- (1) オペレーティングシステム (OS) における仮想化技術が必要となった背景を簡潔に説明せよ。
- (2) OS の仮想化技術における課題を説明せよ。
- (3) OS の仮想化技術の複数の実現手法について列挙し、それぞれ簡潔に説明せよ。
- (4) 前問において列挙した仮想化技術の実現手法について利害得失を簡潔に議論せよ。
- (5) ネットワークの仮想化技術とは何か簡潔に説明せよ。
- (6) データセンターにおけるネットワークの構成を図示して説明せよ。
- (7) データセンターにおけるネットワークの課題は何か簡潔に説明せよ。
- (8) 以下の用語を説明せよ。
 - (a) VPN
 - (b) VLAN
 - (c) SRIOV
 - (d) NFV
 - (e) Network Slicing

Question A5

Answer the following questions regarding system software.

- (1) Explain briefly the background behind the necessity of virtualization technologies on operating systems (OSes).
- (2) Explain the challenges of OS virtualization technologies.
- (3) Enumerate multiple implementations of OS virtualization technologies and briefly explain each of them.
- (4) Discuss pros and cons of each implementation enumerated in the previous question.
- (5) Explain briefly what network virtualization technology is.
- (6) Depict a structure of data center networking and explain it.
- (7) Explain the challenges of OS virtualization technologies.
- (8) Explain the following terminologies.
 - (a) VPN
 - (b) VLAN
 - (c) SRIOV
 - (d) NFV
 - (e) Network Slicing

総合分析情報学 第6問 (Question A6)

(1) 計算機システムに関する、以下の用語を説明せよ。

- (a) マンチェスターコーディング / Manchester Coding
- (b) エンディアン (バイトオーダー) / Endianness (Byte Order)
- (c) セット・アソシアティブ・キャッシュ方式 / Set Associative Cache

(2) コンピュータ・アーキテクチャに関する以下の間に答えよ。

同じ命令セットに P1 と P2 の 2 通りの実現方式があるとする。この命令セットは 5 つの命令クラス (A, B, C, D, E) がある。各クラスのクロック周波数と CPI を以下の表に示す。この P1、P2 に関して以下の間に答えよ。

	Clock Rate	CPI				
		Class A	Class B	Class C	Class D	Class E
P1	2.0 GHz	1	2	3	4	3
P2	4.0 GHz	2	2	2	4	4

- (a) 任意の命令系列をコンピュータが実行できる最高の速度を、ピーク性能と定義する。P1 と P2 のピーク性能を毎秒あたりの命令数で示せ。
- (b) あるプログラムで実行される命令の数の比率が、A:B:C:D:E = 2:1:1:1:1 である時、どちらのコンピュータの方がどれだけ速いか示せ。

(3) 組みあわせ回路に関する以下の間に答えよ。

$I = (I_2, I_1, I_0)$ の 3 ビット入力、 $O = (O_2, O_1, O_0)$ の 3 ビット出力の組みあわせ回路を考える。入力値が I の時、出力値 $O = (I \times 3 + 5) \bmod 8$ となる組みあわせ回路を設計せよ。

- (a) I_i ($i = 0 \sim 2$)、 O_j ($j = 0 \sim 2$) の真理値表を示せ。
- (b) 各 O_j を I_i ($i = 0 \sim 2$) を用いたブール式で表わせ。
- (c) それらを実現するゲート図を示せ。

Question A6

(1) Explain the following terms on computer systems.

- (a) Manchester Coding
- (b) Endianness (Byte Order)
- (c) Set Associative Cache

(2) Answer the following questions on computer architecture.

Consider two different implementations, P1 and P2, of the same instruction set. There are five classes of instructions (A, B, C, D, and E) in the instruction set. The clock rate and CPI of each class is given in the table below.

	Clock Rate	CPI				
		Class A	Class B	Class C	Class D	Class E
P1	2.0 GHz	1	2	3	4	3
P2	4.0 GHz	2	2	2	4	4

- (a) Assume that peak performance is defined as the fastest rate that a computer can execute any instruction sequence. What are the peak performances of P1 and P2 expressed in instructions per second?
- (b) When the ratio of number of instruction classes executed in a certain program is A:B:C:D:E = 2:1:1:1:1, which computer is faster? How much faster is it?

(3) Answer the following questions on combinational logic.

Consider combinational logic with three binary inputs $I = (I_2, I_1, I_0)$, and three binary outputs $O = (O_2, O_1, O_0)$. When input is I , design combinational logic which outputs $O = (I \times 3 + 5) \bmod 8$ when input is I .

- (a) Show truth table with I_i ($i = 0$ to 2) and O_j ($j = 0$ to 2).
- (b) Show boolean equation of each O_j using I_i ($i = 0$ to 2).
- (c) Show logic gate diagram implementing them.

Entrance Examination
in Applied Computer Science Course,
Graduate School of Interdisciplinary Information Studies,
The University of Tokyo.
Academic Year 2018
(14:00-16:00, January 16th, 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	