

平成27(2015)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26年8月18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)

(1) 次の微分方程式の一般解をそれぞれ求めよ。

(a)  $\frac{dy}{dx} + y = 0$

(b)  $1 - \frac{dy}{dx} = y$

(2) 自然対数  $\log_e(1+x)$  のテイラー展開を用いて,  $\log_e(1.1)$  の近似値を小数点以下第5位まで求めよ。

## Question A1

(1) Calculate the general solutions of the following differential equations.

(a)  $\frac{dy}{dx} + y = 0$

(b)  $1 - \frac{dy}{dx} = y$

(2) Calculate an approximate value of  $\log_e(1.1)$  to the fifth place after the decimal point using the Taylor expansion of natural logarithmic function  $\log_e(1 + x)$ .

## 総合分析情報学 第2問 (Question A2)

図 A2-1 のようにコインが並べられている。2人のプレイヤーが交互にコインを取るゲームを考える。それぞれの番で、プレイヤーは1個あるいは連続した2個のコインを取ることができる。最後にコインを取ったプレイヤーが勝ちである。



図 A2-1:

- (1) 図 A2-1 の局面から始まるゲームの完全なゲーム木を記載せよ。その際、各局面は [1-3] のような表記法を用いよ (例えば図 A2-1 の局面はコイン 1 個とコイン 3 個から成るので [1-3] と表記する)。
- (2) 先手が勝つ局面の評価値を 1, 後手が勝つ局面の評価値を  $-1$  とする。(1) で記載したすべての局面の評価値を求めよ。
- (3) ゲーム木の探索を効率化するアルゴリズムとして Alpha-Beta 法がある。Alpha-Beta 法を説明せよ。その際、疑似コードや図などを用いてもよい。

## Question A2

Consider a game using coins as shown in Figure A2-1. Two players alternatively take coins. In each turn, a player can take one or two consecutive coins. The last player who can take coin(s) wins the game.



Figure A2-1:

- (1) Write down a complete game tree starting from a position shown in Figure A2-1. Use a notation such as [1-3] to represent a position of the game (for example, the position in Figure A2-1 consists of 1 coin and 3 coins, so it can be represented as [1-3]).
- (2) Let the evaluation value of the position 1 when the first player wins, and  $-1$  when the second player wins. Write all the evaluation values for all the positions in the game tree.
- (3) The Alpha-Beta pruning algorithm is a commonly known algorithm to eliminate unnecessary search in game trees. Describe the Alpha-Beta pruning algorithm. You may use diagrams and pseudo code for explanation.

### 総合分析情報学 第3問 (Question A3)

次の関数 f1 および f2 に関する以下の問いに答えよ。なお、プログラムはすべて C 言語で書かれているとする。

```
void f1(int na, int a[], int nb, int b[]) {
    int i, j, k;
    for (i = 0; i < na; i++) {
        for (j = nb-1; j >= 0; j--) {
            if (b[j] > a[i]) {
                break;
            }
        }
        if (j < nb-1) {
            for (k = nb-2; k > j; k--) {
                b[k+1] = b[k];
            }
            b[j+1] = a[i];
        }
    }
}
```

```
void f2(int na, int a[], int nb, int b[]) {
    int i, j, k;
    for (i = 0; i < na; i++) {
        for (j = 0; j < nb; j++) {
            (i)
        }
    }
}
```

配列 a, b は以下のように初期化されているとする。

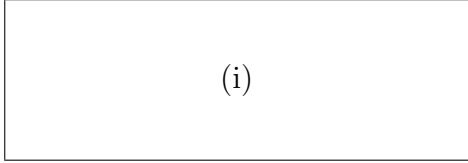
```
int a[] = { 2, 17, 12, 4, 6, 19, 10, 13, 12, 7 };
int b[] = { 0, 0, 0, 0, 0 };
```

- (1) 関数 f1 を f1(10, a, 5, b) と呼び出したあとの配列 b の各要素の値を示せ。
- (2) 関数 f2 を f2(10, a, 5, b) と呼び出したあとの配列 b の各要素の値が, (1) で f1 を呼び出したあとと同じになるように, (i) の部分を記述せよ。

## Question A3

Answer the questions about the following functions **f1** and **f2**. All source codes are written in C language.

```
void f1(int na, int a[], int nb, int b[]) {
    int i, j, k;
    for (i = 0; i < na; i++) {
        for (j = nb-1; j >= 0; j--) {
            if (b[j] > a[i]) {
                break;
            }
        }
        if (j < nb-1) {
            for (k = nb-2; k > j; k--) {
                b[k+1] = b[k];
            }
            b[j+1] = a[i];
        }
    }
}
```

```
void f2(int na, int a[], int nb, int b[]) {
    int i, j, k;
    for (i = 0; i < na; i++) {
        for (j = 0; j < nb; j++) {
            

```

The arrays **a** and **b** are initialized as follows.

```
int a[] = { 2, 17, 12, 4, 6, 19, 10, 13, 12, 7 };
int b[] = { 0, 0, 0, 0, 0 };
```

- (1) Describe each element of the array **b** after the function **f1** is called with arguments as **f1(10, a, 5, b)**.
- (2) Fill (i) so that all elements of the array **b** after the function **f2** is called with arguments as **f2(10, a, 5, b)** are the same as those after **f1** is called with arguments as in (1).

## 総合分析情報学 第4問 (Question A4)

- (1) FIFO型のキャッシュページ交換アルゴリズムによるキャッシュメモリシステムのキャッシュヒット率  $H$  を改善したい。このとき、以下の方策を講じたときに、キャッシュヒット率  $H$  に対して期待される効果をそれぞれ説明せよ。
  - (a) キャッシュブロックサイズを大きくする。
  - (b) キャッシュメモリ容量全体を大きくする。
  - (c) キャッシュページ交換アルゴリズムを FIFO から LRU に変更する。
- (2) GPGPU (General-Purpose computing on Graphics Processing Units) とはどのような技術か説明せよ。とくに、GPGPU で高性能に実行できる計算の例を挙げ、なぜ高性能で実行できるのかその理由を説明せよ。
- (3) コンピュータアーキテクチャに関する以下の用語を説明せよ。
  - (a) MMU (Memory Management Unit)
  - (b) SIMD (Single Instruction Multiple Data)



## Question A4

- (1) Consider that we want to improve cache hit ratio  $H$  of cache memory system with FIFO cache replacement algorithm. Explain expected effects on cache hit ratio  $H$  when we apply the following methods, respectively.
  - (a) Extending the cache block size
  - (b) Extending the total cache memory size
  - (c) Changing the FIFO cache page replacement algorithm into LRU
- (2) Explain the technology of GPGPU (General-Purpose computing on Graphics Processing Units). Especially, show an example of computation that can be processed by GPGPU efficiently, and explain the reason why this can be processed efficiently.
- (3) Explain the following terms on computer architecture.
  - (a) MMU (Memory Management Unit)
  - (b) SIMD (Single Instruction Multiple Data)

## 総合分析情報学 第5問 (Question A5)

単一プロセッサのスケジューリングにおいて、一定時間  $T$  ごとに、以下のような式を用いて、各プロセスの実行優先度の再計算を行う方式を考える。

$$C = \alpha \times (C + \Delta C)$$

$$\text{優先度} = C + \text{基準優先度}$$

ここに、 $\Delta C$  は過去  $T$  の間のプロセッサ使用時間を表し、 $\alpha$  は正の定数である。 $C$  の初期値は0とする。優先度については、その数値が大きいほど低いとみなす。ここで計算された優先度は  $n$  個のレベルに分けられ、各プロセスはその優先度に応じて、 $n$  個の待ち行列の1つに登録される。スケジューラは、空でない最高の優先度レベルの待ち行列に登録されているプロセスをクォンタムタイム  $q$  で実行する。 $T$  は  $q$  の倍数とする。

このとき、以下の問いに答えよ。

- (1) このスケジューリング方式が、クォンタムタイム  $q$  の単純なラウンドロビンスケジューリングに比べ、対話的なプロセスのスケジューリングにおいて、どのような利点があるか説明せよ。また、このスケジューリング方式が時間的制約の強いリアルタイム応用に適さない理由を述べよ。
- (2)  $\alpha < 1$  と設定することにより得られる効果を述べよ。
- (3) 3つのパラメータ  $q, n, T$  がそれぞれ性能に及ぼす影響について論ぜよ。
- (4) 待ち行列を優先度のレベルごとに置く方式は、1つの待ち行列に優先度順にプロセスを登録する方式に比べ、どのような利点があるか述べよ。

## Question A5

Consider the following scheduling algorithm for single processor systems. The priority of each process is recalculated at time intervals of  $T$  according to the following formula

$$C = \alpha \times (C + \Delta C),$$

$$\text{priority} = C + \text{base level priority}$$

where  $\Delta C$  is processor usage accumulated in the past  $T$  interval and  $\alpha$  is a positive constant. The initial value of  $C$  is zero. The larger priority value is, the lower scheduling priority follows. Priorities are divided into  $n$  levels and processes are assigned to one of  $n$  queues according to their priorities. The scheduler reschedules processes in the highest-priority-level (non-empty) queue and allows each process a time quantum  $q$ .  $T$  is a multiple of  $q$ .

Answer the following questions.

- (1) Discuss the merits of this scheduling algorithm especially for interactive processes, compared with a simple round-robin scheduling algorithm whose time quantum is  $q$ . Describe why this algorithm is not suited for hard real-time applications.
- (2) Explain the effect that results from  $\alpha < 1$ .
- (3) Discuss how each of the three parameters  $q$ ,  $n$ , and  $T$  affects the performance.
- (4) Explain the merits of the multilevel queue scheduling in which a ready queue is partitioned into multiple queues, one for each priority level, compared with the single queue scheduling in which processes are stored in a single ready queue in a priority order.

## 総合分析情報学 第6問 (Question A6)

図 A6-1 は、同一スイッチに接続された端末 A と端末 B の間の通信のパケットの送受信の様子を表している。以下の問いに答えよ。

- (1) 空欄 (a) から (e) までを埋めよ。
- (2) ARP プロトコルの一般的な目的を説明し、パケット番号 1 と 2 の一般名称と、各々がこの通信においてどのような役割を果たしているかを具体的に説明せよ。
- (3) TCP プロトコルにおけるセッションの確立に関わるパケットの番号を答え、なぜ TCP ではそのような方式でセッションを確立しなくてはならないのか述べよ。とくに、そうでない場合に起こり得る問題を具体的に説明せよ。
- (4) パケット番号 6 から 11 までで A と B の間で送られたペイロードデータの合計バイト数をシーケンス番号の変化や根拠と共に示せ。
- (5) TCP におけるフロー制御について説明せよ。この通信において制御はどのような形で現れているか示せ。
- (6) パケット番号 1,2,6 の各々がどのようなレイアウトになっているか図示せよ。ただし、パケットのレイアウトは Layer2 から Layer7 までオフセットと長さを併記し、できるだけ詳細に描くこと。
- (7) 端末 A と B の間で通信をしているのはどのようなアプリケーションであるか推測し、根拠と共に示せ。
- (8) 端末 A と B の間にルータ R があり、アプリケーションが大量にデータをやりとりする場合、フロー制御と輻輳制御がどのように働くか、説明せよ。

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	00:50:56:3d:1f:9a	(a)	ARP	60	Who has 172.16.35.136? Tell 172.16.35.142
2	0.000030	(b)	00:50:56:3d:1f:9a	ARP	42	172.16.35.136 is at 00:0c:29:f5:a6:cc
3	0.000292	172.16.35.142	172.16.35.136	TCP	74	37594 > 5555 [SYN] Seq=0 Win=14600 Len=0 MSS=1460 SA
4	0.000331	172.16.35.136	172.16.35.142	TCP	74	5555 > 37594 (c) Seq=0 Ack=1 Win=14480 Len=0 I
5	0.000699	172.16.35.142	172.16.35.136	TCP	66	37594 > 5555 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=14720 Len=0 TSval:
6	4.166090	172.16.35.142	172.16.35.136	TCP	68	37594 > 5555 [PSH, ACK] Seq=1 Ack=1 Win=14720 Len=2 `
7	4.166120	172.16.35.136	172.16.35.142	TCP	66	5555 > 37594 [ACK] Seq=1 Ack=3 Win=14592 Len=0 TSval:
8	6.222673	172.16.35.142	172.16.35.136	TCP	68	37594 > 5555 [PSH, ACK] Seq=3 Ack=1 Win=14720 Len=2 `
9	6.222704	172.16.35.136	172.16.35.142	TCP	66	5555 > 37594 [ACK] Seq=1 Ack=5 Win=14592 Len=0 TSval:
10	6.686114	172.16.35.142	172.16.35.136	TCP	68	37594 > 5555 [PSH, ACK] Seq=5 Ack=1 Win=14720 Len=2 `
11	6.686138	172.16.35.136	172.16.35.142	TCP	66	5555 > 37594 [ACK] Seq=1 Ack=7 Win=14592 Len=0 TSval:
12	7.854088	172.16.35.142	172.16.35.136	TCP	66	37594 > 5555 (d) [ACK] Seq=7 Ack=1 Win=14720 Len=0 `
13	7.854185	172.16.35.136	172.16.35.142	TCP	66	5555 > 37594 (e) [ACK] Seq=1 Ack=8 Win=14592 Len=0 `
14	7.854604	172.16.35.142	172.16.35.136	TCP	66	37594 > 5555 [ACK] Seq=8 Ack=2 Win=14720 Len=0 TSval:

図 A6-1:

## Question A6

Figure A6-1 shows the packet trace of the communication between two end systems A and B connected through the same switch. Answer the following questions.

- (1) Fill in the blanks (a)-(e).
- (2) Explain the general purpose of ARP protocol, and describe general names and roles of packets No.1 and No.2 in this communication, respectively.
- (3) Answer which numbers of packets are involved in the TCP session establishment, and explain why TCP uses such a connection establishment method. Especially, give concrete problems that would occur otherwise.
- (4) Answer the total bytes conveyed in the packet payload of the packets between No.6 and No.11 with the reason including the change in sequence numbers.
- (5) Explain TCP flow control and how it is observed in the packet trace.
- (6) Draw packet layout of the packets No.1, No.2, and No.6. Note that you must draw Layer2 to Layer7 together with byte offset and length in as much detail as possible.
- (7) Guess what kind of applications are communicating between the end systems A and B, and also explain the reason why you guess that.
- (8) Suppose there is a router R between end systems A and B, and when applications are exchanging lots of data between them, explain how flow control and congestion control work.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1	0.000000	00:50:56:3d:1f:9a	(a)	ARP	60	Who has 172.16.35.136? Tell 172.16.35.142
2	0.000030	(b)	00:50:56:3d:1f:9a	ARP	42	172.16.35.136 is at 00:0c:29:f5:a6:cc
3	0.000292	172.16.35.142	172.16.35.136	TCP	74	37594 > 5555 [SYN] Seq=0 Win=14600 Len=0 MSS=1460 SA
4	0.000331	172.16.35.136	172.16.35.142	TCP	74	5555 > 37594 (c) Seq=0 Ack=1 Win=14480 Len=0 I
5	0.000699	172.16.35.142	172.16.35.136	TCP	66	37594 > 5555 [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=14720 Len=0 TSval:
6	4.166090	172.16.35.142	172.16.35.136	TCP	68	37594 > 5555 [PSH, ACK] Seq=1 Ack=1 Win=14720 Len=2 `
7	4.166120	172.16.35.136	172.16.35.142	TCP	66	5555 > 37594 [ACK] Seq=1 Ack=3 Win=14592 Len=0 TSval:
8	6.222673	172.16.35.142	172.16.35.136	TCP	68	37594 > 5555 [PSH, ACK] Seq=3 Ack=1 Win=14720 Len=2 `
9	6.222704	172.16.35.136	172.16.35.142	TCP	66	5555 > 37594 [ACK] Seq=1 Ack=5 Win=14592 Len=0 TSval:
10	6.686114	172.16.35.142	172.16.35.136	TCP	68	37594 > 5555 [PSH, ACK] Seq=5 Ack=1 Win=14720 Len=2 `
11	6.686138	172.16.35.136	172.16.35.142	TCP	66	5555 > 37594 [ACK] Seq=1 Ack=7 Win=14592 Len=0 TSval:
12	7.854088	172.16.35.142	172.16.35.136	TCP	66	37594 > 5555 (d) ACK] Seq=7 Ack=1 Win=14720 Len=0 `
13	7.854185	172.16.35.136	172.16.35.142	TCP	66	5555 > 37594 (e) ACK] Seq=1 Ack=8 Win=14592 Len=0 `
14	7.854604	172.16.35.142	172.16.35.136	TCP	66	37594 > 5555 [ACK] Seq=8 Ack=2 Win=14720 Len=0 TSval:

Figure A6-1:

## 総合分析情報学 第7問 (Question A7)

(1) 順序回路に関する以下の問いに答えよ。

図 A7-1 は、2つのボタンで操作する扇風機である。一つは電源の入切 (Power On/Off) を設定できるボタンで、もう一つは、弱 (Weak)、中 (Middle)、強 (Strong) の3種類の風の強さを選択するモードボタンである。電源ボタンでスイッチを入れると、風の強さが弱の状態ですべての扇風機が稼働する。扇風機が稼働した後は、モードボタンで、風の強さを弱、中、強の順番に回して切り替えることができる。強の状態ですべてのモードボタンを押すと、弱の状態に戻る。どの状態であっても電源ボタンを押すと、扇風機の電源はオフになる。

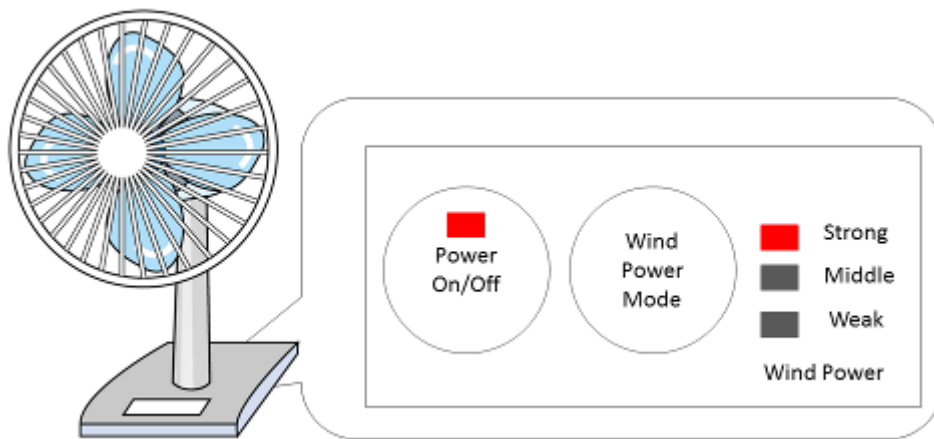


図 A7-1: 扇風機とその操作パネル

- 電源ボタンとモードボタンの2つのボタンプッシュを入力とした、この扇風機の状態遷移を表す状態遷移図を示せ。
- この状態遷移を実現する順序回路を設計せよ。設計過程も示し、例えばこの順序回路に組み合わせ回路が含まれる場合、その真理値表も示せ。

(2) 論理回路に関する以下の用語について具体的な例を挙げて説明せよ。

- PLD (Programmable Logic Device)
- HDL (Hardware Description Language)

## Question A7

- (1) Answer the following questions on sequential logic circuits.

Figure A7-1 shows an electric fan controlled by two buttons. One is the power button, and the other is the wind power mode button, which can select wind power among “Weak”, “Middle”, and “Strong”. When we push the power button in power-off state, the fan starts working in “Weak” power mode. While the fan is working, we can rotate the power mode “Weak”, “Middle”, and “Strong” in this order, using the wind power mode button. When we push the wind power mode button in “Strong” mode, the power mode returns into “Weak” mode. We can switch-off the power by pushing the power button in any power modes.

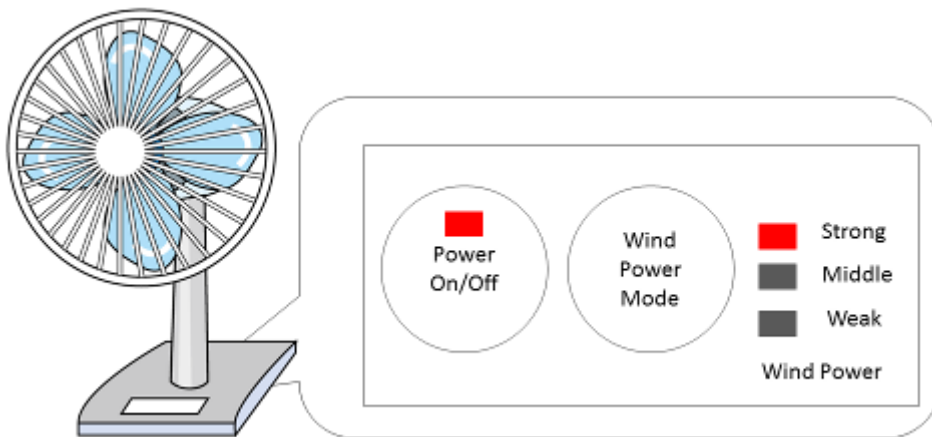


Figure A7-1: Electric fan and its operation panel

- (a) Show the state transition diagram of this electric fan which has two kinds of inputs: power button push, and wind power mode button push.
- (b) Design sequential logic circuit implementing the state transition of this electric fan. Show the design process such as true-false table of combinational logic circuit included in this sequential logic circuit.
- (2) Explain the following terms on logic circuits with concrete examples.
- (a) PLD (Programmable Logic Device)
- (b) HDL (Hardware Description Language)

## 総合分析情報学 第8問 (Question A8)

- (1) 空間情報に関する以下の(a)～(c)の語句群それぞれについて、各語の意味を相互に関連させながら説明せよ。
  - (a) 地図情報，スケール，解像度（詳細さ）
  - (b) ビッグデータ，オープンデータ，秘匿化
  - (c) 電子地図，実空間，参照（基準）点
  
- (2) 位置情報システムとその利用に関して、以下の各問いに答えよ。
  - (a) 空間における状況認識（コンテキストウェアネス）の概念について、具体例を挙げながら簡潔に説明せよ。
  - (b) 利用者に「やさしい」あるいは「使いやすい」システムという考え方について、具体例を挙げながら簡潔に説明せよ。
  - (c) 空間における行動支援システムの開発・利用に関して、今後の課題と展望を、情報技術，利用者，社会制度の各視点から簡潔に議論せよ。



## Question A8

- (1) Explain the following three sets of terms (a)~(c) concerning geospatial information, by clarifying the relationships between the terms within each set.
  - (a) map information, scale, resolution (precision)
  - (b) big data, open data, data concealment
  - (c) digital maps, physical space, reference (datum) points
  
- (2) Answer the following questions about the use and development of location-based systems.
  - (a) Concisely explain the concept of context awareness in space by giving concrete examples.
  - (b) Concisely explain the idea of user-friendly systems by giving concrete examples.
  - (c) Concisely discuss the prospects and problems of the use and development of spatial decision support systems, from the viewpoints of information technologies, users, and social systems.

**Entrance Examination**  
for Applied Computer Science Course,  
Graduate School of Interdisciplinary Information Studies,  
The University of Tokyo.  
Academic Year 2015  
(14:00-16:00, August 18th, 2014)

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 16 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	