

修士課程 社会情報学コース入学者選抜試験問題  
(情報学基礎)

Entrance Examination for Master's Program  
(Fundamentals of Informatics)  
Social Informatics Course

令和5年8月7日 13:00~15:00

August 7, 2023 13:00 – 15:00

**【注意】**

- ・ 試験開始の合図があるまで中を見てはいけない。
- ・ 問題用紙は表紙を含めて12枚である。試験開始後、枚数を確認し、落丁または印刷の不鮮明なものがあれば直ちに申し出ること。
- ・ 問題は5題である。このうち3題を選択し、解答しなさい。
- ・ 解答用紙の表紙に記載されている注意事項についても留意すること。
- ・ 問題1題につき、解答用紙1枚を使用すること。解答用紙は裏面を使用しても構わないが、使用する場合は裏面に継続することを明記すること。

**NOTES**

- ・ Do not open the pages before the signal to start the examination is given.
- ・ This is the Question Booklet of 12 pages including this front cover.  
After the examination starts, check that all pages are in order and notify proctors immediately if missing pages or unclear printings are found.
- ・ There are 5 questions. Choose and answer 3 questions in total.
- ・ Carefully read the notes on the front cover of the Answer Sheets, too.
- ・ Use one answer sheet for each question. You may use the reverse side of the sheet, but if you do, be sure to indicate it clearly by writing “See reverse side” at the end of the front side.

## 問題番号 (Number) 1

本問題では以下の表に記されるマシン語命令を仮定する。各マシン語命令は2 バイト長とし、前半の4 ビットがオペコード、後半の12 ビットがオペランドフィールドとなる。記号 R, S, T はレジスタ番号を表す4 ビットパターンであり、記号 X, Y はレジスタではない変数フィールドを表す4 ビットパターンである。

著作権上の理由で非表示

また、マシンは以下のものを仮定する。

- 0 から F (16 進数表記)まで番号の振られた 16 個の汎用レジスタを持ち、それぞれのレジスタの長さは 8 ビットである。
- メインメモリは 256 個のセルからなる。各セルのアドレスは 8 ビットのパターンとなる。

これを踏まえ、以下の設問 (1) および設問 (2) に答えよ。

- (1) マシンのプログラムカウンタは 00 (16 進数表記) であり、アドレス 00 から 1D (全て 16 進数表記) のメモリセルは下記のビットパターン (全て 16 進数表記) を含むとする。

Address	Contents	Address	Contents
00	20	10	20
01	04	11	00
02	21	12	21
03	00	13	0F
04	22	14	22
05	01	15	F0
06	23	16	53
07	60	17	12
08	A1	18	33
09	10	19	33
0A	93	1A	40
0B	02	1B	30
0C	51	1C	B0
0D	12	1D	00
0E	A0		
0F	08		

- a. マシンのプログラムカウンタが 10 (16 進数表記) になった時、レジスタ 3 のビットパターンは何か。
- b. マシン停止時にアドレス 33 (16 進数表記) に含まれるビットパターンは何か。
- (2) 以下に挙げる要件を全て満たすようなマシン命令から成るプログラムを考え、それを本設問への解答として記せ。
- アドレス F0 (16 進数表記) のメモリセルにあるビットパターンをロードする。
  - アドレス F1 (16 進数表記) のメモリセルにあるビットパターンをロードする。
  - F0 と F1 (全て 16 進数表記) からロードした値の掛け算を行う。本設問ではオーバーフローは気にしない。
  - 結果のビットパターンをアドレスが F2 (16 進数表記) のメモリセルに格納する。

In this question, the machine instructions in the table below are assumed. Each machine instruction is 2-byte long with the first 4 bits representing the opcode and the last 12 bits making up the operand field. The symbols R, S and T are placeholders for a 4-bit pattern identifying a register, and the symbols X and Y are placeholders for a 4-bit pattern not representing a register.



The following machine is furthermore assumed.

- It has 16 general-purpose registers numbered 0 through F (in hexadecimal). Each register is 8-bit long.
- There are 256 cells in the main memory. Each cell's address is 8-bit long.

Answer the following questions (1) and (2).

(1) The machine contains 00 (an 8-bit pattern in hexadecimal form) in its program counter and the memory cells at addresses 00 through 1D (all in hexadecimal form) contain the following bit patterns (all in hexadecimal form).

Address	Contents	Address	Contents
00	20	10	20
01	04	11	00
02	21	12	21
03	00	13	0F
04	22	14	22
05	01	15	F0
06	23	16	53
07	60	17	12
08	A1	18	33
09	10	19	33
0A	93	1A	40
0B	02	1B	30
0C	51	1C	B0
0D	12	1D	00
0E	A0		
0F	08		

- When the program counter reaches 10 (in hexadecimal form), what will be the bit pattern contained in the register 3?
- When the machine halts, what will be the bit pattern contained in the memory cell address 33 (in hexadecimal form)?

(2) Write a program of machine instructions that performs the following tasks.

- Read the bit pattern contained in the memory cell address F0 (in hexadecimal form).
- Read the bit pattern contained in the memory cell address F1 (in hexadecimal form).
- Perform the multiplication of the two values from address F0 and F1 (all in hexadecimal form). Do not worry about the overflow.
- Store the result in the memory cell address F2 (in hexadecimal form).

## 問題番号 (Number) 2

以下は、配列  $A$  を逐次探索しながら最小値と最大値を見つけるアルゴリズムである。配列の最初の要素のインデックスが 1 であり、最後の要素のインデックスが  $N$  であると仮定する。 $A[1]$  は配列の最初の要素であり、 $A[i]$  は  $i$  番目の要素である。

The following algorithm iterates through an array  $A$  to find the minimum and maximum values. In the following, we assume that the first cell of the array has index 1 and the last cell has index  $N$ .  $A[1]$  is the first element of the array,  $A[i]$  is the  $i$ -th element.

```
Algorithm FindMinMax(A, N)  
   $max \leftarrow A[1]$   
   $min \leftarrow A[1]$   
   $i \leftarrow 2$   
  while ( $i \leq N$ ) do  
    if ( $A[i] > max$ ) then  
       $max \leftarrow A[i]$   
    else  
      if ( $A[i] < min$ ) then  
         $min \leftarrow A[i]$   
      end if  
    end if  
     $i \leftarrow i + 1$   
  end while
```

- (1) *FindMinMax* アルゴリズムでは何回の “ $A[i] < min$ ” の比較が必要か？  
(最良の場合と最悪の場合をそれぞれに考える。)

How many times the comparison “ $A[i] < min$ ” is performed in the *FindMinMax* algorithm?  
(Think of the best-case and worst-case scenarios, separately.)

- (2) ビッグオー記法での *FindMinMax* アルゴリズムの時間計算量は？

What is the time complexity of the *FindMinMax* algorithm in big-O notation?

- (3) 図 1 に示すように、最大値と最小値を見つける問題は再帰的なアルゴリズムでも解決できる。そのアルゴリズムの第一ステップでは、配列  $A$  を再帰的に二つの部分に分ける。そのアルゴリズムの第二ステップでは、それらの部分の最大値と最小値を比較して、配列全体の最大値と最小値を求める。配列  $A$  の最大値と最小値を見つける再帰的なアルゴリズムの擬似コードを書け。

The problem of finding the maximum and minimum values can also be solved using a recursive algorithm, shown in Figure 1. In the first step of the algorithm, we recursively divide an array  $A$

into two parts. In the second step of the algorithm, we compare the maximum and minimum values of those parts to obtain the maximum and minimum values of the whole array. Write a pseudocode of the recursive algorithm that finds the maximum and minimum values in an array  $A$ .

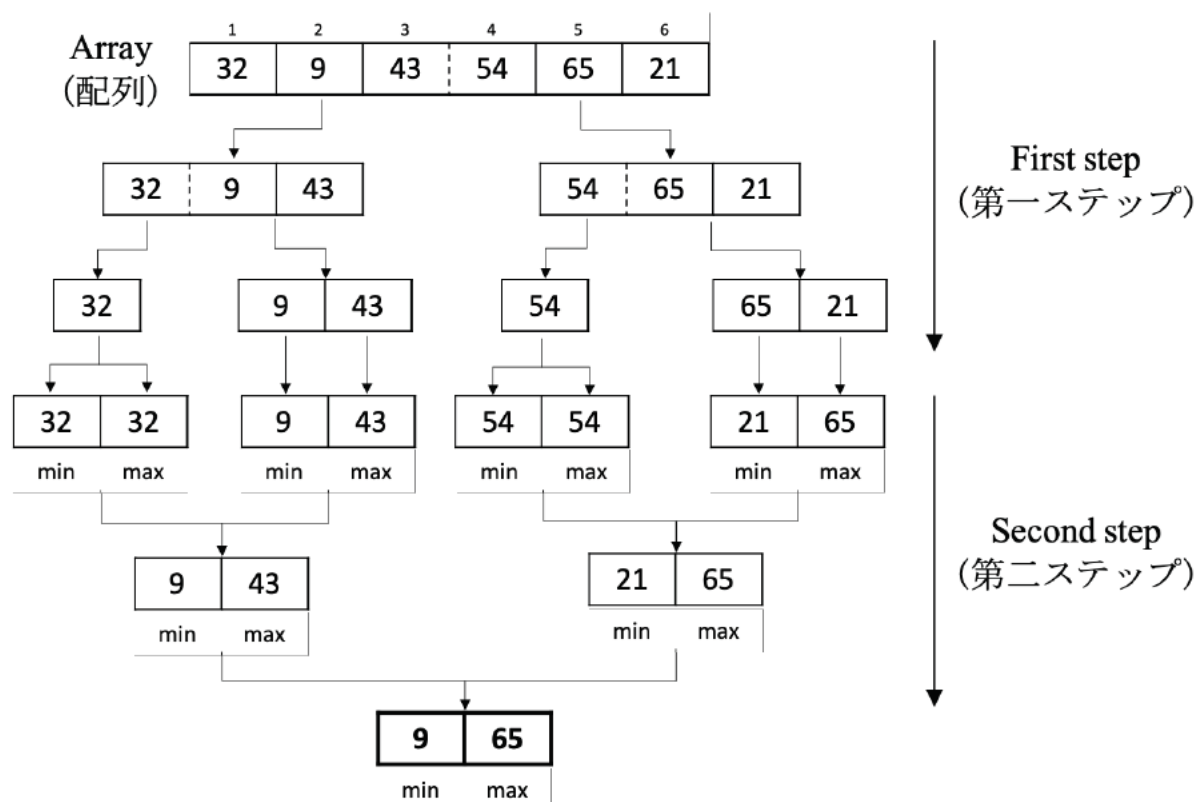


Figure 1 (図 1)

問題番号 (Number) 3

1. 図1 に示される二分木の概念的な木を考慮して、次の2つの質問に答えなさい。

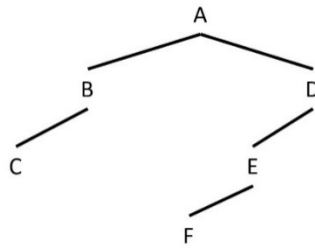


図1

(1) 図2 は木の要素が連続した3つのメモリセルに格納されている構成を示している。図1 に示されている木の各要素をこの構成で書き換えなさい。各ポインタセルは、別の要素を指す場合は矢印を使ってその要素と繋ぐこと。指す要素がない場合はセルの中に NIL を書くこと。(ルートポインタについても忘れないこと。)

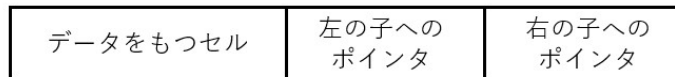


図2

(2) (1)で作成した木からメモリセル6つを廃棄し、1つのポインタを変更することで、構造を連結リストに変換したい。(木のルートポインタは連結リストのヘッドポインタとなる。) 得られた連結リストの各要素は、連続した2つのメモリセルに格納されている必要がある。(1) で作成した木の図をもう一度描き、その図に木を連結リストに変換するために行う必要がある変更を示せ。

2. 図3 に示される循環キューを考慮して、次の2つの質問に答えなさい。

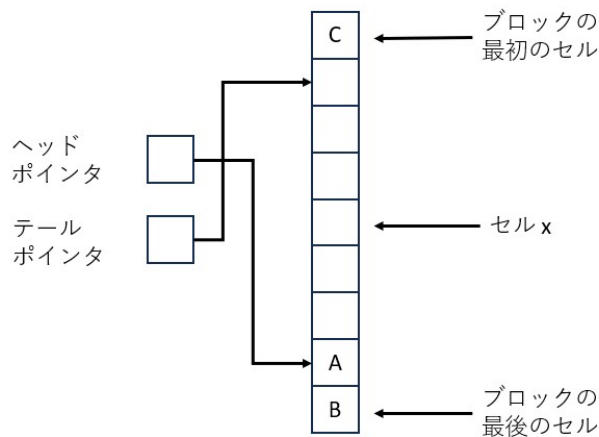


図3

(1) 値 D、E、F を順番に挿入し、要素を2つ削除した後のキューの状態を描きなさい。最終状態を表す図を一つ描きなさい。  
 (2) (1) で得られた状態から始めた場合、ヘッドポインタとテールポインタがセル x (図3 のラベルを参照) を指すようになるためにどのような操作を行う必要があるか記しなさい。また、この状態を示すキューの図を描きなさい。



1. Consider the conceptual representation of the binary tree given in Figure 1 and answer the two following questions:

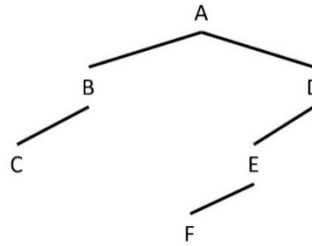


Figure 1

(1) Figure 2 shows the structure of one node of a tree stored in three contiguous memory cells. Draw the tree depicted in Figure 1 by replacing each node with this structure. For each pointer cell either connect it to the appropriate node using an arrow or write null inside it (Do not forget about the root pointer).

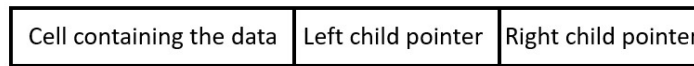


Figure 2

(2) By discarding six memory cells and modifying one pointer from the tree in (1), convert the structure into a linked list (The root pointer of the tree becomes the head pointer of the linked list). Each element of the resulting linked list should be stored in two contiguous memory cells. Draw a copy of the diagram you wrote in (1) and show the modifications you made on that copied diagram to convert the tree into a linked list.

2. Considering the circular queue in Figure 3, answer the following two questions:

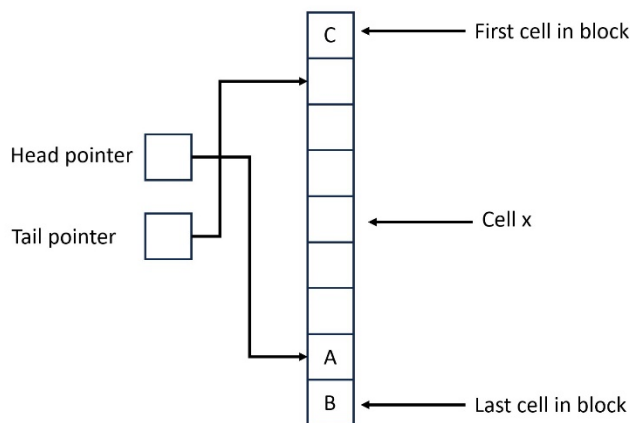


Figure 3

- (1) Draw the state of the queue after inserting values D, E and F sequentially and removing 2 entries. Draw one diagram showing the final state.
- (2) Starting from the resulting state in (1), what operations do you have to perform to have both head and tail pointers point to the cell x (See label in Figure 3). Draw a diagram of the queue showing this state.

## 問題番号 (Number) 4

以下はある大学のコース (Course)、場所 (Location)、学生 (Student)、成績 (Grade) を管理するデータベースのスキーマである。

Below is the schema of a database for managing courses, locations, students, and grades in a university.

- **Course** (CourseID, Day, Time)
- **Location** (CourseID, RoomID)
- **Student** (StudentID, Name, Address)
- **Grade** (CourseID, StudentID, Grade)

上記のスキーマは、以下のデータベースに実装されている。

The above schema is implemented in the following database.

**Course**

CourseID	Day	Time
Law	Monday	10:30
Math	Tuesday	10:30
Math	Friday	10:30
Physics	Tuesday	16:45

**Location**

CourseID	RoomID
Law	31
Math	32
Physics	31

**Student**

StudentID	Name	Address
100	Kyle	Boston
200	Anna	Mie
300	Mark	Rome

**Grade**

CourseID	StudentID	Grade
Law	100	A
Law	300	A
Physics	100	B
Physics	200	A
Physics	300	B
Math	100	C
Math	200	A

(1) 関係 Location を示す表が空の状態だとしよう。この表が上記と同じ状態になるようにタプルを追加する SQL 文を書け。

Suppose that the table representing the relation “Location” is initially empty. Write an SQL query to populate the table with the tuples shown above.

(2) Anna の住所を Mie から Osaka に更新する SQL 文を書け。  
Write an SQL query to update the address of Anna from Mie to Osaka.

(3) 以下の関係演算の実行結果を示せ。  
Provide the results of running the following relational operations.

- (a)  $R1 \leftarrow \text{SELECT FROM Course WHERE Day} = \text{'Friday'}$
- (b)  $R2 \leftarrow \text{PROJECT StudentID, Grade FROM Grade WHERE CourseID} = \text{'Math'}$
- (c)  $R3 \leftarrow \text{JOIN Course AND Location WHERE Course.CourseID} = \text{Location.CourseID}$   
 $\text{AND Time} = \text{'10:30'}$
- (d)  $R4 \leftarrow \text{SELECT FROM R3 WHERE RoomID} = \text{'31'}$

(4) 以下のそれぞれについて、その情報を得るための関係演算を記せ。  
For each of the following, write a relational operation to obtain it.

- (a) 数学コース(Math)を受講する生徒の名前。  
The names of the students taking the Math course.
- (b) Mark の法学コース(Law)の成績。  
Mark's grade in the Law course.

## 問題番号 (Number) 5

計算の理論に関する以下の問いに答えよ.

Answer the following questions on the theory of computation.

- (1) ビッグオー記法とビッグシータ記法の違いを説明せよ.

Explain the difference between big O notation and big-theta notation.

- (2) 巡回セールスマン問題は「都市のリストと各都市間の距離が与えられた時、ある都市にいるセールスマンが他の全ての都市を一度だけ訪れて自分の都市に戻るのに必要な総距離が制限距離以下となるような経路を見つける」問題であり、NP 問題である. この問題に対する伝統的な解法は、可能な経路を体系的に列挙して、各経路の総距離を制限距離と比較することを、制約を満たす経路が見つかるかすべての可能性が尽きるまで行う、という方法である. しかしながら、この方法によっては多項式時間の解を得ることはできない. その理由を根拠を示して説明せよ.

The Travelling Salesman Problem is an NP problem that asks 'Given a list of cities and the distances between each city, find a path for a salesman located in a city to visit every other city exactly once and then return to their own city, such that the total distance travelled is less than or equal to a specified limit.' The traditional solution to this problem is to consider the potential paths in a systematic manner, comparing the total distance of each path to the limit until either an acceptable path is found or all possibilities have been considered. However, this approach does not produce a polynomial time solution. Explain why it is so by providing a basis.

- (3) 2つの解決可能問題  $Po1$  と  $Po2$  があり、 $Po1$  と  $Po2$  を  $Po1, Po2$  の順番で解く問題を  $Po3$  とする.  $Po1$  が多項式問題であり、 $Po2$  が NP 完全問題である時、 $Po3$  も NP 完全問題である. その理由を示せ.

Suppose that  $Po1$  and  $Po2$  are solvable problems and that  $Po3$  is the problem to solve  $Po1$  and  $Po2$  in this order. Further, suppose that  $Po1$  is a P problem and that  $Po2$  is an NP-complete problem. In this case,  $Po3$  is an NP-complete problem. State the reason.

- (4) 停止問題における停止関数はどのような関数であるか、停止関数の入力値と出力値について言及しつつ説明せよ. また、命題「停止関数は計算可能である」が真となりえないことを示せ.

Describe the halting function within the context of the halting problem, making sure to discuss its input and output values. After that, explain why the proposition 'The halting function is computable' cannot be true.

修士課程 社会情報学コース入学者選抜試験問題  
(専門科目)

Entrance Examination for Master's Program  
(Specialized Subjects)  
Social Informatics Course

令和 5 年 8 月 7 日 10:00～12:00  
August 7, 2023 10:00 – 12:00

【注意】

- ・ 試験開始の合図があるまで中を見てはいけない。
- ・ 問題用紙は表紙を含めて 20 枚である。試験開始後、枚数を確認し、落丁または印刷の不鮮明なものがあれば直ちに申し出ること。
- ・ 問題は 20 題である。このうち第一位の志望区分が指定する条件を満足する 3 題を選択し、解答しなさい。志望区分ごとの指定条件を次ページに示した。
- ・ 解答用紙の表紙に記載されている注意事項についても留意すること。
- ・ 問題 1 題につき、解答用紙 1 枚を使用すること。解答用紙は裏面を使用しても構わないが、使用する場合は裏面に継続することを明記すること。

NOTES

- ・ Do not open the pages before the signal to start the examination is given.
- ・ This is the Question Booklet consisting of 20 pages including this front cover. After the examination starts, check that all pages are in order and notify proctors immediately if missing pages or unclear printings are found.
- ・ There are 20 questions. Choose and answer 3 questions in total. The questions you must choose are assigned based on your first-choice application group. The list of conditions is given on the next page.
- ・ Carefully read the notes on the front cover of the Answer Sheets, too.
- ・ Use one answer sheet for each question. You may use the reverse side of the sheet, but if you do, be sure to indicate it clearly by writing “See reverse side” at the end of the front side.

第 1 志望区分の問題選択条件

第 1 志望区分	選択条件
社-2、社-3、社-4、社-5、社-6、 社-14、社-15	T1~T4 から 3 題
社-8・9	B1~B5 から 3 題
社-10、社-11、社-12	D1~D6 から 3 題
社-13	M1~M5 から 3 題

**Questions to be chosen depending on the first-choice application group**

First-choice application group	Questions to answer
SI-2, SI-3, SI-4, SI-5, SI-6, SI-14, SI-15	Select three among T1~T4
SI-8・9	Select three among B1~B5
SI-10, SI-11, SI-12	Select three among D1~D6
SI-13	Select three among M1~M5

問題番号 (Number): T1

機械学習と強化学習に関する以下の問題に解答せよ:

Answer the following questions on machine learning and reinforcement learning:

1) 以下の用語を説明せよ:

「線形分類器」「オーバーフィッティング」「ポリシー」「オフポリシー学習」「イpsilon グリデー法」

Explain the following terms:

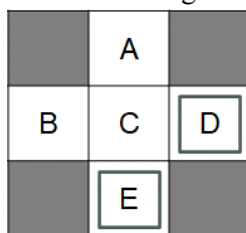
“linear classifier,” “over-fitting,” “policy,” “off-policy learning,” “ $\epsilon$ -greedy method.”

2) 0 から 9 までの 10 個の数字に関する手書き文字の認識を機械学習で行うことを考える。その際の基本的な手順を簡潔に説明せよ。ただし、少なくとも「ラベル」「特徴量」「ホールドアウトセット」「評価」に言及すること。また、認識性能を高くするためにどのようにすればよいか、議論せよ。

Suppose that we want to recognize handwritten characters of the 10 digits from 0 to 9 using machine learning. Briefly explain the basic procedure for this. You need to at least mention about “label,” “features,” “hold-out set,” and “evaluation.” Moreover, discuss how to improve the recognition performance.

3) 以下のようなグリッド A ~ E があり、そこでエージェントが Q-learning により学習している。D と E は終端状態である。エージェントは A, B では C に向かっの移動のみが、C では D, E に向かっの移動のみができる。D, E においては exit 行動のみが可能である。以下の 1 から 3 のエピソードが順に得られたとき、これらのエピソードから逐次 Q 値を更新し、最新の Q 値を解答せよ。割引率は 1, 学習率は 0.5、学習前の Q 値の初期値はすべて 0 とする。

Consider the grids A – E given below where an agent is learning using Q-learning. D and E are the terminal states. At A and B the agent can only move to C, and at C it can only move to D and E. At D and E, only the exit action is possible. Given the following episodes 1-3 in this order, iteratively update the Q-values, and report the latest Q-values. The discount ratio is 1, the learning ratio is 0.5, and the Q-values before the learning are all 0.



Episode 1

B, east, C, -1

C, east, D, -1

D, exit, x, +10

Episode 2

A, south, C, -1

C, east, D, -1

D, exit, x, +10

Episode 3

B, east, C, -1

C, south, E, -1

E, exit, x, -10

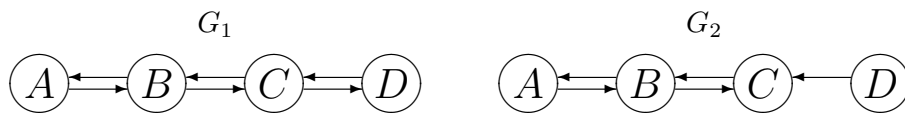
4) 機械学習の諸手法から強化学習を選択すべきなのはどのような場合か、強化学習を選択すべきでないのはどのような場合か、いくつかの具体的な応用例を挙げながら議論せよ。少なくとも「訓練データ」「一般化」「後悔」の論点を議論に含めること。

In which cases should we choose reinforcement learning among various machine-learning methods, and when should we not choose reinforcement learning? Discuss it with reference to a few concrete example applications. You need to at least include arguments about “training data,” “generalization,” and “regret” in your discussion.

問題番号 (Number): T2

以下の問いに答えよ。

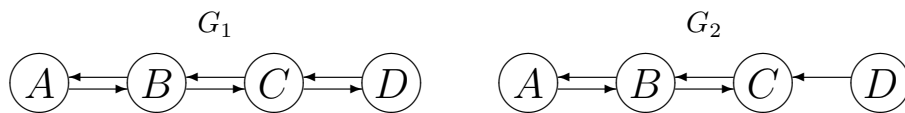
1. コサイン類似度とピアソンの積率相関係数の関係について説明せよ。
2. 下記の有向グラフ  $G_1$  と  $G_2$  のそれぞれに PageRank アルゴリズムを適用することを考える。ランダムにジャンプする確率  $\epsilon$  は  $0 < \epsilon < 1$  を満たすとする。実際の数値の計算はせずに、グラフの構造および PageRank アルゴリズムの性質のみから、 $G_1$  と  $G_2$  のそれぞれについて PageRank 値が最大となる頂点（同点の頂点がある場合は複数）を予想して答えよ。また、なぜそのように予想したのか説明せよ。



3. 無向グラフ  $G$  に対して、 $G$  中で次数が最も大きい頂点の集合を  $D(G)$ 、 $G$  中で最も媒介中心性が高い頂点の集合を  $B(G)$  と書くことにする。 $D(G) \cap B(G) = \emptyset$  となるような無向グラフ  $G$  を一つ図示せよ。頂点数が最小なものの一つを選ぶこと。また、そのグラフにおける  $D(G)$  と  $B(G)$  をその図中に示せ。

Answer the following questions.

1. Explain the relationship between the cosine similarity and the Pearson product-moment correlation coefficient.
2. Suppose we apply the PageRank algorithm to each of the directed graphs  $G_1$  and  $G_2$  shown below. We assume that the random jump probability  $\epsilon$  satisfies  $0 < \epsilon < 1$ . Based only on the graph structure and the properties of the PageRank algorithm, and without calculating the concrete values, predict which node (or nodes in the case of ties) has the highest PageRank score for  $G_1$  and  $G_2$ , respectively. Also state reasons for your prediction.



3. For an undirected graph  $G$ , let  $D(G)$  denote the set of nodes with the largest degree in  $G$  and let  $B(G)$  denote the set of nodes with the largest betweenness centrality in  $G$ . Draw an undirected graph  $G$  that satisfies  $D(G) \cap B(G) = \emptyset$ . Choose one of the graphs with the smallest number of nodes. Also indicate  $D(G)$  and  $B(G)$  of that graph in your drawing.



問題番号 (Number): T3

以下の問題（１）～（５）に回答せよ：

- (1) ソフトウェア開発プロセスについて、ウォーターフォールモデルとアジャイルプロセスモデルに関して長所と短所を比較し説明せよ。
- (2) ソフトウェアのテストについて、以下の４つのテスト手法について説明せよ。  
単体テスト、結合テスト、総合テスト、および運用テスト
- (3) フィーシビリティスタディとは何か説明し、その重要性について論ぜよ。
- (4) 銀行 ATM システムの振る舞いを表現するユースケース図を描け。アクターは、利用者、銀行、および、銀行 ATM システムの管理者とする。
- (5) オブジェクト指向プログラミングにおける「多重継承」と「ポリモーフィズム」の概念について例を用いて説明せよ。

Answer all the following questions (1)-(5).

- (1) About software development processes, explain the waterfall development model and the agile development models with their advantages and disadvantages.
- (2) About software testing, explain the following testing methods: unit testing, integration testing, system testing, and operational testing.
- (3) Explain what is “Feasibility study” and discuss its importance.
- (4) Draw a use-case diagram that represents the behavior of automated teller machine (ATM) banking systems. The actors are end users, banks, and system administrators.
- (5) Explain the concepts of “Multiple inheritance” and “Polymorphism” in object-oriented programming with examples, respectively.

問題番号 (Number): T4

ヒューマンインタフェースの評価方法に関する以下の問いに答えよ。

- (1) インタビューの方法について、4種類列挙し、それぞれの特徴と利点・欠点について説明せよ。
- (2) インタビュー以外のヒューマンインタフェースの評価方法を5種類列挙し、それぞれの特徴と利点・欠点について説明せよ。

Answer the following questions about evaluation of human interfaces.

- (1) List four methods for the interview, and describe the features, advantages, and disadvantages of each method.
- (2) Except for the interview, list five methods for the evaluation of human interfaces, and describe the features, advantages, and disadvantages of each method.

問題番号 (Number): B1

線形モデルにおけるモデルパラメータ推定値に対する共線性の影響について、シミュレーションを用いて評価した。モデル  $y = x_1 + x_2$  を 10,000 回繰り返しシミュレーションした。モデルでは、 $x_1$  は  $y$  に対して正の効果を持つ (coefficient values  $x_1 = 1$ 、図中の垂直破線)。 $x_2$  は  $x_1$  と共線関係にあり、その共線性の程度を、中程度 ( $r = 0.5$ ) または強い相関 ( $r = 0.9$ ) としてシミュレーションした。その結果について、 $x_1$  と  $x_2$  の coefficient values の分布をそれぞれ図 A、B に示した。このとき、図 A、B それぞれにおいて、 $x_1$  と  $x_2$  の coefficient values はどのように推定され、推定についてどのような問題が生じているか述べなさい。

The effect of collinearity on model parameter estimates in a linear model was evaluated by a simulation. The model,  $y = x_1 + x_2$ , was simulated with 10,000 iterations. In the model,  $x_1$  has a positive effect on  $y$  (coefficient values  $x_1 = 1$ , vertical dashed line in the figure). The parameter  $x_2$  is collinear with  $x_1$ , and the degree of the collinearity was simulated as moderate ( $r = 0.5$ ) or strong ( $r = 0.9$ ) correlation. The distributions of coefficient values for  $x_1$  and  $x_2$  are shown in Figures A and B, respectively. Discuss how are the coefficient values of  $x_1$  and  $x_2$  estimated, and what problems occur for the estimation in each simulation of Figures A and B.

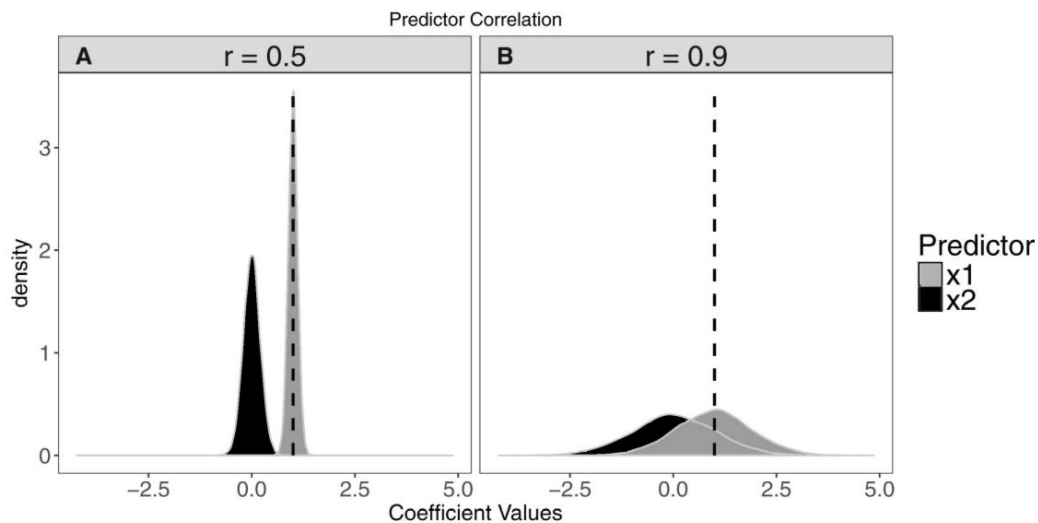


図 A ( $r=0.5$ ), B ( $r=0.9$ ) モデル  $y = x_1 + x_2$  を 10,000 回繰り返しシミュレーションした時の  $x_1$  と  $x_2$  の coefficient values の分布。

Figure A ( $r=0.5$ ) and B ( $r=0.9$ ). Distribution of the coefficient values for  $x_1$  and  $x_2$  resulted in 10,000 iterations of the model  $y = x_1 + x_2$ .

Source: Harrison, X. A., et al. (2018). A brief introduction to mixed effects modelling and multi-model inference in ecology. PeerJ, 6, e4794.

問題番号 (Number): B2

アメリカ南東部の森林地帯において、もとあった落葉広葉樹林を伐採し、針葉樹 (White pine: *Pinus strobus*) を植栽する実験が行われた。下の図は、その実験が行われた森林のうち、斜面が南向きである集水域 (A) と、北向きの集水域 (B) の、針葉樹の植栽直後からの河川流量の経年変化を示している。河川流量は水高換算<sup>\*1</sup>の年間流出量を示しており、落葉広葉樹林だった時の流出量との差で示されている。この図から読み取れることについて、以下の問に答えなさい。

- 1) 集水域 A では針葉樹植栽後 6 年間、集水域 B では 10 年間、①年間流出量の差が正の値をとっており、②集水域 B の方が A よりも大きい。①、②のようになった理由として考えられることを述べなさい。
- 2) 針葉樹は植栽後、約 10 年で樹冠が閉鎖する<sup>\*2</sup>。それ以降は集水域 A、B の両方で、年間流出量の差は-200 mm 前後まで減少している。このことから、落葉広葉樹林と針葉樹林の水収支の違いと、それが生じるメカニズムについて考えられることを論じなさい。
- 3) 上記の実験で示されたことを踏まえ、森林が持つ水源涵養機能を保全することを目的とする森林管理が必要とされる場合、どのような計画をたてればよいか、あなたの見解を

著作権上の理由で非表示

述べなさい。

\*1: 体積としての水量を集水面積で除すること。

\*2: 樹冠を上から見たときに、個体間に隙間がない程度に個々の樹冠が成長した状態。

出典： Swank, W.T., Swift, Jr. L.W., and Douglass, J.E. (1988) Streamflow changes associated with forest cutting, species conversion, and natural disturbances, p.307 in "Forest Hydrology and Ecology at

Coweeta” edited by Swank and Crossley, Springer-Verlag, New York, USA

In a forested area in the southeastern United States, an experiment was conducted to clearcut an existing deciduous hardwood forest and plant conifers (White pine: *Pinus strobus*). The figure below shows the change in river discharge rate in the catchment within a south-facing slope (A) and in the catchment within a north-facing slope (B) in the forest where the experiment was conducted, immediately after the conifers were planted. The river discharge rates represent the annual runoff in terms of water height\*<sup>1</sup>, and they are expressed as the difference from the annual runoff when the forest was a deciduous hardwood forest. Answer the following questions based on what can be read from this figure.

- 1) ① In catchment A, the annual runoff was positive for 6 years after the planting of coniferous trees, and it was positive for 10 years in catchment B, and ② the annual runoff in catchment B was greater than that in A. State the possible reason for ① and ②.
- 2) The canopy of coniferous trees closes about 10 years after planting\*<sup>2</sup>, after which the annual runoff decreases to around -200 mm in both catchment A and B. Based on this, discuss the differences in water balance between deciduous broadleaf forests and coniferous forests and the possible mechanisms by which this occurs.
- 3) Based on the results in the above experiment, state your opinion on what kind of plan should be made for forest management aimed at preserving the water sources recharge function of



forests.

\*1: Water mass as a volume divided by the catchment area.

\*2: The state in which the individual trees have grown to the extent that there are no gaps between individuals when the canopy is viewed from above.

Source: Swank, W.T., Swift, Jr. L.W., and Douglass, J.E. (1988) Streamflow changes associated with forest cutting, species conversion, and natural disturbances, p.307 in “Forest Hydrology and Ecology at Coweeta” edited by Swank and Crossley, Springer-Verlag, New York, USA

問題番号 (Number): B3

(1) 自然選択による進化が生じる条件について、以下の用語を用いて説明しなさい。

用語：変異、適応度、遺伝的浮動

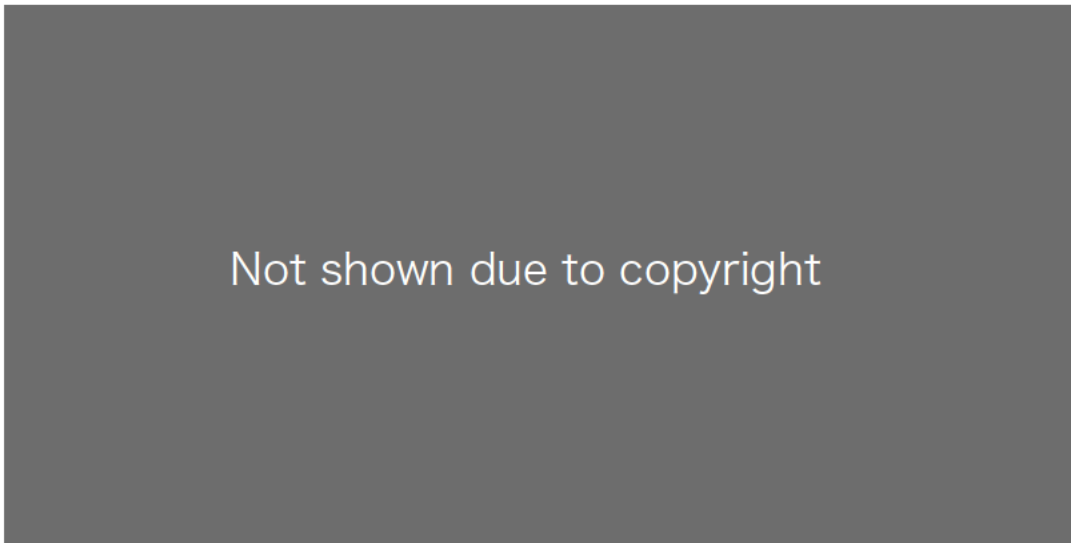
(2) 哺乳類では、性染色体による性決定がおこなわれるが、多くの爬虫類では発生中の温度で性別が決定する（温度依存的な性決定）。以下の図は、アガマ科トカゲの 1 種 *Amphibolurus muricatus* において、ホルモン処理によって孵卵温度による性決定への影響を妨害したとき、各孵卵温度で発生した雌雄の生涯での繁殖成功（産生した仔の数）を示している。これをもとに、本種において進化してきたと考えられる性決定の様式について論じなさい。なお、ホルモン処理そのものによる繁殖・生存への影響は無視できるものとする。



著作権上の理由で非表示

Source: Warner, D. A. and Shine, R. (2008): The adaptive significance of temperature-dependent sex determination in a reptile. *Nature* 451: 566–569.

- (1) Explain the conditions for evolution through natural selection by using the following words: variation, fitness, genetic drift.
- (2) Whereas mammals are characterized by genotypic sex determination, many reptiles are characterized by temperature-dependent sex determination that determines an individual's sex by incubation temperature. The figure below indicates the lifetime reproductive success (number of offspring produced) of males and females of an agamid lizard *Amphibolurus muricatus* developed in each incubation temperature when thermal effects on sex determination was blocked by hormonal manipulation. Discuss the sex determination pattern assumed to be evolved in this species. Assume that hormonal manipulation itself has negligible effects on their reproduction and survival.



Source: Warner, D. A. and Shine, R. (2008): The adaptive significance of temperature-dependent sex determination in a reptile. *Nature* 451: 566–569.

問題番号 (Number): B4

以下の問いに答えなさい。

Answer the following questions.

- (1) 陸上生態系の植物-植食者関係において、植物が植食者によってバイオマスの損失以外の形で受ける影響を一つ挙げ、その影響が生じるメカニズムについて論じなさい。

In terrestrial plant-herbivore relationship, give an example of the influence of herbivores on plants other than direct loss of biomass, and discuss the mechanism by which this influence occurs.

- (2) 陸上生態系の植物-哺乳類関係について、以下の問いに答えなさい。

Answer the following questions about terrestrial plant-mammal relationship.

1. 植物が哺乳類の行動から利益を得る関係性の例を2つ挙げ、それぞれについてその利益をもたらす哺乳類の種あるいは分類群を1つずつ挙げなさい。

List two examples of relationships in which plants benefit from the mammals, name one mammalian species or taxon that benefits from each of the relationship.

2. 1で挙げた2つの関係性のそれぞれについて、植物および哺乳類が得る利益を説明しなさい。

Describe the benefits that each plant and mammal derives from the relationships listed in 1.



問題番号 (Number): B5

以下の問いから 4 問を選択して解答しなさい。

Select and answer four of the following questions.

- (1) 魚類の回遊様式における、淡水性両側回遊とはどのような回遊様式か説明しなさい。

Explain what “marine-amphidromous” is in the migratory patterns of fish.

- (2) 生物多様性とは何か、3つのレベルを挙げながら説明しなさい。

Explain what biodiversity is, by including the three levels.

- (3) 環境 DNA とは何か、また大型生物調査においてどのように活用されているか説明しなさい。

Explain what environmental DNA is and how it is used in macroorganism investigations.

- (4) 日本における森林帯を 2 つ挙げ、それら各森林帯に代表的な樹木の種名（または属名）を 1 つずつ挙げなさい。

List two examples of forest zone (or biome/ecoregion) in Japan, and then give an example of tree species (or genus) representative for each forest zone (or biome/ecoregion).

- (5) 線形モデルにおける説明変数（独立変数）の標準化の方法と、その目的を述べなさい。

Describe the method of scaling explanatory variables (independent variables) in linear models and its purpose.

- (6) 線形混合モデルにおけるランダム効果について説明しなさい。

Explain the concept of random effects in linear mixed-effects models.

問題番号 (Number): D1

“災害に対する社会のレジリエンス (resilience) ”の意味を説明し、それを高めるために必要な方策を示せ。

Explain the meaning of “social resilience to disasters” and illustrate crucial countermeasures to improve it.

---

---

問題番号 (Number): D2

次の問題の最適解が  $(x_1, x_2) = (1, 1)$  となるような  $a$  の範囲を求めよ。

Find the range of  $a$  such that the optimal solution to the following problem is  $(x_1, x_2) = (1, 1)$ .

$$\begin{aligned} & \max a \log x_1 + (1 - a) \log x_2 \\ & \text{subject to} \\ & \quad 2x_1 + x_2 \leq 3 \\ & \quad x_1 + x_2 \leq 2 \\ & \quad x_1 \geq 0, x_2 \geq 0 \end{aligned}$$

---

---

問題番号 (Number): D3

「防災と福祉の連携」とはどういうことか。具体的な事例を二、三あげて論じなさい。  
What is cooperation between disaster risk reduction and welfare service? Discuss this concept by giving a few concrete examples.

---

---

問題番号 (Number): D4

南海トラフ地震臨時情報に関する課題について、具体的な事例を二、三あげて論じなさい。  
Discuss the current problems of Nankai Trough Earthquake Extra Information by giving a few concrete examples.

問題番号 (Number): D5

「Common operational picture」は、ISO 22320 (Security and resilience — Emergency management — Guidelines for incident management: 2018)において、「Prerequisites for achieving coordination and cooperation」を形成する1つの要素として示されている。「Common operational picture」の重要性について、二、三の具体例に基づき論じなさい。

“Common operational picture” is presented as one of the elements of the “Prerequisites for achieving coordination and cooperation” in ISO 22320 (Security and resilience - Emergency management - Guidelines for incident management: 2018). Discuss the importance of the “common operational picture” with a few concrete examples.

---

問題番号 (Number): D6

図は、ISO 19123 (Geographic information — Schema for coverage geometry and functions: 2005)における「CV\_DiscreteGridPointCoverage」のUML図である。この図に関連する以下の用語を説明しなさい。

- (1) CV\_Grid
- (2) CV\_GridValueMatrix
- (3) CV\_GridPointValuePair

また、「CV\_DiscreteGridPointCoverage」で示される主題図の例を示し、そのデータ構造について説明しなさい。



著作権上の理由で非表示

This figure shows the UML diagrams of “CV\_DiscreteGridPointCoverage” in ISO 19123 document (Geographic information — Schema for coverage geometry and functions: 2005). Explain the following items in the figure.

- (1) CV\_Grid
- (2) CV\_GridValueMatrix
- (3) CV\_GridPointValuePair

Also, show an example of a thematic diagram shown in "CV\_DiscreteGridPointCoverage" and explain its data structure.



Not shown due to copyright

問題番号 (Number): M1

地域における医療情報の共有を実現するために、様々な医療情報連携基盤が構築されている。当然ながら誰と情報を共有するかによって、共有される情報は異なる。情報共有に関係する以下の仕組み（用語）について、誰とどのような情報を共有するためのものかを含めて、簡潔に説明せよ。

- 1) EMR (Electronic Medical Records)
- 2) EHR (Electronic Health Records)
- 3) PHR (Personal Health Records)

Many medical information collaboration platforms have been established to conduct medical information sharing. Obviously, the shared information is different depending on with whom the information is shared. Briefly explain the following platforms (terms) related to information collaboration including the perspective of with whom and what information is shared.

- 1) EMR (Electronic Medical Records)
- 2) EHR (Electronic Health Records)
- 3) PHR (Personal Health Records)

---

---

問題番号 (Number): M2

下記の各設問に四捨五入で小数第1位まで答えなさい。なお、1k(キロ)=1024、1M(メガ)=1024k、1G(ギガ)=1024M とする。

- 1) CT 画像は、16 bit 階調の縦横 512 画素の解像度の白黒画像として保存されることが多い。各画素が 16 bit のデータを持ち、データを圧縮しない場合、この画像データのサイズは 1 スライス画像当たり何 kB(キロバイト)か？
- 2) その条件で躯幹部の 1024 mm を 1 mm 間隔で撮影した CT 画像を保存した DICOM ファイルは全体で何 MB (メガバイト) か？なお、画像データは 1 スライス毎に 1 つのファイルとして JPEG2000 ロスレス圧縮の DICOM 形式で保存するとし、平均圧縮率は 2.5 とし、その際に付加情報等で 1 ファイル毎に画像データよりも 4 kB(キロバイト)増加するとする。
- 3) 前記の DICOM ファイルを全てダウンロードするには何秒かかるか？なお、ネットワークの実効速度は 250 Mbps (メガ・ビット/秒)とする。
- 4) 前記の CT 画像データが PACS ビューワに表示された際の画像サイズは何 kB か？なお、拡大率 125%で表示し、各画素は赤緑青の 3 色の要素で構成し、各色のデータを 8 ビットで表すものとする。
- 5) 前記の CT 画像データを全てダウンロードするには何秒かかるか？なお、ネットワークの実効速度は 250 Mbps (メガ・ビット/秒)とする。

- 6) 前記の CT 画像データを事前にダウンロードせずにネットワーク経由のストリーミングで PACS ビューワに表示する場合、毎秒表示できるスライス枚数つまりフレームレートは最大で何 FPS(frames per second)か？

Answer each question below by rounding to one decimal place, supposing 1k(kilo)=1024,1M(mega)=1024k,1G(giga)=1024M

- 1) CT images are usually saved in 16-bit grayscale, 512-by-512 resolution image slices. How many kB (kilo-bytes) is the size of a slice image data, supposing that each pixel has 16-bit data, and no data compression is used.
- 2) How many bytes is the total file size saving torso CT image data, supposing that the craniocaudal scan length is 1024 mm, the slice interval is 1 mm, each slice is saved as a file in the DICOM format with JPEG2000 lossless compression, the average compression ratio is 2.5, and the size of a DICOM file is 4 kB (kilo-bytes) larger than that of its image data due to additional information?
- 3) How many seconds does it take to download all of the DICOM files, supposing that the effective network speed is 250 Mbps (megabit-per-second)?
- 4) How many bytes is the image data size of a slice of the CT image shown in a PACS viewer, supposing that the magnification rate is 125 %, each pixel has 3 color components (red, green, and blue), and each RGB component has 8 bits?
- 5) How many seconds does it take to download all of the CT image data of the 1024 slices, supposing that the effective network speed is 250 Mbps (megabit-per-second)?
- 6) How much is the maximum frame rate per second in FPS (frames per second) if the CT image is shown in a PACS viewer by streaming via the network, instead of previously downloading the image data to the local machine?

問題番号 (Number): M3

1. 標本化定理とはなにかを簡単に説明せよ。
2. サンプリング周波数を  $f_s$  とするとき  $f_s/2$  をなんと呼ぶか？
3. 標本化定理を満たさない周波数で標本化を行ったとき、(1) どのような現象が観測されるか？また (2) その現象をなんと呼ぶか？さらに、(3) この現象の発生を予防する手法について述べよ。

1. Briefly explain the term “sampling theorem.”
2. Answer how  $f_s/2$  is called, when  $f_s$  is sampling frequency.
3. If the sampling frequency does not fulfill the sampling theorem, answer the following questions.  
(1) What phenomenon is observed ? (2) What is the phenomenon called ? (3) How can this phenomenon be avoided ?

---

---

問題番号 (Number): M4

睡眠時無呼吸症候群の在宅治療法に、持続陽圧呼吸 (Continuous Positive Airway Pressure、CPAP) 療法がある。複数の患者から CPAP デバイスのデータを収集し、解析する研究を計画する場合を想定する。

データ解析を適切に実施するために気を付けるべき事項を、completeness (完全性)、coherence (一貫性)、correctness (正確性)、accountability (追跡可能性) の4つの観点からそれぞれ論じなさい。

Continuous Positive Airway Pressure (CPAP) therapy is a home treatment for sleep apnea. Assuming the situation in which you plan an experiment to collect CPAP data from multiple patients for data analysis. Please describe what you should pay attention to for appropriate data analysis from the following four perspectives: completeness, coherence, correctness, and accountability.

## 問題番号 (Number): M5

RSA 暗号は以下の手順で作成される。

異なる素数  $p, q$  から積を計算し、 $n$  とする。

$\varphi(n) = (p-1)(q-1)$  を計算する。

$\varphi(n)$  と互いに素な数  $e$  を選ぶ。

$ed \equiv 1 \pmod{\varphi(n)}$  を満たす整数  $d$  を求める。

この時、 $n, e$  を公開鍵として公開する。 $d$  を秘密鍵として非公開とする。

暗号化は、コード化した文字列  $M$  に対して、 $C = M^e \pmod{n}$  を計算することで暗号化した数  $C$  を得る。複合化は、 $M = C^d \pmod{n}$  で得る。

つまり、暗号化は公開鍵によって行い、復号化は秘密鍵によって行われる。

- 1) 公開鍵  $n, e$  を公開しても、第三者が秘密鍵  $d$  を得ることができない理由を答えよ。
- 2) 公開鍵  $n=35, e=5$  の時、秘密鍵  $d$  を求め、次の暗号化された数 10 を復号化せよ。
- 3) ある組織内の情報システムを、外部ネットワークからの不正アクセスから守るための手法として、ファイアウォール (防火壁) を組織の外殻に構築することで実現するのが一般的である。ただ、最近では、このファイアウォールを構築する防御手法では、内部パソコンのコンピュータウイルス感染やサイバー攻撃の複雑巧妙化から内部を守り切るには限界があると考えられている。組織内をより強固に守るために行われている新たなセキュリティ対策の手法について述べよ。

An RSA cipher is created by the following procedure.

Calculate the product of different primes  $p$  and  $q$  and call it  $n$ .

Calculate  $\varphi(n) = (p-1)(q-1)$ .

Choose a number  $e$  relatively prime to  $\varphi(n)$ .

Find an integer  $d$  such that  $ed \equiv 1 \pmod{\varphi(n)}$ .

At this time,  $n$  and  $e$  are published as public keys. Let  $d$  be private as a private key.

Encryption takes an encoded string  $M$  and obtains an encrypted number  $C$  by computing  $C = M^e \pmod{n}$ . Composite is obtained with  $M = C^d \pmod{n}$ .

That is, encryption is done with the public key and decryption is done with the private key.

- 1) Explain why a third party cannot obtain the private key  $d$ , even if the public keys  $n$  and  $e$  are made public.
- 2) When the public key is  $n=35$  and  $e=5$ , find the private key  $d$  and decrypt the following encrypted number 10.
- 3) As a method for protecting an information system within an organization from unauthorized access from an external network, it is common to build a firewall on the outer shell of the organization. Recently, however, it is believed that building a firewall has limitations in protecting the internal environment from computer virus infection of internal computers and the increasing sophistication of cyberattacks. Describe new security measures that are being implemented to protect the organization more strongly.