

平成21（2009）年度
東京大学大学院学際情報学府学際情報学専攻
修士課程（総合分析情報学コース）
入学試験問題
専 門 科 目

（平成21年1月24日 10：00～12：00）

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。このほかに計算用紙が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、計算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) 行列 $A = \begin{pmatrix} -5 & 6 \\ -4 & 5 \end{pmatrix}$ の固有値, 固有ベクトルを求めよ.

(2) $P^{-1}AP$ が対角行列となるような正則行列 P を求めよ.

(3) A^n を求めよ. ただし, n は整数とする.

Question A1

(1) Obtain the eigenvalues and corresponding eigenvectors of the matrix $A = \begin{pmatrix} -5 & 6 \\ -4 & 5 \end{pmatrix}$.

(2) Obtain a regular matrix P such that $P^{-1}AP$ becomes a diagonal matrix.

(3) Obtain A^n , where n is an integer number.

総合分析情報学 第2問 (Question A2)

以下は整数配列 a を昇順 ($[1, 2, 3, \dots]$ のような順) に整列するプログラムである。

```

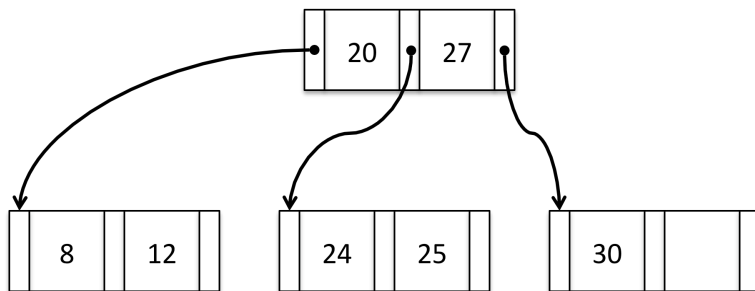
void sort(int a[]) {
    qsort(a, 0, a.length-1);
}
void qsort(int a[], int left, int right) {
    int pivot = a[left];
    int i = left, j = right;
    .....
    if (left < i-1) qsort(a, left, i-1);
    if (j+1 < right) qsort(a, j+1, right);
}
    
```

- (1) の部分を補ってプログラムを完成させよ。
- (2) `sort([3, 5, 4, 2, 1])` の実行に際し, `qsort` が呼び出される順に従ってその引数を以下のようにして示せ。

```

qsort([3, 5, 4, 2, 1], 0, 4)
....
    
```

以下は B 木の例である。(この例では高さ 2 段でデータ数は 7 である)。



- (3) 値 15 を挿入した後の B 木の構造を図示せよ。引き続き値 27 を削除した後の B 木の構造を図示せよ。
- (4) この構造の B 木で高さが 4 段の場合の, 最大および最小データ格納数を示せ。

Question A2

The following is a program that sorts a given integer array `a` in an ascending (e.g., [1,2,3, ...]) order.

```

void sort(int a[]) {
    qsort(a, 0, a.length-1);
}
void qsort(int a[], int left, int right) {
    int pivot = a[left];
    int i = left, j = right;
    .....
    if (left < i-1) qsort(a, left, i-1);
    if (j+1 < right) qsort(a, j+1, right);
}

```

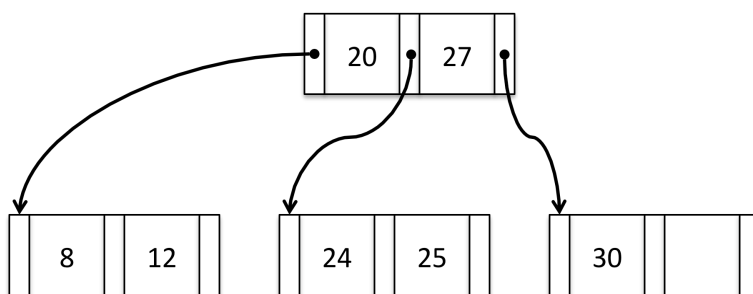
- (1) Complete this program by supplying a program code in `.....`.
- (2) On an invocation of `sort([3,5,4,2,1])`, write down `qsort` calls in sequence with their parameters as follows:

```

qsort([3,5,4,2,1], 0, 4)
....

```

The following shows an example of B-tree. (This example has 2 levels, containing 7 data elements).



- (3) Show the tree structure after inserting a data value 15. Show the tree structure after subsequent deletion of the data value 27.
- (4) If a B-tree has 4 levels, show the maximum and minimum numbers of data it can contain.

総合分析情報学 第3問 (Question A3)

- (1) 命令レベルの並列性を向上させる最も代表的な手法にパイプラインがある。どのような手法か説明せよ。
- (2) パイプラインによる並列化がうまく働かない例にパイプラインハザードがある。以下のハザードの原因がどのようなものか、説明せよ。
 - (a) データハザード (Data hazards)
 - (b) 制御ハザード (Control (or branch) hazards)
 - (c) 構造ハザード (Structural hazards)
- (3) 更に命令レベルの並列性を向上させるための代表的な技術である以下の方式を説明せよ。
 - (a) スーパーパイプライン (Superpipeline)
 - (b) スーパースカラ (Superscalar)
 - (c) VLIW (Very Long Instruction Word)

Question A3

(1) Pipeline is one of the most popular methods to realize instruction level parallelism.

Explain the method of pipeline.

(2) Pipeline hazard is a potential problem that prevents the parallelism of the pipeline method.

Explain the causes of following types of pipeline hazards.

- (a) Data hazards
- (b) Control (or branch) hazards
- (c) Structural hazards

(3) Explain following technologies that enhance the instruction level parallelism.

- (a) Superpipeline
- (b) Superscalar
- (c) VLIW (Very Long Instruction Word)

総合分析情報学 第4問 (Question A4)

プログラミング言語における以下の設問に答えよ。

- (1) プログラミング言語のコンパイラとインタプリタの仕組みを説明し、それぞれを比較して利害得失を述べよ。
- (2) コンパイラとインタプリタを折衷した仕組みである仮想機械 (Virtual Machine) がどのような仕組みか説明し、その仕組みで実装されている代表的なプログラミング言語について述べよ。
- (3) コンパイラがソースコードから実行コードに変換する過程を、詳細に述べよ。

Question A4

Answer the following questions regarding programming languages.

- (1) Explain the mechanisms of compiler and interpreter, compare them, and discuss their advantages and disadvantages.
- (2) Explain the mechanism of virtual machines, which is a compromise between compilers and interpreters, and explain representative programming languages implemented by virtual machines.
- (3) Explain in detail the process of translating a source code into an executable code.

総合分析情報学 第5問 (Question A5)

オペレーティングシステムの記憶管理方式について、以下の問いに答えよ。

- (1) 仮想記憶の代表的方式である、ページング方式とセグメント方式がどのような方式か説明せよ。

- (2) セグメント方式が実現しているOSのメモリの空き状況が、その大きさと順序が、10KB, 20KB, 18KB, 7KB, 9KB, 12KB, 15KB のようになっているとする。後続のセグメント要求が次の順番で来た場合、ファーストフィットアルゴリズムであると仮定すると、どの空き領域にそのセグメントを格納することになるか答えよ。また、ベストフィット、ワーストフィットの場合ではどのようなようになるか答えよ。
 - (a) 12KB
 - (b) 10KB
 - (c) 9KB

- (3) 近年、SSD (Solid State Drive) と呼ばれ、フラッシュメモリなどの半導体メモリを使った二次記憶が一般的になってきた。SSDはデバイスの性質上、磁気ディスクと比べて、ランダム時の読み込み性能に優れているものの、書き込み性能が劣ることや、書き込み回数が多くなると破損するケースがあるといわれている。こうした欠点を克服するために有効なOSのメカニズムを述べよ。

Question A5

Answer the following questions on memory management methods in operating systems.

- (1) Explain mechanisms of paging and segmentation, which are representative methods to implement virtual memory.

- (2) The following list represents sizes and orders of free memory segments managed by OS with the segmentation virtual memory system: 10KB, 20KB, 18KB, 7KB, 9KB, 12KB, and 15KB. With first-fit algorithm, answer which free memory segments are allocated for the following allocation requests (a), (b) and (c) of memory segments in this order. In addition, answer the same question for best-fit algorithm and with worst fit algorithm.
 - (a) 12KB
 - (b) 10KB
 - (c) 9KB

- (3) Recently, a solid-state drive (SSD), a data storage device that uses solid-state memory such as flash memory, has become popular as a secondary memory system. In comparison with a magnetic disk, an SSD has the advantage of random data reading performance, but it has the disadvantage in data writing performance. In addition, it usually has limited write cycles. Explain OS mechanisms that are effective to compensate such disadvantages of SSD.

総合分析情報学 第6問 (Question A6)

現在のインターネットで使用されているプロトコルに関して以下の問いに答えよ。

- (1) 現在のインターネットでは、トンネリングという手法が用いられる場合がある。トンネリングの定義を簡潔に説明せよ。
- (2) トンネリングを用いた場合の利害損失を、少なくとも2つの例を挙げて説明せよ。
- (3) インターネットで通常用いられるトンネリング手法で標準化されているものを一つ選び、知っていることを可能な限り詳細に説明せよ。
- (4) トンネリングとオーバーレイネットワークの関係を議論せよ。
- (5) サイズ F のファイルをセグメント S にわけサイズ h のヘッダーをつけて R の帯域を持つリンク上で通信することを考える。ヘッダーサイズ h が固定の場合、全体の通信時間を最適化するセグメントサイズ S は何か議論せよ。
- (6) (5)の通信において、トンネリングを利用してファイルを送る場合、最適となるセグメントサイズは変わるか？変わる場合には、どのように変化するか説明し、グラフで図示せよ。ただし、必要があれば(5)で用いたパラメタ変数以外に適当なパラメタ変数を導入せよ。

Question A6

Answer the following questions regarding the network protocols used in the current Internet.

- (1) In the current Internet, “tunneling” technique is often used in various scenarios. Concisely define “tunneling”.
- (2) Describe the cost and benefit of tunneling by giving at least two examples.
- (3) Choose one of the standardized tunneling techniques and elaborate in as much detail as possible what you know about it.
- (4) Discuss the relationship between tunneling and overlay networks.
- (5) Consider a communication over a link with bandwidth R transferring a file of size F by sending a segment of size S with a header of size h at a time. If the header size h is fixed, discuss what would be the optimal segment size S in terms of the total delay.
- (6) If we used tunneling in the communication in (5), would the optimal segment size change? If it changes, explain how it changes drawing a graph. If necessary, introduce appropriate parameters in addition to the ones in (5).

総合分析情報学 第7問 (Question A7)

- (1) 4桁の2進数 $X = X_3 X_2 X_1 X_0$ を入力し、 X が素数のときに、 Y に 0 を出力し、そうでなければ 0 を出力する素数識別論理回路の真偽値表をかき、 Y の値を、 X_3, X_2, X_1, X_0 の論理式で表せ、ただし、0, 1 は素数ではない。
- (2) クワインマクラスキー法を用いて、(1)で求めた論理式を簡約化し、最小論理式とその AND ゲート, OR ゲート, NOT ゲートを用いた回路図を示せ。なお、簡約の過程も示せ。
- (3) クワインマクラスキー法を使って簡約化するときの課題を述べよ。
- (4) ムーアの法則の技術的な証左ともなっている、MOS 回路の「スケーリング則」がどのようなものか説明せよ。また近年 MOS 回路の微細化とともに、スケーリング則の通りにはならなくなってきた技術的理由を挙げよ。

Question A7

- (1) Describe the true-false table of logic circuit of “prime number test” that has an input of 4-bit binary number $X = X_3 X_2 X_1 X_0$, and outputs 1 to Y when X is a prime number, otherwise 0 to Y . Express Y in Boolean function using X_3 , X_2 , X_1 , and X_0 . (Hint: 0, and 1 are not prime numbers.)
- (2) Simplify the Boolean function calculated in (1) using Quine-McCluskey method. Describe the simplified Boolean function and give its logic circuit with AND-gates, OR-gates, and NOT-gates. In addition, describe the above simplification process.
- (3) Discuss difficulties in minimizing logic circuits using Quine-McCluskey method.
- (4) Explain MOS scaling rule that is considered as a technical foundation of Moore’s Law. Discuss technical reasons why the rule becomes obsolete in accordance with the recent downscaling of MOS circuits.

総合分析情報学 第8問 (Question A8)

- (1) 空間における場所や位置を特定・記述する枠組みを「空間参照系」と呼ぶ。
 - (a) 空間参照系を用いる目的や必要性について簡潔に述べよ。
 - (b) 空間参照系には様々な種類のものがある。利用の場面や空間的スケールと関連させながら、思い付く空間参照系を複数挙げ、それぞれについて簡潔に説明せよ。
 - (c) 用いる空間参照系の違いによって、同じ場所（位置）であっても、様々な異なる表現・記述の方法が存在する。このことがもたらし得る問題点と、考えられる対応・解決策について簡潔に論ぜよ。

- (2) ユビキタスコンピューティングの特色として、「状況認識（コンテキスト・ウェアネス）」および「現実世界と仮想世界の融合」という点が挙げられる。今後のユビキタスネットワーク技術の都市空間への応用展開を考えたときに、「状況（コンテキスト）としての場所情報」について簡潔に論ぜよ。

Question A8

- (1) Systems for identifying or describing locations in space are called *spatial frames of reference*.
- (a) Briefly describe the purposes and necessities of using spatial frames of reference.
 - (b) There are various types of spatial frames of reference. Give multiple examples of spatial frames of reference, and explain them concisely in relation to the situations of use and spatial scales.
 - (c) There exist various different ways of identifying or describing the same location, depending on the differences in spatial frames of reference. Briefly discuss problems that may arise from this fact, and possible ways to cope with or solve those problems.
- (2) Context awareness and linking between real and virtual spaces can be listed as major characteristics of ubiquitous computing. In the future applications of ubiquitous networking technologies to urban spaces, briefly discuss your thoughts about geographic information as a context.

Entrance Examination for Masters Program
in Applied Computer Science Course,
Graduate School of Interdisciplinary Information Studies,
The University of Tokyo.
Academic Year 2009
(10:00-12:00, January 24th, 2009)

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	