

平成24（2012）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23年8月22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)

以下の設問に答えよ。

(1) 次の極限值を求めよ。

(a) $\lim_{x \rightarrow +0} \left(\frac{1}{x}\right)^{\sin x}$

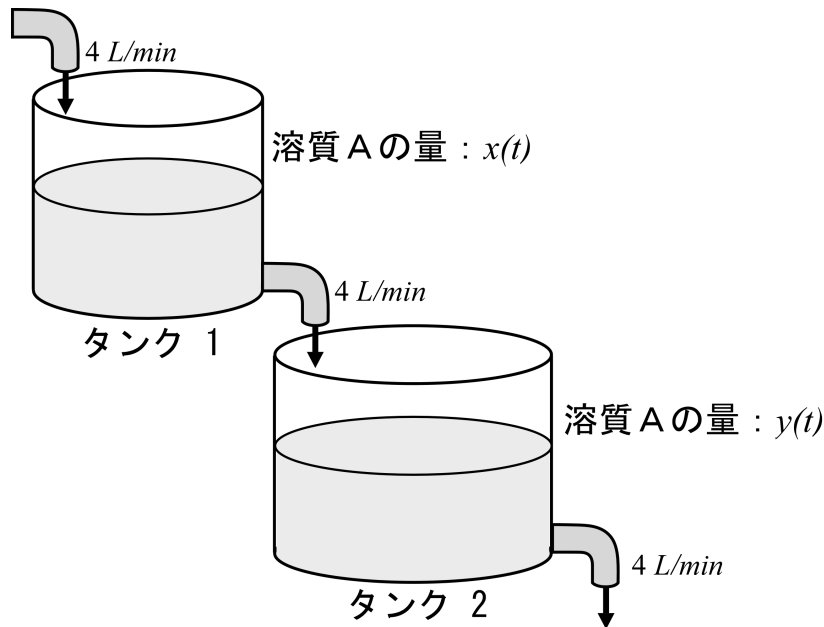
(b) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{(1+x)^{1/x} - e}{x}$

(2) 2つのタンクが図のように連結されており、タンク1とタンク2にはそれぞれ100 L、200 Lの溶液が入っている。初期時刻 ($t=0$) において、どちらのタンクにも溶質Aが30 gずつ溶けている。その後、タンク1には水が4 L/minの速度で流入し、その他2か所の流速も4 L/minである。なお、混合溶液は均一に維持されているとする。

(a) 時間 t におけるタンク1の溶質Aの量 $x(t)$ を求めよ。

(b) 時間 t におけるタンク2の溶質Aの量 $y(t)$ を求めよ。

(c) タンク2の溶質Aの量が最大になる時間 T_{max} を求めよ。



Question A1

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

(a)
$$\lim_{x \rightarrow +0} \left(\frac{1}{x}\right)^{\sin x}$$

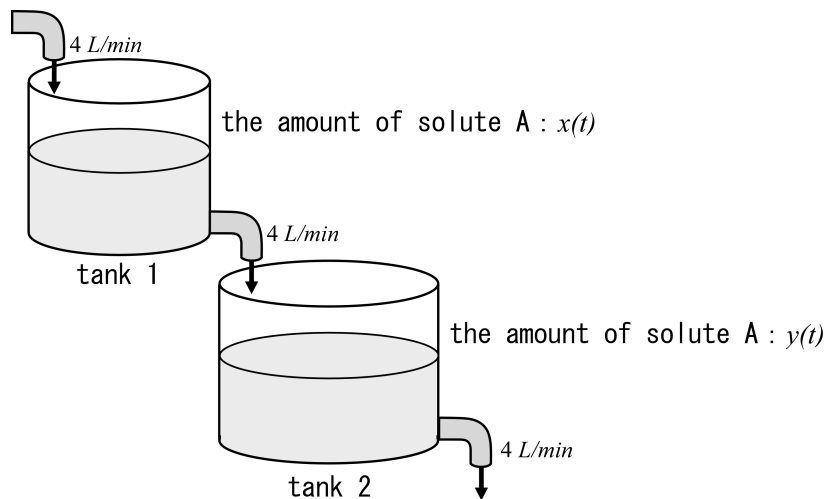
(b)
$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{(1+x)^{1/x} - e}{x}$$

(2) Consider the cascade of two tanks shown in the figure, with 100 L and 200 L of solution in tank 1 and tank 2, respectively. At the time zero, each tank also contains 30 g of solute A. After that, water flows into tank 1 at 4 L/min and the other two flow rates are also 4 L/min. Assume that the mixtures are kept uniform by stirring.

(a) Find the amount of solute A $x(t)$ in tank 1 at time t .

(b) Find the amount of solute A $y(t)$ in tank 2 at time t .

(c) Find the time T_{max} that maximizes the amount of solute A in tank 2.



総合分析情報学 第2問 (Question A2)

バスケットボールの得点は、スローの仕方、1点、2点、3点と加算される点数が異なる。あるバスケットボールチームのある試合での得点経過を考え、 n 点になるまでの得点経過が a_n 通りであるとする。例えば、1点を取るためには1点の加算のみなので $a_1 = 1$ 通り。2点を取るためには1点を2回加算するパターンと、2点を1回加算するパターンがあるため、 $a_2 = 2$ 通りである。3点を取るためには1点を3回加算するパターンと、2点と1点を1回ずつ、1点と2点を1回ずつ加算するパターン、そして3点を1回加算するパターンがあるため、 $a_3 = 4$ 通りである。

- (1) a_4 を求めよ。
- (2) a_n の漸化式を求めよ。結果だけではなく過程を説明せよ。
- (3) a_n を求めるアルゴリズムを2通り示し、計算量を議論せよ。

Question A2

Basketball rule defines three types of throws, each of which adds 1, 2, and 3 points. Suppose a basketball team plays a game and the number of patterns of scoring up to n points is represented as a_n . For example, to score 1 point, there is only one pattern, a throw of 1 point, thus, $a_1 = 1$. To score 2 points, there are two patterns, 1 point after 1 point, and one time 2 points, thus, $a_2 = 2$. To score 3 points, there are four patterns, three times of 1 point, 1 point after 2 points, 2 points after 1 point, and one time 3 points, thus $a_3 = 4$.

- (1) Calculate a_4 .
- (2) Give the recurrence formula for deriving a_n . Explain how this gives a_n correctly.
- (3) Show two kinds of algorithms to calculate a_n and discuss the computational complexity of each.

総合分析情報学 第3問 (Question A3)

プログラミング言語における以下の問いに答えよ。

- (1) 次の文字列すべてにマッチする正規表現のうち、もっとも短いものを示せ。

`bababababababa`

`abababababa`

`abaabaababa`

- (2) 問(1)で求めた正規表現と文字列との照合を判定するプログラムをC言語で記述せよ。呼び出し形式は `bool match(char *str)` とする。

たとえば `match("bababababababa")` は `true` となる。

- (3) 再帰呼び出しを用いたプログラムの利点・欠点を簡潔に説明せよ。

Question A3

Answer the following questions regarding programming languages.

- (1) Give a shortest regular expression that matches all of the following strings.

`bababababababa`

`abababababa`

`abaabaababa`

- (2) Write a C program that determines a match between the regular expression you answered in (1) and a given string. Use `bool match(char *str)` as a calling format. For example, `match("bababababababa")` returns `true`.
- (3) Briefly explain advantages and disadvantages of recursive calls.

総合分析情報学 第4問 (Question A4)

- (1) 2レベルのメモリ階層を持った仮想記憶システムがある。ここで主記憶を M_1 、二次記憶（ディスク）を M_2 と呼ぶ。この仮想記憶システムに関する以下の問いに答えよ。
- (a) M_1 への平均アクセス時間を $t_1 = 10^{-8}\text{s}$ 、 M_2 への平均アクセス時間を $t_2 = 10^{-3}\text{s}$ とする。この時、この仮想記憶のメモリ階層に対する平均アクセス時間を、 t_2 の65%以内にするために必要な、 M_1 のヒット率 H の最小値を求めよ。
 - (b) 仮想記憶において、更に平均アクセス時間を向上させるための技法を複数挙げて説明せよ。
- (2) マルチコア（Multiple core、Multi-core）は、マルチプロセッサの一種で、複数のプロセッサコアを、単一のパッケージ内に実装した技術である。
- (a) 現在マルチコアは、サーバー分野だけでなく、パーソナルコンピュータや組み込みシステムでの利用が進んでいるが、その技術的背景はどのようなものか説明せよ。
 - (b) マルチコアを効率的に動作させるために用いられるアーキテクチャ上のポイントを説明せよ。

Question A4

- (1) Imagine a virtual memory system with two level memory hierarchy. Here, M_1 means a main memory, and M_2 means a secondary memory. Answer the following questions on this virtual memory system.
 - (a) Provided average access time of M_1 is $t_1 = 10^{-8}$ s, and the one of M_2 is $t_2 = 10^{-3}$ s. Calculate the hit rate H of M_1 in order to make the average access time of this virtual memory system less than the 65% of t_1 .
 - (b) Show multiple methods for increasing average access time of virtual memory, and explain them.

- (2) Multiple core or multi-core is a kind of multiprocessor technologies that implement multiple processor cores upon a single chip package. Answer the following questions on multiple core or multi-core.
 - (a) In present, multiple cores are to be used in personal computers and embedded systems as well as server computers. Explain the technical background of this situation.
 - (b) Explain the technical points of the views from computer architecture when we run multi cores efficiently.

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潔に説明せよ。

- (a) デッドロック
- (b) 割り込み
- (c) クリティカルセクション
- (d) システムコール

(2) 仮想記憶システムにおいて、利用可能な主記憶のページ枠が1, 2, 3の3ページ分ある場合、ページ参照列 {1, 2, 3, 2, 4, 1, 2, 3, 4, 3, 2} に対して

- (a) FIFO
- (b) LRU

の両ページ置換アルゴリズムによって、ページが置換される様子をそれぞれ図示せよ。その際、ページフォールトが起きる箇所を明記せよ。

Question A5

- (1) Briefly explain the following terms about operating systems:
- (a) deadlock
 - (b) interrupt
 - (c) critical section
 - (d) system call
- (2) In a virtual memory system, let assume there are three main-memory pages 1, 2, and 3. Upon page access sequence $\{1, 2, 3, 2, 4, 1, 2, 3, 4, 3, 2\}$, illustrate page replacement step on each page access, based on
- (a) FIFO, and
 - (b) LRU
- algorithms. In these illustrations, specify when page faults occur.

総合分析情報学 第6問 (Question A6)

インターネットにおける TCP と UDP について以下を説明せよ。

- (1) TCP と UDP は略称であるが、正式名称を答えよ。
- (2) TCP と UDP の違いを少なくとも3つの観点から簡潔に説明せよ。
- (3) 現在のインターネットでは TCP が使われるケースが殆どであるが、何故 UDP が用いられることがあるのか少なくとも3つの観点から説明せよ。
- (4) 同一エンドシステム間で複数の TCP 通信が行われる際、通信開始時刻に拘わらず、帯域は公平に使用されるか理由と共に述べよ。
- (5) ACK とは何か説明せよ。ACK が必要な理由は何か。
- (6) シーケンス番号とは何か。シーケンス番号が必要な理由を述べよ。
- (7) 送信者と受信者には通常ウィンドウと呼ばれるバッファを設ける。この理由を述べよ。
- (8) RTT が 100msec の2点間に 1MB のファイルを送るのに輻輳制御ウィンドウが 64kB の TCP 通信を行う。このとき、ファイルの転送時間はおおよそどれぐらいかかるか、適切な前提を置き考察せよ。

Question A6

Answer the following questions regarding TCP and UDP in the Internet.

- (1) Explain what TCP and UDP stand for, respectively.
- (2) Concisely explain the difference between TCP and UDP from at least three points of view?
- (3) In the Internet, TCP is often used for communications, but explain why UDP is defined from at least three points of view.
- (4) Suppose there are multiple TCP connections between the same pair of end systems. Explain with reason whether or not they equally share the available bandwidth regardless of the time when the connections are initiated.
- (5) What is ACK? Why is ACK necessary?
- (6) What is Sequence Number? Why is Sequence Number necessary?
- (7) Sender and receiver have buffers called Windows. Why are they necessary?
- (8) Suppose we establish a TCP connection for transferring a 1MB file with RTT of 100msec and Congestion Window size of 64kB. What is the average time to complete the file transfer? Discuss with appropriate assumptions.

総合分析情報学 第7問 (Question A7)

(1) 以下の Boolean Function F の補関数 F' を求めよ。補関数とは、入力に対して、0/1、true/false を逆転させた出力をもつ関数のことである。

(a) $F(x, y) = xy' + x'y$

(b) $F(A, B, C, D, E) = (AB' + C)D' + E$

(c) $F(x, y, z) = (x + y' + z)(x' + z')(x + y)$

(2) シフトレジスタに関する以下の問いに答えよ。

(a) シフトレジスタは、どのような動作をする回路か説明せよ。

(b) シフトレジスタは、フリップフロップを用いてどのように構成されるか説明せよ。

(c) シフトレジスタの回路は、通常どういうところで用いられるか説明せよ。

Question A7

- (1) Find the complement function F' of the following Boolean function F . The complement function is obtained from an interchange of outputs (0's for 1's and 1's for 0's) for the same inputs.

(a) $F(x, y) = xy' + x'y$

(b) $F(A, B, C, D, E) = (AB' + C)D' + E$

(c) $F(x, y, z) = (x + y' + z)(x' + z')(x + y)$

- (2) Answer the following questions on shift registers.

(a) Explain the action of shift register.

(b) Explain how to organize shift register with flip-flops.

(c) Explain the typical functions realized by shift registers.

総合分析情報学 第8問 (Question A8)

ユビキタスコンピューティングを始めとする情報技術の発達に支えられ、様々な空間情報取得の可能性が高まっている近年、我々の日常生活においても空間情報を利用したシステムやサービスが広く見られるようになってきている。こうした状況を踏まえ、以下の問いに答えよ。

- (1) 空間情報を利用したシステム、サービスの実例を一つ挙げ、その目的、使われている空間情報などについて簡潔に説明せよ。
- (2) 問(1)で挙げたシステム、サービスを向上するため、新たな空間情報を追加するとしたらどのような情報が有効か。根拠とともに一つ提案せよ。
- (3) 問(2)で提案した空間情報を取得、利用する際に考慮すべき、技術的、社会的、制度的な問題点を論ぜよ。

Question A8

Advances in information technologies such as ubiquitous computing have been increasing the possibility of acquiring a variety of spatial information these days. We can now find systems and services that utilize spatial information in our everyday life. In light of these situations, answer the following questions.

- (1) Give a real-world example of systems and/or services utilizing spatial information and briefly explain its purpose, spatial information used, and so on.
- (2) If a new piece of spatial information would be added to the system/service that you gave above for its improvement, what information will be useful? Propose one and explain why.
- (3) Discuss technical, social, and regulation-related problems to acquire and utilize the information you proposed above.

**Entrance Examination for Masters Program
in Applied Computer Science Course,
Graduate School of Interdisciplinary Information Studies,
The University of Tokyo.
Academic Year 2012
(14:00-16:00, August 22th, 2011)**

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	