

平成22（2010）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22年1月30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(1)～(3)の問いに答えなさい。

(1) つぎの極限值を求めよ。

(a) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 2\alpha x}{x \cdot \sin \beta x} \quad (\alpha \cdot \beta \neq 0)$

(b) $\lim_{n \rightarrow \infty} \left\{ \frac{1}{n} + \frac{n}{n^2 + 1} + \frac{n}{n^2 + 2^2} + \cdots + \frac{n}{n^2 + (n-1)^2} \right\}$

(2) 円形： $r = 3 \cos \theta$ で囲まれる領域 S_1 とカーディオイド形： $r = 1 + \cos \theta$ で囲まれる領域 S_2 の共通部分の面積を求めよ。

(3) バス停に A のバスが来るまでの時間を T_1 (分)、B のバスが来るまでの時間を T_2 (分) とする。どちらかのバスが先に来るまでの時間を T_{\min} (分) とおく。

(a) 確率変数 T_1 と T_2 はそれぞれ $(0, 40)$ の区間で一様分布に従うとする。
なお、 T_1 と T_2 は独立変数である。

(i) T_{\min} の確率分布関数、確率密度関数、期待値を求めよ。

(ii) 20分待ってもバスが来なかったとき、30分待ってもまだバスが来ない確率を求めよ。

(b) 確率変数 T_1 と T_2 はそれぞれ期待値 40 分の指数分布に従うとする。
このとき T_{\min} の確率分布関数を求めよ。なお、 T_1 と T_2 は独立変数である。

Question A1

Answer the following questions (1)~(3).

(1) Calculate (a) and (b).

(a) $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos 2\alpha x}{x \cdot \sin \beta x} \quad (\alpha \cdot \beta \neq 0)$

(b) $\lim_{n \rightarrow \infty} \left\{ \frac{1}{n} + \frac{n}{n^2 + 1} + \frac{n}{n^2 + 2^2} + \cdots + \frac{n}{n^2 + (n-1)^2} \right\}$

(2) Calculate the area of intersection of the area S1 enclosed by a circle: $r = 3 \cos \theta$ and the area S2 enclosed by a cardioid: $r = 1 + \cos \theta$.

(3) Let T1 and T2 be the time in minutes until bus A and bus B arrive at the bus stop, respectively. Also let Tmin be the arrival time of whichever bus comes first.

(a) Suppose that the random variables T1 and T2 are uniformly distributed on the interval (0, 40), and that T1 and T2 are independent.

(i) Find the distribution function, the density function and the expected value of the random variable Tmin.

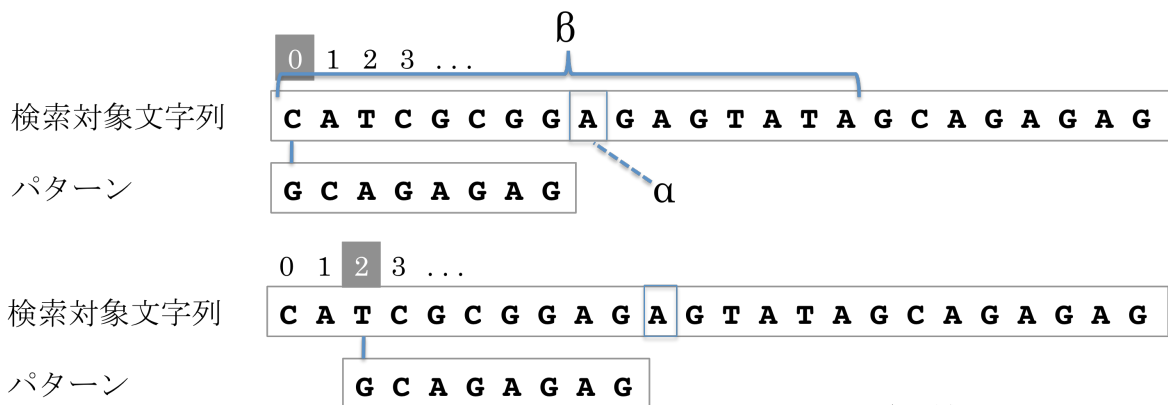
(ii) Find also the conditional probability that no bus arrives for 30 minutes, given that no bus has arrived for the first 20 minutes.

(b) Suppose instead that the random variables T1 and T2 are both exponentially distributed with the expected value of 40 minutes, and that T1 and T2 are independent. Find the distribution function of the random variable Tmin.

総合分析情報学 第2問 (Question A2)

アルゴリズムに関する以下の問いに答えよ.

Quick Search 法 (Sunday 法) は, 文字列検索アルゴリズムの一種で, 検索パターンの照合に失敗した時点で, 検索対象文字列の次の一文字 (下図 α) の種類により検索パターン照合位置のシフト文字数を決定するアルゴリズムである. シフトする文字数は図の配列 q で管理されている. ここで, 使用する文字は 'A', 'C', 'G', 'T' の4種類であるとする.



($q['A'] = 2$ により、二文字分シフトする)

配列 q

c	A C G T
$q[c]$	2

- (1) $q['C']$, $q['G']$, $q['T']$ を求めて配列 q を完成させよ.
- (2) 図の例で, 検索に成功するまでの検索パターンの照合位置を全て列挙せよ.
(図では, 照合位置 0 と照合位置 2 の例を示している).
- (3) 図の β の部分をどのような文字列に置き換えると, 照合回数が最も多くなるか.
その文字列を示せ. また, 検索に成功するまでの検索パターンの照合位置を
全て列挙せよ.
- (4) 他の文字列検索アルゴリズムを一つ取り上げ, 簡潔に説明せよ.

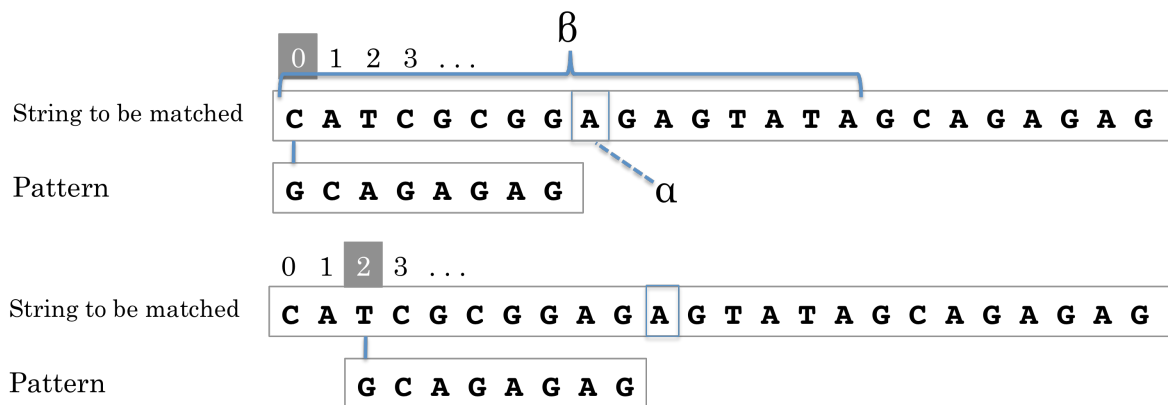
Question A2

Answer the following questions.

Quick Search method (Sunday method) is a string search algorithm.

This algorithm shifts the pattern matching position until matching fails (at α in the figure below). The numbers of shift steps are stored in the array q in the figure.

Here, we assume that alphabets are 'A', 'C', 'G', and 'T'.



(After this match, the pattern will be shifted 2 characters because $q['A'] = 2$.)

Array q

c	A C G T
$q[c]$	2

- (1) Complete the array q by giving $q['C']$, $q['G']$, and $q['T']$.
- (2) Using an example illustrated in the figure above, list all the string matching positions until the search succeeds (The figure shows the situation that string matching occurs at positions 0 and 2) .
- (3) Replace β with a string that causes the largest count of string matching.
Also list all the string matching positions for this search.
- (4) Select another string search algorithm, and briefly explain it.

総合分析情報学 第3問 (Question A3)

- (1) 動作周波数が 100MHz のマイクロプロセッサ P が, 50,000,000 命令を実行するベンチマークテストを行ったところ, これらの命令を 0.25 秒で実行することができた.
- (a) マイクロプロセッサ P の MIPS 値を答えよ.
 - (b) マイクロプロセッサ P の CPI (Cycles Per Instruction) 値を答えよ.
 - (c) マイクロプロセッサ P がこのような CPI 値になるのは, どのような高速化手法が適用されているからか, その手法名を述べ, どのような手法か説明せよ.
- (2) アクセス制御アーキテクチャに関する以下の用語を説明せよ.
- (a) リング保護 (Ring Protection)
 - (b) アクセス制御リスト (Access Control List)
 - (c) ケイパビリティ (Capability)

Question A3

(1) 100MHz-microprocessor P execute a benchmark test with 50,000,000 instructions in 0.25 seconds.

(a) Give MIPS of the microprocessor P.

(b) Give CPI (Cycles Per Instruction) of the microprocessor P.

(c) Give a technique that can achieve such CPI and explain the reason why it can be accomplished.

(2) Explain the following terms on access control architecture.

(a) Ring Protection

(b) Access Control List

(c) Capability

総合分析情報学 第4問 (Question A4)

オペレーティングシステムについて以下の問いに答えよ.

- (1) オペレーティングシステムがプロセスを実行をするために通常保持する情報をすべてあげよ.
- (2) I/O bound なプロセスと CPU-bound なプロセスを簡潔に定義せよ.
- (3) 並行プロセスの同時実行制御機構の例を二つ示し, それぞれを簡潔に説明せよ.
- (4) プロセスを実行するためのスケジューラを3つあげ, 利害得失を議論せよ.
- (5) O(1)スケジューラとは何か?
- (6) CFS(Completely Fair Scheduler) とは何か?

Question A4

Answer the following questions related to operating systems:

- (1) List all the pieces of information that an operating system keeps in order to execute a process.
- (2) Briefly define I/O bound processes and CPU-bound processes.
- (3) Give two examples of concurrent execution and control of parallel processes and briefly explain each of them.
- (4) Give three examples of schedulers for executing processes and discuss advantages and disadvantages of each of them.
- (5) What is O (1) scheduler?
- (6) What is CFS (Completely Fair Scheduler)?

総合分析情報学 第5問 (Question A5)

非負整数の集合を \mathbf{N} とする. アッカーマン関数 Ack は $m, n \in \mathbf{N}$ に対し,

$$\text{Ack}(m, n) = \begin{cases} n + 1, & \text{if } m = 0 \\ \text{Ack}(m - 1, 1), & \text{if } n = 0 \\ \text{Ack}(m - 1, \text{Ack}(m, n - 1)), & \text{otherwise} \end{cases}$$

として定義される関数のことである.

- (1) Ack のプログラミング言語による定義を与えよ. また使用したプログラミング言語名を記載せよ.
- (2) 以下は Ack の計算結果である. A, B, C で指定された欄を埋めよ.

$m \setminus n$	0	1	2	3	4	n
0	1	2	3	4	5	$n+1$
1	2	3				A
2	B					C

- (3) Ack(1, 2) の計算の際の関数呼び出し順を以下のように表記するとき, Ack(2, 1) の計算の際の関数呼び出し順を記述せよ (Ack を A と略記する).

$$\begin{aligned} A(1, 2) &= A(0, A(1, 1)) \\ &= A(0, A(0, A(1, 0))) \\ &= A(0, A(0, A(0, 1))) \\ &= A(0, A(0, 2)) \\ &= A(0, 3) \\ &= 4 \end{aligned}$$

- (4) 任意の $m, n \in \mathbf{N}$ に対して, Ack(m, n) が有限回数の計算で停止し, その計算結果も非負整数である (Ack(m, n) $\in \mathbf{N}$) ことを証明せよ.

Question A5

Let denote non-negative integer \mathbf{N} . For $m, n \in \mathbf{N}$, Ackerman function is defined as:

$$\text{Ack}(m, n) = \begin{cases} n + 1, & \text{if } m = 0 \\ \text{Ack}(m - 1, 1), & \text{if } n = 0 \\ \text{Ack}(m - 1, \text{Ack}(m, n - 1)), & \text{otherwise} \end{cases}$$

- (1) Give an implementation of Ack by a program language of any choice.
Also specify the name of the used programming language.
- (2) The below table contains Ack values. Fill the cells A, B, and C.

$m \setminus n$	0	1	2	3	4	n
0	1	2	3	4	5	n+1
1	2	3				A
2	B					C

- (3) Here we denote the calling sequence of Ack(1,2) calculation as below (where A is the abbreviation of Ack).

Using this notation, write down the Ack(2,1) calculation sequence.

$$\begin{aligned} A(1,2) &= A(0, A(1,1)) \\ &= A(0, A(0, A(1,0))) \\ &= A(0, A(0, A(0,1))) \\ &= A(0, A(0, 2)) \\ &= A(0, 3) \\ &= 4 \end{aligned}$$

- (4) For any $m, n \in \mathbf{N}$, Proof that the computation of Ack(m, n) terminates within the finite calculation steps, and the result value is also a non-negative integer.
(i.e., $\text{Ack}(m, n) \in \mathbf{N}$)

総合分析情報学 第6問 (Question A6)

インターネットのトランスポート層のプロトコルに関して以下の問いに答えよ。

- (1) 図A6-1におけるパケットヘッダを持つプロトコルの名称を書け。
- (2) 図A6-1における“Source Port”, “Destination Port”の各々は何故必要か述べよ。
- (3) 図A6-1における“Sequence Number”とは何か, また何のために必要か述べよ。
- (4) 図A6-1における“Acknowledgment Number”とは何か, また何のために必要か述べよ。
- (5) 図A6-1における“Reserved”のあとにくる6つのフラグのうち, XとYに相当するものを補完し, それらの目的を詳細に述べよ。
- (6) 図A6-1における“Window”とは何か? 何のために必要か説明せよ。
- (7) このプロトコルにおいて, パケットを過度に送出しないための制御を2つあげ, 図A6-1におけるパケットヘッダを使って, その制御を説明せよ。
- (8) エンドツーエンド原理とは何か? このトランスポートプロトコルを例に説明せよ。

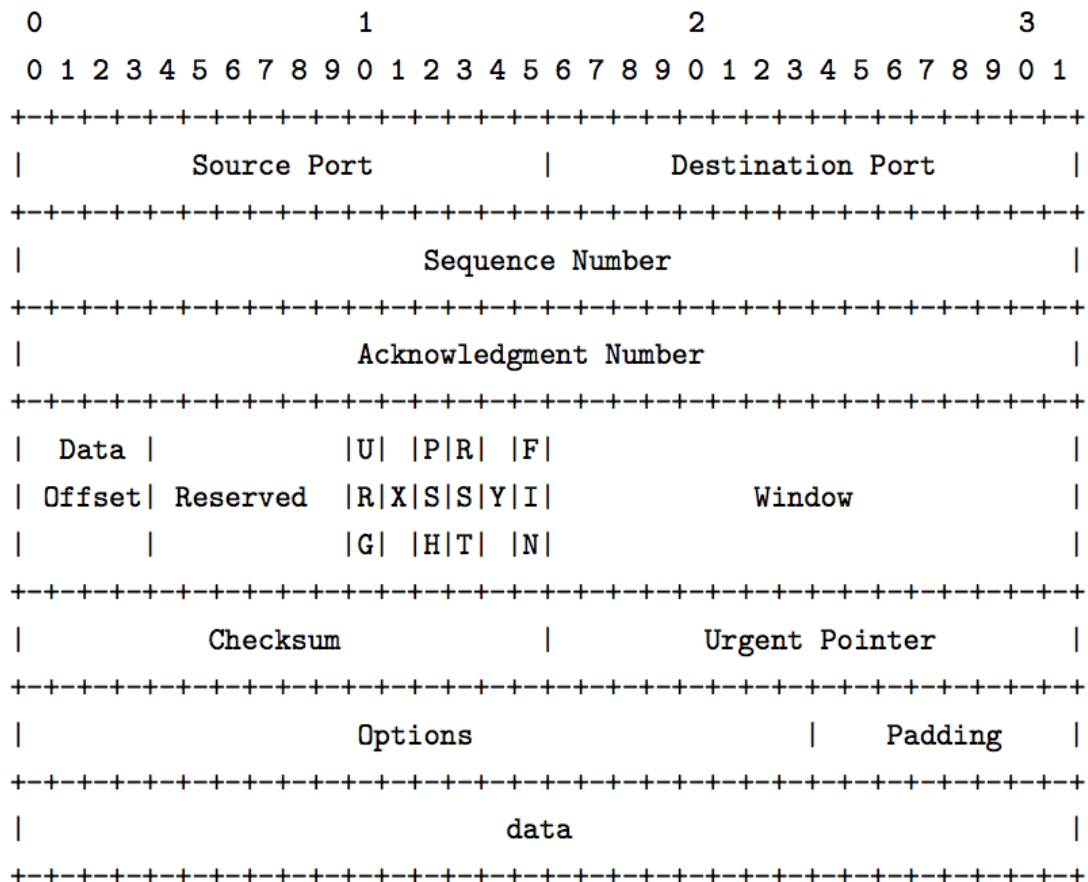


図 A6-1

Question A6

Answer the following questions regarding transport layer protocols in the Internet.

- (1) Give the name of the protocol of which packet header is shown in Figure A6-1.
- (2) Explain why “Source Port” and “Destination Port” in Figure A6-1 are necessary.
- (3) Explain what “Sequence Number” is in Figure A6-1 and why it is necessary.
- (4) Explain what “Acknowledgment Number” is in Figure A6-1 and why it is necessary.
- (5) Among six flags after “Reserved” filed in Figure A6-1, complete those corresponding to X and Y and describe their purposes in detail.
- (6) What is “Window” in Figure A6-1? Explain what it is for.
- (7) In this transport layer protocol, give two control mechanisms for not transmitting packets excessively, and explain them using the packet header shown in Figure A6-1.
- (8) What is the end-to-end principle? Explain it using the transport protocol.

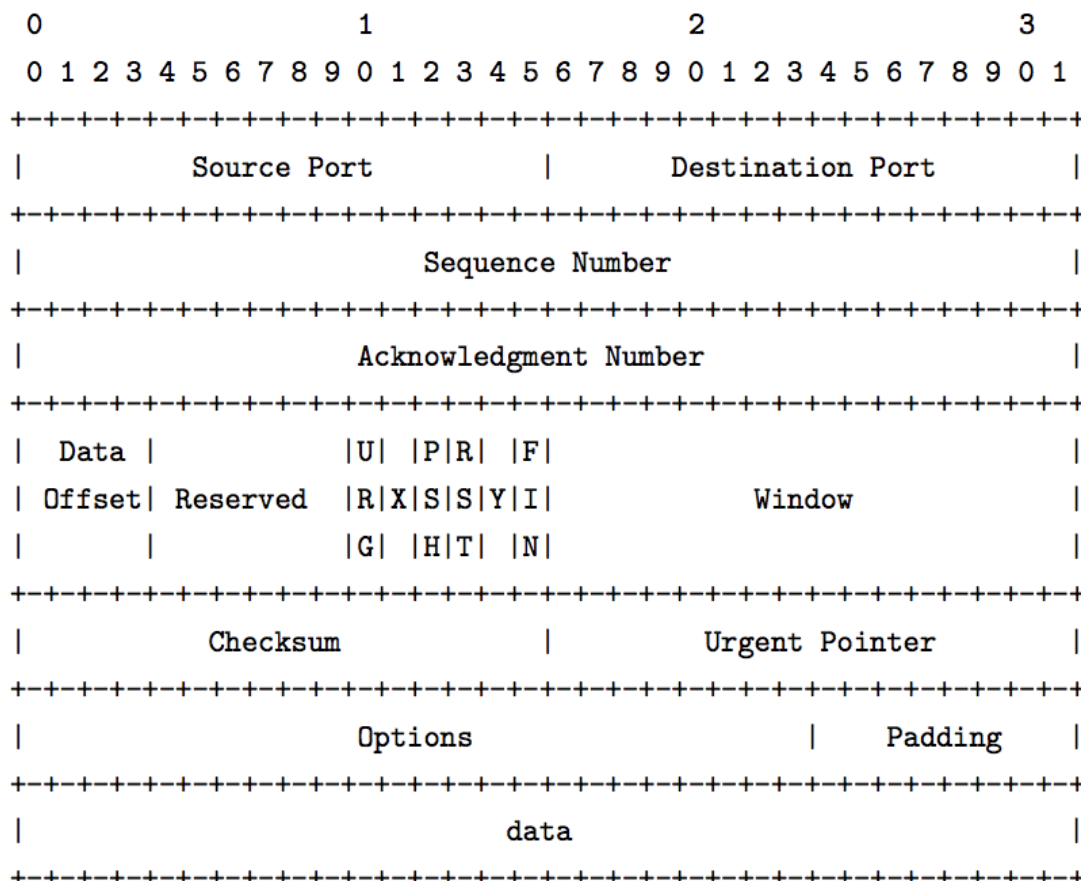


Figure A6-1

総合分析情報学 第7問 (Question A7)

(1) 以下の問いに答えよ.

(a) 4bit の BCD Adder を設計せよ.

注) BCD adder は 4bit で 0~9 までの数を表す入力がある 2 系統あり,

これらを足し算した結果が 10 になった時に繰り上がりを起こす回路である.

(b) 3-to-8 line decoder を設計せよ.

注) 3-to-8 line decoder とは, 3 ビット入力のバイナリ数 0~7 に応じて,

line 0~line 7 が 1 になる decoder 回路である.

(2) フリップフロップとはどのような回路か, 代表的な方式を挙げ,

そのゲート図および真偽値表を記した上で, その動作を説明せよ.

(3) 現在, マイクロプロセッサのクロック周波数の進展が遅くなっている.

クロック周波数の高速化を阻む技術的な要因がどのようなところにあるかを述べよ.

Question A7

(1) Answer the following questions

(a) Design a 4 bit BCD adder.

Note) BCD adder is defined as the logic circuit that has two sets of 4 bit inputs 0~9, one 4bit output 0~9 and a carry output that turns into 1 when the calculated result is more than 10.

(b) Design a 3-to-8 line decoder.

Note) A 3-to-8 line decoder is defined as the logic circuit that has 3 input lines for 0~7, and eight output lines. When a binary number is input, the corresponding output line turns into 1.

(2) To show the mechanism of a Flip-Flop circuit, give representative examples of Flip-Flop circuits, and explain their functions using true-false tables and logic gate diagrams.

(3) Today, the progress in the clock cycle of microprocessors is slowing down. Explain technical limiting factors for the increase of the clock cycle.

総合分析情報学 第8問 (Question A8)

- (1) 空間データ・地理情報に関する以下の (a) から (c) の語句群について、それぞれ簡潔に説明せよ。
- (a) 地図, 投影法, 縮尺
 - (b) 空間参照系 (座標系), 位置 (場所) 特定
 - (c) 実空間, 仮想空間
- (2) 空間と情報に関する以下の問いに答えよ。
- (a) 空間情報の整備・利用に際しては、ユビキタスコンピューティング技術の応用が期待されている。その理由について簡潔に述べよ。
 - (b) ユビキタスコンピューティング技術を応用した空間情報システムの例を一つ挙げ、その特徴を述べよ。(システム例は、実際に運用されているものでも、自分で考えたものでも構わない。)
 - (c) 上記の応用システムの「使いやすさ」を検証したいと思う。どのような観点から、どのように検証を行うとよいか、具体的に議論せよ。

Question A8

- (1) Explain the following three sets of terms concerning geographic information and spatial data concisely.
 - (a) maps, map projections, scale
 - (b) spatial reference systems (coordinate systems), identification of locations (places)
 - (c) real spaces, virtual spaces

- (2) Answer the following questions about space and information.
 - (a) In the development and use of spatial information, ubiquitous-computing technologies are expected to play important roles. Describe the reason for it briefly.
 - (b) Give one example of a spatial information system to which ubiquitous-computing technologies are applied, and discuss its characteristics. (For the example of a system, you can give either a system that is in actual use or a system that you think of.)
 - (c) Suppose that you want to examine the "usability" of the above application system. Discuss how you would do that, in terms of the aspects that you focus on and the method of examination.

Entrance Examination for Masters Program
in Applied Computer Science Course,
Graduate School of Interdisciplinary Information Studies,
The University of Tokyo.
Academic Year 2010
(10:00-12:00, January 30th, 2010)

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	