

平成25(2013)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24年8月20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18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) 次の連立一次方程式が解を持つ条件を求めよ。また、そのときの解を求めよ。

$$\begin{cases} 3x + 4y + 5z = a \\ 2x + 3y + 4z = b \\ x + 2y + 3z = c \end{cases}$$

(2) 次の関数  $f(x)$  を  $x = 1/2$  を中心にテイラー展開せよ。また、その収束半径を求めよ。

$$f(x) = \frac{1}{x^2 - x + 1}$$

(3) 次の定積分を求めよ。

(i)  $\int_0^1 \frac{1}{\sqrt{2-x^2}} dx$

(ii)  $\int_0^1 e^x dx$

## Question A1

- (1) Give the condition(s) in which the following simultaneous linear equations have a solution. Also, calculate the solution.

$$\begin{cases} 3x + 4y + 5z = a \\ 2x + 3y + 4z = b \\ x + 2y + 3z = c \end{cases}$$

- (2) Calculate the Taylor expansion of the following function  $f(x)$  around  $x = 1/2$ . Also calculate its radius of convergence.

$$f(x) = \frac{1}{x^2 - x + 1}$$

- (3) Calculate the following definite integrals (i) and (ii).

$$(i) \int_0^1 \frac{1}{\sqrt{2-x^2}} dx \qquad (ii) \int_0^1 e^x dx$$

## 総合分析情報学 第2問 (Question A2)

編集距離  $D(s, q)$  を、2つの与えられた文字列  $s, q$  間で第一の文字列を第二の文字列に変換するために必要な編集操作（文字の削除，文字の挿入，文字の置換）の最小回数と定義する。たとえば  $D(\text{"stay"}, \text{"take"})$  は、以下の図に示す通り1回の文字の挿入，1回の文字の削除 (.) と1回の文字の置換 (|) で変換できるので3となる：

$$\begin{array}{cccccc}
 s & t & a & \cdot & y & \\
 & & & & | & (*) \\
 \cdot & t & a & k & e & 
 \end{array}$$

- (1)  $D(\text{"across"}, \text{"costs"})$  を求めよ。また，その際の文字列の変換を，(\*) で例示した記法を用いて図示せよ。
- (2)  $D$  は部分問題に基づいて計算することができる。 $D(s_1s_2\cdots s_n, q_1q_2\cdots q_m)$  を，その部分問題  $D(s_1s_2\cdots s_{n-1}, q_1q_2\cdots q_m)$ ， $D(s_1s_2\cdots s_n, q_1q_2\cdots q_{m-1})$  および  $D(s_1s_2\cdots s_{n-1}, q_1q_2\cdots q_{m-1})$  を用いて定義せよ。

以下は動的計画法に基づいて  $D(\text{"artisan"}, \text{"distance"})$  を計算するための表である。たとえば 4 は  $D(\text{"arti"}, \text{"dis"})$  を意味する。

	<i>d</i>	<i>i</i>	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>c</i>	<i>e</i>	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>a</i>	1	1	2	3	4	4	5	6	7
<i>r</i>	2	2	2	3	4	5	5	6	7
<i>t</i>	3	3	3	3	3	4	5	6	7
<i>i</i>	4	4	3	<span style="border: 1px solid black; padding: 0 2px;">4</span>	□	□	□	□	□
<i>s</i>	5	5	4	3	□	□	□	□	□
<i>a</i>	6	6	5	4	□	□	□	□	□
<i>n</i>	7	7	6	5	□	□	□	□	□

- (3) 上の表の空欄をすべて埋めよ。
- (4)  $D(\text{"artisan"}, \text{"distance"})$  を計算せよ。また，その際の文字列の変換を，(\*) で例示した記法を用いて図示せよ。

## Question A2

The *edit distance*  $D(s, q)$  of two strings  $s$  and  $q$  is defined as the minimum number of edit operations (character insertions, deletions, and substitutions) required to transform a given string into the other. For example,  $D(\text{"stay"}, \text{"take"}) = 3$ , because it requires one insertion and one deletion ( $\cdot$ ), and one substitution ( $|$ ), as shown in the next diagram:

$$\begin{array}{cccccc}
 s & t & a & \cdot & y & \\
 & & & & | & \\
 \cdot & t & a & k & e & 
 \end{array} \quad (*)$$

- (1) Calculate  $D(\text{"across"}, \text{"costs"})$  and show its corresponding transformation using the notation as exemplified by the diagram (\*).
- (2)  $D$  can be calculated based on its subproblems. Define  $D(s_1s_2 \cdots s_n, q_1q_2 \cdots q_m)$  using its subproblems  $D(s_1s_2 \cdots s_{n-1}, q_1q_2 \cdots q_m)$ ,  $D(s_1s_2 \cdots s_n, q_1q_2 \cdots q_{m-1})$ , and  $D(s_1s_2 \cdots s_{n-1}, q_1q_2 \cdots q_{m-1})$ .

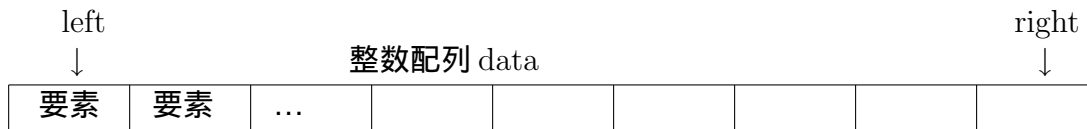
Below is a table for calculating  $D(\text{"artisan"}, \text{"distance"})$  using dynamic programming. For example, the cell 4 represents  $D(\text{"arti"}, \text{"dis"})$ .

	<i>d</i>	<i>i</i>	<i>s</i>	<i>t</i>	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>c</i>	<i>e</i>	
0	1	2	3	4	5	6	7	8	
<i>a</i>	1	1	2	3	4	4	5	6	7
<i>r</i>	2	2	2	3	4	5	5	6	7
<i>t</i>	3	3	3	3	3	4	5	6	7
<i>i</i>	4	4	3	4	□	□	□	□	□
<i>s</i>	5	5	4	3	□	□	□	□	□
<i>a</i>	6	6	5	4	□	□	□	□	□
<i>n</i>	7	7	6	5	□	□	□	□	□

- (3) Fill in all the blanks of the above table.
- (4) Calculate  $D(\text{"artisan"}, \text{"distance"})$  and show its corresponding transformation using the notation as exemplified by the diagram (\*).

## 総合分析情報学 第3問 (Question A3)

以下の整数配列 data 中の要素を値の小さい順に並び替えるプログラムを作りたい。



- (1) 以下のCプログラム mSort() は、与えられた配列 data の left から right までの要素を、前半の left から mid までと後半の mid+1 から right までの2つの部分配列に分割し、それぞれの部分配列を小さい順に並び替えた後で、2つの部分配列を merge() プログラムによって小さい順に並び替えて結合するものである。ここで tmp[] は作業用配列で、この中の left から right までの要素を作業用として利用する。以下の空欄 (i), (ii) を埋めよ。ただし (ii) は複数行になっても構わない。

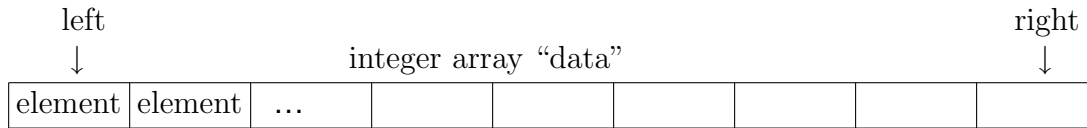
```
void mSort(int data[], int tmp[], int left, int right){  
    if(  ) return;  
    int mid = (left + right) / 2;  
      
    merge(data, tmp, left, mid, right);  
}
```

- (2) 以下は、merge() のCプログラムである。空欄の (iii) に入るプログラムを書け。ただし複数行になっても構わない。

```
void merge(int data[], int tmp[], int left, int mid, int right){  
      
}
```

## Question A3

Consider the program that sorts the elements of the following integer array “data” in ascending order of value.



- (1) The following C program `mSort()` divides the given array “data” into two sub-arrays, sorts each sub-array in ascending order of value, and merges two sorted sub-arrays in ascending order by using the program `merge()`. The element range of the array “data” is from “left” to “right”, and the element ranges of the two sub-arrays are from “left” to “mid” for the former and from “mid+1” to “right” for the latter.

Fill in the following blanks (i) and (ii). The elements from “left” to “right” of the array `tmp[]` are used for workspace. Blank (ii) may contain multiple lines.

```
void mSort(int data[], int tmp[], int left, int right){
    if(  (i)  ) return;
    int mid = (left + right) / 2;
     (ii) 
    merge(data, tmp, left, mid, right);
}
```

- (2) Fill in the following blank (iii) of the C program `merge()` used above. Blank (iii) may contain multiple lines.

```
void merge(int data[], int tmp[], int left, int mid, int right){
     (iii) 
}
```

## 総合分析情報学 第4問 (Question A4)

キャッシュメモリに関する以下の問いに答えよ。

- (1) キャッシュメモリについて、その目的と仕組みを10行程度の文章で説明せよ。
- (2) キャッシュミス率の増大によって、プロセッサの計算速度が劇的に低下することを、具体的な事例を挙げて説明せよ。
- (3) プロセッサの実行性能だけを2倍に向上させても、コンピュータ全体の処理性能は2倍に向上しないことを、キャッシュメモリを含めたメモリ階層の仕組みと関係づけて説明せよ。
- (4) 現代のコンピュータにおける、キャッシュメモリへの要求や課題と、それに対する解決策を説明せよ。



## Question A4

Answer the following questions on cache memory.

- (1) Explain the purpose and mechanism of cache memory in about ten lines.
- (2) Explain the reason why processor performance decreases drastically when cache miss rate increases, giving a concrete example.
- (3) Even if we solely double the processor performance, we cannot double the total computer performance. Explain the reason in relation with the memory hierarchy including cache memory.
- (4) Explain the requirements and problems on cache memory mechanism of contemporary computers and solutions for these issues.

## 総合分析情報学 第5問 (Question A5)

ファイルシステムの設計に関する以下の問いに答えよ。

- (1) ファイルシステムの設計では、アクセス性能と信頼性がともに重要である。この2つの点に対し、(i) ファイル領域の割り当て、(ii) ファイルの制御情報(ファイルのメタデータ)の管理、(iii) ファイルの入出力法のそれぞれにおいて、どのような方式あるいは機構が用いられているか説明せよ。
- (2) ディスク装置の空き領域をリストでつないで管理する方式とビットテーブル(ビットマップ)で管理する方式について説明せよ。また、両者の利点と欠点について論ぜよ。
- (3) アクセス制御リスト方式とパービリティ方式のそれぞれに基づくファイル保護の機構について説明せよ。また、両者の利点と欠点について論ぜよ。

## Question A5

Answer the following questions on file system design.

- (1) Both access performance and reliability are important criteria in the design of file systems. For these two criteria, discuss what schemes or mechanisms are used in (i) file space allocation, (ii) management of file control information (file meta data) and (iii) file I/O methods.
- (2) Explain the methods for free-space management of disks: the method using linked lists and the method using bit tables (bitmaps). Discuss the advantages and disadvantages of these methods.
- (3) Describe the mechanisms of file protection based on (i) access control lists and (ii) capabilities. Discuss the advantages and disadvantages of these methods.

## 総合分析情報学 第 6 問 (Question A6)

インターネットにおける通信について以下の問いに答えよ。

- (1) MAC アドレス, IP アドレス, ホスト名を簡潔に説明せよ。
- (2) 前問の各アドレス, 名前を相互に変換するネットワークの仕組みを簡潔に述べよ。
- (3) イーサネットプロトコルのヘッダフォーマットを図示せよ。
- (4) VLAN とは何か説明せよ。また, VLAN が定義される場合, 前問のヘッダフォーマットが変化する場合に変化を図示せよ。
- (5) ハブとスイッチとルータの相違点を述べよ。
- (6) 以下に示す図 A6 において, 無線 LAN のアクセスポイント A に接続されている端末 X が, ウェブサーバ Y と HTTP 通信を行う場合, X と Y の間ではどのようなパケットが交換されるか, 以下の用語を全て使い, 全ての機器へ波及するパケットを含めてできるだけ詳細に説明せよ。用語には全て下線を引くこと。

CSMA/CD, CSMA/CA, ARQ, ARP Query, ARP Reply, Ethernet, MAC, IP, UDP, TCP, Slow-Start, Congestion-Avoidance, Flow-Control, DNS, OSPF, HTTP, Congestion Control, IEEE 802.11, 802.1X, WPA2

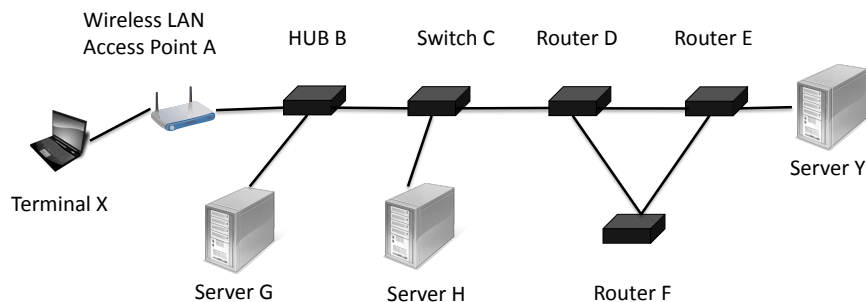


図 A6

- (7) 前問において, パケットの遅延, および, パケットロスの原因として起こりうる事象を列挙し簡潔に説明せよ。

## Question A6

Answer the following questions regarding the Internet communication.

- (1) Concisely explain MAC addresses, IP addresses, and host names.
- (2) Briefly explain by which mechanisms those addresses and names in the previous question can be translated to one another.
- (3) Draw the header format in the Ethernet protocol.
- (4) Explain what VLAN is. Also, when VLAN is defined, explain how the header format in the previous question changes, if it does.
- (5) Explain the differences among hubs, switches and routers.
- (6) In Figure A6 where the terminal X associated with the access point A communicates with the web server Y via the HTTP protocol, explain how packets get exchanged between X and Y using all the terminologies listed below, including packets that may be generated for the other devices connected. Underline the terminologies used in your explanation.

CSMA/CD, CSMA/CA, ARQ, ARP Query, ARP Reply, Ethernet, MAC, IP, UDP, TCP, Slow-Start, Congestion-Avoidance, Flow-Control, DNS, OSPF, HTTP, Congestion Control, IEEE 802.11, 802.1X, WPA2

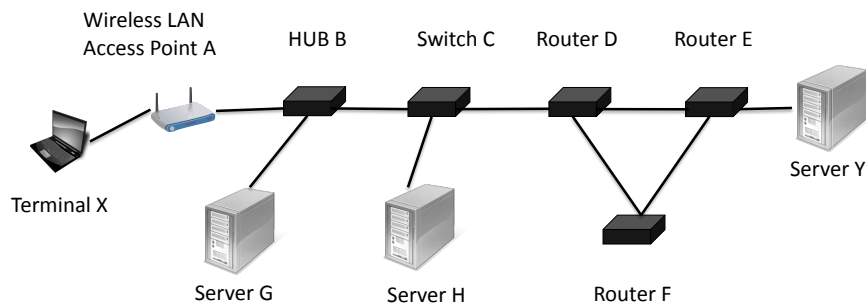


Figure A6

- (7) In the previous question, enumerate the reasons why packet delays and packet losses may be caused.

## 総合分析情報学 第7問 (Question A7)

(1) ブール関数 ( Boolean functions ) に関する以下の問いに答えよ。

- (a) 表 A7 の真理値表で表されるブール関数  $F(x, y, z)$  について, 簡約化した加法標準形 (\*1) を示せ。
- (b)  $F(x, y, z)$  を簡約化した乗法標準形 (\*2) で示せ。

(\*1) 加法標準形とは,  $F(x, y, z) = xyz + \bar{x}\bar{y}z + \dots$  というように, 入力積をとった項の和で表される式の形をいう。

(\*2) 乗法標準形とは,  $F(x, y, z) = (x + y + z)(\bar{x} + y + \bar{z}) \dots$  というように, 入力積をとった項の積で表される式の形をいう。

表 A7

x	y	z	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

- (c) 以下のブール関数  $G(a, b, c, d)$  を, XOR ゲートと AND ゲートで実現する方法を示せ。

$$G(a, b, c, d) = \bar{a}bcd + a\bar{b}c\bar{d} + \bar{a}b\bar{c}d + a\bar{b}c\bar{d}$$

(2) 論理回路に関する以下の問いに答えよ。

- (a) 図 A7-1 で示す論理回路の真理値表を示せ。
- (b) 図 A7-2 で示す論理回路が実現している機能がどのようなものか述べよ。
- (c) 図 A7-2 で示した回路を2つと, いくつかの論理ゲートを用いて, 4bit ( $a = a_3 a_2 a_1 a_0$ )  $\times$  3bit ( $b = b_2 b_1 b_0$ ) の乗算回路 (出力 7bit  $c = c_6 c_5 c_4 c_3 c_2 c_1 c_0$ ) を設計せよ。

【次頁に続く】

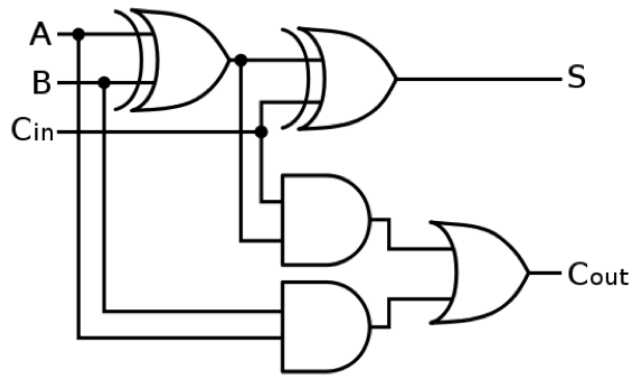


図 A7-1

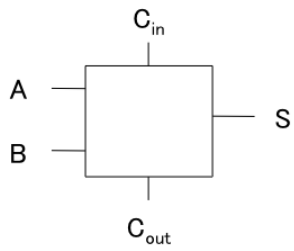


図 A7-1 で示した回路を上記のように描く。

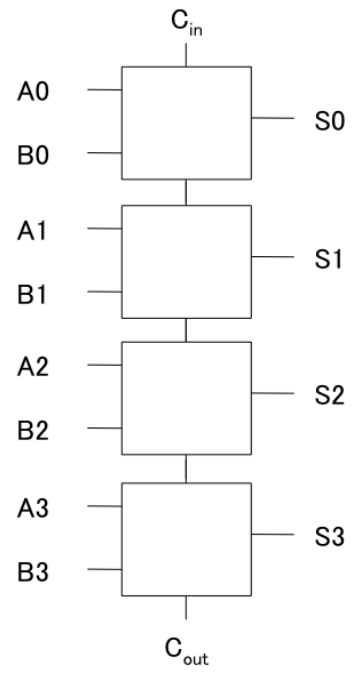


図 A7-2

## Question A7

(1) Answer the following questions on Boolean functions.

- (a) Given the following truth table (Table A7), obtain the simplified form of Boolean function  $F(x, y, z)$  in sum of products (\*1).
- (b) Obtain the simplified form of Boolean function  $F(x, y, z)$  in product of sums (\*2).

(\*1) “Sum of products” means the form of the sum of the products of inputs such as  $F(x, y, z) = xyz + \bar{x}\bar{y}z + \dots$

(\*2) “Product of sums” means the form of the product of the sums of inputs such as  $F(x, y, z) = (x + y + z)(\bar{x} + y + \bar{z}) \dots$

x	y	z	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

- (c) Implement the following Boolean function  $G(a, b, c, d)$  with XOR gates and AND gates.

$$G(a, b, c, d) = \bar{a}bc\bar{d} + a\bar{b}c\bar{d} + \bar{a}b\bar{c}d + a\bar{b}\bar{c}d$$

(2) Answer the following questions on logic circuits.

- (a) Show the truth table of the logic circuit illustrated in Figure A7-1.
- (b) Explain the function of the logic circuit illustrated in Figure A7-2.
- (c) Design a multiplier of two inputs  $a$  (4 bits,  $a = a_3 a_2 a_1 a_0$ ) and  $b$  (3 bits,  $b = b_2 b_1 b_0$ ), and one output  $c$  (7 bits,  $c = c_6 c_5 c_4 c_3 c_2 c_1 c_0$ ), using two logic circuits shown in Figure A7-2, and some other logic gates.

(Continued on the next page)



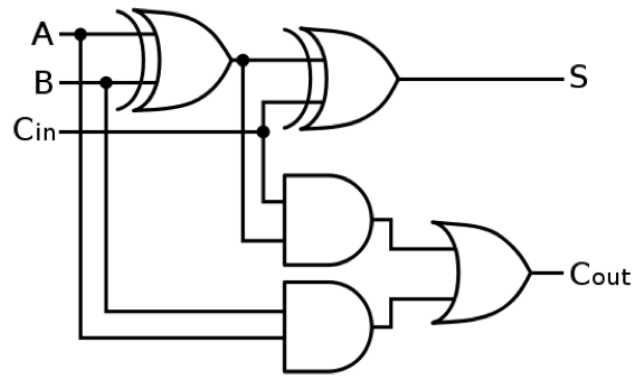
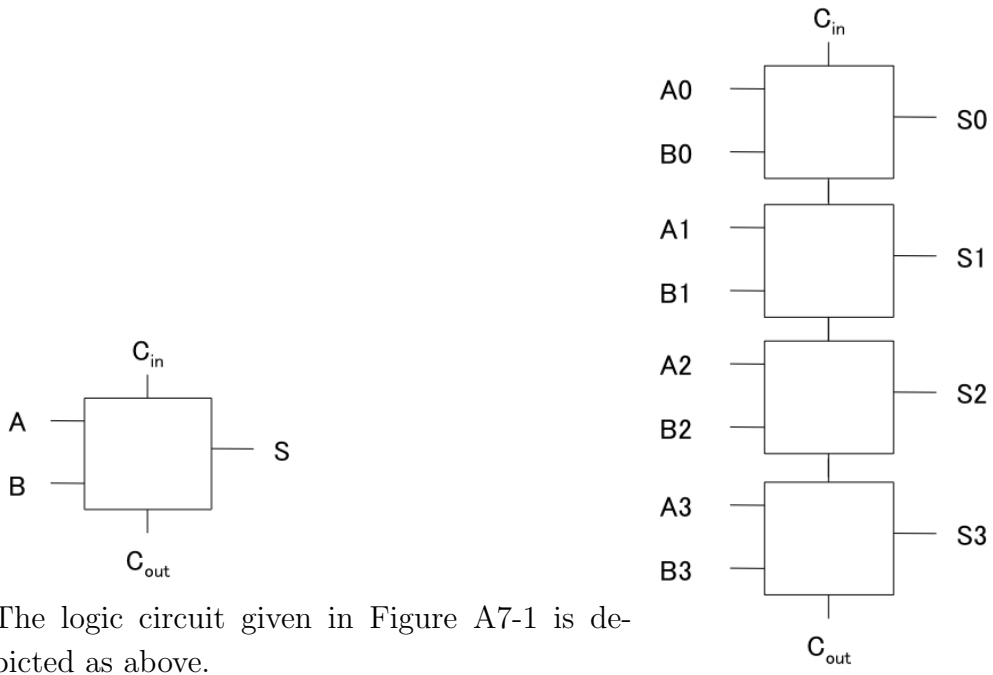


Figure A7-1



The logic circuit given in Figure A7-1 is depicted as above.

Figure A7-2

## 総合分析情報学 第 8 問 (Question A8)

空間データはベクタ型データとラスタ型データに大別される。これらのデータ型について、以下の問いに答えよ。

- (1) 両者の相違を明確にしなが、2つのデータ型のデータ構造や特徴について説明せよ。
- (2) 任意の空間事象を1つ選び、どちらのデータ型で記録するのが適切か、理由も含めて論ぜよ。
- (3) ベクタ型データをラスタ型データに変換した場合に起こりうる情報のロスについて、具体例を使いなが、説明せよ。

## Question A8

Spatial data are generally categorized into vector data and raster data. Answer the following questions related to these two data types.

- (1) Explain structures and characteristics of vector data and raster data, respectively, while clarifying their differences.
- (2) For an arbitrary spatial phenomenon of your choice, discuss which data type is more appropriate to store its spatial information along with the reason(s).
- (3) Explain potential loss of information that may occur when a vector dataset is converted to a raster dataset using some concrete example(s).

**Entrance Examination for Master's Program  
in Applied Computer Science Course,  
Graduate School of Interdisciplinary Information Studies,  
The University of Tokyo.  
Academic Year 2013  
(14:00-16:00, August 20th, 2012)**

**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 18 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	