

平成 14 年度 京都大学大学院情報学研究科
修士課程外国人留学生 社会情報学専攻入学者選抜

試験問題

(情報学基礎)

平成 14 年 2 月 18 日 15:30～17:30

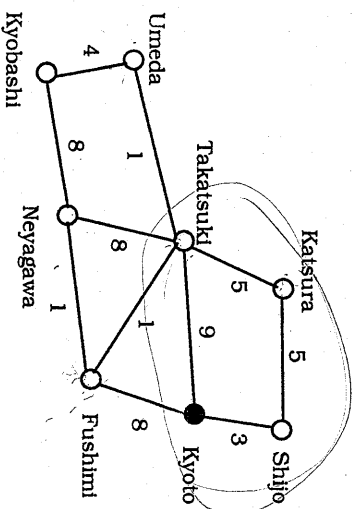
【注意】

- ・ 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 8 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。
- ・ 問題には 8 題である。最初の 4 問は、「情報科学の基礎理論」(上林弥彦著)からの問題である。後の 4 問は、「やさしいコンピュータ科学」(Alan W. Birnann 著)からの問題である。このうちいずれか 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 問につき、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。

修士課程 【情報学基礎】問題番号: 1

下記は、地点を節点のラベルとし、地点間の移動時間を枝の重みとして持つグラフである。

The following graph has node labels representing locations, and edges have weights as the traveling time between two locations.



(1) Kyoto からの他の全地点までの最短移動時間を求めよ。

Calculate the minimum traveling time from Kyoto to all locations.

(2) (1) で用いたアルゴリズムは正しく最短移動時間を計算することを簡潔に述べなさい。

Briefly describe why the algorithm you used in (1) correctly computes the minimum traveling time.

(3) グラフの枝の数を n とし、節点の数を n 以下としたとき、(1) のアルゴリズムの計算時間を n の O 記法で求めなさい。

Derive computation time of the algorithm of (1) by O -notation, where we assume that the graph has n edges and no greater than n nodes.

元

修士課程 【情報学基礎】問題番号：Ⅱ

論理関数について以下の問いに答えよ。

Answer the following questions on logic functions.

- (1) 下記は3つの変数 x, y, z からなる論理関数 f について、 f が 1 となる xyz の値の組み合わせを並べたものである。ここで値を xyz の順に並べており、例えば 001 は $x=0, y=0, z=1$ のとき f が 1 になることを表す。

The following is a series of combinations of values such that a logic function f on variables x, y , and z returns 1 for these combinations. For example, 001 means that f returns 1 when $x=0, y=0$ and $z=0$.

000 001 011 111 110

このとき、 f を NAND 回路のできるだけ簡略化されたもので表わしなさい。

Now, represent f by a NAND logic circuit where redundancies are removed.

- (2) 上記 f を 2 分決定グラフで表わしなさい。

Represent the above f by a binary decision diagram.



修士課程 【情報学基礎】問題番号：Ⅲ

下記の条件に含まれる関数従属性を求め、データベースを設計しなさい。

- フライトには便名、出発空港名、到着空港名、出発時間、乗客名がある。
- 乗客は乗客名と住所がある。
- 乗客名が決まれば、住所が決まる。
- 空港には、空港名、出発便名、到着便名がある。
- フライトは1つの便名を持つ。
- 便名が決まれば、出発空港名、到着空港名、出発時間が決まる。
- 乗客がある空港から出発するならば、搭乗する便名は決まっている。

Derive functional dependencies from the following conditions, and design a database.

- Each flight has flight code, origin airport, destination airport, departing time, and passengers.

① 乗客名 → 住所
② 乗客名 → 出発空港名、到着空港名、出発時間
③ 便名 → 出発空港名、到着空港名、出発時間
④ 便名 → 乗客名

- Each passenger has name and address.
- One passenger name determines a unique address.
- Each airport has airport name, departing flights, and arriving flights.
- Each flight has a unique flight code.
- One flight code determines origin airport, destination airport, and departing time.
- If a passenger departs from an airport, then the flight the passenger is boarding is unique.

修士課程 【情報学基礎】 問題番号： IV

下記の各条件を満たす切符の自動販売機の有限状態機械を設計しなさい。

- 硬貨は 10円、50 円の 2 種類である。
- ボタンは 40 円、60 円と返却の 3 つである。
- 40 円のボタンにより 40 円の切符が、60 円のボタンにより 60 円の切符が出力される。
- 40 円または 60 円のボタンを押したとき、硬貨の投入金額が切符の値段以上であれば切符を発行し、おつりを出力する。
- 返却ボタンを押すと投入した硬貨は返却される。
- 硬貨は種類によらず計 5 枚まで入れることができ、それ以上の硬貨は返却される。

Design a finite automaton for a ticket vending machine satisfying the following conditions.

- There are two types of coins: 10yen and 50yen.
- There are three buttons: 40yen, 60yen and cancel.
- The 40yen button selects a 40yen ticket, and the 60yen button selects a 60yen ticket.
- When the 40yen or 60yen button is pressed and enough amount of coins for the ticket price has been already deposited, then a ticket is issued and change is returned.
- When the cancel button is pushed, deposited coins are returned. Five coins can be deposited at maximum, regardless of types of coins. Excess coins are returned.

修士課程 【情報学基礎】 問題番号: V

ニムゲームとは、

- 最初に N 個の空の升目があり、
 - 二人のプレイヤーが交互に、一度に1～3個ずつ升目を埋め、
 - 最後に升目を埋めたプレイヤーが負けとなる
- というゲームである。

Nim game is a game where:

- There is N empty boxes initially.
- Two players fills them in turn. Each of them is allowed to fill one to three boxes at a time.
- The player who fills the last box loses.

これについて、以下の設問に答えよ。

Answer the following questions about this game.

- (1) $N=5$ および $N=7$ のそれぞれの場合について、先手・後手のどちらが必勝となるかを示せ。ゲーム木も同時に示すこと。
Show which player wins for the cases $N=6$ and $N=7$. Show the game tree.
- (2) N に対するゲーム木のサイズのオーダーを示せ。
Estimate the order of the size of game trees against N .
- (3) このゲームを3人で行うことを考える。 $N=5$ として、必勝戦略について考察せよ。

Consider extending this game to 3-player case. Discuss about the winning strategy for the case $N=5$.

修士課程 【情報学基礎】問題番号: VI

トランジスタに関する以下の問題に答えよ。

Answer the following questions about transistors.

- (1) NPN バイポーラトランジスタの構造を示し、これが増幅器としてはたらくこと、およびスイッチとしてはたらくことを示せ。

Show the structure of an NPN-bipolar transistor, and explain how it works as both as an amplifier and as a switch.

- (2) NPN バイポーラトランジスタを用いて 2 入力 XOR 回路を構成せよ。

Construct 2-input XOR circuit using NPN-bipolar transistors.

- (3) 電界効果トランジスタの構造を示し、その長所をのべよ。

Show the structure of a field-effect transistor, and explain its merit.

修士課程 【情報学基礎】問題番号: VII

以下の手続き factorial に関して、設問に答えよ。

Answer the questions about the following procedure factorial.

```
procedure factorial (var n, f: integer);  
var  
  i: integer;  
begin  
  if n = 0 then  
    f := 1  
  else  
    begin  
      i := n - 1;  
      factorial (i, f);  
      f := n * f;  
    end;  
  end;
```

*for i:=1 to n do
 f:=f*i
end*

- (1) このプログラムを、再帰を使わないように書き直せ。

Rewrite the procedure without using recursion.

(2) 再帰を使うことの長所・短所を述べよ。

Explain the merits and the demerits of the usage of recursion.

(3) 再帰を用いて「ハノイの塔」を解くプログラムを設計せよ。

Design a program that solves "the tower of Hanoi" by using recursion.

・修士課程【情報学基礎】問題番号:Ⅷ

n 個のプロセッサ P_1, \dots, P_n はそれぞれあるデータを保持している。 P_j から P_i へのデータのコピーは $P_i \leftarrow P_j$ で表され ($1 \leq i, j \leq n$)。その通信時間は定数 C である。プロセッサの動作モードには二重モードと多重モードがある。二重モードでは単一の送信と単一の受信を (時間 C 以内に) 同時に行うことができる。このとき、送信先と受信先のプロセッサは互いに異なってもよい。多重モードでは送信と受信を同時に何重でも行うことができる。

Each of n processors P_1, \dots, P_n keeps its own data. " $P_i \leftarrow P_j$ " represents that P_i takes a copy of P_j 's data ($1 \leq i, j \leq n$), where the data transmission from P_j to P_i takes a constant time of ' C '. Processors have two working modes, one of which is the "duplex mode," and another is the "multiplex mode." In the duplex mode, each processor can send its data to another processor and receive another processor's data at once (within a time of C). In this case, the two destination processors can be different from one another. In the multiplex mode, each processor can simultaneously send to and receive from any number of other processors.

1) 全プロセッサが二重モードで動作しているとする。 P_1 以外の全てのプロセッサが $P_1 \leftarrow P_{i-1}$ (P_i は各プロセッサ自身) を繰り返し実行し続けるとき、 P_1 のデータが他の全てのプロセッサにコピーされるのにかかる時間を答えよ。

Every processor works in the duplex mode. Answer the time within which a copy of P_1 's data is taken by all of the other processors when they continue to repeat $P_i \leftarrow P_{i-1}$ (P_i is each processor itself).

2) 全プロセッサが多重モードで動作しているとする。 P_1 のデータを他の全ての

プロセッサにコピーするのにかかる最短時間を答えよ。また、その最短時間を達成する P_i のアルゴリズムを示せ。

Every Processor works in the multiplex mode. Answer the shortest time within which a copy of P_i 's data is taken by all of the other processors. Additionally, describe P_i 's algorithm to accomplish the data transmission within that shortest time.

- 3) 全プロセッサが二重モードで動作しているとする。 P_i のデータを他の全てのプロセッサにコピーするのにかかる最短時間を答えよ。また、その最短時間を達成する P_i のアルゴリズムを示せ。

Every Processor works in the duplex mode. Answer the shortest time within which a copy of P_i 's data is taken by all of the other processors. Additionally, describe P_i 's algorithm to accomplish the data transmission within that shortest time.