

平成 17 年 度  
名古屋大学大学院情報科学研究科  
メディア科学専攻  
入 学 試 験 問 題  
専 門

平成 16 年 8 月 10 日 (火)  
12 : 30 ~ 15 : 30

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまでは、この問題冊子を開いてはならない。
2. 試験終了まで退出できない。
3. 外国人留学生は、日本語から英語への辞書 1 冊に限り使用してよい。電子辞書の持ち込みは認めない。
4. 問題冊子、解答用紙 4 枚、草稿用紙 2 枚が配布されていることを確認せよ。
5. 問題は、解析・線形代数、確率・統計、プログラミング、情報理論、ディジタル信号処理、知覚、ヒューマンコミュニケーション、認知情報処理、認知行動の 9 科目がある。このうち 4 科目を選択して 解答せよ。なお、選択した科目名を解答用紙の指定欄に記入せよ。
6. 解答用紙は指定欄に受験番号を必ず記入せよ。解答用紙に受験者の氏名を記入してはならない。
7. 解答用紙は試験終了後に 4 枚とも提出せよ。
8. 解析・線形代数、確率・統計、情報理論、ディジタル信号処理に関しては、答えだけでなく、計算の過程も記述せよ。
9. 問題冊子、草稿用紙は試験終了後に持ち帰ってよい。

# 解析・線形代数

(解の導出過程を書くこと)

[1] 以下の手順に従って、次の微分方程式の一般解を求めよ。

$$xy'' + y' - x = 0 \quad (y' = \frac{dy}{dx})$$

(a)  $p = y'$  とおき、 $p'$  を  $p$  と  $x$  で表せ。

(b) (a) で求めた微分方程式は、 $p = xu$  とおくことで同次形と呼ばれる形になる。これを解き、 $u$  を  $x$  で表せ。

(c) (b) で得られた式に ( $p =$ )  $xu = y'$  の関係を適用することで、与えられた微分方程式の一般解を求めよ。

[2] 次の漸化式について、以下の問いに答えよ。

$$x_{n+3} = 2x_{n+2} + 5x_{n+1} - 6x_n$$

ただし、 $n = 0, 1, 2, \dots$ , また  $x_0 = 3, x_1 = 2, x_2 = 14$  とする。

(a)  $\vec{x}_n = \begin{pmatrix} x_n \\ x_{n+1} \\ x_{n+2} \end{pmatrix}$  とするとき、 $\vec{x}_{n+1} = A\vec{x}_n$  となる行列  $A$  を求めよ。

(b) 行列  $A$  の固有値と、各固有値に対応する固有ベクトルを求めよ。

(c)  $\vec{x}_0$  を行列  $A$  の固有ベクトルの線形和で表せ。

(d) (c) の結果を用いて、 $\vec{x}_8$  を求めよ。

## Translations of technical terms

微分方程式 (differential equation)

一般解 (general solution)

同次形 (homogeneous)

漸化式 (recurrence relation)

行列 (matrix)

固有ベクトル (eigenvector)

線形和 (linear combination)

# 確率・統計

(解の導出過程を書くこと)

互いに独立な  $n$  個の確率変数  $X_1, \dots, X_n$  が以下の分布に従うとする.

$$f_{X_i}(x_i) = \begin{cases} 1 & (0 \leq x_i \leq 1) \\ 0 & (\text{その他}) \end{cases} \quad (i = 1 \cdots n)$$

[1] 平均  $E[X_i]$  と分散  $V[X_i]$  を求めよ.

また,  $\bar{X} = \frac{1}{n}(X_1 + X_2 + \cdots + X_n)$  とするとき, 分散  $V[\bar{X}]$  を求めよ.

[2]  $X_1$  と  $X_2$  の同時確率密度関数  $f_{X_1, X_2}(x_1, x_2)$  を求めよ.

[3]  $|X_1 - X_2| > d$  となる確率を求めよ.  $d$  は  $0 < d < 1$  とする.

[4]  $|X_1 - X_2| > d$ ,  $|X_2 - X_3| > d$ ,  $|X_3 - X_1| > d$  を同時に満たす確率を求めよ.

$d$  は  $0 < d < \frac{1}{2}$  とする.

[5] 全ての  $i, j$  ( $1 \leq i \leq n$ ,  $1 \leq j \leq n$ ,  $i \neq j$ ) に対して,  $|X_i - X_j| > d$  となる確率を求めよ.

$d$  は  $0 < d < \frac{1}{n-1}$  とする.

## 【専門用語の英訳】

独立: independence, 確率変数: random variable, 分布: distribution,

平均: mean, 分散: variance,

同時確率密度関数: joint probability density function

## プログラミング

添字 (index) が 0 から始まる要素  $n$  個の配列 (array)  $a$  上に, 頂点 (node) に値をもつ二分木 (binary tree) を次のように実現する. 根 (root) を  $a[0]$ ,  $a[i]$  の左の子 (left son) を  $a[2i+1]$ , 右の子 (right son) を  $a[2i+2]$  とする.

(1) 以下に示す要素数 10 の配列  $a$  が実現する二分木を図示せよ.

$a[0]$	$a[1]$	$a[2]$	$a[3]$	$a[4]$	$a[5]$	$a[6]$	$a[7]$	$a[8]$	$a[9]$
4	3	13	8	2	11	5	1	16	2

次に, 以下のような C 言語プログラムを与える.

```
#include <stdio.h>

int a[]={4,3,13,8,2,11,5,1,16,2};

void proc1(int i,int j) {
    int temp,k;

    k=i;
    if(i*2+1<=j) {
        if(i*2+2<=j) {
            if(a[i*2+1]>a[i]||a[i*2+2]>a[i]) {
                if(a[i*2+1]>a[i*2+2]) k=i*2+1; else k=i*2+2;
            }
        } else if(a[i*2+1]>a[i]) k=i*2+1;
        if(k!=i) {
            temp=a[i]; a[i]=a[k]; a[k]=temp;
            proc1(k,j); }
    }
}

void proc(int i,int j) {
    int k;
    for(k=j;k>=i;k--) proc1(k,j);
}

main() {
    int i;

    proc(0,9);
    for(i=0;i<10;i++) printf("a[%d]=%d\n",i,a[i]);
}
```

- (2) 上記プログラムの出力を示せ。さらに、関数 main の実行が終了する時点で、配列 a が実現する二分木を図示せよ。
- (3) (2) で得られた二分木において、任意の頂点の値とその子頂点の値との間に成立する関係を述べよ。
- (4) 上記プログラムの main() 関数を以下のように変更し、配列 a の内容を小さい順に整列(sort)するプログラムを作成した。なぜこのような結果が得られるのか、(3)の性質を用いて説明せよ。

```
#include <stdio.h>

int a[]={4,3,13,8,2,11,5,1,16,2};

void proc1(int i,int j) {
    int temp,k;

    k=i;
    if(i*2+1<=j) {
        if(i*2+2<=j) {
            if(a[i*2+1]>a[i]||a[i*2+2]>a[i]) {
                if(a[i*2+1]>a[i*2+2]) k=i*2+1; else k=i*2+2;
            }
        } else if(a[i*2+1]>a[i]) k=i*2+1;
        if(k!=i) {
            temp=a[i]; a[i]=a[k]; a[k]=temp;
            proc1(k,j); }
    }
}

void proc(int i,int j) {
    int k;
    for(k=j;k>=i;k--) proc1(k,j);
}

main() {
    int i,temp;

    for(i=9;i>0;i--) {
        proc(0,i);
        temp=a[i]; a[i]=a[0]; a[0]=temp;
    }
    for(i=0;i<10;i++) printf("a[%d]=%d\n",i,a[i]);
}
```

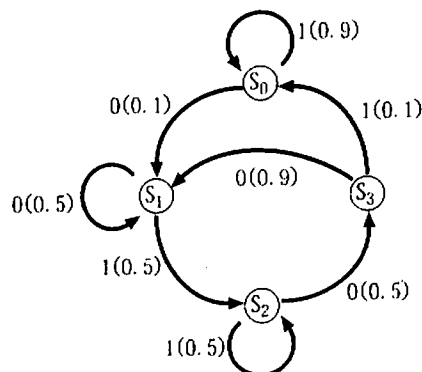
## 情報理論

(解の導出過程を書くこと。有効数字(significant digit) 2 桁まで答えよ。 $\log_2 3 = 1.58, \log_2 5 = 2.32$  とする。)

- [1] 次の表の記号 (symbol) の出現確率を持つ無記憶情報源(memoryless source) について以下の問いに答えよ。

記号	A	B	C
確率	0.5	0.3	0.2

- (1) この情報源のエントロピー (entropy) を求めよ。
  - (2) この情報源の出力を 2 つ組み合わせた記号 (AA, AB など) を出力する情報源を考える。この情報源の記号の出現確率とエントロピーを求めよ。
  - (3) (2) で求めた情報源のハフマン符号 (Huffman code) を設計せよ。
- [2] 図に示す情報源(information source) について、以下の問いに答えよ。図中の矢印の横の  $1(0.9)$  は、矢印に沿った遷移確率(transition probability) が  $0.9$  で、そのときに記号  $1$  を出力することを表す。



- (1) 時刻  $t$  において状態  $S_0, S_1, S_2, S_3$  をとる確率を  $z_t = (z_{0t}, z_{1t}, z_{2t}, z_{3t})^T$  (ただし、 $z_{0t} + z_{1t} + z_{2t} + z_{3t} = 1$ ) とする。 $z_{t+1} = Pz_t$  の関係をみたす遷移確率行列  $P$  を示せ。
- (2) この情報源では、時間が十分にたてば、各状態の確率は定常状態(stationary state) となる。このときの確率 (定常分布, stationary distribution) を求めよ。
- (3) 定常状態におけるこの情報源のエントロピーを求めよ。
- (4) この情報源の出力が  $0$  と  $1$  となる確率をそれぞれ求めよ。求めた確率で  $0$  と  $1$  を出力する無記憶情報源のエントロピーを求め、(3) の結果と比較せよ。

# デジタル信号処理

(解の導出過程を書くこと)

[1] 図1に示すインパルス応答 (impulse response)  $h(n)$  をもつフィルタについて、下記の問いに答えよ。

(1) フィルタ A 及び B の、振幅(amplitude) と 位相(phase) の 周波数特性(frequency characteristics) を求めよ。

(2) フィルタ A と B を、接続1(図 1(c))、接続2(図 1(d)) とした時、それぞれは直線位相フィルタ (linear phase filter) であるか否かを、理由とともに答えよ。

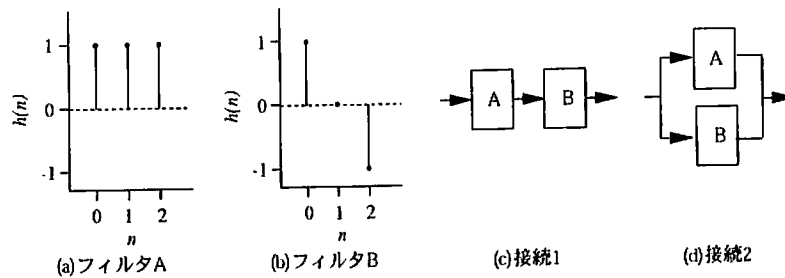


図 1

[2] 図2に示すシステムについて、下記の問いに答えよ。

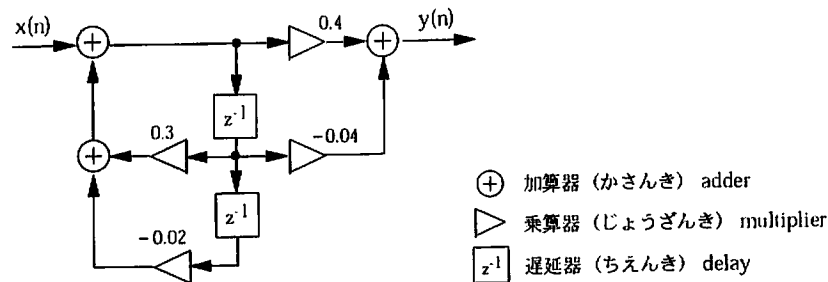


図 2

(1) システム伝達関数 (transfer function)  $H(z)$  を求めよ。

(2) システムのインパルス応答を求めよ。

但し、必要であれば、インパルスは  $\delta(n)$ 、単位ステップ信号は  $u(n)$  を用いよ。

[3] 図3の振幅スペクトル特性をもつ連続時間信号  $x(t)$  を、標本化周波数  $f_s = 8[\text{Hz}]$  で標本化 (sampling) して得られる信号の振幅スペクトルを描け。

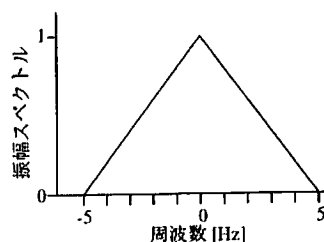


図 3

# 知覚

以下の用語の中から2つを選び、解説せよ。

コントラスト<sup>かんどきよくせん</sup>感度曲線 (contrast sensitivity function)

奥行き手がかり<sup>おくゆき</sup> (depth cue)

仮現運動<sup>かげんうんどう</sup> (apparent motion)

前注意過程<sup>まえちゅういかけい</sup> (preattentive process)

メンタルローテーション (mental rotation)

杆体<sup>かんたい</sup> (rod)

1次視覚皮質<sup>じしかくひしつ</sup> (primary visual cortex)

音素<sup>おんそ</sup> (phoneme)

カクテルパーティー効果 (cocktail party effect)

有毛細胞<sup>ゆうもうさいぼう</sup> (hair cell)



# ヒューマンコミュニケーション

人間がおこなう認知や判断は、しばしば他人の言動によって影響される。そのなかの1つである同調行動（conformity behavior）として知られる判断のバイアス（bias）を、過去の研究例をとりあげて具体的に説明しなさい。

# 認知情報処理

以下の2問に答えなさい。

- [1] 問題解決 (problem solving) 研究に用いられてきた課題 (task) を1つ取り上げて簡潔に説明し (explain briefly), その問題空間 (problem space) の例を示しなさい。
- [2] 類推 (analogy) 研究に用いられてきた課題を1つ取り上げて簡潔に説明し, そこで明らかにした人間の類推の特性を示しなさい。

# 認知行動

心理学の<sup>しんりがく</sup>実験計画<sup>じっけんけいかく</sup> (experimental design) を<sup>すいこう</sup>遂行(execution) する上で、注意すべき<sup>しんらいせい</sup>信頼性  
(reliability) と<sup>だとうせい</sup>妥当性(validity)について論じなさい。