

平成 16 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 2 月 12 日 (木)  
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] 次の不定積分を求めることを考える。

$$\int \sqrt{\frac{x-1}{x+1}} dx$$

以下の問いに答えよ。

- (1)  $t = \sqrt{\frac{x-1}{x+1}}$  とし、 $\int \sqrt{\frac{x-1}{x+1}} dx$  を  $t$  に関する積分として表せ。

- (2) (1) で求めた  $t$  に関する被積分関数を部分分数に展開せよ。

- (3) 不定積分  $\int \sqrt{\frac{x-1}{x+1}} dx$  を求めよ。

- [2]  $n$  行  $n$  列の行列  $\mathbf{A}$  を考える。 $\mathbf{A}^T \mathbf{A}$  は

$$\mathbf{V}^T (\mathbf{A}^T \mathbf{A}) \mathbf{V} = \mathbf{Q}$$

のように対角化可能であることが知られている。ここで、 $\mathbf{Q}$  は  $\mathbf{A}^T \mathbf{A}$  の固有値

$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$  を用いて、

$$\mathbf{Q} = \text{diag}(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n) \quad (\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \lambda_3 \geq \dots \geq \lambda_n)$$

と表され、 $\mathbf{Q} = \text{diag}(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n)$  は  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$  を対角成分に持つ対角行列を示

す。また、 $\mathbf{V}$  は直交行列、 $\mathbf{A}^T$  は行列  $\mathbf{A}$  の転置を表す。以下の問いに答えよ。

- (1) 行列  $\mathbf{W}$  を  $\mathbf{W} = \text{diag}(\sqrt{\lambda_1}, \sqrt{\lambda_2}, \sqrt{\lambda_3}, \dots, \sqrt{\lambda_n})$  とするとき、行列  $\mathbf{U} = \mathbf{A} \mathbf{V} \mathbf{W}^{-1}$  は直交

行列であることを示せ。

- (2)  $\mathbf{A} = \mathbf{U} \mathbf{W} \mathbf{V}^T$  と書けることを示せ。

- (3) 行列  $\mathbf{A}$  を  $\mathbf{A} = \begin{pmatrix} 1 & -2 \\ 2 & -1 \end{pmatrix}$  とする。行列  $\mathbf{U}$ ,  $\mathbf{W}$ ,  $\mathbf{V}$  をそれぞれ求めよ。

注)

不定積分 Indefinite integral

対角化

Diagonalization

直交行列 Orthogonal matrix

# 確率・統計

(解の導出過程を書くこと)

[1] さいころを2回振り、出た数値の差の絶対値を確率変数  $X$  とする.  $X$  の期待値  $E[X]$  を求めよ.

[2] 確率変数  $X, Y$  が独立で、次の確率密度関数に従うとする. 但し  $\lambda > 0$  とする.

$$f_X(x) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda x} & (x \geq 0) \\ 0 & (x < 0) \end{cases}, \quad f_Y(y) = \begin{cases} \lambda e^{-\lambda y} & (y \geq 0) \\ 0 & (y < 0) \end{cases}$$

(1)  $X, Y$  の同時確率密度関数  $g_{X,Y}(x, y)$  を求めよ.

(2)  $X + Y \leq z$  となる確率  $P(X + Y \leq z)$  を求めよ.

(3) 定数  $\theta$  に対し  $M(\theta) = E[e^{\theta X}]$  により定義される関数を確率変数  $X$  のモーメント母

関数と呼ぶ. 確率密度関数  $f_X(x)$  に対する  $X$  のモーメント母関数 ( $\theta < \lambda$  の場合のみ考えよ) を求めよ.

(4) 一般に,  $E[X] = M'(0)$ ,  $E[X^2] = M''(0)$  となることを示せ. ここで  $M'(\theta)$ ,  $M''(\theta)$  は, それぞれ  $M(\theta)$  の一階微分, 二階微分を表す.

(5) 上記の  $f_X(x)$  に従う確率変数  $X$  の分散  $Var[X]$  を, モーメント母関数を用いて計算せよ.

(上記の計算で  $e^a = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{a^n}{n!}$  であることを利用しても良い)

## 【専門用語の英訳】

確率変数: random variable, 期待値: expectation, 独立: independence,

確率密度関数: probability density function, 分散: variance,

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

## プログラミング

- [1] 次に示すプログラムは、二分木 (binary tree) を用いて、配列 data に格納された数値を小さい順に出力する C 言語によるプログラムである。ここで、NULL は何も指していないことを示す特殊なポインタ、関数 malloc はパラメータで指定されるサイズのメモリ領域を動的に割り付け、割り付けたメモリ領域の先頭番地を返す関数である。この時、メモリ領域の不足は発生しないものとする。なお、プログラムの左側の数字は、行の番号を示すものでプログラムの一部ではない。

```
1:  #include <stdio.h>
2:  #include <stdlib.h>
3:
4:  #define N 5
5:  int data[N] = { 5, 10, 3, 12 ,8 };
6:
7:  typedef struct tree {
8:      int      val;
9:      struct tree *left;
10:     struct tree *right;
11: } TREE;
12:
13: TREE *insert(TREE *t, int x)
14: {
15:     if (t == NULL) {
16:         t = malloc(sizeof(TREE));
17:         t->val = x;
18:         t->left = NULL;
19:         t->right = NULL;
20:     }
21:     else if (x < t->val) {
22:         t->left = insert(t->left, x);
23:     }
24:     else {
25:         t->right = insert(t->right, x);
26:     }
27:     return(t);
28: }
29:
30: void traverse(TREE *t)
31: {
32:     if (t != NULL) {
33:         traverse(t->right);
34:         printf("%d\n", t->val);
35:         traverse(t->left);
36:     }
37: }
38:
39: main()
40: {
41:     TREE *t;
42:     int i;
43:
44:     t = NULL;
45:     i = 0;
46:     while (i < N) {
47:         t = insert(t, data[i]);
48:         i = i + 1;
49:     }
50:     traverse(t);
51: }
```

- (1) このプログラムを実行した時、関数 `insert` は合計で何回呼び出されるか。また、このプログラムによって作られる二分木を図示せよ。
- (2) このプログラムを、配列 `data` に格納された数値を大きい順に出力するように改造したい。関数 `insert` を修正する方法と、関数 `traverse` を修正する方法の2つの方法を示せ。プログラムの修正箇所が少ない場合には、元のプログラムとの差分のみを示してもよい。
- (3) このプログラムは、関数 `malloc` によって割り付けられたメモリ領域を、プログラムが終了するまで解放しない。これを、関数 `malloc` によって割り付けられたメモリ領域を、プログラム中ですべて解放するように修正せよ。プログラムの修正箇所が少ない場合には、元のプログラムとの差分のみを示してもよい。なお、関数 `malloc` によって割り付けられたメモリ領域は、メモリ領域の先頭番地をパラメータとして関数 `free` を呼び出すことによって解放されるものとする。
- (4) プログラミング言語によっては、関数 `free`（またはそれと同等の関数）を明示的に呼び出さなくても、参照できなくなったメモリ領域が自動的に解放される。そのための機構の名称を答え、そのような機構を持ったプログラミング言語を一つ挙げよ。
- (5) 定数 `N` の値が一定という条件下で、配列 `data` にどのような入力値を与えた場合に、このプログラムの実行時間が最も長くなると予想されるか。

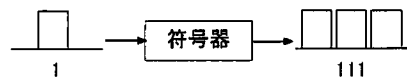
# 情報理論

(解の導出過程を書くこと。)

- [1] 表に示す情報源について、以下の問いに答えよ。(いずれも有効数字 3 桁まで求めよ。 $\log_2 3 = 1.58$  とする。)

シンボル	出現確率	シンボル	出現確率
A	1/3	B	1/4
C	1/6	D	1/8
E	1/12	F	1/24

- 情報源のエントロピーを求めよ。
  - 2 元ハフマン符号をつくり、その平均符号長を求めよ。
  - この情報源に対する一意復号可能な 2 元符号の理論上最短の平均符号長はいくらか。また、平均符号長を最短の符号長に近づける手法の例を 1 つあげよ。  
(注) 情報源 : information source, エントロピー : entropy, (2 元) ハフマン符号 : (binary) Huffman code, 一意復号可能な : uniquely decodable, 符号長 : codeword length
- [2] 2 元符号に対して、同じ記号を 3 回繰り返した記号に変換する符号化を考える。すなわち、元の符号語が 0 であれば 000 に、1 であれば 111 に変換する。



- 記号系列 01001 はどのように変換されるか。
- 送信信号  $X$  に対して、受信信号  $Y$  が

$$Y = X \oplus N$$

と与えられるような誤りを含む通信路を考える。

- で得られた系列に雑音  $N = 000001000100101$  が加わったときの受信信号を求めよ。
- 受信系列を 3 桁ごとに多数決を取ることで復号する。(2) で受信された記号系列はどのように復号されるか。もとの記号系列と復号された記号系列を比較するとどうなっているかを述べよ。
- 通信路に混入する雑音信号  $N$  において、符号 1 が生起する確率が  $f(0 \leq f \leq 1)$  で与えられるとき、1 つの符号語が誤って復号される確率を求めよ。  
(注) 2 元符号 : binary code, 符号語 : codeword, 雑音 : noise, 加法的 : additive, 復号 : decode

# ディジタル信号処理

(解の導出過程を書くこと)

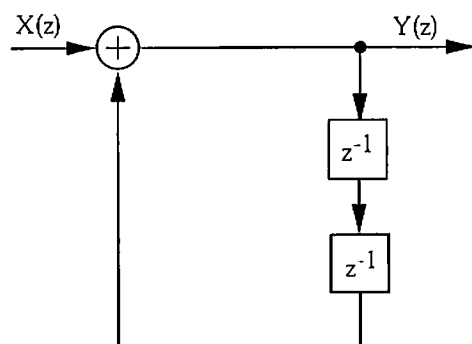
[1] 式(1)のインパルス応答をもつシステムについて、下記の問いに答えよ。

$$h(n) = (-0.5)^n u(n) \quad (1)$$

但し、 $u(n)$  は単位ステップ信号である。

- (1) システムの伝達関数(transfer function)を求めよ。
- (2) 周波数特性(frequency characteristics) (振幅(amplitude)、位相(phase)) を式で表せ。

[2] 下図のシステムについて、下記の問いに答えよ。



- (1) システムの伝達関数  $H(z)$  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] 離散フーリエ変換(discrete Fourier transform)(DFT)について下記の問いに答えよ。

- (1) サンプル周波数  $F_s = 100[\text{Hz}]$  で標本化された信号に対して、4点DFTを行った時の周波数の離散化の細かさは、何  $\text{Hz}$  か。また、8点DFTでは、何  $\text{Hz}$  か。
- (2) 4点のデータ、 $x(0) = 1, x(1) = 0, x(2) = 1, x(3) = 1$  に対して、4点DFTを行え。

# 知覚

マガーク効果（McGurk effect）について以下の問いに答えよ。

- （１）どのような現象かを具体例を挙げて説明せよ。
- （２）視覚情報と聴覚情報の時間的同期性の効果について説明せよ。
- （３）視覚情報と聴覚情報の統合過程はどのような段階で起きるかについて考察せよ。



# ヒューマンコミュニケーション

人間のコミュニケーションは、言葉によるバーバルコミュニケーション（verbal communication）と言葉によらないノンバーバルコミュニケーション（non-verbal communication）に大別される。ノンバーバルコミュニケーションの1つである<sup>しんたいどうさ</sup>身体動作は、さらに<sup>ひょうしょう</sup>表象（emblem）<sup>註1</sup>、<sup>れいじてきどうさ</sup>例示的動作（illustrator）、<sup>じょうどうひょうしゅつ</sup>情動表出（affect display）、<sup>ちょうせいし</sup>調整子（regulator）、<sup>しんたいそうさ</sup>身体操作（body manipulator）<sup>註2</sup>に分類される。それぞれが果た<sup>きのう</sup>す機能を説明せよ。

註1：標識（emblem）ともいう

註2：適応子（adapter）ともいう

# 認知情報処理

- [1] 人間の記憶や思考のモデルとして発達してきたプロダクションシステムに関して、以下の用語全てを用いて説明せよ。なお、説明文中で、以下の用語には下線を引くこと。

If then ルール, エキスパートシステム (expert system), 短期記憶 (short-term memory), 長期記憶 (long-term memory), ワーキングメモリ (working memory), プロダクションメモリ (production memory), 認知サイクル (cognitive cycle), 競合解消 (conflict resolution), 照合 (matching), 実行 (action), 発火 (firing)

- [2] 人間が持つ知識には、手続き的知識と宣言的知識があると言われる。手続き的知識と宣言的知識について簡単に説明し、プロダクションシステムの構成要素との関係を述べよ。

# 認知行動

以下の設問 A, B, C に答えなさい。

M. I. Posner らは、「人の視覚システムが単語をいかに処理するのか」という問に答えるために、4種類の刺激条件を設定し、単語の認知に関する実験を実施した。

表1内の左に例示された第1列を構成する刺激例は英単語である。表1の第2列、第3列、第4列の刺激例は、いかなるタイプの視覚刺激として作成されたか、そのタイプを表す適当な名称を（ ）内に与え、さらに実験を計画する上で Posner らが設定した、第2列、3列、4列の刺激タイプの特徴について述べなさい。解答用紙に解答番号(1)から(6)を記入して、記述すること。

## 設問 A

第1列(英単語 )

特徴 実在する英単語には以下のすべてのタイプが備える要素に加えて意味が含まれる。

第2列( (1) )

特徴 (2)

第3列( (3) )

特徴 (4)

第4列( (5) )

特徴 (6)

(10点×3)

## 設問 B

この実験では、健常な個人の一群(被験者)に刺激を受動的に観察するように指示する。そして、各人が4タイプの刺激を呈示されるときに、それぞれのタイプに対する脳内の(応答)活動を記録することが可能な脳機能測定装置(例えばPET)を用いて、実験は実施される。Posner らは、この実験の結果に対して以下の仮説群を設定した。最初の仮説 1 を参考にして、それに続く仮説群(2, 3, 4)に言葉を補い、仮説群を完成させなさい。解答方法は、設問(A)に準じる。

仮説群（1から4）

1. もし、単語で引き起こされた活動が視覚特徴によるもので、それ以外の何にもよらないとすれば、すべての刺激タイプは同じ応答を引き起こすはずである。
2. もし、活動が文字という規則によるものであれば、活動は、          (7)          、  
          (8)          、          (9)          からしか生じないであろう。
3. もし、活動が綴りのまともな配列に依存し、意味には無関係であれば、  
          (10)          と          (11)          で結果は一致するはずである。
4. もし、活動が意味によるものであれば、          (12)          だけが固有の応答を引き起こすであろう。（10点×3）

### 設問C

まず、研究の結果を予測して記述しなさい(13)。そして、予想される結果に基づいて、人が受動的に単語を見るときに生起する視覚系の情報処理について簡潔に論じなさい(14)。解答方法は、設問(A)、(B)に準じる。

（20点×2）

表 1

4つのタイプの視覚刺激の例

英単語			
ANT	GEEL	VSFFHT	AB3
RAZOR	IOB	TBBL	J9J0
DUST	RELD	TSTFS	3070
FURNACE	BLERCE	JBTT	1700
MOTHER	CHELDINABE	STB	007J9
FARM	ALDOBER	FFPW	0A00

出典 M.I.ポズナー・M.E.レイクル 脳を観る 認知神経科学が明かす心の謎  
養老・加藤・笠井 訳 日経サイエンス社 (1997).

Posner, M.I. and Raichle, M.E (1994). Images of Mind. Scientific American Library.