

平成 27 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 26 年 8 月 7 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. 試験終了の合図があるまでは、退出してはならない。
3. 英語で解答してもよい。外国人留学生は、日本語から母語への辞書 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 3 枚、草稿用紙 3 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、デジタル信号処理、プログラミング、感覚・知覚基礎、学習・記憶基礎、思考・問題解決基礎、感覚・知覚論述、学習・記憶論述、思考・問題解決論述の 10 科目がある。このうち 3 科目を選択して解答し、選択した科目名を解答用紙の指定欄に記入せよ。ただし、音声映像科学講座（研究グループ：A, B）または知能メディア工学講座（研究グループ：C, D, E）における研究指導を希望するものは、解析・線形代数、確率・統計、デジタル信号処理の 3 科目のうち、少なくとも 2 科目を選択すること。）
6. 解答用紙の指定欄に受験番号を必ず記入せよ。なお、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 3 枚とも提出せよ。
8. 問題冊子、草稿用紙は試験終了後に持ち帰ってもよい。

解析・線形代数

(解の導出過程も書くこと)

[1] xy 平面上の曲線 $y = a^2 - x^2$ と x 軸とで囲まれる部分 D 、及び、 D を x 軸のまわりに回転してできる立体 T について、以下の問いに答えよ。ただし、 $a > 0$ とする。

- (a) T の体積を a を使って記せ。
- (b) D を y 軸のまわりに回転してできる立体の体積が T の体積に等しくなるとき、 a の値を求めよ。

[2] 次の行列 A について、以下の問いに答えよ。ただし、 n は正の整数を表す。

$$A = \begin{pmatrix} 3 & -2 \\ 1 & 6 \end{pmatrix}$$

- (a) A のすべての固有値を求めよ。また、それに対応する固有ベクトルを求めよ。
- (b) A^n を求めよ。
- (c) 数列 $\{x_n\}, \{y_n\}$ が漸化式

$$x_{n+1} = 3x_n - 2y_n, \quad y_{n+1} = x_n + 6y_n, \quad x_1 = 1, \quad y_1 = 1$$

で与えられているとき、 $\{x_n\}, \{y_n\}$ の一般項を求めよ。

[3] 次の複素関数について、以下の問いに答えよ。ただし、 i は虚数単位を表す。

$$w = z^2 \tag{1}$$

- (a) $z = x + iy, w = u + iv$ とおくとき、 u, v を x, y を用いて表せ。
- (b) (1) により、 z 平面上の直線 $z = 1 + it$ ($-\infty < t < \infty$) を w 平面上に写してできる図形を求め、その概形を図示せよ。
- (c) (1) により、 z 平面上の点 $1, i, 1+i$ を頂点とする三角形の周を w 平面上に写してできる図形を求め、その概形を図示せよ。

Translation of technical terms

平面	plane	曲線	curve
軸	axis	回転	rotation
立体	solid	体積	volume
行列	matrix	正の整数	positive integer
固有値	eigenvalue	固有ベクトル	eigenvector
数列	progression	漸化式	recurrence formula
一般項	general term	複素関数	complex function
虚数単位	imaginary unit	直線	line
図形	shape	概形	rough sketch
点	point	頂点	vertex
三角形	triangle	周	perimeter

確率・統計

解の導出過程も書くこと。

- [1] 袋に赤玉2つと白玉5つの計7つの玉が入っている。袋から無作為に玉を1つずつ取り出す試行を、袋が空になるまで繰り返す。一度取り出した玉は袋に戻さない。2つ目の赤玉が出るときの試行回数を X ($2 \leq X \leq 7$) とする。以下の問いに答えよ。但し、答えは既約分数で示せ。

- (1) 確率 $P(X = 3)$ を求めよ。
- (2) 確率 $P(X \leq 4)$ を求めよ。
- (3) 期待値 $E[X]$ を求めよ。

- [2] 確率変数 X, Y の同時確率密度関数 $f_{X,Y}(x, y)$ が次式で与えられている。但し、 c は定数とする。以下の問いに答えよ。

$$f_{X,Y}(x, y) = \begin{cases} c(y - x) & (0 \leq x \leq 1, 1 \leq y \leq 3) \\ 0 & (\text{その他}) \end{cases}$$

- (1) 定数 c の値を求めよ。
- (2) 周辺確率密度関数 $f_Y(y)$ を求めよ。
- (3) 条件付き確率密度関数 $f_{X|Y}(x | y)$ を求めよ。

- [3] X, Y は互いに独立で同一の分布に従う確率変数であり、 X の確率密度関数 $f_X(x)$ が次式で与えられている。以下の問いに答えよ。

$$f_X(x) = \begin{cases} 2e^{-2x} & (0 \leq x) \\ 0 & (\text{その他}) \end{cases}$$

- (1) 累積分布関数 $F_X(x)$ を求めよ。
- (2) 確率変数 $Z = \min\{X, Y\}$ の累積分布関数 $F_Z(z)$ を求めよ。

- [4] N 人の生徒 ($N \geq 2$) が数学と物理の試験を受けた。 i 番目の生徒の数学と物理の点数をそれぞれ x_i, y_i ($1 \leq i \leq N$) とするとき、数学と物理の点数の相関係数を求める式を示せ。但し、数学、物理ともに N 人の点数が全て同じということはない。

Translation of technical terms

無作為に at random, 試行 trial, 試行回数 number of trials, 既約分数 irreducible fraction,
 確率 probability, 期待値 expectation, 確率変数 random variable,
 同時確率密度関数 joint probability density function, 定数 constant,
 周辺確率密度関数 marginal probability density function,
 条件付き確率密度関数 conditional probability density function,
 互いに独立で同一の分布に従う independent and identically distributed,
 確率密度関数 probability density function, 累積分布関数 cumulative distribution function,
 相関係数 correlation coefficient

デジタル信号処理 (解の導出過程も書くこと)

[1] 次の離散時間信号 $x[n]$ ($n = \dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots$) の z 変換とその収束領域を求めよ。また、極と零点を求めよ。ここで $u[n]$ は単位ステップ関数であり、 $a > 0$ である。

(1) $x[n] = a^n u[n]$

(2) $x[n] = a^n \sin(nb) u[-n]$

[2] 図1のような無限に続くパルス列信号 $x[n]$ を考える。

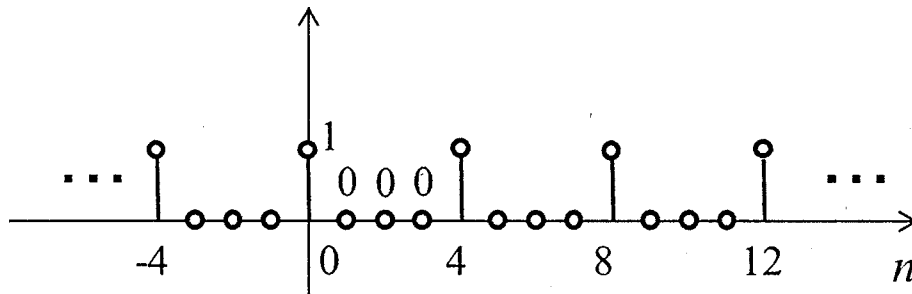


図 1

(1) $x[n]$ を、200 点ごとの繰り返し信号であるとみなし、 $x[0], x[1], \dots, x[199]$ を 200 点の離散フーリエ変換をした結果の振幅スペクトルを図示せよ。その際、各コンポーネントの値が分かるように記入せよ。

ここで、次のような差分方程式で表されるシステムを考える。

$$12y[n] - 4y[n-1] - 3y[n-2] + y[n-3] = 12x[n]$$

(2) この差分方程式を z 変換し、システムの伝達関数 $H(z)$ を求めよ。

(3) 正規化角周波数を $\omega \left(= \frac{2\pi}{N} = \frac{2\pi}{200} \right)$ として、このシステムの振幅特性の式を求めよ。

(4) $x[n]$ をこのシステムの入力として得られた出力 $y[n]$ について、 $y[0], y[1], \dots, y[199]$ を 200 点の離散フーリエ変換した結果の振幅スペクトルを図示せよ。その際、各コンポーネントの値が分かるように記入せよ。

Translations of technical terms

離散時間信号	discrete time signal	z 変換	z -transform	収束領域	region of convergence
極	pole	零点	zero	単位ステップ関数	unit step function
パルス列信号	pulse sequence	繰り返し信号	cyclic signal		
離散フーリエ変換	discrete Fourier transform			振幅スペクトル	amplitude spectrum
差分方程式	difference equation	システム	system	伝達関数	transfer function
正規化角周波数	normalized angular frequency			振幅特性	amplitude characteristic
入力	input	出力	output		

プログラミング

ハッシュを用いて文字列を検索するプログラムを実装したい。プログラムPはこれを実現するためのC言語プログラムである。構造体listは1つの文字列に対応する情報を格納し、hash_tableは検索対象の文字列を記憶する配列である。このプログラムについて以下の問いに答えよ。なお、プログラム中の演算子、関数、アスキーコードの説明を問いの後に示す。

- (1) 空欄ア～エを埋めよ。
- (2) 標準出力に出力されるこのプログラムの実行結果を書け。
- (3) 66行目のinit_hash_table()を実行した直後のhash_table[HASHSIZE] (14行目)が保持する文字列wordの内容を下の形式で書け。nextにNULL以外の値が入る場合、該当するwordを「→」を使って連結せよ。

例:

添え字	word
0	red
1	NULL
2	black → blue → green
...	...

- (4) 7行目のN_WORDSの値を4から5に変更し、15行目を
char colors[N_WORDS][MAX_LEN] = {"red", "blue", "green", "yellow", "pink"};
とする。66行目のinit_hash_table()を実行した直後のhash_table[HASHSIZE] (14行目)の内容を問い(3)の形式で書け。
- (5) 以下の空欄を埋める形式で45行目のmy_strcpyの機能を満たすよう回答せよ(ただし他の関数を呼び出さないこと)。

```
void my_strcpy(char* a, const char* b)
{
    int i = 0;
    while(  ) {
        ;
        i++;
    }
    ;
}
```

次頁に続く

演算子, 関数, アスキーコードの説明

24 行目の演算子「%」は剰余演算子^{じょうよえんざんし}であり「 $x \% y$ 」は x を y で割った余りである。

28 行目の関数 `find_word(char * key)` は文字列 `key` が `hash_table` に存在するとき 1, 存在しないとき 0 を返す。

32 行目の関数 `strcmp(const char* a, const char* b)` は文字列 `a`, `b` が一致するとき 0 を, 一致しないときは 0 以外を返す関数である。

45 行目の関数 `my_strcpy(char* a, const char* b)` は文字列 `a` に文字列 `b` をコピーする関数である。

`char` 配列の各文字はアスキーコードとして保持される。アルファベットに対応する 10 進数の値は以下の表のとおりである。

アルファベット	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
アスキーコード	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107
アルファベット	l	m	n	o	p	q	r	s	t	u	v
アスキーコード	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
アルファベット	w	x	y	z							
アスキーコード	119	120	121	122							

Translation of technical terms

ハッシュ	hash	演算子	operator
文字列	string	関数	function
プログラム	program	アスキーコード	ASCII code
C 言語	C language	剰余演算子	modulus operator
構造体	structure	メモリ	memory
配列	array	ポインタ	pointer

プログラムP

```
1 #include <stdio.h>
2 #include <stdlib.h>
3 #include <string.h>
4
5 #define HASHSIZE 10
6 #define MAX_LEN 64
7 #define N_WORDS 4
8
9 struct list {                                /* 1 文字列用の構造体 */
10     char word[MAX_LEN];                      /* 文字列を記憶しておく場所 */
11     struct list *next;                       /* 次の list へのポインタ */
12 };
13
14 struct list *hash_table[HASHSIZE];          /* ハッシュテーブル */
15 char colors[N_WORDS][MAX_LEN] = {"red", "blue", "green", "yellow"};
16
17 int hash(char *key)
18 {
19     int hashval = 0;
20     while (*key != '\0') {                    /* 与えられた文字列のハッシュ値を求める */
21         hashval += *key;
22         key++;
23     }
24     return (hashval % HASHSIZE);              /* ハッシュ値を返す */
25 }
26
27 /* find_word は key が hash_table に存在するとき 1、存在しないとき 0 を返す */
28 int find_word(char *key)
29 {
30     struct list *p;
31     for (p = hash_table[hash(key)]; p != NULL; ア)
32         if (strcmp(key, p->word) == 0) return 1;
33     return 0;
34 }
```

```

35 void init_hash_table()
36 {
37     int i, hashvalue;
38     struct list *p, *q;
39     for (i = 0; i < [   イ   ]; i++) { hash_table[i] = NULL; }
40     for (i = 0; i < N_WORDS; i++) {
41         if ((find_word(colors[i])) == [   ウ   ]) {
42             /* ポインタ p に新しい文字列用のメモリを割り当てる */
43             p = (struct list *)malloc(sizeof(struct list));
44
45             my_strcpy(p->word, colors[i]); /*割り当てたメモリに文字列をコピーする*/
46             hashvalue = hash(colors[i]);
47
48             if (hash_table[hashvalue] == NULL) {
49                 /* 文字列がなければ新しい単語をそのまま追加 */
50                 hash_table[hashvalue] = p;
51                 [   エ   ];
52             } else { /* 文字列がすでにあれば現在のリストの末尾に新しい単語を追加 */
53                 q = hash_table[hashvalue];
54                 while (q->next != NULL) q = q->next;
55                 q->next = p;
56                 [   エ   ];
57             }
58         }
59     }
60 }
61
62
63 void main(void)
64 {
65     /* 配列 colors の文字列を登録する */
66     init_hash_table();
67     /* "red"が登録した文字列に含まれるか確認する */
68     printf ("result = %d\n", find_word("red"));
69 }

```


感覚・知覚基礎

以下の用語について、キーワードを用いて200字から400字程度 (or about 100 - 200 words in English) で解説せよ。

(1) ウェーバー比 (Weber fraction)

キーワード：^{ひょうじゆんしげき}標準刺激 (standard stimulus) 、^{べんべついき}弁別閾 (difference threshold)

(2) 強度の符号化 (intensity encoding)

キーワード：^{しんけい}神経インパルス (nerve impulse) 、^{そくど}速度 (speed) 、^{きそくせい}規則性 (regularity)

(3) 選択的順応 (selective adaptation)

キーワード：^{うんどう}運動 (movement) 、^{しんけいひろう}神経疲労 (nerve strain)

(4) コネクショニスト・モデル (connectionist model)

キーワード：^{こうふんせいけつごう}興奮性結合 (excitatory connection) 、^{せつてん}節点 (node)

学習・記憶基礎

以下の各問について 200 字～400 字程度(or about 100 - 200 words in English)で解説せよ。

- (1) 古典的^{こてんてきじょうけん}条件づけにおける汎化^{はんか}と弁別^{べんべつ} (generalization and discrimination in classical conditioning)
- (2) 逃避^{とうひがくしゅう}学習と回避^{かいひがくしゅう}学習 (escape learning and avoidance learning)
- (3) 感覚^{かんかくきおく}記憶と G. Sperling (1960)の実験^{じっけん}における部分^{ぶぶん}報告^{ほうこく}法 (sensory memory and partial-report procedure in G. Sperling (1960))
- (4) エピソード^{いみきおく}記憶と意味^{いみきおく}記憶 (episodic memory and semantic memory)

思考・問題解決基礎

- (1) 機能的固着 (functional fixedness) について説明 (explain) し、その特性 (nature) を検討するために行われた実験 (experiment) について、具体的に説明しなさい。
- (2) 概念形成 (concept formation) におけるプロトタイプ (prototype) について説明し、その文化依存性 (cultural differences) についての議論を述べなさい。
- (3) ガードナーの多重知能理論 (Gardner's theory of multiple intelligence) における知能の要素 (elements) の中から4つを取り上げ、それらを説明しなさい。

感覚・知覚論述

下の文章を読み、以降の問いに答えなさい。

Zoologists say primates, such as humans and apes, are unique in the animal kingdom in that they see the world in a full range of colors. They possess (1) three visual light sensors in their eyes that absorb light in three wavelengths. In contrast, mice and other mammals have only two light sensors.

Researchers at Johns Hopkins University in Maryland and the University of California in Santa Barbara wanted to see whether they could genetically engineer mice to see color the way primates do. They bred mice to contain a human sensor for red light, and the results were dramatic, according to Jeremy Nathans of Johns Hopkins, who is one of the study's lead investigators.

Nathans says the rodents' brains adapted immediately to this "simple genetic event," as he calls it, and the mice began to see the world in full color.

"(2) This was instantaneous," he said. "That is, as soon as the new light sensor was present in the animal, that animal could take advantage of it."

So how does one test the vision of a mouse?

Nathans says laboratory mice were trained for thousands of hours to figure out a color test. Eventually, he says they learned how to do the test, and the genetically engineered mice were compared to normal mice in their ability to perform the test.

In the experiment, Nathans says the normal mice confined themselves to colors perceived by their vision sensors.

But a mouse that was genetically altered took a different path toward colors it perceived with the new photoreceptor.

"It walked over to the one that's different and it puts its nose up there. And if it's correct, then right above the little panel, the illuminated panel, we have a tube and, from that tube, a droplet of soy milk will come out," he explained.

Because the brains of the mice accepted the new light sensor so quickly, (3) Nathans and colleagues are optimistic their work may some day benefit people who have suffered some form of brain injury.

(Voice of Americaの記事を一部改変)

(1) 下線部(1)で記述された受容器^{じゅようき} (receptor) とその役割^{やくわり}を具体的に説明しなさい。

(2) 下線部 (2) のinstantaneousは、どのような意味か。研究者がおこなった研究の意図^{いと}を考慮^{こうりよ}しながら具体的に説明しなさい。

(3) 下線部 (3) で、研究者らが樂觀的^{らっかんてき}に考えている理由として、今後の研究ではどのような展開が想定できるかを述べなさい。

以上

学習・記憶論述

以下の解説文(supporting documentation, (a)(b))(Maguire et al., 2000, 2003)とアブストラクト(abstract, (c))(Maguire et al., 2006)を読み, 5種類の設問((1)-(5))に英語あるいは日本語で答えよ.

(An article titled "London taxi drivers and bus drivers: a structural MRI and neuropsychological analysis." has been reported by Maguire EA, Woollett K, and Spiers HJ. (2006). The following sentences consist of a supporting documentation (Maguire et al., 2000, 2003) to their studies (a, b) and the original abstract (c) in Maguire et al. (2006). Answer the following five questions in English or in Japanese.)

Supporting documentation

(a) Taxi drivers in London are famous for their extensive training. All London taxi drivers have to pass an exam at the Public Carriage Office. To pass it, they spend multiple years acquiring 'The Knowledge': the detailed lay-out of the city with 25,000 streets and thousands of places of interest. Maguire and her co-workers used magnetic resonance imaging (MRI) to show that these London taxi drivers have greater gray matter volume in the posterior (back) part of their hippocampi and smaller gray matter volume in the anterior (front) part of their hippocampi, compared to an age-matched control group (Maguire et al., 2000; Maguire et al., 2003). These results are interesting, because they suggest that the hippocampus in healthy adult humans has the ability to change structurally as new spatial knowledge is acquired.

(b) Other recent findings show similar 'environmentally driven plasticity': the ability of the human neural system to change structurally in response to specific demands....

(Ref. Atkinson & Hilgard's introduction to psychology, 15th edition (2009), p. 258, "cutting edge research": Map learning in London's taxi drivers)

Abstract (Maguire et al., 2006)

(c) Licensed London taxi drivers show that humans have a remarkable capacity to acquire and use knowledge of a large complex city to navigate within it. Gray matter

volume differences in the hippocampus relative to controls have been reported to accompany this expertise. While these gray matter differences could result from using and updating spatial representations, they might instead be influenced by factors such as self-motion, driving experience, and stress. We examined the contribution of these factors by comparing London taxi drivers with London bus drivers, who were matched for driving experience and levels of stress, but differed in that they follow a constrained set of routes. We found that compared with bus drivers, taxi drivers had greater gray matter volume in mid-posterior hippocampi and less volume in anterior hippocampi. Furthermore, years of navigation experience correlated with hippocampal gray matter volume only in taxi drivers, with right posterior gray matter volume increasing and anterior volume decreasing with more navigation experience. This suggests that _____, and not stress, driving, or self-motion, is associated with the pattern of _____ in taxi drivers. We then tested for functional differences between the groups and found that the ability to acquire new visuo-spatial information was worse in taxi drivers than in bus drivers. We speculate that a complex spatial representation, which facilitates expert navigation and is associated with greater posterior hippocampal gray matter volume, might come at a cost to new spatial memories and gray matter volume in the anterior hippocampus.

(Ref. Maguire EA, Woollett K, and Spiers HJ. (2006), *Hippocampus*, 16, 1091-1101.)

- (1) 適切な語句を下線部に補い以下の文を完成せよ。(Complete the following sentence with suitable words.)

Hippocampus: A brain structure located below the cerebral cortex that is involved in (1-1)_____ of new memories; its role seems to be that of a cross-referencing system, linking together aspects of a particular (1-2)_____ that are stored in separate parts of the brain.

- (2) (b)での‘environmentally driven plasticity’に相当する(a)での具体的証左は何か？(What is the concrete evidence in the section (a) corresponding to ‘environmentally driven plasticity’ in the section (b)?)

- (3) Maguire et al. (2006)が着眼したタクシーとバスの運転手の(3-1)共通点と

(3-2)実験上の重要な違いとは何か？(What are (3-1) the similarities and (3-2) the experimentally-important difference between London taxi drivers and bus drivers that Maguire et al. (2006) focused on?)

(4) 適切な語句を補い Maguire et al. (2006)のアブストラクト(c)中の以下の文を完成せよ(Complete the following sentence (in the abstract (c)) with suitable words.)

This suggests that (4-1) _____, and not stress, driving, or self-motion, is associated with the pattern of (4-2) _____ in taxi drivers.

(5) Maguire et al. (2006)のアブストラクト(c)における推測(speculation)に注目し、(5-1)実験証拠と(5-2)その含意を説明せよ。(Focusing on the authors' (Maguire et al., 2006) speculation in their abstract (c), explain (5-1) the authors' experimental evidence and (5-2) the implication.)

用語解説 (glossary)

MRI: 磁気共鳴断層撮影

gray matter: 灰白質

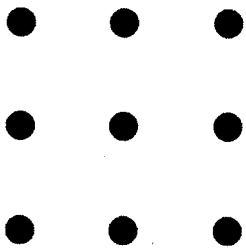
hippocampus: 海馬

neural plasticity: The ability of the neural system to change in response to experience.

思考・問題解決論述

どうさつもんだいかいけつ
洞察問題解決 (insight problem solving) に関して、以下の問題に答えよ。

(1) 以下は、洞察問題解決に用いられる課題 (かだい task) に用いられる図形である。この課題の
手続き (てつづ procedure) を示しなさい。



(2) この実験で観察される実験参加者の典型的行動 (てんけいてきこうどう typical behavior) を述べよ。

(3) なぜ、そのような行動が現れるのかを説明 (せつめい explain) し、どのようなプロセスを経て問題が解決されるかを述べよ。

(4) 通常 (つうじょう) の問題解決 (もんだいかいけつ ordinary problem solving) には見られない、洞察問題解決過程に生じる特徴 (とくちよう features) (例えば、反応、プロセス、行動など) を4つ取り上げ、それぞれを説明せよ。