

平成 21 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 20 年 8 月 11 日 (月)
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、日本語から母国語への辞書 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、感覚・知覚、学習・記憶、思考・問題解決、認知総合、プログラミングの 8 科目がある。このうち 3 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. ITスペシャリストコースへの配属を希望する者は、必ず、「プログラミング」を選択して解答すること。
7. 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。
8. 解答用紙は試験終了後に 3 枚とも提出せよ。
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

(解の導出過程も書くこと)

[1] 次の微分方程式の一般解を求めたい。

$$2x^2 \frac{d^2 y}{dx^2} - 3x \frac{dy}{dx} - 3y = 0$$

- (1) $x = e^t$ とおき、上の方程式を y の t に関する微分方程式に書き換えよ。
- (2) (1) で得られた微分方程式を解け。
- (3) 上の方程式の一般解を求めよ。

[2] 次の曲線で囲まれる領域の面積を求めたい。

$$x^{2/3} + y^{2/3} = 1$$

- (1) この曲線で囲まれた領域を D 、この曲線を C (D を左に見て進む方向を正とする) として、求めたい面積を C 上の積分として表せ。
- (2) $x = \cos^3 \theta$, $y = \sin^3 \theta$ として、(1) で得られた積分式を θ に関する積分式に変換せよ。
- (3) 上の曲線で囲まれる領域の面積を求めよ。

[3] 次の行列 A について、以下の問いに答えよ。

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 2 \\ 2 & 1 & 0 \\ 2 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

- (1) 行列 A の固有値 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ (ただし, $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$) と対応する単位固有ベクトルを求めよ。
- (2) (1) で得られた単位固有ベクトルを、それぞれ列ベクトルとして並べた行列 L 、ならびに、固有値 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ を用いて、行列 A^n を表せ。ただし、 $n = 1, 2, \dots$ の整数である。(数値の代入は不要である)

【専門用語の英訳】

微分方程式

differential equation

一般解

general solution

面積

area

積分

integral

行列

matrix

固有値

eigenvalue

単位固有ベクトル

unit eigenvector

列ベクトル

column vector

確率・統計

[1] 正6面体のサイコロを6480回投げたときに、1の目が1056回以下現れる確率を近似的に計算し、数値で答えよ。考え方の手順も書くこと。表1を用いても良い。

[2] 次の問いに答えよ。解の導出過程も書くこと。

(1) 確率変数 X_1, X_2 が独立で、区間 $[0, 1]$ における一様分布に従うとき、

確率変数 $T = \max\{X_1, X_2\}$ の確率密度関数 $f_T(t)$ を求めよ。

(2) 区間 $[0, 1]$ から無作為に2点 x_1, x_2 を独立に選ぶ。 $w = |x_1 - x_2|$ の平均と分散を求めよ。

[3] 確率変数 X が平均 μ 、分散 $\sigma^2 (\neq 0)$ をもつとき、任意の正の定数 k に対し次の不等式が成り立つ。 $P(|X - \mu| \geq k\sigma) \leq 1/k^2$ 。この式を、 X の確率密度関数を $f(x)$ とし、次の手順で式変形することで証明せよ。

$$\sigma^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (x - \mu)^2 f(x) dx = \dots \geq \dots \geq \dots = k^2 \sigma^2 P(|X - \mu| \geq k\sigma)$$

$\dots \geq \dots \geq \dots$ の部分に適切な式変形を書け。

【専門用語の英訳】

確率 probability, 確率変数 random variable, 独立 independent, 密度関数 density function,
無作為 random, 平均 mean, 分散 variance

表1

z	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6
$\phi(z) = \int_z^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2} dx$	0.421	0.345	0.274	0.212	0.159	0.115	0.081	0.055

(解の導出過程も書くこと)

(1) 信号の周期^{しゅうき} N は何点か。

(2) $x(n)$ を $A + B \cos(Cn + D)$ の形で表現せよ。

(3) 信号のパワー $P = \sum_{n=0}^{N-1} |x(n)|^2$ を求めよ。

(4) 信号の離散フーリエ変換を $X(k)$, $k = 0, \dots, N-1$ とする時, 信号の振幅スペクトル $|X(k)|$ を図示せよ。

(5) (4) で描いた図を使って、信号の^{しんごう}パワー P と振幅スペクトル $|X(k)|$ との間に成り立つ一般的な関係を説明せよ。

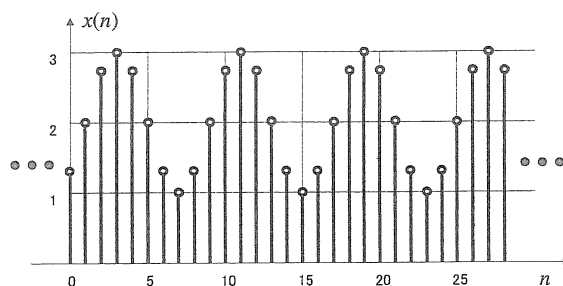


図1 離散時間信号

〔2〕図2に与えられる線形システムに、平均0、分散1を持つ白色ガウス雑音 $x(n)$ を入力したところ、出力信号 $y(n)$ が得られた。以下の問いに答えよ。ただし、図では z^{-1} で遅延素子を、 \triangleright_a で a 倍の増幅素子を、それぞれ表す。

(1) 入力 $x(n)$ と出力 $y(n)$ との間に成り立つ差分方程式を示せ。

(2) 出力信号 $y(n)$ の自己相関関数を求めよ。白色ガウス雑音の自己相関関数 $R_{xx}(\tau)$ は、 $\tau = 0$ 以外でゼロであることを用いてよい。

(3) 信号 $y(n)$ を図 3 に与えられる線形システムに入力することで得られる出力信号 $z(n)$ の二乗期待値を最小化する α を求めよ。

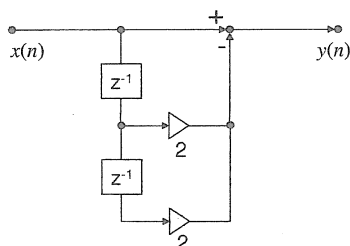


図2 線形システム

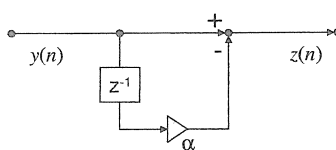


図3 線形システム

【専門用語の英訳】

離散時間	discrete time	信号	signal
周期	period	パワー	power
離散フーリエ変換	discrete Fourier transform	振幅スペクトル	amplitude spectrum
線形システム	linear system	平均	mean
分散	variance	白色ガウス雑音	white Gaussian noise
遅延素子	delay element	増幅素子	constant gain multiplier
差分方程式	difference equation	自己相関関数	autocorrelation function
二乗	square	期待値	expectation value
最小化	minimize		

感覚・知覚

以下の用語について、キーワードを用いて200字から400字程度で解説せよ。

(1) 閾^{いき} (threshold)

キーワード：絶対閾^{ぜったいいき} (absolute threshold), 弁別閾^{べんべついき} (discriminative threshold), 精神物理学^{せいしんぶつりがく} (psychophysics)

(2) 感覚的順応^{かんかくてきじゆんのう} (sensory adaptation)

キーワード：視覚的順応^{しかくてきじゆんのう} (visual adaptation), 聴覚的順応^{ちようかくてきじゆんのう} (auditory adaptation)

(3) マガーク効果^{こうか} (McGurk effect)

キーワード：音声^{おんせい} (voice), 口^{くち} (mouth)

(4) 視覚的プライミング^{しかくてき} (visual priming)

キーワード：プライム刺激^{しげき} (prime stimulus), テスト刺激^{しげき} (test stimulus), 無意識的^{むいしきてき} (unconscious)

学習・記憶

以下の用語について、キーワードを用いて200字から400字程度で解説せよ。

(1) 洞察学習^{どうさつがくしゅう} (insight learning)

キーワード：試行錯誤^{しこうさくご} (trial and error), S-R連合^{れんごう} (Stimulus-Response association)

(2) 模倣学習^{もほうがくしゅう} (imitation learning)

キーワード：観察^{かんさつ} (observation), 一致行動^{いっちこうどう} (identical behavior)

(3) リハーサル (rehearsal)

キーワード：忘却^{ぼうきやく} (forgetting), 維持^{いじ} (maintenance), 精緻化^{せいちか} (elaborate)

(4) 文脈効果^{ぶんみゃくこうか} (context effect)

キーワード：符号化^{ふごうか} (encoding), 検索^{けんさく} (retrieval / access)

思考・問題解決

以下の用語について、キーワードを用いて200字から400字程度で解説せよ。

(1) 問題空間^{もんだいくわかん}(problem space)

キーワード：問題解決^{もんだいかいけつ}(problem solving), 探索^{たんさく}(search), 状態^{じょうたい}(state), オペレータ(operator)

(2) ヒューリスティクス(heuristics)

キーワード：アルゴリズム(algorithm), 有効性^{ゆうこうせい}(efficiency), 経験則^{けいけんそく}(rules from experiences)

(3) 主題材料効果^{しゅだいざいりょうこうか}(thematic effect)

キーワード：4枚カード問題^{まい もんだい}(Wason's selection task), 正答率^{せいとうりつ}(percent correct), 形式的推論^{けいしきてきすいろん}
(formal reasoning)

(4) ハノイの塔^{とう}(Tower of Hanoi puzzle)

キーワード：ディスク(disk), ペグ(peg), 副目標^{ふくもくひょう}(sub-goal)

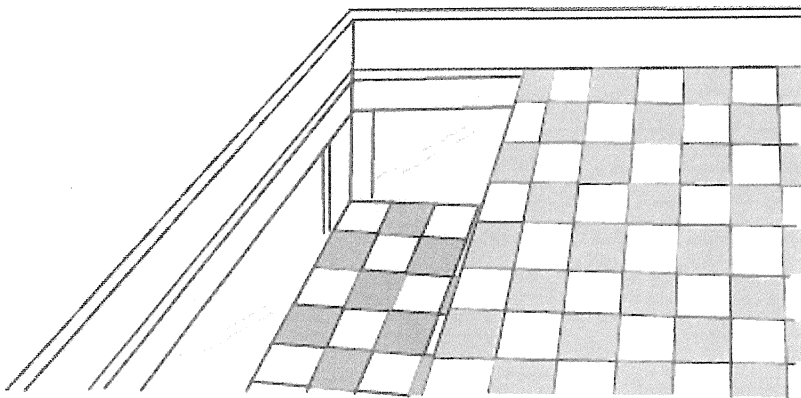
認知総合

次の A（感覚・知覚）、B（学習・記憶）、C（思考・問題解決）の 3 問の

なかから 1 問を^{せんたく}選択し、^{かいとう}解答せよ。

A. 感覚・知覚

(1) 以下の実験装置^{じっけんそうち}(experimental apparatus)を使用して、赤ちゃんが奥行き^{おくゆ}(depth)を知覚^{しっけん}できるかどうかを調べるにはどうしたらよいかについて考えて、実験計画^{じっけんけいかく}(experimental design)を記述しなさい。



図の説明：谷間の部分はガラス板で覆われている。

(2) 上記の実験において、どのような奥行き手がかり^て(cues)が有効であったと考えられるかを答えなさい。

(3) 上記の実験装置を使用せずに、赤ちゃんの奥行き知覚を調べる方法を考えて、実験計画を記述しなさい。ただし、奥行き手がかりが何であることを特定できる実験計画であること。

B. 学習・記憶

Experiment Aでは、大学生が誕生から8歳までの自分の思い出(自伝的記憶: autobiographical memory)を想起(recall)し、筆記することを求められた。Experiment Bでは、別の大学生が、誕生から10歳までの自伝的記憶を想起し、筆記することを求められた。Figure 1は Experiments A & Bに集団(group)で参加した大学生の平均想起数(mean number of events recalled)を男女別(Male, Female)に示す。

- (1) Figure 1の結果(results)を解説しなさい。
- (2) 幼児期初期の記憶形態から成人の記憶形態へと移行するための生物学的特徴(biological aspect)と心理学的特徴(psychological aspect)について述べなさい。

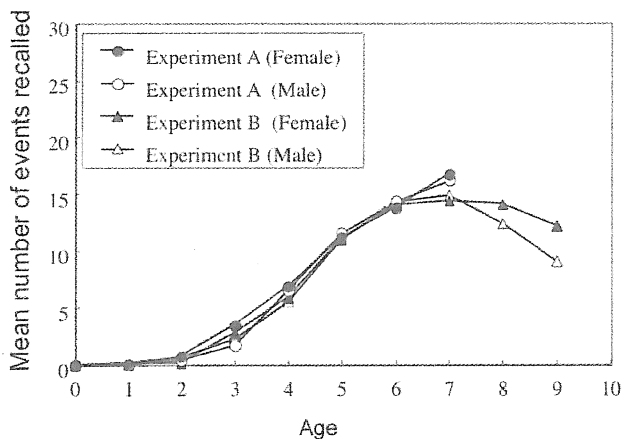


Figure 1 Experiments A & Bでの大学生の平均想起数 (mean number of event recalled)。Y軸は、大学生がある一定時間内に想起した自伝的記憶の平均想起数を示し、X軸(0-9)は各想起事象が生じた年齢 (age) を示す。

C. 思考・問題解決

(1) 人間の推論(reasoning) [演繹(deduction), 帰納(induction), 類推(analogy) など] の研究で行われた実験(experiment) の例を1つ取り上げ, その実験手続き(experimental procedure) を具体的に示せ。

(2) その実験は, 何を明らかにするために行われたかを述べよ。

(3) 実験の結果を示し, そこから見出された知見(findings) を, 実験の結果(experimental results) に関連づけながら述べよ。

(4) (1) で述べた実験とは異なる関連の実験(related studies) を示し, 2つの実験の結果を対比的に検討し, そこから分かる人間の推論の特性(nature) を述べよ。

プログラミング

以下に示す C 言語プログラム中の関数 `quick_sort` は、クイックソートアルゴリズムにより、ポインタの配列 `a` の `left` 番目から `right` 番目までの要素を、比較関数 `compare` が定める順序によりソートする関数である。(行頭の数字は行番号を表し、プログラムには含まれない。)

ここで、配列の添字 (index) は 0 から始まるものとし、配列の最初の要素を 0 番目の要素と呼ぶ。

`quick_sort.h`

```
1  typedef int BOOL;
2
3  #define TRUE  1
4  #define FALSE 0
5
6  extern void quick_sort(void *a[], int left, int right,
7                          BOOL compare(void *, void *));
```

`quick_sort.c`

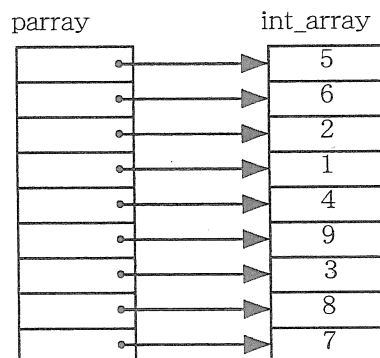
```
8  #include "quick_sort.h"
9
10 void quick_sort(void *a[], int left, int right,
11                 BOOL compare(void *, void *))
12 {
13     void *p, *t;
14     int i, j;
15
16     p = a[(left + right) / 2];
17     i = left;
18     j = right;
19     while (i <= j) {
20         while (compare(a[i], p)) i = i + 1;
21         while (compare(p, a[j])) j = j - 1;
22         if (i >= j) break;
23         t = a[i];
24         a[i] = a[j];
25         a[j] = t;
26         i = i + 1;
27         j = j - 1;
28     }
29     if (left < i - 1) quick_sort(a, left, i - 1, compare);
30     if (j + 1 < right) quick_sort(a, j + 1, right, compare);
31 }
```

関数 quick_sort を用いて、9つの整数値をソートして表示するプログラムを、次のように作成した。

main.c

```
32  #include <stdio.h>
33  #include "quick_sort.h"
34
35  BOOL int_compare(int *a, int *b)
36  {
37      if (*a < *b) return(TRUE);
38      else return(FALSE);
39  }
40
41  int int_array[9] = { 5, 6, 2, 1, 4, 9, 3, 8, 7 };
42  int *parray[9];
43
44  main()
45  {
46      int i;
47
48      for (i = 0; i < 9; i++) {
49          parray[i] = &int_array[i];
50      }
51      quick_sort(parray, 0, 8, int_compare);
52      for (i = 0; i < 9; i++) {
53          printf("%d\n", *(parray[i]));
54      }
55  }
```

- (1) このプログラムは、与えられた整数値をどのような順序にソートするか。また、ソートする順序を逆にするには、main.c をどのように修正すればよいか。
- (2) このプログラム（前問で修正する前のプログラム）が最初に関数 quick_sort を呼ぶ時の配列 parray および配列 int_array を図示したものを下に示す。これを参考に、プログラムが最初に 29 行目を実行する直前および最初に 30 行目を実行する直前の配列 parray および配列 int_array を下に示す形式で図示せよ。



- (3) 学生の学籍番号 (id フィールド), 氏名 (name フィールド), 成績 (score フィールド) を管理するための構造体型 student を下のように定義した. 関数 quick_sort を用いて, 構造体型 student の値を, 成績の高い順 (成績が同じ学生の間では, 学籍番号の小さい順) にソートするために用いる比較関数 student_compare を完成させよ.

```
56     typedef struct {
57         int      id;
58         char      *name;
59         int      score;
60     } student;
61
62     BOOL student_compare(student *a, student *b)
63     {
64         . . . . .
65     }
66
```

- (4) 関数 quick_sort の問題点として, 型の整合性 (consistency) がチェックできないことが挙げられる. この問題により不具合が生じるのは, 関数 quick_sort をどのように呼び出した場合か述べよ.

また, 関数 quick_sort を型の整合性がとれていない状況で呼び出した結果, 関数 quick_sort 中で不正なメモリアドレスに対するアクセスが発生し, プログラムの実行が中断される可能性がある. 不正なメモリアドレスに対するアクセスが発生する理由を具体的に説明せよ.