

平成 22 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 21 年 8 月 10 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、ディジタル信号処理、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] 次の行列 X について、以下の問いに答えよ。

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

- (a) 行列 X の全ての固有値と、各固有値に対応する固有ベクトルを求めよ。ただし、固有ベクトルは大きさが1のものを書け。
- (b) 行列 X は、ある正則行列 P によって、 $D = P^{-1}XP$ と対角化される。このような行列 D , P , P^{-1} を求めよ。
- (c) 任意の自然数 n に関する行列 X^n を求めよ。

[2] 次の不等式を満たす複素数 z の範囲を複素平面上に図示せよ。

$$\operatorname{Re}\left(\frac{1}{z}\right) \geq \frac{1}{2}$$

[3] 次の条件を満たす実平面上の点 (x, y) について、以下の問いに答えよ。

$$\begin{cases} x = \cos^3 \theta \\ y = \sin^3 \theta \end{cases} \quad (0 \leq \theta \leq 2\pi)$$

- (a) 点 (x, y) の軌跡を図示せよ。
- (b) (a) で求めた軌跡の長さを求めよ。
- (c) (a) で求めた軌跡に囲まれる領域の面積を求めよ。

Translation of technical terms

行列	matrix	複素数	complex number
固有値	eigenvalue	範囲	range
固有ベクトル	eigenvector	複素平面	complex plane
大きさ	length	実平面	real plane
正則行列	regular matrix	点	point
対角化	diagonalization	軌跡	locus
自然数	natural number	長さ	length
不等式	inequality	領域	region
		面積	area

確率・統計

(解の導出過程も記すこと。数値での解答を求められている間には全て既約分数^{きやくぶんすう}で答えること)

- [1] 2種のコイン C_1, C_2 があり、それらを投げて表が出る確率^{かくりつ}は、それぞれ $1/2, 2/3$ であるとする。このとき、以下の間に答えよ。

(1) コインを4回投げて表が3回出る確率を、コインが C_1 の場合と C_2 の場合のそれぞれについて求めよ。

(2) コイン C_1, C_2 をそれぞれ $5/8, 3/8$ の割合で含む箱から無作為^{むさくゐ}にコインを1枚取り出す。取り出したコインを4回投げたところ、表が3回出たとする。この結果から、取り出したコインが C_1, C_2 である確率をそれぞれ求めよ。

- [2] 確率変数^{かくりつへんすう} X の確率密度関数^{かくりつみつどかんすう} $f(x)$ が次式で与えられているとする。

$$f(x) = \begin{cases} 3x & (0 \leq x \leq 2/3) \\ 6(1-x) & (2/3 < x \leq 1) \\ 0 & (\text{その他}) \end{cases}$$

このとき、以下の間に答えよ。

(1) 確率変数 X の平均^{へいきん} μ と分散^{ぶんさん} σ^2 を求めよ。

(2) 確率密度関数 $f(x)$ の分布に従う標本^{ひょうほん}が2個得られたとき、それらの値が2個とも $1/3$ 以下となる確率を求めよ。

(3) 確率密度関数 $f(x)$ の分布に従う標本が2個得られたとき、それらの値の合計が $1/3$ 以下となる確率を求めよ。

(4) 互いに独立^{どくりつ}な n 個の確率変数 X_1, X_2, \dots, X_n がすべて確率密度関数 $f(x)$ の分布^{ぶんぷ}に従うとする。ここで、新たな確率変数 Y を

$$Y = \frac{1}{n}(X_1 + X_2 + \dots + X_n)$$

で定義する。上式で n を大きくしたとき、確率変数 Y は、確率密度関数 $g(y)$ で表されるある分布に近づくことが知られている。この分布の名称を答えよ。

(5) 上記確率密度関数 $g(y)$ を、 n, μ, σ を用いて表せ。

【専門用語の英訳】

既約分数^{きやくぶんすう} irreducible fraction, 確率^{かくりつ} probability, 無作為^{むさくゐ} random, 確率変数^{かくりつへんすう} random variable, 密度関数^{みつどかんすう} density function, 平均^{へいきん} mean, 分散^{ぶんさん} variance, 標本^{ひょうほん} sample, 独立^{どくりつ} independent, 分布^{ぶんぷ} distribution

ディジタル信号処理 (解の導出過程も書くこと)

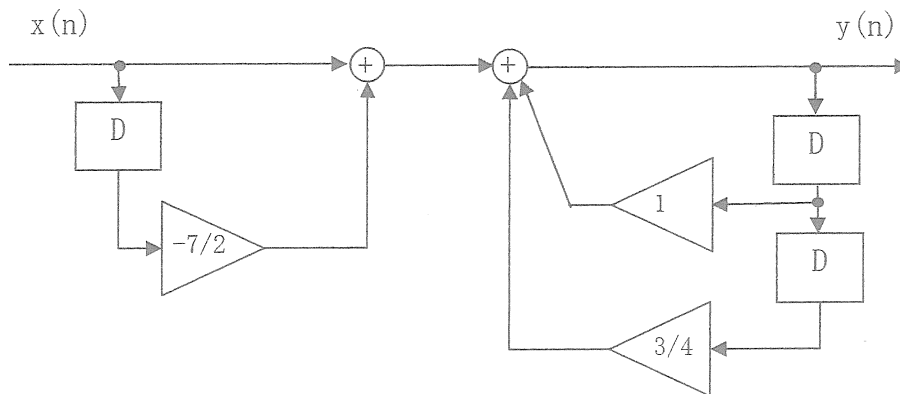
[1] 次の問いに答えよ.

- (1) 標本化定理を 50 字程度 (or about 25 words in English) で説明せよ.
- (2) 連続時間信号 $\sin 5t + \cos^2 10t$ (時間 t の単位は秒) を, エイリアシングなしで, 標本化したい. 標本化周波数 f_s [Hz] が満足すべき条件を示せ.
- (3) 因果的なシステムを 50 字程度 (or about 25 words in English) で説明せよ.
- (4) FIR フィルタを 50 字程度 (or about 25 words in English) で説明せよ.

[2] 下図の回路で構成されるシステムについて, 次の問いに答えよ. 図中, \boxed{D} は遅延素子,

\oplus は加算器, $\triangle a$ は a 倍の乗算器である.

- (1) システム関数 (伝達関数とも言う) を求めよ.
- (2) システム関数の極と零点を示せ.
- (3) システムが安定か否かを, 理由とともに答えよ.
- (4) システムの周波数特性を与える式を示せ.
- (5) システムの入力 $x(n)$ が, 単位ステップ信号 $u(n)$ である時, 出力 $y(n)$ を求めよ.



[専門用語の英訳]

標本化定理	sampling theorem	連続時間信号	continuous-time signal
エイリアシング	aliasing	標本化周波数	sampling frequency
遅延素子	delay element	加算器	adder
システム関数	system function	伝達関数	transfer function
零点	zero	周波数特性	frequency characteristics
単位ステップ信号	unit step signal		

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) 盲点 (blind spot)

キーワード: 網膜 (retina)、受容器細胞 (receptor cell)、神経節細胞 (ganglion cell)、視角 (visual angle)

(2) マッハの帯 (Mach band)

キーワード: 明るさ (brightness)、促進と抑制 (facilitation and inhibition)、側抑制 (lateral inhibition)

(3) 結合探索 (conjunction search)

キーワード: 特徴 (feature)、反応時間 (reaction time)、ポップアウト (pop-out)

(4) 音源定位 (sound localization)

キーワード: 時間 (time)、強さ (intensity)、視覚 (vision)

学習・記憶

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

(1) 認知地図 (cognitive map)

キーワード: 学習 (learning), 迷路 (maze)

(2) 干渉 (interference)

キーワード: 長期記憶 (long term memory), 順向 (proactive), 逆行 (retroactive)

(3) スキーマ (schema)

キーワード: 心的表象 (mental representation), 自己 (self), 知識 (knowledge)

(4) プライミング (priming)

キーワード: 記憶 (memory), 貯蔵 (storage), 検索 (retrieval)

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) 演繹と帰納 (deduction and induction)

キーワード: 一般化 (generalization), 予測 (prediction), 反証 (disconfirmation)

(2) 2-4-6課題 (2-4-6 task)

キーワード: 仮説 (hypothesis), ポジティブテスト (positive test), ネガティブテスト (negative test)

(3) 洞察 (insight)

キーワード: 飛躍 (suddenness), Aha体験 (Aha experience), 制約 (constraint)

(4) 問題解決における外的資源 (external resources in problem solving)

キーワード: 内的資源 (internal resources), 認知負荷 (cognitive load), 表象転換 (representation change)

認知総合

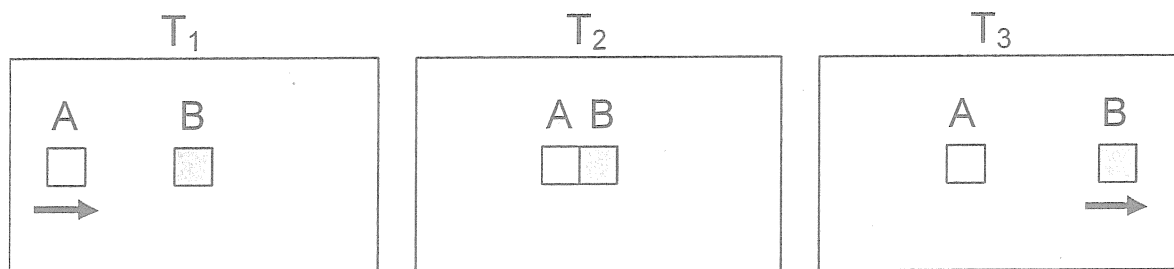
次の A (感覚・知覚), B (学習・記憶), C (思考・問題解決) の 3 問の

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

^{いんがちかく}因果知覚 (perception of causality) を調べる^{じっけん}実験 (experiment) に関する以下の問いに答えよ。

(1) 以下の図は、画面上に提示された物体Aと物体Bの連続的な動きを時系列順^{じけいれつじゆん} (T_1 , T_2 , T_3) に示している。図の矢印は、物体の運動方向を示している。この動画を観察すると、どのような因果関係が知覚されるかを答えよ。ただし、物体Bは、物体Aとの接触の直後に運動を開始する。



(2) 上記の因果知覚が成立するためには、どのような手がかり^て (cues) が必要と考えられるか。手がかりを 3 つ答えよ。

(3) 上記で回答した 3 つの手がかりの有効性を検証する^{じっけんけいかく}実験計画 (experimental design) をそれぞれの手がかりに関して記述せよ。

B. 学習・記憶

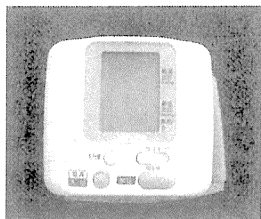
新旧2種類のデジタル血圧計(blood-pressure meter)の写真(左図:旧型;右図:新型)を、2種類の学生群(血圧と血圧計の知識の有無群)に呈示した。両学生群は、実際の機器の操作を許されておらず、2種類の写真のみを観察(observation)し、2種類の課題(task)の遂行を求められた。

第1の課題は、2種類の機器デザインの美しさを、2種類の質問項目(形の革新性と、形のおもしろさ)ごとに、6段階(高低:5-0)で評定すること(evaluation)であった。第2の課題は、2種類の機器の使用方法を2種類の質問項目(操作手順と、血圧計の表示内容)ごとに記述することであった。2種類の課題の実施順序は、実験参加者間で相殺(counter balance)された。実験結果から、美しさの評定値と使用方法の理解度(正答率%)を質問項目ごとに集計し、平均値を求めた。

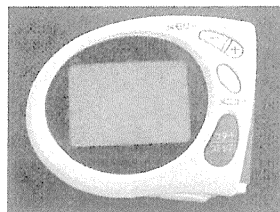
図1は、血圧計に関する知識無し学生群(左)と知識有り学生群(右)の美しさの評定値を示す。

図2は、知識無し学生群(左)と知識有り学生群(右)の理解度を示す。

- 設問: (1)図1を利用して実験結果に対する解釈を記述せよ。
 (2)図2を利用して実験結果に対する解釈を記述せよ。
 (3)本実験の目的を記述せよ。
 (4)実験結果と、実験目的に基づいて、本実験の結論を記述せよ。



(旧型)



(新型)

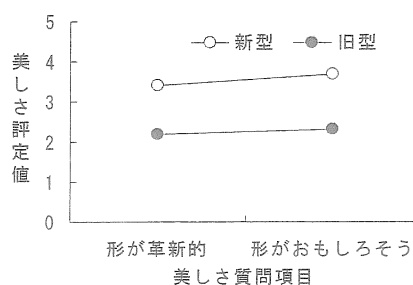
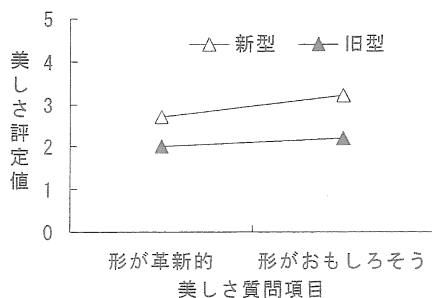


図1 血圧と血圧計に関する知識無し学生群(左)と知識有り学生群(右)の美しさの評定値

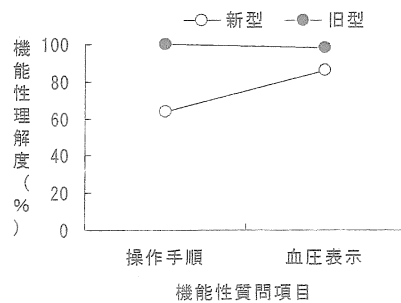
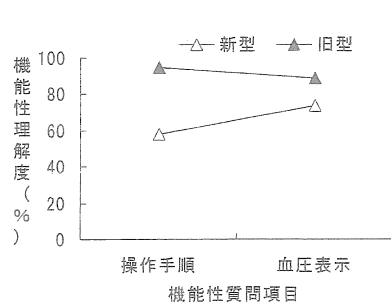


図2 知識無し学生群(左)と知識有り学生群(右)の理解度

C. 思考・問題解決

(1) 人間の心 [human mind] の研究における計算機シミュレーション [computer simulation] を用いた研究の意義について説明せよ。特に、心理学実験 [psychological experiment] に基づく研究の役割との比較を行い、両者を組み合わせることによって、どのような効用 [effect] が得られるのかを説明せよ。

(2) 計算機モデル [computational model] を実装する機構 [architecture] (例えば、プロダクションシステム [production system], ニューラルネットワーク [neural network], フレーム [frame] など) を一つ取り上げ、その動作メカニズム [mechanism of execution] を説明せよ。

(3) 上で取り上げた機構を用いた研究の実際例を示せ。

(a) その研究で使われた課題 [task] を述べよ。

(b) その研究で構築されたモデル [model] の概要を記述せよ。

(c) モデルの構築 [construction] によって、何がわかったのかを説明せよ。

プログラミング

最小値 N 、最大値 M の n 個 ($n > 0$) の整数を昇順に整列して格納した一次元配列がある。 $N \leq k \leq M$ を満たす整数 k がこの配列の中に存在するかどうかを探索する C 言語の関数 `search` を以下のように書いた。この関数は k が存在する場合は 1、そうでない場合は 0 を返す。また、そのテストのための `main` 関数を以下のように書いた。なお左端の番号は行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
3  int search( (a) n, (b) , (c) k ){
4      int i, j, p;
5      i = (d) ;
6      j = (e) ;
7      while( i <= j ){
8          p = (i + j) / 2;
9          if ( b[p] <= k ){
10             i = p + 1;
11         } else {
12             j = p - 1;
13         }
14     }
15     if( (f) ){
16         return 1;
17     } else {
18         return 0;
19     }
20 }
21
22 int main(){
23     int a[]={ 3,6,7,10,13,15,19 };
24     if( search( 7, a, 14 ) ){
25         printf( "14 is found in array a[].\n" );
26     } else {
27         printf( "14 is not found in array a[].\n" );
28     }
29     return 0;
30 }
```

このプログラムについて以下の問いに答えよ。

- (1) (a) から (f) を埋めてプログラムを完成せよ。
- (2) この探索法はどのような名前と呼ばれるか。
- (3) このプログラムの実行において、行番号 8 は複数回実行される。それぞれ実行した後の i , j , p はどのような値になるか示せ。
- (4) 行番号 7 の while 文の b, i, j, k に関するループ不変式(loop invariants)を示せ。
(ヒント: 最小値 N の左隣に $-\infty$ 、最大値 M の右隣に $+\infty$ が存在するものとする。)
- (5) k が配列要素中の最小値から最大値の間の値であるという前提がない場合にはどのような問題が生じるか。また、それに対処するには (f) をどのように変更すれば良いかを示せ。
- (6) この探索法の計算量のオーダーを示せ。
- (7) 高速な探索法としてハッシュ探索がある。これはどのようなものか 300 文字以内 (or in 100 English words) で説明せよ。