平 成 １８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１７年８月９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、プログラミング、ディジタル信号処理、
感覚・知覚、学習・記憶、思考・問題解決、認知統合の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。
（認知統合を選択した場合は、問題番号も明記せよ）

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よい。

解析・線形代数

（解の導出過程も書くこと）

[1] 微分方程式 $f'''(t)+af''(t)+bf'(t)+cf(t)=0$ を考える。ただし、$f'(t)=\dfrac{df(t)}{dt}$ を表す。

(1)

(a) $\mathbf{x}=(f(t),f'(t),f''(t))^T$ とした時、$\dfrac{d\mathbf{x}}{dt}=\mathbf{A}\mathbf{x}$ を満たす行列 $\mathbf{A}$ を求めよ。ただし、記号 ^{T} は行列の転置を表す。

(b) 行列 $\mathbf{A}$ が対角化可能であるとき、適当な正則行列を $\mathbf{P}$、行列 $\mathbf{A}$ を対角化した行列を $\mathbf{D}$ として $\mathbf{D}=\mathbf{P}^{-1}\mathbf{A}\mathbf{P}$ が成り立つものとする。$\mathbf{y}=\mathbf{P}^{-1}\mathbf{x}$ の変換により $\dfrac{d\mathbf{x}}{dt}=\mathbf{A}\mathbf{x}$ は $\dfrac{d\mathbf{y}}{dt}=\mathbf{D}\mathbf{y}$ と書けることを示せ。

(c) 行列 $\mathbf{A}$ の相異なる固有値を $\lambda_1,\lambda_2,\lambda_3$ とする時、$\dfrac{d\mathbf{y}}{dt}=\mathbf{D}\mathbf{y}$ の一般解を求めよ。

(2)

(a) 微分方程式 $f'''(t)+4f''(t)-f'(t)-4f(t)=0$ の一般解を求めよ。

(b) (a)の微分方程式で初期条件 $f(0)=4$，$f'(0)=-5$，$f''(0)=19$ を満たす解を求めよ。

[2] 次の2重積分を求めることを考える($a>0,\quad b>0$)。

$$\iint_D (x^2+y^2)\,dxdy \qquad \text{ただし}\ D:\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}\le 1$$

(1) $x=ar\cos\theta$，$y=br\sin\theta$ として積分式を変換せよ。

(2) 2 重積分を求めよ。

注)

微分方程式：differential equation, 転置：transpose, 対角化：diagonalization

対角化可能：diagonalizable, 固有値：eigen value, 一般解：general solution

初期条件：initial condition, 2重積分：double integral

確率・統計（解の導出過程を書くこと）

[1]あるシステムの故障時間(運用を開始後，故障発生までの時間)を確率変数Tとし，その確率密度関数$f_T(t)$は式(1)で与えられるとする．システムが故障したら，同じ性能の新システムに交換して運用する．故障の発生は互いに独立で，システムの交換に要する時間は無視できるとする．下記の問いに答えよ．

$$f_T(t)=\begin{cases} e^{-t} & t \geq 0 \\ 0 & t<0 \end{cases} \tag{1}$$

(1) このシステムの平均故障時間 $E[T]$を求めよ．

(2) 時刻 0 でシステムの運用を開始し，時刻 t まで故障しない確率 $Pr\{T>t\}$を求めよ．

(3) 時刻 0 でシステムの運用を開始し，2 回目の故障までの時間を確率変数 S とする．確率変数 S の確率密度関数 $g_S(s)$を求めよ．

(4) 時刻 0 でシステムの運用を開始し，時刻 t までに n 回故障する確率を $P_n(t)$とする．$P_n(t)$と $P_{n-1}(t)$との間に成立する式（積分が残っていても良い）を求めよ．

(5) 設問(4)の $P_n(t)$で，n=2 の確率 $P_2(t)$を求めよ．

[2] 下記の問いに答えよ．

(1) 仮説検定における，(a)帰無仮説，(b)有意水準 α を説明せよ．

(2) 中心極限定理を説明せよ．

(3) 確率変数 X，Y が互いに独立であるとき，同時確率密度関数$f_{XY}(x,\ y)$について成立する式を示せ．

[専門用語の英訳]

確率変数 random variable	確率密度関数 probability density function
故障時間 time to failure	独立 independence
平均 mean	仮説検定 hypothesis testing
帰無仮説 null hypothesis	有意水準 level of significance
中心極限定理 central limit theorem	
同時確率密度関数 joint probability density function	

プログラミング

最後にある図のように定められるプログラミング言語 subsetC でのプログラミングに関する以下の問に答えよ．

［1］次の関数定義に関する問 1)，2) に答えよ．

```
int f(int a){ a := a + 1;
              { int b; b := 2;
                { int a; a := 3; b := a + b + 4; }
                return a + b;
              }
            }
```

1) 式　`f(5)`　を評価したときの値を答えよ．
2) 変数の名前替えだけが許されるという条件の下で，関数 `f` の働き（すなわち，引数 (argument) と戻り値 (return value) の関係）を変えずに，上記の関数定義の 3 行目

   { <u>`int a;`</u> `a := 3; b := a + b + 4;` }

   の下線部分を `int b;` に変更したい．必要最小限の変数の名前替えを施した関数定義を書け．

［2］subsetC には含まれない構文として，次のような repeat 文を考える．

`repeat` 〈ブロック文〉 `until` (〈論理式〉)

repeat 文の実行を次のように定める．

> まず〈ブロック文〉を 1 回実行し，その後，〈論理式〉が成り立たない間は〈ブロック文〉を繰り返し実行し，成り立ったらこの文の実行を終る．

次のブロック文を subsetC の範囲で書き直せ．

```
{int i; i := 0;
 repeat {i := g(i,y); x := h(x);} until (x <= 0)
 z := i; }
```

ただし，変数 `x`，`y`，`z` はこのブロックを通用範囲に含む位置で宣言されており，また，関数 `g`，`h` の定義は，subsetC の関数定義として別途与えられているとする．

［3］次の関数定義を考える．

```
int f(int x)
 {if (x > 0) {return x * f(x-1);} else {return 1;} }
```

この関数 f と働き（すなわち，引数と戻り値の関係）が同じで再帰呼出 (recursive call) を使わない関数 g を subsetC で定義せよ．ただし，オーバーフロー (overflow) については考慮しなくてよい．

［4］次の if 文を実行すると，それぞれ，どのような状況になるかを述べよ．

1) `if (0 == 0) { y := 1; } else { y := loop(0); }`

2) `if (1 == 0) { y := 1; } else { y := loop(0); }`

3) `if (loop(0) == 0) { y := 1; } else { y := 0; }`

ただし，関数 loop の定義は次の通りとする．

```
int loop(int x) { while (x == x) { x := -x; }  return 0; }
```

subsetC のプログラムは，以下の変数宣言 (variable declaration) および関数定義 (function definition) を並べたものである．subsetC で使えるデータ型 (data type) は整数型（`int` 型）だけとする．subsetC は，代入文 (assignment) で`=` の代わりに`:=`を使っていることを除いて C 言語のサブセットであり，各構文の意味は C 言語のそれと同じとする．変数宣言の通用範囲（scope）も C 言語のそれと同じで，ブロック文 (block statement) の先頭にある変数宣言の通用範囲はそのブロック文とする．

- ⟨変数宣言⟩の構文は次の通りである．

  構文　`int` ⟨変数⟩ `;`

  例　`int x;`

- ⟨関数定義⟩の構文は次の通りである．

  構文　`int` ⟨関数名⟩ `(` `int` ⟨変数⟩ `, ... ,` `int` ⟨変数⟩ `)` ⟨ブロック文⟩

  例
  ```
  int max(int x,int y)
    {int z; if (x > y){z := x;} else {z := y;} return z;}
  ```

- ⟨文⟩は次の 5 つからなる．

  – ⟨ブロック文⟩

    構文　`{`⟨変数宣言⟩$\cdots$⟨変数宣言⟩⟨文⟩$\cdots$⟨文⟩`}`

    例　`{int i; x := x + i; y := y - i;}`

    例　`{x := x + i;}`

  – ⟨代入文⟩

    構文　⟨変数⟩ `:=` ⟨式⟩ `;`

    例　`x := y + z;`

  – ⟨if 文⟩

    構文　`if (` ⟨論理式⟩ `)`⟨ブロック文⟩ `else` ⟨ブロック文⟩

    例　`if (x > y) {z := x - y;} else {z := y - x;}`

  – ⟨while 文⟩

    構文　`while (`⟨論理式⟩`)`⟨ブロック文⟩

    例　`while (x > 0){ z := z + y; x := x - 1;}`

  – ⟨return 文⟩

    構文　`return` ⟨式⟩`;`

    例　`return x * y;`

- ⟨式⟩の構文は次の通りである．

  構文　⟨変数⟩または⟨定数⟩または⟨関数名⟩`(`⟨式⟩`,...,`⟨式⟩`)` または
  ⟨式⟩⟨算術演算子⟩⟨式⟩または `(`⟨式⟩`)`
  ただし，⟨算術演算子⟩は `+`, `-`, `*`, `/` である．

  例　`3*x + y - max(x,y)`

- ⟨論理式⟩の構文は次の通りである．

  構文　⟨式⟩⟨関係演算子⟩⟨式⟩または⟨論理式⟩`&&`⟨論理式⟩または
  ⟨論理式⟩`||`⟨論理式⟩または `!(`⟨論理式⟩`)` または `(`⟨論理式⟩`)`
  ただし，⟨関係演算子⟩は `==`, `!=` ,`>`, `<`, `>=`, `<=` である．

  例　`(x > y || x == y) && !(y*y < y)`

図：プログラミング言語 subsetC

ディジタル信号処理

解答を導出する過程も答えよ。(問題全てに渡り，$i=\sqrt{-1}$ とする。)

1

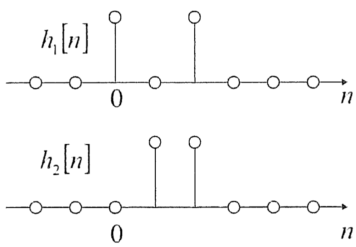
(1) 次の２つの有限長の離散時間系列の畳み込みで得られる離散時間系列を示せ。

$$\{1,1,1\},\quad \{1,2,3\}$$

(2) 以下の離散時間系列$h_1[n]$, $h_2[n]$ のz変換，$H_1(z)$，$H_2(z)$ を計算せよ。

(a) $h_1[n]=\{1,0,1\}$

(b) $h_2[n]=\{0,1,1\}$



(3) 上の問題で与えられた$h_1[n]$, $h_2[n]$をインパルス応答とするFIRフィルタの周波数振幅応答$|H_1(e^{i\omega})|$, $|H_2(e^{i\omega})|$ を図示せよ。

(4) (2) で与えられた $h_1[n]$ と $h_2[n]$ をインパルス応答とする２つのFIRフィルタを縦列に接続したフィルタの周波数振幅応答の概形を図示せよ。

(5) 多項式

$$x^4+3x^3+6x^2+5x+3$$

を２つの多項式の積に因数分解せよ。

2

入力$x[n]$と出力$y[n]$の関係が以下の差分方程式に従うディジタルシステムについて，以下の問いに答えよ。

$$y[n]=x[n]-x[n-1]+0.5x[n-2]-y[n-1]-0.5y[n-2]$$

(1) このディジタルシステムを実現する回路を，遅延素子と定数倍素子及び加算素子を用いて図示せよ。

(2) このディジタルシステムの伝達関数$H(z)$を計算せよ。

(3) $H(z)$ のゼロ点と極を，複素平面上に図示せよ。

(4) $(0,\pi)$ の範囲で，システムの振幅応答 $|H(e^{i\omega})|$ の最大値と最小値を与える ω の概略値を推定せよ。

有限長	finite length	離散時間系列	discrete time sequence
畳み込み	convolution	z 変換	z-transform
インパルス応答	impulse response	フィルタ	filter
周波数振幅応答	amplitude response	縦列	cascade
多項式	polynomial	積	product
因数分解	factorize	入力信号	input signal
出力信号	output signal	差分方程式	difference equation
ディタルシステム	digital system	回路	circuit
遅延素子	delay element	定数倍素子	multiplier
加算素子	adder	伝達関数	system function
ゼロ点	zeros	極	poles
複素平面	complex plane	最大値と最小値	the maximum and the minimum values
概略値	rough estimate		

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）暗順応 (dark adaptation)

キーワード：錐体《すいたい》(cone)、桿体《かんたい》(rod)、時間の経過

（２）錯視 (visual illusion)

キーワード：幾何学的《きかがくてき》(geometrical)、反転 (reversible)、運動(movement)

（３）可聴範囲 (auditory sensory area)

キーワード：周波数(frequency)、強さ、最高可聴限(upper limit of hearing)、
最低可聴限(lower limit of hearing)

（４）視覚探索 (visual search)

キーワード：目標刺激(target)、妨害刺激(distractor)、特徴探索(feature search)、
結合探索(conjunction search)、線形的(linear)

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) 感覚記憶(sensory memory)

キーワード：記憶容量　memory capacity, アイコニック記憶　iconic memory,

エコーイック記憶　echoic memory

(2) 短期記憶(Short-Term Memory: STM)

キーワード：リハーサルrehearsal, 記憶範囲　memory span, チャンキング：chunking

(3) 学習の転移(transfer of learning)

キーワード：正の転移　positive transfer,　負の転移　negative transfer,

実験群　experimental group, 統制群　control group

(4) 古典的条件づけ(classical conditioning)

キーワード：無条件刺激 unconditioned stimulus (UCS),

無条件反応 unconditioned response(UCR), 条件刺激 conditioned stimulus(CS),

条件反応 conditioned response(CR)

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）　一般問題解決器（General Problem Solver）

キーワード：オペレータ(operator),　目標(goal),　副目標(sub goal),　差(difference)

（２）プロダクションシステム（production system）

キーワード：プロダクションメモリ(production memory),　ワーキングメモリ(working memory),

照合(matching),　競合解消(conflict resolution)

（３）　帰納（induction）

キーワード：観察事例(observed instances),　蓋然性(probability),　演繹(deduction),　学習(learning)

（４）　確証バイアス（confirmation bias）

キーワード：仮説(hypothesis),　証拠(evidence),　4枚カード問題(Wason’s selection task)

認知統合

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問を選択し、解答せよ。

A. 感覚・知覚

100 gの重りを標準刺激（"standard" stimulus）としたときに、それよりもようやく重いと判断できたのは105 gであったとする。この差を弁別閾という。

（１）標準刺激の物理量（the amount of physics）をI，弁別閾(difference threshold, or just noticable difference)をΔI　とすれば、ΔI／I　で表される相対弁別閾（relative difference threshold）は一定だという近似則を、何の法則というか。

（２）また、この相対弁別閾の値が小さくなるということは、どういうことを意味しているか。

（３）縦軸に感覚の大きさ、横軸に刺激強度（stimulus intensity）をとって両者の関係をプロットすると、一般的にどのような関係が見られるか。文章で記述するか、図を使って説明せよ。

（４）この法則から、人間の感覚・知覚のいかなる特性がわかるか説明しなさい。

（５）標準刺激の重りが210 gのときの弁別閾は何グラムになるか。

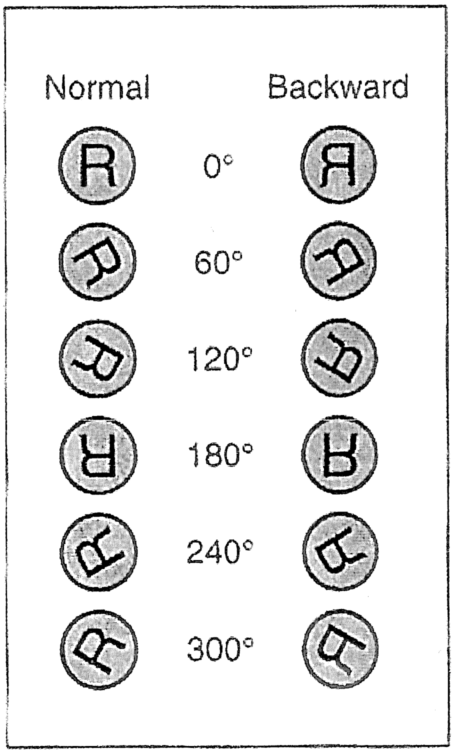
B. 学習・記憶

以下の英文と図 A （実験材料）と 図 B（実験結果）とを参考にして，次の４種類の設問（本実験の目的，方法，結果，考察）に対して，それぞれ200字程度(or about 100 words in English)で説明しなさい．

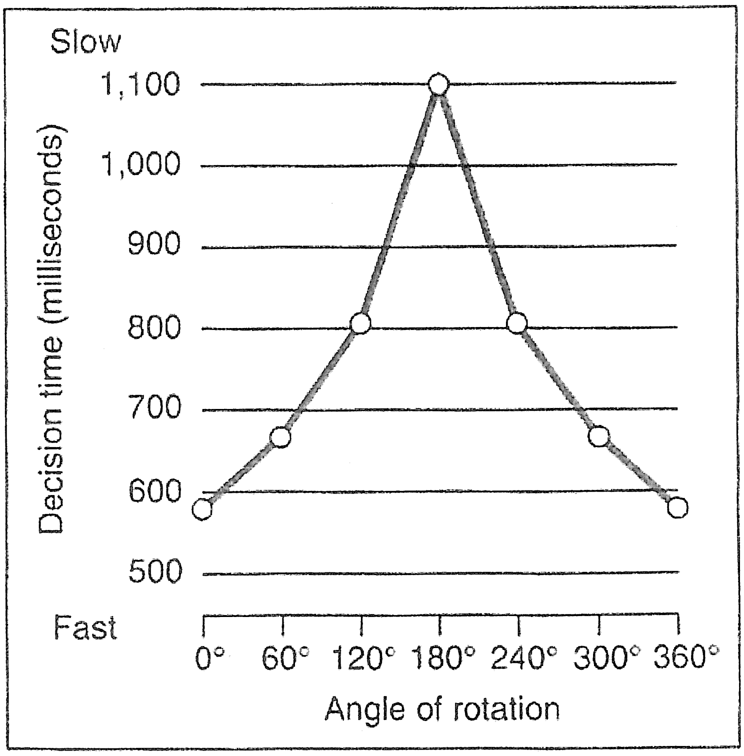
Rotated R Used to Assess Mental Imagery

Participants presented with the stimuli figures in random order were asked to say, as quickly as possible, whether each figure was a normal R or a mirror image (backward). The more the figure was rotated from upright, the longer the reaction time was.

A



B



（１）本実験の目的（purpose）

（２）本実験の方法（method）

（３）本実験の結果（result）

（４）本実験の考察（discussion）

c．思考・問題解決

人間の「思考（thinking）・問題解決（problem solving）」の研究（study）においては，数多くの実験室課題（実験室で被験者に解かせる課題）（experimental tasks used in laboratory studies）が使われてきた。以下の項目に，それぞれ200～400字程度で答えよ。

（１）そのような課題（task）の例（example）を1つ取り上げ，その手続き（procedure）を簡単に説明（explain）せよ。

（２）（１）の課題を使って議論（discuss）されてきたことを1つ取り上げ，簡単に説明（explain）せよ。

（３）（１）の課題を使った新たな研究計画（research plan）を提案（propose）せよ。