

平成 23 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 22 年 8 月 10 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. 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、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. 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] 次の y に関する微分方程式^{びぶんほうていしき}について、以下の問いに答えよ。

$$y \frac{d^2 y}{dx^2} - 2 \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 - y \frac{dy}{dx} = 0 \quad (1)$$

- (a) $y = e^z$ とおき、微分方程式 (1) を z に関する微分方程式に書き換えよ。
(b) $\frac{dz}{dx} = v$ とおき、(a) で得られた微分方程式を v について解け。
(c) 微分方程式 (1) の一般解^{いっぱんかい}を求めよ。

[2] 次の条件を満たす実平面^{じつへいめん}上の点 (x, y) からなる曲線^{きよくせん} ($0 \leq \theta \leq 2\pi$) について、以下の問いに答えよ。

$$\begin{cases} x = \theta - \sin \theta \\ y = 1 - \cos \theta \end{cases}$$

- (a) 曲線の長さを求めよ。
(b) 曲線と x 軸で囲まれた部分の面積を求めよ。

[3] 次の行列^{ぎょうれつ} A について、以下の問いに答えよ。

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

- (a) 行列 A の全ての固有値^{こゆうち}を求めよ。また、それに対応する単位固有ベクトル^{たんいこゆう}を求めよ。
(b) 行列 $A^6 - 4A^5 + 2A^4 + 3A^3 - 3A^2 + 8A + 7E$ を求めよ。ただし、 E は単位行列^{たんいぎょうれつ}である。
(c) 行列 A に対し、 $P^{-1}AP$ が対角行列^{たいかくぎょうれつ}であるような正則行列^{せいそくぎょうれつ} P 、及び、その逆行列^{ぎやくぎょうれつ} P^{-1} を求めよ。

Translation of technical terms

微分方程式	differential equation	単位固有ベクトル	unit eigenvector
一般解	general solution	単位行列	identity matrix
実平面	real plane	対角行列	diagonal matrix
曲線	curve	正則行列	regular matrix
行列	matrix	逆行列	inverse matrix
固有値	eigenvalue		

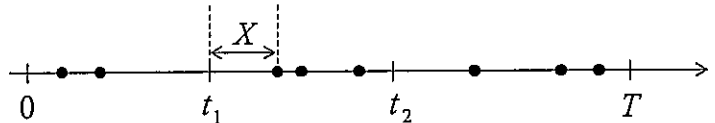
確率・統計 ([3], [4] については, 解の導出過程も書くこと.)

[1] 次の【①】～【③】に入れる適切な式または語句を解答用紙に書きなさい。

互いに独立な3個の確率変数 X_1, X_2, X_3 のすべてが平均 μ , 分散 σ^2 の正規分布に従うとする。

この時, 確率変数 $X = X_1 + X_2 + X_3$ は, 平均【①】, 分散【②】の【③】分布に従う。

[2] 区間 $[0, T]$ に n 個の点をランダムに置いたとき, 次の【④】～【⑧】に入れる適切な式を解答用紙に書きなさい。



(1) 長さ $t_a (= t_2 - t_1 \geq 0)$ の区間 $[t_1, t_2]$ に含まれる点が k 個 ($k \leq n$) となる事象 A_k の確率を求めたい

(図参照). これは次のような「繰り返し試行の問題」として考えることができる. 1 回の試行により区間 $[0, T]$ に点を一つ置くことを考えると, 「その点が区間 $[t_1, t_2]$ にある」という事象 B の確率は, $P(B) = p =$ 【④】となる. この試行を n 回繰り返したとき, 「事象 B が k 回生じる」という事象は, n 個の点のうち区間 $[t_1, t_2]$ に k 個あることを意味するので, 事象 A_k の確率を p を用いて表すと, $P(A_k) =$ 【⑤】となる. ここで $n \gg 1$ および $t_a \ll T$ を仮定すると,

$$P(A_k) \approx e^{-\lambda t_a} \frac{(\lambda t_a)^k}{k!}, \quad \lambda = \frac{n}{T} \quad \text{となる.}$$

(2) 固定点 t_1 から, その右にある最初の点までの距離を確率変数 X で表す (図参照). ここで $n \gg 1$ を仮定する. 確率変数 X の分布関数を $F(x)$ としたとき, $F(x)$ は事象 $\{X \leq x\}$ の確率である. 事象 $\{X \leq x\}$ は区間 $[t_1, t_1 + x]$ に少なくとも1つの点があることを意味する. よって区間 $[t_1, t_1 + x]$ に一つも点がない確率 p_0 は $F(x)$ を用いて【⑥】と表せる. 一方, この区間の長さが x なので, p_0 は n と T を用いて【⑦】となる. そのため, 確率密度関数 $f(x)$ は【⑧】となる.

[3] e^λ のテイラー展開 $e^\lambda = \sum_{k=0}^{\infty} \frac{\lambda^k}{k!}$ を用いて, パラメータ λ のポアソン分布

$$f(k) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^k}{k!} \quad \text{の平均 } \mu \text{ と分散 } \sigma^2 \text{ を求めなさい.}$$

[4] 確率変数 X と Y は独立で, それぞれ次の分布

$$f(x) = \begin{cases} e^{-x} & (x \geq 0) \\ 0 & (\text{otherwise}) \end{cases}, \quad g(y) = \begin{cases} e^{-y} & (y \geq 0) \\ 0 & (\text{otherwise}) \end{cases}$$

に従う時, 確率変数 $Z = X + 2Y$ の確率密度関数を求めなさい.

【専門用語の英訳】

独立^{どくりつ} independent, 確率変数^{かくりつへんすう} random variable, 平均^{へいきん} mean, 分散^{ぶんさん} variance,
正規分布^{せいぎぶんぷ} normal distribution, 区間^{くかん} interval, 事象^{じしやう} event, 試行^{しこう} trial,
分布関数^{ぶんぷかんすう} distribution function, 確率密度関数^{かくりつみつどかんすう} probability density function,
テイラー展開^{ていがい} Taylor expansion, ポアソン分布^{ぽあそんぶんぷ} Poisson distribution

ディジタル信号処理 (解の導出過程も書くこと)

[1] 入力が $x[n]$ で出力が $y[n]$ の以下の関数で表されるシステムについて、 $x[n]$ と $y[n]$ の関係は線形か非線形か、式で示して答えよ。

(1) $y[n] = 0.8x[n] + 0.2$

(2) $y[n] = (x[n])^2$

(3) $y[n] = 6x[n] - 5x[n-1] + x[n-2]$

[2] 図1の回路で構成される因果的なシステムについて、以下の問いに答えよ。

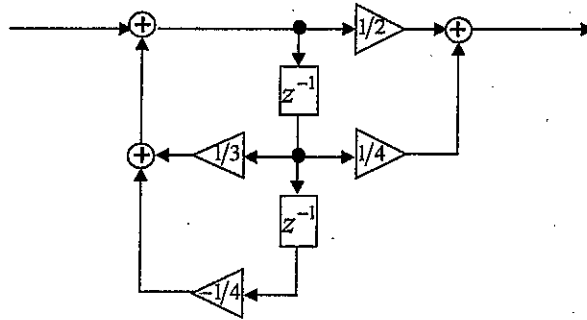
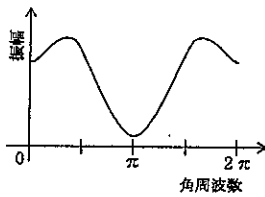
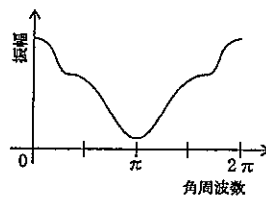


図1

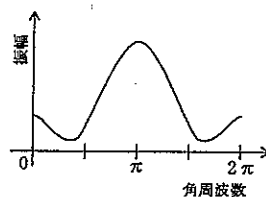
- (1) システム関数(あるいは伝達関数とも言う)を求めよ。
- (2) システム関数の極と零点を求めよ。
- (3) システムの安定性を判定せよ。その理由も述べよ。
- (4) このシステムの周波数特性のうち、振幅特性の概形を最もよく表している図は以下(a)~(d)のうちどれか。理由とともに答えよ。図を用いてもよい。



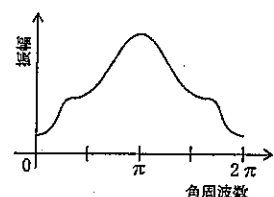
(a)



(b)



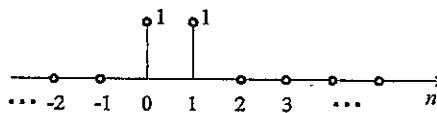
(c)



(d)

(5) このシステムに以下の入力があつたときの出力を、 $n=0,1,2$ の範囲で答えよ。

$$x[n] = \begin{cases} 0 & (n < 0) \\ 1 & (n = 0, 1) \\ 0 & (n \geq 2) \end{cases}$$



(6) 図1のシステムに [1] (3) のシステムを縦列接続した。このシステム全体に(5)と同じ入力をした場合の出力を、 $n=0,1,2$ の範囲で答えよ。

Translated words

入力 input	出力 output	関数 function	線形 linear	非線形 non-linear
回路 circuit	システム関数 system function	伝達関数 transfer function		
極 pole	零点 zero	安定性 stability	周波数特性 frequency characteristic	
振幅特性 magnitude of frequency characteristic			縦列接続 cascade connection	

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) 極限法 (method of limits)

キーワード：弁別閾 (difference threshold), 系列 (series), 長所と短所 (advantage and disadvantage)

(2) 運動視差 (motion parallax)

キーワード：方向 (direction), 速度 (velocity), 奥行き知覚 (depth perception), 発達 (development)

(3) 相貌失認 (Prosopagnosia)

キーワード：表情や性別 (facial expression and gender), 脳領域 (brain area)

(4) 可視光線 (visible ray)

キーワード：波長 (wavelength), 色覚 (color sensation), 白色光 (white light)

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) 観察学習^{かんさつがくしゅう} (observational learning)

キーワード: 攻撃行動^{こうげきこうどう} (aggressive behavior), 自己効力感^{じここうりよくかん} (self-efficacy)

(2) 神経の可塑性^{しんけい かそせい} (neural plasticity)

キーワード: ヘップの学習規則^{Hebbian learning rule} (Hebbian learning rule), シナプス (synapses)

(3) 作動記憶^{さどうきおく} (あるいは作業記憶^{さぎょうきおく}) (working memory)

キーワード: 長期記憶^{ちようきおく} (long-term memory), 短期記憶^{たんきおく} (short-term memory)

(4) 概念推進型処理^{がいねんすいしんがたしより} (conceptually-driven processing or top-down processing)

キーワード: データ推進型処理^{すいしんがたしより} (data-driven processing or bottom-up processing), 文脈^{ぶんみやく} (context)

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) 手続き的知識てつづ ちしき(procedural knowledge)

キーワード： 宣言的知識せんげん(declarative knowledge), 熟達じゆくたつ(expertise), 自動処理じどうしゅり(automatic processing)

(2) 仮説空間かせつこうかん (hypothesis space)

キーワード： 事例空間じれいこうかん(instance space), 探索たんさく(search), 発見はっけん(discovery)

(3) 概念形成がいねんけいせい(concept formation)

キーワード： 一般化いっぱんか(generalization), 学習がくしゅう(learning), プロトタイプ(prototype)

(4) メンタルモデル(mental model)

キーワード： 外界がいがい(external world), 仮説かせつ(hypothesis), インタフェース(interface)

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

を選択し、解答せよ。

A. 感覚・知覚

注意(attention)に関する次の文章を読んで、以下の設問に答えなさい。

A scientific study from the University of Exeter in England suggests that penalty shot takers at this year's World Cup in South Africa follow some surprising and unconventional advice to increase their chances of scoring. Exeter psychologist Greg Wood, says the shooters should ignore the goalkeepers.

Exeter psychologist Greg Wood specializes in how anxiety affects visual attention. In a recent study, he looked at the mechanisms behind how anxiety affects players preparing to take penalty kicks in football matches.

For the study, Wood tracked the eye-movements of players preparing to take penalty kicks in shootouts and put the players under "low anxious" and "high anxious" conditions.

"What we found is that when they were anxious, they were more likely to focus and be worried about the actions of the goalkeeper, and look at the goalkeeper quicker and for longer periods of time," said Greg Wood. Wood says there is a connection between where the shooters look and the motor actions guiding where they aim the ball, because people tend to focus on things in the environment that appear more threatening. For a penalty shot taker, the goalkeeper is the threat, so the study also looked at how goalkeepers could make themselves appear more threatening to increase their success rate.

"So we made him a stationary goalkeeper or a distracting goalkeeper, who waved his arms up and down," he said. "What we found is when the goalkeepers were distracting, they were more likely to induce shots that were hit closer to the center of the goal, making it easier for the goalkeeper to react and save the shots."

But is a goalie attempting to distract the penalty shooter in keeping with standards of fair play? "Whether it's sporting or not, I think in today's sports, athletes strive to gain any advantage so that they can win," said Wood. "It's not against the rules, so I don't think there is any problem with doing it."

Penalty shootouts could become a key factor in this year's World Cup in South Africa. Since they were introduced in 1982 to settle matches still tied after extra time, 20 shootouts have taken place in seven World Cup tournaments. That includes shootouts in two finals, which decided the champions in 1994 and 2006. So the best advice, at least from the Exeter study, is for shooters to focus on where they plan to shoot the ball and ignore the goalkeeper.

(from Voice of America, 08 July 2010)

(1) ペナルティーキックをする選手（キッカー：kicker）の注意を調べるために、心理学者（psychologist）はどのような実験を行ったか、文章全体を読んで、心理学者が行った手続き（procedure）と設定を具体的に記述しなさい。

(2) ここで報告されている実験において、キッカーはどのような行動をすることが明らかになったか説明しなさい。

(3) なぜ(2)のような結果が生じたと考えられるか、説明しなさい。

(4) ここで心理学者が行っている実験は、顕在的注意（overt attention）と潜在的注意（covert attention）のどちらを調べているかと、その理由を答えなさい。

B. 学習・記憶

米ミシガン大の研究チームは、消費者調査(consumer survey)と称して、大学生 40 人にあたかも music store にいるように、CD30 枚から欲しい 10 枚を選んで順位(rank)をつけさせ、調査参加への謝礼として 5 位か 6 位の CD のうちの 1 枚を選ばせて与えた。次に、先の調査に参加した 21 人(No washing 群)には商品調査(product survey)と称して、液体せっけん(liquid soap)の容器の外見を調べさせ、残りの 19 人(Hand washing 群)には液体せっけんで手を洗わせた。その後、店を立ち去るお客の考えをスポンサー(sponsor)に伝えるという理由で、もう一度、両群に以前の CD を 10 位まで順位づけさせた。

手洗いした Hand washing 群は 1 回目(平均 0.68)とほぼ同じ順位(平均 1.00)をつけたが、手を洗わなかった No washing 群は謝礼として自分がもらった CD を 1 回目の順位(平均 0.14)より約 1.9 位高い順位(平均 2.05)を示した。Figure 1 (下図 Fig. 1)は、どちらかの CD をもらう前の順位 (差 = 選んだ CD の順位 - 選ばなかった CD の順位) と、もらった後で最終的に行った CD に対する順位 (差) とを、No washing 群と Hand washing 群の別に示す。

上の実験(研究 1)とは別に、新たな学生 85 人に果物ジャムで類似の実験(研究 2)を実施したところ同様の結果が得られた。

【図省略】

(After Spike W. S. Lee and Norbert Schwarz, SCIENCE, Vol. 328, 7 May 2010)

設問： (1) Fig. 1 を利用して、この実験が示す結果とその解釈^{かいしゃく}を No washing 群と Hand washing 群の別に記述せよ。

(2) 本研究の結果に関係する現象は、心理学の研究では、何と呼ばれているか。またそれを扱った代表的な実験例を記述せよ。

(3) 本実験結果は何を示し、その示唆することを確証するために、今後どのような実験的検討が必要かを記述せよ。

C. 思考・問題解決

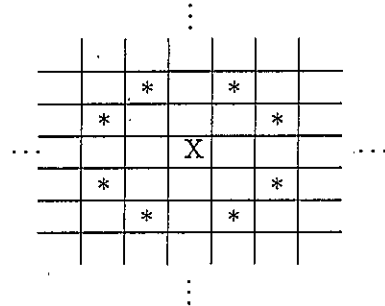
高次認知過程こうじにんちかてい(higher order cognition)を研究するほうほうろん方法論(methodology)として、プロトコル分析(protocol analysis)がある。

- (1) プロトコル分析の概要がいよう、および実施じっしの手続きてつづについて述べよ。
- (2) 回顧データかいこ (retrospective data) とプロトコルデータとの違いを述べよ。
- (3) プロトコル分析の長所ちようしよ (advantages)と短所たんしよ (disadvantages)についてまとめよ。

プログラミング

次の問題を^{きしじゆんかいもんだい}騎士巡回問題 (knight tour problem) という。

$N \times N$ のチェス盤 (N は正整数) が与えられているとする。一つの騎士が、指定された出発点から、どの^{ますめ}柁目 (square) も 2 度以上訪れることなく、すべての柁目を訪れる移動経路があればその一つを発見せよ。なければないと答えよ。



ただし、右の図において、騎士は現在の柁目 X から * のある柁目だけに移動できる。

アルゴリズム 1 は、騎士巡回問題を解くための^{さいき}再帰 (recursive) アルゴリズムである。リスト 1 は、アルゴリズム 1 を実装する C プログラムであり、 N と出発点は 2,3,4 行の DEFINE 文で与えられている。ただし、1-1 ~ 1-8, 2 ~ 4 の部分は未完成である。なお、リスト 1 の行頭の数字は行番号を表し、プログラムには含まれない。次の問いに答えよ。

- (1) リスト 1 の 17 行 ~ 20 行の 1-1 ~ 1-8 に適切な値を入れよ。
- (2) リスト 1 の 31 行の if 文の条件 2 を 80 文字以内で適切に与えよ。
- (3) リスト 1 の 33 行の if 文の条件 3 を 10 文字以内で適切に与えよ。
- (4) リスト 1 の 35 行がアルゴリズム 1 の 18 行に対応するように、4 を 20 文字以内で適切に与えよ。
- (5) リスト 1 の 6 行で^{せんげん}宣言 (declare) されている^{へんすう}変数 (variable) board の役割を述べよ。
- (6) リスト 1 の try の 3 つの^{かりひきすう}仮引数 (formal parameter) の役割を述べよ。
- (7) 完成したリスト 1 のプログラムを実行したとき、try の最初の 5 回の呼出のそれぞれについて、^{じつひきすう}実引数 (actual parameter) の値を示せ。また、5 回目の呼出の直前の board の値を 5 行 5 列の表の形で示せ。
- (8) 指定された出発点からのすべての移動経路を求めるプログラムは、リスト 1 の 33 行と 34 行のみを適切に変更することで得られる。変更後の 33 行と 34 行をそれぞれ 80 文字以内で与えよ。

アルゴリズム 1 騎士巡回問題アルゴリズム

- 1: 各種の初期化 (initialization) をする
 - 2: 出発点の枡目を指定して try を呼び出す
 - 3: 印刷された移動経路がなければ「ない」を出力する
 - 4: **procedure** try
 - 5: 本手続き (procedure) に必要な初期化を行う
 - 6: **for each** 騎士の移動 **do**
 - 7: **if** 移動後の枡目がチェス盤の上であり, かつ, まだ訪問していない **then**
 - 8: 移動後の枡目をそれまでの移動経路に追加する
 - 9: **if** すべてを訪問した **then**
 - 10: 移動経路を印刷する
 - 11: 成功を返す
 - 12: **else**
 - 13: 現在位置を移動先に移して, try を再帰呼び出しする
 - 14: **if** 再帰呼び出しの結果が成功 **then**
 - 15: 成功を返す
 - 16: **end if**
 - 17: **end if**
 - 18: 最後に追加された枡目を移動経路から取り除く
 - 19: **end if**
 - 20: **do end**
 - 21: 失敗を返す
 - 22: **end procedure**
-

リスト 1: find-one-knight-tour.c

```
1 #include <stdio.h>
2 #define N 5
3 #define STARTROW 0
4 #define STARTCOL 2
5
6 int board[N][N], moverow[8], movecol[8], nsols;
7 int try(int,int,int);
8 void printout();
9
10 main() {
11     int i,j;
12     nsols = 0;
```

```

13 moverow[0]= 2; movecol[0]= 1;
14 moverow[1]= 1; movecol[1]= 2;
15 moverow[2]=-1; movecol[2]= 2;
16 moverow[3]=-2; movecol[3]= 1;
17 moverow[4]= 1-1 ; movecol[4]= 1-2 ;
18 moverow[5]= 1-3 ; movecol[5]= 1-4 ;
19 moverow[6]= 1-5 ; movecol[6]= 1-6 ;
20 moverow[7]= 1-7 ; movecol[7]= 1-8 ;
21 for (i=0; i<N; i++) for (j=0; j<N; j++) board[i][j] = 0;
22 board[STARTROW][STARTCOL] = 1;
23 try(2,STARTROW,STARTCOL);
24 if (nsols==0) puts("No solution.");
25 }
26
27 int try(int i, int x, int y) {
28     int u,v,k;
29     for (k=0; k<8; k++) {
30         u = x + moverow[k]; v = y + movecol[k];
31         if ( 2 ) {
32             board[u][v] = i;
33             if ( 3 ) { nsols++; printout(); return 1; }
34             else { if (try(i+1,u,v)==1) return 1; }
35             4 ;
36         }
37     }
38     return 0;
39 }
40
41 void printout() {
42     int i,j;
43     printf("-- result %d --\n", nsols);
44     for (i=0; i<N; i++) {
45         for (j=0; j<N; j++) printf("%2d ", board[i][j]);
46         puts("");
47     }
48 }

```