

平成17年度 大学院博士(前期)課程入学者選抜学力試験

専 門 科 目 [90分]

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かないでください。
2. 出題科目およびページとそれぞれの領域における科目の選択方法は、下表のとおりです。なお、ページ番号のついていない紙は下書き用紙です。

領 域	出 題 科 目	ペ ー ジ	問 題 数	選 択 方 法
複雑系科学 領域	微 分 方 程 式	1	1 問	左の4科目のうちから 3科目を選択し、解答 してください。
	確 率 統 計 学	2	1 問	
	情 報 数 学	3	1 問	
	ベ ク ト ル 解 析	4	1 問	
知能情報科学 領域	情 報 数 学	3	1 問	左の4科目のうちから 3科目を選択し、解答 してください。
	形式言語とオートマトン	5	1 問	
	人 工 知 能	6	1 問	
	ロ ボ テ ィ ク ス	7～8	1 問	
情報アーキテ クチャ領域	情 報 数 学	3	1 問	左の4科目のうちから 3科目を選択し、解答 してください。
	形式言語とオートマトン	5	1 問	
	デ ィ ジ タ ル 論 理 回 路	9	1 問	
	デ ー タ ベ ー ス 工 学	10	1 問	
メディアデザ イン領域	認 知 心 理 学	11	1 問	左の3科目すべてを解 答してください。
	情 報 デ ザ イ ン	12	1 問	
	ヒューマンインタフェース	13	1 問	

3. 解答用紙は6枚に分かれているので、1科目に2枚の解答用紙を用いてください。解答に用いなかった解答用紙も含め、すべての解答用紙の所定欄に選択した領域名、科目名、受験番号と氏名をはっきりと記入してください。
4. 解答欄内には問題番号（I, IIなど）を、問いなどがある場合には問いの番号（問1など）も記入してから解答を始めてください。
5. 計算または下書き用紙3枚と下書き用原稿用紙1枚が解答用紙と一緒にあります。
6. 試験中に問題冊子の印刷不明瞭、ページの落丁・乱丁および解答用紙の汚れ等に気がついた場合は、静かに手を上げて監督員に知らせてください。
7. 試験終了後、問題冊子および下書き用紙は持ち帰ってください。
8. 設問ごとに配点が記されています。

微分方程式

- I 次の連立微分方程式を解け. ただし x, y はそれぞれ t の関数で,
 $x' = \frac{dx}{dt}, y' = \frac{dy}{dt}$ とする. (配点 50 点)

$$\begin{cases} y' + 2x' + y + 2x = e^{-t} \\ x' - 2y - 3x = 2 \end{cases}$$

微分方程式の問題は、このページで終了である.

確率統計学

- I ある工場で生産されている製品の不良品比率を p とする. この製品の中から n 個を無作為抽出した標本の不良品比率を

$$\hat{p} \equiv \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

とする. 但し, X_i は i 番目の標本が不良品の場合 1, 良品の場合 0 である. この標本の不良品比率 \hat{p} を用いて, 製品の不良品比率がある値 p_0 より大きいかどうかを片側検定したい. このとき, 以下の問いに答えよ. (配点 50 点)

- 問 1 連続確率変数 Y が $|Y| < 1.64$ である確率を $P(|Y| < 1.64)$ で表す. Y が標準正規分布に従うとき, $P(|Y| < 1.64) = 0.90$ であり, $P(|Y| < 1.96) = 0.95$ である. 連続確率変数 Z が平均値 1, 分散 1^2 である正規分布 $N(1, 1^2)$ に従うとき, $P(-\infty < Z < 1)$ と $P(2.64 < Z < 2.96)$ の値を求めよ.

- 問 2 製品の不良品比率 p が p_0 より大きいかどうかを片側検定するための帰無仮説 H_0 と対立仮説 H_1 を決定せよ.

- 問 3 $n = 39600$, $p = 0.01$ であるとき, 標本の不良品比率 \hat{p} の確率分布 (確率密度関数) を求めよ. ただし, 離散確率変数 T が 2 項分布 $B(n, q)$ に従うとき, T の平均値と分散は, それぞれ nq と $nq(1 - q)$ となる. さらに, $n = 39600$ を十分大きな数であるとみなしてもよい.

- 問 4 $n = 39600$, $p_0 = 0.01$, 有意水準 5% であるとき, 製品の不良品比率 p が p_0 より大きいかどうかを片側検定するための棄却域を求めよ.

確率統計学の問題は, このページで終りである.

情報数学

I 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。(配点 50 点)

空ではなく、有限個の要素をもつ集合 U が与えられているものとする。
 U の任意の部分集合 A, B に対して集合演算を以下のように定義する。

$$\text{和 } A \cup B \stackrel{\text{def}}{=} \{x \mid x \in A \text{ または } x \in B\}$$

$$\text{積 } A \cap B \stackrel{\text{def}}{=} \{x \mid x \in A \text{ かつ } x \in B\}$$

$$\text{補 } \bar{A} \stackrel{\text{def}}{=} \{x \mid x \in U \text{ かつ } x \notin A\}$$

このとき、 $A \cup B, A \cap B, \bar{A}$ を、それぞれ A, B の和集合、 A, B の積集合、 A の補集合とよぶ。

問1 演算 差を $A - B \stackrel{\text{def}}{=} \{x \mid x \in A \text{ かつ } x \notin B\}$ とする。このとき、 $A - B$ を A, B および演算 $\cup, \cap, \bar{}$ を用いて簡潔に表現せよ。ただし、根拠を示す必要はない。

問2 集合の要素の数である「集合の大きさ」が $|X|$ で表現されるとき、

$$|A \cup B| + |A \cap B| = |A| + |B|$$

であることを示せ。

問3 $|U| = 2$ の場合、その要素を $a, b \in U, a \neq b$ とすると、 U の部分集合は $\{\}, \{a\}, \{b\}, \{a, b\}$ の 4 つであることを示せ。

情報数学の問題は、このページで終りである。

ベクトル解析

- I 原点 O および相異なる二つの方向余弦 $\mathbf{d}_1, \mathbf{d}_2$ で定まる平面へ, この平面上にない点 P から下した垂線の足を H とする. このとき, \overrightarrow{PH} を $\mathbf{r}_0 = \overrightarrow{OP}$, $\mathbf{d}_1, \mathbf{d}_2$ を用いて表せ. ただし, $\mathbf{d}_1 \cdot \mathbf{d}_2 \neq 0$ とする. (配点 50 点)

ベクトル解析の問題は, このページで終りである.

形式言語とオートマトン

I 図1のオートマトン A において、以下の問いに答えよ。(配点 50 点)

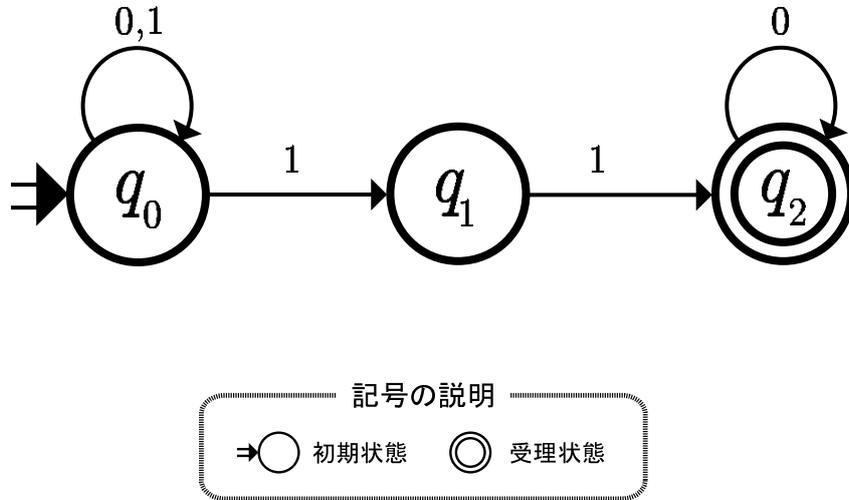


図 1: 非決定性オートマトン A

- 問 1 オートマトン A が受理する言語を正規表現で答えよ.
- 問 2 図1のオートマトン A を決定性オートマトン B に変換することを考える. 初期状態 q_0 のみからなる集合 $\{q_0\}$ を B の初期状態 S_0 とする. S_0 に 0 が入力されると遷移先は S_0 である. では, S_0 に 1 が入力されたときの遷移先の状態を S_1 としたとき, S_1 を A の状態の集合として表せ.
- 問 3 B の状態 S_1 に 0 が入力されたときの遷移先の状態を示せ. 状態 S_1 に 1 が入力されたときの遷移先の状態を示せ. 遷移先の状態が S_0 でも S_1 でもないときには, B の新しい状態を作り, それを A の状態の集合として表せ.
- 問 4 新しい状態が生成されなくなるまで, 0 と 1 が入力されたときの遷移先を調べることにより, A と等価な決定性オートマトン B を求めよ.
- 問 5 問 4 で行なう操作は, 必ず有限の時間で終わる. その操作が有限時間で終わることを示せ.

形式言語とオートマトンの問題は、このページで終りである.

人工知能

- I 3目並べというゲームに対して MiniMax アルゴリズムで次の一手を探索することを考える. 3目並べとは, 3×3 の盤面が与えられ, ●と○を持つプレイヤーが交互に石を置き, 先に縦, 横, 斜めのいずれか一つ以上の方向に三つ連続して石を並べた方が勝つゲームである. このとき, 以下の問いに答えよ. (配点 50 点)

- 問1 局面が図1のようになっていたとする(局面1とする). 次は●の手番である. 局面1から勝負がつくまでのゲーム木を完成せよ.

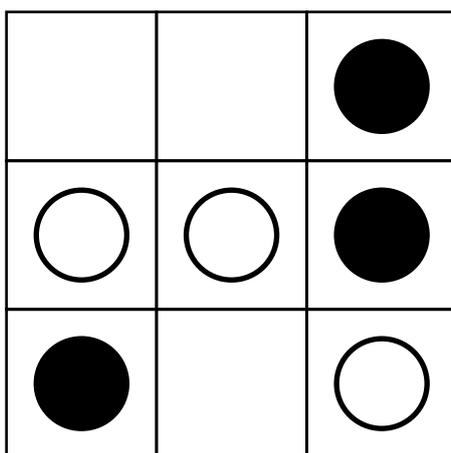


図 1: 局面 1

- 問2 ●からみて勝ちの評価値を $+\infty$, 負けの評価値を $-\infty$, 引き分けの評価値を 0 として, 問1で作成したゲーム木のすべての終端(葉)ノードに評価値を与えよ.
- 問3 問2で割り当てた終端ノードの評価値に基づき MiniMax アルゴリズムを適用して局面1で●が指すべき手を探索せよ(問1で作成したゲーム木において指すべき枝を太字にせよ).
- 問4 MiniMax アルゴリズムを記述せよ. ただし, 末端ノードの評価値 ($+\infty$, $-\infty$, 0 のいずれか) を用いるものとする.

人工知能の問題は, このページで終りである.

ロボティクス

- I DC モータで首が回転するロボットヘッドの制御を考える。ロボットヘッドに対して直交座標系が図1のように設定されており、首が z 軸回りに回転することによりロボットヘッドの向く方向が変化する。ロボットヘッドの向いている方向が x 軸の正の方向と一致した状態を初期状態とし、このときの首の角度を $0[\text{rad}]$ とする。また、ロボットの首の角度（単位はラジアン $[\text{rad}]$ ）は、 xy 平面において半時計回りに正の値をとるものとする。このとき、以下の問いに答えよ。（配点 50 点）

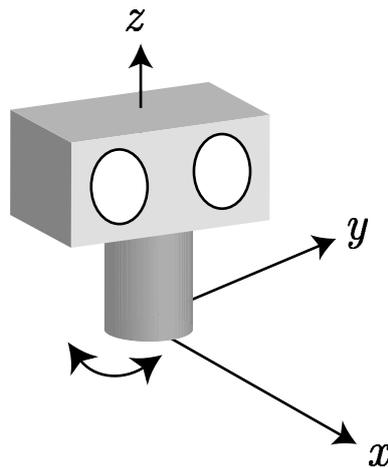


図 1: ロボットヘッド

- 問1 ロボットの首にポテンショメータが取り付けられており、首の角度に比例した電圧 e_o を出力するものとする。実際のロボットの首の角度が目標の角度と一致するようフィードバック制御をかける場合、モータに加えるべき電圧 e_m を答えよ。ただし、ロボットの首の目標角度は電圧 e_i で与えられ、 e_m は入力電圧を K_c 倍に増幅する増幅回路を通じて供給されるものとする。

- 問2 モータの回転が減速比 K_g のギアを介して首に伝えられるものとする、

$$\text{モータの回転数} = \text{減速比} \times \text{首の回転数}$$

の関係が成り立つ。モータの回転速度（単位時間あたりのモータの回転数）が時間 t の関数 n として与えられた場合、首の角度 h を n により表せ。

問3 ロボットヘッドを指定した方向に向かせるためのフィードバック制御系をブロック線図で表せ。ただし、ブロック線図は以下の要件を満たさなければならない。

- (1) 制御系の入力を首の目標角度を与える電圧，出力を首の角度とする。
- (2) e_i, e_o, e_m, n, h をラプラス変換したものは，それぞれ E_i, E_o, E_m, N, H と表すものとする。
- (3) 制御系を構成する要素ごとにその入出力と伝達関数を記入すること。
- (4) モータを一次遅れ要素と仮定し，その定数と時定数はそれぞれ K_m, T_m とする。
- (5) ポテンシオメータは角度に比例した電圧を出力するものとし，その比例定数を K_p とする。

ロボティクスの問題は，このページで終りである。

デジタル論理回路

- I クロックが入力されるたびに0-1の反転(トグルという)を行う同期式順序回路を設計したい. この回路は入力 T と出力 Z を持ち, $T = 1$ にすると前の時刻の出力から反転した値を出力し, $T = 0$ にすると前の時刻の出力と同じ値を出力する. たとえば次のような動作をする. このとき, 以下の問いに答えよ. (配点 50 点)

クロック CLK	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
入力 T	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0
出力 Z	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0

- 問1 この回路に入力 T として, 0, 1, 0, 1, 0, と 0, 1 の繰り返しを与えた場合, どのような出力 Z が得られるか示せ.
- 問2 この回路を2個用意し, 1個目の Z を2個目の T に接続し, 1個目の入力 T に問1と同じデータを入力した場合, 2個目の出力はどのような数列になるか示せ.
- 問3 この回路の状態遷移図を作成せよ. ただし, 1時刻前の状態が0であるときを S_0 , 1であるときを S_1 で表すものとする.
- 問4 この同期式順序回路をDフリップフロップで実現するものとして設計せよ. 設計の過程と回路図を記すこと.

デジタル論理回路の問題は, このページで終りである.

データベース工学

I 次の文章を読み、以下の問いに答えよ。（配点 50 点）

会員制レンタル DVD 店で、貸出し用に用意された DVD ソフトと会員への貸出し状況をデータベース化するために、下に示すようなリレーション DVD 情報とリレーション貸出し情報を作成した。

DVD 情報 (タイトル, 販売元, リージョンコード, 管理コード)

貸出し情報 (会員番号, 会員名, 管理コード, 貸出日)

この店では個々の DVD ソフトを区別するために管理コードを決めて管理しており、また、会員には一人一人会員番号を付けている。各会員は同時に複数の DVD を借りることができるが、同一の DVD を複数借りることはできないものとする。

DVD 情報

タイトル	販売元	リージョンコード	管理コード
ABC	A	2	12345
DEF	A	2	13526
GHI	B	2	22036
ABC	B	1	42111

貸出し情報

会員番号	会員名	管理コード	貸出日
1000	田中	13526	9月3日
1000	田中	22036	9月5日
1001	高橋	12345	8月31日
1002	佐藤	13526	9月9日

問 1 リレーション DVD 情報の主キーはどれであると考えられるか？

問 2 リレーション貸出し情報の候補キーをすべて答えよ。

問 3 リレーション貸出し情報について完全関数従属関係をすべて答えよ。

問 4 リレーション貸出し情報は第一正規形である。第二正規形になるようにリレーションを情報無損失分解せよ。その際、リレーション名も付けること。

問 5 上記のリレーションから、誰にも貸出されていない DVD すべての管理コードを問い合わせる SQL 文を記述せよ。その際、EXISTS 述語を使用すること。

データベース工学の問題は、このページで終りである。

認知心理学

I 認知心理学では、主として実験・質問紙・行動観察の三つの方法で行動的データを測定する。これら三つの方法について、以下の問いに答えよ。（配点 50 点）

問1 三つの方法はどのような特徴をもつか、それぞれ 100 字以内で論述せよ。

問2 認知心理学の実験でよく使われる従属変数のうち、閾値、マグニチュード推定量、正答率、反応時間の四つについて、それぞれどのようなものか、60 字以内で説明せよ。

認知心理学の問題は、このページで終りである。

情報デザイン

- I 図1には三つの属性（作成日・サイズ・種類）を持った6個のファイルがある。これらのファイルの属性が視覚的に分かるよう鉛筆で図解（ピクトグラムやダイアグラム）して示し、その制作意図を簡潔に説明せよ。（配点 50 点）

2004. 3. 20、作成 11. 5MB ドローソフトファイル	2004. 8. 20、作成 1. 2MB テキストファイル
2004. 4. 20、作成 5. 5MB ペイントソフトファイル	2004. 6. 20、作成 7. 5MB ドローソフトファイル
2004. 5. 20、作成 15. 5MB ペイントソフトファイル	2004. 7. 20、作成 650KB テキストファイル

図 1: 三つの属性（作成日・サイズ・種類）を持った 6 個のファイル

情報デザインの問題は、このページで終りである。

ヒューマンインタフェース

- I 図1はある銀行端末(ATM)の振込金額入力画面である。この画面について、以下の問いに答えよ。(配点50点)

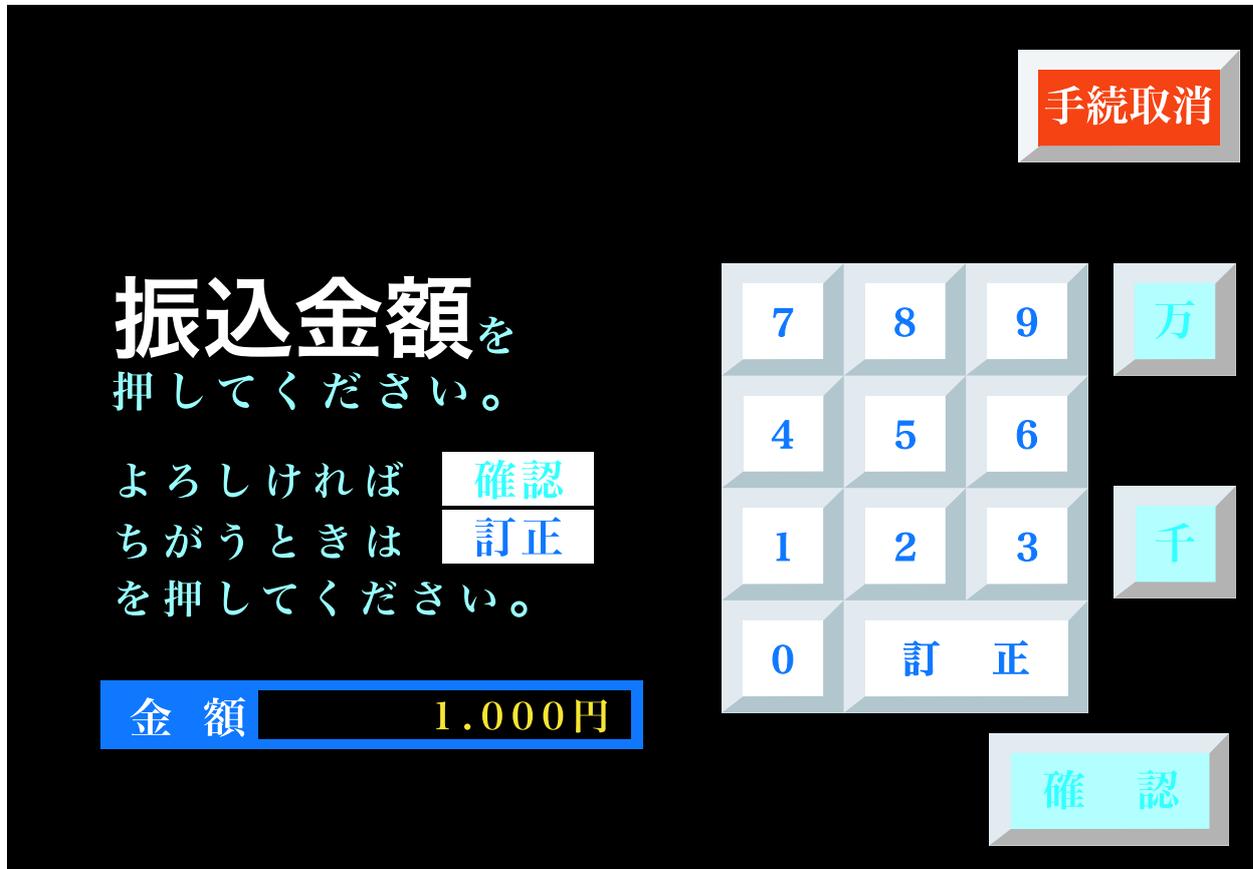


図1: ATMの振込金額入力画面(縮尺1/1)

- 問1 人間の視覚特性、認知特性および身体特性からみて、この画面の問題点を五つあげよ。
- 問2 図1の銀行ATMの画面を高齢者にも使いやすくするための改良案を鉛筆で図示し、それぞれの改良点について簡潔に説明せよ。

ヒューマンインタフェースの問題は、このページで終りである。

解 答 冊 子

博士(前期)・専門科目

氏名	
----	--

受験番号									
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

専門科目 解答用紙 (1)

領 域 名

科 目 名

--

点

専門科目 (1)

(枠内に解答を書くこと)



氏名	
----	--

受験番号									
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

専門科目 解答用紙 (2)

領 域 名

科 目 名

--

点

専門科目 (2)

(枠内に解答を書くこと)



氏名	
----	--

受験番号									
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

専門科目 解答用紙 (3)

領 域 名

科 目 名

--

点

専門科目 (3)

(枠内に解答を書くこと)



氏名	
----	--

受験番号									
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

専門科目 解答用紙 (4)

領 域 名

科 目 名

--

点

専門科目 (4)

(枠内に解答を書くこと)



氏名	
----	--

受験番号									
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

専門科目 解答用紙 (5)

領 域 名

科 目 名

--

点

専門科目 (5)

(枠内に解答を書くこと)



氏名	
----	--

受験番号									
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

専門科目 解答用紙 (6)

領 域 名

科 目 名

--

点

専門科目 (6)

(枠内に解答を書くこと)



[計算用紙/下書き用紙]

[計算用紙/下書き用紙]

[計算用紙/下書き用紙]

[下 書 き 用 原 稿 用 紙]

10 20

40

80

120

160

200

10 20

40

80

120

160

200

10 20

40

80

120

160

200

(20 字 × 10 行 × 3)