

平成25年度 大学院博士(前期)課程入学者選抜学力試験

複雑系情報科学領域

専門科目

[120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科目の選択方法は、下表のとおりです。下記の指示に従って解答した4科目の解答用紙を提出してください。なお、ページ番号のついていない紙は下書き用紙です。

出題科目	ページ	問題数	選択方法
アルゴリズムとデータ構造	1	1問	左の6科目のうちから4科目を選択し、解答してください。
線形代数学	2	1問	
解析学	3	1問	
情報数学	4	2問	
応用数学	5	2問	
データベース工学	6～7	1問	

3. 解答用紙は12枚に分かれているので、1科目に3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科目名、受験番号をはっきりと記入してください。
4. 解答冊子の表紙の所定欄に受験番号と氏名をはっきりと記入してください。さらに、選択する科目名の先頭に○印を記入してください。
5. 解答欄内に指定された問題番号（I, IIなど）、問いの番号（問1など）が明記されていない場合には、問題番号、問いの番号を記入してから解答を始めてください。
6. 計算または下書き用紙4枚が解答用紙と一緒にあります。
7. 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。
8. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。
9. 問題ごとに配点が記されています。

アルゴリズムとデータ構造

I 配列と連結リスト（片方向リスト）にそれぞれ以下の要素が先頭から格納されている。

(n, f, b, t, d, r, p, h, a, k, j)

このとき、配列と連結リストについて、以下の問いに答えよ。（配点 50 点）

問1 それぞれのデータ構造に対して、先頭から5番目の要素を参照することを考える。(C言語, Javaなどのような0オリジンの)配列の場合、添え字4を指定することにより直接参照することができる。これに対し、連結リストで先頭から5番目の要素を参照するにはどのような作業が必要か。参照手順を「ポインタ」というキーワードを使って説明せよ。

問2 それぞれのデータ構造に対して、先頭から5番目の要素の後に要素“c”を挿入することを考える。配列の場合、添え字を指定して、5番目の後の6番目(0オリジンの場合、添え字5)にアクセスする。6番目の要素をバッファ1に格納する。“c”を6番目に格納する。バッファ1の要素をバッファ2に格納する。次に7番目の要素をバッファ1に格納しておき、バッファ2の要素を7番目に格納する。バッファ1の要素をバッファ2に格納する。以下、配列の最後の要素まで、これを繰り返す。

これに対し、連結リストで先頭から5番目の要素の後に要素“c”を挿入するにはどのような作業が必要か。挿入手順を説明せよ。

問3 それぞれのデータ構造に対して、要素“p”を探索する手順を説明せよ。

問4 配列と連結リストについて、探索に必要な計算量を入力データの大きさ n の関数としてそれぞれ答えよ。ただし、計算量が定数の場合は、 $O(1)$ とする。

問5 配列と連結リストについて、挿入場所が分かっているときの挿入に必要な計算量を入力データの大きさ n の関数としてそれぞれ答えよ。ただし、計算量が定数の場合は、 $O(1)$ とする。

アルゴリズムとデータ構造の問題は、このページで終りである。

線形代数学

I 次の 3×3 行列 A について、以下の問いに答えよ。

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a & a^2 \\ a & a^2 & 1 \\ a^2 & 1 & a \end{pmatrix}$$

ただし、 $a \in \mathbf{R}$ とする。（配点 50 点）

問 1 $a \neq 1$ のとき、 A の階数を求めよ。

問 2 $a = 1$ のとき、 A の階数を求めよ。

問 3 $a = 1$ のとき、連立 1 次方程式 $A\mathbf{x} = \mathbf{0}$ ($\mathbf{x} \in \mathbf{R}^3$) の解空間の基底を求めよ。

線形代数学の問題は、このページで終りである。

解析学

I 閉区間 $[0, 1]$ 上の関数列 $\{f_n(x)\}$ を

$$f_n(x) = nxe^{-nx} \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

で定める. このとき, 以下の問いに答えよ. (配点 50 点)

問 1 $f_n(x)$ の $[0, 1]$ における最大値を求めよ.

問 2 各点 $x \in [0, 1]$ に対して, $\lim_{n \rightarrow \infty} f_n(x)$ を求めよ.

問 3 $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\int_0^1 f_n(x) dx \right)$ を求めよ.

解析学の問題は, このページで終りである.

情報数学

I $X = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ とする. X から X への写像 σ に関して,

$$\sigma = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ a_1 & a_2 & a_3 & a_4 & a_5 \end{pmatrix}$$

は $\sigma(i) = a_i$ ($i = 1, 2, 3, 4, 5$) を意味する. σ^{-1} で σ の逆写像を, 自然数 k に対して σ^k で σ の k 次の合成写像を表すとする.

$$f = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 4 & 5 & 1 & 2 & 3 \end{pmatrix}, \quad g = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 1 \end{pmatrix}$$

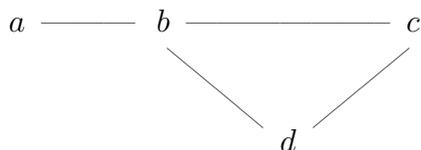
とそれぞれ表される X から X への写像 f, g について, 以下の問いに答えよ. (配点 25 点)

問1 逆写像 f^{-1} と合成写像 $f \circ g$ をそれぞれ求めよ.

問2 g^2, g^3 をそれぞれ求めよ.

問3 m, n を自然数として, 合成写像 $f^m \circ g^n$ が恒等写像になるための m, n の条件を求めよ.

II 次のグラフについて, 以下の問いに答えよ. (配点 25 点)



問1 グラフの隣接行列 A を求めよ. また, A^3 も求めよ.

問2 節点 b から節点 d へ至る長さ 3 の経路はいくつあるか答えよ.

問3 節点 b から節点 d に至る長さ 3 の経路をすべて求めよ.

情報数学の問題は, このページで終りである.

応用数学

I 未知関数 $x = x(t)$, $y = y(t)$ に対する連立微分方程式

$$\begin{cases} \dot{x} = 3y \\ \dot{y} = x + 2y \end{cases} \quad (\text{ただし, } \cdot \text{ は変数 } t \text{ に関する微分とする})$$

について, 以下の問いに答えよ. (配点 30 点)

問1 x は定数係数の微分方程式 $\ddot{x} + a\dot{x} + bx = 0$ をみたす. その定数 a, b をそれぞれ求めよ.

問2 連立微分方程式の一般解を求めよ.

II 閉区間 $[-\pi, \pi]$ で定義された関数

$$f(x) = \begin{cases} -1 & (-\pi \leq x < 0) \\ 0 & (x = 0) \\ 1 & (0 < x \leq \pi) \end{cases}$$

のフーリエ級数を求めよ. (配点 20 点)

応用数学の問題は, このページで終りである.

データベース工学

I 美術館に所蔵されている絵画作品の情報を管理する関係データベースを考える。絵画作品の情報は以下のものとする。

- 作品名 (painting)
- 作品の年代 (year)
- 作者名 (artist)
- 所蔵美術館名 (museum)

絵画作品に関するリレーション collection (painting, year, artist, museum) を考え, painting が一意であるとき, 以下の問いに答えよ。(配点 50 点)

問1 表1のデータが, リレーション collection によって管理されているものとする。次の SQL 文によって導出される結果を示せ。また, その導出結果が何を表しているかについて説明せよ。さらに, 導出に使われている関係演算の名前を用いて, その SQL 文を説明せよ。

```
SELECT painting, artist FROM collection WHERE museum="美術史美術館"
```

表 1

作品名	作品の年代	作者名	所蔵美術館名
絵画芸術	1666	フェルメール	美術史美術館
真珠の耳飾りの女	1665	フェルメール	マウリッツハイス美術館
地理学者	1669	フェルメール	シュテッデル美術館
手紙を読む青衣の女	1663	フェルメール	アムステルダム国立美術館
天文学者	1668	フェルメール	ルーブル美術館
バベルの塔	1563	ブリューゲル	美術史美術館
夜警	1642	レンブラント	アムステルダム国立美術館
雪の中の狩人	1565	ブリューゲル	美術史美術館

問2 表1の「真珠の耳飾りの女」より後の年代に描かれたフェルメールの作品について、その作品名、作品の年代、所蔵美術館名を出力するSQL文を記述せよ。このとき、必ず、サブクエリ（副問合せ）を用いること。また、そのSQL文によって表1のデータから導出される結果を示せ。

問3 リレーション collection に加えて、次の二つのリレーションを考える。

- 作者に関するリレーション a_info (artist, birth, death)
- 美術館に関するリレーション m_list (museum, country)

artist, birth, death は、それぞれ作者名、作者の誕生年、没年を示す。
museum, country は、それぞれ美術館の名前、美術館の所在国を示す。

さらに、次の関連があるものとする。

- 作者は複数の絵画作品を描く（この関連を paint とする）
- 美術館は複数の絵画作品を所蔵している（この関連を own とする）

このとき、リレーション collection, a_info, m_list を実体関連図で表現せよ。その際、実体集合間の数の対応関係を明記せよ。

データベース工学の問題は、このページで終りである。

平成25年度 大学院博士(前期)課程入学者選抜学力試験

知能情報科学領域

専門科目

[120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科目の選択方法は、下表のとおりです。下記の指示に従って解答した4科目の解答用紙を提出してください。なお、ページ番号のついていない紙は下書き用紙です。

出題科目	ページ	問題数	選択方法
人工知能	1	1問	左の必須科目を解答してください。 左の7科目のうちから3科目を選択し、解答してください。
アルゴリズムとデータ構造	2	1問	
線形代数学	3	1問	
解析学	4	1問	
情報数学	5	2問	
形式言語とオートマトン	6	1問	
デジタル論理回路	7～8	1問	
認知心理学	9～10	1問	

3. 解答用紙は12枚に分かれているので、必須科目については指定された解答用紙を、他の科目は1科目に3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科目名、受験番号をはっきりと記入してください。
4. 解答冊子の表紙の所定欄に受験番号と氏名をはっきりと記入してください。さらに、選択する科目名の先頭に○印を記入してください。
5. 解答欄内に指定された問題番号 (I, II など), 問いの番号 (問1 など) が明記されていない場合には, 問題番号, 問いの番号を記入してから解答を始めてください。
6. 計算または下書き用紙4枚が解答用紙と一緒にあります。
7. 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。
8. 試験終了後, 問題冊子は持ち帰ってください。
9. 問題ごとに配点が記されています。

人工知能

I 二人で交互に N 枚のカードを取っていくゲームを考える (N は自然数とする). このゲームの条件は以下の通りである.

カードは N 枚あり 1 から N までの数字が 1 つずつ書いてある.

先手と後手を決めて交互に小さい数字のカードから順番に取っていく.

カードを取る枚数は 1 枚, 2 枚, 3 枚のいずれか好きな枚数でよいが, 最低でも 1 枚は必ず取らなければいけない. たとえば N を 4 以上とすると, 先手の人は最初に「1 のカードだけ取る」, 「1 と 2 のカードを取る」, 「1 と 2 と 3 のカードを取る」という 3 通りの取り方がある. 先手が最初に 1 のカードだけ取ったとしたら後手は次に「2 のカードだけ取る」, 「2 と 3 のカードを取る」, 「2 と 3 と 4 のカードを取る」という 3 通りの取り方がある.

最後に N のカードを取った (取らされた) 方が負けとする.

このゲームは先手後手のどちらが勝つかを調べる. 以下の問いに答えよ. (配点 50 点)

問 1 $N=5$ としたときにこのゲームの探索木の全体を書きなさい.

問 2 $N=5$ でこのゲームは双方が最善を尽くしたときに先手必勝か後手必勝か答えなさい.

問 3 $N=6$ にしたときにこのゲームは双方が最善を尽くしたときに先手必勝か後手必勝か答えなさい.

問 4 一般の N (ただし N は 5 以上) に対してこのゲームは先手必勝か後手必勝か N について場合分けして答えなさい.

人工知能の問題は, このページで終りである.

アルゴリズムとデータ構造

I 配列と連結リスト（片方向リスト）にそれぞれ以下の要素が先頭から格納されている。

(n, f, b, t, d, r, p, h, a, k, j)

このとき、配列と連結リストについて、以下の問いに答えよ。（配点 50 点）

問1 それぞれのデータ構造に対して、先頭から5番目の要素を参照することを考える。(C言語, Javaなどのような0オリジンの)配列の場合、添え字4を指定することにより直接参照することができる。これに対し、連結リストで先頭から5番目の要素を参照するにはどのような作業が必要か。参照手順を「ポインタ」というキーワードを使って説明せよ。

問2 それぞれのデータ構造に対して、先頭から5番目の要素の後に要素“c”を挿入することを考える。配列の場合、添え字を指定して、5番目の後の6番目(0オリジンの場合、添え字5)にアクセスする。6番目の要素をバッファ1に格納する。“c”を6番目に格納する。バッファ1の要素をバッファ2に格納する。次に7番目の要素をバッファ1に格納しておき、バッファ2の要素を7番目に格納する。バッファ1の要素をバッファ2に格納する。以下、配列の最後の要素まで、これを繰り返す。

これに対し、連結リストで先頭から5番目の要素の後に要素“c”を挿入するにはどのような作業が必要か。挿入手順を説明せよ。

問3 それぞれのデータ構造に対して、要素“p”を探索する手順を説明せよ。

問4 配列と連結リストについて、探索に必要な計算量を入力データの大きさ n の関数としてそれぞれ答えよ。ただし、計算量が定数の場合は、 $O(1)$ とする。

問5 配列と連結リストについて、挿入場所が分かっているときの挿入に必要な計算量を入力データの大きさ n の関数としてそれぞれ答えよ。ただし、計算量が定数の場合は、 $O(1)$ とする。

アルゴリズムとデータ構造の問題は、このページで終りである。

線形代数学

I 次の 3×3 行列 A について、以下の問いに答えよ。

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a & a^2 \\ a & a^2 & 1 \\ a^2 & 1 & a \end{pmatrix}$$

ただし、 $a \in \mathbf{R}$ とする。（配点 50 点）

問 1 $a \neq 1$ のとき、 A の階数を求めよ。

問 2 $a = 1$ のとき、 A の階数を求めよ。

問 3 $a = 1$ のとき、連立 1 次方程式 $A\mathbf{x} = \mathbf{0}$ ($\mathbf{x} \in \mathbf{R}^3$) の解空間の基底を求めよ。

線形代数学の問題は、このページで終りである。

解析学

I 閉区間 $[0, 1]$ 上の関数列 $\{f_n(x)\}$ を

$$f_n(x) = nxe^{-nx} \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

で定める. このとき, 以下の問いに答えよ. (配点 50 点)

問 1 $f_n(x)$ の $[0, 1]$ における最大値を求めよ.

問 2 各点 $x \in [0, 1]$ に対して, $\lim_{n \rightarrow \infty} f_n(x)$ を求めよ.

問 3 $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\int_0^1 f_n(x) dx \right)$ を求めよ.

解析学の問題は, このページで終りである.

情報数学

I $X = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ とする. X から X への写像 σ に関して,

$$\sigma = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ a_1 & a_2 & a_3 & a_4 & a_5 \end{pmatrix}$$

は $\sigma(i) = a_i$ ($i = 1, 2, 3, 4, 5$) を意味する. σ^{-1} で σ の逆写像を, 自然数 k に対して σ^k で σ の k 次の合成写像を表すとする.

$$f = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 4 & 5 & 1 & 2 & 3 \end{pmatrix}, \quad g = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 1 \end{pmatrix}$$

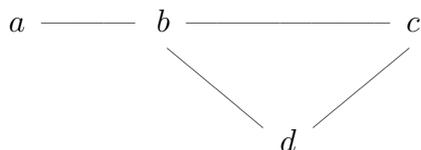
とそれぞれ表される X から X への写像 f, g について, 以下の問いに答えよ. (配点 25 点)

問1 逆写像 f^{-1} と合成写像 $f \circ g$ をそれぞれ求めよ.

問2 g^2, g^3 をそれぞれ求めよ.

問3 m, n を自然数として, 合成写像 $f^m \circ g^n$ が恒等写像になるための m, n の条件を求めよ.

II 次のグラフについて, 以下の問いに答えよ. (配点 25 点)



問1 グラフの隣接行列 A を求めよ. また, A^3 も求めよ.

問2 節点 b から節点 d へ至る長さ 3 の経路はいくつあるか答えよ.

問3 節点 b から節点 d に至る長さ 3 の経路をすべて求めよ.

情報数学の問題は, このページで終りである.

形式言語とオートマトン

I 以下の問いに答えよ。（配点 50 点）

問1 アルファベットを $\Sigma_1 = \{a, b\}$ とする．部分列 aa および bb を含まないときのみ受理する非決定性有限オートマトンの状態遷移図を示せ．

問2 問1で受理される言語に対応する正規表現を示せ．

問3 アルファベットを $\Sigma_2 = \{a, b, c\}$ とする．部分列 aa, bb および cc を含まないときのみ受理する決定性有限オートマトンの状態遷移図を示せ．

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．

デジタル論理回路

I A と B の 2 人で遊ぶ早押し判定装置を作成する．この装置の入力には，早押しのためのスイッチが 2 個，初期化のためのスイッチが 1 個ある．また，この装置の出力には，早かった方を示すための LED Y_A, Y_B ，引き分けの場合を示す LED Y_C がある．これらの関係を表 1，表 2 に示す．この装置は，スイッチ I_R を押すことで初期化を行い，その後スイッチ I_R を離すことで入力待ちの状態とし，入力待ちの状態ですwitch I_A や I_B が押されることで，「A の勝ち」，「B の勝ち」，「引き分け」の判定を行う．一度判定が下された後は，初期化のためのスイッチ I_R が押されるまで，判定が保持される．この装置を，2 個の D フリップフロップで構成される同期式順序回路で作成するとき，以下の問いに答えよ．ただし，スイッチの判定は，クロックが立ち上がった時に行うものとし，その瞬間以外では出力に変化がないものとする．（配点 50 点）

問 1 図 1 のタイミングチャートに示す入力を与えたとき，3 個の LED 出力 Y_A, Y_B, Y_C の信号の時間変化をタイミングチャートで示せ．

問 2 この装置の状態遷移図を作成せよ．

問 3 問 2 で示した状態に対し，2 ビットの値を割り当てよ．

問 4 2 個の D フリップフロップの出力を Q_1, Q_0 とするとき，この装置の状態遷移表を作成せよ．

問 5 3 個の LED 出力 Y_A, Y_B, Y_C を D フリップフロップの出力 Q_1, Q_0 の加法標準形で表せ．

表 1 スwitch の入力と判定

スイッチ			判定/動作
I_A	I_B	I_R	
0	0	0	入力なし
1	0	0	A の勝ち
0	1	0	B の勝ち
1	1	0	引き分け
X	X	1	初期化

表 2 判定と LED 出力

状態	LED 出力		
	Y_A	Y_B	Y_C
入力待ち	0	0	0
A の勝ち	1	0	0
B の勝ち	0	1	0
引き分け	0	0	1

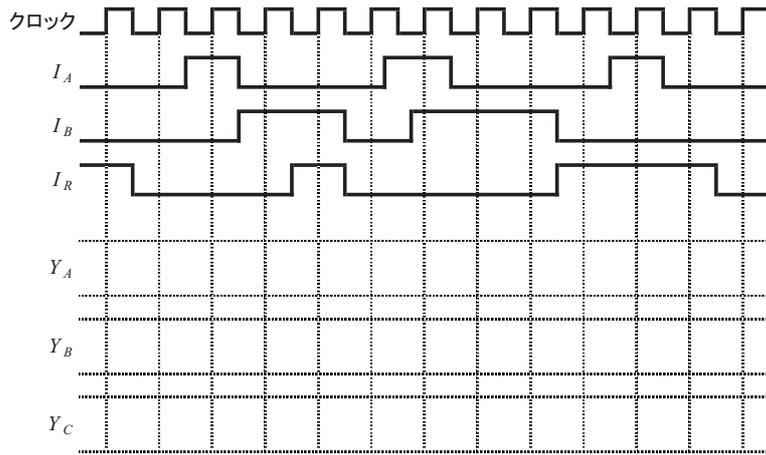


図 1 タイミングチャート

デジタル論理回路の問題は、このページで終りである。

認知心理学

I 以下の問いに答えよ。(配点 50 点)

問1 Paivio の提唱した心的イメージの「二重コード理論」によると、イメージに関わる認知とは、機能的に独立し同時に相互に連絡し合う2つの下位システムの働きからなっている。その2つのシステムについて、それぞれがどのような機能に特化しているのか説明せよ。(配点 10 点)

問2 心的イメージの空間構造については、Kosslyn らによって研究されている。研究参加者に、図1のような井戸や洞窟などいくつかの目印が描かれた地図を記憶するように教示した後、その地図を見ないで頭の中でイメージさせ、2つの目印の間を走査するのにかかる時間を調べた結果、走査にかかる時間と実際の地図上の距離の間に存在することが明らかになった関係がある。この関係について説明せよ。また、この結果から心的イメージの空間構造に存在すると示唆される特徴について説明せよ。(配点 20 点)



図1 Kosslyn, Ball, & Reiser (1978) の研究で使われた架空の地図

問3 Kosslyn は心的イメージの特性を調べるために、ウサギなどのターゲットの動物が象などの大きな生き物の隣にいる状態をイメージさせる条件と、ターゲットがハエなどの小さな生き物の隣にいる状態をイメージさせる条件に分けて、ターゲットの特徴（例えばウサギの耳の特徴）について回答を求める実験を行った。この実験の結果から、ウサギの隣にハエがいるなどターゲットの隣に小さな生き物がある状態をイメージした条件のほうがもう1つの条件よりも回答時間がより短くなるとの知見を得た。この結果は、心的イメージと視覚的体験の間にどのような共通点があることを示唆するのかを、分解能という単語を用いて説明せよ。（配点 20 点）

[引用文献] Kosslyn, S. M., Ball, T. M., & Reiser, B. J. (1978). Visual images preserve metric spatial information: Evidence from studies of image scanning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4, 47-60.

認知心理学の問題は、このページで終りである。

平成25年度 大学院博士(前期)課程入学者選抜学力試験

情報アーキテクチャ領域

専 門 科 目

[120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科目の選択方法は、下表のとおりです。下記の指示に従って解答した4科目の解答用紙を提出してください。なお、ページ番号のついていない紙は下書き用紙です。

出題科目	ページ	問題数	選択方法
アルゴリズムとデータ構造	1	1問	左の8科目のうちから4科目を選択し、解答してください。
線形代数学	2	1問	
解析学	3	1問	
情報数学	4	2問	
形式言語とオートマトン	5	1問	
ソフトウェア設計論	6～8	2問	
デジタル論理回路	9～10	1問	
データベース工学	11～12	1問	

3. 解答用紙は12枚に分かれているので、1科目に3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科目名、受験番号をはっきりと記入してください。
4. 解答冊子の表紙の所定欄に受験番号と氏名をはっきりと記入してください。さらに、選択する科目名の先頭に○印を記入してください。
5. 解答欄内に指定された問題番号（I, IIなど）、問いの番号（問1など）が明記されていない場合には、問題番号、問いの番号を記入してから解答を始めてください。
6. 計算または下書き用紙4枚が解答用紙と一緒にあります。
7. 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。
8. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。
9. 問題ごとに配点が記されています。

アルゴリズムとデータ構造

I 配列と連結リスト（片方向リスト）にそれぞれ以下の要素が先頭から格納されている。

(n, f, b, t, d, r, p, h, a, k, j)

このとき、配列と連結リストについて、以下の問いに答えよ。（配点 50 点）

問1 それぞれのデータ構造に対して、先頭から5番目の要素を参照することを考える。(C言語, Javaなどのような0オリジンの)配列の場合、添え字4を指定することにより直接参照することができる。これに対し、連結リストで先頭から5番目の要素を参照するにはどのような作業が必要か。参照手順を「ポインタ」というキーワードを使って説明せよ。

問2 それぞれのデータ構造に対して、先頭から5番目の要素の後に要素“c”を挿入することを考える。配列の場合、添え字を指定して、5番目の後の6番目(0オリジンの場合、添え字5)にアクセスする。6番目の要素をバッファ1に格納する。“c”を6番目に格納する。バッファ1の要素をバッファ2に格納する。次に7番目の要素をバッファ1に格納しておき、バッファ2の要素を7番目に格納する。バッファ1の要素をバッファ2に格納する。以下、配列の最後の要素まで、これを繰り返す。

これに対し、連結リストで先頭から5番目の要素の後に要素“c”を挿入するにはどのような作業が必要か。挿入手順を説明せよ。

問3 それぞれのデータ構造に対して、要素“p”を探索する手順を説明せよ。

問4 配列と連結リストについて、探索に必要な計算量を入力データの大きさ n の関数としてそれぞれ答えよ。ただし、計算量が定数の場合は、 $O(1)$ とする。

問5 配列と連結リストについて、挿入場所が分かっているときの挿入に必要な計算量を入力データの大きさ n の関数としてそれぞれ答えよ。ただし、計算量が定数の場合は、 $O(1)$ とする。

アルゴリズムとデータ構造の問題は、このページで終りである。

線形代数学

I 次の 3×3 行列 A について、以下の問いに答えよ。

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a & a^2 \\ a & a^2 & 1 \\ a^2 & 1 & a \end{pmatrix}$$

ただし、 $a \in \mathbf{R}$ とする。（配点 50 点）

問 1 $a \neq 1$ のとき、 A の階数を求めよ。

問 2 $a = 1$ のとき、 A の階数を求めよ。

問 3 $a = 1$ のとき、連立 1 次方程式 $A\mathbf{x} = \mathbf{0}$ ($\mathbf{x} \in \mathbf{R}^3$) の解空間の基底を求めよ。

線形代数学の問題は、このページで終りである。

解析学

I 閉区間 $[0, 1]$ 上の関数列 $\{f_n(x)\}$ を

$$f_n(x) = nxe^{-nx} \quad (n = 1, 2, 3, \dots)$$

で定める. このとき, 以下の問いに答えよ. (配点 50 点)

問 1 $f_n(x)$ の $[0, 1]$ における最大値を求めよ.

問 2 各点 $x \in [0, 1]$ に対して, $\lim_{n \rightarrow \infty} f_n(x)$ を求めよ.

問 3 $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(\int_0^1 f_n(x) dx \right)$ を求めよ.

解析学の問題は, このページで終りである.

情報数学

I $X = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ とする. X から X への写像 σ に関して,

$$\sigma = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ a_1 & a_2 & a_3 & a_4 & a_5 \end{pmatrix}$$

は $\sigma(i) = a_i$ ($i = 1, 2, 3, 4, 5$) を意味する. σ^{-1} で σ の逆写像を, 自然数 k に対して σ^k で σ の k 次の合成写像を表すとする.

$$f = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 4 & 5 & 1 & 2 & 3 \end{pmatrix}, \quad g = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 1 \end{pmatrix}$$

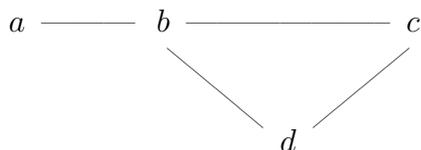
とそれぞれ表される X から X への写像 f, g について, 以下の問いに答えよ. (配点 25 点)

問1 逆写像 f^{-1} と合成写像 $f \circ g$ をそれぞれ求めよ.

問2 g^2, g^3 をそれぞれ求めよ.

問3 m, n を自然数として, 合成写像 $f^m \circ g^n$ が恒等写像になるための m, n の条件を求めよ.

II 次のグラフについて, 以下の問いに答えよ. (配点 25 点)



問1 グラフの隣接行列 A を求めよ. また, A^3 も求めよ.

問2 節点 b から節点 d へ至る長さ 3 の経路はいくつあるか答えよ.

問3 節点 b から節点 d に至る長さ 3 の経路をすべて求めよ.

情報数学の問題は, このページで終りである.

形式言語とオートマトン

I 以下の問いに答えよ。(配点 50 点)

問1 アルファベットを $\Sigma_1 = \{a, b\}$ とする. 部分列 aa および bb を含まないときのみ受理する非決定性有限オートマトンの状態遷移図を示せ.

問2 問1で受理される言語に対応する正規表現を示せ.

問3 アルファベットを $\Sigma_2 = \{a, b, c\}$ とする. 部分列 aa, bb および cc を含まないときのみ受理する決定性有限オートマトンの状態遷移図を示せ.

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.

ソフトウェア設計論

I UML (Unified Modeling Language) はいくつかの図によってシステムの設計過程における様々なモデルを表現する。UMLの図のうちの「ユースケース図」、「アクティビティ図」、「クラス図」、「シーケンス図」、「ステートマシン図」の使い方に関する以下の問いに答えよ。(配点 30 点)

問1 以下の空欄 ~ に入る最も適切な図を上で挙げた五つの中からそれぞれ一つずつ選べ。

- (1) システムの構造を表現するためには が用いられる。
- (2) システムに必要な機能を表現するためには が用いられる。
- (3) 業務プロセス, すなわち作業の流れを表現するためには が用いられる。
- (4) システムの振る舞い(動作)を表現するためには や が用いられる。
- (5) 特に, 時系列に沿った振る舞いを表現できるのが である。

問2 設計プロセスにおけるモデリングを「概念レベル」、「論理レベル」、「物理レベル」に分けることができる。それぞれのレベルのモデリングにおいて用いられる図を, 上で挙げた五つの中からそれぞれ三つずつ選べ。

II 図1は、あるストレージシステムのクラスおよびクラス間の関係を、UMLのクラス図の記法によって示したものである。以下の問いに答えよ。（配点20点）

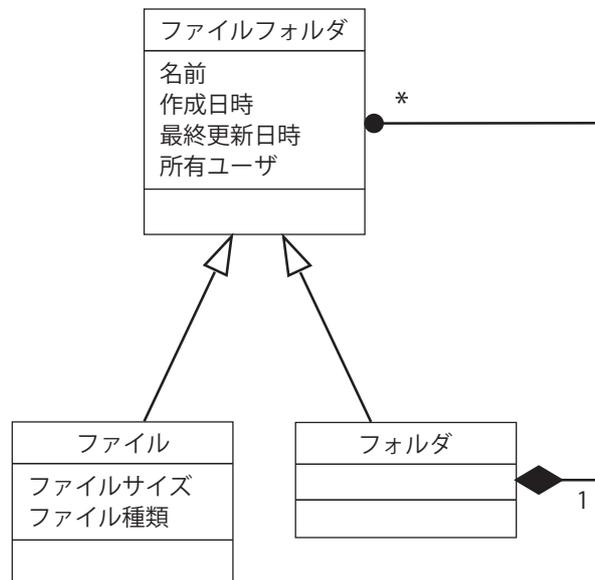


図1 ストレージシステムのクラス図

問1 次のa~eのうち、図1が示すものとして正しいものはどれか、正しいものをすべて選べ。

- a. ファイルフォルダクラスには名前，作成日時，最終更新日時，所有ユーザという操作がある。
- b. ファイルフォルダクラスとファイルクラスの間には集約関係がある。
- c. フォルダクラスには属性が一切存在しない。
- d. フォルダクラスにはファイルフォルダクラスから継承した属性が存在する。
- e. フォルダクラスとファイルフォルダクラスの間には継承関係のほか，集約関係もある。

問2 ファイルクラスを継承して文書ファイルクラスと画像ファイルクラスを作成したい。次の条件1，条件2を満たすようなクラス図を示せ。なお，そのクラス図にはファイルフォルダクラスとフォルダクラスは示さなくてもよい。

条件1 文書ファイルクラスは継承した属性以外に，ページ数および使用言語

という属性を持つ.

条件 2 画像ファイルクラスは継承した属性以外に, 解像度, 画質, 色数, 画像形式という属性を持つ.

ソフトウェア設計論の問題は, このページで終りである.

デジタル論理回路

I A と B の 2 人で遊ぶ早押し判定装置を作成する．この装置の入力には，早押しのためのスイッチが 2 個，初期化のためのスイッチが 1 個ある．また，この装置の出力には，早かった方を示すための LED Y_A, Y_B ，引き分けの場合を示す LED Y_C がある．これらの関係を表 1，表 2 に示す．この装置は，スイッチ I_R を押すことで初期化を行い，その後スイッチ I_R を離すことで入力待ちの状態とし，入力待ちの状態ですwitch I_A や I_B が押されることで，「A の勝ち」，「B の勝ち」，「引き分け」の判定を行う．一度判定が下された後は，初期化のためのスイッチ I_R が押されるまで，判定が保持される．この装置を，2 個の D フリップフロップで構成される同期式順序回路で作成するとき，以下の問いに答えよ．ただし，スイッチの判定は，クロックが立ち上がった時に行うものとし，その瞬間以外では出力に変化がないものとする．（配点 50 点）

問 1 図 1 のタイミングチャートに示す入力を与えたとき，3 個の LED 出力 Y_A, Y_B, Y_C の信号の時間変化をタイミングチャートで示せ．

問 2 この装置の状態遷移図を作成せよ．

問 3 問 2 で示した状態に対し，2 ビットの値を割り当てよ．

問 4 2 個の D フリップフロップの出力を Q_1, Q_0 とするとき，この装置の状態遷移表を作成せよ．

問 5 3 個の LED 出力 Y_A, Y_B, Y_C を D フリップフロップの出力 Q_1, Q_0 の加法標準形で表せ．

表 1 スwitch の入力と判定

スイッチ			判定/動作
I_A	I_B	I_R	
0	0	0	入力なし
1	0	0	A の勝ち
0	1	0	B の勝ち
1	1	0	引き分け
X	X	1	初期化

表 2 判定と LED 出力

状態	LED 出力		
	Y_A	Y_B	Y_C
入力待ち	0	0	0
A の勝ち	1	0	0
B の勝ち	0	1	0
引き分け	0	0	1

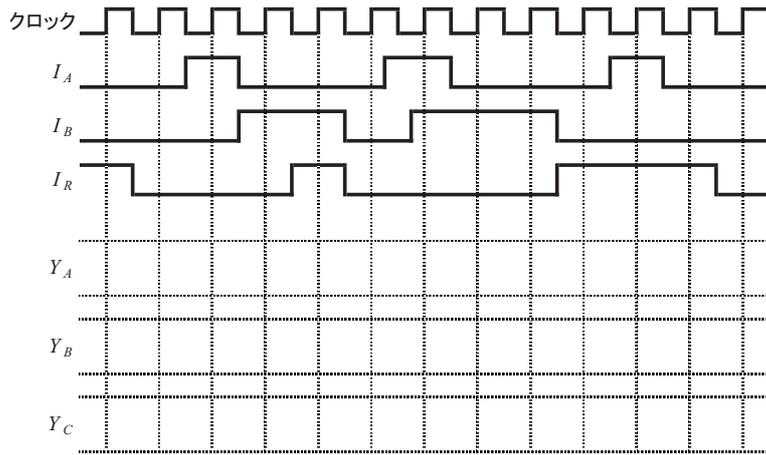


図 1 タイミングチャート

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 美術館に所蔵されている絵画作品の情報を管理する関係データベースを考える。絵画作品の情報は以下のものとする。

- 作品名 (painting)
- 作品の年代 (year)
- 作者名 (artist)
- 所蔵美術館名 (museum)

絵画作品に関するリレーション collection (painting, year, artist, museum) を考え, painting が一意であるとき, 以下の問いに答えよ。(配点 50 点)

問1 表1のデータが, リレーション collection によって管理されているものとする。次の SQL 文によって導出される結果を示せ。また, その導出結果が何を表しているかについて説明せよ。さらに, 導出に使われている関係演算の名前を用いて, その SQL 文を説明せよ。

```
SELECT painting, artist FROM collection WHERE museum="美術史美術館"
```

表 1

作品名	作品の年代	作者名	所蔵美術館名
絵画芸術	1666	フェルメール	美術史美術館
真珠の耳飾りの女	1665	フェルメール	マウリッツハイス美術館
地理学者	1669	フェルメール	シュテッデル美術館
手紙を読む青衣の女	1663	フェルメール	アムステルダム国立美術館
天文学者	1668	フェルメール	ルーブル美術館
バベルの塔	1563	ブリューゲル	美術史美術館
夜警	1642	レンブラント	アムステルダム国立美術館
雪の中の狩人	1565	ブリューゲル	美術史美術館

問2 表1の「真珠の耳飾りの女」より後の年代に描かれたフェルメールの作品について、その作品名、作品の年代、所蔵美術館名を出力するSQL文を記述せよ。このとき、必ず、サブクエリ（副問合せ）を用いること。また、そのSQL文によって表1のデータから導出される結果を示せ。

問3 リレーション collection に加えて、次の二つのリレーションを考える。

- 作者に関するリレーション a_info (artist, birth, death)
- 美術館に関するリレーション m_list (museum, country)

artist, birth, death は、それぞれ作者名、作者の誕生年、没年を示す。
museum, country は、それぞれ美術館の名前、美術館の所在国を示す。

さらに、次の関連があるものとする。

- 作者は複数の絵画作品を描く（この関連を paint とする）
- 美術館は複数の絵画作品を所蔵している（この関連を own とする）

このとき、リレーション collection, a_info, m_list を実体関連図で表現せよ。その際、実体集合間の数の対応関係を明記せよ。

データベース工学の問題は、このページで終りである。

平成25年度 大学院博士(前期)課程入学者選抜学力試験

メディアデザイン領域

専 門 科 目

[120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科目の選択方法は、下表のとおりです。下記の指示に従って解答した4科目の解答用紙を提出してください。なお、ページ番号のついていない紙は下書き用紙です。

出 題 科 目	ペ ー ジ	問 題 数	選 択 方 法
アルゴリズムとデータ構造	1	1問	左の5科目のうちから4科目を選択し、解答してください。
情 報 デ ザ イ ン	2	1問	
認 知 心 理 学	3～4	1問	
ヒューマンインタフェース	5	1問	
メディアデザイン基礎	6	1問	

3. 解答用紙は11枚に分かれているので、科目ごとに指定された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受験番号をはっきりと記入してください。
4. 解答冊子の表紙の所定欄に受験番号と氏名をはっきりと記入してください。さらに、選択する科目名の先頭に○印を記入してください。
5. 解答欄内に指定された問題番号（I, IIなど）、問いの番号（問1など）が明記されていない場合には、問題番号、問いの番号を記入してから解答を始めてください。
6. 計算または下書き用紙4枚が解答用紙と一緒にあります。
7. 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。
8. 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。
9. 問題ごとに配点が記されています。

アルゴリズムとデータ構造

I 配列と連結リスト（片方向リスト）にそれぞれ以下の要素が先頭から格納されている。

(n, f, b, t, d, r, p, h, a, k, j)

このとき、配列と連結リストについて、以下の問いに答えよ。（配点 50 点）

問1 それぞれのデータ構造に対して、先頭から5番目の要素を参照することを考える。(C言語, Javaなどのような0オリジンの)配列の場合、添え字4を指定することにより直接参照することができる。これに対し、連結リストで先頭から5番目の要素を参照するにはどのような作業が必要か。参照手順を「ポインタ」というキーワードを使って説明せよ。

問2 それぞれのデータ構造に対して、先頭から5番目の要素の後に要素“c”を挿入することを考える。配列の場合、添え字を指定して、5番目の後の6番目(0オリジンの場合、添え字5)にアクセスする。6番目の要素をバッファ1に格納する。“c”を6番目に格納する。バッファ1の要素をバッファ2に格納する。次に7番目の要素をバッファ1に格納しておき、バッファ2の要素を7番目に格納する。バッファ1の要素をバッファ2に格納する。以下、配列の最後の要素まで、これを繰り返す。

これに対し、連結リストで先頭から5番目の要素の後に要素“c”を挿入するにはどのような作業が必要か。挿入手順を説明せよ。

問3 それぞれのデータ構造に対して、要素“p”を探索する手順を説明せよ。

問4 配列と連結リストについて、探索に必要な計算量を入力データの大きさ n の関数としてそれぞれ答えよ。ただし、計算量が定数の場合は、 $O(1)$ とする。

問5 配列と連結リストについて、挿入場所が分かっているときの挿入に必要な計算量を入力データの大きさ n の関数としてそれぞれ答えよ。ただし、計算量が定数の場合は、 $O(1)$ とする。

アルゴリズムとデータ構造の問題は、このページで終りである。

情報デザイン

I 下記表1は札幌市、仙台市、福岡市の転入超過数である。これらに関して以下の問いに答えよ。（配点 50 点）

問1 表1の数値データをもとに3都市での人口の推移の傾向を情報として読み取り、言葉によって説明せよ。（配点 15 点）

問2 表1の数値データならびに読み取った情報を基にインフォグラフィックスを用いて、視覚的に説明せよ。（配点 35 点）

表1 札幌市、仙台市、福岡市の転入超過数（単位：人、△：マイナス）

		2000年	2005年
札幌市	対北海道（札幌市を除く）	9,213	11,471
	対東京圏	△ 2,880	△ 4,354
	人口	1,824,443	1,882,543

		2000年	2005年
仙台市	対東北（仙台市を除く）	3,519	4,539
	対東京圏	△ 3,068	△ 3,958
	人口	1,008,130	1,025,098

		2000年	2005年
福岡市	対九州（福岡市を除く）	5,240	9,865
	対東京圏	△ 2,004	△ 2,546
	人口	1,333,926	1,392,951

労働政策研究所・研修機構「都市雇用と都市機能に係る戦略課題の研究」
（2007.9）図表324及び図表325の一部を改編

情報デザインの問題は、このページで終りである。

認知心理学

I 以下の問いに答えよ。(配点 50 点)

問1 Paivio の提唱した心的イメージの「二重コード理論」によると、イメージに関わる認知とは、機能的に独立し同時に相互に連絡し合う2つの下位システムの働きからなっている。その2つのシステムについて、それぞれがどのような機能に特化しているのか説明せよ。(配点 10 点)

問2 心的イメージの空間構造については、Kosslyn らによって研究されている。研究参加者に、図1のような井戸や洞窟などいくつかの目印が描かれた地図を記憶するように教示した後、その地図を見ないで頭の中でイメージさせ、2つの目印の間を走査するのにかかる時間を調べた結果、走査にかかる時間と実際の地図上の距離の間に存在することが明らかになった関係がある。この関係について説明せよ。また、この結果から心的イメージの空間構造に存在すると示唆される特徴について説明せよ。(配点 20 点)



図1 Kosslyn, Ball, & Reiser (1978) の研究で使われた架空の地図

問3 Kosslyn は心的イメージの特性を調べるために、ウサギなどのターゲットの動物が象などの大きな生き物の隣にいる状態をイメージさせる条件と、ターゲットがハエなどの小さな生き物の隣にいる状態をイメージさせる条件に分けて、ターゲットの特徴（例えばウサギの耳の特徴）について回答を求める実験を行った。この実験の結果から、ウサギの隣にハエがいるなどターゲットの隣に小さな生き物がある状態をイメージした条件のほうがもう1つの条件よりも回答時間がより短くなるとの知見を得た。この結果は、心的イメージと視覚的体験の間にどのような共通点があることを示唆するのかを、分解能という単語を用いて説明せよ。（配点 20 点）

[引用文献] Kosslyn, S. M., Ball, T. M., & Reiser, B. J. (1978). Visual images preserve metric spatial information: Evidence from studies of image scanning. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4, 47-60.

認知心理学の問題は、このページで終りである。

ヒューマンインタフェース

I インタフェースの評価に関連して、「ユーザによる評価」と「専門家による評価」に当てはまる評価方法をひとつずつあげ、以下の4つの論点すべてに基づき、それらの相違がわかるように詳しく説明せよ。（配点 50 点）

- 目的（何を明らかにするのか）
- 手続き（どのように実施するのか）
- メリット・デメリット
- 具体例

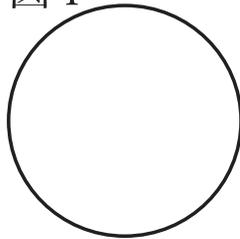
ヒューマンインタフェースの問題は、このページで終りである。

メディアデザイン基礎

I 図1に示すようなサイズの円を肌理（きめ：texture）の勾配を意識して，適宜補助線を用いて配置し、解答用紙の枠内に示した円が球体に見えるようにせよ。（配点50点）

- 作図に際しては，作図欄に示した円の内側だけに配置せよ。
- 配置する円はフリーハンドで描き，適宜変形しながら適切な数を配置せよ。
- 陰影をつけないこと。
- 作図の際に用いた補助線は消さずに残しておくこと。

図1



メディアデザイン基礎の問題は，このページで終りである。

