

# 平成30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

[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は、下表のとおりです。解答冊子を提出してください。

出 題 科 目	ペ ー ジ	問 題 数	注 意
基 礎 数 学	1	2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。
情 報 数 学	2	1問	
アルゴリズムとデータ構造	3～4	1問	
データベース工学	5～6	1問	

3. 解答冊子の表紙の所定欄に氏名と受験番号をはっきりと記入してください。さらに、選択した科目名の選択欄に○印を記入してください。
4. 解答用紙は12枚あるので、1科目に4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受験番号、科目名をはっきりと記入してください。
5. 解答欄内に問題番号 (I, II など), 問いの番号 (問1 など) を記入してから解答を始めてください。
6. 計算/下書き用紙3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, 静かに手を挙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。





## 基礎数学

I 以下の問いに答えよ。(配点 25 点)

問1 関数  $f(x) = \log \frac{1+e^x}{2}$  のマクローリン展開を  $x^3$  の項まで求めよ.

問2  $\int \frac{\sqrt[4]{x}}{1+\sqrt{x}} dx$  を求めよ.

問3 広義積分  $\int_0^{\infty} x^n e^{-ax} dx$  を求めよ. ただし,  $n$  は 0 以上の整数,  $a$  は正の実数とする.

II 行列

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

に対し, 線形写像  $f: \mathbf{R}^3 \rightarrow \mathbf{R}^3$  を  $f(\mathbf{x}) = A\mathbf{x}$  ( $\mathbf{x} \in \mathbf{R}^3$ ) により定める. ただし,  $a, b \in \mathbf{R}$  とする. 以下の問いに答えよ.(配点 25 点)

問1 行列  $A$  の階数を求めよ.

問2 行列  $A$  の階数が 2 となるような  $a$  と  $b$  に対して, 線形写像  $f$  の核  $\text{Ker}(f)$  と像  $\text{Im}(f)$  を求めよ.

問3  $a = 2, b = -2$  とする. 行列  $A$  が対角化可能かどうか調べ, 対角化可能なら  $P^{-1}AP$  が対角行列となるような行列  $P$  を求めよ.

基礎数学の問題は, このページで終りである.

## 情報数学

I 集合  $A = \{a, b, c, d, e\}$  中の関係  $R$  が

$$R = \{(a, c), (b, c), (b, e), (c, d), (d, a), (e, b), (e, d)\}$$

と定義されている。また、 $R$  自身の  $n$  次の合成関係を  $R^n$  と表す。ただし、 $n$  は 2 以上の整数とする。以下の問いに答えよ。（配点 50 点）

問1  $R$  の関係行列および関係グラフを示せ。

問2  $R^2$  および  $R^3$  の関係行列をそれぞれ求めよ。

問3 関係の和  $S = R \cup R^2 \cup R^3$  が同値関係であるか否か、理由とともに示せ。

問4  $R^n$  が反射律をみたす  $n$  をすべて求め、その理由とともに示せ。

情報数学の問題は、このページで終りである。

## アルゴリズムとデータ構造

- I 赤黒木は平衡二分探索木であり，二分探索木の種類である．図1は，赤黒木の一例である．赤ノードを三角，黒ノードを円，左枝を実線矢印，右枝を点線矢印で示す．

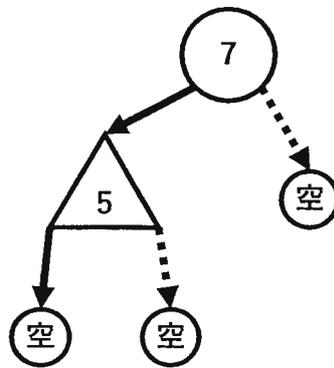


図 1

ここでは，二分探索木が (1) と (2) の性質をもつとする．

- (1) 任意のノードの値は，その右部分木に含まれるノードの値より大きくない
- (2) 任意のノードの値は，その左部分木に含まれるノードの値より小さくない

これらに加えて，次の (3)~(7) の性質をもつ赤黒木について考える．

- (3) 各ノードは「赤」または「黒」の色属性をもつ
- (4) 葉(終端ノード)は空(探索のためのノードの値をもたない)のノードである
- (5) 葉はすべて根と同じ黒ノードである
- (6) 赤ノードは必ず黒ノードの子を二つもつ
- (7) 根からどの葉までのパスでも，そのパスに含まれる黒ノードの数は同じである

このとき，以下の問いに答えよ．(配点 50 点)

- 問1 {10, 5, 1, 3, 8, 14, 12, 18, 16, 20} の順にデータを与えて二分探索木を成長させたとき, 得られる二分探索木を図で示せ.
- 問2 問1 で得られた二分探索木を, 赤黒木に再構成した例を一つ, 図1 にならって示せ. ただし, 赤黒木の根は二分探索木の根と同じ値のノードを用いること.
- 問3 問2 で得られた赤黒木へ, {11} の値をもつノードを追加したときに得られる赤黒木を, 図1 にならって示せ.
- 問4 赤黒木では, 「根から葉までのパスの長さで最長のものは, 根から葉までのパスの長さで最短のもの2 倍を超えない」という性質をもつ. これが正しいことを示せ. ただし, パスの長さは, パスに含まれるノードの数とする.

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.

## データベース工学

I ある都市のイベント情報を提供するシステムがある。このシステムに含まれるリレーショナルデータベースのデータが、eventinfo テーブルに格納されている。表1はeventinfo テーブルの一例である。eventdate, eventname, placename, placeaddress, hostname, hostphone の各列には、開催日、イベント名、会場名、会場所在り地、主催者名、主催者電話番号がそれぞれ入っている。このうち、開催日のみ、年・月・日をおこの順に並べた8桁の整数型の値をもち、他は文字列型の値をもち。このとき、以下の問いに答えよ。（配点 50 点）

問1 eventinfo テーブルの主キーを列名または列名の組で示せ。ただし、イベント名が同一であるイベントが同じ日に開催されることはないものとする。また、主催者名の異なる同一名イベントが開催されることはあるものとする。

問2 次の(1)と(2)のSQL文でeventinfo テーブルに問い合わせを行ったとき、それぞれどのような結果が得られるか、表1中の値を使って答えよ。

- (1) 

```
SELECT eventname FROM eventinfo WHERE hostname
LIKE "骨とう品%" AND placeaddress LIKE "現在町%";
```
- (2) 

```
SELECT hostname, count(*) FROM eventinfo
GROUP BY hostname;
```

問3 次の(1)と(2)の要件を満たすSQL文をそれぞれ記述せよ。

- (1) 2017年9月10日から2017年9月30日までの間に開催されるイベント名を出力する
- (2) 会場所在り地が「現在町」で始まるか、または、主催者名が「骨とう品フェア事務局」であるイベントの件数を出力する

問4 このシステムでは、変更漏れによる不整合が起こる危険性がある。例えば主催者の電話番号を変更する必要が生じた場合、eventinfo テーブルの複数の行を変更しなければならない。この例以外も含めて、不整合が起こる危険性をなくすためにeventinfo テーブルを複数のテーブルに分割したものを示せ。なお、分割後の各テーブルには、テーブル名を付け、主キーの列名または列名の組を示せ。必要なら新たに属性を追加してもよい。

問5 問4で作成した複数のテーブルから、eventinfo テーブルと同じデータを出力する SQL 文を記述せよ。

表 1

eventdate	eventname	placename	placeaddress	hostname	hostphone
20170905	骨とう品のつどい	まちセンター	未来町 1-1	骨とう品フェア事務局	090-1111-2222
20170909	絵画教室	中央博物館	未来町 1-4	中央博物館	090-2222-3333
20170921	骨とう品フェア	ユースセンター	現在町 2-2	骨とう品フェア事務局	090-1111-2222
20170925	ストレッチ教室	ユースセンター	現在町 2-2	ユースセンター	090-3333-1111
20171001	公会堂コンサート	公会堂	未来町 1-6	文化財団	090-4444-1111
20171001	骨とう品フェア	八幡宮	過去町 2-1	骨とう品フェア事務局	090-1111-2222

データベース工学の問題は、このページで終了である。



# 平成30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

[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は、下表のとおりです。解答冊子を提出してください。

出題科目	ページ	問題数	選択方法
情報デザイン	1～2	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。
認知心理学	3～4	1問	
ヒューマンインタフェース	5～6	1問	
アルゴリズムとデータ構造	7～8	1問	

3. 解答冊子の表紙の所定欄に氏名と受験番号をはっきりと記入してください。さらに、選択した科目名の選択欄に○印を記入してください。
4. 解答用紙は12枚あるので、1科目に4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受験番号、科目名をはっきりと記入してください。
5. 解答欄内に問題番号（I, IIなど）、問いの番号（問1など）を記入してから解答を始めてください。
6. 計算／下書き用紙3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、静かに手を挙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。





## 情報デザイン

- I 図1はハンドルの回転に連動して動作する装置の全体図を示したものである。図2はこの装置の機構について三面図(上面図・正面図・右側面図)で示したものである。この装置のハンドルを図1のように回転したとき、本体内部の円盤Bと円盤Cはハンドルと連動して同じ方向に回転する。球体オブジェクトは円盤Aが円盤Bに接触している間は左回転しながら上下動し、円盤Aが円盤Cに接触している間は右回転しながら上下動する。以下の問いに答えよ。(配点 50点)

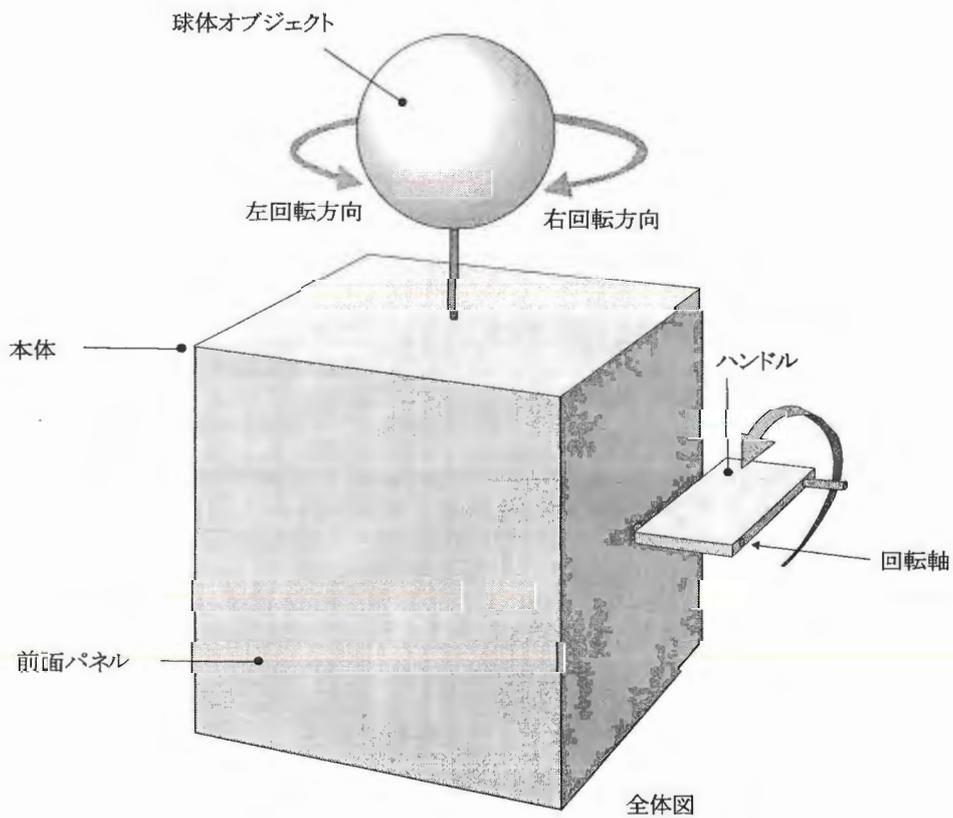
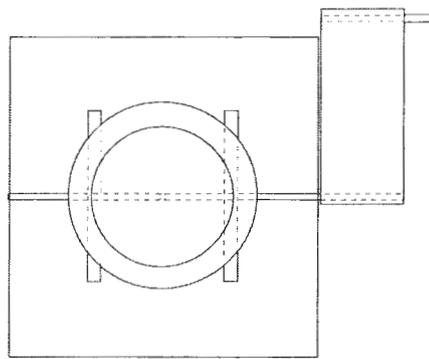
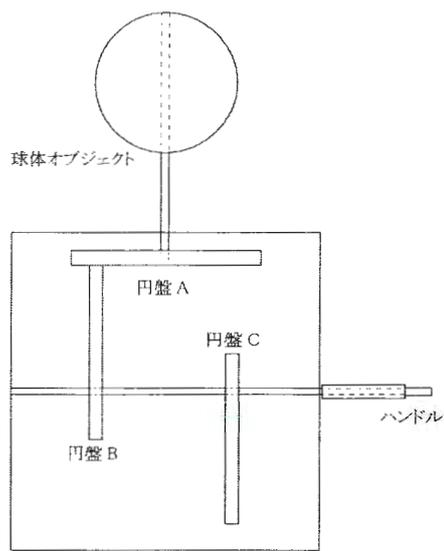


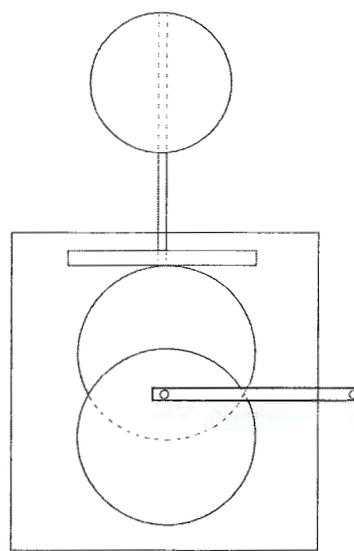
図 1



上面図



正面図



右側面図

図 2

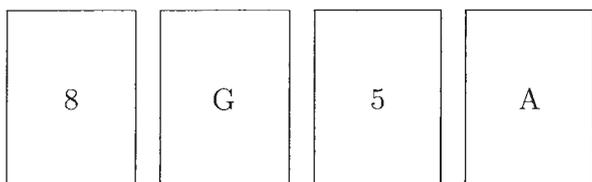
問 1 この装置の全体図（図 1）の前面パネルを外した状態を想定し、ハンドルを図 1 のように回転したときの本体の機構部とハンドル・球体オブジェクトの連続的な動作が分かるように、複数の場面に分け文字や補助線を効果的に用いながら図解せよ。

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

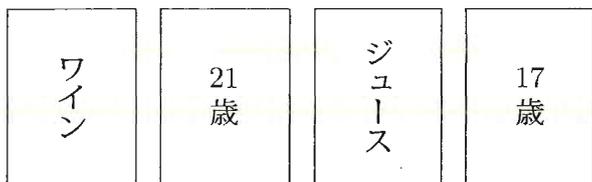
### I 演繹推論に関する二つの実験について、以下の問いに答えよ。（配点 50 点）

【実験 A】一方の面に「文字」、別の面に「数字」が書かれているカードが 4 枚、以下のように置かれている。これらのカードにおいて、「片面に母音書かれている場合、別の面には偶数が書かれている」というルールが成り立っているかどうかを確かめるために、裏返す必要のあるカードはどれか。



この課題に対し、実験参加者の半数近くが誤答である「A と 8」を選び、正答である「A と 5」を選んだのはわずかであった。

【実験 B】一方の面に「年齢」、別の面に「飲み物」が書かれているカードが 4 枚、以下のように置かれている。これらは、4 人の人物についての情報である。あなたが勤務中の警察官として、「ワインを飲んでいる場合、その人は 20 歳以上でなければならない」というルールが成り立っているかどうかを確かめるために、裏返す必要のあるカードはどれか。



この課題に対し、実験参加者の大半が正答である「ワインと 17 歳」を選んだ。

問 1 実験 A と実験 B は同型の条件推論課題であるが、上記のように、正答率は大きく異なっていた。これらの実験結果をもたらした推論の特徴について、それぞれ、認知心理学分野の知見にもとづき詳しく説明せよ。

参考文献：

Griggs, R.A. & Cox, J.R. (1982). The elusive thematic-materials effect in Wason's selection task. *British Journal of Psychology*, **73**, 407-420.

Wason, P.C. (1966). Reasoning. In B. Foss (Ed.), *New horizons in psychology*. Penguin. pp.135-151.

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 2種類のATMのユーザビリティを調査するために評価実験を実施した。実験参加者数は14名で、ATM1とATM2にそれぞれ7名の実験参加者を割り当てた。ある口座に指示された金額だけ振り込むという課題を実験参加者に提示し、課題を達成するためにかかった操作時間を計測したところ、表1の結果が得られた。以下の問いに答えよ。(配点50点)

表 1

使用した ATM	実験参加者	操作時間 (秒)
ATM1	A	55
	B	45
	C	65
	D	70
	E	44
	F	54
	G	55
ATM2	H	34
	I	22
	J	45
	K	34
	L	30
	M	41
	N	20

- 問1 ATM1 および ATM2 の操作時間の平均値に差があるかどうかを t 検定により明らかにする。この場合の帰無仮説および対立仮説を答えよ。
- 問2 表2を用いて、両側検定で5%の有意水準における t 値を、四捨五入して小数点以下2桁まで求めよ。
- 問3 ATM1 および ATM2 の操作時間から t 値を計算したところ  $t=4.63$  であった。2つの ATM の操作時間について統計的に有意な差があるかどうかを、その理由とともに示せ。

表 2

df	t 値		
1	6.314	12.706	63.657
2	2.920	4.303	9.925
3	2.353	3.182	5.841
4	2.132	2.776	4.604
5	2.015	2.571	4.032
6	1.943	2.447	3.707
7	1.895	2.365	3.499
8	1.860	2.306	3.355
9	1.833	2.262	3.250
10	1.812	2.228	3.169
11	1.796	2.201	3.106
12	1.782	2.179	3.055
13	1.771	2.160	3.012
14	1.761	2.145	2.977
15	1.753	2.131	2.947
16	1.746	2.120	2.921
17	1.740	2.110	2.898
18	1.734	2.101	2.878
19	1.729	2.093	2.861
20	1.725	2.086	2.845
両側検定の有意水準	10%	5%	1%

問 4 3 種類の ATM について同様の方法で操作時間の平均値に差があるかどうか調査する。この場合、どの検定方法を利用すべきか。以下の選択肢から最も適切な検定方法の一つを選び、その記号を答えよ。

- (a) t 検定
- (b) 分散分析
- (c) プロトコル分析
- (d) 相関分析
- (e) カイ二乗検定

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。

## アルゴリズムとデータ構造

- I 赤黒木は平衡二分探索木であり，二分探索木の種類である．図1は，赤黒木の一例である．赤ノードを三角，黒ノードを円，左枝を実線矢印，右枝を点線矢印で示す．

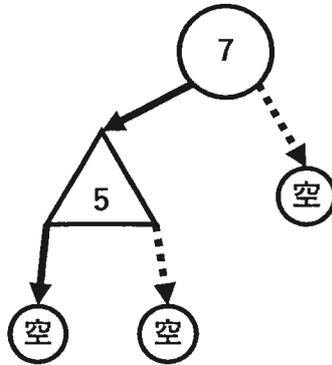


図 1

ここでは，二分探索木が (1) と (2) の性質をもつとする．

- (1) 任意のノードの値は，その右部分木に含まれるノードの値より大きくない
- (2) 任意のノードの値は，その左部分木に含まれるノードの値より小さくない

これらに加えて，次の (3)~(7) の性質をもつ赤黒木について考える．

- (3) 各ノードは「赤」または「黒」の色属性をもつ
- (4) 葉(終端ノード)は空(探索のためのノードの値をもたない)のノードである
- (5) 葉はすべて根と同じ黒ノードである
- (6) 赤ノードは必ず黒ノードの子を二つもつ
- (7) 根からどの葉までのパスでも，そのパスに含まれる黒ノードの数は同じである

このとき，以下の問いに答えよ．(配点 50 点)

- 問1 {10, 5, 1, 3, 8, 14, 12, 18, 16, 20} の順にデータを与えて二分探索木を成長させたとき、得られる二分探索木を図で示せ.
- 問2 問1で得られた二分探索木を、赤黒木に再構成した例を一つ、図1にならって示せ. ただし、赤黒木の根は二分探索木の根と同じ値のノードを用いること.
- 問3 問2で得られた赤黒木へ、{11}の値をもつノードを追加したときに得られる赤黒木を、図1にならって示せ.
- 問4 赤黒木では、「根から葉までのパスの長さで最長のものは、根から葉までのパスの長さで最短のもの2倍を超えない」という性質をもつ. これが正しいことを示せ. ただし、パスの長さは、パスに含まれるノードの数とする.

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.



# 平成30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

[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は、下表のとおりです。解答冊子を提出してください。

出題科目	ページ	問題数	注意
基礎数学	1	2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。
情報数学	2	1問	
応用数学	3	1問	
アルゴリズムとデータ構造	4～5	1問	

3. 解答冊子の表紙の所定欄に氏名と受験番号をはっきりと記入してください。さらに、選択した科目名の選択欄に○印を記入してください。
4. 解答用紙は12枚あるので、1科目に4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受験番号、科目名をはっきりと記入してください。
5. 解答欄内に問題番号 (I, II など)、問いの番号 (問1 など) を記入してから解答を始めてください。
6. 計算/下書き用紙3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、静かに手を挙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。







## 基礎数学

I 以下の問いに答えよ。(配点 25 点)

問1 関数  $f(x) = \log \frac{1+e^x}{2}$  のマクローリン展開を  $x^3$  の項まで求めよ.

問2  $\int \frac{\sqrt[4]{x}}{1+\sqrt{x}} dx$  を求めよ.

問3 広義積分  $\int_0^\infty x^n e^{-ax} dx$  を求めよ. ただし,  $n$  は 0 以上の整数,  $a$  は正の実数とする.

II 行列

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

に対し, 線形写像  $f: \mathbf{R}^3 \rightarrow \mathbf{R}^3$  を  $f(x) = Ax$  ( $x \in \mathbf{R}^3$ ) により定める. ただし,  $a, b \in \mathbf{R}$  とする. 以下の問いに答えよ.(配点 25 点)

問1 行列  $A$  の階数を求めよ.

問2 行列  $A$  の階数が 2 となるような  $a$  と  $b$  に対して, 線形写像  $f$  の核  $\text{Ker}(f)$  と像  $\text{Im}(f)$  を求めよ.

問3  $a = 2, b = -2$  とする. 行列  $A$  が対角化可能かどうか調べ, 対角化可能なら  $P^{-1}AP$  が対角行列となるような行列  $P$  を求めよ.

基礎数学の問題は, このページで終りである.

## 情報数学

I 集合  $A = \{a, b, c, d, e\}$  中の関係  $R$  が

$$R = \{(a, c), (b, c), (b, e), (c, d), (d, a), (e, b), (e, d)\}$$

と定義されている。また、 $R$  自身の  $n$  次の合成関係を  $R^n$  と表す。ただし、 $n$  は 2 以上の整数とする。以下の問いに答えよ。(配点 50 点)

問 1  $R$  の関係行列および関係グラフを示せ。

問 2  $R^2$  および  $R^3$  の関係行列をそれぞれ求めよ。

問 3 関係の和  $S = R \cup R^2 \cup R^3$  が同値関係であるか否か、理由とともに示せ。

問 4  $R^n$  が反射律をみたす  $n$  をすべて求め、その理由とともに示せ。

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  $y = y(x)$  に対する微分方程式

$$y'' + 2y' + 5y = e^{-x} \cos x$$

について以下の問いに答えよ。(配点 50 点)

問1 斉次方程式の基本解を実数値で求めよ.

問2 問1で求めた基本解をそれぞれ  $y_1, y_2$  とおく. ロンスキアン  $W$  を以下のよう  
に定義するとき,  $W$  を求めよ.

$$W = \begin{vmatrix} y_1 & y_2 \\ y_1' & y_2' \end{vmatrix}$$

問3 非斉次方程式の特解を  $y = C_1(x)y_1 + C_2(x)y_2$  とおくととき,  $C_1(x)$  および  
 $C_2(x)$  は,

$$\begin{pmatrix} C_1' \\ C_2' \end{pmatrix} = \frac{1}{W} \begin{pmatrix} y_2' & -y_2 \\ -y_1' & y_1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ e^{-x} \cos x \end{pmatrix}$$

をみたま. ただし,  $y_1, y_2$ , および  $W$  は, 問1 および問2 で求めた基本解およ  
びロンスキアンである.  $C_1(x)$  および  $C_2(x)$  を求めよ.

問4 一般解のうち初期条件  $y(0) = \frac{4}{3}, y'(0) = \frac{8}{3}$  をみたすものを求めよ.

応用数学の問題は, このページで終りである.

## アルゴリズムとデータ構造

- I 赤黒木は平衡二分探索木であり、二分探索木的一种である。図1は、赤黒木の一例である。赤ノードを三角、黒ノードを円、左枝を実線矢印、右枝を点線矢印で示す。

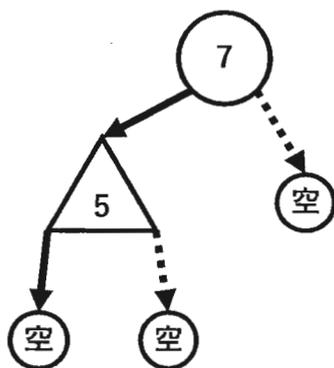


図 1

ここでは、二分探索木が (1) と (2) の性質をもつとする。

- (1) 任意のノードの値は、その右部分木に含まれるノードの値より大きくない
- (2) 任意のノードの値は、その左部分木に含まれるノードの値より小さくない

これらに加えて、次の (3)~(7) の性質をもつ赤黒木について考える。

- (3) 各ノードは「赤」または「黒」の色属性をもつ
- (4) 葉(終端ノード)は空(探索のためのノードの値をもたない)のノードである
- (5) 葉はすべて根と同じ黒ノードである
- (6) 赤ノードは必ず黒ノードの子を二つもつ
- (7) 根からどの葉までのパスでも、そのパスに含まれる黒ノードの数は同じである

このとき、以下の問いに答えよ。(配点 50 点)

- 問1 {10, 5, 1, 3, 8, 14, 12, 18, 16, 20} の順にデータを与えて二分探索木を成長させたとき、得られる二分探索木を図で示せ.
- 問2 問1で得られた二分探索木を、赤黒木に再構成した例を一つ、図1にならって示せ. ただし、赤黒木の根は二分探索木の根と同じ値のノードを用いること.
- 問3 問2で得られた赤黒木へ、{11}の値をもつノードを追加したときに得られる赤黒木を、図1にならって示せ.
- 問4 赤黒木では、「根から葉までのパスの長さで最長のものは、根から葉までのパスの長さで最短のもの2倍を超えない」という性質をもつ. これが正しいことを示せ. ただし、パスの長さは、パスに含まれるノードの数とする.

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.



# 平成30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

[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は、下表のとおりです。解答冊子を提出してください。

出 題 科 目	ペ ー ジ	問 題 数	注 意
基 礎 数 学	1	2 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。
情 報 数 学	2	1 問	
人 工 知 能	3～4	1 問	
アルゴリズムとデータ構造	5～6	1 問	

3. 解答冊子の表紙の所定欄に氏名と受験番号をはっきりと記入してください。さらに、選択した科目名の選択欄に○印を記入してください。
4. 解答用紙は12枚あるので、1科目に4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受験番号、科目名をはっきりと記入してください。
5. 解答欄内に問題番号 (I, II など), 問いの番号 (問1 など) を記入してから解答を始めてください。
6. 計算/下書き用紙3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, 静かに手を挙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。





## 基礎数学

I 以下の問いに答えよ. (配点 25 点)

問1 関数  $f(x) = \log \frac{1+e^x}{2}$  のマクローリン展開を  $x^3$  の項まで求めよ.

問2  $\int \frac{\sqrt[4]{x}}{1+\sqrt{x}} dx$  を求めよ.

問3 広義積分  $\int_0^\infty x^n e^{-ax} dx$  を求めよ. ただし,  $n$  は 0 以上の整数,  $a$  は正の実数とする.

II 行列

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

に対し, 線形写像  $f: \mathbf{R}^3 \rightarrow \mathbf{R}^3$  を  $f(x) = Ax$  ( $x \in \mathbf{R}^3$ ) により定める. ただし,  $a, b \in \mathbf{R}$  とする. 以下の問いに答えよ. (配点 25 点)

問1 行列  $A$  の階数を求めよ.

問2 行列  $A$  の階数が 2 となるような  $a$  と  $b$  に対して, 線形写像  $f$  の核  $\text{Ker}(f)$  と像  $\text{Im}(f)$  を求めよ.

問3  $a = 2, b = -2$  とする. 行列  $A$  が対角化可能かどうか調べ, 対角化可能なら  $P^{-1}AP$  が対角行列となるような行列  $P$  を求めよ.

基礎数学の問題は, このページで終りである.

## 情報数学

I 集合  $A = \{a, b, c, d, e\}$  の中の関係  $R$  が

$$R = \{(a, c), (b, c), (b, e), (c, d), (d, a), (e, b), (e, d)\}$$

と定義されている。また、 $R$  自身の  $n$  次の合成関係を  $R^n$  と表す。ただし、 $n$  は 2 以上の整数とする。以下の問いに答えよ。（配点 50 点）

問 1  $R$  の関係行列および関係グラフを示せ。

問 2  $R^2$  および  $R^3$  の関係行列をそれぞれ求めよ。

問 3 関係の和  $S = R \cup R^2 \cup R^3$  が同値関係であるか否か、理由とともに示せ。

問 4  $R^n$  が反射律をみたす  $n$  をすべて求め、その理由とともに示せ。

情報数学の問題は、このページで終りである。

## 人工知能

I 2行3列の六つのマスからなり、そのうち五つのマスにはコマが一つずつ置かれ、一つのマスだけが空いているスライドパズルについて考える。スライドパズルとは、空いているマスに隣接したマスに置かれたコマをスライドさせることを繰り返して、全体のコマを目標の並びにするパズルである。ここでは、五つのコマには1から5までの数字が一つずつ書かれているものとする。また、初期状態と目標状態のコマの並びはそれぞれ図1と図2に示すとおりとなっている。

六つのマスは図3に示すように p1 から p6 で表すこととする。パズルの状態は

(p1 のマスのコマの数字, p2 のマスのコマの数字, p3 のマスのコマの数字,  
p4 のマスのコマの数字, p5 のマスのコマの数字, p6 のマスのコマの数字)

で表すこととする。ただし、マスが空いている場合はコマの数字を0で表す。例えば、図1の初期状態は (3, 0, 2, 4, 1, 5), 図2の目標状態は (0, 1, 2, 3, 4, 5) と表すことができる。

コマの移動については、p1 に置かれたコマを p1 から p2 に移動させるオペレータ(作用素)は  $\text{MOVE}(p1, p2)$  と表すこととする。

図4は、初期状態から始まるコマの移動を表す探索木の一部を示している。

このとき、以下の問いに答えよ。(配点 50 点)

3		2
4	1	5

図 1

	1	2
3	4	5

図 2

p1	p2	p3
p4	p5	p6

図 3

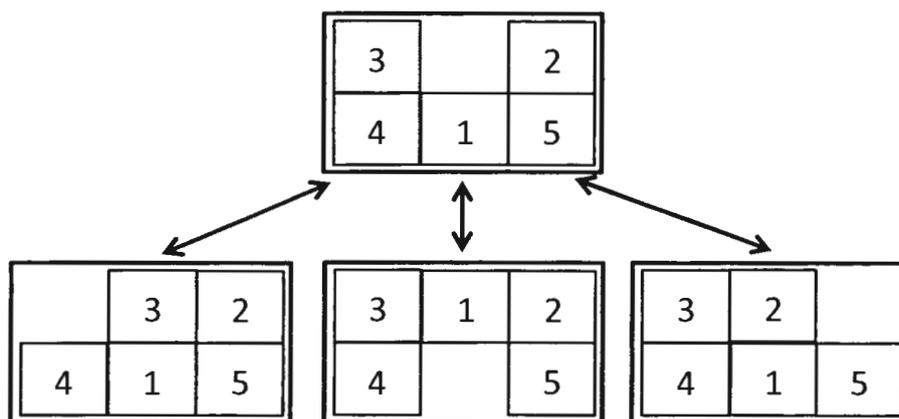


図 4

- 問1 このパズルで  $\text{MOVE}(p1,p2)$  が適用可能となる条件を示せ.
- 問2 このパズルで適用可能なオペレータは全部で何通りあるか, 導出過程とともに示せ.
- 問3 図1の初期状態から図2の目標状態に到達するまでの最短のオペレータ列を示せ. その根拠として, 初期状態から目標状態に到達するための図4の探索木を完成せよ. なお, オペレータは幅優先探索にしたがって適用することとする.

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 赤黒木は平衡二分探索木であり，二分探索木の種類である．図1は，赤黒木の一例である．赤ノードを三角，黒ノードを円，左枝を実線矢印，右枝を点線矢印で示す．

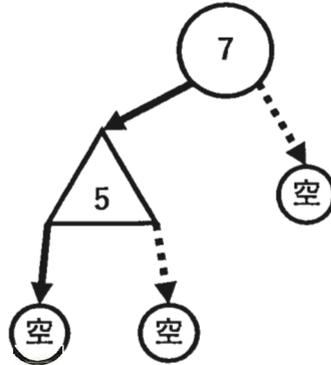


図1

ここでは，二分探索木が(1)と(2)の性質をもつとする．

- (1) 任意のノードの値は，その右部分木に含まれるノードの値より大きくない
- (2) 任意のノードの値は，その左部分木に含まれるノードの値より小さくない

これらに加えて，次の(3)~(7)の性質をもつ赤黒木について考える．

- (3) 各ノードは「赤」または「黒」の色属性をもつ
- (4) 葉(終端ノード)は空(探索のためのノードの値をもたない)のノードである
- (5) 葉はすべて根と同じ黒ノードである
- (6) 赤ノードは必ず黒ノードの子を二つもつ
- (7) 根からどの葉までのパスでも，そのパスに含まれる黒ノードの数は同じである

このとき，以下の問いに答えよ．(配点 50 点)

- 問1 {10, 5, 1, 3, 8, 14, 12, 18, 16, 20} の順にデータを与えて二分探索木を成長させたとき、得られる二分探索木を図で示せ.
- 問2 問1で得られた二分探索木を、赤黒木に再構成した例を一つ、図1にならって示せ. ただし、赤黒木の根は二分探索木の根と同じ値のノードを用いること.
- 問3 問2で得られた赤黒木へ、{11}の値をもつノードを追加したときに得られる赤黒木を、図1にならって示せ.
- 問4 赤黒木では、「根から葉までのパスの長さで最長のものは、根から葉までのパスの長さで最短のもの2倍を超えない」という性質をもつ. これが正しいことを示せ. ただし、パスの長さは、パスに含まれるノードの数とする.

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.

