

# 平成28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

- 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。
- 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	3～5	1問	
データベース工学	6	1問	

- 解答用紙は12枚に分かれているので、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科目名、受験番号をはっきりと記入してください。
- 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、選択した科目名の選択欄に○印を記入してください。
- 解答欄内に問題番号(I, IIなど)、問い合わせの番号(問1など)を記入してから解答を始めてください。
- 計算用紙／下書き用紙3枚が解答用紙と一緒にあります。
- 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。
- 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。
- 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  $f(x) = \frac{1}{x^2 - 1}$  の原始関数を 1 つ求めよ.

問 2 広義積分  $\int_2^\infty \frac{1}{x^2 - 1} dx$  の収束・発散を調べ, 収束する場合はその値を求めよ.

問 3 広義積分  $\int_2^\infty \frac{x}{x^3 - 2 \sin x} dx$  の収束・発散を調べよ.

II 行列  $A$  と  $B$  を以下のように定める.

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 2 & -4 \\ 1 & 1 & 2 \\ 1 & -2 & 5 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 2 & -2 & 2 \\ 0 & 3 & -1 \\ 0 & 2 & 0 \end{pmatrix}$$

以下の問いに答えよ. (配点 25 点)

問 1  $AB = BA$  を示せ.

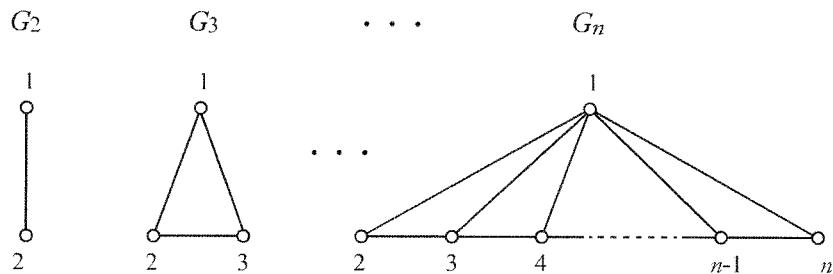
問 2 行列  $A$  が正則行列  $P$  を用いて  $P^{-1}AP = D$  と対角化されるとき,  $P$  と対角行列  $D$  を求めよ.

問 3 問 2 で求めた  $P$  を用いて  $P^{-1}BP$  を求めよ. また,  $AB$  を対角化せよ.

基礎数学の問題は, このページで終りである.

## 情 報 数 学

I 次の  $n$  個 ( $n > 1$ ) の節点からなる無向グラフ  $G_n$  について、以下の問い合わせに答えよ。  
(配点 50 点)



問 1  $G_4$  の隣接行列を求めよ.

問 2  $G_4$  において、節点 1 から節点 1 への長さ 4 の経路の数を求めよ.

問 3  $G_2, G_3, G_4$  について、可能な全域木の数をそれぞれ求めよ.

問 4  $G_n$  の可能な全域木の数を  $h_n$  とする。 $G_n$  の可能な全域木のうち、節点 1 と節点  $n$  を結ぶ辺を含む全域木の数を  $g_n$  とする。 $g_n$  を  $h_n$  と  $h_{n-1}$  を用いて表せ。ただし、 $h_1 = 0$  とする。

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 2分ヒープに関する以下の問い合わせに答えよ。 (配点 50 点)

2分ヒープとは次に示す条件 S と条件 L を満たす 2分木である。

条件 S: その 2分木のすべての葉および、左または右の子節点をもたない節点について、高さの差が 0 か 1 であり、最大の高さを持つ葉については左から順に埋まっている。

条件 L: その 2分木のすべての節点について、節点のラベルの値がその子節点のラベルの値以上である。

図 1 は 2分ヒープの例、図 2 は条件 S を満たさないが条件 L を満たす 2分木の例である。2分ヒープに対して、条件 S を満たしつつ新しい節点を一つ追加する操作を「節点を最左の葉として追加する」という。たとえば、図 3 は図 1 の右端の 2分ヒープに 節点を最左の葉として追加 した例である。なお、この例では条件 S を満たしているが条件 L を満たさなくなっている。

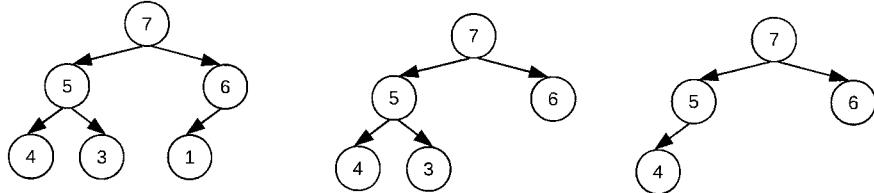


図 1 2分ヒープの例

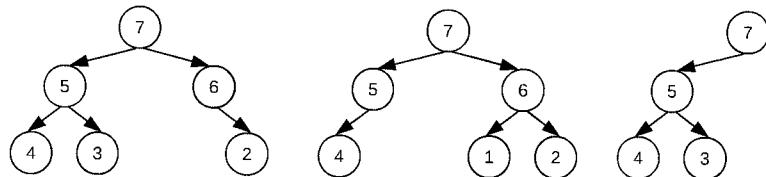


図 2 条件 S を満たさないが条件 L を満たす 2分木の例

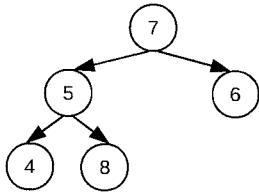


図 3 図 1 の右端の 2 分ヒープに新しい節点を追加したもの

問 1 2 分ヒープに 節点を最左の葉として追加 した結果、条件 L を満たさなくなつた場合には、適切な節点とその子節点を選んでラベルを入れ替える操作を何回か繰り返すことで、条件 L を満たすように修正し、2 分ヒープとすることができる。最小限のラベルの入れ替え回数でこの修正を行う手続きを up\_heap とする。図 3 の 2 分木に up\_heap を適用したとき、ラベルの入れ替えは何回になるか答えよ。また、結果としてできる 2 分ヒープを図 3 にならって作図せよ。

問 2 空の 2 分ヒープ（節点が 0 個の 2 分木）から始めて、1, 3, 2, 7, 5, 6, 4 の順に「そのラベルを持つ節点を最左の葉として追加 し、必要に応じて手続き up\_heap を行って 2 分ヒープにする操作」を繰り返したとき、最終的にできる 2 分ヒープを図 3 にならって作図せよ。

問 3 条件 S を満たす 2 分木を、以下の (1) から (4) のルールに従って配列で表現することを考える。

- (1) 一つの節点が配列の一つの要素に対応し、配列の要素の値は節点のラベル（正の整数）である。
- (2) 配列の添字 0 の要素が 2 分木の根に対応する。
- (3) 配列の添字  $n$  の要素に対応する節点の左の子節点には添字  $2n + 1$  の要素が対応し、右の子節点には添字  $2n + 2$  の要素が対応する。
- (4) 配列の要素で利用されていないもの（対応する節点が存在しないもの）の値は -1 とする。

図 3 の 2 分木を配列で表せ。ただし、配列の添字は 0 から始まるものとする。

問4 手続き up\_heap を C 言語で実装せよ. ただし, up\_heap の関数プロトタイプは次の通りとする.

```
void up_heap(int ary[], int i);
```

up\_heap の一つ目の引数は修正すべき 2 分木であり, 問3 と同様に配列で表現されている. 二つ目の引数は追加された葉の添字である.

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 あるウェブサーバのログファイルには、行ごとに、ログファイル内の行番号 (lineno), サーバヘリクエストを行ったクライアントの IP アドレス (ip), HTTP 認証によるユーザ名 (user), リクエスト日時 (requesttime), クライアントからのリクエストの内容 (request), サーバがクライアントに返すステータスコード (statuscode) が記録されている。ログファイルのデータの一例を以下に示す。

```
1 127.0.0.1 fun2015 [02/Jun/2015:11:12:22] "GET / HTTP/1.1" 200
2 192.168.1.10 fun2014 [02/Jun/2015:15:43:01] "GET / HTTP/1.1" 200
3 192.168.1.10 fun2014 [02/Jun/2015:15:43:01] "GET / HTTP/1.1" 200
4 192.168.1.10 fun2014 [02/Jun/2015:15:43:01] "GET /passwd.txt HTTP/1.1" 404
```

このログファイルのデータをデータベースに格納して、分析することを考える。以下の問い合わせに答えよ。（配点 50 点）

問1 このログファイルのデータをデータベースのテーブルに格納する際、主キーとなる属性または属性の集合を答えよ。

問2 このデータベースのテーブルを作成する SQL 文を記述せよ。ただし、テーブル名は access\_log とし、明示的に主キーを定義すること。

問3 問2のSQL文によって作成したテーブルに、ログファイルのデータを格納した。このとき、2015年6月 (Jun/2015) のリクエスト数を求めるSQL文を記述せよ。

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28年度 大学院博士(前期)課程入学者選抜学力試験

## 高度ICT領域

### 専門科目 [90分]

#### 注意事項

- 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。
- 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	
情報数学	2	1問	
アルゴリズムとデータ構造	3～5	1問	
データベース工学	6	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。

- 解答用紙は12枚に分かれているので、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科目名、受験番号をはっきりと記入してください。
- 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、選択した科目名の選択欄に○印を記入してください。
- 解答欄内に問題番号(I, IIなど)、問い合わせの番号(問1など)を記入してから解答を始めてください。
- 計算用紙／下書き用紙3枚が解答用紙と一緒にあります。
- 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。
- 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。
- 問題ごとに配点が記されています。

# 基礎数学

I 以下の問い合わせよ. (配点 25 点)

問 1  $f(x) = \frac{1}{x^2 - 1}$  の原始関数を 1 つ求めよ.

問 2 広義積分  $\int_2^\infty \frac{1}{x^2 - 1} dx$  の収束・発散を調べ, 収束する場合はその値を求めよ.

問 3 広義積分  $\int_2^\infty \frac{x}{x^3 - 2 \sin x} dx$  の収束・発散を調べよ.

II 行列  $A$  と  $B$  を以下のように定める.

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 2 & -4 \\ 1 & 1 & 2 \\ 1 & -2 & 5 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 2 & -2 & 2 \\ 0 & 3 & -1 \\ 0 & 2 & 0 \end{pmatrix}$$

以下の問い合わせよ. (配点 25 点)

問 1  $AB = BA$  を示せ.

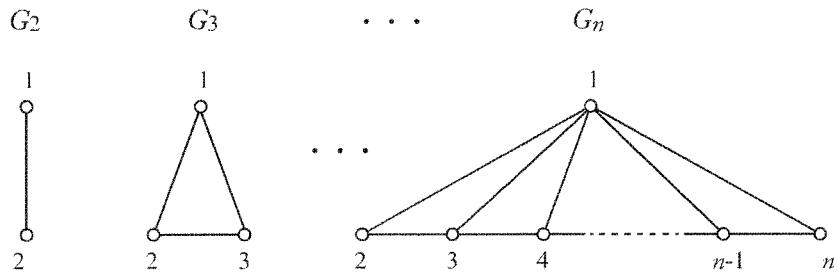
問 2 行列  $A$  が正則行列  $P$  を用いて  $P^{-1}AP = D$  と対角化されるとき,  $P$  と対角行列  $D$  を求めよ.

問 3 問 2 で求めた  $P$  を用いて  $P^{-1}BP$  を求めよ. また,  $AB$  を対角化せよ.

基礎数学の問題は, このページで終りである.

## 情報数学

I 次の  $n$  個 ( $n > 1$ ) の節点からなる無向グラフ  $G_n$  について、以下の問い合わせよ。  
(配点 50 点)



問 1  $G_4$  の隣接行列を求めよ。

問 2  $G_4$ において、節点 1 から節点 1 への長さ 4 の経路の数を求めよ。

問 3  $G_2, G_3, G_4$  について、可能な全域木の数をそれぞれ求めよ。

問 4  $G_n$  の可能な全域木の数を  $h_n$  とする。 $G_n$  の可能な全域木のうち、節点 1 と節点  $n$  を結ぶ辺を含む全域木の数を  $g_n$  とする。 $g_n$  を  $h_n$  と  $h_{n-1}$  を用いて表せ。ただし、 $h_1 = 0$  とする。

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 2分ヒープに関する以下の問い合わせに答えよ。 (配点 50 点)

2分ヒープとは次に示す条件 S と条件 L を満たす 2分木である。

条件 S: その 2分木のすべての葉および、左または右の子節点をもたない節点について、高さの差が 0 か 1 であり、最大の高さを持つ葉については左から順に埋まっている。

条件 L: その 2分木のすべての節点について、節点のラベルの値がその子節点のラベルの値以上である。

図 1 は 2分ヒープの例、図 2 は条件 S を満たさないが条件 L を満たす 2分木の例である。2分ヒープに対して、条件 S を満たしつつ新しい節点を一つ追加する操作を「節点を最左の葉として追加する」という。たとえば、図 3 は図 1 の右端の 2分ヒープに 節点を最左の葉として追加 した例である。なお、この例では条件 S を満たしているが条件 L を満たさなくなっている。

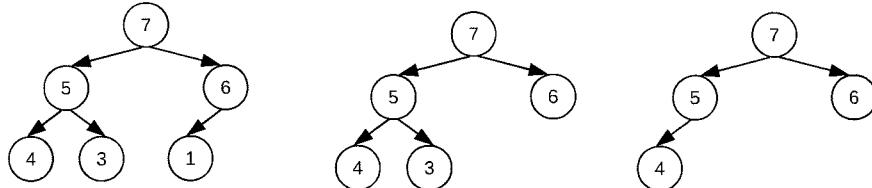


図 1 2分ヒープの例

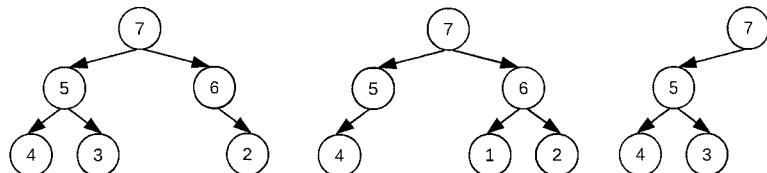


図 2 条件 S を満たさないが条件 L を満たす 2分木の例

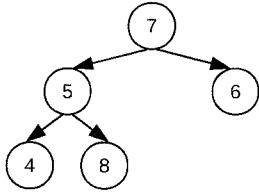


図 3 図 1 の右端の 2 分ヒープに新しい節点を追加したもの

問 1 2 分ヒープに 節点を最左の葉として追加 した結果、条件 L を満たさなくなつた場合には、適切な節点とその子節点を選んでラベルを入れ替える操作を何回か繰り返すことで、条件 L を満たすように修正し、2 分ヒープとすることができる。最小限のラベルの入れ替え回数でこの修正を行う手続きを up\_heap とする。図 3 の 2 分木に up\_heap を適用したとき、ラベルの入れ替えは何回になるか答えよ。また、結果としてできる 2 分ヒープを図 3 にならって作図せよ。

問 2 空の 2 分ヒープ（節点が 0 個の 2 分木）から始めて、1, 3, 2, 7, 5, 6, 4 の順に「そのラベルを持つ節点を最左の葉として追加 し、必要に応じて手続き up\_heap を行って 2 分ヒープにする操作」を繰り返したとき、最終的にできる 2 分ヒープを図 3 にならって作図せよ。

問 3 条件 S を満たす 2 分木を、以下の (1) から (4) のルールに従って配列で表現することを考える。

- (1) 一つの節点が配列の一つの要素に対応し、配列の要素の値は節点のラベル（正の整数）である。
- (2) 配列の添字 0 の要素が 2 分木の根に対応する。
- (3) 配列の添字  $n$  の要素に対応する節点の左の子節点には添字  $2n + 1$  の要素が対応し、右の子節点には添字  $2n + 2$  の要素が対応する。
- (4) 配列の要素で利用されていないもの（対応する節点が存在しないもの）の値は -1 とする。

図 3 の 2 分木を配列で表せ。ただし、配列の添字は 0 から始まるものとする。

問4 手続き up\_heap を C 言語で実装せよ. ただし, up\_heap の関数プロトタイプは次の通りとする.

```
void up_heap(int ary[], int i);
```

up\_heap の一つ目の引数は修正すべき 2 分木であり, 問3 と同様に配列で表現されている. 二つ目の引数は追加された葉の添字である.

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 あるウェブサーバのログファイルには、行ごとに、ログファイル内での行番号 (lineno), サーバヘリクエストを行ったクライアントの IP アドレス (ip), HTTP 認証によるユーザ名 (user), リクエスト日時 (requesttime), クライアントからのリクエストの内容 (request), サーバがクライアントに返すステータスコード (statuscode) が記録されている。ログファイルのデータの一例を以下に示す。

```
1 127.0.0.1 fun2015 [02/Jun/2015:11:12:22] "GET / HTTP/1.1" 200
2 192.168.1.10 fun2014 [02/Jun/2015:15:43:01] "GET / HTTP/1.1" 200
3 192.168.1.10 fun2014 [02/Jun/2015:15:43:01] "GET / HTTP/1.1" 200
4 192.168.1.10 fun2014 [02/Jun/2015:15:43:01] "GET /passwd.txt HTTP/1.1" 404
```

このログファイルのデータをデータベースに格納して、分析することを考える。以下の問いに答えよ。（配点 50 点）

問 1 このログファイルのデータをデータベースのテーブルに格納する際、主キーとなる属性または属性の集合を答えよ。

問 2 このデータベースのテーブルを作成する SQL 文を記述せよ。ただし、テーブル名は access\_log とし、明示的に主キーを定義すること。

問 3 問 2 の SQL 文によって作成したテーブルに、ログファイルのデータを格納した。このとき、2015 年 6 月 (Jun/2015) のリクエスト数を求める SQL 文を記述せよ。

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28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

- 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。
- 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	1問	
認知心理学	2	1問	
ヒューマンインターフェース	3	1問	
アルゴリズムとデータ構造	4～6	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。

- 解答用紙は12枚に分かれているので、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科目名、受験番号をはっきりと記入してください。
- 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、選択した科目名の選択欄に○印を記入してください。
- 解答欄内に問題番号(I, IIなど)、問い合わせの番号(問1など)を記入してから解答を始めてください。
- 計算用紙／下書き用紙3枚と下書き用原稿用紙5枚が解答用紙と一緒にあります。
- 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。
- 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。
- 問題ごとに配点が記されています。

## **情報デザイン**

- I** 函館に来ている外国人観光客が豊かな体験をするためのスマートフォン用のアプリケーション（以下アプリとする）をデザインする。次の3項目について記述せよ。  
ここでのペルソナは下記の通りである。（配点50点）

- 項目1 タイトル（コンセプトを端的に表現したもの）  
項目2 アプリのデザインコンセプト（100文字から200文字程度）  
項目3 使用シーン（スケッチや簡潔な文章を用いてアプリの使用方法とアプリを使用した結果得られる体験を表現）

### [ペルソナ]

観光客はタイ国籍の36歳の男性であり、タイ語しか話せない。  
写真を撮ることが好きである。  
今回は一人旅で初めて日本に来ている。  
航空券とホテルは自らインターネットを利用して予約した。

※解答の際、アプリの中の文字表記は日本語を用いてよい。

**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

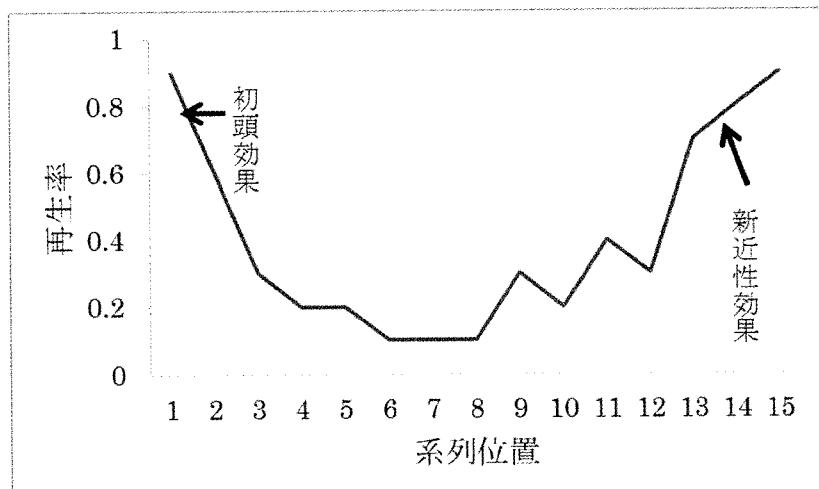
- I リスト形式で提示されたもの（例えば15個の単語）を記憶する際に、そのリスト中の位置（系列位置）によって各項目の再生率に差異が見られることを「系列位置効果」という。

系列のある材料を覚える際、系列の前の方と終わりの方の材料は学習が容易で、中央部の材料は学習が困難であるという現象が生じる。比較的前の方にあったものの再生率が高いことを「初頭効果」といい、終わりの方にあったものの再生率が高いことを「新近性効果」という（図）。

以下の問に答えよ。（配点50点）

問1 初頭効果の起こる原因および新近性効果の起こる原因について、長期記憶、短期記憶、リハーサルの用語を用いて、それぞれ100字以内で説明せよ。

問2 日常生活において、系列中央部の材料の学習が困難である具体的な状況をあげ、認知心理学の観点から、それを克服するためのアイデアと、そのアイデアが有効である理由を述べよ。



（図）記憶の系列位置曲線

認知心理学の問題は、このページで終りである。

## ヒューマンインターフェース

I ユーザの認知や行動を調査する方法について、以下の問い合わせよ。（配点50点）

**問 1** 認知的ウォーカスルー、ABテスト、シャドーイングについて、各方法の概要、長所、短所を書け（それぞれ150字以内）。

**問 2** 問 1 の三つ以外の調査法を一つ挙げ、その調査法の概要と、具体例（対象者や目的など）を書け。

ヒューマンインターフェースの問題は、このページで終りである。

## アルゴリズムとデータ構造

### I 2分ヒープに関する以下の問い合わせに答えよ。 (配点 50 点)

2分ヒープとは次に示す条件 S と条件 L を満たす 2 分木である。

条件 S: その 2 分木のすべての葉および、左または右の子節点をもたない節点について、高さの差が 0 か 1 であり、最大の高さを持つ葉については左から順に埋まっている。

条件 L: その 2 分木のすべての節点について、節点のラベルの値がその子節点のラベルの値以上である。

図 1 は 2 分ヒープの例、図 2 は条件 S を満たさないが条件 L を満たす 2 分木の例である。2 分ヒープに対して、条件 S を満たしつつ新しい節点を一つ追加する操作を「節点を最左の葉として追加する」という。たとえば、図 3 は図 1 の右端の 2 分ヒープに 節点を最左の葉として追加 した例である。なお、この例では条件 S を満たしているが条件 L を満たさなくなっている。

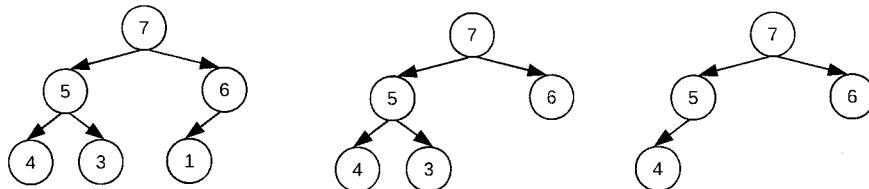


図 1 2 分ヒープの例

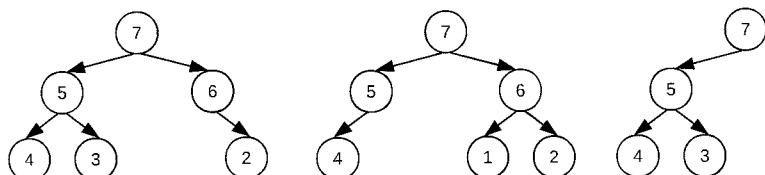


図 2 条件 S を満たさないが条件 L を満たす 2 分木の例

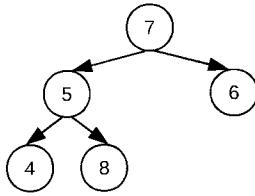


図 3 図 1 の右端の 2 分ヒープに新しい節点を追加したもの

問 1 2 分ヒープに 節点を最左の葉として追加 した結果、条件 L を満たさなくなつた場合には、適切な節点とその子節点を選んでラベルを入れ替える操作を何回か繰り返すことで、条件 L を満たすように修正し、2 分ヒープとすることができる。最小限のラベルの入れ替え回数でこの修正を行う手続きを up\_heap とする。図 3 の 2 分木に up\_heap を適用したとき、ラベルの入れ替えは何回になるか答えよ。また、結果としてできる 2 分ヒープを図 3 にならって作図せよ。

問 2 空の 2 分ヒープ（節点が 0 個の 2 分木）から始めて、1, 3, 2, 7, 5, 6, 4 の順に「そのラベルを持つ節点を最左の葉として追加 し、必要に応じて手続き up\_heap を行って 2 分ヒープにする操作」を繰り返したとき、最終的にできる 2 分ヒープを図 3 にならって作図せよ。

問 3 条件 S を満たす 2 分木を、以下の (1) から (4) のルールに従って配列で表現することを考える。

- (1) 一つの節点が配列の一つの要素に対応し、配列の要素の値は節点のラベル（正の整数）である。
- (2) 配列の添字 0 の要素が 2 分木の根に対応する。
- (3) 配列の添字  $n$  の要素に対応する節点の左の子節点には添字  $2n + 1$  の要素が対応し、右の子節点には添字  $2n + 2$  の要素が対応する。
- (4) 配列の要素で利用されていないもの（対応する節点が存在しないもの）の値は -1 とする。

図 3 の 2 分木を配列で表せ。ただし、配列の添字は 0 から始まるものとする。

問4 手続き up\_heap を C 言語で実装せよ. ただし, up\_heap の関数プロトタイプは次の通りとする.

```
void up_heap(int ary[], int i);
```

up\_heap の一つ目の引数は修正すべき 2 分木であり, 問3 と同様に配列で表現されている. 二つ目の引数は追加された葉の添字である.

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28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

- 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。
- 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	
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	4～6	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。

- 解答用紙は12枚に分かれているので、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科目名、受験番号をはっきりと記入してください。
- 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、選択した科目名の選択欄に○印を記入してください。
- 解答欄内に問題番号(I, IIなど)、問い合わせの番号(問1など)を記入してから解答を始めてください。
- 計算用紙／下書き用紙3枚が解答用紙と一緒にあります。
- 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。
- 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。
- 問題ごとに配点が記されています。

## 基 础 数 学

**I** 以下の問い合わせに答えよ. (配点 25 点)

問 1  $f(x) = \frac{1}{x^2 - 1}$  の原始関数を 1 つ求めよ.

問 2 広義積分  $\int_2^\infty \frac{1}{x^2 - 1} dx$  の収束・発散を調べ, 収束する場合はその値を求めよ.

問 3 広義積分  $\int_2^\infty \frac{x}{x^3 - 2 \sin x} dx$  の収束・発散を調べよ.

**II** 行列  $A$  と  $B$  を以下のように定める.

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 2 & -4 \\ 1 & 1 & 2 \\ 1 & -2 & 5 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 2 & -2 & 2 \\ 0 & 3 & -1 \\ 0 & 2 & 0 \end{pmatrix}$$

以下の問い合わせに答えよ. (配点 25 点)

問 1  $AB = BA$  を示せ.

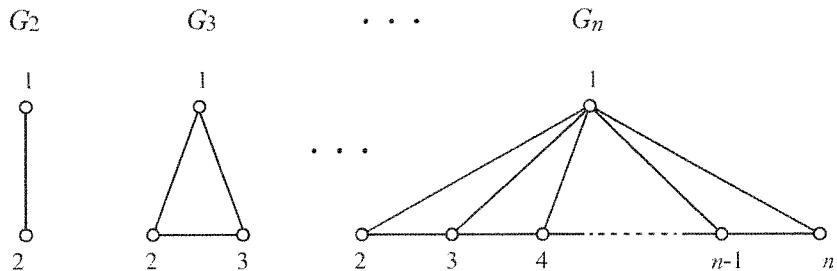
問 2 行列  $A$  が正則行列  $P$  を用いて  $P^{-1}AP = D$  と対角化されるとき,  $P$  と対角行列  $D$  を求めよ.

問 3 問 2 で求めた  $P$  を用いて  $P^{-1}BP$  を求めよ. また,  $AB$  を対角化せよ.

基礎数学の問題は, このページで終りである.

## 情報数学

I 次の  $n$  個 ( $n > 1$ ) の節点からなる無向グラフ  $G_n$  について、以下の問い合わせよ。  
(配点 50 点)



問 1  $G_4$  の隣接行列を求めよ。

問 2  $G_4$  において、節点 1 から節点 1 への長さ 4 の経路の数を求めよ。

問 3  $G_2, G_3, G_4$  について、可能な全域木の数をそれぞれ求めよ。

問 4  $G_n$  の可能な全域木の数を  $h_n$  とする。 $G_n$  の可能な全域木のうち、節点 1 と節点  $n$  を結ぶ辺を含む全域木の数を  $g_n$  とする。 $g_n$  を  $h_n$  と  $h_{n-1}$  を用いて表せ。ただし、 $h_1 = 0$  とする。

情報数学の問題は、このページで終りである。

## 応用数学

I 全微分可能な  $f(x, y)$  に対して,  $x = r \cos \theta$ ,  $y = r \sin \theta$  とおき極座標変換する. 以下の問い合わせに答えよ. (配点 50 点)

問 1 次の 2 つの式が成立することを示せ.

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \cos \theta \frac{\partial f}{\partial r} - \frac{\sin \theta}{r} \frac{\partial f}{\partial \theta}$$

$$\frac{\partial f}{\partial y} = \sin \theta \frac{\partial f}{\partial r} + \frac{\cos \theta}{r} \frac{\partial f}{\partial \theta}$$

問 2 ラプラスアンの極座標変換が

$$\left( \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \right) f = \left[ \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} \right] f$$

となることを示せ.

問 3  $r > 0$  の範囲で定義される関数  $g(r, \theta)$  が

$$\begin{cases} \left[ \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} \right] g(r, \theta) = \frac{1}{r}, \\ g(r=1, \theta) = 1, \quad \frac{\partial g}{\partial r}(r=1, \theta) = 2 \end{cases}$$

をみたすとき, 関数  $g(r, \theta)$  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 2分ヒープに関する以下の問い合わせに答えよ。 (配点 50 点)

2分ヒープとは次に示す条件 S と条件 L を満たす 2 分木である。

条件 S: その 2 分木のすべての葉および、左または右の子節点をもたない節点について、高さの差が 0 か 1 であり、最大の高さを持つ葉については左から順に埋まっている。

条件 L: その 2 分木のすべての節点について、節点のラベルの値がその子節点のラベルの値以上である。

図 1 は 2 分ヒープの例、図 2 は条件 S を満たさないが条件 L を満たす 2 分木の例である。2 分ヒープに対して、条件 S を満たしつつ新しい節点を一つ追加する操作を「節点を最左の葉として追加する」という。たとえば、図 3 は図 1 の右端の 2 分ヒープに 節点を最左の葉として追加 した例である。なお、この例では条件 S を満たしているが条件 L を満たさなくなっている。

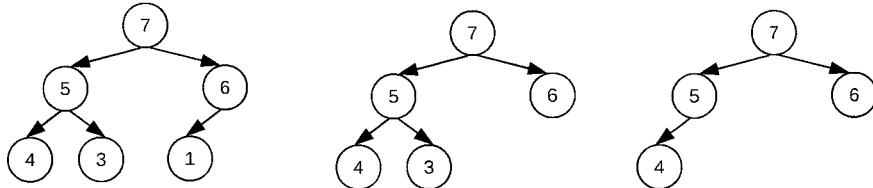


図 1 2 分ヒープの例

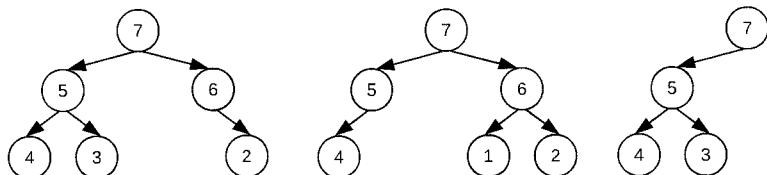


図 2 条件 S を満たさないが条件 L を満たす 2 分木の例

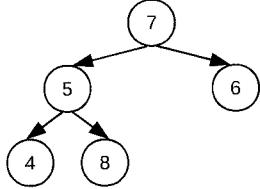


図 3 図 1 の右端の 2 分ヒープに新しい節点を追加したもの

問 1 2 分ヒープに 節点を最左の葉として追加 した結果、条件 L を満たさなくなつた場合には、適切な節点とその子節点を選んでラベルを入れ替える操作を何回か繰り返すことで、条件 L を満たすように修正し、2 分ヒープとすることができる。最小限のラベルの入れ替え回数でこの修正を行う手続きを up\_heap とする。図 3 の 2 分木に up\_heap を適用したとき、ラベルの入れ替えは何回になるか答えよ。また、結果としてできる 2 分ヒープを図 3 にならって作図せよ。

問 2 空の 2 分ヒープ（節点が 0 個の 2 分木）から始めて、1, 3, 2, 7, 5, 6, 4 の順に「そのラベルを持つ節点を最左の葉として追加 し、必要に応じて手続き up\_heap を行って 2 分ヒープにする操作」を繰り返したとき、最終的にできる 2 分ヒープを図 3 にならって作図せよ。

問 3 条件 S を満たす 2 分木を、以下の (1) から (4) のルールに従って配列で表現することを考える。

- (1) 一つの節点が配列の一つの要素に対応し、配列の要素の値は節点のラベル（正の整数）である。
- (2) 配列の添字 0 の要素が 2 分木の根に対応する。
- (3) 配列の添字  $n$  の要素に対応する節点の左の子節点には添字  $2n + 1$  の要素が対応し、右の子節点には添字  $2n + 2$  の要素が対応する。
- (4) 配列の要素で利用されていないもの（対応する節点が存在しないもの）の値は -1 とする。

図 3 の 2 分木を配列で表せ。ただし、配列の添字は 0 から始まるものとする。

問4 手続き up\_heap を C 言語で実装せよ. ただし, up\_heap の関数プロトタイプは次の通りとする.

```
void up_heap(int ary[], int i);
```

up\_heap の一つ目の引数は修正すべき 2 分木であり, 問3 と同様に配列で表現されている. 二つ目の引数は追加された葉の添字である.

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28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

- 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。
- 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	1問	
アルゴリズムとデータ構造	4～6	1問	

- 解答用紙は12枚に分かれているので、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科目名、受験番号をはっきりと記入してください。
- 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、選択した科目名の選択欄に○印を記入してください。
- 解答欄内に問題番号(I, IIなど)、問い合わせの番号(問1など)を記入してから解答を始めてください。
- 計算用紙／下書き用紙3枚が解答用紙と一緒にあります。
- 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。
- 試験終了後、問題冊子は持ち帰ってください。
- 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  $f(x) = \frac{1}{x^2 - 1}$  の原始関数を 1 つ求めよ.

問 2 広義積分  $\int_2^\infty \frac{1}{x^2 - 1} dx$  の収束・発散を調べ, 収束する場合はその値を求めよ.

問 3 広義積分  $\int_2^\infty \frac{x}{x^3 - 2 \sin x} dx$  の収束・発散を調べよ.

II 行列  $A$  と  $B$  を以下のように定める.

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 2 & -4 \\ 1 & 1 & 2 \\ 1 & -2 & 5 \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} 2 & -2 & 2 \\ 0 & 3 & -1 \\ 0 & 2 & 0 \end{pmatrix}$$

以下の問いに答えよ. (配点 25 点)

問 1  $AB = BA$  を示せ.

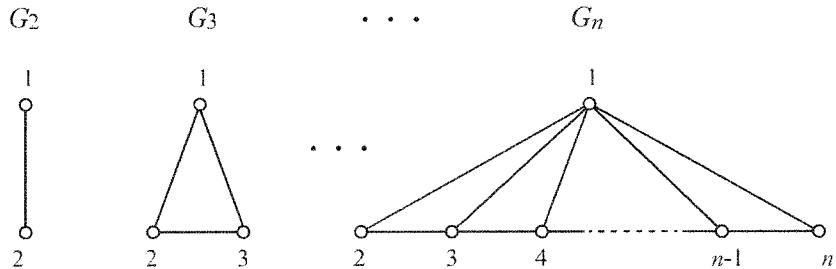
問 2 行列  $A$  が正則行列  $P$  を用いて  $P^{-1}AP = D$  と対角化されるとき,  $P$  と対角行列  $D$  を求めよ.

問 3 問 2 で求めた  $P$  を用いて  $P^{-1}BP$  を求めよ. また,  $AB$  を対角化せよ.

基礎数学の問題は, このページで終りである.

## 情報数学

I 次の  $n$  個 ( $n > 1$ ) の節点からなる無向グラフ  $G_n$  について、以下の問い合わせに答えよ。  
(配点 50 点)



問 1  $G_4$  の隣接行列を求めよ。

問 2  $G_4$ において、節点 1 から節点 1 への長さ 4 の経路の数を求めよ。

問 3  $G_2, G_3, G_4$ について、可能な全域木の数をそれぞれ求めよ。

問 4  $G_n$  の可能な全域木の数を  $h_n$  とする。 $G_n$  の可能な全域木のうち、節点 1 と節点  $n$  を結ぶ辺を含む全域木の数を  $g_n$  とする。 $g_n$  を  $h_n$  と  $h_{n-1}$  を用いて表せ。ただし、 $h_1 = 0$  とする。

情報数学の問題は、このページで終りである。

## 人工知能

I チェスにおけるクイーン (Q と表す) という駒は、縦・横・斜めに何マスでも進むことができる。たとえば、図 1 の  $4 \times 3$  の盤面ではクイーンは  $\times$  のマスに対して効いていることになる（進める範囲を効いているという）。 $4 \times 3$  の盤面に何も置いていない状態から二人のプレイヤーが次のゲームをするを考える。このゲームでは、クイーンが置かれていなくて、なおかつ盤上のどのクイーンも効いていないマスに交互にクイーンを置いていき、自分の手番で置くマスがなかったほうが負けになる。図 1 では、後手はクイーンがなく  $\times$  がついていない 4箇所のマスのどれかにクイーンを置くことができる。このゲームについて、以下の問い合わせに答えよ。（配点 50 点）

Q	$\times$	$\times$
$\times$	$\times$	
$\times$		$\times$
$\times$		

図 1 先手が最初にクイーンを  
置いた例

			Q

図 2 先手が最初にクイーンを  
置いたもう一つの例

問 1 このゲームの初手から勝負がつくまでの探索木（ゲーム木）を書け。ただし、対称性を考慮すること。たとえば、図 1 と図 2 のクイーンは対称の位置にあるので、いずれか一方だけを記述すればよい。

問 2 このゲームは両者が最善を尽くしたときに、先手勝ち・後手勝ち・引き分けのいずれかを答えよ。またその理由を述べよ。

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 2分ヒープに関する以下の問い合わせに答えよ. (配点 50 点)

2分ヒープとは次に示す条件 S と条件 L を満たす 2 分木である.

条件 S: その 2 分木のすべての葉および、左または右の子節点をもたない節点について、高さの差が 0 か 1 であり、最大の高さを持つ葉については左から順に埋まっている。

条件 L: その 2 分木のすべての節点について、節点のラベルの値がその子節点のラベルの値以上である。

図 1 は 2 分ヒープの例、図 2 は条件 S を満たさないが条件 L を満たす 2 分木の例である。2 分ヒープに対して、条件 S を満たしつつ新しい節点を一つ追加する操作を「節点を最左の葉として追加する」という。たとえば、図 3 は図 1 の右端の 2 分ヒープに 節点を最左の葉として追加 した例である。なお、この例では条件 S を満たしているが条件 L を満たさなくなっている。

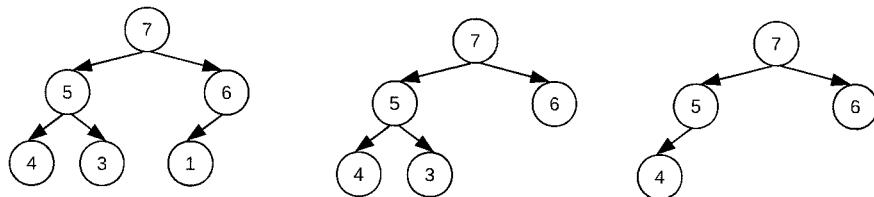


図 1 2 分ヒープの例

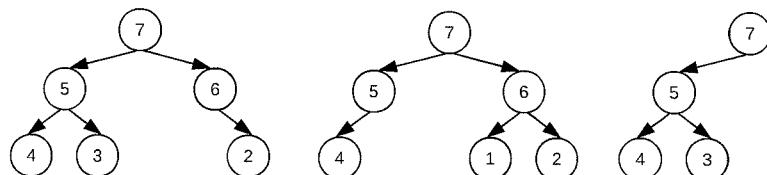


図 2 条件 S を満たさないが条件 L を満たす 2 分木の例

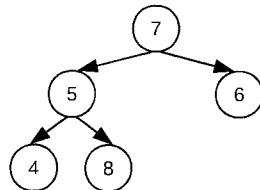


図3 図1の右端の2分ヒープに新しい節点を追加したもの

問1 2分ヒープに節点を最左の葉として追加した結果、条件Lを満たさなくなつた場合には、適切な節点とその子節点を選んでラベルを入れ替える操作を何回か繰り返すことで、条件Lを満たすように修正し、2分ヒープとすることができる。最小限のラベルの入れ替え回数でこの修正を行う手続きをup\_heapとする。図3の2分木にup\_heapを適用したとき、ラベルの入れ替えは何回になるか答えよ。また、結果としてできる2分ヒープを図3にならって作図せよ。

問2 空の2分ヒープ（節点が0個の2分木）から始めて、1, 3, 2, 7, 5, 6, 4の順に「そのラベルを持つ節点を最左の葉として追加し、必要に応じて手続きup\_heapを行って2分ヒープにする操作」を繰り返したとき、最終的にできる2分ヒープを図3にならって作図せよ。

問3 条件Sを満たす2分木を、以下の(1)から(4)のルールに従って配列で表現することを考える。

- (1) 一つの節点が配列の一つの要素に対応し、配列の要素の値は節点のラベル（正の整数）である。
- (2) 配列の添字0の要素が2分木の根に対応する。
- (3) 配列の添字nの要素に対応する節点の左の子節点には添字 $2n+1$ の要素が対応し、右の子節点には添字 $2n+2$ の要素が対応する。
- (4) 配列の要素で利用されていないもの（対応する節点が存在しないもの）の値は-1とする。

図3の2分木を配列で表せ。ただし、配列の添字は0から始まるものとする。

問4 手続き up\_heap を C 言語で実装せよ。ただし、up\_heap の関数プロトタイプは次の通りとする。

```
void up_heap(int ary[], int i);
```

up\_heap の一つ目の引数は修正すべき 2 分木であり、問3 と同様に配列で表現されている。二つ目の引数は追加された葉の添字である。

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。