

2011年度立命館大学大学院理工学研究科  
博士課程前期課程  
入学試験問題（専門科目）

計 算 機 科 学 型

【注意事項】

1. 解答は問題番号1、2、・・・ごとに解答用紙1枚を使用して下さい。
2. 受験番号、氏名、問題番号を解答用紙すべてに記入して下さい。
3. 無記名答案は無効、問題用紙および解答用紙の持ち帰りは認めていません。
4. 解答用紙はホッチキス止めしてあるので、はずさないで下さい。
5. 専門科目の選択方法  
問題用紙が事前に届け出ている型の問題であるか確認し、以下のような専門科目の選択方式に従って解答して下さい。

計算機科学型：以下の6問から4問選択。

- ① 線形代数
- ② 微積分・微分方程式
- ③ プログラミング言語（C言語、Java：いずれか一方を選択）
- ④ データ構造とアルゴリズム
- ⑤ 計算機科学1（計算機構成論、オペレーティングシステム、ソフトウェア工学）
- ⑥ 計算機科学2（コンピュータネットワーク、データベース、人工知能）

6. 専門科目試験時間

数学科型・物理型

13:00～15:00（120分）試験時間中の途中退室は認めていません。

数学科型・物理型以外

13:00～16:00（180分）試験時間中の途中退室は認めていません。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

[専門科目] 計算機科学型

1～6の中から4問選択して解答すること。3.「プログラミング言語」を選択した場合には、C言語、Javaの何れか一方を解答すること。また、解答用紙の問題番号欄にC言語、Javaの何れか選択した方を○で囲むこと。

1. 線形代数

(1) 行列  $A = \begin{bmatrix} 4 & 0 & 2 \\ 0 & 4 & 0 \\ 2 & 0 & 4 \end{bmatrix}$  の固有値と対応する固有ベクトル（単位長）を求めよ。

(2) 固有値と対応する固有ベクトルをそれぞれ  $(\lambda_1, \mathbf{e}_1), (\lambda_2, \mathbf{e}_2), (\lambda_3, \mathbf{e}_3)$  としたとき、

$\begin{bmatrix} \mathbf{e}_1 & \mathbf{e}_2 & \mathbf{e}_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_2 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{e}_1 & \mathbf{e}_2 & \mathbf{e}_3 \end{bmatrix}^T$  を求めよ。ただし、上付きの T は転置を示す。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

[専門科目] 計算機科学型

1～6の中から4問選択して解答すること。3.「プログラミング言語」を選択した場合には、C言語、Javaの何れか一方を解答すること。また、解答用紙の問題番号欄にC言語、Javaの何れか選択した方を○で囲むこと。

2. 微積分・微分方程式

スターリングの公式：

$$n! \sim \sqrt{2\pi n} \left(\frac{n}{e}\right)^n$$

は、階乗に対する漸近近似として有名ですが、以下ではその主要項

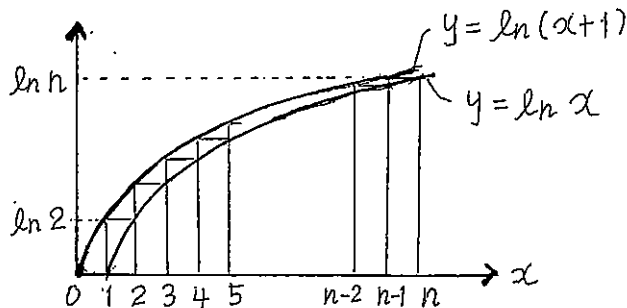
$$n! \sim \left(\frac{n}{e}\right)^n$$

を初等的に導きましょう。ここで、上式の対数を取り、

$$\ln n! \sim n \ln n - n \tag{1}$$

を示すことにします。

(1)の左辺 =  $\sum_{k=1}^n \ln k$  は、図に示される  $(n-1)$ 本の棒の総面積  $S_0$  に相当することに着目します。



図よりこの面積  $S_0$  は、 $y = \ln x$  を  $x = 1$  から  $x = n$  まで積分して得られる面積  $S_1$  より大きいことが分かります。よって、 $S_1$  を下界値として、以下が成り立ちます：

$$\ln n! > S_1 \tag{2}$$

また図より、 $S_0$  は、 $y = \ln(x+1)$  を  $x = 0$  から  $x = n-1$  まで積分して得られる面積と  $(n-1)$ 本目の棒の面積の和  $S_2$  より小さいことが分かります。よって、 $S_2$  を上界値として、以下が成り立ちます：

$$\ln n! < S_2 \tag{3}$$

式(2)と(3)より、 $O(N)$ のオーダーまでの近似式として式(1)が得られることが分かります。より厳密な導出には、ガンマ関数を用いることになります。

(1)  $S_1$  を求めなさい。

(2)  $S_2$  を求めなさい。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

[専門科目] 計算機科学型

3. を選択した場合には、C 言語、Java の何れか一方を解答すること。

また、解答用紙の問題番号欄に C 言語、Java の何れか選択した方を○で囲むこと。

3. プログラミング言語 (C 言語)

問 1 次のプログラムは複素数  $1+3i$  と  $2+4i$  の積を求め出力する。ただし積算対象は、複素数型の 2 変数  $x, y$  で示される。複素数型は構造体 `struct complex` で表され、そのメンバ変数は、実部を表す整数 `re` と、虚部を表す整数 `im` である。プログラム中の (1), (2) を埋めよ。

プログラム

```
#include<stdio.h>
struct complex{
    int re; /* 実部 */
    int im; /* 虚部 */
};
struct complex MultiComplex(struct complex x,
                             struct complex y){
    (1)
}
void main(void){
    struct complex x = {1,3};
    struct complex y = {2,4};
    struct complex z;

    z = MultiComplex(x, y);
    printf("答え: %d + %di\n", (2) );
}
```

プログラム出力

答え: -10 + 10i

問 2 次のプログラムとその出力は、4 人の学生が 3 科目を受験したときの、各科目の平均点を求めるものである。プログラム中の (1), (2) を埋めよ。

プログラム

```
#include <stdio.h>
void main(void){
    int score[4][3] = {{40,65,30}, {60,98,74},
                      {82,55,63}, {23,59,71}};
    float mean[3];
    int k,l;

    for( (1) ){
        (2)
        printf("科目 %d 平均=%.2f\n", k, mean[k]);
    }
}
```

プログラム出力

科目 0 の平均=51.25  
科目 1 の平均=69.25  
科目 2 の平均=59.50

問 3 次のプログラムの出力を書け。

プログラム

```
#include <stdio.h>
int func(char *str1, char *str2){
    char *p;
    char *q;

    p = str1;
    q = str2;
    while( (*p) == (*q) ){
        if( (*p) == '\0' ) {
            return 0;
        }

        p ++ ;
        q ++ ;
    }

    return 1;
}
void main(void){
    char word1[] = "abc";
    char word2[] = "abc";
    char word3[] = "abcde";
    char word4[] = "1234";

    printf("%d\n", func(word1, word2));
    printf("%d\n", func(word1, word3));
    printf("%d\n", func(word1, word4));
}
```

# 立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

## [専門科目] 計算機科学型

3. を選択した場合には、C 言語、Java の何れか一方を解答すること。

また、解答用紙の問題番号欄に C 言語、Java の何れか選択した方を○で囲むこと。

### 3. プログラミング言語（Java）

以下の問題について、必要なクラスはすべて import しているとし、指示された機能を実現するメソッドを定義せよ。main メソッドはつぎのように、用意されている。

```
public static void main(String[] args) {
    int[] data = {7, 0, 3, 8, <ここは省略> 2, 9, 1};
    Answer ans = new Answer();
    ans.histogram(data);
    ans.newton();
}
```

(1) int 型配列 data の要素は 0 から 9 までの整数である。それぞれの整数が複数個入っている。0 から 9 までの整数がそれぞれいくつ入っているか、各度数を調べ、それを標準出力に出力するメソッド void histogram(int[] data) を作成せよ。引数 data の要素数は未知であるとし、それぞれの整数に対して度数が分かるように出力すること。

(2) ニュートン・ラフソン法を考える。すなわち、根の近似値が分かっている方程式  $f(x) = 0$  に対して、漸化式  $x_{n+1} = x_n - f(x_n) / f'(x_n)$  を用いて、演算を繰り返し、 $x_{n+1}$  と  $x_n$  が同じ値になったときの値が解となる。この方法を使って 3 の平方根を求めるために、 $f(x) = x^2 - 3$  とし、つぎの漸化式を使用する。

$$x_{n+1} = x_n - (x_n^2 - 3) / 2x_n$$

ニュートン・ラフソン法を用い、3 の平方根について小数点 4 桁目を四捨五入した値を標準出力に出力するメソッド void newton() を作成せよ。

ただし、 $x_0 = 1.0$  とし、値が振動する、あるいは収束せずに発散する場合を配慮して、n は 1000 までで計算を打ち切りとする。（繰り返し回数を 1000 とする。）

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

[専門科目] 計算機科学型

1～6の中から4問選択して解答すること。3.「プログラミング言語」を選択した場合には、C言語、Javaの何れか一方を解答すること。また、解答用紙の問題番号欄にC言語、Javaの何れか選択した方を○で囲むこと。

4. データ構造とアルゴリズム

問1. 整列（ソート）アルゴリズムのひとつである挿入法に関して以下の問に答えよ。

- (1) 数列{21, 19, 8, 42, 33, 15}を昇順に整列する例を用いて、挿入法のアルゴリズムを説明せよ。
- (2) 挿入法を用いて数列を昇順に整列する場合、どのような数列に対して時間計算量が最悪になるか説明せよ。
- (3) 整列された数列に対し数値をひとつ任意の位置に追加して整列されていない数列  $S$  を作成する。この時、挿入法を用いると  $O(n)$ の時間計算量で  $S$  が整列できることを示せ。ここで、 $n$  は  $S$  の要素数である。

問2. ノード（節、節点）数が  $2^n - 1$  である完全2分探索木  $T_n$  を考える。ここで、 $n$  は1以上の整数であり、完全2分探索木とは完全2分木である2分探索木を指す。

- (1) 数列{7, 13, 18, 29, 45, 70, 91}から構成される完全2分探索木を示せ。
- (2) 任意の  $n$  について  $T_n$  を探索する際に要する比較回数の最大値および最小値を示せ。根拠を共に示すこと。
- (3) 任意の  $n$  について  $T_n$  に含まれる任意のノードの探索に要する比較回数の平均値を示せ。解の導出の過程を共に示すこと。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

[専門科目] 計算機科学型

1～6の中から4問選択して解答すること。3.「プログラミング言語」を選択した場合には、C言語、Javaの何れか一方を解答すること。また、解答用紙の問題番号欄にC言語、Javaの何れか選択した方を○で囲むこと。

## 5. 計算機科学 1

- (1) ソフトウェアライフサイクルモデルの一つであるウォーターフォールモデルとは何か。また、その利点と欠点を説明せよ。
- (2) 仮想記憶の管理技法に関して、「ページの置き換え」とは何を行うことか説明せよ。また、ページ置き換えアルゴリズムの中で、FIFOとLRUを両者の違いが分かるように説明せよ。
- (3) CPUのデータパスの構成方法に関して、「命令フェッチ、レジスタアクセス、ALUでの演算、メモリアクセス、クロック・サイクル時間」という用語を全て用いて、単一サイクル方式に比べた時のマルチサイクル方式の利点を説明せよ。

立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

[専門科目] 計算機科学型

1～6の中から4問選択して解答すること。3.「プログラミング言語」を選択した場合には、C言語、Javaの何れか一方を解答すること。また、解答用紙の問題番号欄にC言語、Javaの何れか選択した方を○で囲むこと。

6. 計算機科学2

(計算機科学2の問題は2ページあります。すべての問題に答えなさい。)

人工知能とコンピュータネットワークに関する以下の設問(1)～(3)に答えなさい。

(1) 人工知能に関する以下の説明文①～⑥について、囲みの空欄部分ア～コに適した用語や略語を選択肢から選んで、アルファベットで示された記号で答えなさい。同じ問題記号の囲みには同じ用語が入ると仮定せよ。なお、選択肢には該当しないものも含まれています。

- ① 学習方式として、一般的な原理原則から個別的概念を獲得するア、数多くの具体例から一般的性質を抽出するイのほか、第3の学習方法として、仮説を考え、その妥当性を検証するウがある。
- ② 経路探索問題の解法には、すべての経路コストが自明の場合に、初期状態から現在地までのコストと、到達可能な枝のコストの合計が最小の経路をその都度選ぶエや、初期状態から現在地までのコストと、現在地から目標までの推定コストの合計を用いるオなどがある。オの推定値は、実際の距離と同じか、それより小さいものが用いられる。
- ③ 人がある特定の場面ととる一般的な行動系列を構造化した知識表現方法として、R. Schank が提唱したカがある。意味記憶を表現するとされる M. Minsky のキと比較して、エピソード記憶に対応するものと言える。
- ④ 意志決定で用いられるクとは、選択肢に関する属性とその値を用いて、選択肢間の関係をグラフ表示するものである。クを用いた学習アルゴリズムである ID3 は、クを作るときの属性選択基準にケを用いている。
- ⑤ コは、機械学習の分野で、実行するルールに対して、そのルールの有効性を示す値を設け、エージェントの行動のたびに値を更新する、強化学習の一種である。

【選択肢】

- |               |         |             |             |             |
|---------------|---------|-------------|-------------|-------------|
| a. スクリプト      | b. RDFS | c. Q 学習     | d. 分岐限定法    | e. 帰納       |
| f. ヒューリスティックス | g. EBL  | h. オークション   | i. 三段論法     | k. A*アルゴリズム |
| m. アブダクション    | p. フレーム | q. データマイニング | r. 事例に基づく学習 | s. 情報量      |
| t. 類推         | u. 演繹   | w. オントロジー   | x. 山登り法     | y. 決定木      |

(2) 下記の記述のうち、正しいもの2つを選びなさい。

- ① 「セマンティック Web」で用いられる RDFS は、RDF だけでは不十分なボキャブラリの意味解釈を、より柔軟に行えるようにするための仕組みである。
- ② 最適化問題を解くために用いられる「焼きなまし法 (Simulated Annealing)」は、現在の解の近傍をランダムに探索するときに、最初はすぐ近くを丁寧に探索し、次第に遠くの解を探索する。
- ③ ニューラルネットワークを訓練するための「バックプロパゲーション」は、教師信号とネットワークの実際の出力の誤差を算出し、入力層から中間層への結合荷重を修正した上で、中間層から出力層への結合荷重を修正する。
- ④ 「契約ネットプロトコル」は、人間社会における契約入札の仕組みをモデルにして、複雑なタスクを独立した下位タスクに分割し、それらを複数のエージェントに割り当てるためのプロトコルである。
- ⑤ 「サブサンプション (subsumption)」アーキテクチャは、即応プランニングのみを適用したプランニングアルゴリズムである。

正しい項目は  と

(次ページに続く)

# 立命館大学大学院理工学研究科（博士課程前期課程）

## [専門科目] 計算機科学型

1～6の中から4問選択して解答すること。3.「プログラミング言語」を選択した場合には、C言語、Javaの何れか一方を解答すること。また、解答用紙の問題番号欄にC言語、Javaの何れか選択した方を○で囲むこと。

### 6. 計算機科学2 (計算機科学2の問題は前のページからはじまっています。すべての問題に答えなさい。)

(3) コンピュータネットワークに関する以下の説明文①～⑧について、囲みの空欄部分ア～ソに適した用語か邦訳を記入しなさい。囲み内に選択肢がある場合には、選択肢の記号いずれか一つを記入するか、あるいは選択肢に適切なものが見当たらない場合は、適した用語を記入してもよい。同じ問題記号の囲みには同じ用語が入ると仮定せよ。略語に対する正式名称を答える問題アおよびカ、サを除き、一般的な略語を記入してよい。なお、以下ではインターネットプロトコルバージョン4のことをIPv4と表記している。

① 電気・電子・情報工学とその関連分野の学会であり、無線LANや有線LANなどの標準化活動を行っている組織IEEEの正式名称はアである。

② メディアアクセス制御方式ALOHA(あるいはPure ALOHA)の最大スループットは、自然対数の底 $e$ を用いてイと書ける。 $e=2.718$ として、これを小数点以下4桁の精度で求めるとウである。

③ OSI基本参照モデル(あるいはOSI参照モデル)において、電気信号や光などの伝送媒体(伝送メディア)にてビット列の転送を行い、伝送媒体の材質やコネクタ形状、伝送媒体信号とビットとの相互変換方式などを規定する層はエ層であり、代表的なプロトコルは例えばITU-TのVシリーズ、Xシリーズ、RS-232Cなどである。データリンク層ではエ層のサービスを用いて例えば

オ ①同期点の挿入 ②抽象構文から転送構文への変換 ③ツイストペアケーブルの規定 ④隣接ノード間でのデータ転送を行う。

④ CIDRの正式名称はカであり、クラスを使わないIPv4アドレスの割り当てと、経路情報の集成を行う技術である。

⑤ あるホストAから、別のホストCへIPv4通信を行うことを考える。Aが接続されているイーサネット(Ethernet) aと、Cが接続されているイーサネットcが各々異なっており、aとcとをブリッジBが接続しているとする。各々の設定が正しい場合、A、CそれぞれのIPv4アドレスのネットワークアドレス部は通常キ①一致している ②異なっている。

⑥ IPv4アドレス10.20.30.40のネットワークはクラスク①A ②B ③C ④D ⑤Eである。このネットワークのネットマスクを、小数点付き10進記法(dotted decimal notation)で書き表すとケとなる。このネットワークでは最大コ個の異なったホストのIPv4アドレスが割り当て可能である。

⑦ TCPの正式名称はサである。TCPで接続(コネクション)を確立するための手順は、TCPセグメントが三回送信されることから、シと呼ばれる。TCPとUDPのうち、ヘッダにチェックサムが含まれているのはス①TCPだけ ②UDPだけ ③TCPとUDP両方である。

⑧ 1秒間に44100回の時間間隔でモノラル音楽信号1チャンネルを標本化し、そのアナログ信号を65536段階に量子化したとき、そのデータ量はセ[kbps]となる。標本化定理(あるいはサンプリング定理)によると、このデジタル信号から復元可能なアナログ信号の最大周波数はソ[kHz]である。ただし国際単位系接頭辞であるキロ(k)は、基礎となる単位の1000倍の量であることを示すものとする。