北海道大学　大学院情報科学研究科
複合情報学専攻 修士課程入学試験

平成 25 年 8 月 22 日(木)　10:00~12:00

専門科目 1

受験上の注意

●本問題冊子に問題が四問ある．問 1（コンピュータ工学基礎），問 2（プログラミング），問 3（応用数学），問 4（情報数学・確率統計）の四問すべてに解答せよ．

●解答用の答案用紙は 4 枚である．この他に下書き用の草案紙 4 枚を配布する．

●すべての答案用紙に，受験番号，問題番号(例えば，問 3 など)を必ず記入すること．

●解答は，問題ごとに別々の答案用紙に記入すること(裏面を使用してもよい．答案用紙が不足したり，破損したりした場合には試験監督員に申し出て受け取ること)．

●解答が複数枚にわたる時は，1/2，2/2 のように答案用紙にページ番号を必ず付すこと，および，受験番号，問題番号を各ページに記入すること．

●問題冊子，草案紙は持ち帰り，答案用紙はすべて提出すること．

●机の上に置いてよいものは，筆記用具（鉛筆，消しゴム，鉛筆削りなど），時計，および，特に指示があったもののみである．時計は計時機能のみを使用し，アラームの使用を禁ずる．携帯電話等は電源を切っておくこと．電卓，電子辞書などは使用不可である．

問 1. コンピュータ工学基礎

以下の各問いに答えよ.

［1］マイクロプロセッサの性能やコンピュータの総合的性能を評価する方法である（ア）から（オ）について，それぞれその説明として最も適切なものを (a) から (e) の中から一つ選択し解答せよ.

（ア）SPECfp　（イ）SPECweb2005　（ウ）MIPS　（エ）LINPACK　（オ）FLOPS

(a) 1 秒間に実行できる命令数を 100 万で除した値.
(b) 1 秒間に実行できる浮動小数点演算数.
(c) Web サーバのベンチマークとして，様々なタイプの HTTP リクエストを並行して実行するためのソフトウェア.
(d) スーパーコンピュータ等の世界で最も高速なコンピュータシステムの上位 500 位までを定期的にランク付けする TOP500 プロジェクトのベンチマークに使われる，大規模な線形方程式系を解かせるソフトウェア.
(e) CPU，メモリ，コンパイラの総合的な性能評価を行うベンチマークに向けたソフトウェアであり，特に物理現象のシミュレーション，三次元グラフィックス，画像処理，化学計算などの計算により，浮動小数点数演算を評価するためのもの.

［2］ 経験則「ムーアの法則」について，簡潔に述べよ.

［3］ ネットワークに関する以下の説明文が正しければ○をつけ，誤っている場合は×をつけるとともにその理由を簡潔に述べよ.

（1）ベストエフォート型の通信では，当初通信ができなくても，通信ができるまで無限回数の通信を試みる.
（2）ある組織の DNS データを管理するサーバに障害が発生した場合，その組織との TCP/IP による通信はどのような状況でも絶対に不能となる.
（3）SSL(Secure Socket Layer)通信では，RSA 以外の暗号化アルゴリズムを使用することがある.
（4）IP による通信では，パケットの通る経路の往路と復路は同一とは限らない.

専門科目 1

問 2. プログラミング

以下の各問いに答えよ.

［1］ プログラム A は，キーボードからある金額を入力した際，100 円，50 円，10 円，5 円，1 円の 5 種類の硬貨を使ってその金額を表す組み合わせが何通りあるかを求める C 言語プログラムである．ただし，使わない種類の硬貨があっても良いし，同じ種類の硬貨を複数枚使っても良いものとする．また，同じ種類の硬貨に区別はないものとする．このプログラム A について，次の問いに答えなさい．

（1） $\boxed{\text{a}}$ から $\boxed{\text{c}}$ に挿入すべき適切なコードを示せ．

（2） このプログラムを実行して 10 を入力した際にプログラム内部で数え上げられる組み合わせを数え上げられる順に全て列挙せよ．記入例：(100 円×1 枚，50 円×0 枚，10 円×3 枚，5 円×5 枚，1 円×0 枚)，(100 円×0 枚，50 円×2 枚，10 円×3 枚，5 円×4 枚，1 円×5 枚)，…

10 5 0

プログラム A

i=0 ; i<

10

10
100

```
#include <stdio.h>

int combination(int money, int cnt){
  int i, n = 0, coin_val[] = { 100, 50, 10, 5, 1 };

  if (coin_val[cnt]> [  a  ] ) {
    for(i = 0; i <= money/coin_val[cnt]; i++){
      n += combination( [  b  ] , cnt + 1 );
    }
    return n;
  }
  else
    return [  c  ];
}

void main(){
  int total;
  scanf( "%d", &total );
  printf("The number of combinations is %d. ¥n", combination( total, 0 ));
}
```

［2］ プログラム B は，NUM_CITY 個の都市（0, 1, …, NUM_CITY-1）の x 座標，y 座標を，0 以上 RANGE 未満の範囲でランダムに初期化し，それらの都市すべてを重複無く巡回して元の都市に戻った場合，そのユークリッド距離の総和をできる限り短いものとする巡回路を局所探索により求める C 言語プログラムである．具体的には，2 つの都市をランダムに選んで交換した巡回路を求めた場合に，その距離の総和が改善するかどうかをチェックし，C_MAX 回連続して改善がみられない場合に終了する．プログラム B 中において，rrandom(r) は，0 以上 r 未満の実数の乱数を返す関数，irandom(p) は 0 以上 p 未満の整数の乱数を返す関数，sqrt(x) は x の平方根を返す関数であり，ライブラリのインクルードなどプログラムの本質に関係しない部分は適宜省略している．このプログラムについて，以下の問いに答えよ．

（1）プログラム中の $\boxed{\text{ア}}$ $\boxed{\text{イ}}$ を埋めよ．

（2）プログラム中の $\boxed{\text{ウ}}$ の部分の処理によって，配列 tour の内容がどのように設定されるか説明せよ．

（3）プログラム中の $\boxed{\text{エ}}$ $\boxed{\text{オ}}$ を埋めよ．ただし，この部分では 2 か所の都市 a, b を重複が生じないようランダムに選択している．

（4）プログラム中の $\boxed{\text{カ}}$ に入る演算子は，<, >, == のどれか答えよ．

（5）プログラム中の $\boxed{\text{キ}}$ を埋めよ．

プログラム B

```
#define NUM_CITY 100
#define C_MAX 10
#define RANGE 1000.0

double distance(x1, x2, y1, y2)
double x1, x2, y1, y2;
{
   return sqrt( ア );
}

double total_distance(x, y, t, n)
double *x;
double *y;
int *t;
int n;
{
   int i;
   double dist;

   dist = 0.0;
   for(i = 0; i < (n-1); i++) {
      dist += distance(x[t[i]], x[t[i+1]], y[t[i]], y[t[i+1]]);
   }
   dist += distance(x[t[0]], x[t[ イ ]], y[t[0]], y[t[ イ ]]);

   return dist;
}
```

```
void main()
{
    int i, j, k, a, b, c;
    int tour[NUM_CITY], tour_temp[NUM_CITY];
    double city_x[NUM_CITY], city_y[NUM_CITY];
    double current_distance, changed_distance;
    unsigned long seed;

    for(i = 0; i < NUM_CITY; i++) {
        city_x[i] = rrandom(RANGE);
        city_y[i] = rrandom(RANGE);
    }

    for(i = 0; i < NUM_CITY; i++) tour_temp[i] = i;
    for(i = 0; i < NUM_CITY; i++) {
        k = irandom(NUM_CITY-i);
        tour[i] = tour_temp[k];
        for(j = k; j < (NUM_CITY-i); j++) {
            tour_temp[j] = tour_temp[j+1];
        }
    }
                                                    [ ウ ]

    c = 0;
    while(c < C_MAX) {
        for(i = 0; i < NUM_CITY; i++) tour_temp[i] = tour[i];
        a = irandom(NUM_CITY);
        while((b = [ エ ] ) == [ オ ] );
        tour_temp[a] = tour[b];
        tour_temp[b] = tour[a];
        current_distance = total_distance(city_x, city_y, tour, NUM_CITY);
        changed_distance = total_distance(city_x, city_y, tour_temp, NUM_CITY);
        printf("current & changed distances = %lf -> %lf : ", current_distance,
changed_distance);
        if(changed_distance [ カ ] current_distance) {
            c = 0;
            printf("Improved.¥n");
            tour[a] = tour_temp[a];
            [ キ ] ;


        }
        else {
            printf("Not improved.¥n");
            c++;
        }
    }
    printf("Best tour = ");
    for(i = 0; i < NUM_CITY; i++) printf("%d ", tour[i]);
    current_distance = total_distance(city_x, city_y, tour, NUM_CITY);
    printf(" : distance = %lf¥n", current_distance);
}
```

問3. 応用数学

以下の各問いに答えよ.

[1] 次の行列の逆行列を求めよ.

$$\begin{pmatrix} \frac{2}{3} & 0 & -\frac{1}{3} & 0 \\ 0 & \frac{2}{3} & 0 & -\frac{1}{3} \\ -\frac{1}{3} & 0 & \frac{2}{3} & 0 \\ 0 & -\frac{1}{3} & 0 & \frac{2}{3} \end{pmatrix}$$

[2] 次の行列の固有値が全て正となる実数 a の範囲を求めよ.

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & a \\ 0 & 1 & 0 \\ a & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

[3] 次の積分の値を求めよ.

$$\iint_D (x^2+y^2)\,dxdy \quad (D: x^2+y^2 \le 1)$$

[4] 次の微分方程式の一般解を求めよ.ただし,e は自然対数の底である.

$$\frac{d^2y}{dx^2}+5\frac{dy}{dx}+6y=e^{-x}$$

問 4. 情報数学・確率統計

以下の各問いに答えよ.

［1］ 8 個の黒球と 12 個の赤球が入っている壺がある．この中から無作為に 1 個の球を取り出して戻す操作（復元抽出）により 2 個の球を取り出すとき，取り出した球の中に少なくとも 1 個の黒球が含まれている確率を求めよ.

［2］ b 個の黒球と r 個の赤球が入っている壺がある．この中から無作為に 1 個の球を取り出し，取り出した球と同じ色の球 c 個を加えた $c+1$ 個の球を壺に戻す．その後，この壺の中から無作為に 1 個の球を取り出すとき，その球が赤である確率を求めよ.

［3］ p を素数とするとき，以下の集合 $GF(p)=\{0,1,2,\ldots,p-1\}$ を考える．$GF(p)$ の任意の要素 a,b に対して，2 つの演算 $a+b$，$a\cdot b$ を，整数 a,b に対する通常の和および積の値をそれぞれ p で割ったときの余りとして定義する．例えば，$GF(7)$ の演算において，$5+3=1$，$5\cdot 4=6$ である．このとき，以下の各問いに答えよ.

（1） $GF(3)=\{0,1,2\}$ における 2 つの要素のすべての組み合わせに対して「+」および「・」で演算した結果をそれぞれ列挙せよ.

1 0
2 0
0 2

（2） $p-1\in GF(p)$ に対して，$GF(p)$ の演算のもとで，$x\cdot(p-1)=1$ となる x を求めよ.

（3） $GF(p)$ の 0 以外の任意の要素 a に対して $a^{p-1}=1$ となることを証明せよ．ただし，a^{p-1} とは $p-1$ 個の a に対して「・」を適用した結果，すなわち，$\underbrace{a\cdot a\cdot\ldots\cdot a}_{p-1\text{個}}$ とする.