情報学専攻入学者選抜試験

情報科学基礎

問題冊子

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子の中を見てはいけません。

2. 問題冊子は、表紙を含めて全部で 10 ページあります。試験開始後に問題冊子のページ数を確認して、落丁又は印刷が不鮮明な場合は直ちに申し出てください。

3. 解答は解答用紙に記入してください。問題冊子に記入しても採点されません。

4. 問題冊子、解答冊子は切り離さずにすべて提出してください。

数学 CS

（問１）　次の行列 A の階数を求めよ。

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 2 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

（問２）　次の極限値を求めよ。

（１）　$\lim_{x \to 0} \frac{3^x}{2^x}$

（２）　$\lim_{x \to 0} \frac{3^x - 1}{2^x - 1}$

（３）　$\lim_{x \to 0} \left(\frac{2^x + 3^x}{2} \right)^{\frac{1}{x}}$

アルゴリズムとデータ構造

（問１）　動的計画法

２種類の文字列 A と B の間の編集距離を動的計画法によって求めることを考える。ここでは累積編集距離 g の漸化式は以下のように定義され、文字の置換、挿入、脱落に対してそれぞれ局所編集距離１が与えられる。なお、$A(i)$ は文字列 A の i 番目の文字を、$B(j)$ は文字列 B の j 番目の文字を表す。

$$g(i,j) = min\begin{pmatrix} g(i-1,j)+1 \\ g(i-1,j-1)+[①] \\ g(i,j-1)+[②] \end{pmatrix} \quad \text{ただし，} d(i,j) = \begin{cases} 0 & if\ A(i) = B(j) \\ 1 & if\ A(i) \neq B(j) \end{cases}$$

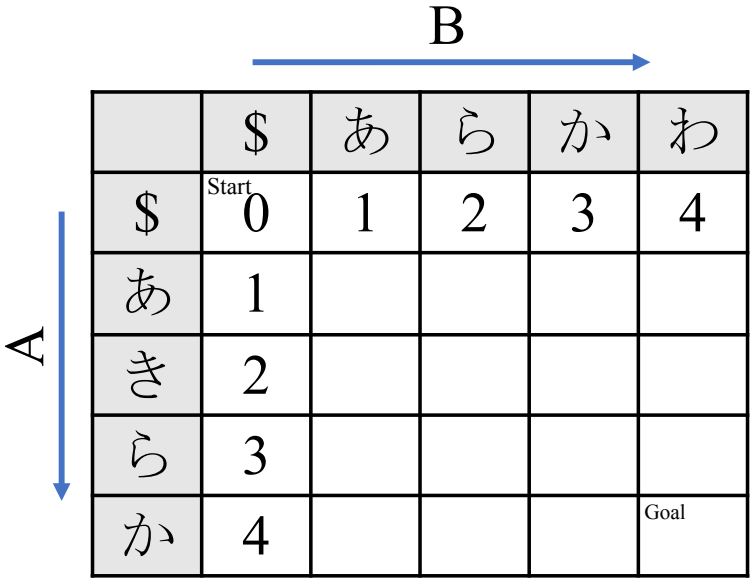


図１　累積編集距離テーブル

（１）[①]、[②]に当てはまる式または値を記入して、漸化式を完成させなさい。

（２）*A=$あきらか*、*B=$あらかわ* であった場合の累積編集距離テーブル（図１）を完成させなさい。なお、*$*は上記アルゴリズムの実行を容易にするため導入された記号であり、距離計算は左上の Start と書かれたマスから右下の Goal と書かれたマスに向かって行われるものとする。

（３）最小累積編集距離を与える最適パスをバックトラックによって求め、同じく図１上に線で示しなさい。

（４）動的計画法で長さ N の文字列と長さ M の文字列の間の編集距離を計算するために必要なおおよその計算量を見積もりなさい。（O (オーダー)記号を用いて答えること）

（５）日本語のひらがな列間の編集距離を求める場合、文字が違っても、母音が同じひらがな文字間の距離（例えば,“あ”と“ら”）はそれ以外の場合（例えば,“あ”と“き”）に比べ、感覚的に少し近く感じる。このような人間の感覚を反映したような編集距離を推定するためには先の漸化式に基づくプログラムをどのように変更すれば良いか。簡潔に説明せよ。

（問２）　サーチとソート

サーチとソートのアルゴリズムについて、以下の問いに答えよ。

（１）リニアサーチとバイナリサーチの効率の違いについて、以下の説明文の空欄にもっとも適切な式・語句を選択肢から選んで解答せよ。同じ選択肢を複数回使ってよい。

【リニアサーチ】

配列の要素数が N 個であった場合、もし探しているものが配列の先頭にあった場合比較は（　ア　）回ですが、配列の最後にあった場合は（　イ　）回比較が行われます。つまり、配列の中身がランダムに並んでいる場合の比較回数はだいたい両者の平均である（　ウ　）回であると考えられます。

ここでもしも配列の要素数 N が 2 倍に増えたら、平均の比較の回数は（　エ　）倍となり、（　オ　）に比例して増えていきます。

【バイナリサーチ】

探しているものが中央にあった場合の比較の回数は（　カ　）回です。バイナリサーチは、一度比較が行われる毎に比較の範囲が（　キ　）になるので、配列の要素数が N 個であった場合、平均すると比較の回数は（　ク　）回となります。

配列の要素数 N が 2 倍になったら、平均の比較の回数は（　ケ　）回増えるので、（　コ　）に比例して増えることになります。

【選択肢】

１	２	１／２
N	N－１	N－２
N＋１	N^2	２N
$\log_2 N$	$\log_2 N^2$	$\log_2 2$
N／２	（N－１）／２	（N＋１）／２
N（N－１）／２	N（N＋１）／２	N（N－１）／４
N（N＋１）／４	よく	悪く
３	３N	$\log_2 3$

（２）バブルソート、選択ソート、挿入ソートを以下のプログラムで実現した場合の効率について、以下の説明文の空欄にもっとも適切な式・語句を選択肢から選び記号で解答せよ。

【バブルソート】

比較の回数は、最初のループで（　サ　）回、次のループで（　シ　）回というようになり最後のループは（　ス　）回なので、 全部で（　セ　）回となり、計算量オーダーは（　ソ　）に比例します。また入れ替えは、大きい数字が小さい数字の前に来たときだけ起きるので、その確率は 1/2 と考えると、回数は（　タ　）回となります。

【プログラム】

```
void bubbleSort() {
  for (int i = itemSize - 1; i > 0; i--) {
    for (int j = 0; j < i; j++) {
      if (itemNumber[j] > itemNumber[j + 1]) {
        // 配列 itemNumber の j 番目と j + 1 番目の要素を入れ替える
        swap(j, j + 1);
      }
    }
  }
}
```

【選択肢】

１	２	１／２
Ｎ	Ｎ－１	Ｎ－２
Ｎ＋１	N^2	２Ｎ
$\log_2 N$	$\log_2 N^2$	$\log_2 2$
Ｎ／２	（Ｎ－１）／２	（Ｎ＋１）／２
Ｎ（Ｎ－１）／２	Ｎ（Ｎ＋１）／２	Ｎ（Ｎ－１）／４
Ｎ（Ｎ＋１）／４	よく	悪く
３	３Ｎ	$\log_2 3$

【選択ソート】

比較の回数は（　チ　）回ですが、入れ替えの回数は計算量オーダーで（　ツ　）に比例します。ソートの計算量オーダーは（　テ　）でバブルソートと同じですが、入れ替えの回数の違いによりバブルソートよりも効率が（　ト　）なります。

【プログラム】

```
void selectionSort() {
  for (int i = 0; i < itemSize - 1; i++) {
    int min = i;
    for (int j = i + 1; j < itemSize; j++) {
      if (itemNumber[j] < itemNumber[min]) {
        min = j;
      }
    }
    // 配列 itemNumber の i 番目と min 番目の要素を入れ替える
    swap(i, min);
  }
}
```

【選択肢】

１	２	１／２
Ｎ	Ｎ－１	Ｎ－２
Ｎ＋１	N^2	２Ｎ
$\log_2 N$	$\log_2 N^2$	$\log_2 2$
Ｎ／２	（Ｎ－１）／２	（Ｎ＋１）／２
Ｎ（Ｎ－１）／２	Ｎ（Ｎ＋１）／２	Ｎ（Ｎ－１）／４
Ｎ（Ｎ＋１）／４	よく	悪く
３	３Ｎ	$\log_2 3$

【挿入ソート】

比較の回数は、最初のループでは（　ナ　）回、次のループでは最大で（　ニ　）回、…、最後のループでも最大で（　ヌ　）回となりますので、 合計の比較回数は最大でも（　ネ　）回となります。毎回の平均はその半分の回数になります。しかし、以下のプログラムでは入れ替えが一度も行われず、コピーのみが行われるので、データがランダムに並んでいる場合は、選択ソートよりも効率が（　ノ　）なります。

【プログラム】

```
void insertionSort() {
   for (int target = 1; target < itemSize; target++) {
     int temp = itemNumber[target];
     int i = target;
     while (i > 0 && itemNumber[i - 1] > temp) {
       itemNumber[i] = itemNumber[i - 1];
       i--;
     }
     itemNumber[i] = temp;
   }
 }
```

【選択肢】

１	２	１／２
Ｎ	Ｎ－１	Ｎ－２
Ｎ＋１	N^2	２Ｎ
$\log_2 N$	$\log_2 N^2$	$\log_2 2$
Ｎ／２	（Ｎ－１）／２	（Ｎ＋１）／２
Ｎ（Ｎ－１）／２	Ｎ（Ｎ＋１）／２	Ｎ（Ｎ－１）／４
Ｎ（Ｎ＋１）／４	よく	悪く
３	３Ｎ	$\log_2 3$

論理回路と計算機基礎

（問１）　以下の問いに答えよ。なお $(X)_n$ は n 進数の数 X を表すとする。

（１）以下の数を 16bit で 2 進数の 1 の補数、および 2 の補数で表現せよ。

a）$(-32766)_{10}$　　b）$(-8191)_{10}$

（２）以下の数を 10 進数で表現せよ。

a）$(1.1001)_2$　　b）$(777)_8$

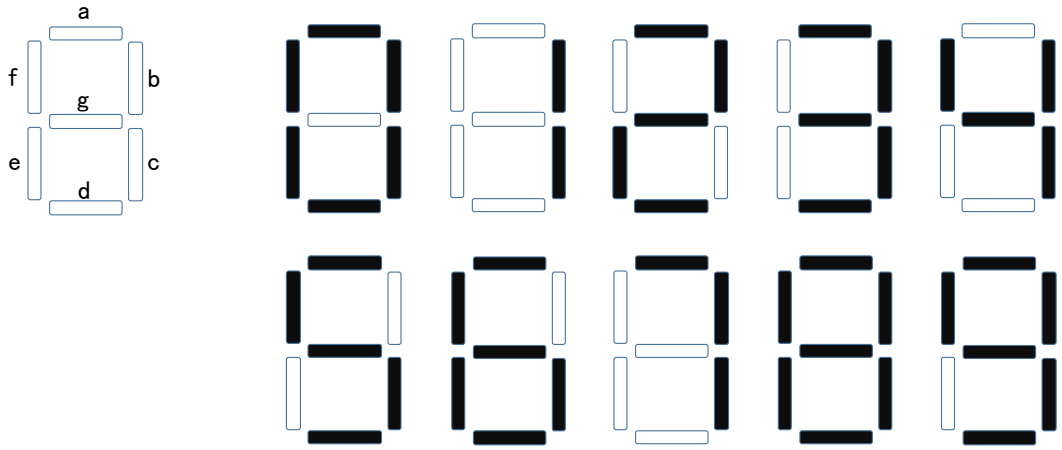
（問２）　次の論理式について以下の問いに答えよ。

$$X = \bar{A}\bar{B}C + AB\bar{C} + \bar{A}B\bar{C} + A\bar{B}C$$

（１）この論理式を簡略化せよ。

（２）A、B、C を入力し、X を出力する論理回路を構成せよ。利用できるゲートは 2 入力の AND，OR，及び NOT の 3 種類とし、それぞれは複数利用してもよい。その際、使用するゲートの総数を最小とせよ。

（問３） 4 ビットの入力（W, X, Y, Z）に対応する 2 進数を、下図のような 10 進数（0～9）の数字で表示する 7 つのセグメント（a, b, c, d, e, f, g）からなる表示器について、以下の問に答えよ。ただし、W を最上位ビットとし、入力が 1010 以上の時に、出力がどのようになっても良いとする。



（１）真理値表を示せ。

（２）出力 a～g の内、a、b、c について、カルノー図を用いて簡単化した論理式を示せ。

（３）（２）で求めた論理式に基づいて、a、b、c を出力する回路図を描け。その際、3 入力以上のゲートを使用しても良い。