

情報基礎（90分）

〔注意事項〕

1. 監督者の指示があるまで、この問題用紙と解答用紙を開いてはいけません。
2. 問題は、6ページからなっています。また、解答用紙は3枚、下書用紙は1枚あります。監督者から解答開始の合図があったら、問題用紙、解答用紙、下書用紙を確認し、落丁・乱丁および印刷の不鮮明な箇所などがあれば、手をあげて監督者に知らせなさい。
3. 解答用紙には、受験番号を記入する欄がそれぞれ2箇所ずつあります。監督者の指示に従って、すべての解答用紙（合計3枚）の受験番号欄（合計6箇所）に受験番号を必ず記入しなさい。
4. この問題用紙の白紙と余白は、適宜下書きに使用してよろしい。
5. 解答は、必ず解答用紙の指定された場所（問題番号や設問の番号・記号などが対応する解答欄の中）に記入しなさい。なお、指定された場所以外や、裏面への解答は採点対象外です。また、解答や受験番号が判読不能の場合にも、採点対象外になります。
6. 解答用紙は持ち帰ってはいけません。
7. この問題用紙と下書用紙は、持ち帰りなさい。

I

(1) 次に示すC言語プログラムを実行したとき、標準出力に出力される内容を示しなさい。

```
#include <stdio.h>
struct St {
    int n;
    int *p;
};
int main(void) {
    int a[] = {1, 2, 3, 4, 5};
    int b[][2] = {{3, 6}, {7, 1}, {2, 8}, {5, 4}, {9, 0}};
    struct St s[] = {(*a, *b), *(a + 1), *(b + 1)};
    struct St *ps = s + 1;
    printf("%d¥n", b[a[2]][a[0]]);
    printf("%d,%d¥n", s[0].n, *(s[0].p));
    printf("%d,%d¥n", ps->n, *(ps->p));
    return 0;
}
```

(2) 次に示すC言語で書かれた関数 f と g について問(ア)(イ)に答えなさい。

```
int f(int n) {
    int i, x;
    for(i = 1, x = 0; i <= n; i++)
        x += i * i;
    return x;
}

int g(int n) {
    return n <= 1 ? 1 : (  + g());
}
```

(ア) 引数 n の値が 4 のとき、関数 f の戻り値を示しなさい。

(イ) 関数 f と g に与える引数 n の値が等しいとき、関数 f の戻り値と関数 g の戻り値が等しくなるように、関数 g の空欄①、②を埋めて、プログラムを完成させなさい。ただし、n は自然数とする。

- (3) 次に示す C 言語プログラムで書かれた関数 `to_lower_case` は、引数に与えられた文字列に含まれる大文字の英字 (A~Z) を、すべて小文字の英字 (a~z) に変換する関数である。空欄①~③を埋めて、プログラムを完成させなさい。

```
void to_lower_case(char *s) {
    while(*s != '\0') {
        if(*s <= ① && *s >= ②)
            *s += ③;
        s++;
    }
}
```

- (4) 次に示す C 言語プログラムについて問(ア)(イ)に答えなさい。

```
#include <stdio.h>
void func_r(int a[], int n, int *x)
{
    if(n > 0) {
        if(*a > *x)
            *x = *a;
        func_r(++a, --n, x);
    }
}
int func(int a[], int n)
{
    int x = *a;
    func_r(++a, --n, &x);
    return x;
}
int main(void) {
    int a[5] = {8, 3, 1, 9, 5};
    printf("%d\n", func(a, 5));
    return 0;
}
```

(ア) このプログラムを実行したとき、標準出力に出力される内容を示しなさい。

(イ) 関数 `func` はどのような値を返す関数か、20 文字以内で説明しなさい。ただし、引数 `a` には、`int` 型の配列が与えられ、引数 `n` には、配列 `a` の要素の個数が与えられるものとする。

II

(1) 以下の文章の空欄(A)～(C)を適切な数値で埋めなさい。

- ・ 1バイトで表せる2進コードの数は 個である。
- ・ 容量が4KBのメモリを バイト単位 でアドレッシングする場合、アドレスは少なくとも ビット必要である。
- ・ 容量が768MBのメモリを ビット単位 でアドレッシングする場合、アドレスは少なくとも ビット必要である。

(2) コンピュータ内部で整数を8ビットの固定小数点数として表現する場合を考える。なお、負の数は2の補数を用いて表現する。このとき、以下の文章の空欄(A)～(F)を適切な数値で埋めなさい。

- ・ 10進数の44の表現は、2進表示で であり、これを16進表示すると となる。
- ・ 10進数の-44の表現は、2進表示で である。
- ・ 2進数の10111011を3ビットだけ 論理 右シフトすると になる。
- ・ 2進数の10111011を3ビットだけ 算術 右シフトすると になる。
- ・ 2進数の11010110を左方向に ビット以上、算術シフトした場合は、オーバーフローが生じたものとして例外検出する必要がある。

(3) 現代の汎用コンピュータのハードウェア構成について、以下の文章の空欄 (A)～(F)を適切な術語で埋めなさい。

- コンピュータの主要な構成要素として、マシン命令の実行（処理）を担当する (A) や、実行中のプログラムのマシン命令やデータを記憶する (B)、ファイルを記憶する (C) 装置、ディスプレイやキーボードなどの (D) 装置、が挙げられる。
- (A) の動作速度と (B) のアクセス速度の間には大きな差があり、その速度差を埋めるために、(A) と (B) の間に (E) を配置するのが一般的である。一方、(B) の容量を、見かけ上、実際よりも大きく見せるための技術として (F) が採用されている。

(4) ある会社の金庫には v, w, x, y, z の 5 個の錠が取り付けられており、これらすべてを解錠しなければ金庫を開けることはできない。また、鍵は 5 人の取締役が以下のように分散して持っている。

- 取締役 A は v と x の鍵を持っている。
- 取締役 B は v と y の鍵を持っている。
- 取締役 C は w と y の鍵を持っている。
- 取締役 D は x と z の鍵を持っている。
- 取締役 E は v と z の鍵を持っている。

このとき、以下の問(ア)～(ウ)に答えなさい。

(ア) 金庫を開けるのに必須の取締役がいるか否か、また、いるならそれは誰か、を答えなさい。

(イ) 金庫を開けるのに必要な取締役の組み合わせを示す論理関数 $f(A, B, C, D, E)$ の論理式を和積形（論理和項を論理積で結んだ形）で示しなさい。引数の各論理変数の値は、その取締役が解錠に加わるときに 1、加わらないときに 0 とし、金庫が開く引数の組み合わせで $f(A, B, C, D, E)$ の関数値が 1 になるものとする。

(ウ) 最少人数の取締役で金庫が開く場合の取締役の組み合わせをすべて答えなさい。

III

- (1) 時間信号 $x(t)$ がフーリエ変換可能とする。信号 $x(t)$ をフーリエ変換した周波数信号を $X(f)$ とおく。このとき、時間信号 $x(t)$ と周波数信号 $X(f)$ は互いに次の式により変換される。

$$X(f) = \mathcal{F}[x(t)] = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \exp(-j2\pi ft) dt$$

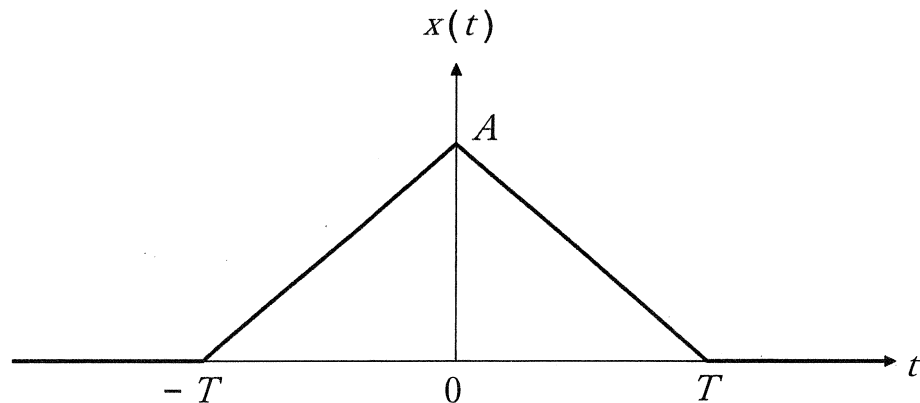
$$x(t) = \mathcal{F}^{-1}[X(f)] = \int_{-\infty}^{\infty} X(f) \exp(j2\pi ft) df$$

ここで、 j は $j^2 = -1$ となる虚数単位である。このとき、以下の問(ア)～(エ)に答えなさい。

- (ア) 以下の振幅 A 、パルス幅 $2T$ の三角パルス信号はフーリエ変換可能である。

$$x(t) = \begin{cases} A \left(1 - \frac{|t|}{T}\right), & (|t| \leq T) \\ 0, & (|t| > T) \end{cases}$$

三角パルス信号 $x(t)$ のフーリエ変換 $X(f) = \mathcal{F}[x(t)]$ を求めなさい。



図：三角パルス信号

- (イ) 任意の非零実数 $a \neq 0$ に対して、時間信号 $x(at)$ にフーリエ変換を施した周波数信号 $\mathcal{F}[x(at)]$ を関数 X と実数 a を用いて表しなさい。
- (ウ) 時間信号 $X(t)$ にフーリエ変換を施した周波数信号 $\mathcal{F}[X(t)]$ を関数 x を用いて表しなさい。
- (エ) 時間信号 $x(t)$ が n 回微分可能とする。このとき、 n 回微分した時間信号 $(d^n/dt^n)x(t)$ にフーリエ変換を施した周波数信号

$$\mathcal{F}\left[\frac{d^n}{dt^n}x(t)\right]$$

を関数 X と整数 n を用いて表しなさい。

- (2) 符号長 7、情報ビット数 4 の (7, 4) ハミング符号は通信路上で反転するビットの誤りに対して耐性を有している。(7, 4) ハミング符号の生成行列 \mathbf{G} は次のように与えられる。

$$\mathbf{G} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

長さ 4 の情報ベクトル $\mathbf{u} = (u_1, u_2, u_3, u_4)$ に対して、長さ 7 の符号語は $\mathbf{c} = \mathbf{uG}$ で符号化され、通信路上で伝送される。通信路上で生じる誤りベクトル \mathbf{e} はビット 0 と 1 のベクトルで表され、通信路上で伝送された符号語 \mathbf{c} に付加されて、受信ベクトル $\mathbf{r} = \mathbf{c} + \mathbf{e}$ として受信される。ここで、ビット同士の演算規則は、2 元体の演算規則に従う。

また、(7, 4) ハミング符号のパリティ検査行列 \mathbf{H} として次が与えられる。

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

符号語 \mathbf{c} とパリティ検査行列の転置行列 \mathbf{H}^T を乗じると、 $\mathbf{cH}^T = (0, 0, 0)$ となり、長さ 3 の全零のベクトルが現れる。一方、符号語以外の長さ 7 の受信ベクトル \mathbf{r} に \mathbf{H}^T を乗じると $\mathbf{rH}^T \neq (0, 0, 0)$ となるため、パリティ検査行列は通信路上で誤りが生じたかどうかの判断に使うことができる。さらに、符号語内に生じたビット誤りの特徴を捉えることができるため、受信ベクトル \mathbf{r} と \mathbf{H}^T の積 $\mathbf{s} = \mathbf{rH}^T$ はシンδροームと呼ばれる。

以下の問(ア)～(エ)に答えなさい。

- (ア) (7, 4) ハミング符号の生成行列 \mathbf{G} とパリティ検査行列の転置行列 \mathbf{H}^T との積である 4 行 3 列の行列 \mathbf{GH}^T を求めなさい。
- (イ) シンδροーム \mathbf{s} をパリティ検査行列 \mathbf{H} と誤りベクトル \mathbf{e} を用いて表しなさい。
- (ウ) 長さ 4 の情報ベクトル $\mathbf{u} = (1, 0, 0, 1)$ を符号化したときの長さ 7 の符号語 \mathbf{c} を求めなさい。その符号語 \mathbf{c} に誤りベクトル $\mathbf{e} = (0, 0, 0, 1, 0, 0, 0)$ が付加されたときの受信ベクトル \mathbf{r} を求めなさい。また、そのときのシンδροーム \mathbf{s} を求めなさい。
- (エ) (7, 4) ハミング符号は 1 つの符号語内で生じた 1 ビットの誤りであれば訂正可能である。1 ビットの誤りが生じたときにどのように誤りを訂正するのかを説明しなさい。

(以 上)