

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>

void inc(int **p, int *q) {
    (*p)++;
    (*q)++;
}

int main(void) {
    int array[6] = {6, 5, 4, 3, 2, 1};
    int *a = array + 2, *b = array;
    printf("%d %d\n", *a, *b);
    inc(&a, b);
    printf("%d %d\n", *a, *b);
    inc(&b, a);
    for(; b<array+6; b++)
        printf("%d ", *b);
    return 0;
}
```

- (2) 次に示す関数 `remove_hyphen` は、文字列中に含まれるハイフンを除去する関数である。例えば、引数 `s` が表す文字列が `"012-345-6789"` であるとき、関数 `remove_hyphen` を実行した後の文字列は `"0123456789"` となる。空欄 ①～③を埋めて、プログラムを完成させなさい。

```
void remove_hyphen(char *s) {
    char *w = s;
    while(*s != ①) {
        if(*s++ != '-')
            *w++ = ②;
    }
    *w = ③;
}
```

- (3) 次に示す関数 `binary_search` は、二分探索による探索を行う関数である。n 個の要素をもつ `int` 型の配列である `array` の中に、`key` の値に一致する要素があれば 1 を返し、なければ 0 を返す。空欄 ①～④ を埋めて、プログラムを完成させなさい。なお、配列 `array` の要素は昇順に並んでいるものとする。

```
int binary_search(const int *array, int n, int key) {
    int mid;
    if(n < 1)
        return 0;
    mid = n / 2;
    if(array[mid] == key)
        return 1;
    if(array[mid] < key)
        return binary_search(①, ②, key);
    return binary_search(③, ④, key);
}
```

- (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。

```
int g(unsigned int x, unsigned int y) {
    return x > y ? (x % y > 0 ? g(x, y + 1) : 0) : 1;
}

int f(unsigned int x) {
    return x > 1 ? g(x, 2) : 0;
}
```

(ア) 引数 `x` の値が 5 のとき、関数 `f` の返す値を示しなさい。

(イ) 関数 `f` はどのような機能をもつ関数であるか、50 文字以内で説明しなさい。

II

(1) 同じ命令セットを持つ 3 種類のプロセッサ P1 と P2 と P3 があり、あるアプリケーションを実行する。P1 のクロック周波数は 3 GHz であり、このアプリケーションの命令当たりの平均クロックサイクル数(CPI)は 1.5 である。P2 のクロック周波数は 2.5 GHz であり、CPI は 1.0 である。P3 のクロック周波数は 4.5 GHz であり、CPI は 2.5 である。また、プロセッサ P3 ではこのアプリケーションが 10 秒で実行される。

(ア) 秒当たりの命令数(IPS)による指標において性能が最も高いプロセッサを示しなさい。

(イ) プロセッサ P1 と P2 における、このアプリケーションの実行時間をそれぞれ求めなさい。

(ウ) 新しいコンパイラがリリースされて、このアプリケーションの実行に要する動的な命令数は前のコンパイラの 0.6 倍になったが、プロセッサ P3 の CPI は逆に 1.2 倍に増加した。この新しいコンパイラを使用した場合、プロセッサ P3 におけるアプリケーションの実行時間を答えなさい。

(2) 論理変数 x, y, z を引数とする論理関数 $f_1(x, y, z)$, $f_2(x, y, z)$ の真理値表が表 2.1 で与えられる。ただし、*はドントケアを表す。 x と y の OR を $x + y$ 、 x と y の AND を xy 、 x の NOT を \bar{x} で表し、NOT, AND, OR の順で演算が優先される。

表 2.1: 論理関数 $f_1(x, y, z)$, $f_2(x, y, z)$ の真理値表

x	y	z	$f_1(x, y, z)$	$f_2(x, y, z)$
0	0	0	1	1
0	0	1	1	1
0	1	0	1	*
0	1	1	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	1	0	0	*
1	1	1	0	*

(ア) 論理関数 $f_1(x, y, z)$ を表す積和標準形の論理式を示しなさい。

(イ) 論理関数 $f_1(x, y, z)$ を表す和積標準形の論理式を示しなさい。

(ウ) 論理関数 $f_1(x, y, z)$ に対する最小積和形の論理式を求めなさい。

(エ) 論理関数 $f_2(x, y, z)$ に対する最小積和形の論理式を求めなさい。

- (3) 4つの情報源記号 A, B, C, D により生成される情報源系列を情報源符号 C_1, C_2, C_3, C_4 により符号化する。情報源記号の発生確率および情報源記号に対応する符号語は表 2.2 で与えられる。

表 2.2: 情報源記号と符号語の対応表

情報源記号	確率	C_1	C_2	C_3	C_4
A	0.60	00	0	0	0
B	0.25	01	10	10	01
C	0.10	10	11	110	011
D	0.05	11	01	111	111

- (ア) 各情報源符号の平均符号長を求めなさい。
- (イ) 一意に復号可能とは、符号系列から情報源系列に一意に復号できることをいう。一意に復号可能でない符号が 1 つあるのでその符号を答えなさい。また、その符号が一意に復号可能でないことを、例を挙げて説明しなさい。
- (ウ) 瞬時に復号可能とは、符号系列内に符号語が現れたときに直ちに復号できることをいう。一意に復号可能であるが瞬時に復号可能でない符号が 1 つあるのでその符号を答えなさい。また、その符号が瞬時に復号可能でないことを、例を挙げて説明しなさい。
- (エ) 瞬時に復号可能な符号のうち平均符号長が最小である符号を用いて、情報源系列 $ADAABCAAAAB$ を符号化しなさい。

III

- (1) 時間信号 $x(t)$ はフーリエ変換可能とする。時間信号 $x(t)$ 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。

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

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

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)(イ)に答えなさい。

(ア)以下の信号はフーリエ変換可能である。

$$x(t) = e^{-|t|}$$

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

(イ)時間信号

$$y(t) = \frac{1}{1 + 2\pi^2 t^2}$$

のエネルギー

$$\int_{-\infty}^{\infty} |y(t)|^2 dt$$

を問(ア)の結果を用いて求めなさい。

- (2) 符号長7、情報ビット数4の(7, 4)ハミング符号の符号語 $\mathbf{w} = (w_1, w_2, \dots, w_7)$ は、次の検査方程式を満たすように作られる。ただし、ビット同士の演算規則は2元体の演算規則に従う。

$$w_1 + w_2 + w_3 + w_5 = 0$$

$$w_2 + w_3 + w_4 + w_6 = 0$$

$$w_1 + w_2 + w_4 + w_7 = 0$$

このとき、以下の問(ア)～(オ)に答えなさい。

(ア)検査方程式は行列 \mathbf{H} を用いて $\mathbf{w}\mathbf{H}^T = (0,0,0)$ と書くことができる。 \mathbf{H} を求めなさい。

(イ)情報ベクトル(1,0,1,0)が与えられた際、(1,0,1,0, w_5 , w_6 , w_7)という符号語に符号化する。 w_5, w_6, w_7 を求めなさい。

(ウ)(7, 4)ハミング符号の符号語の数を答えなさい。

- (エ) 受信ベクトル \mathbf{y} に関し、 $\mathbf{s} = \mathbf{yH}^T$ はシンδροームと呼ばれる。通信路上で生じる誤りベクトル \mathbf{e} は、0と1を要素とするベクトルで表され、符号語 \mathbf{w} を用いた場合の受信ベクトルは $\mathbf{y} = \mathbf{w} + \mathbf{e}$ と表現される。すべての1ビット誤りベクトル $(1,0,0,0,0,0,0)$, $(0,1,0,0,0,0,0)$, ..., $(0,0,0,0,0,0,1)$ に対し、シンδροームを求めなさい。
- (オ) 受信ベクトル $\mathbf{y} = (0,0,1,1,0,0,1)$ に誤りがあるか判定し、誤りがある場合にはどのように誤りを訂正するのかを説明しなさい。

(以 上)