

専門科目 (情報工学)

注意事項：

- (1) この問題冊子は、試験開始の合図があるまで開いてはならない。
- (2) 問題冊子は、表紙を含めて全部で 8 ページある。
- (3) 解答は、別途配付される解答冊子に記入すること。

⇒ 解答冊子の表紙の注意書きに従うこと。

- (4) 6 問中 3 問を選択解答せよ。

| 科目名 | 問題番号 |
|------------------|------|
| 形式言語とオートマトン ... | 1 |
| デジタル回路 ... | 2 |
| プログラミング ... | 3 |
| コンピュータネットワーク ... | 4 |
| 線形代数 ... | 5 |
| 電磁気学 ... | 6 |

- (5) 解答時間は、120 分である。
- (6) 下書きは、問題冊子の余白を使用すること。

- 解答は, 別途配付される解答冊子に記入すること。
Answers should be given in a separate answer sheet.

1 アルファベット $\Sigma = \{0, 1\}$ 上の言語 L_1, L_2, L_3 を以下のように定める。

$$\begin{aligned} L_1 &= \{w \in \Sigma^* \mid w \text{ は } 0 \text{ で始まり, } 1 \text{ で終わる}\} \\ L_2 &= \{0^n 1^m \mid m, n \geq 0\} \\ L_3 &= \{w \in L_1 \mid w \notin L_2\} \end{aligned}$$

ここで, a^n は $\overbrace{a \cdots a}^{n \text{ 個}}$ を表わす。以下の問に答えよ。

- (1) 言語 L_1 を認識する非決定性有限オートマトン (NFA) の状態遷移図を示せ。
- (2) 言語 L_1 を認識する決定性有限オートマトン (DFA) の状態遷移図を示せ。
- (3) 言語 L_2 を認識する決定性有限オートマトン (DFA) の状態遷移図を示せ。
- (4) 問(2)と問(3)の結果を用いて, 言語 L_3 を認識する決定性有限オートマトン (DFA) の状態遷移図を導出せよ。導出過程もすべて示せ。
- (5) 言語 L_3 を表わす正規表現を答えよ。計算過程もわかるように示せ。

Let L_1, L_2, L_3 be languages over the alphabet $\Sigma = \{0, 1\}$ given as follows:

$$\begin{aligned} L_1 &= \{w \in \Sigma^* \mid w \text{ begins with } 0 \text{ and ends with } 1\} \\ L_2 &= \{0^n 1^m \mid m, n \geq 0\} \\ L_3 &= \{w \in L_1 \mid w \notin L_2\} \end{aligned}$$

Here, $\overbrace{a \cdots a}^{n\text{-times}}$ is denoted by a^n . Answer the following questions.

- (1) Give a transition diagram of a non-deterministic finite automaton (NFA) that recognizes the language L_1 .
- (2) Give a transition diagram of a deterministic finite automaton (DFA) that recognizes the language L_1 .
- (3) Give a transition diagram of a deterministic finite automaton (DFA) that recognizes the language L_2 .
- (4) Using the answers of questions (2) and (3), derive a transition diagram of a deterministic finite automaton (DFA) that recognizes the language L_3 . Show all steps in your derivation.
- (5) Give a regular expression whose language is L_3 . Explain your answer by showing enough details of your calculations.

- 解答は, 別途配付される解答冊子に記入すること。
Answers should be given in a separate answer sheet.

2

- (1) 以下の真理値表から得られる論理式をカルノー図を用いて簡略化せよ。
ここで, *はドント・ケアとする。

Simplify Boolean expressions obtained by the following truth tables using Karnaugh maps. Here, * shows "don't care".

| 入力 /Input | | | | 出力 /Output |
|-----------|-------|-------|-------|------------|
| x_1 | x_2 | x_3 | x_4 | f |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | * |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | * |
| 0 | 1 | 1 | 0 | * |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | * |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | * |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

| 入力 /Input | | | | 出力 /Output |
|-----------|-------|-------|-------|------------|
| x_1 | x_2 | x_3 | x_4 | f |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | * |
| 0 | 1 | 1 | 0 | * |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | * |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |

- (2) 2 入力の XOR を利用して以下の真理値表を完成させなさい。

Finalize the following truth table by exclusive OR (XOR) with 2-input.

| 入力 /Input | | | 出力 /Output | | | |
|-----------|---|---|--------------|-------------------------|--------------|-------------------------|
| A | B | C | $B \oplus C$ | $A \oplus (B \oplus C)$ | $A \oplus B$ | $(A \oplus B) \oplus C$ |
| 0 | 0 | 0 | | | | |
| 0 | 0 | 1 | | | | |
| 0 | 1 | 0 | | | | |
| 0 | 1 | 1 | | | | |
| 1 | 0 | 0 | | | | |
| 1 | 0 | 1 | | | | |
| 1 | 1 | 0 | | | | |
| 1 | 1 | 1 | | | | |

- (3) 以下の状態遷移表に対する状態遷移図を示せ。

Show a state transition diagram for the following state transition table.

| 現在の状態 /Present state, $q(t)$ | 次の状態 /Next state, $q(t+1)$ | | 出力 /Output, $z(t)$ | |
|------------------------------|----------------------------|-------|--------------------|---|
| | 入力 /Input, $x(t)$ | | 入力 /Input, $x(t)$ | |
| | 0 | 1 | 0 | 1 |
| q_0 | q_0 | q_1 | 0 | 0 |
| q_1 | q_2 | q_3 | 0 | 0 |
| q_2 | q_0 | q_1 | 0 | 1 |
| q_3 | q_2 | q_3 | 0 | 0 |

- 解答は, 別途配付される解答冊子に記入すること。
Answers should be given in a separate answer sheet.

3 C 言語で書かれた次の 2 つのプログラムを実行すると各々どのような出力が得られるか。予想される出力文字列を具体的に示せ。但し, 解答の際は, 空白は `□` と明示せよ。

What character sequences are expected to be printed out by the following two C programs? In your answer, you should use `□` to represent a blank character.

(1)

```
#include <stdio.h>

void f1(int p, int q);
void f2(int *p, int *q);

int main(void)
{
    char a[7]={'c','a','t','\0',2,3,'\0'},
          *x=a+4;
    int k;

    printf("(1)1+1/2*5 => %d\n", 1+1/2*5);
    printf("(2)1.0+1/2*5 => %3.1f\n", 1.0+1/2*5);
    printf("(3)1+1/2.0*5 => %3.1f\n", 1+1/2.0*5);
    printf("(4)%s\n", a);
    printf("(5)%c%c\n", a[0], a[1]+1);
    printf("(6)%d\n", x[0]);
    printf("(7)%d\n", *(x+1)+100);
    printf("(8)%c\n", "donkey"[2]);

    k=0;
    f1(k, k);
    printf("(9)k=%d\n", k);

    k=0;
    f2(&k, &k);
    printf("(10)k=%d\n", k);

    return 0;
}

void f1(int p, int q)
{
    p++;
    q++;
}

void f2(int *p, int *q)
{
    (*p)++;
    (*q)++;
}
```

- 解答は, 別途配付される解答冊子に記入すること。
Answers should be given in a separate answer sheet.

(2)

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>

typedef struct node *Btree;
typedef struct node {
    int num;
    Btree left_subtree, right_subtree;
}Node;

Btree insert_new_node(Btree tree, int num);
void print_structure_of(Btree tree);

int main(void)
{
    Btree tree;
    int i, a[5]={5, 7, 2, 3, 6};

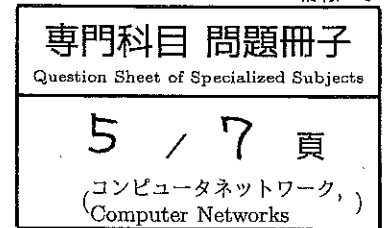
    tree = NULL;
    for (i=0; i<5; ++i) {
        tree = insert_new_node(tree, a[i]);
        print_structure_of(tree);
        printf("\n");
    }
    return 0;
}

Btree insert_new_node(Btree tree, int num)
{
    Node *ptr_node;

    if (tree == NULL) {
        ptr_node = (Node *) malloc(sizeof(Node));
        if (ptr_node == NULL) {
            printf("*** fail in memory allocation ***");
            exit(EXIT_FAILURE);
        }
        ptr_node->num = num;
        ptr_node->left_subtree = NULL;
        ptr_node->right_subtree = NULL;
        return ptr_node;
    }else if (num <= tree->num) {
        tree->left_subtree = insert_new_node(tree->left_subtree, num);
        return tree;
    }else {
        tree->right_subtree = insert_new_node(tree->right_subtree, num);
        return tree;
    }
}

void print_structure_of(Btree tree)
{
    if (tree == NULL) {
        printf("#");
    }else {
        printf("tree(%d, ", tree->num);
        print_structure_of(tree->left_subtree);
        printf(", ");
        print_structure_of(tree->right_subtree);
        printf(")");
    }
}
```

- 解答は, 別途配付される解答冊子に記入すること。
Answers should be given in a separate answer sheet.



4

以下の問に答えよ。

- (1) CSMA/CD について詳細に説明せよ。また, CSMA/CD が無線ネットワークで使用できない理由を説明せよ。
Explain CSMA/CD in detail. Explain the reason why CSMA/CD cannot be used in a wireless network.
- (2) 以下の IP アドレスをドット付き 10 進表記で示せ。また, アドレスクラスを答えよ。
10011001 01010100 00000011 01001001
Change the following IP address from binary notation to dotted decimal notation.
Find the class of the following IP address.
10011001 01010100 00000011 01001001
- (3) ICMP の機能を説明せよ。また, ICMP 時間超過メッセージについて説明せよ。
Explain ICMP functions. Explain ICMP Time Exceeded Message.
- (4) TCP におけるスリーウェイハンドシェイクについて説明せよ。
Explain 3-way handshake in TCP.

- 解答は, 別途配付される解答冊子に記入すること。
Answers should be given in a separate answer sheet.

5

列ベクトルを

$$\begin{aligned} \mathbf{a}_1 &= \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix}, & \mathbf{a}_2 &= \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ 2 \end{pmatrix}, & \mathbf{a}_3 &= \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ -3 \end{pmatrix}, & \mathbf{b}_1 &= \begin{pmatrix} 9 \\ 2 \\ -10 \end{pmatrix}, \\ \mathbf{b}_2 &= \begin{pmatrix} 6 \\ 4 \\ -8 \end{pmatrix}, & \mathbf{b}_3 &= \begin{pmatrix} -7 \\ -4 \\ 9 \end{pmatrix}, & \mathbf{0} &= \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, & \mathbf{c} &= \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

とし, 3 次正方行列 A は $A\mathbf{a}_1 = \mathbf{b}_1$, $A\mathbf{a}_2 = \mathbf{b}_2$, $A\mathbf{a}_3 = \mathbf{b}_3$ を満たすものとする。以下の間に答えよ。

- (1) ベクトル $\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2, \mathbf{a}_3$ が線形独立 (一次独立) であることを示せ。
- (2) 行列 A を求めよ。
- (3) 連立 1 次方程式 $A\mathbf{x} = \mathbf{0}$ を解け。
- (4) 連立 1 次方程式 $A\mathbf{x} = \mathbf{c}$ が解を持つための c_1, c_2, c_3 に関する条件を求めよ。

Let column vectors be

$$\begin{aligned} \mathbf{a}_1 &= \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix}, & \mathbf{a}_2 &= \begin{pmatrix} -1 \\ 1 \\ 2 \end{pmatrix}, & \mathbf{a}_3 &= \begin{pmatrix} 1 \\ -1 \\ -3 \end{pmatrix}, & \mathbf{b}_1 &= \begin{pmatrix} 9 \\ 2 \\ -10 \end{pmatrix}, \\ \mathbf{b}_2 &= \begin{pmatrix} 6 \\ 4 \\ -8 \end{pmatrix}, & \mathbf{b}_3 &= \begin{pmatrix} -7 \\ -4 \\ 9 \end{pmatrix}, & \mathbf{0} &= \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} & \text{and } \mathbf{c} &= \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{pmatrix}. \end{aligned}$$

Let A be a 3 by 3 matrix that satisfies $A\mathbf{a}_1 = \mathbf{b}_1$, $A\mathbf{a}_2 = \mathbf{b}_2$ and $A\mathbf{a}_3 = \mathbf{b}_3$.

Answer the following questions.

- (1) Prove that vectors $\mathbf{a}_1, \mathbf{a}_2$ and \mathbf{a}_3 are linearly independent.
- (2) Find the matrix A .
- (3) Find all solutions to the system of linear equations $A\mathbf{x} = \mathbf{0}$.
- (4) Find the condition on c_1, c_2 and c_3 under which $A\mathbf{x} = \mathbf{c}$ is solvable.

- 解答は, 別途配付される解答冊子に記入すること。

Answers should be given in a separate answer sheet.

専門科目 問題冊子

Question Sheet of Specialized Subjects

7 / 7 頁

(電磁気学, Electromagnetics)

6 以下の問に答えよ。

- (1) 自由空間中において z 軸に沿って無限に長い線電荷 (線電荷密度 ρ_l) が一様に分布している。ガウスの法則を用いて周囲の電界 E がどのように与えられるかを説明せよ。

Use Gauss's law to obtain an expression for the electric field E in the free space due to an infinitely long line of charge with uniform charge density ρ_l along z -axis.

- (2) 自由空間中に中心軸を z 軸とした半径 a の無限長円柱導体がある。その導体には $\mathbf{J} = (J_0/r)\hat{z}$ で与えられる電流が流れている。ここで J_0 は定数, \hat{z} は z 方向の単位ベクトル, r は z 軸からの距離である。以下の領域における磁界 H を求めよ。
- (a) $0 < r \leq a$
- (b) $r > a$

An infinitely long cylindrical conductor whose axis is coincident with z -axis has a radius a and carries a current characterized by a current density $\mathbf{J} = (J_0/r)\hat{z}$, where J_0 is a constant, \hat{z} is a unit vector along z -direction, and r is the radial distance from the cylinder's axis. Obtain an expression for the magnetic field H for each of cases

- (a) $0 < r \leq a$,
- (b) $r > a$.