

関西学院大学大学院理工学研究科

2026 年度入学試験

(一次：2025 年 8 月 1 日実施)

専門科目

情報工学専攻

(11:10-13:10 120 分)

【試験にあたっての注意】

1. 筆記用具以外はカバンに入れ、カバンは床の上に置くこと。
2. 携帯電話、スマートフォン、ウェアラブル端末、音楽プレーヤー等の音の出る機器の電源を切ること。
なお、アラームを設定している人は解除してから電源を切り、カバンにしまうこと。
3. 時計のアラームは解除すること。携帯電話を時計として使用することは認めない。
4. 試験の途中退場は認めない。ただし、やむを得ない場合は挙手し監督者に知らせること。
5. 不審な言動は慎むこと。不正行為が発覚した場合、全科目を0点とする。
6. 試験用紙は以下の構成となっている。
 - ① 問題冊子1冊
 - ② 選択問題調査書、解答用紙
7. 指示があるまで問題冊子および解答用紙を開かないこと。
8. 解答用紙のホチキスは、はずさないこと（提出時もホチキス留めのまま提出すること）。
9. 各問題は、所定の解答用紙に解答すること。
10. 解答にあたっては、問題冊子および解答用紙に書かれた注意に従うこと。
11. 解答用紙には、氏名は記入せず、受験番号のみを記入すること。
12. 原則、解答用紙の裏面使用は不可。やむを得ず解答欄が不足する場合は<裏面に続く>と記載することで、裏面への記載を認める。
13. 試験終了後、問題冊子は各自持ち帰ること。

以上

〔情報工学専攻（専門科目）〕 解答にあたって

次の〔Ⅰ〕～〔Ⅴ〕計5題より、4題を選択して解答せよ。解答用紙および添付された選択問題調査書の所定欄に、選択した問題番号および受験番号を必ず記入すること。
問題1題につき解答用紙1枚を使用すること。

[I] 線形代数・確率統計

[1] \mathbb{R}^5 の部分空間 V

$$V = \left\{ \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \end{pmatrix} \in \mathbb{R}^5 \left| \begin{array}{cccc} x_1 & & +x_3 & +x_4 & = 0 \\ -x_1 & +x_2 & & -x_4 & +x_5 & = 0 \\ & & x_2 & +x_3 & & +x_5 & = 0 \\ x_1 & -x_2 & & +x_4 & -x_5 & = 0 \end{array} \right. \right\}$$

を考える。以下の問いに答えよ。

- (1) V の 1 組の基底を求めよ。
- (2) V の直交補空間 V^\perp の 1 組の基底を求めよ。

[2] 黒色と白色のボールが合わせて 100 個入った箱 A,B,C および D がある。箱は外見では区別がつかない。入っている各色のボールの個数は以下の通りである。

	黒	白
箱 A	60	40
箱 B	50	50
箱 C	50	50
箱 D	40	60

以下の問いに答えよ。

- (1) 箱を 1 つ選んで、無作為に 1 個のボールを取り出す。取り出したボールが黒色であるとき、箱 A が選ばれた確率を求めよ。
- (2) 小問 (1) で取り出したボールを同じ箱に戻す。同じ箱から 2 回目に取り出すボールが黒色である確率を求めよ。

[II] 論理回路

以下の問いに答えよ. ただし, 論理式中において $a+b$ は a と b の論理和 (OR), $a \cdot b$ および ab は a と b の論理積 (AND), \bar{a} は a の論理否定 (NOT), $a \oplus b$ は a と b の排他的論理和 (Exclusive OR) を表す.

[1] 次の論理式を簡単化せよ (リテラル数が最も少ない等価な論理式を示せ).

$$(1) \overline{\bar{x} \cdot a \cdot \bar{y} \cdot b \cdot \bar{z} \cdot c \cdot (\bar{a} + \bar{x}) \cdot c \cdot (\bar{b} + \bar{y}) \cdot a \cdot (\bar{c} + \bar{z}) \cdot b}$$

$$(2) (x \oplus a)(x \oplus b)(x \oplus c)\bar{a}$$

[2] 2 ビットの符号なし 2 進数 a と b を入力し, その加算結果を 2 ビットの符号なし 2 進数 y として出力する組合せ論理回路の設計について考える. ただし, a, b, y の上位ビットをそれぞれ a_1, b_1, y_1 , 下位ビットをそれぞれ a_0, b_0, y_0 とする.

(1) y_1 と y_0 を a_1, a_0, b_1, b_0 の最小積和形論理式 (積項数最小の積和形論理式のうちリテラル数最小のもの) で表せ. ただし, オーバーフローが起こる場合の出力はドントケア (don't care) とすること.

(2) y_1 と y_0 を求める組み合わせ論理回路を NOT ゲートと 2 入力の NAND ゲートのみを用いて設計せよ (回路図を示せ).

[3] 次のような Mealy 型順序機械の動作を表現する状態遷移グラフで, 状態数が 4 以下のもの を一つ示せ.

この回路は 1 ビットの入力 x と 1 ビットの入出力 z を持つ. 時刻 t における x と z の値をそれぞれ $x[t], z[t]$ とすると, $z[t]$ の値は次のようになる. ただし, $0 \leq t$ であり, $t = 0$ において回路は初期状態にあるものとする.

$$t \leq 1 \text{ のとき: } z[t] = 0$$

$$2 \leq t \text{ のとき: } (x[t-2], x[t-1], x[t]) = (1, 0, 1) \text{ または } (x[t-2], x[t-1], x[t]) = (1, 1, 0) \text{ のとき } z[t] = 1; \text{ それ以外のとき } z[t] = 0$$

例えば, x に 1 0 1 0 1 1 0 1 0 1... を入力した場合, z には次のような出力が得られる.

時刻	t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	...
入力	$x[t]$	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	...
出力	$z[t]$	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	...

[III] アルゴリズムとプログラミング

次ページに、C 言語 (C99 準拠) で記述されたプログラム prog1.c を示す。このプログラムでは、実行時に、標準入力から次の形式の入力が 3 行に分かれて与えられる。

- 1 行目：整数 n が与えられる。
- 2 行目： n 個の異なる整数 x_1, x_2, \dots, x_n が空白区切りで与えられる。
- 3 行目：整数 y が与えられる。

すると、このプログラムは、 x_1, x_2, \dots, x_n をある順序で 1 行に出力し、次の行には、 x_1, x_2, \dots, x_n のうち値が y 未満であるものの個数を出力する。

[1] 標準入力から以下の入力が与えられた場合の prog1.c の実行を考える。

入力	10
	55 69 65 12 82 26 78 72 29 21
	70

この場合、出力の 2 行目には 7 が表示される。以下の問いに答えよ。

- (1) 関数 main において関数 traverse が呼び出される直前での、以下の各式の値をそれぞれ答えよ。ただし、式の値が未定義動作を引き起こす場合は「なし」と答えること。
 - (a) root->x
 - (b) root->l->x
 - (c) root->l->l->x
 - (d) root->l->r->x
 - (e) root->r->x
 - (f) root->r->l->x
 - (g) root->r->r->x
- (2) 関数 insert_all の実行における、関数 insert の再帰呼び出しの深さの最大値を答えよ。ただし、insert_all からの insert の呼び出しを深さ 1 とする。また、再帰呼び出しの深さが最大となる時に渡される引数 x の値を答えよ。
- (3) 実行時に表示される出力の 1 行目を答えよ。

[2] 関数 count_sm_nodes 内の空欄 A に入る、適切なプログラムを答えよ。ただし、時間計算量のオーダの観点から、効率の良いものを答えよ。

プログラム: prog1.c

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

typedef struct Node {
    int x;
    struct Node *l;
    struct Node *r;
} Node;

void traverse(Node *node)
{
    if (node == NULL)
        return;

    traverse(node->l);
    printf("%d ", node->x);
    traverse(node->r);
}

Node* create_node(int x) {

    Node *new_node = (Node*)malloc(
        sizeof(Node));
    if (new_node == NULL)
        exit(1);
    new_node->x = x;
    new_node->l = new_node->r = NULL;

    return new_node;
}

Node* insert(Node *node, int x)
{
    if (node == NULL)
        return create_node(x);

    if (x < node->x)
        node->l = insert(node->l, x);
    else if (x > node->x)
        node->r = insert(node->r, x);
    return node;
}
```

```
Node* insert_all(int n)
{
    Node *root = NULL;
    int xi;
    for (int i = 0 ; i < n; i++) {
        scanf("%d", &xi);
        root = insert(root, xi);
    }

    return root;
}

int count_sm_nodes(Node *node, int x)
{
    int count = 0;

    return count;
}

int main(void)
{
    Node *root = NULL;
    int n;

    scanf("%d", &n);

    root = insert_all(n);

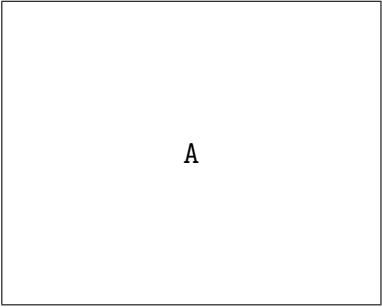
    // 表示される出力の 1 行目
    traverse(root); printf("\n");

    int y;
    scanf("%d", &y);

    int cnt = count_sm_nodes(root, y);

    // 表示される出力の 2 行目
    printf("%d\n", cnt);

    return 0;
}
```



[IV] ネットワーク

- [1] サブネットマスクが 255.255.255.192 である IPv4 ネットワークにおいて，利用可能なホスト数の最大値を答えよ．理由もあわせて示すこと．
- [2] 図 1 は RFC (Request For Comments) 791 より抜粋したものである．以下の問いに答えよ．
- (1) この図は何というプロトコルの何を表しているかを答えよ．
 - (2) Time to Live で指定される値の最小値と最大値を答えよ．
 - (3) Fragment Offset で指定される値の最小値と最大値を答えよ．
 - (4) Protocol フィールドはどのような目的に用いられるかを説明せよ．
 - (5) Header Checksum フィールドはどのような目的に用いられるかを説明せよ．

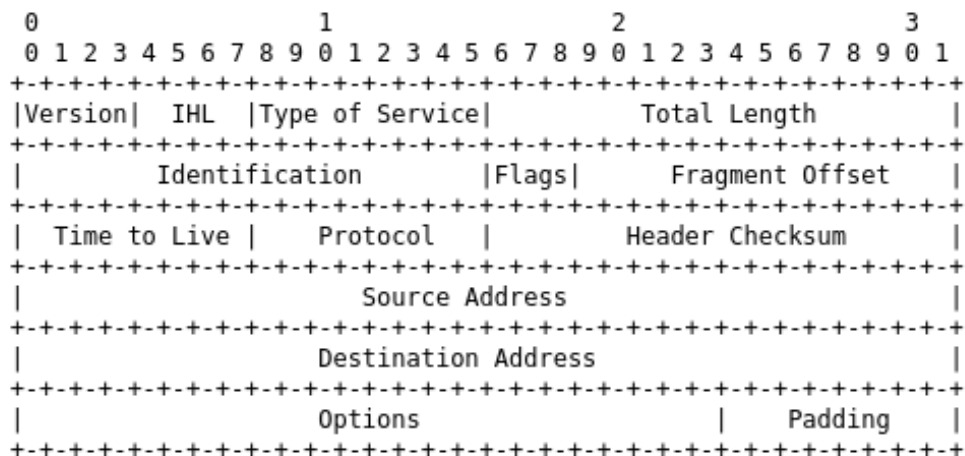


図 1

- [3] TCP におけるフロー制御，誤り制御，輻輳 (ふくそう) 制御の違いを説明せよ．
- [4] N 台のノードがそれぞれ確率 p でデータを送信するスロットテッド (slotted) ALOHA 方式を考える．すべてのノードは常に送信すべきデータを持つとする．この時，あるスロットにおいて，いずれかのノードが送信に成功する確率を N および p を用いて表せ．理由もあわせて示すこと．

[V] 情報理論

集合 $\mathcal{X} = \{a_1, \dots, a_N\}$ の上に値をとる確率変数 X のエントロピーを $H(X)$ とする。ただし、 N は正の整数である。また、 $X = a_i$ となる確率を p_i とし、任意の $i \in \{1, \dots, N\}$ に対して $p_i > 0$ とする。

以下の問いに答えよ。ただし、本問では情報量の単位をビットとする。

- (1) $H(X)$ を本問で定義された記号を用いて表せ。
- (2) $t > 0$ に対して $\log_e t \leq t - 1$ が成立することを証明せよ。ただし、 e はネイピア数とする。
- (3) $H(X)$ を p_1, \dots, p_N の関数とみなすとき、 $H(X)$ の最大値を答えよ。さらに、 $H(X)$ が最大となるのはどのような場合であるか記せ。
- (4) $H(X)$ の最大値が、小問 (3) で答えた値となることを証明せよ。
- (5) $N = 5$ とする。 $H(X) = 2.25$ となる p_1, \dots, p_5 の数値例を挙げよ。また、このとき、確率変数 X に対して、平均符号語長に関して最適な 2 元語頭符号を構成する。記号 a_1, \dots, a_5 に対する符号語の例を挙げよ。

[I] 線形代数・確率統計 出題の狙い・解答例

出題の狙い：

- [1] 部分空間の基底, 直交補空間の理解を問う.
- [2] ベイズ推計における逐次合理性の理解を問う.

解答例：

[1] (1)

$$\left\{ \begin{pmatrix} -1 \\ -1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \right\}$$

(2)

$$\left\{ \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \right\}$$

[2] (1) 0.3

(2) 0.51

[II] 論理回路 出題の狙い・解答例

出題の狙い：

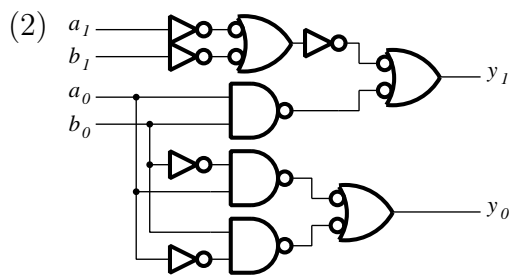
論理代数の性質と論理式の簡単化, 最小積和形論理式の導出, 論理ゲートによる組合せ論理回路の設計, 状態遷移グラフの導出等, 論理回路の基礎事項の理解の確認を意図している.

解答例：

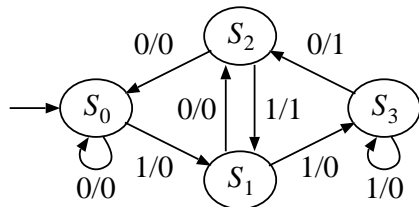
[1] (1) $abcxyz + \bar{a}\bar{b}\bar{c}$

(2) $\bar{a}\bar{b}\bar{c}x$

[2] (1) $y_1 = a_0b_0 + a_1 + b_1, \quad y_0 = \bar{a}_0b_0 + a_0\bar{b}_0$



[3]



[III] アルゴリズムとプログラミング (出題の狙い・解答例)

出題の狙い：

二分探索木に関するプログラムを提示し、基本的なデータ構造の理解や、プログラムのリーディング能力およびコーディング能力を問う。特に大問 [1] は、プログラムが二分探索木のものであることに気づければ、容易に解くことができる。

解答例：

- [1] (1) (a) 55, (b) 12, (c) なし, (d) 26, (e) 69, (f) 65, (g) 82
(2) 再帰呼び出し回数の最大値は 5 となる。その時に渡される引数 x の値は 72 である。
(3) 12 21 26 29 55 65 69 72 78 82
- [2] 以下に例を示す。(計算量は $O(n)$ である。関数 `traverse` と同様のプログラム構造であることに気づけば、そこまで難しくない)

空欄 A を埋めた関数 `count_sm_nodes` の例

```
1 int count_sm_nodes(Node *node, int x)
2 {
3     int count = 0;
4
5     if (node == NULL)
6         return 0;
7
8     count += count_sm_nodes(node->l, x);
9     if (node->x < x) {
10        count += 1;
11        count += count_sm_nodes(node->r, x);
12    }
13
14    return count;
15 }
```

[IV] ネットワーク 出題の狙い・解答例

出題の狙い:

ネットワークにおける基本的な通信技術やプロトコルについて、それぞれの仕組みや特性を理解しているかを問う。

解答例:

- [1] ホストアドレスが 6 ビットである。ネットワークアドレスとブロードキャストアドレスを除くため、 $2^6 - 2 = 62$ 台。
- [2] (1) IP プロトコルのヘッダフォーマット
(2) 最小値 0, 最大値 255
(3) 最小値 0, 最大値 8191
(4) トランスポートプロトコルを指定するため
(5) 伝送誤りを検出するため
- [3] TCP におけるフロー制御は受信側の処理能力に応じて送信側のデータ量を調整し、バッファあふれを防ぐ。誤り制御はパケットの損失や破損を検出し、再送によって正確な通信を実現する。輻輳制御はネットワークの混雑状況に応じて送信速度を制御し、過負荷を回避する。
- [4] あるノードが送信に成功する確率が $p(1-p)^{N-1}$ であるから、いずれかのノードが送信に成功する確率は $N p(1-p)^{N-1}$ である。

[V] 情報理論 出題の狙い・解答例

出題の狙い：

エントロピー，同時エントロピー，条件つきエントロピーなどの情報理論的な量に関して，それらが有する意味および性質への理解を問う．

解答例：

- (1) $H(X) = -\sum_{i=1}^N p_i \log_2 p_i$
- (2) $f(t) = t - 1 - \log_e t$ として， $f'(t) = 1 - (1/t)$ ． $f(t)$ は， $0 < t \leq 1$ で単調減少， $t \geq 1$ で単調増加となるため， $f(t) \geq f(1) = 0$ が成立する．
- (3) $H(X)$ の最大値は $\log_2 N$ ， X が一様分布に従うとき ($p_i = 1/N$) ．
- (4) 小問 (2) より， $t > 0$ に対して $\log_2 t \leq (t - 1) \log_2 e$ ．

$$\begin{aligned} H(X) - \log_2 N &= -\sum_{i=1}^N p_i \log_2 p_i - \sum_{i=1}^N p_i \log_2 N \\ &= \sum_{i=1}^N p_i \log_2 \frac{1}{p_i N} \\ &\leq \sum_{i=1}^N p_i \left(\frac{1}{p_i N} - 1 \right) \log_2 e \\ &= \left(\sum_{i=1}^N (1/N) - \sum_{i=1}^N p_i \right) \log_2 e \\ &= (1 - 1) \log_2 e = 0 \end{aligned}$$

- (5) 例えば， $p_1 = p_2 = p_3 = 1/4$ ， $p_4 = p_5 = 1/8$ ．

上記の解答例に対する符号化関数 φ の例として以下が挙げられる．

$$\varphi(a_1) = 00, \quad \varphi(a_2) = 01, \quad \varphi(a_3) = 10, \quad \varphi(a_4) = 110, \quad \varphi(a_5) = 111$$