

関西学院大学大学院理工学研究科

2025 年度入学試験

(二次：2025 年 2 月 27 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. 試験の途中退出は認めない。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] 被験者が「ある病気」に罹患しているとみなせば陽性、そうでなければ陰性と判定する検査法を考える。「ある病気」の検査法は2種類あり、それぞれを検査1, 検査2とし、それぞれの検査は独立試行と考える。「ある病気」に罹患している事前確率は0.001, 罹患していない事前確率は0.999とする.

検査1による条件つき確率は以下の通りとする.

	陽性と判定される確率	陰性と判定される確率
罹患患者	0.7	0.3
罹患していない者	0.2	0.8

検査2による条件つき確率は以下の通りとする.

	陽性と判定される確率	陰性と判定される確率
罹患患者	0.9	0.1
罹患していない者	0.1	0.9

以上の設定の下, 次の問いに答えよ. 小数点第5位以下は切り捨てよ.

- (1) 検査1のみを実施して陽性と判定される場合, 被験者が実際に「ある病気」に罹患している事後確率を求めよ.
- (2) 検査1と検査2を実施し, 両方で陽性と判定される場合, 被験者が実際に「ある病気」に罹患している事後確率を求めよ.

- [2] 次の2つの4次元実ベクトルが張る部分空間の正規直交基底を求めよ.

$$\boldsymbol{x}_1 = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad \boldsymbol{x}_2 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}$$

[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.

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

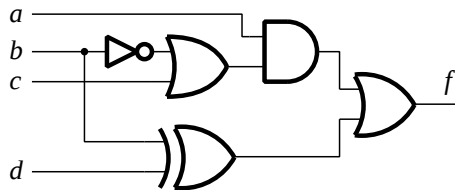
[2] 次の等式を満たす積和形論理式 F のうち積項数最小でかつリテラル数最小のものを示せ.

$$G = \bar{a}c\bar{d} + abc + \bar{b}d$$

$$H = \bar{a}\bar{b}c\bar{d} + \bar{a}\bar{b}c\bar{d} + abc\bar{d}$$

$$F \cdot G = H$$

[3] 次の組合せ回路と等価な回路を, NOT ゲートおよび 2 入力の NAND ゲートのみを用いて構成せよ (回路図を示せ).



[4] 次の状態遷移表で動作が定義される順序機械の状態数を最小化せよ (最小化した順序機械の状態遷移表を示せ). ただし, S_0 を初期状態とする.

現状態	次状態/出力	
	入力=0	入力=1
S_0	$S_3/0$	$S_1/0$
S_1	$S_2/1$	$S_5/0$
S_2	$S_4/0$	$S_3/1$
S_3	$S_5/0$	$S_1/1$
S_4	$S_2/1$	$S_3/0$
S_5	$S_3/0$	$S_4/1$

[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) で記述された二分木のプログラム `btree.c` を示す。`btree.c` で宣言されている変数 `n` には、二分木の節点数が格納される。また、配列 `T` の要素 `T[i]` ($i = 0, 1, \dots, n-1$) には、二分木の節点 i (節点番号が i である節点) の情報が格納される。`T[i].p`, `T[i].l` および `T[i].r` には、節点 i の親、左の子および右の子のそれぞれの節点番号が格納される。該当する節点が存在しない場合には `-1` が格納される。

`btree.c` に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 標準入力から以下の入力を与えて `btree.c` の実行を行う。この実行において配列 `T` に格納された値に対応する二分木を図示せよ。

入力	10
	0 2 8
	1 7 -1
	2 5 -1
	3 0 6
	4 -1 9
	5 -1 -1
	6 4 1
	7 -1 -1
	8 -1 -1
	9 -1 -1

- (2) 関数 `traverse1` が行う走査 (なぞり, 巡回) の名称を答えよ。
(3) 関数 `traverse2` が行う走査 (なぞり, 巡回) の名称を答えよ。
(4) 小問 (1) の実行で表示される出力の 1 行目と 2 行目を答えよ。
(5) `btree.c` の実行で表示される出力の 1 行目と 2 行目が以下であった場合の二分木を図示せよ。

1 行目	4 0 1 2 5 3 7 6
2 行目	3 1 0 4 2 5 6 7

- (6) 二分木の節点 i の高さは、節点 i を根とする部分木の中で最も深い葉までの辺数として定義される。関数 `setHeight` では、節点 i を根とする部分木の各節点の高さを計算し、その結果を配列 `H` に格納する。その際に、配列 `H` の要素 `H[i]` には節点 i の高さが格納される。関数 `setHeight` 内の空欄 `A` に入る適切なプログラムを答えよ。

プログラム: btree.c

```
#include <stdio.h>
#define MAX 10000

typedef struct {
    int p, l, r;
} Node;

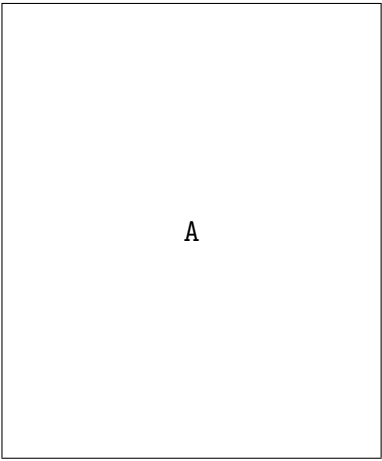
// T[i] : 節点 i の情報を格納
Node T[MAX];
// H[i] : 節点 i の高さを格納
int H[MAX];

void traverse1(int i)
{
    if (i == -1)
        return;

    traverse1(T[i].l);
    printf("%d ", i);
    traverse1(T[i].r);
}

void traverse2(int i)
{
    if (i == -1)
        return;

    printf("%d ", i);
    traverse2(T[i].l);
    traverse2(T[i].r);
}

// 節点 i を根とする部分木の
// 各節点の高さを設定
int setHeight(int i)
{
    
    A
}
```

```
int main(void)
{
    int n; // 二分木の節点数
    int i, j;
    int l, r;

    // 節点数 n を読み込む
    scanf("%d", &n);

    for (i = 0; i < n; i++)
        T[i].p = T[i].l = T[i].r = -1;

    for (j = 0; j < n; j++) {
        // 節点 i の情報を読み込む
        scanf("%d %d %d", &i, &l, &r);

        // 節点 i の左の子と右の子を設定
        T[i].l = l; T[i].r = r;

        // 左の子 l と 右の子 r の親を設定
        if (l != -1) T[l].p = i;
        if (r != -1) T[r].p = i;
    }

    // root: 二分木の根
    int root = -1;
    for (i = 0; i < n; i++) {
        if (T[i].p == -1)
            root = i;
    }

    // 表示される出力の 1 行目
    traverse1(root); printf("\n");
    // 表示される出力の 2 行目
    traverse2(root); printf("\n");

    // 二分木の各節点の高さを設定
    setHeight(root);

    // 表示される出力の 3 行目
    for (i = 0; i < n; i++)
        printf("%d ", H[i]);
    printf("\n");

    return 0;
}
```

[IV] ネットワーク

[1] メディアアクセス制御方式である CSMA/CD および CSMA/CA について以下の問いに答えよ.

- (1) メディアアクセス制御とは何か. 簡潔に説明せよ.
- (2) CSMA/CD は何の略か.
- (3) CSMA/CA は何の略か.
- (4) CSMA/CD と CSMA/CA の主要な違いを 2 つ述べよ.

[2] CRC について以下の問いに答えよ.

- (1) CRC は何の略か.
- (2) CRC の役割と特徴を簡潔に説明せよ.
- (3) 生成多項式を $x^4 + x + 1$ (対応する二進数表現は 10011) とする CRC-4 における, メッセージ 10111001 の CRC 値を答えよ.

[3] Web ブラウザで URL に `http://www.kwansei.ac.jp/form.cgi?port=123` と指定した時に生じる通信について以下の問いに答えよ.

- (1) Web ブラウザが接続しに行くサーバの TCP ポート番号を答えよ.
- (2) Web ブラウザが TCP コネクションを確立するまでの動作を説明せよ.

[V] 情報理論

- [1] 集合 $\mathcal{X}$ の上に値をとる確率変数 X と集合 $\mathcal{Y}$ の上に値をとる確率変数 Y に関して, それぞれのエントロピーを $H(X)$ および $H(Y)$, X を条件とした Y の条件つきエントロピーを $H(Y|X)$, 同時エントロピーを $H(X, Y)$ と記す.

- (1) $H(X, Y) = H(X)$ が成立するのはどのような場合であるか, X と Y が従う確率分布の観点から説明せよ.
- (2) $H(Y|X) = H(Y)$ が成立するのはどのような場合であるか, X と Y が従う確率分布の観点から説明せよ.

- [2] 集合 $\mathcal{X} = \{0, 1\}$ の上に値をとる確率変数 X について, $X = 0$ となる確率は p , $X = 1$ となる確率は $1 - p$ とする.

以下の問いに答えよ. ただし, 本問における情報量の単位はビットとする.

必要に応じて以下の近似値を用いてよい.

$$\log_2 3 \approx 1.585, \quad \log_2 5 \approx 2.322, \quad \log_2 7 \approx 2.807$$

- (1) X のエントロピーを p の関数として表せ.
- (2) X のエントロピーを p について微分することで, 以下の i. および ii. を証明せよ. なお, $a > 0$ とネイピア数 e について $\log_2 a = \frac{\log_e a}{\log_e 2}$ が成立する.
 - i. $0 < p < 0.5$ において, X のエントロピーは単調増加である.
 - ii. $0 < p < 0.5$ において, X のエントロピーは上に凸な関数である.
- (3) 以下に示す p の値のうち, X のエントロピーが 0.5 以上となるものをすべて挙げよ. その根拠も示すこと.

$$(a) p = 0.1 \quad (b) p = 0.2 \quad (c) p = 0.25 \quad (d) p = \frac{1}{3} \quad (e) p = 0.5$$

[I] 線形代数・確率統計 出題の狙い・解答例

出題の狙い：

- [1] ベイズ推計における逐次合理性の理解を問う.
- [2] 与えられたベクトルから正規直交基底を作成する手順を問う.

解答例：

[1] (1)

$$\frac{0.001 \times 0.7}{0.001 \times 0.7 + 0.999 \times 0.2} = 0.00349$$

(2)

$$\frac{0.00349 \times 0.9}{0.00349 \times 0.9 + 0.99651 \times 0.1} = 0.03056$$

[2]

$$\boldsymbol{a}_1 = \frac{\boldsymbol{x}_1}{|\boldsymbol{x}_1|} = \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

$$\boldsymbol{y}_2 = \boldsymbol{x}_2 - (\boldsymbol{x}_2 \cdot \boldsymbol{a}_1) \cdot \boldsymbol{a}_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} - \frac{1}{3} \left((0 \ 1 \ 1 \ 1) \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \right) \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (2)$$

$$= \frac{1}{3} \begin{pmatrix} -2 \\ 1 \\ 3 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (3)$$

検算

$$(-2 \ 1 \ 3 \ 1) \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} = 0 \quad (4)$$

$$\boldsymbol{a}_2 = \frac{\boldsymbol{y}_2}{|\boldsymbol{y}_2|} = \frac{\sqrt{15}}{15} \begin{pmatrix} -2 \\ 1 \\ 3 \\ 1 \end{pmatrix} \quad (5)$$

[II] 論理回路 出題の狙い・解答例

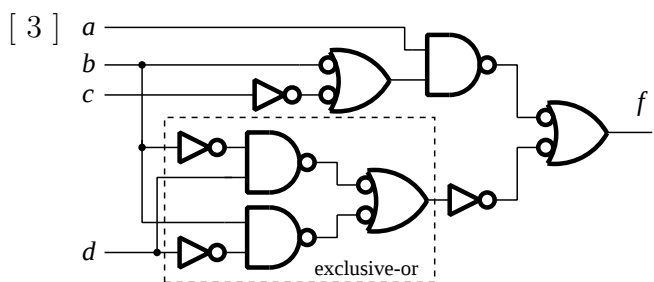
出題の狙い：

論理式の簡単化, 論理代数の性質, 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, 順序状態の状態最小化等, 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] xyz

[2] $\bar{b}\bar{d} + a\bar{c} + a\bar{d}$



[4]

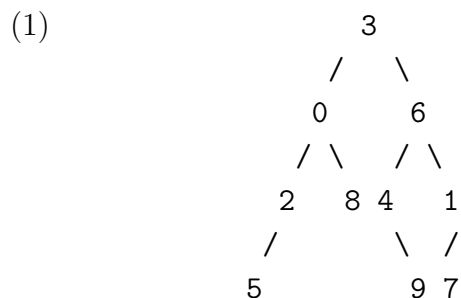
現状態	次状態/出力	
	0	1
S_0	$S_{35}/0$	$S_{14}/0$
S_{14}	$S_2/1$	$S_{35}/0$
S_2	$S_{14}/0$	$S_{35}/1$
S_{35}	$S_{35}/0$	$S_{14}/1$

[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：

基本的なデータ構造 (二分木) 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．

解答例：

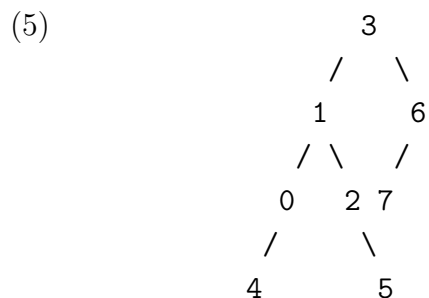


(2) 中順 (中間順, 中間順巡回, 通りがけ順など)

(3) 前順 (先行順, 先行順巡回, 前置順, 行きがけ順など)

(4)

1 行目	5 2 0 8 3 4 9 6 7 1
2 行目	3 0 2 5 8 6 4 9 1 7



(6) 以下に例を示す．

空欄 A を埋めた関数 setHeight の例

```
1 int setHeight(int i)
2 {
3     if (i == -1)
4         return -1; // 節点i は存在しない
5
6     int h_l = 0, h_r = 0;
7     h_l = setHeight(T[i].l) + 1;
8     h_r = setHeight(T[i].r) + 1;
9
10    if (h_l > h_r)
11        H[i] = h_l;
12    else
13        H[i] = h_r;
14
15    return H[i];
16 }
```

[IV] ネットワーク 出題の狙い・解答例

出題の狙い:

[1][2][3] 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役割を理解しているかを問う。

解答例:

- [1] (1) メディアアクセス制御 (MAC, Media Access Control) とは、複数のデバイスが同じ通信媒体 (ネットワーク内のケーブルや無線周波数帯など) を共有してデータを送信する際に、データの衝突や混乱を避けるためにアクセスのタイミングや順序を制御する仕組みである。
- (2) Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection
- (3) Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance
- (4) CSMA/CD はキャリアセンス成功時にすぐに送信を試みるが、CSMA/CA はランダム時間だけバックオフ後に送信を試みる。CSMA/CA では、受信端末がフレーム受信に成功したことを ACK として通知するが、CSMA/CD では通知しない。
- [2] (1) Cyclic Redundancy Check
- (2) CRC (巡回冗長検査) は、データの誤り検出を行う手法である。その役割は、通信や保存時にデータが破損していないかを確認することである。特徴として、計算が高速で、わずかなデータ変更でもエラーが検出されやすいという点が挙げられる。ただし、エラー訂正はできないため、誤り検出後は再送信など別の処理が必要である。
- (3) 1001
- [3] (1) 80
- (2) Web ブラウザが動作しているクライアントは、まず、DNS によって www.kwansei.ac.jp の名前解決を行い IP アドレスを取得する。クライアントは、解決された IP アドレスの 80 番ポートに対して TCP の 3-way ハンドシェイクによってコネクションを確立する。

[V] 情報理論 出題の狙い・解答例

出題の狙い：

[1][2] 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] (1) $H(X, Y) = H(X)$ ならば， $H(Y|X) = 0$ であり，これは Y が X の関数であるときに成り立つ．すなわち，任意の $x \in \mathcal{X}$ に対して $P_{Y|X}(y|x) = 1$ となる $y \in \mathcal{Y}$ が存在するとき．
- (2) $H(Y|X) = H(Y)$ ならば， X と Y の相互情報量が $I(X; Y) = 0$ であり，これは X と Y が独立であるときに成り立つ．すなわち，任意の $x \in \mathcal{X}$ および $y \in \mathcal{Y}$ に対して $P_{X,Y}(x, y) = P_X(x)P_Y(y)$ が成立するとき．

- [2] (1) $-p \log_2 p - (1-p) \log_2 (1-p)$
- (2) $f(p) = -p \log_2 p - (1-p) \log_2 (1-p)$ として， $0 < p < 0.5$ において

$$\frac{d}{dp} f(p) = \log_2 \frac{1-p}{p} > 0$$

であるため，エントロピーは単調増加である．

さらに， $0 < p < 0.5$ において

$$\frac{d^2}{dp^2} f(p) = \frac{-\log_2 e}{p(1-p)} < 0$$

であるため，エントロピーは上に凸な関数である．

- (3) $0 < p \leq 0.5$ において $\frac{d}{dp} f(p) \geq 0$ であり，かつ

$$f(0.1) = 1 + \log_2 5 - (9/5) \log_2 3 \approx 0.47 < 0.5$$

$$f(0.2) = \log_2 5 - 8/5 \approx 0.72 > 0.5$$

であるため，(b)(c)(d)(e) のとき エントロピーは 0.5 以上となる．