

平成24年度 知能機械情報学専攻

大学院修士課程入学試験問題

「知能機械情報学（科目）」

試験日時：平成23年8月23日（火）9：00～11：30

注意事項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開かないこと。
2. 問題は4題出題されており、その中から2題解答すること。
3. 問題冊子に落丁、乱丁、あるいは印刷不鮮明な箇所があれば申し出ること。
4. 答案用紙は2枚配布される。枚数を確認し、過不足があれば申し出ること。問題ごとに1枚の答案用紙を用いて解答すること。解答を表面で書ききれない場合は裏面を使用しても構わない。その際は裏面にも解答した旨を表面に記入すること。
5. 答案用紙の指定された箇所に、科目名の「知能機械情報学（科目）」、修士・博士の別、受験番号、その答案用紙で解答する問題番号を記入すること。これらが記入漏れの場合は採点されないことがある。
6. 解答に関係のない記号や符号を記入した答案は無効となる。
7. 答案用紙は、解答ができなかった問題についても、科目名、修士・博士の別、受験番号、問題番号を記入し、2枚全部を提出すること。
8. 下書きは問題冊子の草稿用のページを用いること。
9. この問題冊子にも受験番号を記入し提出すること。

受験番号	
------	--

上欄に受験番号を記入すること。

草稿用紙
(切り取らないこと)

草稿用紙
(切り取らないこと)

問題 1

図1に、水平面内を動く2つのピストンと2つのリンクからなる油圧システムを示す。リンクAの先端部 P_{in} が動くと、リンクBの先端部 P_{out} がこの機構により動く。リンクの節点 b, d はピンジョイントで、 d は固定端に接続されており、 c, e はスライドする。図中の ab, bc, cd, de 間の距離を l とし、またピストンは y 軸に沿って動く。オイルポンプからは十分に高い圧力の油が供給され、押し出された油はオイルタンクに排出される。ここで図2に示すように、 P_{in} を y 方向に y_A だけ動かしたとき、 P_{out} が y 方向に y_B 動く場合を考える。ピストンAからピストンBに流れる単位時間あたりの油量を q とする。 q はピストンAのバルブの開口変位 z に比例し、また、 q はピストンBの移動速度にも比例するという2つの比例関係式がある。それぞれの比例定数を k_1, k_2 とする。摩擦および質量は無視し、 y_A, y_B および z は微小変位とする。以下の間に答えよ。

- (1) q を y_B で表せ。また、 q を z で表せ。
- (2) リンクA、リンクBの変位の関係から z を y_A と y_B で表せ。
- (3) y_A に対する y_B の伝達関数 G を求めよ。
- (4) $k_1=63, k_2=0.5$ としたとき、 G のボード線図を描け。
- (5) この機構の特徴を述べ、応用例を挙げよ。

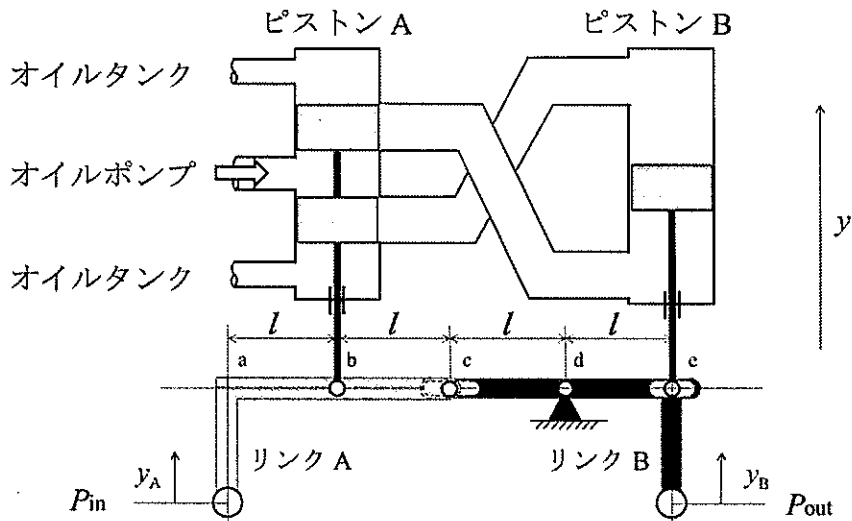


図 1

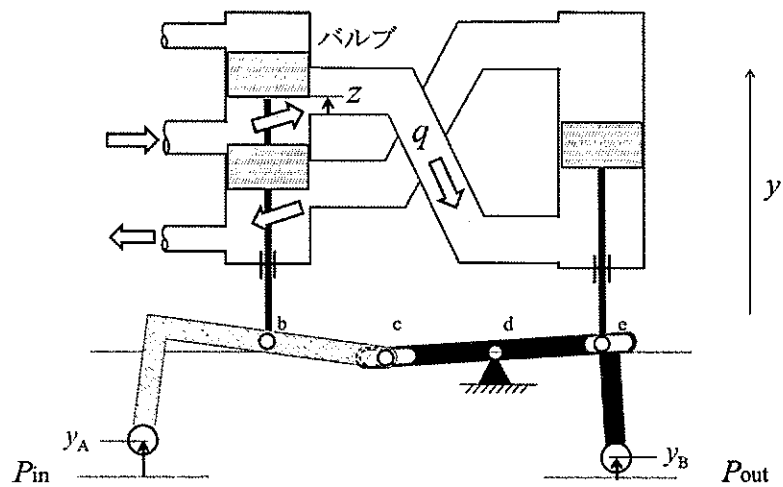


図 2

草稿用紙
(切り取らないこと)

問題 2

問 1. 図 1 に示すような、オペアンプを用いた回路がある。 n 個の R の抵抗および 1 個の $2R$ の抵抗からなる直列抵抗群に V_r の電圧が加えられており、各抵抗間の n 個の接続点は、それぞれ $2R$ の抵抗を通して n 個のスイッチにつながっている。各接続点の電圧を $V_i (0 \leq i \leq n-1)$ 、その接続点に対応するスイッチの状態を $S_i (0 \leq i \leq n-1)$ とし、 $S_i = 0$ の場合スイッチは下側、 $S_i = 1$ の場合スイッチは上側に接続されているとする。図 1 は、スイッチがすべて下側の状態を示している。オペアンプの特性は理想的であるとする。

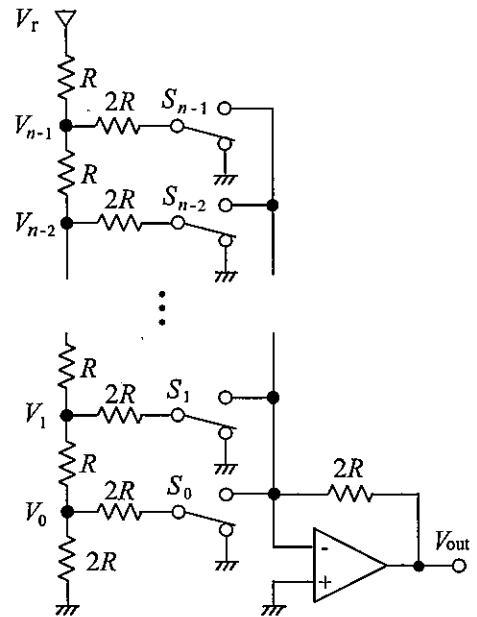


図 1

- (1) $S_i = 0$ でも $S_i = 1$ でも、 V_r は変化しない。その理由を述べよ。
- (2) V_0 と V_1 の関係を示せ。
- (3) V_{out} を、 V_r と S_i を用いて表せ。

問 2. 直流モータの回転角速度を制御する系を考える。モータへの入力電圧を $v(t)$ 、回転角速度を $\omega(t)$ 、モータのコイルの抵抗を R 、負荷を含めたモータの慣性モーメントの総和を J とする。モータが発生するトルクはコイルに流れる電流に比例し、その比例定数を K_a とする。またモータの回転中には、角速度に比例する逆起電力が発生し、その比例定数を K_e とする。モータのコイルを流れる電流の変化により生じる逆起電力、および回転に伴う粘性抵抗は十分小さいとする。

- (1) 直流モータのモデル $G(s)$ を、 $G(s) = \frac{\Omega(s)}{V(s)} = \frac{K_m}{T_m s + 1}$ のように表すとする。ただし $V(s)$ と $\Omega(s)$ は、それぞれ $v(t)$ と $\omega(t)$ のラプラス変換である。 K_m および T_m を求めよ。
- (2) 回転角速度を目標値に追従させるため、図 2 のフィードバック系を構成した。ただし K_p は比例ゲインである。フィードバックする前と比較した、時定数の変化を示せ。またステップ入力に対する定常偏差を求めよ。必要なら K_m および T_m を用いてよい。
- (3) 回転角速度を目標値に追従させるため、図 3 のフィードバック系を構成した。ただし K_i は積分ゲイン、 K_v は比例ゲインである。ステップ入力に対して、オーバーシュートせずに最も速く応答する条件を求めよ。必要なら K_m および T_m を用いてよい。

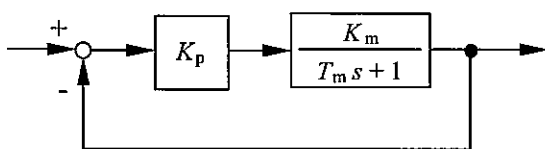


図 2

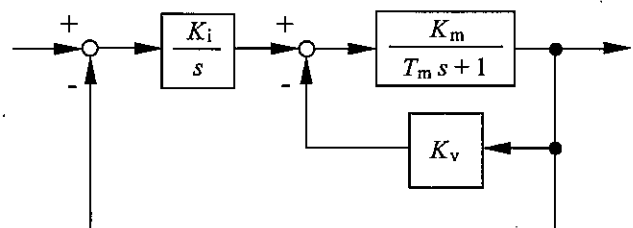


図 3

草稿用紙
(切り取らないこと)

問題 3

問 1. 下記の用語についてそれぞれ 3 行程度で説明せよ。図、表を用いてもよい。

- (1) 半加算器と全加算器
- (2) 排他的論理和

問 2. 離散確率変数 $X = \{x_i\}_{i=1}^m$, $Y = \{y_j\}_{j=1}^n$ が確率分布 $P(x_i) = P(X = x_i)$, $P(y_j) = P(Y = y_j)$ をそれぞれ有するとき, X のエントロピー, Y が与えられたときの X の条件付きエントロピー, X と Y の結合エントロピー, X Y 間の相互情報量はそれぞれ次のように定義される。

エントロピー:
$$H(X) = -\sum_{i=1}^m P(x_i) \log_2 P(x_i)$$

条件付きエントロピー:
$$H(X|Y) = -\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n P(x_i, y_j) \log_2 P(x_i | y_j)$$

結合エントロピー:
$$H(X, Y) = -\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n P(x_i, y_j) \log_2 P(x_i, y_j)$$

相互情報量:
$$I(X; Y) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n P(x_i, y_j) \log_2 \frac{P(x_i, y_j)}{P(x_i)P(y_j)}$$

以下の問に答えよ。

- (1) 0 と 1 の 2 値をとる離散確率変数 X, Y の同時分布が表 1 のように与えられた場合, $H(X)$, $H(Y)$, $I(X; Y)$ の値を求めよ。ただし $\log_2 3 = 1.6$ として計算せよ。

表 1

	Y		
	0	1	
X	0	1/2	1/4
	1	0	1/4

- (2) $H(X)$ を最大とする $P(X)$ は以下のラグランジュ関数 L の停留点として求められる。

$$L = -\sum_{i=1}^m P(x_i) \log_2 P(x_i) + \lambda \left(1 - \sum_{i=1}^m P(x_i) \right)$$

ここで λ はラグランジュ乗数である。これより $H(X)$ を最大とする確率分布 $P(X)$ を求めよ。導出過程も示せ。

- (3) $H(X, Y) = H(X|Y) + H(Y)$ となることを示せ。以下の関係式に注意せよ。

$$P(x_i) = \sum_{j=1}^n P(x_i, y_j), \quad P(x_i, y_j) = P(x_i | y_j) P(y_j)$$

- (4) $I(X; Y) = H(X) + H(Y) - H(X, Y)$ となることを示せ。

- (5) 単純マルコフ連鎖 $X_1 \rightarrow X_2 \rightarrow \dots \rightarrow X_T$ を満たす一連の離散確率変数 X_1, X_2, \dots, X_T を考える。つまりこれらの変数の同時分布 $P(X_1, X_2, \dots, X_T)$ は以下のように書ける。

$$P(X_1, X_2, \dots, X_T) = P(X_1) P(X_2 | X_1) \dots P(X_T | X_{T-1})$$

このとき, $I(X_1; X_2, X_3, \dots, X_T)$ を最も簡潔な形で表現せよ。導出過程も示せ。

草稿用紙
(切り取らないこと)

問題 4

問 1. 下記の用語についてそれぞれ 3 行程度で説明せよ。図を用いてもよい。

- (1) コンパイラとインタプリタ
- (2) スーパーパイプラインとスーパースカラ
- (3) ハードリアルタイムとソフトリアルタイム
- (4) 命令型プログラミングと宣言型プログラミング

問 2. リスト操作関数について以下の問に答えよ。

- (1) リスト操作における FIFO と FILO について 2 行程度で説明せよ。
- (2) プログラム 1 に示したファイル *queue.h* は FIFO の実装である。プログラム 2 の実行時の出力結果を示せ。
- (3) ファイル *queue.h* の `add_queue` 関数を改変し FILO を実装する。改変後の `add_queue` 関数を記述せよ。以後、改変したファイルを *queue2.h* とする。

問 3. プログラム 3 は FIFO を用いたグラフ探索アルゴリズムである。以下の問に答えよ。

- (1) N 個のノードを持つグラフを表現することを考える。ノード i から j に向かうアークがある場合に i 行 j 列を 1 とし、そうでない場合は 0 となる N 行 N 列の行列で表すことができる。プログラム 3 の関数 `main` 内の変数 `adj` に対応するグラフ構造を図示せよ。
- (2) プログラム 3 の実行時の出力を示し、動作を説明せよ。必要に応じて図を用いてもよい。
- (3) プログラム 3 において *queue.h* の代わりに *queue2.h* を `include` すると、FILO を用いたグラフ探索アルゴリズムになる。このプログラムの実行時の出力を示し、動作を説明せよ。必要に応じて図を用いてもよい。
- (4) FILO を用いたグラフ探索アルゴリズムは再帰を用いて実装できる。プログラム 4 の空白部分に入るコードを記述せよ。
- (5) (2), (3), (4) のそれぞれのプログラムの計算オーダと記憶量を示し、得失について議論せよ。各ノードの子の数を b , グラフの最大の深さを m , ゴールの深さを d とする。

```

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

typedef struct queue{
    int item;
    struct queue *next;
} queue_t;

queue_t *head;

void add_queue(int element) {
    queue_t *t = head;
    while (t->next != NULL) t = t->next;
    queue_t *q =
    (queue_t *)malloc(sizeof(queue_t));
    q->item = element;
    q->next = NULL;
    t->next = q;
}

int remove_queue() {
    int element;
    queue_t *q = head->next;
    head->next = q->next;
    element = q->item;
    free(q);
    return element;
}

void print_queue() {
    queue_t *q = head->next;
    while (q != NULL) {
        printf("%d ", q->item);
        q = q->next;
    }
    printf("\n");
}

```

プログラム1 (queue.h)

```

#include "queue.h"
#define N 7

int tree_search(int adj[N][N], int s, int g)
{
    int j, count = 0;
    add_queue(s);
    while ( head->next != NULL ) {
        printf("%d: ", count++);
        print_queue();
        int element = remove_queue();
        if (element == g) { return 1; }
        for ( j = 1; j < N; j++ )
            if ( adj[element][j] == 1 )
                add_queue(j);
    }
    return 0;
}

int main() {
    static int adj[N][N] =
        {{0, 1, 1, 0, 0, 0, 0},
         {0, 0, 0, 1, 0, 0, 0},
         {0, 0, 0, 0, 1, 1, 0},
         {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0},
         {0, 0, 0, 0, 0, 0, 1},
         {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0},
         {0, 0, 0, 0, 0, 0, 0}};
    head = (queue_t *)malloc(sizeof(queue_t));
    head->item = -1;
    head->next = NULL;
    tree_search(adj, 0, 6);
    return 0;
}

```

プログラム3

```

#include "queue.h"

int main() {
    head = (queue_t *)malloc(sizeof(queue_t));
    head->item = -1; head->next = NULL;
    add_queue(1); add_queue(2);
    remove_queue(); add_queue(3);
    remove_queue(); add_queue(4);
    print_queue();
    return 0;
}

```

プログラム2

```

int tree_search(int adj[N][N], int s, int g) {
    int j; printf("%d ", s);
    
    return 0;
}

```

プログラム4

草稿用紙
(切り取らないこと)

草稿用紙
(切り取らないこと)