

# 平成18年度 知能機械情報学専攻

## 大学院修士課程入学試験問題

### 「専門科目」

試験日時：平成17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. 問題の落丁、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。  
1問毎に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むね表面に記入すること。
5. 答案用紙の指定された箇所に、受験番号、科目名の「専門科目」、その答案用紙で解答する問題番号を記入すること。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、受験番号、科目名、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)

### 問題 1

図 1 のように箱の内部に質量の無視できる梁が固定されている系を考える。梁の先端部には、質量  $m$  の質点が付いている。梁の運動は、一次モードの振動が支配的であり、重力は無視できると仮定する。また、梁は一様な長方形断面を有するものとする。

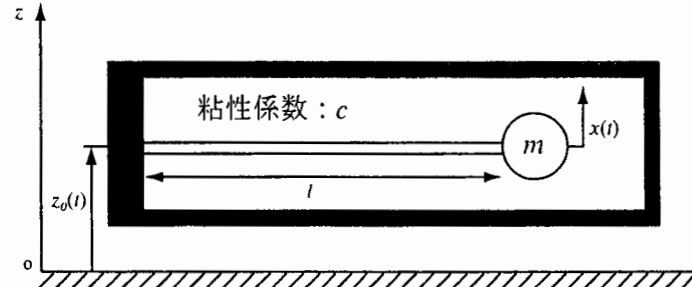


図 1

問 1. 以下の問いに答えよ。

- (1) 箱が固定されている状態で、梁の先端に  $z$  方向に力  $F$  がゆっくり加わったときのたわみ量を  $x$  とすると、 $F=kx$  が成り立つ。このバネ定数  $k$  を、梁の曲げ剛性  $EI$  ( $E$  はヤング率、 $I$  は断面 2 次モーメント)、長さ  $l$  を用いて表せ。
- (2) この箱が強制変位  $z_0(t)$  で励振されるとする。  $z_0(t)$  を入力、相対変位  $x(t)$  を出力、粘性係数を  $c$  とした場合の伝達関数  $G(s)$  を求めよ。
- (3) (2) の系において、非減衰固有角振動数  $\omega_n$ 、減衰比  $\gamma$  を  $m$ 、 $c$ 、 $k$  を使って表せ。

問 2. この梁に図 2 のような性質の同じひずみゲージを 2 枚取り付けて、たわみ量  $x$  を計測する。 $\alpha$  を定数、 $r$  をひずみゲージの変形前の抵抗、 $\Delta r$  を変形後の微小抵抗変化とすると、たわみ量は  $x = \alpha \cdot \Delta r / r$  で表せる。このとき、以下の問いに答えよ。

- (1) 2 枚のひずみゲージは、その抵抗変化の絶対値が等しく符号が逆になるように梁の上下面に貼るのが望ましい。このとき、各ひずみゲージを梁のどの位置に、どのような向きで貼るのが適切か図示し、その理由を 2~3 行で書け。
- (2) たわみ量の計測には、2 枚のひずみゲージと、抵抗値  $r$  の 2 本の抵抗からなる図 3 のようなブリッジ回路を用いるものとする。2 枚のひずみゲージをブリッジ回路のどこに配置すべきか図示せよ。また、2 枚のひずみゲージの抵抗変化を  $\Delta r$  と  $-\Delta r$  とするとき、出力電圧  $e$  を供給電圧  $V$ 、抵抗  $r$ 、および  $\Delta r$  で表せ。
- (3) ブリッジ回路の出力電圧  $e$  を図 4 のオペアンプで増幅する。たわみ量  $x$  と出力電圧  $V_{out}$  の関係式を導け。



図 2

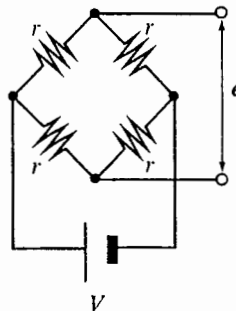


図 3

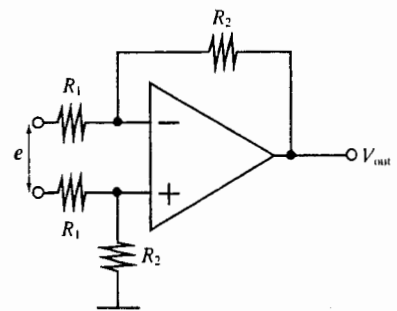


図 4

以上

草稿用紙  
(切り取らないこと)

## 問題 2

図 1(a)のような  $x$ - $y$  平面内 2 自由度マニピュレータがある。各リンクは直線で、リンク 0 は固定である。関節 1 の中心は座標原点  $O$  にある。関節 2 はリンク 1 とリンク 2 を接続している。関節角  $\theta_1, \theta_2$ 、関節トルク  $\tau_1, \tau_2$ 、リンク長  $l_1, l_2$  およびマニピュレータ先端座標  $r = (x, y)^T$  を図 1(a) に示した通りに定義する。なお、 $0 < \theta_1 < \pi$ 、 $0 < \theta_2 < \pi$  とする。

図 1(b)は、上のマニピュレータの各関節を受動関節として、人工筋により駆動するようにしたものである。図示した通り、リンク 0 上で関節 1 から距離  $a$  の 2 地点を  $P, Q$ 、リンク 1 上で関節 1 から距離  $b$  の地点を  $T$ 、リンク 2 上で関節 2 から距離  $a$  の 2 地点を  $R, S$  とし、 $P$  と  $T$ 、 $Q$  と  $T$ 、 $P$  と  $R$ 、 $Q$  と  $S$  を結ぶ人工筋をこの順に 1, 2, 3, 4 と番号を振る。人工筋  $k (= 1, \dots, 4)$  は収縮力  $f_k \geq 0$  (引っ張り方向が正) を発生できる。またその長さを  $L_k > 0$  で表す。人工筋は常にたるみがないとする。なお、ベクトルと行列の右肩の  $T$  は転置を表す。

問 1. 図 1(a)に関して、以下に答えよ。

- (1)  $r$  を  $\theta = (\theta_1, \theta_2)^T$  で表し、ヤコビ行列  $J = \partial r / \partial \theta$  を求めよ。
- (2) 総リンク長一定のもと、任意に与えられた  $\theta$  に対して可操作度を最大にする  $l_1, l_2$  の関係式を理由と共に示せ。

問 2. 図 1(b)に関して、以下に答えよ。ただし、(2) ~ (3) への解答では、それより前の問題文 (問 1 を含む) に現れたどのベクトルや行列を表す文字もそのまま用いてよい。

- (1)  $L = (L_1, L_2, L_3, L_4)^T$  を  $\theta$  で表し、筋長と関節角の微分関係  $G = \partial L / \partial \theta$  を求めよ。
- (2) 筋長とマニピュレータ先端位置の微分関係  $\partial L / \partial r$  を求めよ。
- (3) 図 1(b) のモデルで  $f = (f_1, f_2, f_3, f_4)^T$  が与えられたとき、図 1(a) のモデルにおけるこれと等価な  $\tau = (\tau_1, \tau_2)^T$  を  $f$  を使って表した式を、仮想仕事の原理を用いて導け。

問 3. 図 1(b) のモデルでは、マニピュレータ先端や関節の自由度よりも人工筋の数が多いため、冗長性がある。いま、マニピュレータ先端の発生力をベクトル  $F$  としたとき、これに対応する人工筋の収縮力ベクトル  $f$  を求め、その式のどこに冗長性が反映されているかを説明せよ。ただし、問 1 ~ 問 2 に現れたどのベクトルや行列を表す文字もそのまま用いてよい。

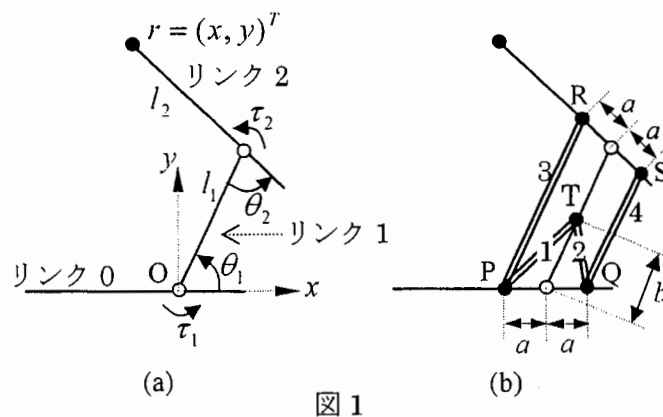


図 1

以上

草稿用紙  
(切り取らないこと)

### 問題 3

図 1 に示すような腕時計型の機械 M がある。これには、A, B, C 3つの入力用ボタンと、0 から 3 までの 1桁の数字を表示する表示窓がついている。A, B, C のボタンが 2 つ以上同時に押されることはないものとする。C ボタンを押すと、無条件に表示が 0 になる。これに続いて B ボタンを押しても表示は変化しない。A ボタンを押すと、B ボタンで表示を変化させられるようになる。B ボタンを押すたびに表示が 0, 1, 2, 3, 0, 1, 2, 3, 0, ... のように順に変化する。B ボタンを押した後、続いて A ボタンを押しても何の影響もない。

このとき、以下の問いに答えよ。

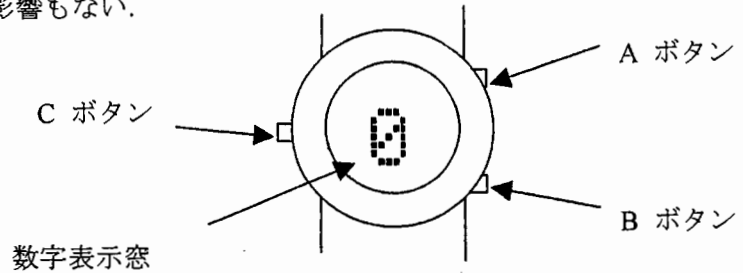


図 1

問 1. 機械 M は有限状態機械である。有限状態機械とは一般にどんな機械か。その特徴を簡単に記せ。

問 2. 有限状態機械を電子回路で構成しようとするとき、最も基本になる論理回路は何か。

問 3. 機械 M の状態を定義し、状態遷移図を描け。

問 4. いま、図 2. に示す状態遷移図をもつ機械 N について、この機械が時刻  $t$  で状態  $i$  ( $i=1, 2$ ) にある確率が  $P_i(t)$  のとき、微小時間  $dt$  後の確率  $P_i(t+dt)$  は、近似的に

$$P_1(t+dt) = P_1(t) - P_1(t)q_{12}dt + P_2(t)q_{21}dt$$

$$P_2(t+dt) = P_2(t) + P_1(t)q_{12}dt - P_2(t)q_{21}dt$$

で表せることを簡単に説明せよ。ただし、 $q_{ij}dt$  は状態  $i$  から  $j$  へと  $dt$  のうちに变化する確率である。

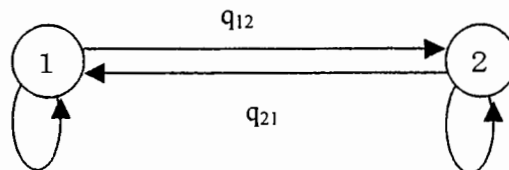


図 2

問 5. 問 3. で求めた状態遷移図において、A, B, C ボタンが微小時間  $dt$  のうちに押される確率がそれぞれ  $(0.1dt, 0.1dt, 0.1dt)$  であるとき、問 4. を参考にして状態遷移の微分方程式を書け。

問 6. それぞれの状態にいる確率が一定となったとき、機械 M の表示が 0 である確率を求めよ。

以上



草稿用紙  
(切り取らないこと)

#### 問題 4

問 1. 次の語句のうち 2 つを選択し、それぞれ 2 ~ 3 行程度で説明せよ。

- (1) 情報のエントロピー
- (2) オブジェクト指向プログラミング
- (3) ハッシュテーブル
- (4) セマフォ

問 2. 図 1 のように、整数のデータを二分木を用いて管理するデータベースを考える。各ノードに対して左部分木の全てのノードの値はそのノードの値よりも小さく、右部分木の全てのノードの値はそのノードの値よりも大きい。すでに登録されている要素と同じ数値は入力されないものとする。ただし、この二分木の実装にはリスト 1 のように C 言語の構造体が用いられており、自らの下側にノードが存在しない場合にはポインタ `left`, `right` には `NULL` が代入されているものとする。

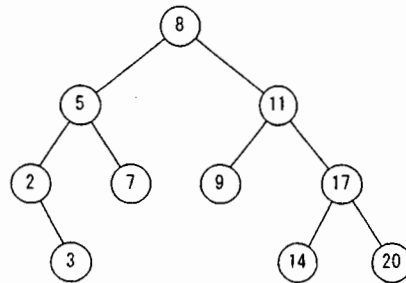


図 1

- (1) このデータ構造の特長を 2 ~ 3 行で説明し、それを活かした応用例をあげよ。
- (2) 登録されているノードを数え上げる関数 `int count(struct node *target)` を C 言語で書け。ただし最上部のノードには `struct node *root` という大域変数を用いる。また `count` の返値がノードの数となるようにし、`count` 以外の関数は用いないものとする。
- (3) リスト 2 に示した関数を用いて、新しく値 `data` を持つノードを加える関数 `void add(int data)` を C 言語で書け。ただしリスト 2 以外の関数は用いないものとする。
- (4) この二分木の性質を崩すことなく、あるノードを削除するとき、何種類かの異なる操作方法が必要となる。何種類の操作方法が必要となるか。それぞれの操作方法の概略を説明せよ。

リスト 1

```
struct node
{
    int data;
    struct node *left;
    struct node *right;
};
```

リスト 2

```
struct node *create_node (int data)
{
    struct node *new_node;
    new_node = malloc(sizeof(struct node));
    new_node->data = data;
    new_node->left = NULL;
    new_node->right = NULL;
    return new_node;
}
```

以上

草稿用紙  
(切り取らないこと)

草稿用紙  
(切り取らないこと)

草稿用紙  
(切り取らないこと)

