

# 平成26年度 知能機械情報学専攻

## 大学院博士課程入学試験問題

### 「知能機械情報学（科目）」

試験日時：平成26年2月7日（金）9：30～11：30

#### 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3題出題されている。問題1（必答問題）は必ず解答し、問題2 Aおよび問題2 B（選択問題）から1題を選択して解答すること。
3. 問題の解釈に複数の可能性が考えられる場合は、適宜言葉の定義や条件などを付加して解答してよい。
4. 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。
5. 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。
6. 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。
7. 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。
8. 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。
9. 下書きは問題冊子の草稿用のページを用いること。
10. 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 (必答問題)

問1. 図1および図2のデジタル回路のタイミングチャートを完成させよ。ただし、回路素子の遅延は考慮しないものとする。

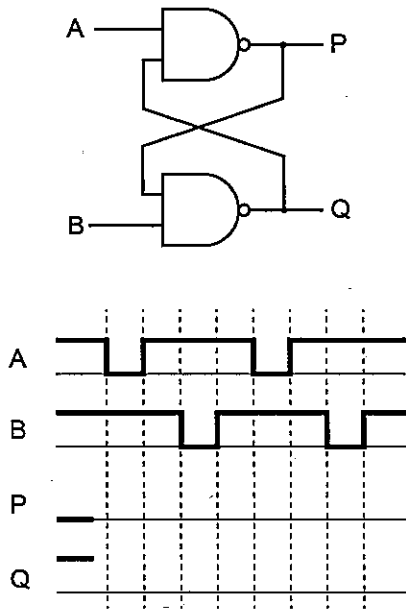


図1

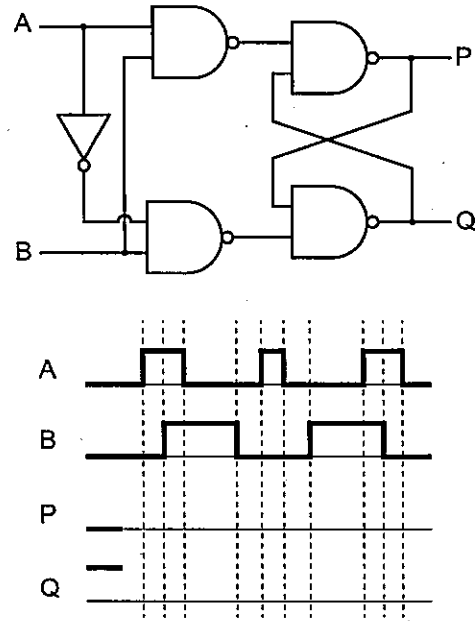


図2

問2. 図3に示すように、質量  $m$  のおもりが、ばね定数  $k$  のばねと減衰係数  $c$  のダンパによってフレームに接続されている。おもりとフレームは  $x$  軸方向にのみ動くことができる。おもりとフレームの  $x$  座標をそれぞれ  $x_m, x_f$  とし、ばねが自然長のときに  $x_m = x_f$  とする。重力は考慮しない。

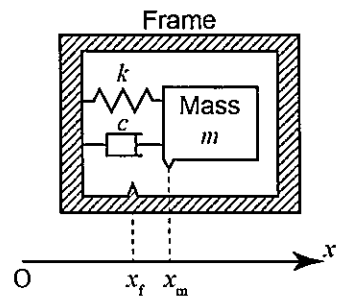


図3

- (1) おもりの運動方程式を立てよ。
- (2) フレームを加振したときの、この系の共振周波数を求めよ。ただし、 $m=1, k=5, c=2$  とする。

問3. 近年、キーボードやマウスに代わる新しいユーザインタフェースが注目されている。人の自然なふるまいを機械操作の入力とするユーザインタフェースの3種類の方法をあげ、それぞれの原理、長所、短所を述べよ。

草稿用紙  
(切り取らないこと)

問題 2 A (選択問題)

問 1. 図 1 に示す流出口のある断面積  $A$  のタンクの水位変動制御について考える. 水位変動は微小とする. 平衡状態の水面高さを  $\bar{H}$ , 体積流入量および流出量を  $\bar{Q}$  とし, それぞれの微小変化量を  $h(t)$ ,  $q_1(t)$ ,  $q_2(t)$  とする. 一般的に流出量は水面高さの平方根に比例して変化するが, 微小な範囲では変化量は線形化でき,  $h(t)=R \cdot q_2(t)$  で表せるとする ( $R$  は定数).

- (1)  $R$  を  $\bar{H}$  と  $\bar{Q}$  で表せ. 必要に応じて, 近似式  $\sqrt{1+\Delta x/x} \approx 1+\Delta x/2x$  を用いよ.
- (2)  $q_1(t)$  を入力,  $h(t)$  を出力とした場合の伝達関数  $G_1$  を求めよ.

問 2. 断面積  $A_1$  と  $A_2$  のタンクを図 2 のように連結した. 第 1, 第 2 のタンクの水面高さの微小変化量をそれぞれ  $h_1(t)$ ,  $h_2(t)$ , 第 2 のタンクからの流出量の微小変化量を  $q_3(t)$  とする. ただし, 問 1 と同様にして  $h_1(t)-h_2(t)=R_1 \cdot q_2(t)$ ,  $h_2(t)=R_2 \cdot q_3(t)$  と表せるとする ( $R_1, R_2$  は定数).

- (1) この系を図 3 のようなブロック線図に当てはめた場合, (i)-(iv) に当てはまる各伝達関数を示せ.
- (2)  $q_1(t)$  を入力,  $h_2(t)$  を出力とした場合の伝達関数  $G_2$  を求めよ. ただし,  $R_1=R_2=1$  とする.

問 3. 図 4 に示すように伝達関数  $G_c$  で表せる制御器を用いて図 2 の系を制御する.  $G_c$  は,  $1/(s^2+3s+1)$  で表せるとし, 伝達関数  $G_c$  に使われる  $K_1, K_2$  は定数とする. また, 系への入力は単位ステップ入力とする.

- (1)  $G_c=K_1$  としたとき, この系の定常偏差を求めよ. また,  $K_1$  が大きくなったとき, 系は目標値周辺にどのように収束するか説明せよ.
- (2)  $G_c=K_1+K_2/s$  としたとき, この系が安定である条件を求めよ. また, この制御の特徴を定常偏差の点から簡単に述べよ.

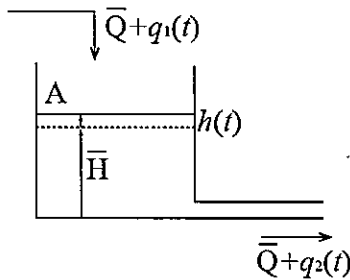


図 1

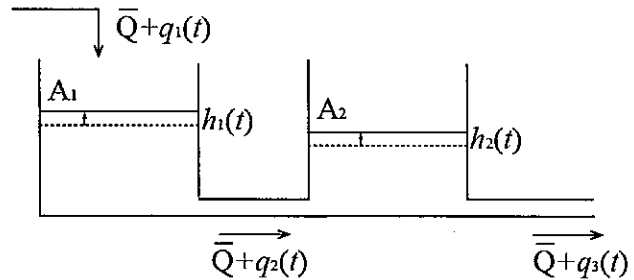


図 2

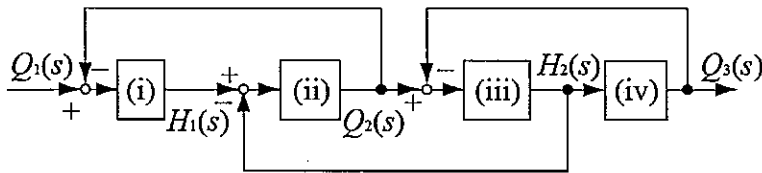


図 3

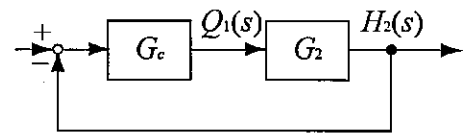


図 4

草稿用紙  
(切り取らないこと)

## 問題 2 B (選択問題)

アルファベット  $A \in \{a, b\}$  を出力する情報源があり、アルファベットの出現確率は直前に出たアルファベットに依存しているとする。a の後に a が出る確率  $P(a|a) = 1 - p$ 、a の後に b が出る確率  $P(b|a) = p$ 、b の後に a が出る確率  $P(a|b) = q$ 、b の後に b が出る確率  $P(b|b) = 1 - q$  とする。以下の間に答えよ。

- 問 1. アルファベット a を出力した後の状態を  $s_1$ 、アルファベット b を出力した後の状態を  $s_2$  として状態遷移図を書け。
- 問 2. 時間が十分に経過した定常状態では、a が出る確率  $P_a$ 、b が出る確率  $P_b = 1 - P_a$  は一定になる。 $P_a, P_b$  を  $p, q$  の式で表せ。なお、以下の間では情報源は定常状態にあるとする。
- 問 3. アルファベット a を出力した後の状態  $s_1$  における次の出力のエントロピーを  $H_a$  とする。 $H_a$  を  $p$  の式で表せ。
- 問 4. この情報源のエントロピー  $H$  を  $p, q$  の式で表せ。また、 $p = 0.75, q = 0.45$  としてエントロピー  $H$  を求めよ。ただし、 $\log_2 3 = 1.58, \log_2 5 = 2.32, \log_2 7 = 2.81, \log_2 11 = 3.46$  としてよい。
- 問 5. この情報源を、履歴に依存せず a, b がそれぞれ  $P(a) = P_a, P(b) = P_b$  の確率で出力される情報源だと見なしている観測者  $\alpha$  がいる。観測者  $\alpha$  が想定するエントロピー  $\bar{H}$  を  $P_a, P_b$  の式で表せ。また、問 4 と同様に  $p = 0.75, q = 0.45$  としてエントロピー  $\bar{H}$  を求めよ。
- 問 6. この情報源を履歴に依存しない情報源と見なし、観測した有限個のアルファベットに含まれる a の出現確率  $Q_a$ 、b の出現確率  $Q_b = 1 - Q_a$  に基づいて次のアルファベットを推定しようとする観測者  $\beta$  がいる。観測者  $\beta$  は次のアルファベットとして a が  $\hat{P}(a) = Q_a$  の確率で出力され、b が  $\hat{P}(b) = Q_b$  の確率で出力されると仮定する。このとき、次のアルファベットが a となるときの自己情報量は  $-\log_2 Q_a$  で推定され、b になるときの自己情報量は  $-\log_2 Q_b$  で推定される。観測者  $\beta$  が推定する自己情報量についての期待値  $S$  を  $P_a, Q_a$  の式で表せ。また、観測者  $\alpha$  が想定する情報源のエントロピー  $\bar{H}$  に対し、 $S \geq \bar{H}$  が成り立つことを証明せよ。ただし、 $\log_2 x \leq (x - 1) \log_2 e$  を利用してもよい。
- 問 7. この情報源のエントロピー  $H$ 、観測者  $\alpha$  が想定するエントロピー  $\bar{H}$ 、観測者  $\beta$  が推定する自己情報量の期待値  $S$  について、 $S \geq \bar{H} \geq H$  となる理由を定性的に説明せよ。



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)