

平成20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19年8月21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。
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）」、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。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、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。

受験番号	
------	--

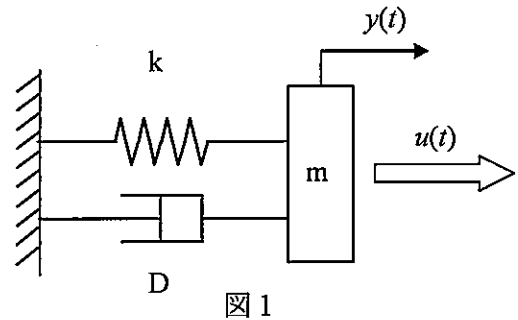
上欄に受験番号を記入すること。

草稿用紙
(切り取らないこと)

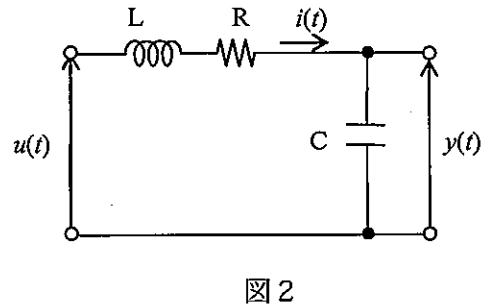
草稿用紙
(切り取らないこと)

問題 1

問 1. 図 1 に, 重り, ばね, ダンパからなる機械振動系のシステムを示す. 入力は質量 m の重りに加える力 $u(t)$, 出力は重りのつり合いの位置からの変位 $y(t)$ とするとき, このシステムの運動方程式を立て, 入力に対する出力の伝達関数 $G_0(s)$ を求めよ. ただし, ばね定数を k , 粘性係数を D とする.



問 2. 図 2 にコイル, コンデンサ, 抵抗からなる電気回路を示す. コイルのインダクタンスを L , コンデンサの静電容量を C , 抵抗値を R , $u(t)$ は入力電圧, $y(t)$ は出力電圧, $i(t)$ は回路を流れる電流とする. このとき, これらの変数で成り立つ方程式を立て, 入力電圧と出力電圧の間の伝達関数 $G_1(s)$ を求めよ.



問 3. 図 2 の回路で $L=0$ とした回路を 2 つ繋げたものを図 3 に示す. 図 3 の回路の入力電圧を $u(t)$, 出力電圧を $y(t)$ とする. コンデンサの静電容量を C , 抵抗値を R , 図中の点 P_1 , 点 P_2 での電流値をそれぞれ $i_1(t)$, $i_2(t)$ とする. $t=0$ において両コンデンサの電荷は 0 とする. 以下の間に答えよ.

(1) この回路で $i_1(t)$, $i_2(t)$, $u(t)$, $y(t)$ の間に成り立つ方程式を求めよ.

(2) 状態変数を $x(t) = \begin{pmatrix} x_1(t) \\ x_2(t) \end{pmatrix}$, ただし, $x_1(t) = \frac{1}{C} \int_0^t i_1(\tau) d\tau$, $x_2(t) = \frac{1}{C} \int_0^t i_2(\tau) d\tau$ とする.

この回路の状態方程式を $\dot{x} = Ax + bu$, 出力方程式を $y = cx$ としたとき, A, b, c を求めよ.

(3) 入力 $u(t)$ から出力 $y(t)$ への伝達関数 $G_2(s)$ を (2) の結果を用いて求めよ.

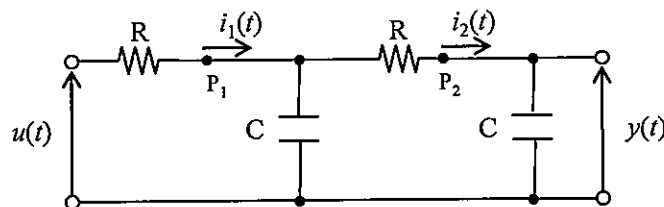


図 3

(4) (3) で求めた伝達関数 $G_2(s)$ を使い, 図 4 に示すような, 目標電圧 $v_{in}(t)$, 出力電圧 $v_{out}(t)$ をもつ閉ループ系を作る. ただし K は定数とする. $v_{in}(t)$ がランプ入力であるとき, 定常偏差が目標電圧の 3% 未満となる K の範囲を安定性に言及して導け.

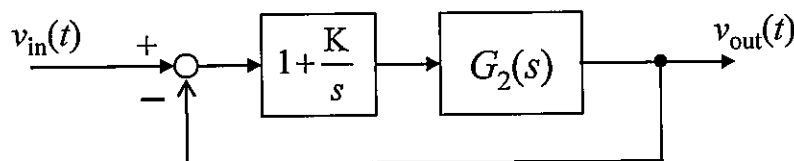


図 4

以上

草稿用紙
(切り取らないこと)

問題 2

問 1. 図 1 に示す平面内を動く 2 自由度マニピュレータが無重力状態にある。これに関して以下の間に答えよ。

- (1) 先端 P の速度と各関節の角速度を関係付けるヤコビ行列を求めよ。
- (2) $\theta_1 = 60^\circ$, $\theta_2 = -30^\circ$ の位置で、先端 P に Y 軸の負方向に大きさ f の力が作用した場合、静的平衡状態を維持するために必要な各関節トルク τ_1 および τ_2 を求めよ。
- (3) リンク L_2 は、先端 P に力を受けて微小変形する弾性体として考える。 L_2 は一様な円断面を持つ材料であり、ヤング率を E 、断面 2 次モーメントを I とする。(2) の場合、先端 P の微小なたわみの大きさを求めよ。ただし、 L_2 は片端固定梁として扱え、梁の軸方向の変形は無視できるとする。また、リンク L_1 の剛性は極めて高く、変形は無視できるとする。

問 2. 図 2 に示すように平行四辺形を作り平面内を動く 5 節閉リンクマニピュレータが、無重力状態にある。これに関して以下の間に答えよ。原点に 2 つの関節が存在し、それぞれ θ_1 , θ_2 を変化させるようにトルク τ_1 および τ_2 を発生する。

- (1) 先端 P の速度と $\dot{\theta}_1, \dot{\theta}_2$ を関係付けるヤコビ行列を求めよ。また、このマニピュレータが特異姿勢となるのはどんな場合か説明せよ。
- (2) このマニピュレータの可操作度を求め、これを最大にする姿勢を求めよ。
- (3) $\theta_1 = 60^\circ$, $\theta_2 = 30^\circ$ の位置で、先端 P に Y 軸の負方向に大きさ f の力が作用した場合、静的平衡状態を維持するために必要な各関節トルク τ_1 および τ_2 を求めよ。
- (4) 先端 P に質量 m の質点を取り付け運動させた場合を考える。ラグランジュの運動方程式から $\ddot{\theta}_1, \ddot{\theta}_2$ を発生させるために必要なトルク τ_1 を求めよ。ただし、質量 m に比べて各リンクの質量は無視できるほど小さいとする。また、 $l_1 = l_2 = l$ とする。

問 3. 大きな可搬重量や高い精度が要求される機構では、シリアルリンクよりも、閉リンク機構が用いられる場合が多い。その理由を簡潔に説明せよ。

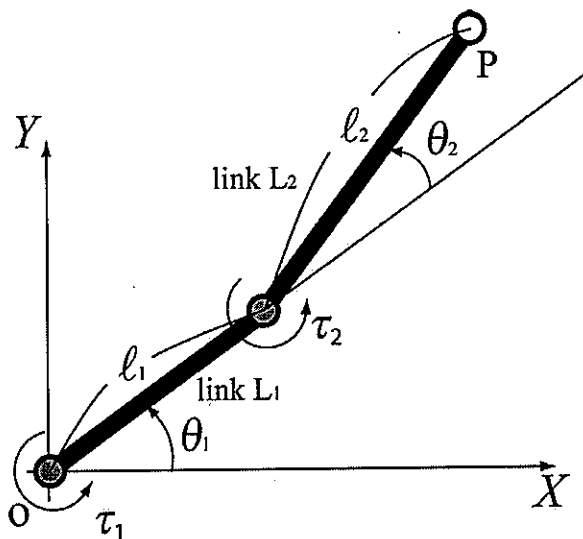


図 1

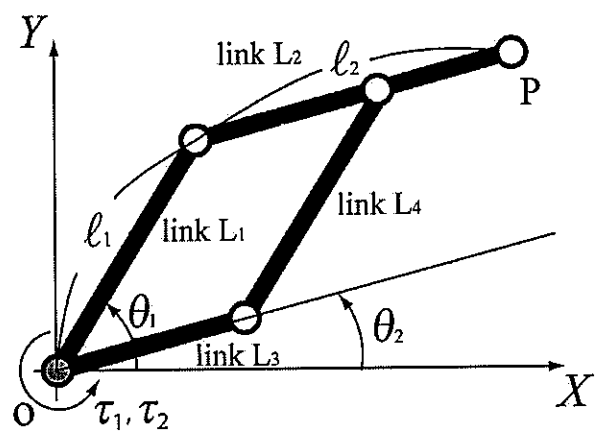


図 2

以上

草稿用紙
(切り取らないこと)

問題 3

問 1. 以下の電子回路に関する語句をそれぞれ 2 行程度で説明せよ.

- (1) FPGA
- (2) DRAM
- (3) MMU

問 2. ALU (算術論理演算ユニット) における加算・減算を実現する論理回路の構成について、以下の間に答えよ。ただし、 A, B, C, S 等の変数は 0 または 1 の値を取る 1 桁の 2 進数を表すものとする。論理式においては、任意の変数 P, Q について、 P と Q の論理積を $P \cdot Q$ 、 P と Q の論理和を $P + Q$ 、 P の否定を \bar{P} で表すこととする。また、括弧を用いてよい。

(1) 2 つの 1 桁の 2 進数 A, B を入力とし、それらの和 S 、桁上げ C を出力とする論理回路 (半加算器) の真理値表および論理式を書け。

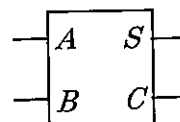


図 1 : 半加算器

(2) (1) の回路をまとめて図 1 のように表記する。2 つの 1 桁の 2 進数 A, B および桁上げ X を入力とし、和 S 、桁上げ C を出力とする論理回路 (全加算器) を実現する回路を、図 1 の表記、およびできるだけ少数の NAND 素子で構成した回路図を書け。

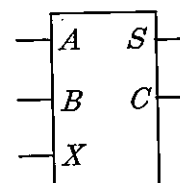


図 2 : 全加算器

(3) (2) の回路をまとめて図 2 のように表記する。2 つの 2 桁の符号なし 2 進数 A_1A_0 と B_1B_0 、および制御入力 F を入力とし、3 桁の 2 進数の出力 $S_2S_1S_0$ が F の値に応じて

(i) $F = 0$ のとき、 A_1A_0 と B_1B_0 の和を表す符号なし 2 進数

(ii) $F = 1$ のとき、 A_1A_0 から B_1B_0 を引いた差を表す符号つき 2 進数 (S_2 は結果が 0 または正のとき 0、負のとき 1)

となる論理回路の回路図を、図 2 の表記、およびできるだけ少数の NAND 素子を用いて書け。ただし、結果だけでなく導出の過程も示すこと。

(4) (3) の回路で桁数を増やそうとすると、実際の回路では演算の機能や性能に関する問題が起こる。その問題点を 1 つ挙げ、実現可能な解決の方針を論ぜよ。

以上

草稿用紙
(切り取らないこと)

問題 4

名前からメールアドレスを検索するためのデータベースを C 言語で作成することを考える。ただし、名前とメールアドレスは各々15文字以下の空でない ASCII 文字列とする。以下の間に答えよ。なお、プログラムの記述には表 1 にあげた関数ないし演算子を用いてよい。

問 1. 線形リストによりデータベースを作成することを考える。この線形リストの要素のデータ構造、および線形リストの先頭へのポインタを保持する変数は、図 1 に示すファイル record0.h に定義され、既に読み込まれている。名前 (char *name) とメールアドレス (char *mail) からなる新しいエントリを、線形リストの先頭に追加する関数 void add0(char *name, char *mail)を書け。

問 2. ハッシュ表によりデータベースを作成することを考える。ハッシュ表は図 2 に示すファイル record1.h で定義されている。

- (1) ハッシュ表において、あるキーをもつエントリをサーチ及び登録する方法を日本語で説明せよ。
- (2) 引数に文字列を取り、剰余と四則演算を用いて計算されるハッシュ値を返すハッシュ関数 int hash(char *s) を記述せよ。ファイル record1.h は既に読み込まれている。
- (3) データを追加していくと問題が発生する場合がある。どのような場合、どのような問題が発生するか具体的に答えよ。

問 3. 問 2 (3) の問題を解決するため、ハッシュ表と線形リストを組み合わせてデータベースを作成することを考える。問 1 と同様、各エントリは名前(char *name)とメールアドレス(char *mail)からなる。

- (1) 下に示すファイル record0.h の構造体を用いて、新しいデータベースで使用するデータ構造を定義した新しいファイル record2.h を記述せよ。
- (2) 新しい追加関数 int add2(char *name, char *mail)を、問 1 で定義した add0 を用いて記述せよ。既に同じ名前が登録されている場合は登録せずに 1 を返し、それ以外の場合は 0 を返すこと。名前をキーとして検索したメールアドレスへのポインタを返し、該当エントリが見つからなければ NULL を返す関数 char *search(char *key)を使用してよい。
- (3) 大きさ B のハッシュ表に、N 個のエントリを登録する。理想的なハッシュ関数を前提とした場合、B と N の大小関係で場合分けして検索の計算量のオーダーについて論ぜよ。

<pre>typedef struct record0 { char name[16]; /* 名前 */ char mail[16]; /* メールアドレス */ struct record0 *next; } RECORD0; RECORD0 *header;</pre>	<pre>#define TABLE_SIZE 1000 /* ハッシュ表の大きさ */ typedef struct record1 { char name[16]; /* 名前 */ char mail[16]; /* メールアドレス */ } RECORD1; RECORD1 table[TABLE_SIZE]; /* ハッシュ表 */</pre>
--	--

図 1 : ファイル record0.h の内容

図 2 : ファイル record1.h の内容

void *malloc(size_t size);	size バイトのメモリ領域を確保し、その領域の先頭へのポインタを返す。確保に失敗した場合は NULL を返す。
size_t sizeof(型)	指定されたデータ型のメモリサイズをバイト数として返す。
size_t strlen(const char *s);	文字列 s の長さを返す。終端文字は含まない。
char *strcpy(char *s1, const char *s2);	文字型配列 s1 に文字列 s2 を終端文字までコピーし、文字型配列 s1 のポインタを返す。

表 1 : 関数及び演算子

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)