平成１８年度

京都大学大学院情報学研究科修士課程

システム科学専攻

入学資格者選考試験問題

【専門科目Ⅱ】

試験日時：平成１７年８月９日（火）　午前１０時００分より同１２時００分まで

問題冊子頁数（表紙を除いて）：　８頁

選択科目：下記の科目のうち、２科目を選択し解答すること。

【制御工学】（２）　　【材料力学】（２）

【計算機工学】（２）　　【人工知能】（２）

【オペレーションズ・リサーチ】（３）

なお（ ）内数字は解答用紙最大使用枚数を示す。

注意：

（１）上記科目から２科目を越えて選択してはいけない。３科目以上選択した場合は、本専門科目の答案を無効にすることがある。別紙の選択表への記入を忘れないこと。

（２）すべての解答用紙に受験番号と氏名を記入すること。

（３）解答用紙は上記最大使用枚数に注意すること。対応する解答用紙に解答中の科目名を明記すること。なお各問題に注意書きがあればそれに従うこと。

（４）解答を表面に記入しきれない場合は裏面に記入してもよいが、表面において氏名、受験番号、整理番号などと記された部分の裏面にあたる上部を空白にしておくこと。（この上部は切り離すので、点線部分より下側を使用すること）

（５）解答用紙は記入の有無にかかわらず持ち帰ってはならない。

【制御工学】

【1】 図1の制御系に関して下記の問いに答えよ．ただし，制御対象は$P(s)=1/(s-1)$であり，K_1，K_2は定数ゲインである．

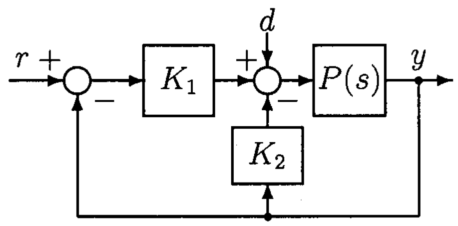


図 1

(a) 初期状態が0のもとで，$d=0$および$r(t)=1$（単位ステップ関数）を加えた時，出力yの定常値および初期速度がそれぞれ

$$\lim_{t\to\infty} y(t)=1, \qquad \left.\frac{d}{dt}y(t)\right|_{t=+0}=2$$

であった．このときのK_1およびK_2の値を求めよ．

(b) $K_1=1$，$K_2=4$と選んだとき，$r=0$，$d(t)=1+\sin 3t$を加えると，定常状態において$y(t)=A+B\sin(3t+\phi)$となった．このときのA，Bの値を求めよ．

【2】 図2の制御系において，$L(s)$が

$$L(s)=\frac{K(s+1)}{(s+10)(s-1)}$$

で与えられたとする．このとき下記の問いに答えよ．ただし，図を描くときはそのような概形となる理由を明示すること．

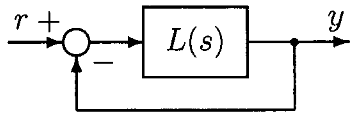


図 2

(a) $K=10$としたときの$L(s)$のボード線図（ゲイン線図と位相線図）の概形を，角周波数ωが$0.1\sim 1000$[rad/s]の範囲で描け．

(b) ナイキストの安定判別法とはどのような方法かを説明した後、これを用いて、Kの値に応じた場合分けをしながら，制御系の安定判別をせよ．なお、ナイキスト軌跡の概形はボード線図の概形から容易に描けることに注意せよ。

[材　料　力　学]

問題毎に異なる解答用紙を使用すること．必要なら裏面を用いよ．

問題１

図１に示す集中荷重 W と一様な分布荷重 p を受ける長さ l の片持はりを考える．断面２次モーメントを I，縦弾性係数を E と記す．次の問に答えよ．

1）　固定端における反力 Q を求めよ．

2）　せん断力図を描け．

3）　曲げモーメント図を描け．

4）　はりの固定端から中点までと、中点における勾配 dy/dx を求めよ．

5）　はりの固定端から中点までと、中点におけるたわみ $y(x)$ を求めよ．

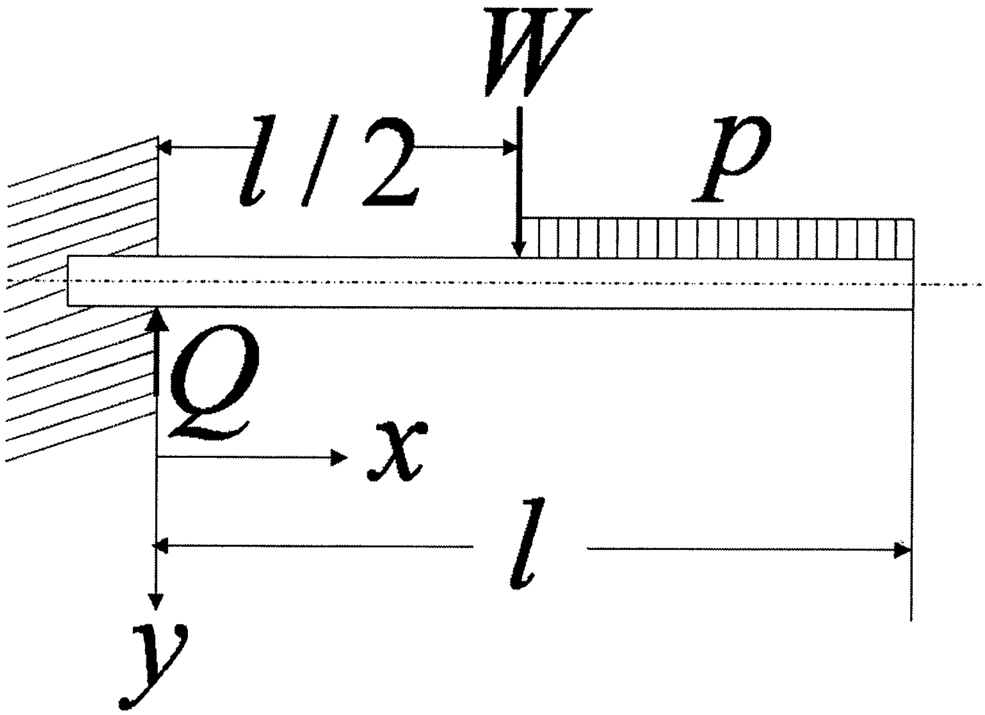


図1　集中荷重と分布荷重を受ける片持ちはり

【材料力学】(続き)

問題2

図２に示す机の脚はいずれも一様断面の弾性体で縦弾性係数が E, 断面積は A , 長さは ℓ とする．剛体の天板には図の位置で集中荷重 F が作用している．床面は水平で荷重が作用しても変位しないとする．

1) 脚の圧縮変形による集中荷重作用点の垂直変位と天板の傾きを求めよ．脚は左右の２本とする．脚の曲げ変形に伴う弾性エネルギーは無視する．

2) 図中で点線で示した位置に３本目の脚を追加する．他の条件は同一として，荷重作用点の垂直変位と天板の傾きを求めよ．

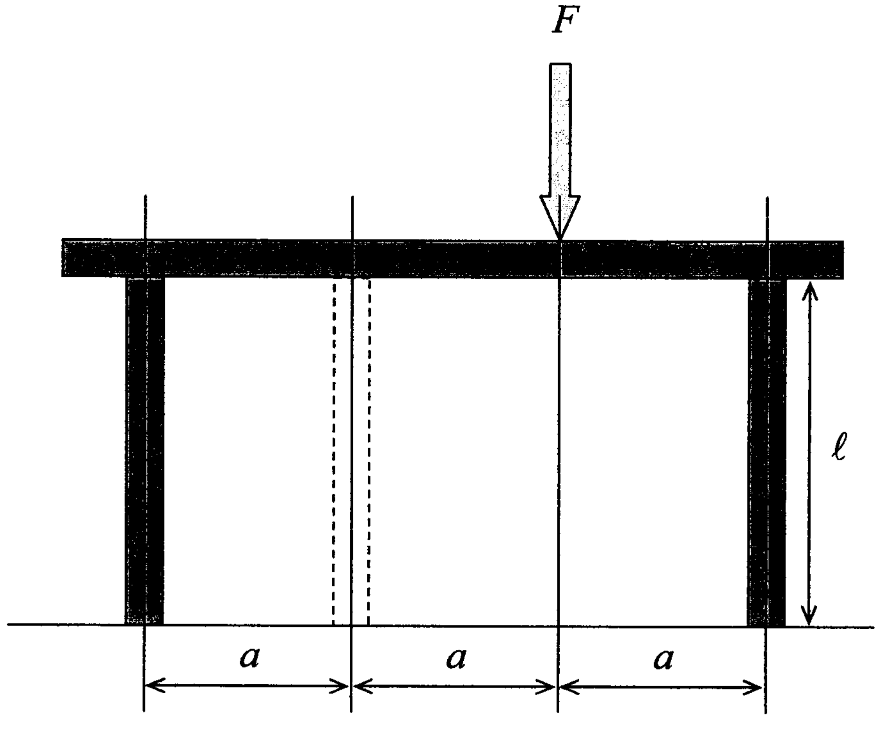


図2

【計算機工学】

注意: 計算機工学の問題は以下の選択問題 I か II のいずれかを選択して答えなさい。（選択問題の I と II の両者を解答した場合は無効とする）

選択問題 I

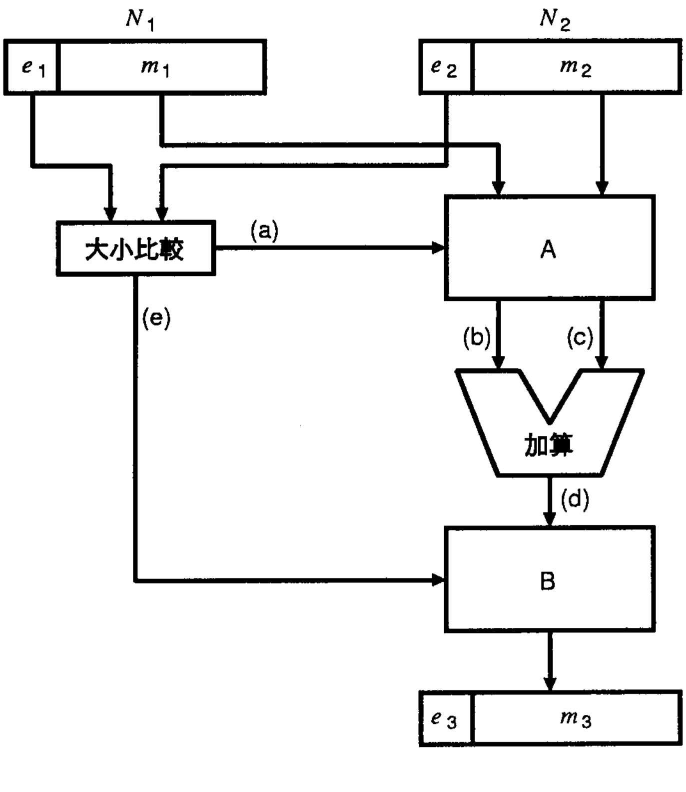
1. 正の実数 $N(>0)$ を浮動小数点形式で $N = m \times R^e$ と表記するとする。ただし、m は、$1 \leq m < R$ になるように正規化されているものとする。

ア $N = 123.4$ を、$R = 10$ とする浮動小数点表記に変換し、m 及び e を示せ。

イ $N_1 = 14$ 及び $N_2 = 19$ を、$R = 2$ とする浮動小数点形式に変換し、$N_i = m_i \times R^{e_i}$ $(i = 1, 2)$ の形で示せ。ただし、m_i, e_i は、それぞれ 5 ビットの 2 進数で表記すること。

ウ 下図は $R = 2$ の浮動小数点の加算回路である。図中 A, B の回路の名称とその機能を説明せよ。

エ 図中 N_1, N_2 を 14, 19 として、(a), (b), (c), (d), (e), m_3, e_3 がどのような数値になるか示しながら、浮動小数点加算回路の動作を説明せよ。



【計算機工学】(つづき)

2. 計算機の制御部の構成方法である結線制御方式とマイクロプログラム方式の概要について説明し、それぞれの利点及び欠点を列挙せよ。また、マイクロプログラム方式について、２種類の実現方法を説明し、それぞれの利点と欠点を列挙せよ。

選択問題 I 終了

選択問題 II

1. キャッシュメモリに関するつぎの設問に答えよ。

ア 最近のコンピュータにはキャッシュメモリが実装されていることが多い。なぜ必要になったか理由を説明せよ。

イ キャッシュメモリは、プログラムの局所性（ローカリティ）を利用している。時間的局所性と空間的局所性について説明せよ。

ウ セットアソシアティブ方式のキャッシュメモリの構成とアクセス時の動作について、図で示しながら、詳しく説明せよ。また、ダイレクト方式とフルアソシアティブ方式について説明せよ。

エ リプレースメントアルゴリズム LRU と FIFO について説明せよ。

選択問題 II 終了

【 人工知能 】

問題 1 以下では、$\wedge$ は AND、$\rightarrow$ は含意、$\forall$ と $\exists$ は全称限量子と存在限量子、x, y は変数をあらわし、述語 H, F は以下に示す意味で用いることとする。

$H(x)$:「x は人である」、 $F(x,y)$:「x は y を好む」

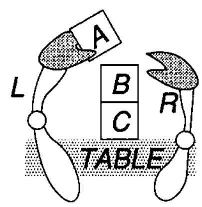
以下の論理式 I, II, III を、おたがいの違いを明確にして自然言語表現せよ。

I: $(\forall x)(\exists y)\ (H(x) \rightarrow F(x,y))$

II: $(\exists y)(\forall x)\ (H(x) \rightarrow F(x,y))$

III: $(\exists x)(\forall y)\ (H(x) \wedge F(x,y))$

問題 2 3つの積木 A, B, C と2本のアーム L, R がある。$on(x,y)$ が「積木 x が y の上に積まれている」、$top(x)$ が「x が一番上にある」、$hold(x,y)$ が「アーム x は積木 y を掴んでいる」、$free(x)$ が「アーム x は何も掴んでいない」状態をあらわすものとする。たとえば、右図に示す初期状態は $\{on(B,C),$ $on(C,TABLE)$, $top(B)$, $hold(L,A)$, $free(R)\}$ のように5つの命題のリスト(「状態リスト」)によりあらわされる。



以下の表に示すように、アームの「操作 (オペレータ)」としては「積木を持ち上げる (take)」と「積木を放り出す (throw)」がある。各操作は、対応する前提条件の全てが (変数への値の代入によって) 現時点での状態リスト中に含まれれば、実行可能である。操作 (オペレータ) 適用後の状態リストは、前提条件欄の命題群を消去し、後提条件欄の命題群を新たに追加することにより与えられる。なお、適用可能な操作が複数ある場合には、同表中上方に記載の操作が優先されるものとする。

操作 (オペレータ) 名	前提条件			後提条件	
take(L,x)	$free(L)$	$top(x)$	$on(x,y)$	$hold(L,x)$	$top(y)$
throw(L,x)	$hold(L,x)$			$free(L)$	
take(R,x)	$free(R)$	$top(x)$	$on(x,y)$	$hold(R,x)$	$top(y)$
throw(R,x)	$hold(R,x)$			$free(R)$	

ここで、x, y は変数であり、$A, B, C, TABLE$ のいずれかが代入されるものとする。

1. $hold(L,C)$ または $hold(R,C)$ の達成を目標として、上記初期状態から目標達成に至る操作系列を、縦型 (深さ優先) 探索で求めなさい。
2. また、これを横型 (幅優先) 探索で求めなさい。

なお、各々の操作系列を求めるために作成した探索木 (search tree) も採点対象とするので、答案用紙に残しておくこと。ただし、ノードに付随する状態リスト表記は省略しても構わない。

問題 3 人工ニューラルネットワークについて、階層型と相互結合型を対比させながらあわせて 400 字程度で説明せよ。

【オペレーションズ・リサーチ】

注意：　<u>オペレーションズ・リサーチの問題は選択問題 I か II のいずれかを選択して答えなさい。(選択問題 I と II の両者を解答した場合は無効とする。)</u>

選択問題　I

客が到着率 λ のポアソン過程に従って到着し、一般的な確率分布 $B(x)$ に従う時間だけ先着順にサービスを受ける単一サーバの待ち行列モデルを考える。サービス時間は独立であり、待ち行列長に制限はないとする。システムの状態をシステム内にいる客数で定義し、サービス完了直後にこの状態を観察するものとする。このシステムの平衡状態における確率的挙動を考え、隠れマルコフ連鎖法によりこのシステムを解析する。下記の問いに答えよ。但し $B(x)$ の Laplace-Stieltjes 変換を $B^*(s)$、平均を b、i 次のモーメントを $b^{(i)}$ と表わすものとする。

(1) 1人のサービス時間中に j 人が到着する確率を k_j と書くとすると、これは確率分布 $B(x)$ を使ってどのように表現できるかを示せ。さらに k_j の確率母関数を $K(z)(=\sum_{j=0}^{\infty} k_j z^j)$ とするとき、$K(z)$ は $B^*(s)$ を使ってどのように表現できるかを示せ。

(2) 平衡状態の存在を仮定し、システム内客数（サービスを受けている客と順番を待っている客の合計客数）が i 人である平衡状態確率 π_i が満たす平衡方程式を示せ。但し1人のサービス時間中に j 人が到着する確率 k_j を用いて良い。

(3) (2) で求めた平衡方程式を確率母関数を使って解くことにする。π_i の確率母関数を $\Pi(z)(=\sum_{i=0}^{\infty} \pi_i z^i)$ とするとき、$\Pi(z)$ は $K(z)$ と π_0 を使って次のように得られることを示せ。

$$\Pi(z) = \frac{\pi_0(1-z)K(z)}{K(z)-z}$$

(4) π_0 を求めよ。

(5) 平均システム内客数と平均システム内滞在時間（到着してから退去するまでの平均時間長）を求めよ。

選択問題 I 終了

注意： オペレーションズ・リサーチの問題は選択問題 I か II のいずれかを選択して答えなさい．(選択問題 I と II の両者を解答した場合は無効とする．)

選択問題 II

(1) 次の線形計画問題 P の最適解をシンプレックス法により求めよ．

$$
\begin{array}{lll}
\mathrm{P}: & \text{目的関数} & -x_1 - x_2 \longrightarrow \text{最小} \\
 & \text{制約条件} & 3x_1 + 2x_2 \leq 18 \\
 & & 3x_1 + 4x_2 \leq 24 \\
 & & x_1 \leq 5,\ x_2 \leq 4 \\
 & & x_1 \geq 0,\ x_2 \geq 0
\end{array}
$$

(2) 次の線形計画問題 G を考える．

$$
\begin{array}{lll}
\mathrm{G}: & \text{目的関数} & \boldsymbol{c}^{\top}\boldsymbol{x} \longrightarrow \text{最小} \\
 & \text{制約条件} & \boldsymbol{A}\boldsymbol{x} = \boldsymbol{b} \\
 & & \boldsymbol{x} \leq \boldsymbol{u},\ \boldsymbol{x} \geq \boldsymbol{0}
\end{array}
$$

ただし $\boldsymbol{A}$ は $m \times n$ 係数行列 $(m < n)$ で $\mathrm{rank}(\boldsymbol{A}) = m$，$\boldsymbol{b}$ は m 次元係数ベクトル，$\boldsymbol{c}$ は n 次元係数ベクトル，$\boldsymbol{x}$ は n 次元変数ベクトル，$\boldsymbol{u}$ は要素が非負で有限な n 次元ベクトル，$\boldsymbol{0}$ は要素がすべて 0 の n 次元ベクトル，$\top$ は転置を表す．

この問題 G を標準形の最小化問題に定式化するとき，等式制約条件の等式数を答えよ．

(3) 新たなスラック変数を導入せずに問題 G をシンプレックス法で解くため，非基底変数の取りうる値を 0 または $\boldsymbol{u}$ の成分とする．ある実行可能基底解に対し，0 の値を取る非基底変数からなるベクトルを $\boldsymbol{x}_L$，$\boldsymbol{u}$ の成分を取る非基底変数からなるベクトルを $\boldsymbol{x}_U$，それ以外の変数からなる基底解ベクトルを $\boldsymbol{x}_B$ とおく．

いま等式制約条件 $\boldsymbol{A}\boldsymbol{x} = \boldsymbol{b}$ に対して

$$\boldsymbol{B}\boldsymbol{x}_B + \boldsymbol{U}\boldsymbol{x}_U + \boldsymbol{L}\boldsymbol{x}_L = \boldsymbol{b}$$

となるような分割 $\boldsymbol{A} = (\boldsymbol{B},\ \boldsymbol{U},\ \boldsymbol{L})$ が与えられたとする．$\boldsymbol{B}$ が正則行列であるとき，基底解ベクトル $\boldsymbol{x}_B$ を $\boldsymbol{x}_U$，$\boldsymbol{x}_L$ および $\boldsymbol{b}$ の線形結合の形で表せ．

(4) 問題 G に対してシンプレックス法を適用したとき，得られた実行可能基底解で目的関数が

$$\boldsymbol{c}_B^{\top}\boldsymbol{x}_B + \boldsymbol{c}_U^{\top}\boldsymbol{x}_U + \boldsymbol{c}_L^{\top}\boldsymbol{x}_L$$

となるような $\boldsymbol{c}$ の要素ベクトル $\boldsymbol{c}_B$，$\boldsymbol{c}_U$，$\boldsymbol{c}_L$ が得られたと仮定する．このとき，現在の実行解が最適解であると判別するための条件式を求めよ．

選択問題 II　終了