

平成19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18年8月8日（火） 午前10時00分より正午まで

問題冊子頁数（表紙、裏表紙を除いて）： 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】（4）

【計算機工学】（2） 【人工知能】（2）

【オペレーションズ・リサーチ】（2）

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科目を超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】

図1の制御系に関して下記の問に答えよ。

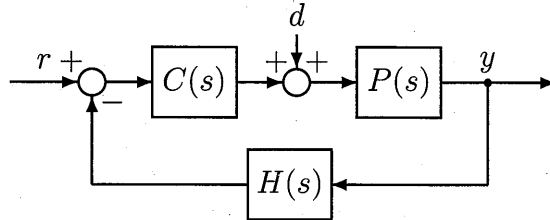


図 1

問 1 制御対象 $P(s)$ および補償器 $C(s)$ と $H(s)$ が

$$P(s) = \frac{1}{s^2} \quad C(s) = \frac{s+0.1}{0.1s+1} \quad H(s) = 1$$

と与えられたとき、一巡伝達関数 $P(s)H(s)C(s)$ のボード線図を描け。ただし、ゲイン線図は折れ線近似で良い。また位相に関しては下記の表1の一次系のデータを参照せよ。

表 1 $T(s) = 1/(s+1)$ の周波数応答 (位相)

ω [rad/s]	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10
$\angle T(j\omega)$ [°]	-6	-11	-27	-45	-63	-79	-84

問 2 上記のボード線図中に位相余裕の大きさを明示し、その値 [°] を求めよ。

問 3 補償器 $C(s)$ と $H(s)$ が定数ゲイン K_0 と H_0 を用いて

$$C(s) = \frac{K_0(s+0.1)}{0.1s+1} \quad H(s) = H_0$$

と変更されたとする。 $d(t) = 0$ の条件の下で、出力 y がステップ目標値 r に定常偏差なく追従するためにゲインの組 (K_0, H_0) が満たすべき条件を求めよ。

問 4 上記の条件を満たす (K_0, H_0) の組の中で、 $r(t) = 0, d(t) = 1$ (定数) なる信号が加わったとき、

$$\lim_{t \rightarrow \infty} |y(t)| \leq 0.1$$

を満たす (K_0, H_0) の組を一つ求めよ。

[材 料 力 学]

注意：各問題はそれぞれ別の解答用紙に解答すること。

問題 1

図 1 に示すような分布荷重 p を受ける長さ l の単純はりを考える。荷重は中点までは勾配 k で増加する $p = kx$ であり、中点以降は同じ勾配で減少する。断面二次モーメントを I 、縦弾性係数を E と記す。次の問に答えよ。

- 1) 左右両支点における反力 Q_a と Q_b 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) 左支点から中点までの区間におけるたわみ角 dy/dx を求めよ。
- 5) 左支点から中点までの区間におけるたわみ $y(x)$ を求めよ。

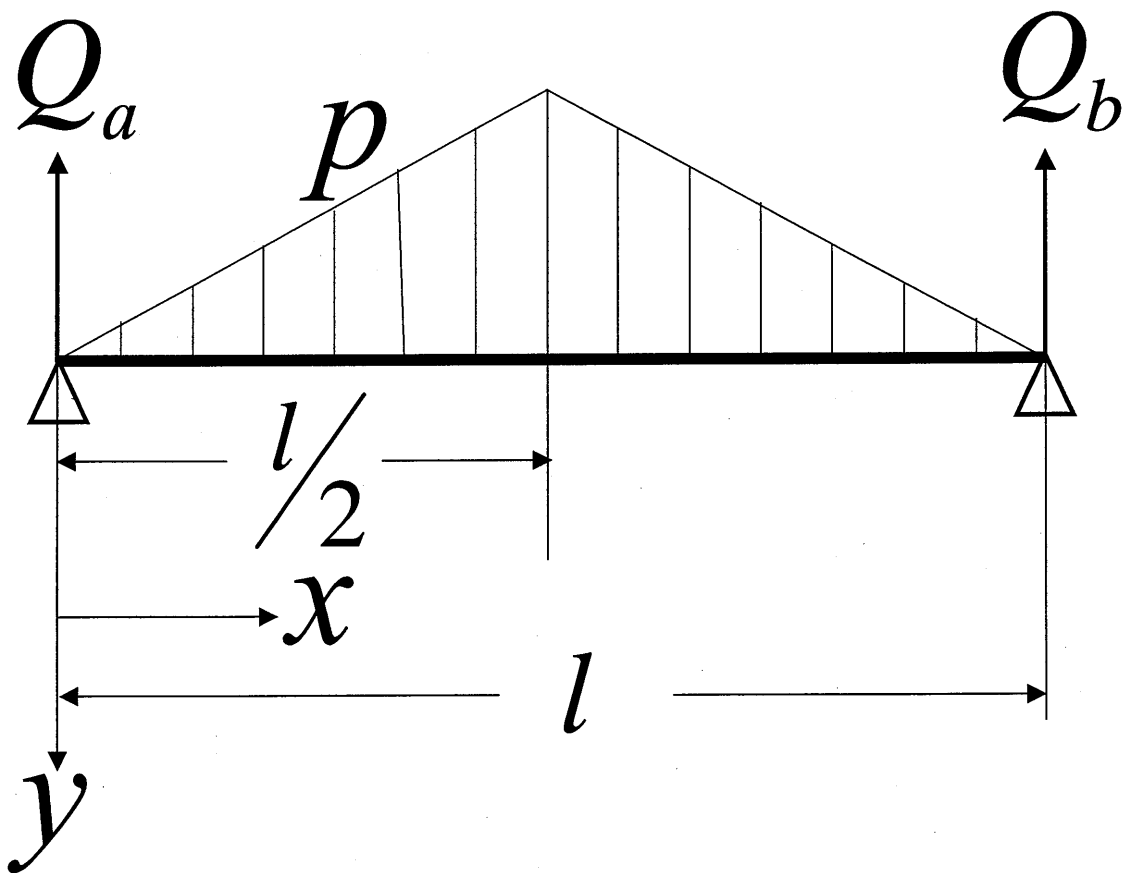


図1 分布荷重を受ける単純はり

【材料力学】(続き)

問題2

図2に示す矩形断面について断面二次モーメントを求めたい。座標系の原点と図心は一致している。

- (1) もとの直交座標 xy を反時計方向に 45° 回転させた座標系 $x'y'$ について x' 軸, y' 軸に関する断面二次モーメント $I_{x'}, I_{y'}$ を計算せよ。この座標系の x' 軸, y' 軸は矩形断面の対称軸となっている。
- (2) 直交座標 xy について x 軸, y 軸に関する断面二次モーメント I_x, I_y と断面相乗モーメント I_{xy} を計算せよ。角 α の回転による座標変換は次式で与えられる。

$$x = x' \cos \alpha + y' \sin \alpha$$

$$y = -x' \sin \alpha + y' \cos \alpha$$

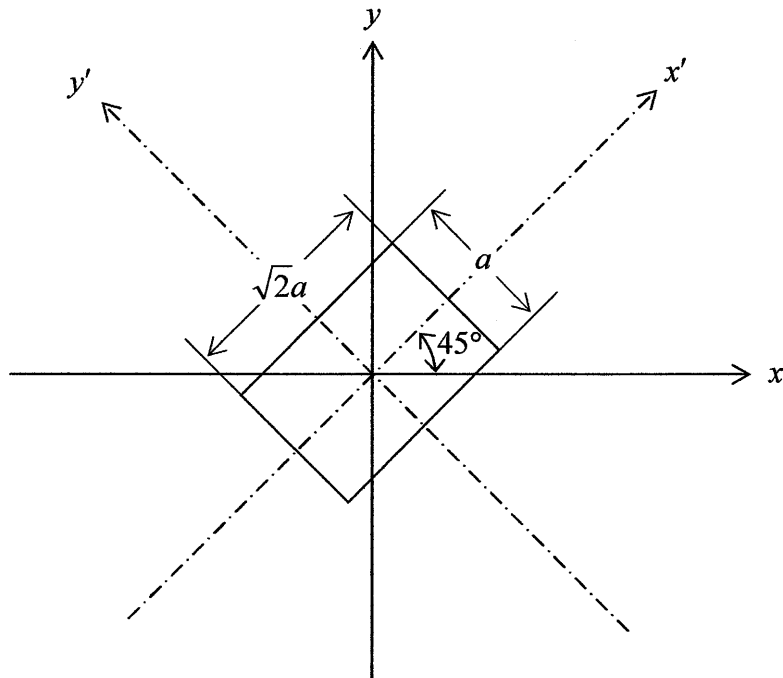


図2

【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 I と II の両方を解答した場合は無効とする)

選択問題 I

問 1. 1 ポートのレジスタファイルについて、以下の問に答えよ。

- ア. 1 ポートのレジスタファイルの構成図を示せ。
- イ. アの構成図に沿って、読み出しの動作を説明せよ。
- ウ. アの構成図に沿って、書き込みの動作を説明せよ。

問 2. 加算回路について以下の問に答えよ。

- ア. 図 1 は 4 bit の加算回路である。図中の FA の論理回路図を示し、その動作を説明せよ。

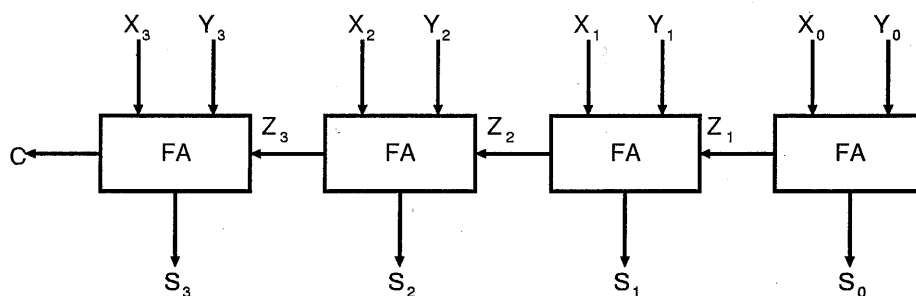


図 1

- イ. 加算を高速化する方法に桁上先見法がある。n bit の加算回路について、その方法を具体的に説明せよ。

選択問題 I 終了

【計算機工学】(つづき)

注意: 計算機工学の問題は選択問題 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 の両方を解答した場合は無効とする)

選択問題 II

CPU の演算処理能力を向上させるための方式としての命令実行の pipeline control(パイプライン処理)に関する次の問に答えよ。

問 1. pipeline control とは、どのような方式で、どのような演算処理能力の向上が理想的には得られるか、図を用いて詳しく説明せよ。

問 2. pipeline control の理想的な動作を乱す要因として、データハザードと制御ハザードがある。

- (a) 命令の実行結果によって生じるデータハザードの例を 3 つ具体的に説明せよ。
- (b) 制御ハザードを説明せよ。

選択問題 II 終了

【 人工知能 】

問題 1 いま、注目している 3 人 (レイ、シン、トキ) が以下の属性を持つことを、それぞれ命題 R, S, T を用いてあらわすものとする。

R : レイは男である、 S : シンは男である、 T : トキは男である

1.1 この表記の下で、以下の言明 (命題) I, II, III を命題論理式であらわせ。ただし、含意は \rightarrow 、連言 (AND) は \wedge 、選言 (OR) は \vee 、否定は \sim であらわすものとする。

I: レイ、シン、トキのいずれかは男である。

II: シンが男ならレイも男である。

III: トキが男なら、シンかレイも男である。

1.2 上で求めた 3 つの命題論理式を、導出原理 (Resolution Principle) が適用可能な標準形に整えよ。

1.3 上記の 3 つの言明 I, II, III から、レイが男であることを、導出原理を用いて示せ。

問題 2 以下の設問では、述語 $Beat, Ama, Pro, Skl$ を以下の意味で用いるものとする。ただし、 x, y は変数をあらわす。

$Beat(x, y)$: x が y に勝つ (y が x に負ける)

$Ama(x)$: x はアマチュアである

$Pro(x)$: x はプロである

$Skl(x)$: x は腕が立つ

以下の述語論理式 IV, V, VI を、それぞれ自然言語文 (日本語) で表現し、さらにスコールム標準形に変換せよ。ただし、含意、連言、選言、否定は問題 1 と同じ記号であらわし、全称限量子は \forall 、存在限量子は \exists と表記するものとする。

IV: $\sim \{(\exists x)(\exists y)(Beat(x, y) \wedge Beat(y, x))\}$

V: $(\exists x)(\forall y)\{(Pro(x) \wedge Ama(y)) \rightarrow Beat(x, y)\}$

VI: $(\forall x)\{(Ama(x) \wedge Skl(x)) \rightarrow (\exists y)(Pro(y) \wedge Beat(x, y))\}$

問題 3 機械学習手法を 2 つ挙げ、それぞれの特色と違いについて、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： 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 の両方を解答した場合は無効とする。)

選択問題 I

客は到着率 λ のポアソン過程に従って到着し、その時点でシステム内客数が K 未満であればシステムに入り、先着順に平均 $1/\mu$ の指数分布に従う時間、サービスを受ける。客数が K であれば、システムに入れず、ブロックされる。このような待ち行列システムを考え、前者の処理を受けられる客を処理客、後者の処理を受けられない客を非処理客と呼ぶことにする。但しサーバは 1 人である。

このシステムの状態をシステム内にいる客数 N で定義する。下記の問題に答えよ。

- 問 1 時刻 t において $N = n$ である確率を $P_n(t)$ で記すとき、これが満たす微分差分方程式を示せ。
- 問 2 $\lim_{t \rightarrow \infty} P_n(t) = p_n$ とすると、 p_n が満たす平衡方程式を示せ。
- 問 3 問 2 で求めた平衡方程式を解き、 p_n を求めよ。

次に、平衡状態において、処理客（非処理客は除く）がシステムに留まる時間、すなわち到着してから退去するまでの時間（システム滞在時間と呼ぶ）を考える。

- 問 4 処理客の到着時点における、システム内客数分布 $q_n (n = 0, 1, \dots, K-1)$ を求めよ。
- 問 5 システム滞在時間分布の Laplace-Stieltjes 変換 (LST) を求めよ。

【オペレーションズ・リサーチ】(続き)

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 の両方を解答した場合は無効とする。)

選択問題 II

次の線形計画問題 P について以下の問に答えよ。

$$\begin{array}{ll} P: & \text{目的関数} \quad -x_1 - 2x_2 \longrightarrow \text{最小} \\ & \text{制約条件} \quad x_1 + 3x_2 \leq 12 \\ & \quad \quad \quad 2x_1 + 3x_2 \leq 18 \\ & \quad \quad \quad x_i \geq 0 \quad (i = 1, 2) \end{array}$$

- 問 1. スラック変数 x_3 と x_4 を導入して問題 P を等式制約条件を持つ標準形 P' に書き換えよ。
- 問 2. 問題 P' の最適解を、シンプレックス法を用いて求めよ。ただし (x_3, x_4) を初期基底とし、各段階のシンプレックス表を示すこと。
- 問 3. 問題 P' の実行可能領域を (x_3, x_4) 平面に図示せよ。またこの実行可能領域に対し、問 2 におけるシンプレックス法の最適解探索順序を述べよ。
- 問 4. 問題 P' の双対問題 D を最大化問題の形で書け。また双対問題 D の最適解を求めよ。
- 問 5. 問題 P の制約条件を変更した以下の問題 P(θ) を考える。

$$\begin{array}{ll} P(\theta): & \text{目的関数} \quad -x_1 - 2x_2 \longrightarrow \text{最小} \\ & \text{制約条件} \quad (1 + \theta)x_1 + (3 + \theta)x_2 \leq 12 \\ & \quad \quad \quad (2 + \theta)x_1 + (3 + \theta)x_2 \leq 18 \\ & \quad \quad \quad x_i \geq 0 \quad (i = 1, 2) \end{array}$$

問題 P(θ) の最適解が元の問題 P の最適解と同じになるような θ の範囲を求めよ。