平成２０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１９年８月７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。

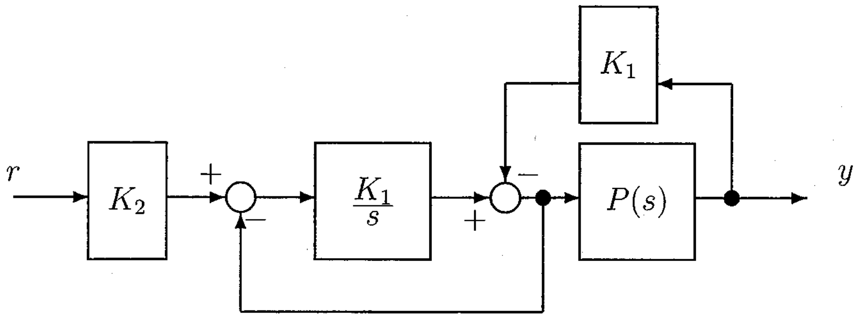
（３）解答用紙は上記最大使用枚数に注意すること。対応する解答用紙に解答中の科目名を明記すること。なお各問題に注意書きがあればそれに従うこと。

（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】

【1】 下図の制御系に関して下記の問に答えよ．ただし，K_1，K_2 は正の定数とする．

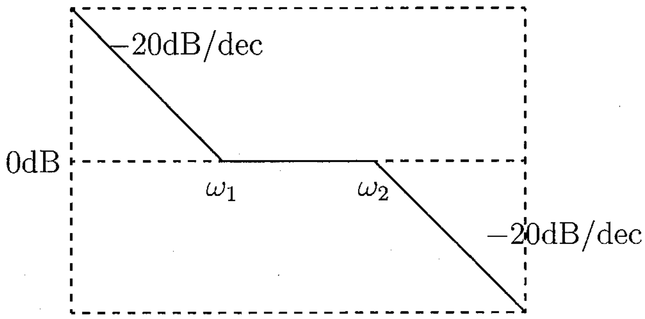


(a) $P(s) = 1/(s^2 + 3s + 2)$ とするとき，r から y までの伝達関数を求めよ．

(b) r をステップ目標値とする．このとき制御系が安定でかつ y が定常偏差なく r に追従するために K_1，K_2 が満たすべき条件を求めよ．

(c) $P(s) = 1/(s + 1)$ とするとき，K_1 を 0 から ∞ まで変化させたときの根軌跡を描け．

【2】 ゲイン線図の折れ線近似が下図のようになる伝達関数を二つ求めよ．ただし，$\omega_1 = 1$[rad/s]，$\omega_2 = 10$[rad/s] とする．



[材　料　力　学]

問題毎に別の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に示す長さlの単純はりを考える．大きさM_aとM_bのモーメントを図の支点位置で受けるとし，これによって生じる支点での反力をそれぞれQ_a，Q_bとする．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）　はりの鉛直方向のつりあいの式を書け．

2）　支点Ｂにおけるモーメントのつりあいの式を書け．

3）　反力Q_a，Q_bをモーメントM_a，M_bで表現せよ．

4）　支点Ａから距離xの位置における断面に作用するせん断力Sを求めよ．

5）　支点Ａから距離xの位置における断面に作用するモーメントMを求めよ．

6）　弾性曲線が満たす２階の微分方程式を書け．

7）　モーメント面積法により支点Ｂにおける傾き角βを求めよ．

8）　支点Ａにおける傾き角αを書け．

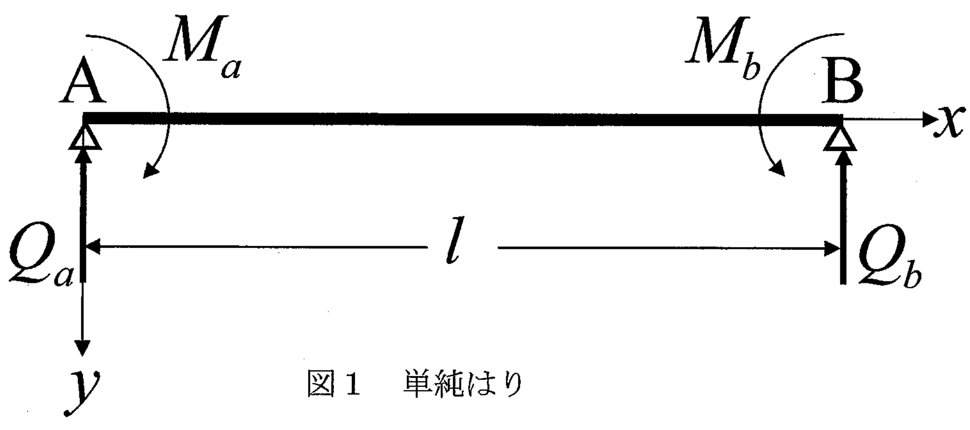


図１　単純はり

【材料力学】（続き）

問題2

図2に示すように一様な片持ちはりの自由端A点に上向きを正とする集中荷重R，同時に中央のC点に下向きを正とする集中荷重Wを作用させる．はりの縦弾性係数をE，断面二次モーメントはIとする．はりの長さはl，CB間の距離を$l/2$とする．

1) 集中荷重Rだけが作用するとき，A点でのたわみを求めよ．

2) はり全体の弾性エネルギーUを荷重RとWが同時に作用するものとして求めよ．

3) C点でのたわみを荷重RとWが同時に作用しているとして求めよ．

4) 図3のように，この片持ちはりの自由端に支点を追加する．C点に集中荷重Wが作用するときA点での支点反力の大きさを求めよ．

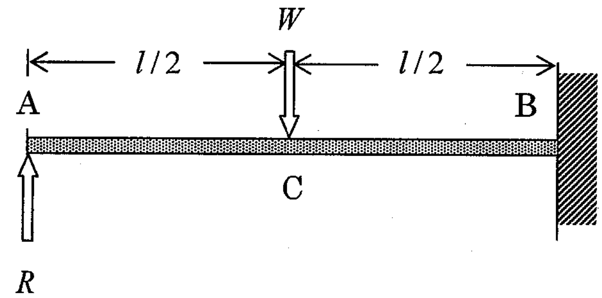


図２　片持ちはり

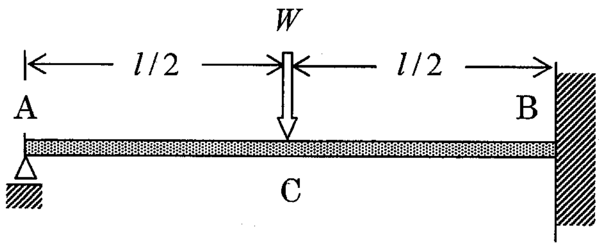


図３　先端に支点を追加した片持ちはり

【計算機工学】

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Ｉ

以下の２つのＣ関数 mult1 と mult2 は，いずれも２の補数表現の整数 x と y の積を返すものである．この２つの関数について問１と問２に答えよ．ただし short int は 16 ビット，long int は 32 ビットで，それぞれ表現されるものとする．

```
long int mult1(short int x, short int y) {
  int i;
  long int p=0, xx=x;
  for (i=0; i<(a)        ; i++) {
    if (y&1) p += (b)        ;
    xx = xx<<1;  y = y>>1;
  }
  if (y&1) p += (c)        ;
  return(p);
}
long int mult2(short int x, short int y) {
  int i;
  long int p=0, xx=x, yy=(long int)y<<1;
  for (i=0; i<16; i++) {
    switch (yy&3) {
      case 0: p += (d)        ; break;
      case 1: p += (e)        ; break;
      case 2: p += (f)        ; break;
      case 3: p += (g)        ; break;
    }
    xx = xx<<1;  yy = yy>>1;
  }
  return(p);
}
```

問 1. 空所 (a) に適切な定数を，また (b)〜(g) に -xx, 0, xx のいずれかを入れて、関数を完成させよ．

問 2. ２つの関数がともに x と y の積を返すことを証明せよ．

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

以下のC関数 matmul は，行列 x[N][N] と y[N][N] の積 z[N][N] を求めるものである．

```
void matmul(double x[N][N], double y[N][N], double z[N][N]) {
  int i,j,k;  double zij;
  for (i=0; i<N; i++) {
    for (j=0; j<N; j++) {
      zij = 0.0;
      for (k=0; k<N; k++) zij += x[i][k] * y[k][j];
      z[i][j] = zij;
} } }
```

この関数を in-order 実行の単一パイプラインを持つプロセッサ P で実行するためにコンパイルすると，最内ループについて下記のCの各文に相当する命令の列が得られるものとして，問1〜3に答えよ．ただし sizeof(double) は8であるものとし、配列以外の変数，引数，復帰アドレスは全てレジスタに置かれるものとする．また matmul は全く同じ引数で2回連続実行されるものとする。

```
{ int k=0, kn=0, cc; double *xi=x+i*N, *yj=y+j, xx, yy;
  loop: xx=*(xi+k);          /* ロード命令 */
        yy=*(yj+kn);         /* ロード命令 */
        xx=xx*yy;            /* 浮動小数点乗算命令 */
        zij+=xx;             /* 浮動小数点加算命令 */
        kn+=N;               /* 整数加算命令 */
        k++;                 /* 整数加算命令 */
        cc=k-N;              /* 整数減算命令 */
        if(cc<0)goto loop;   /* 遅延分岐命令 */
        NOP;                 /* no operation */
}
```

問1. P は命令・データ分離型の1階層キャッシュを持ち，データキャッシュはブロックサイズが64 byte，容量が65536 byte，LRU置換の完全連想 (full associative) キャッシュであるとする．matmul の2回目の実行におけるデータキャッシュミスの回数を aN^3+bN^2+cN+d と表し $N \geq 8192$ としたときの，a の値（最内ループ1回あたりの平均ミス回数）を求めよ．

問2. P のロード命令はブロッキングロードであってその遅延がキャッシュヒット時には2，ミス時には18，浮動小数点演算命令の遅延が2，分岐命令は遅延分岐であってその遅延が2，整数演算命令と NOP の遅延が1であるとし，2回目の matmul の実行に要するクロック数を pN^3+qN^2+rN+s としたとき，$N \leq 32$ および $N \geq 8192$ の場合の p の値（最内ループ1回あたりの平均クロック数）をそれぞれ求めよ．

問3. $N \leq 32$ の場合の問2の p の値が最小となるように，xx=*(xi+k) 以下の命令列を並べ替えたものと、そのときの p の値を示せ．なお不要な命令があれば除去して構わない．

選択問題 II 終了

【 人工知能 】

問題 1　以下では、$\sim$ は否定、$\wedge$ と $\vee$ は AND と OR、$\rightarrow$ は含意、$\forall$ と $\exists$ は全称限量子と存在限量子、x, y, z, w は変数を表わすものとする。また、述語 H, T, P を以下に示す意味で用いる。

$H(x)$:「x は矛である」
$T(x)$:「x は盾である」
$P(x, y)$:「x は y を貫く」

(1.1) 以下に示す 2 つの述語論理式 **I** と **II** をそれぞれ自然言語表現せよ。このとき、必要に応じて変数 x, y ともに「モノ」と称して良い。さらに、**I** と **II** の違いをその充足可能性の見地から説明せよ。

I:　$(\exists x)(\forall y)(P(x,y) \rightarrow \sim P(y,x))$

II:　$(\exists x)(\forall y)(P(x,y) \wedge \sim P(y,x))$

(1.2) 以下に示す 2 つの言明 **III** と **IV** をそれぞれ述語論理式で表すとともに、それらをスコーレム標準形に変換せよ。

III:　「ある矛があり、それはいかなる盾をも貫く」

IV:　「ある盾があり、それはいかなる矛でも貫けない」

(1.3) 言明 **III** と **IV** が矛盾することを、導出原理を用いて示せ。

(1.4) 以下の論理式をスコーレム標準形に変換せよ。

$$(\exists x)[H(x) \wedge (\forall y)\{P(x,y) \rightarrow (\forall z)(P(y,z) \rightarrow (\exists w)(T(w) \vee \sim P(x,w)))\}]$$

問題 2　「演繹推論 (deduction)」、「帰納推論 (induction)」、「仮説発想 (アブダクション, abduction)」の 3 つについて、合わせて 300 字程度で説明せよ。ただし、下記の 3 つの例を記述に含めるとともに、他の例も追加すること。

医療診断、販売データからの規則性抽出、数学における定理証明

【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

客が到着率 λ のポアソン過程に従って到着し，先着順にサービスを受ける待ち行列モデルを考える．サービスを受けた客は確率 α で退去し，確率 $1-\alpha$ で引き続いて再度サービスを受け，以後退去するまでこれを繰り返すものとする．各客が受けるサービス時間は繰り返し毎に独立で，平均 $1/\mu$ の指数分布に従うものとする．このシステムの状態をシステム内にいる客数 N で定義するとき，次の問に答えよ．但し，サーバは 1 人であり，待合室の収容客数には制限がない．

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　平衡状態の存在を仮定し，$\lim_{t\to\infty} P_n(t) = p_n$ 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．さらに平衡状態が存在するための条件を示せ．

問 4　平均システム内客数を求めよ．

問 5　システム滞在時間（到着してから離脱するまでの時間）分布を求めよ．

問 6　平均システム内客数と平均システム滞在時間の間に成立する関係式を示せ．

選択問題 I　終了

【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 を考える.

$$
\begin{array}{lll}
\text{P：} & \text{目的関数} & -x_1 - 2x_2 - 3x_3 \longrightarrow \text{最小} \\
& \text{制約条件} & 2x_1 + x_2 \qquad\quad = \hat{b}_1 \\
& & 4x_1 + x_2 + 2x_3 = \hat{b}_2 \\
& & \quad x_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, 3)
\end{array}
$$

このとき，以下の問に答えよ.

問 1. $\hat{b}_1 = 12$，$\hat{b}_2 = 20$ のとき，二段階法を用いて問題 P を解くことを考える.

(1) 人為変数 x_4 と x_5 を導入して問題 P の補助問題を構成せよ.

(2) (1) の補助問題をシンプレックス法によって解くことにより，元の問題 P の実行可能基底解を求めよ. 解答の際には各段階のシンプレックス表も示すこと.

(3) 問題 P の最適解を求めよ.

問 2. 問題 P において，制約条件右辺の $\hat{b}_1$，$\hat{b}_2$ は観測値であり，真値から誤差を含んだ値を取り得る. 観測誤差を考慮して $\hat{b}_1$，$\hat{b}_2$ を

$$\hat{b}_1 = 12(1 + \delta_1), \qquad \hat{b}_2 = 20(1 + \delta_2),$$

で表現することを考える. ここで δ_1，δ_2 は実数である.

(1) 問題 P の最適基底行列が変化しないための条件を求めよ.

(2) 非負の実数 ρ に対し，δ_i $(i = 1, 2)$ が $-\rho \leq \delta_i \leq \rho$ を満足するとき，問題 P の最適基底行列が変化しないような ρ の値を求めよ.