

2025 年度
神戸大学大学院システム情報学研究科
博士課程前期課程
第三期 一般入試

専門科目

2025 年 1 月 22 日 (水)

受験分野

1. 制御工学
2. 数理計画
3. コンピュータシステム
4. アルゴリズム・データ構造

注意：

- ◇ 答案用紙は、4 枚を綴じたものが配布される。
- ◇ 答案用紙 4 枚すべての受験番号欄に受験番号を記入すること。
- ◇ 上記 4 分野すべてに解答すること。
- ◇ 1 つの受験分野につき、答案用紙 1 枚を使用すること。裏面も用いてよい。
- ◇ その用紙で解答する受験分野の番号を○で囲むこと(用紙の上部)。
- ◇ 解答場所について別途指示があればそれに従うこと。
- ◇ 用紙の上下を間違えないこと(特に裏面の上下に注意)。
- ◇ 解答場所や上下を間違えると採点されない場合がある。
- ◇ 採点時には、4 枚の答案用紙は分けられ、別々に採点される。

2025 年度 神戸大学大学院システム情報学研究科
 博士課程前期課程 第三期入学試験問題
 専門科目 制御工学

図に示すフィードバック制御系について、 $P(s)$ は制御対象、 $C(s)$ は制御器の伝達関数である。以下の設問(1)～(5)に答えよ。

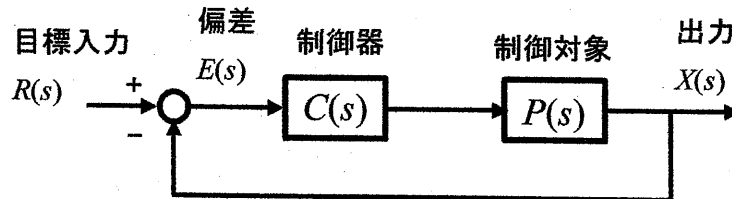


図 フィードバック制御系

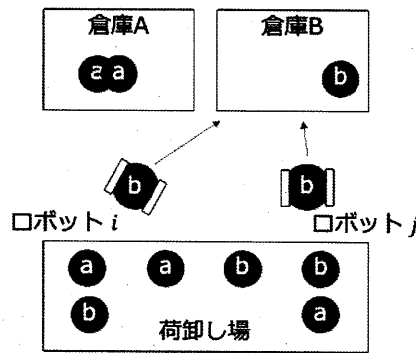
- (1) 制御対象 $P(s) = \frac{1}{s+1}$ ，制御器 $C(s) = K$ (K は正の定数)で、目標入力 $R(s)$ は単位ステップ信号の場合、図のフィードバック制御系の偏差 $E(s)$ と出力 $X(s)$ をそれぞれ求めよ。
- (2) 上記(1)の場合、図のフィードバック制御系の偏差の時間応答を求め、この時間応答の概形を描け。また、定数 K の大きさによる制御系出力の時間応答の速さと定常偏差への影響についてそれぞれ説明せよ。
- (3) 制御対象 $P(s) = \frac{1}{s^2 + s + 1}$ ，制御器 $C(s) = \frac{K}{s}$ (K は正の定数)の場合、開ループ伝達関数 $C(s)P(s)$ のボード線図を描き、この制御系が安定となるような定数 K の満たすべき条件を示せ。
- (4) 上記(3)の場合、目標入力 $R(s)$ は単位ステップ信号及びランプ信号に対する図のフィードバック制御系の定常偏差をそれぞれ求めよ。ただし、定数 K は上記(3)の安定条件を満たすものとする。
- (5) 制御対象 $P(s) = \frac{1}{s^2 + s + 1}$ ，制御器 $C(s) = K$ (K は正の定数)で、目標入力 $R(s)$ は単位ステップ信号の場合、図のフィードバック制御系の出力の時間応答の概形を描け。

- 付記：1. フィードバック制御系 Feedback Control System 2. 単位ステップ入力 Unit Step Input
 3. 時間応答 Time Response 4. 定常偏差 Steady-State Error
 5. 開ループ伝達関数 Open Loop Transfer Function 6. ボード線図 Bode Diagram
 7. 安定 Stable 8. ランプ入力 Ramp Input

2025 年度 神戸大学大学院システム情報学研究科
博士課程前期課程 第三期入学試験問題

専門科目 数理計画

荷卸し場にある荷物 a を倉庫 A に、荷物 b を倉庫 B へ、2 台のロボットが下図に示すように搬送するタスクを考える。ロボット i が単独で荷物 a を倉庫 A に運ぶ場合、ロボット i は 800 の利得を獲得する。しかし、ロボット j も一緒に荷物 a を倉庫 A に運ぶと、ロボット i の利得は 400 減少する。一方、ロボット i が単独で荷物 b を倉庫 B に運ぶ場合、ロボット i は 600 の利得を獲得する。しかし、ロボット j も一緒に荷物 b を倉庫 B に運ぶと、ロボット i の利得は 300 減少する。このような搬送問題において、下記の設問に答えよ。



- (1) ロボット i が荷物 a を倉庫 A に搬送する戦略 (strategy) を Sa_i 、荷物 b を倉庫 B に搬送する戦略 Sb_i として、上記搬送問題を 2 人非協力ゲーム (two-person noncooperative game) と見なす時、ロボット i の利得行列 (pay-off matrix) を求めよ。
- (2) ロボット i が戦略 Sa_i と戦略 Sb_i を選択する確率をそれぞれ $(p, 1 - p)$ とし、同様にロボット j が戦略 Sa_j と戦略 Sb_j を選択する確率をそれぞれ $(q, 1 - q)$ とするとき、ロボット i の最適反応戦略を求めよ。
- (3) ロボット i の利益を最大化する戦略 $\{Sa_i, Sb_i\}$ を選択する確率をそれぞれ (p_1, p_2) とするとき、ロボット i の混合戦略 (p_1, p_2) を求める問題を線形計画問題 (linear programming problem) として定式化せよ。
- (4) (3) で定式化した線形計画問題をシンプレックス法 (simplex method) により求解せよ (ただし、シンプレックスタブロー (simplex tableau) を使用しても良い)。

2025 年度 神戸大学大学院システム情報学研究科
博士課程前期課程 第三期入学試験問題
専門科目 コンピュータシステム

問 1 次の問いに答えよ。

- (1) 2 の補数 (two's complement) 表現の 8 ビット整数を 16 進数で表すと $(C5)_{16}$ であった。これを 10 進数に変換しなさい。
- (2) n 変数論理関数 (n variable logical function) $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ に対し, $f^d(x_1, x_2, \dots, x_n) = \overline{f(\overline{x_1}, \overline{x_2}, \dots, \overline{x_n})}$ と定義される論理関数 f^d を f の双対関数 (dual function) と呼び, $f = f^d$ であるとき f は自己双対関数 (self-dual function) であるという。 $f(x, a, b, c) = xa + xb + xc + abc$ が自己双対関数であることを示しなさい。
- (3) 4 ビットの 2 進数 $A = (A_3 A_2 A_1 A_0)_2$ を入力し, A の最上位桁 (most significant bit) からみて最初に "1" である桁を 2 ビットの 2 進数 $B = (B_1 B_0)_2$ で出力する回路 (プライオリティ・エンコーダ) (priority encoder) を考える。ここで, 添字は桁を表す。さらに, A のどの桁にも 1 がない場合を検出する 1 ビットの 2 進数 N を導入するものとする。以下の問いに答えなさい。
 - ① $A_3, A_2, A_1, A_0, B_1, B_0, N$ に関する真理値表 (truth table) を書きなさい。
 - ② B_1, B_0, N の最簡形 (simplest form) を求めなさい。

問 2 次の問いに答えよ。

- (1) あるプロセッサの動作クロック周波数 (operating clock frequency) は 2.5 GHz であり, プログラムの実行に必要な命令数は 10 億命令 (1 billion instructions) であるとする。1 命令あたり平均して 2 クロックサイクルかかる場合, このプログラムの実行に必要な時間求めよ。
- (2) 一般にプログラムは逐次処理 (serial processing) しかできない部分と並列処理 (parallel processing) できる部分から構成される。あるプログラムを単一プロセッサで実行すると, 逐次処理に要する時間は全体の処理時間のちょうど 20% であった。単一プロセッサでの処理に比べて全体で 3 倍以上高速化するためには, 少なくとも何台のプロセッサで並列処理する必要があるかを答えよ。なお, 並列化に必要なオーバヘッドは無視できるものとする。

(以上: コンピュータシステム)

2025年度 神戸大学大学院システム情報学研究科

博士課程前期課程 第三期入学試験問題

専門科目 アルゴリズム・データ構造

以下の各問に答えよ。回答順は出題順と異なっても良いが、対応する問題番号を必ず記載すること。

[1] アルゴリズムの計算量が以下(1.1)~(1.4)の式で表されるとき、それぞれの漸近的計算量 (asymptotic complexity) をオーダー記法 O (O -notation) を用いて表せ。

(1.1) $0.01n^2 + n + 100$ (1.2) $n^{100} + 1.5^n$ (1.3) $(\log n)^3 \cdot \sqrt{n} + 0.5n$ (1.4) $\log(n^4) + 10n^{0.2}$

[2] スタック (stack), キュー (queue) のデータ構造に関する以下の問いに答えよ。ただし、以下の問いにおいてスタックおよびキューは十分な領域が確保されており、データ挿入時にオーバーフローは発生しないとする。

(2.1) あるデータが格納されているスタックに対して、データを挿入する PUSH 命令、データを取り出す POP 命令を、

PUSH→PUSH→POP→PUSH→PUSH→PUSH→POP→PUSH→POP→POP

の順で実行した結果、スタックの中のデータは格納された順に「4, 3, 2, 1」であった。このとき、1 番目の PUSH 命令でスタックに挿入したデータを答えよ。

(2.2) それぞれ空のスタック A とキュー B がある。スタック A にデータ x を挿入する関数を push(x), スタック A からデータの一つを取り出しその値を返す関数を pop(), キュー B にデータ y を挿入する関数を enq(y), キュー B からデータの一つを取り出してその値を返す関数を deq() とする。これらの関数を

push(3); push(4); push(1); pop(); enq(2); enq(pop()); deq(); enq(pop()); push(deq());

の順で実行した後のスタック A およびキュー B に格納されているデータをそれぞれ答えよ。

[3] 図 1 および図 2 は、2 分ヒープ (binary heap) に関する C 言語プログラムの一部である。このプログラムでは、十分に大きな正の整数 N に対して、配列 $A[N] = \{30, 25, 9, 20, 10, 8, 3, 13\}$ で表現される 2 分ヒープは、ヒープ条件「子ノードの値は親ノードの値より常に小さいか等しい」を満たすノード数 $n = 8$ の 2 分木構造を持つ。図 2 中の add(v) は、ヒープ A に値 v を持つノードを挿入する関数で、del() はヒープ A から最大値を持つノードを削除する関数である。

(3.1) 図 1 および図 2 中の空欄【ア】、【イ】を埋めて、プログラムを完成させよ。

(3.2) 関数 add(27); add(28); del(); add(29); を順に実行した後のヒープ A の木構造を図示せよ。ただし、ノードを丸数字で表し (例えば、ノードの値が 3 のとき③と表記する), 親ノードと子ノードを実線で結ぶこと。

```
int n = 8;
int A[N] = {30,25,9,20,10,8,3,13};
void swap(int i, int j){
    int t = A[i]; A[i] = A[j]; A[j] = t;
}
void heapify(int i){
    int left = 2 * i + 1;
    int right = 2 * i + 2;
    int m = i;
    if(left <= n && A[left] > A[m]) m = left;
    if(right <= n && A[right] > A[m]) m = right;
    if(m != i){
        swap(i, m);
        heapify(【ア】);
    }
}
```

図 1: C 言語プログラムの一部 (図 2 へ続く)

```
void add(int v){
    A[n] = v;
    n = n + 1;
    int i = n - 1;
    while(i != 0 && A[(i-1)/2] < A[i]){
        swap((i-1)/2, i);
        i = 【イ】;
    }
}
void del(){
    A[0] = A[n-1];
    n = n - 1;
    heapify(0);
}
```

図 2: C 言語プログラムの一部 (図 1 の続き)