

知能システム学Ⅱ

次の3問から2問選択して解答せよ。問題毎に対応する問題番号が書かれた答案用紙を用いること。また、配布された全ての答案用紙の冒頭に記載されているチェックボックスにレ点を記入し、当該問題に解答するか否かを示せ。3問解答した場合、全ての解答を無効とする。答案用紙の追加は認めない。

1

以下の問い1)~3)に答えよ。

- 1) あるプラント P のゲイン線図を、実験により得られた計測データを基に折れ線近似したところ、図1のようになった。このプラント P の伝達関数 $P(s)$ は s についての有理関数であることがわかっているとき、以下の小問 a)~d) に答えよ。ただし、図中 a [dB] は、正の定数であるとする。

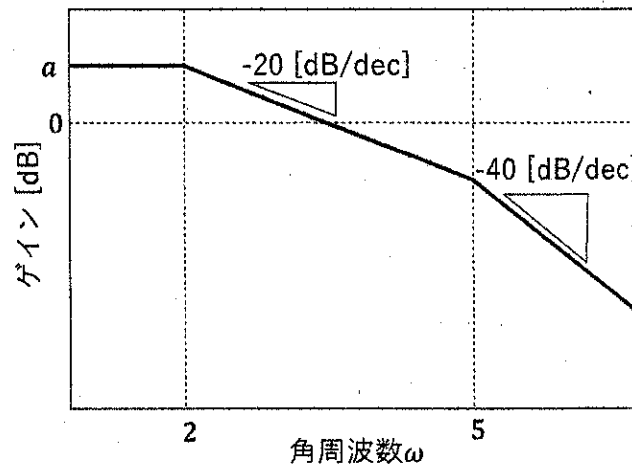


図1

- 伝達関数 $P(s)$ の分母と分子の相対次数はいくらになるかを答えよ。
- 十分遅い周期の正弦波入力が入ったときの出力の振幅は、入力のそれの何倍になるかを答えよ。
- このプラント P が最小位相系で、 $a = 20$ [dB] であるときの伝達関数 $P(s)$ を求めよ。また、そのインパルス応答を求めよ。
- c) で求めたプラント P に、図2のようなフィードバックを適用したとき、正の定数ゲイン K がどのような値をとっても、フィードバック系が安定となることを示せ。

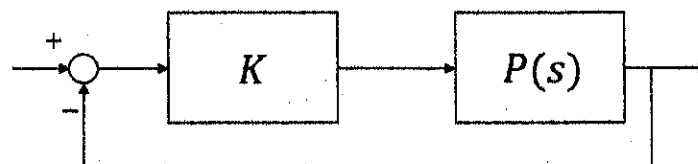


図2

-----次ページに続く-----

--- 問題1の続き ---

- 2) 図3で表現される電気回路システムを考える。抵抗器、インダクタ、キャパシタが直列に接続されている。それぞれの特性は抵抗 R 、インダクタンス L 、キャパシタンス C で表され、すべて正の実数とする。これらの素子が独立電圧源に直列に接続されている。独立電圧源が印加する電圧を E で表す。このとき、以下の小問 a)~c) に答えよ。

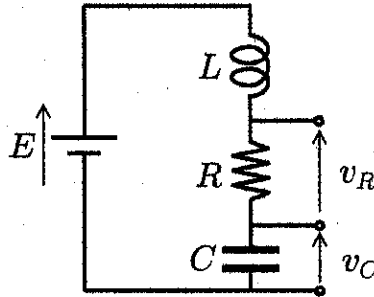


図3

- a) 独立電圧源の電圧 E を入力、キャパシタ電圧 v_C を出力、キャパシタ電圧 v_C と抵抗電圧 v_R を状態とする状態方程式を求めよ。
- b) a) で求めた状態方程式の可制御性と可観測性を確かめよ。
- c) $L=1, C=1, R=1$ とする。すべての状態が観測できるものとして、閉ループ系の極がすべて -1 となるような状態フィードバックを求めよ。
- 3) 伝達関数行列

$$G(s) = \begin{bmatrix} \frac{1}{s-2} & \frac{1}{s(s-2)} \end{bmatrix}$$

について、この実現の一つが状態方程式

$$\dot{x} = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ a & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} x + \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} u$$

$$y = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} x$$

で表現できることを示し、その場合の a の値を求めよ。

2

以下の問い1)~7)に答えよ。

1) 図1のグラフにおいて、探索によって出発地点Aから目標地点Yに至る経路を求める。以下の小問a), b)に答えよ。ただし、展開して得られた子節点は、図2に示すように、上(U), 右(R), 下(D), 左(L)の順に、OPENリストの右から挿入するものとする。また、既にOPENリスト内に存在する節点は新たに挿入しないものとする。

a) 縦型探索によって経路を求めよ。

b) 横型探索によって経路を求めよ。

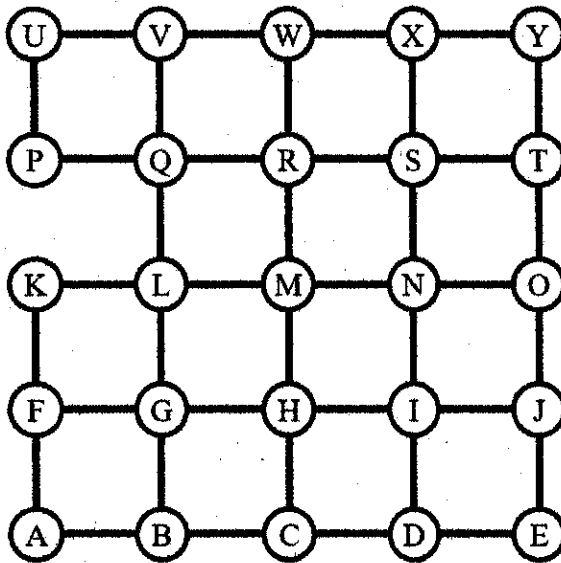


図1

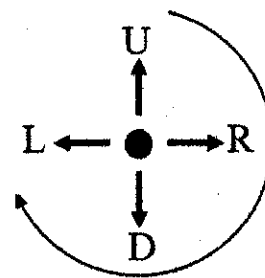


図2

——問題2の続き——

- 2) 1次元の特徴パターンを考える。入力パターンが $y = \{y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6, y_7, y_8\} = \{0, 0, 1, 3, 5, 0, 5, 3\}$ ，参照パターンが $r = \{r_1, r_2, r_3, r_4, r_5, r_6, r_7, r_8\} = \{0, 5, 0, 4, 0, 0, 0, 0\}$ のとき，図3の移動パスを用いてDPマッチングを行い，入力パターンの i 番目の要素と参照パターンの j 番目の要素までの最小累積距離 $g(i, j)$ を示す図4の表を完成せよ。なお，図4には，既に $g(1, 1) = 0$ が記入されている。ただし，入力パターンの i 番目の要素と参照パターンの j 番目の要素との距離は $d(i, j) = |y_i - r_j|$ とし，整合窓は考慮しないものとする。

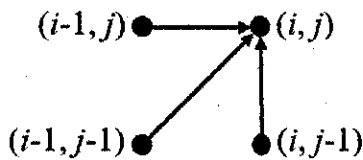


図3

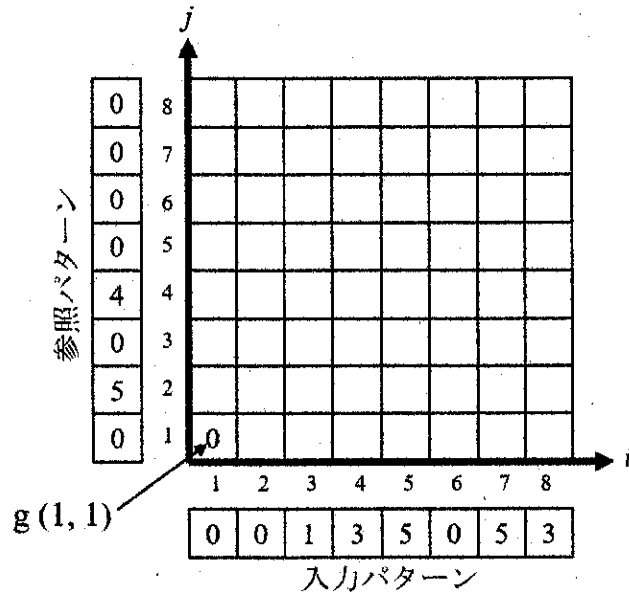


図4

——問題2の続き——

3) 図5の left-to-right 型の離散隠れマルコフモデルについて考える。 S_1 を初期状態， S_3 を最終状態とする。 a_{ij} は状態 i から状態 j への遷移確率， $[\]$ 内は， シンボル x および y の出力確率（上段が x の出力確率， 下段が y の出力確率）を表している。 以下の小問 a), b) に答えよ。

- a) この離散隠れマルコフモデルがシンボル系列 xyy を出力する確率を求めよ。
- b) ビタービ(Viterbi)アルゴリズムで近似されたシンボル系列 xyy を出力する確率を求めよ。

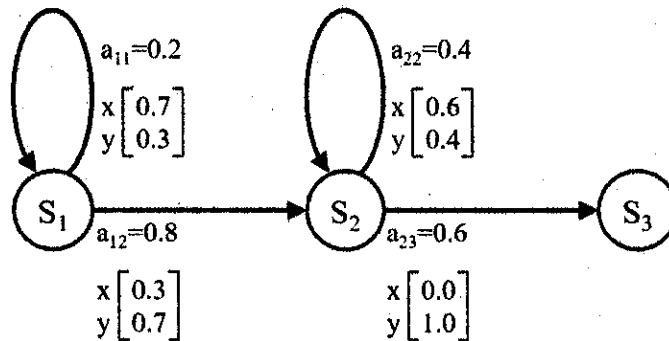


図5.

4) 以下の a)~f) はファジィ理論に関する説明文である。 [1], [2] には， あてはまる人名（ファミリー名）をカタカナで答えよ。 [3], [4] には， あてはまる企業名， [5]~[8] には， あてはまる語句を答えよ。

- a) ファジィ理論は， 1965 年に [1] によって提案された。
- b) ファジィ制御は， 1974 年に [2] によるスチームエンジンの自動制御を契機として実用化技術となった。
- c) 1987 年には， [3] によってファジィコントローラによる仙台市営地下鉄での自動運転制御が行われた。
- d) 1989 年には， [4] によって浴槽システムのファジィ制御による定温制御装置が開発された。
- e) デュボー(Dubois)とプラウド(Prade)は， [5] 性， [6] 性， [7] 性の三つの性質を満足するファジィ集合をファジィ数と呼んでいる。
- f) ファジィ制御では， if-then 型のプロダクションルールが用いられるが， このルールは [8] ルールと呼ばれる。

——問題2の続き——

5) 二つの独立な偏りのない四面体のサイコロの目（下向きの面の目）の合計からなる情報源 S を考える。小問 a), b) に答えよ。ただし $\log_2 3 = 1.58$ とする。

- a) S の2元エントロピーを求めよ。
- b) S のハフマン符号の平均符号長を求めよ。

6) 生起確率 $p_i = 0.3, 0.25, 0.1, 0.1, 0.1, 0.05, 0.05, 0.05$ を持つ情報源に対して、3元ハフマン符号を求めよ。

7) 以下の小問 a)~d) に答えよ。

a) 図6はベースバンド伝送方式を用いて“01100010”のビット列を送る際の信号波形を表している。ここで採用されている信号形式の名称を答えよ。

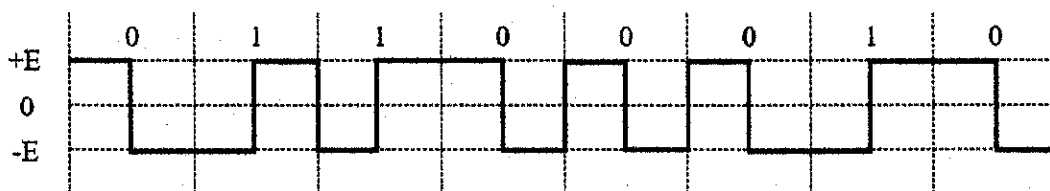


図6

b) インターネットの主要プロトコル IPv4 の予約されたアドレスについて、以下の問 i)~iii) に答えよ。

- i) 2進数表示されたネットワークアドレスのすべての桁が“1”であるアドレスはどのような機能を持つか答えよ。
- ii) 2進数表示されたホストアドレスのすべての桁が“0”であるアドレスはどのような機能を持つか答えよ。
- iii) 255.255.255.255 は、どのような機能を持つか答えよ。

-----問題2の続き-----

- c) 図7のように長さ L の2本の通信ケーブルと1台のリピータから通信路が構成されており、端末1と端末2の間で通信を行うものとする。またケーブルの伝送速度は $2 \times 10^8 \text{ m/s}$ であり、信号がリピータを通過するとき $9 \mu\text{s}$ の時間遅延が生じるものとする。このとき、10Mbps イーサネットにおける最小フレームを衝突検出可能な、通信ケーブルの長さ L の最大値を求めよ。

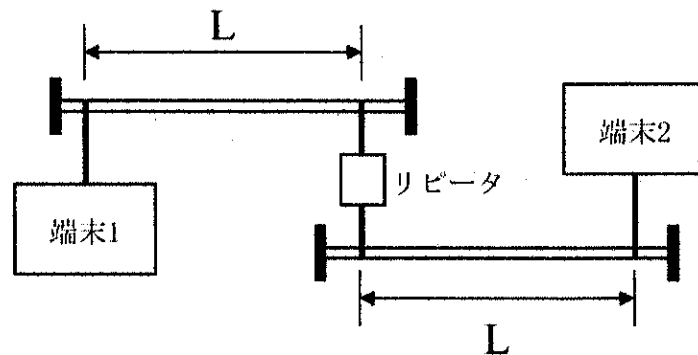


図7

- d) TCP/IP と OSI 参照モデルの階層化構造について、以下の問 i), ii) に答えよ。
- i) TCP/IP でのアプリケーション層に対応する、OSI 参照モデルの全ての層の名称を答えよ。
 - ii) TCP/IP でのネットワークインターフェース層に対応する、OSI 参照モデルの全ての層の名称を答えよ。

3

以下の問い 1)~3) に答えよ。

1) 次の生産計画問題に関する小問 a)~d) に答えよ。

生産計画問題 ある工場では、2 製品 P_1 , P_2 を原料 M_1 , M_2 , M_3 を用いて生産している。次の期間で使用できる原料 M_1 , M_2 , M_3 の在庫量は、8kg, 18kg, 14kg である。製品 P_1 1kg 作るには、 M_1 1kg, M_2 3kg, M_3 1kg 必要であり、製品 P_2 1kg 作るには、 M_1 1kg, M_2 1kg, M_3 2kg 必要である。製品 P_1 , P_2 1kg 当たりの粗利益はそれぞれ、40 万円, 20 万円である。製品 P_1 , P_2 はともに人気は高く、十分な需要がある。このような状況の下で、総粗利益を最大にすることを検討している。

- P_1 の生産量を x_1 (kg), P_2 の生産量を x_2 (kg) と表すとき、工場にある原料を用いて総粗利益を最大化する問題として、次の期間の生産計画問題を定式化せよ。
- a) で定式化した問題を標準形(等式標準形)の線形計画問題に変形せよ。
- シンプレックス法を用いて、a) で定式化した問題を解き、最適な P_1 , P_2 の生産量とそのときの総粗利益を求めよ(計算過程も示すこと)。
- 十分な需要があることから、原料 M_1 , M_2 , M_3 を仕入れることを考えることにした。市場における原料 M_1 , M_2 , M_3 の 1kg 当たりの価格は、それぞれ 18 万円, 8 万円, 5 万円である。最適な製品 P_1 , P_2 の生産量と原料 M_1 , M_2 , M_3 の購入量、および、そのときの総粗利益を求めよ(計算過程も示すこと)。

2) 次の非線形計画問題を考える。小問 a)~c) に答えよ。

$$\begin{aligned}
 & \text{minimize} && f(x_1, x_2) = -x_1 - x_2 \\
 & \text{subject to} && g_1(x_1, x_2) = x_1 + x_2^3 - 3x_2^2 + 3x_2 - 1 \leq 0 \\
 & && g_2(x_1, x_2) = x_1 - 1 \leq 0 \\
 & && g_3(x_1, x_2) = -x_1 \leq 0
 \end{aligned} \tag{1}$$

- 非線形計画問題 (1) の実行可能領域と目的関数の等高線 (2, 3 本程度) を x_1x_2 平面上に図示し、この問題の局所最適解をすべて求めよ。なお、図はフリーハンドで良いが、実行可能領域の境界線や目的関数の等高線が特定できるように、 x_1 切片, x_2 切片の値を示すとともに、それらの方程式をそれぞれ図中に記せ。
- 非線形計画問題 (1) の局所最適解に対して、KKT 条件 (Karush-Kuhn-Tucker 条件) に関する定理 (最適性の 1 次の必要条件に関する定理) が成り立つ。このことから、a) で求めた局所最適解それぞれにおける KKT 条件を示し、それを満たすラグランジュ乗数を求めよ。なお、KKT 条件を満たすラグランジュ乗数が存在しない場合はその理由を述べよ。
- 非線形計画問題 (1) の大域的最適解を答えよ。複数ある場合は、すべて答えよ。

---- 問題3の続き ----

3) 有限の個数の節点の集合 V と有限の本数の枝の集合 E からなる単純有向グラフを $G = (V, E)$ とする. また, G の各枝 $(i, j) \in E$ が非負で有限な実数値の容量 u_{ij} をもち, 始点 $s \in V$ と終点 $t \in V$ が指定されているときのネットワークを $N = (G, u)$ とする. ただし, u は各枝 $(i, j) \in E$ の容量 u_{ij} をまとめたものを表す. 以下の小問 a), b) に答えよ.

- a) 枝 $(i, j) \in E$ の流量を x_{ij} とし, 各枝の流量をまとめたフローを x とする. ネットワーク N のフロー x が満たすべき流量保存制約と容量制約を, 流量 x_{ij} ($(i, j) \in E$) を用いて制約条件として表せ.
- b) G の節点集合と枝集合がそれぞれ $V = \{s, 1, 2, 3, 4, t\}$ と $E = \{(s, 1), (s, 2), (1, 2), (1, 3), (2, 3), (2, 4), (3, t), (4, 3), (4, t)\}$ で与えられ, 各枝の容量が次のように与えられているとき, ネットワーク N は図1のようになる.

$$u_{s1} = 3, u_{s2} = 4, u_{12} = 2, u_{13} = 2, u_{23} = 2,$$

$$u_{24} = 2, u_{3t} = 4, u_{43} = 1, u_{4t} = 2.$$

ただし, 図1の各枝に付与された数字は, その枝の容量を表す. 以下の i) ~ iii) に答えよ.

- i) フォード・ファルカーソンのアルゴリズムにより, 図1のネットワーク N の最大フローの一つを求めよ. ただし, アルゴリズムの各反復での残余(補助)ネットワークをすべて示すこと.
- ii) デニツのアルゴリズムにより, 図1のネットワーク N の最大フローの一つを求めよ. ただし, アルゴリズムの各反復での残余(補助)ネットワークおよび最後の反復を除いた各反復での層別ネットワークをすべて示すこと.
- iii) 図1のネットワーク N において, 集合 $S = \{s, 1, 2\}$ と $T = \{3, 4, t\}$ を考える. このとき, カット (S, T) がカット容量を最小にするかどうかを, 理由とともに答えよ.

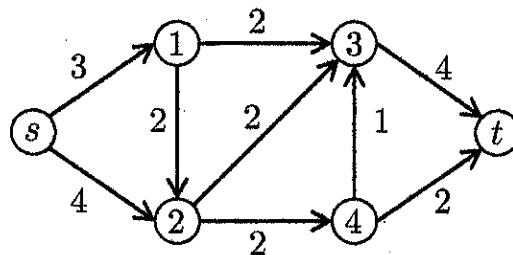


図1 ネットワーク N