

# 認識行動システムの基礎

篠田裕之教員

2007/03/07

1. (a) 単純パーセプトロンの代表的アルゴリズムとその収束条件を簡潔に説明せよ。収束性とマージンの関係についても言及すること。
- (b) あるニューラルネットワークの重み  $w_i (i = 1, 2, \dots, 6)$  を最急降下法によって決定したい。重みの初期値が  $w = (2, 0, 1, 1, 1, 1)$  であるとし、認識結果と目標値との間の自乗誤差  $E$  が

$$E = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{1 + \exp(-y_1 w_1 - y_2 w_2 + 1)} - 1 \right)^2$$

で与えられているものとして以下の問いに答えよ。なお、 $dy_i$  と  $dw_i$  は初期状態において以下のように関係付けられており、 $(y_1, y_2)$  の初期値は  $(0.5, 0.5)$  である。

$$\begin{pmatrix} dy_1 \\ dy_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} dw_1 \\ dw_2 \\ dw_3 \\ dw_4 \end{pmatrix}$$

- i.  $w_1$  および  $w_3$  の最初の更新量はどう書かれるか。
- ii. 初期状態近傍において、上記  $E$  を変化させない  $w_i$  の微小変化はどのように書かれるか。
2. (a) 4つの2次元データ  $(2, 5), (3, 0), (5, 2), (2, 1)$  の共分散行列  $T$  を求めよ。
- (b) 上記データの分散が最大・最小となる方向をそれぞれ求めよ。またそれらの方向は互いに直交することを確認せよ。
- (c) 部分空間法における固有顔とは何か。また固有顔による顔認識の方法について数式を用いて簡潔に説明せよ。
- (d) 顔認識の認識率向上において上記の方法が有効である理由について説明せよ。

3.

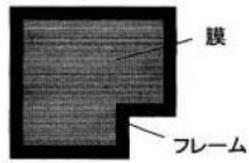


図 1

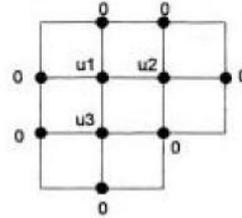


図 2

- (a) 図 1 のような剛体フレームに一様かつ等方的な張力で膜が張られている。このときの膜の (紙面に垂直な方向の) 変位を近似的に求めるため、節点を図 2 のように設定した (試験問題のために特に節点数を少なくしている)。ディリクレ境界条件を仮定し、 $(u_1, u_2, u_3)$  が満たすべき差分方程式を立てよ。ただし  $u$  は波動方程式を満たし、その伝播速度は  $c$  とする。また図 2 の 1 マスの長さは  $L$  とする。時間周波数は  $\omega$  とする。
- (b) 上記方程式の固有解を求め、それらが時間的にどのように変動するか説明せよ。
- (c) 下記の物理現象を、固有方程式に帰着されるものと帰着されないものに分類せよ。理由を簡潔に記すこと。
- 室内で手をたたいた時の空気の粗密の変動
  - 笛を吹いたとき音の発生
  - 日本庭園のししおどしの周期的運動
  - レーザーの発光
  - 溶鉱炉の内部の発光
  - マッチの火を消した後の周囲温度の変化

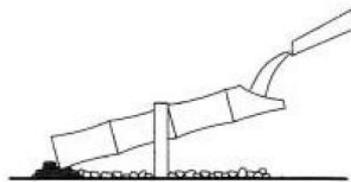


図 3 ししおどし

4.

(a) 図4のロボットハンドシステムにおいて下記の同次変換行列は既知とする.

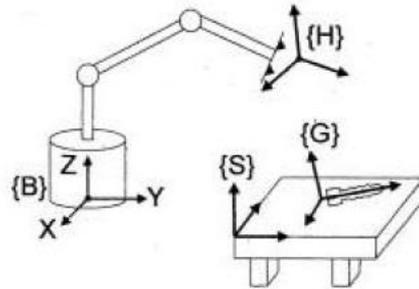


図4

- ${}^B_H T$ : 台座フレーム  $\{B\}$  に基づいたマニピュレータ先端のフレーム  $\{H\}$  の記述
- ${}^B_S T$ : 台座フレーム  $\{B\}$  に基づいた移動台に設定されたフレーム  $\{S\}$  の記述
- ${}^S_G T$ : 作業台フレーム  $\{S\}$  に基づいたボルトに設定されたフレーム  $\{G\}$  の記述

また上記変換行列の時間微分はそれぞれ  ${}^i_j \dot{T}(i, j = H, B, S, G)$  と表記する.

- i. ボルト上に設定した点  ${}^G P$  の速度をマニピュレータ先端の座標系  $\{H\}$  であらわせ.
  - ii.  $\{B\}$  の各軸を,  ${}^B P = (a, b, c)$  だけ平行移動したのち, 移動後の  $z$  軸まわりに  $\alpha$ rad 回転すると  $\{H\}$  に一致する.  ${}^B_H T$  を求めよ.
- (b) 図4のロボットアームシステムは3つの関節をもち, それぞれの角度は  $(\theta_1, \theta_2, \theta_3)$  である. 現在の関節角の近傍において, アーム先端の位置の変化と関節角変化は

$$\begin{pmatrix} dx \\ dy \\ dz \end{pmatrix} = L \begin{pmatrix} d\theta_1 + d\theta_3 \\ 2d\theta_1 + d\theta_2 + d\theta_3 \\ 3d\theta_1 + 3d\theta_2 \end{pmatrix}$$

なる関係をみたしていた.

- i. 現在の関節角近傍でのヤコビアンを求めよ.
- ii. 現在のアームが特異点にあるか調べよ.\*1

\*1 特異点の物理的な意味について簡潔に説明した上で答えよ. 特異点にある場合, 動きがどのような制約を受けているかを具体的に示せ.