

# 砂時計型ニューラルネットワークによる 時系列の成分抽出

7H-6

吉村宏紀 奥野健一 菅田一博 井須尚紀 清水忠昭

鳥取大学工学部知能情報工学科

## 1 はじめに

入力層・出力層のユニット数を同数とし、中間層のユニット数を入力層・出力層よりも少なくしたニューラルネットワーク（以下、N.N.）は、砂時計型N.N.と呼ばれる。砂時計型N.N.に、入力信号と期待出力信号（教師信号）を等しくして学習を行えば、学習収束後の結合荷重は入力信号の特徴を抽出する。本研究では、砂時計型N.N.の中間層ユニットを2個としたときの、時系列信号の特徴抽出機能について検討を行った。

## 2 砂時計型N.N.による時系列信号の学習

本研究で用いる砂時計型N.N.の構造は、入力層のユニット数および出力層のユニット数をM個とし、中間層のユニット数を1~3個に変化させた。中間層のユニット数を1~3個に変化させたときの学習後の入力と出力の関係と、結合荷重について考察を行った。

学習対象として離散時系列信号  $x(t) (t = 1, 2, \dots)$  を与える。本研究では砂時計型N.N.に時系列信号  $x(t)$  の連続したM系列を入力とし、入力と等しい系列を出力させる様に学習を行った。したがって、砂時計型N.N.に入力する入力信号は  $x(t)$  の連続したM系列とし、これを1つの入力信号とした。そして、1時刻ずつらしたN組の入力信号を用意した。

期待出力信号は、入力信号と等しい信号系列とし、入力信号と同様にN組用意する。N組の入力信号および期待出力信号を用いて、誤差逆伝播学習法により一括学習を行った。学習の模式図を図1に示す。

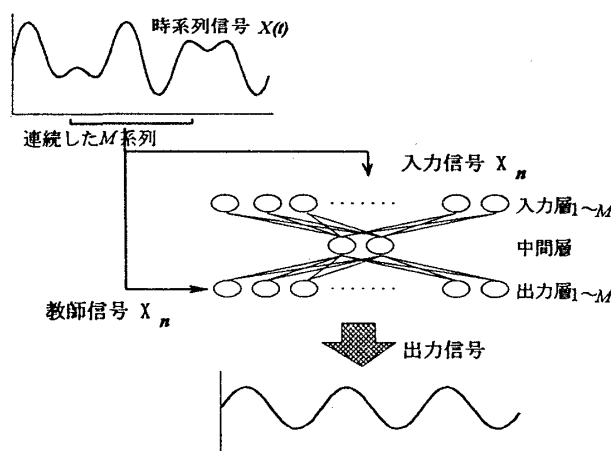


図1 学習の模式図

実験では、以下に示す振幅の異なる2つの周波数成分を持つ正弦波の和を用いた。

$$x_n = \left\{ x_i \mid x_i = \sin\left(2\pi \cdot 3.0 \cdot \frac{i+n-1}{M}\right) + 0.7 \sin\left(2\pi \cdot 5.0 \cdot \frac{i+n-1}{M}\right), i=1, \dots, M \right\}$$

$$n=1, \dots, N$$

ここで  $x_n$  はn番目の入力信号および教師信号  $x_i$  は、i番目の入力層ユニットへの入力値およびi番目の出力層ユニットへの期待出力値を表す。入力層・出力層のユニット数Mは64個とし、学習データ数Nは64パターンとする。

## 3 結果

中間層ユニット数を1~3個に変化させたときの砂時計型N.N.の、学習後の入力信号と出力信号の関係を図2, 3, 4に示す。中間層ユニット2個のとき、全学習信号に対して3周期の周波数成分のみを出力した。つまり、振幅の大きい周波数成分（以下、最大振

Component extraction in time series by use of Sandglass Neural Network

Hiroki Yoshimura, Kenichi Okuno, Kazuhiro Sugata, Naoki Isu, Tadaaki Shimizu

Dpt. of Information and Knowledge Engineering, Faculty of Engineering, Tottori University

4-101 Koyamacho-minami, Tottori 680, Japan

幅周波数)のみを抽出した. 中間層ユニット2個のときの中間層から出力層への結合荷重の値を図5に, 結合荷重のパワースペクトルを図6に示す. 学習後の砂時計型N.N.の結合荷重を見てみると, 中間層ユニットが2個のとき, 中間層から出力層への荷重結合は最大振幅周波数に一致した重み付けとなった. また図5に示すように, 1番目の中間層ユニットから出力層への結合荷重と2番目の中間層ユニットから出力層への結合荷重は, 位相が90度ずれたものとなった.

中間層ユニットが1つの場合は, ある入力信号の入力に対しては最大振幅周波数を抽出した. しかし抽出できた入力信号から最大振幅周波数の位相が90度ずれた入力信号の入力に対する出力は, 0.5近くの値となった. 全ての出力層のユニットの出力が0.5近くの値を出力するという事は, 信号の抽出に失敗したことを意味する.

中間層のユニットが3個の場合は, 出力波形のフーリエ変換を行うことにより最大振幅周波数以外の周波数成分も幾分出力していることが明らかになった.

### 5 考察

実験より, 中間層ユニットを2個としたとき, 砂時計型N.N.は振幅の異なる2つの周波数成分のうち振幅の大きな周波数成分を抽出することが分かった. 砂時計型N.N.に多くの周波数を含む信号を学習させた場合も最大の振幅を持つ周波数成分のみを抽出し, 砂時計型N.N.の出力となると考えられる.

また, 最大振幅周波数の抽出の際, 入力層に入力された入力信号はフーリエ変換され, 中間層ユニットの出力がフーリエ係数として値を持ち, さらに中間層から出力層へかけてフーリエ逆変換を行っている. ゆえに, 結合荷重は, FFTにおける回転因子の役目を果たしていることが分かった.

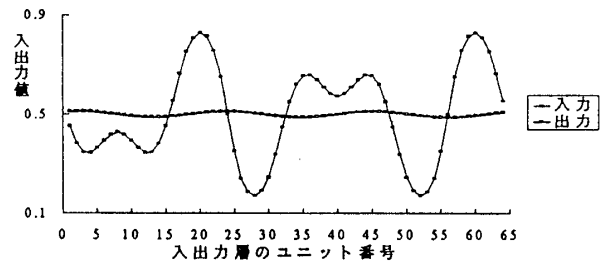


図2 中間層ユニット1個のときの入力信号と出力信号

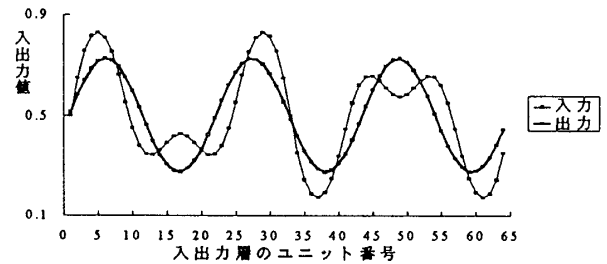


図3 中間層ユニット2個のときの入力信号と出力信号

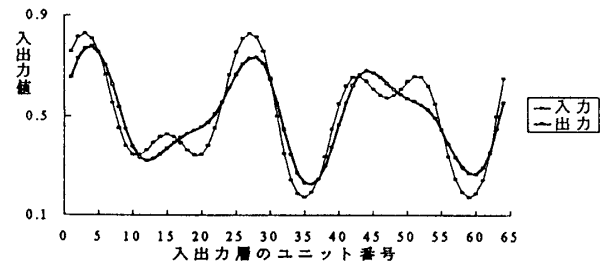
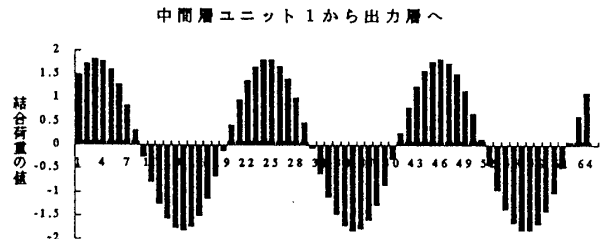


図4 中間層ユニット3個のときの入力信号と出力信号



中間層ユニット1から出力層へ

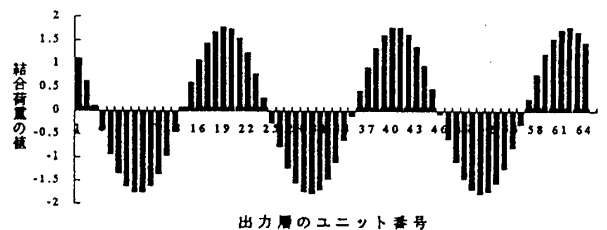


図5 中間層ユニット2個のときの中間層から出力層への結合荷重

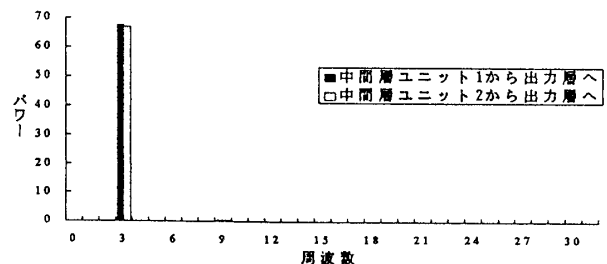


図6 中間層ユニット2個のときの中間層から出力層へのパワースペクトル