

## ニューラルネットワークの特徴を利用したデータ解析法

大東文化大学法学部 浅野 美代子<sup>1</sup>

### 1. はじめに

3層フィードフォワード型ニューラルネットワークを回帰分析として利用したデータ解析(ライブラリー NNET)は,様々の分野で応用事例が数多く報告されている(浅野良晴他,2000,菊地・渡邊編,1999).これは,この解析方法が,線形回帰分析よりもデータの当てはまり精度が高いなどの利点があることを示している.しかしながら,データの当てはまり精度が高い理由は考察されていなかった.また,ウエイトはブラックボックスとされて,今まであまり考慮されてこなかった.

ここでは,「3層フィードフォワード型ニューラルネットワークを回帰分析として利用したデータ解析は,線形回帰分析よりもデータの当てはまり精度が高いか」についての理論考察を示して実例で示す.最後に,「ニューラルネットワークの特徴を利用したデータ解析法」をスライドで紹介する.

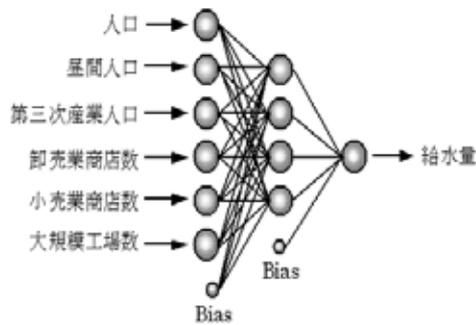


図1.ニューラルネットワークの例:浅野他(2000)「東京都の限定された区域における給水量の経年推移の予測法に関する研究」より

### 2. 3層フィードフォワード型ニューラルネットワーク(ライブラリー NNET)

ここで簡単に3層フィードフォワード型ニューラルネットワークを説明する.

3層フィードフォワード型ニューラルネットワークは,入力層,中間層,出力層の3層からなり,隣の層のユニット間はすべて結合しているものとし,それ以外の層のユニットとの結合はない.生物学的な観点からのこのような構造の最初の分析は,McCulloch, W. S. and Pitts.(1943)によってなされた.その後,Rosenblatt(1958)が学習機械パーセプトロンとして類似の構造を提唱した.このためフィードフォワード型ニューラルネットワークのことがパーセプトロンと呼ばれることがある.1つのユニットだけからなるモデルを単純パーセプトロン,すなわち1入力1出力の情報伝達機械と呼ぶ.これをネットワークとして発展させたのが多層結合である.

3層フィードフォワード型ニューラルネットワークでは,中間層ユニット $j$ に入力層のユニ

<sup>1</sup>浅野 美代子, 修士(理学), 大東文化大学法学部法律学科,  
〒175-8571 板橋区高島平1-9-1, 電話 03-5399-7376, FAX 03-5399-7377,  
E-mail: asano@ic.daito.ac.jp

ット  $i$  からの出力  $h_i$  が入力  $x_i$  として与えられると, ユニット間のウエイト (シナプス結合荷重)  $w_{ji}$  により, このユニットの内部状態  $u_j$  が(1)式のように計算される. なお, 通常この入力層と中間層には入力を受けずに常に 1 を出力するバイアスニューロンが 1 個含まれている.

$$u_j = \sum_i w_{ji} x_i \quad (1)$$

本論文で回帰分析に適用するニューラルネットワークは, この  $u_j$  を次式に示すシグモイド関数で変換した値をそのユニットからの中間層ユニット出力  $o$  とするタイプに限定する.

$$h(u_j | \sigma_j) = \frac{1}{1 + \exp(-\frac{u_j}{\sigma_j})} \quad (2)$$

ここで  $\sigma_j$  はシグモイド関数の尺度母数であるが, ニューラルネットワークでは, その逆数をユニットの「温度(Temperature)」と呼ぶこともある.

さらに, 出力層ユニット  $y_j$  に中力層のユニット  $u_i$  からの出力値  $h(u_i)$  が入力として与えられると, 中間層と出力層ユニット間のウエイト (シナプス結合荷重)  $\beta_j$  が適当な学習アルゴリズムによって非線形最小二乗推定量  $\hat{\beta}_j, \hat{\sigma}_j$  が算出され, 回帰関数の推定量  $\hat{y}$  は,

$$\hat{y} = \hat{\alpha}_0 + \sum_{j=1}^q \hat{\beta}_j h(u_j | \hat{\sigma}_j) \quad (3)$$

となる. ここで,  $\hat{\alpha}_0$  は回帰分析の切片項 (バイアスニューロン) に対する係数の推定量である.

さらに理論として「回帰分析の諸問題 - 計算機統計学の貢献とニューラルネットワークの特徴 -」について, 美添・大瀧編の第 2 章, 浅野・椿 (2002) を参照されたい. また, ニューラルネットワークに関する統計的理論は, Bishop (1995), Ripley. (1996) を参照されたい.

### 3. ニューラルネットワークシグモイド分解 (Asano, M., Tsubaki, H. and Yoshizawa, T., 2002)

#### 入力変数 $x$ : 1 変数の場合

$$f(x) = \sum_{i=1}^p w_i S\left(\frac{x - \mu_i}{\sigma_i}\right) \quad (4)$$

ここで,  $p$ : 中間層のユニット数,  $S(x)$ : シグモイド関数  $S(x) = 1 / \{1 + \exp(-(ax+b))\}$ .

式 (4) から,  $p$  個のシグモイド関数に分解された. ニューラルネットワークシグモイド分解 (Asano, M., Tsubaki, H. and Yoshizawa, T., 2002) と名づけた.

図 1 に示したように, この式の  $w_i$  と  $\mu_i$  の値によって, ほとんど階段関数になる場合, ほとんど直線になる場合などになる. このためにニューラルネットワークは, 潜在的な構造変化に対して回帰分析が特に有効になる. したがって, ニューラルネットワークシグモイド分解の結果を考察することによって探索的に回帰構造を吟味することができる (浅野, 2002).

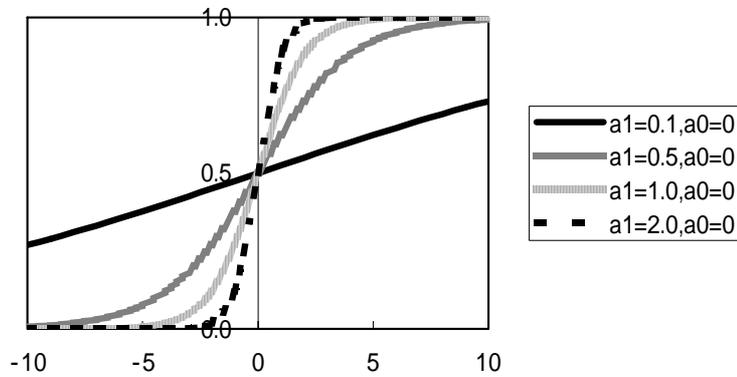
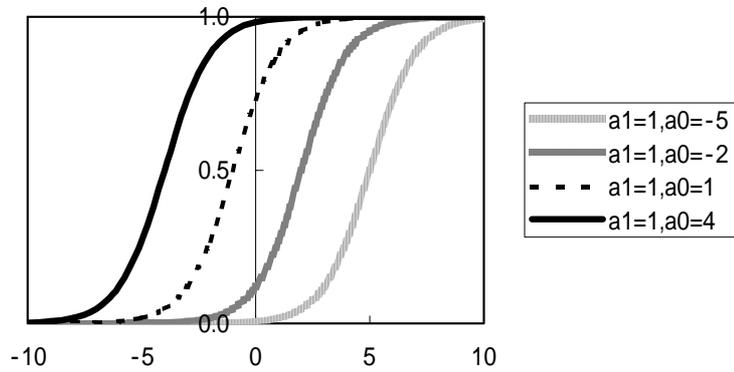


図1. シグモイド関数の例  $f(x)=1/(1+\exp(-a1x+a0))$

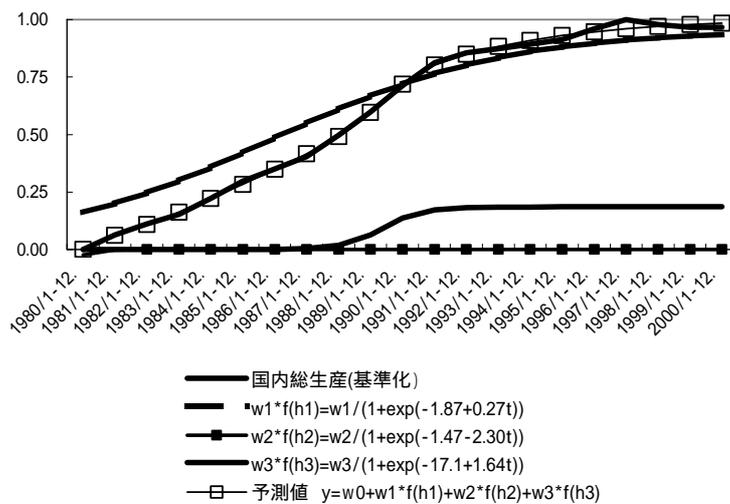


図2. 国内総生産(GDP) ニューラルネットワークシグモイド分解図

#### 4. ニューラルネットワークシグモイド分解実例

国内総生産(GDP)データ解析への適用としてニューラルネットワークを用いて解析し国内総支出 GDP のシグモイド分解を図 2 に示す.解説はスライドで紹介する.

(1) 国内総生産 (GDP) の暦年データ 1980 年度から 2000 年度を用いた.

(2) 入力変数は, 補助変数 (時間) の 1 変数を用いた.

(3) 中間層のユニット数 ( $P$ ) はニューラルネットワーク解析における中間層のユニット数を示す.情報量基準 AIC を用いてニューラルネットワークにおける中間層のユニット数を決定した結果, 中間層のユニット数 3 個が AIC 最小であったので 3 個とした.

#### 5. ニューラルネットワークの特徴を利用したデータ解析法 (PowerPoint スライド解説)

#### 6. おわりに

ニューラルネットワークの特徴及びその特徴を利用したデータ解析法について述べた.統計解析パッケージ S-PLUS が多くの方に利用される事を望んでいる.

これから統計学を学んでデータ解析を始める方に, 前田功雄編『Windows で楽しむ統計』共立出版 (2000) を推薦する.

#### 参考文献

Asano, M., Tsubaki, H., Yoshizawa, T. (2002) Effectiveness of neural networks to regression with structural changes, *Applied Stochastic Models in Business and Industry*, Volume 18, Number 3, 189-195.

浅野美代子, 椿広計 (2002), 「回帰分析の諸問題 --- 計算機統計学の貢献とニューラルネットワークの特徴 ---」, 美添泰人・大瀧雅之編『家計のミクロ統計分析』第 2 章, pp. 45-56, 統計情報開発センター・シンフォニカ研究叢書.

浅野美代子 (2002), 「ニューラルネットワークを用いた層別因子を含む回帰構造の解析」, 計算機統計学, 第 14 巻 2 号. 印刷中.

浅野良晴, 太田顕比古, 市川憲良, 浅野美代子 (2000) 「東京都の限定された区域における給水量の経年推移の予測法に関する研究」, 日本建築学会計画系論文, 第 528 号, 51-57.

菊地正義・渡辺美智子編『インターネット時代の数量経済分析 - 基礎からニューフロンティアまで -』(1999) 浅野美代子, 荒木孝治, 井上達紀, 禰道守, 菊地正義, 白石典義, 鈴木利治, 橋本紀子, 半谷俊彦, 門間麻紀, 山口和範, 渡辺美智子共著, 浅野美代子, 第 12 章「ニューラルネットワークと公定歩合予測」, 281-290, 多賀出版.

前田功雄編『Windows で楽しむ統計』(2000) 前田功雄, 綿谷倫子, 広野元久, 中村美枝子, 浅野美代子, 瀧澤武信, 三田晴義共著, 共立出版.

Bishop (1995) *Neural Networks for Pattern Recognition*, Oxford University Press.

Ripley. (1996) *Pattern Recognition and Neural Networks*. Cambridge University Press.