

地震災害ポテンシャル評価手法に関する研究

豊橋技術科学大学大学院 学生員 ○ 堀田 浩
 豊橋技術科学大学 正員 新納 格
 同上 正員 栗林栄一

1. はじめに

地震災害を軽減するためには、まず現状の地震災害ポテンシャルを評価する必要がある。しかしこの地震災害ポテンシャルを、地震時の被害の多様性、連関性、さらには地震が起ころう地域環境を考慮して、総合的に定量評価した研究は少ない。またこれらを評価するには、各種被害間、地域環境と各種被害との間における結合係数を決定する何らかの手段が必要であるが、これを影響度を表す結合係数として客観的に決定するには、被災事例に関する資料の制約などからも困難が伴うところである。

そこでこれらの問題を処理するために、影響度という立場からではなく、連想記憶という人間の脳の情報処理の立場から結合係数を決定するニューラルネットワークの適用を試みる。その適用に関する若干の考察については報告¹⁾したが、評価手法としての妥当性についてはまだ触れていない。つまり、被災事例を記憶する結合係数が求められても、連想の結果が評価として妥当性のあるものかどうかはわかっていないということである。したがって今回は、評価手法としての妥当性を簡単なモデルで検討してみた。

2. 手法の概要

本研究では、ニューラルネットワークの逆伝播学習則（バックプロパゲーション）を用いる。そのニューロンモデル、適用するネットワークの形態を図1に示す。中間層は何層でもよいがフィードバック結合のないネットワークを仮定する。学習は、以下の手順で行われる。²⁾

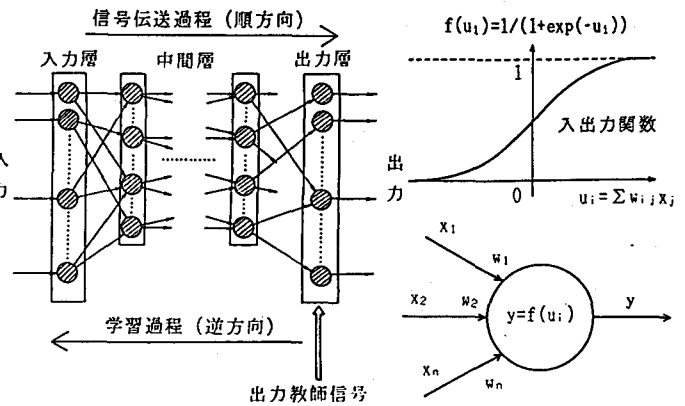


図1 逆伝播学習則

w : 結合係数 x : 入力 y : 出力

①入力層に、ある入力信号(0~1)を入力する。

②ニューラルネットワークのダイナミクスに従って、入力層から出力層に向かっての信号伝送過程に伴う、各ニューロンの状態変化を順次計算する。

③②の計算結果から得られる出力層の i 番目のニューロンの出力を O_i とし、入力信号に対するそのニューロンの望ましい出力（出力教師信号）を d_i とすると、望ましい出力との二乗誤差は、

$$E = \sum_i (d_i - O_i)^2 / 2 \tag{1}$$

である。逆伝播学習則は、(1)式の二乗誤差を極小化するように、すなわち実際の出力が望ましい出力に可能な限り近づくように、ネットワークの結合係数を変化させる。

④各結合係数の学習は、入力信号の伝播とは逆に出力層から入力層へ向かって進行する。第 N 層の i 番目のニューロンの学習信号 δ_i^N は、第 $(N+1)$ 層の各ニューロンの学習信号 δ_k^{N+1} を用いて、(2)式に従って再帰的に計算される。

$$\delta_i^N = f_i'(u_i^N) \sum_k \delta_k^{N+1} w_{ki}^{N+1, N} \tag{2}$$

ここで、 u_i^N : 第N層のi番目のニューロンの内部状態 ($= \sum w_{ij}^{N,N-1} x_j^{N-1}$)
 f_i : 同ニューロンの入出力関数 ($x_i^N = f_i(u_i^N)$)', f_i' : f_i の微分値
 δ の初期値、すなわち出力層の学習信号 δ_i^0 は、(3)式で与えられる。

$$\delta_i^0 = (d_i - O_i) f_i'(u_i^0) \tag{3}$$

ここで、 u_i^0 : 出力層のi番目のニューロンの内部状態
 (3)式の初期値と(2)式により、出力層から入力層へ向かって順次学習信号の値が計算される。

⑤ある入力信号を提示して結合係数を変化させるプロセス(学習過程)を、色々な入力信号と対応する出力教師信号のセットに対して繰り返し行う。この各学習プロセスごとの結合係数の修正量は、④で求めた学習信号を用いて(4)式で与えられる。

$$\Delta w_{ij}^{N,N-1}(n+1) = \eta \delta_i^N x_j^{N-1} + \alpha \Delta w_{ij}^{N,N-1}(n) \tag{4}$$

ここで、n : 学習のタイムステップ、 η : 学習定数、 α : 安定化定数

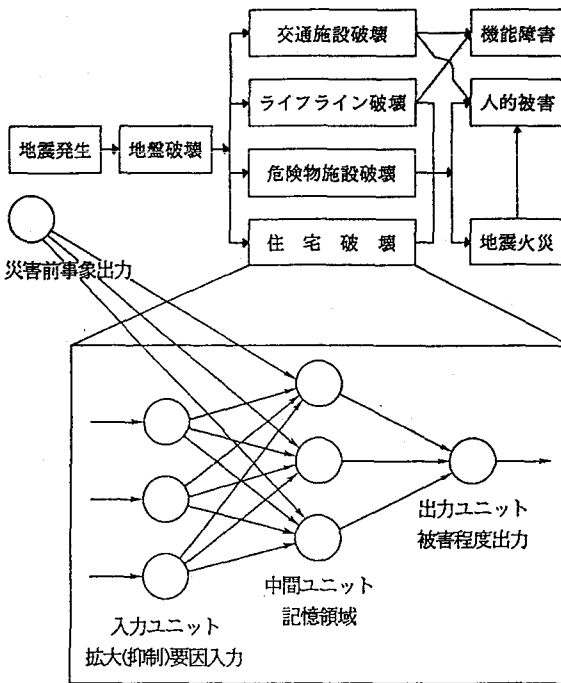


図2 手法概要

前回の報告¹⁾では、上記のアルゴリズムの変形を述べていたが、それをするとこのアルゴリズムの特性を失うなどの判断から上記のまま用いた。そして、以下の手順で地震災害を記憶させる。

1) 簡単なモデルを作るために、地震災害の連関の時系列展開を巨視的に捉え、例えば図2(上部)のようなフィードバックのない連関モデルを想定する。

2) 図2(下部)のように、例えば住宅破壊だけを捉え、望ましい出力に過去の被災事例による住宅の被害程度を、入力に被災した地域のその当時の統計資料から、住宅の被害を拡大、あるいは抑制する要因の指標値を与えて記憶させる。図2で住宅破壊の災害前事象となる地盤破壊は、住宅の被害の拡大要因と考えればその出力を入力として扱う事ができる。記憶には複数の被災事例を用いる。

3) 上述と同様な手順で他種の災害様相について

もを行い、記憶を完了したものを連関モデルに従って連結する。これによって連関を考慮した地震災害記憶モデルができると考えられる。

4) 用いる被災事例は、新潟地震、十勝沖地震、宮城県沖地震、日本海中部地震、千葉県東方沖地震として、全てを記憶させずに1被災事例を連想させるにおいてどの程度近似し得るかの検討に用いる。但し被災事例の記憶、連想は、今回は県単位で行うものとする。

参考文献

- 1) 堀田浩他：ニューラルネットワークによる都市の地震災害ポテンシャル手法の開発，土木学会第45回年次学術講演会講演概要集，土木学会，1990.9.
- 2) 合原一幸：ニューラルコンピュータ，東京電気大学出版局，1988.6.