

I-530 ニューラルネットワークを用いた震害推定システムの基礎的考察

両備システムズ 正員 難波 訓
鳥取大学工学部 正員 野田 茂

1. まえがき

首都圏のような大都市において地震が発生した場合、都市基盤施設の1つであるガス供給システムの震災程度を早急に知ることは、緊急時遮断判定や復旧活動などの際に重要である。このような立場から、文献1)ではファジィ推論を用いた被害推定法を提案している。本研究では、南関東地震(M7.7程度)を想定し、ニューラルネットワークの学習処理に基づき、震災時における都市基盤施設の被害を逐次的に総合評価するためのシナリオを考案し、基礎的考察を行うものである。

2. ニューラルネットワークを用いた震害推定システムの構成

ニューラルネットワークの学習データとしては、多数の実地震観測データを用いることが望ましい。しかし、大規模な地震はほとんど発生していないので、ここでは中規模程度の地震観測データを用いた。さらに、複数の情報の重要性を加味し、数値シミュレーションで得た結果を学習データとして用いた。本研究では、地震観測データが得られるたびに、学習データを更新していくことにした。

都市ガス供給施設は、ブロック化がなされ、供給管レベル(需要家)、低圧導管レベル(Lブロック)および中圧導管レベル(Kブロック)に大別できる。図1は、20のLブロックで構成されたK₁ブロックの例である。このようなブロック化により、被害を最小限に留めることが可能である。

ガス供給停止地域を最小限に抑えるためにも、震害推定システムを構築し、実用化に目途を立てていくことは重要である。そこで、本研究では、まず、各Lブロックの震害推定を行い、その結果を用いて、Kブロックの震害推定を試みる。なお、震害推定システムは、ニューラルネットワークの適用による情報処理を行う。

ニューラルネットワークの概念図は、図2と図3のようになる。図中、○はユニット、↑は結合の方向と重みを示す。

① Lブロック震害推定システム(図2)

入力層としては、地盤種別(軟質、中間、硬質)、Lブロック内の地盤別面積比率、地中S I値、S I値増幅率、マグニチュードと震源距離を考えた。出力層はLブロックの被害率からなる。ここでは2つの中間層を考えた。中間層1は各地盤の被害率を、また中間層2は地盤相互の影響を加味した被害率を算定するために設けた。

② Kブロック震害推定システム(図3)

入力層は、マグニチュード、各Lブロックの被害率と震源距離からなる。出力層においてはKブロック全域の被害率を判定する。中間層1は各Lブロックの被害率を、また中間層2は各Lブロックの相互影響を加味した被害率を反映するものである。

Kブロックごとに、Lブロックの構成状態は異なる。そのため、ニューラルネットワークのユニット構成はKブロックごとに行う。

本研究では、学習規則として、バックプロ

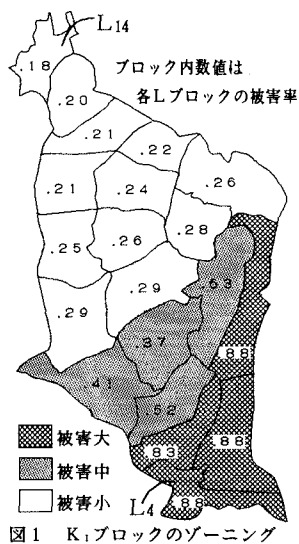
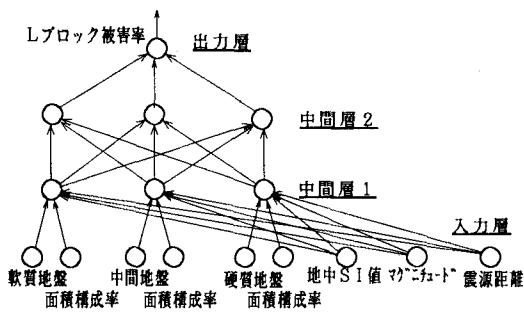
図1 K₁ブロックのゾーニング

図2 Lブロック震害推定ニューラルネットワーク

バグーションを用いた。バックプロパグーションでは、ネットワーク構成ユニットと結合から、出力と教師信号の誤差が生じていると見なし、それぞれの重みを調整し、最適計算を行う。詳細については文献2)を参照されたい。

3. 分析と考察

本研究では、まず、学習データを数値シミュレーションによって作成した。ニューラルネットワークの情報処理は、MacBrainVer3.0(Neurix社製)をMacintosh II ci(8MB+173HD, FastCache II ci)上で動作させて行った。

まず、ニューラルネットワークの学習の状況を調べるために、次のような検討を実施した。M7.7の南関東地震を想定し、学習の状態に応じて、ニューラルネットワークによる震害推定システムの出力(被害率)と数値シミュレーション結果の2乗誤差がどのように変化するかを確認した。

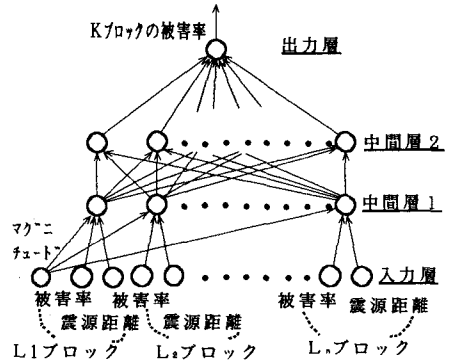


図3 Kブロック震害推定ニューラルネットワーク

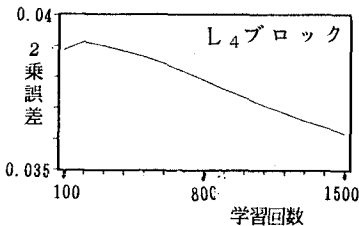


図4 L4ブロックの被害推定状況

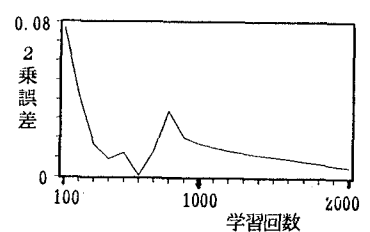
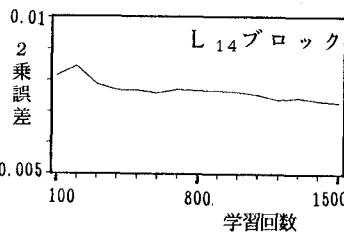


図5 K1ブロックの被害推定状況

図4は、対象地域の中でも、軟質地盤の多い臨海地区のL4ブロックと、軟質地盤を含まないL14ブロックの2乗誤差の推移を示したものである。図からわかるように、L4ブロックの2乗誤差は大きい。これは、L4ブロックの隣接ブロックの被害率が大きいため、その影響を受けて、L4ブロックの被害率を大きく見積もったものと推測される。L14ブロックの収束速度は遅い。L14ブロックと隣接しているブロックは、図1からわかるように、1つである。他ブロックの影響を受けにくいから、学習の進み具合が遅くなったものと考えられる。

図1には、全てのLブロックの被害率を示す。同図は被害率を3段階(大、中、小)に分離している。被害大のブロックは軟質地盤の多いブロックに見られる。想定地震はK1ブロックからほぼ南南東に位置している。震源に近いほど、被害率は大きくなっている。SI値の距離減衰が被害率に強く影響している。

図5には、K1ブロックの被害率における学習データの習熟度を示す。図から、2乗誤差は、学習回数に応じて、減少、増加さらに減少を繰り返し、収束していつている。本例の場合、K1ブロックの震害推定ニューラルネットワークは、少なくとも1000回の学習を行わなければならないことがわかる。想定した南関東地震に対して、K1ブロックの被害率は0.58程度となった。

4. あとがき

本研究では、ニューラルネットワークの情報処理を用いて、都市ガス供給施設の震害を推定するためのシナリオを考案した。今後は、各種データを整備し、さらに数値シミュレーションを充実させることにより、実用に供したいと考えている。

参考文献

- 1)磯山龍二・小川基樹・片山恒雄・山崎文雄・永田茂：ファジィ推論を用いたライフラインの地震時システム制御、第8回日本地震工学シンポジウム(1990)論文集、第2分冊、pp.2133-2138、1990年12月。
- 2)麻生英樹：ニューラルネットワーク情報処理、産業図書、1988年6月。