

ニューラルネットワークを用いた地震計最適配置手法の一提案

神戸大学工学部 高田至郎
 大阪ガス(株) 福家貞二
 神戸大学大学院○福井真二

1. はじめに

生活源の供給システムであるライフライン施設の広範囲にわたる地震被害は、施設が日常生活に密着していることから、地震発生後の緊急措置と早期復旧について事前の計画段階で十分に検討され、然るべき時の迅速な対応が切望される。近年の被害地震を例にとれば、1987年の千葉県東方沖地震では被災事業者の災害評価の甘さによる緊急対応の遅れが目立っており、これを円滑に行うために、行政への情報提供の依頼とライフライン事業者における地震計設置の必要性が説かれ、被害箇所の早期把握を課題として掲げている¹⁾。本研究では、ライフライン施設の中でも被害把握が困難とされるガス供給施設を対象に、被害を的確に把握しその後の円滑な復旧活動に役立てるために遠隔監視地震計の、経済効果をも含めた効率的な配置手法を提案する。

2. ニューラルネットワークによる地震計奇与率の算出

地震による地下埋設管の被害は、当該地点での地震動強度に影響を受ける。また、これ以外に埋設地点の地盤条件や管・継手の強度等、様々な要因によるところも大きく、被害程度と被害区域の予測は困難な作業である。ライフライン構造物は過去の地震により多くの被害を受け早期復旧の重要性が指摘されてきている。過去の被災データの蓄積によって、ライフライン事業者のエキスパートらは被害の状況を自己の経験と感から判断することが可能である。一方、ニューラルネットワークは被害に関する物理的因果関係は明らかではなく、推論過程—ここでは被害原因と被害程度の関連—はブラックボックスとなるが、信頼できるデータベースが揃っているならばエキスパートの代役としての機能（不確定要素を含めたライフライン被害予測の認識機能）を期待できる。本研究の目的は、被害発生が懸念される箇所、あるいは埋設管被害の波及影響を特に軽減すべき箇所を、エキスパートの感と経験の代わりにニューロによって総合判断し、適切な地点に地震計を設置して、その地点における正確な地震動強度情報を得て復旧計画に取り込むことで地震計設置の有効性を明らかにするところにある。本研究ではガス供給エリアを300m*400mにメッシュ分割し、その一つひとつのメッシュについて相対的な被害発生率をニューロで推定する。最も経済的な地震計設置間隔²⁾を半径とする円を、仮にその地震計の地震動把握可能な範囲として、円内に含まれるメッシュのニューロ推定値の総和を地震計奇与率と定義し、その値により地震計設置優先順位を決定してゆく。上記概念を図示したものが図-1である。

3. メッシュ重み推定ニューラルネットワーク

今回作成したニューラルネットワークは、入力層細胞数20、中間層細胞数40、出力層細胞数4の3層構造とし、入出力要因は表-1の通りである。入出力要因の揃っている宮城県沖地震・日本海中部地震・千葉県東方沖地震・中国唐山地震での被害から信頼できる590個

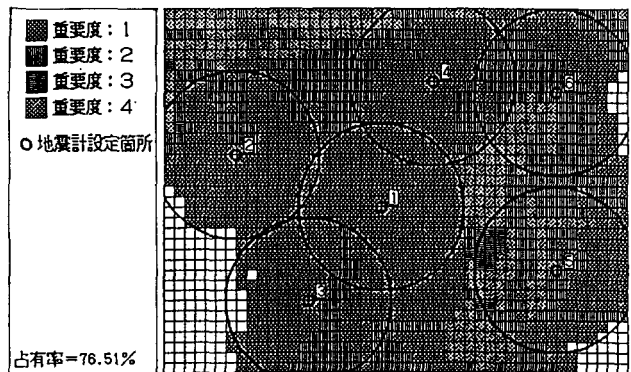


図-1 有効半径を8メッシュとする最適配置デモ

のデータを学習値として抽出し、10万回のバックプロパゲーションによって学習値と推定値の2乗平均誤差を0.3以内に収束させた。完成したニューラルネットワークによる入力項目別の相対的な推定値を図-2に示した。入力要因のうち震度、地質急変部、管・継手強度が比較的被害に影響していることが分かる。

表-1 入出力要因の定義

入 力	地盤種別			微地形			急変部		活断層		出 力	管被害			
	I	II	III	A	B	C	有	無	有	無		大	中	小	無
	管密度			管種・継手			震度								
	大	中	小	強	中	弱	IV	V	V	VI					

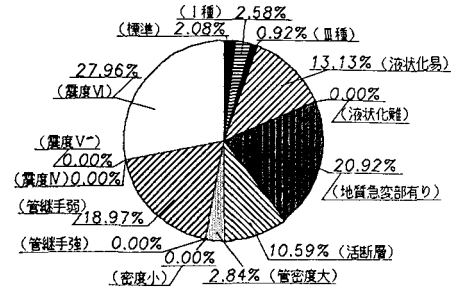


図-2 入力要因別推定傾向

4. 最適配置の例

図-3は大阪中央部の微地形分類状況を表しており、3.によるメッシュの重み（相対的予測被害程度）を図-4に示した。大阪湾周辺や淀川等の河川流域の液状化する可能性の高い地域の重みが大きな値となっていることがうかがわれる。また、東部の地質急変域でも同様の傾向がみられる。これをもとに、最適配置間隔を7kmに設定した場合の地震計の設置位置および設置順位は図-5に示すものとなった。

5. まとめ

ニューラルネットワークを用いた地震計最適配置の一手法を提案した。既に報告しているように、地震計設置点以外の地震動推定については補間関数法を用いることができる²⁾。補間法にあわせ、供給エリア全域におけるより正確な地震動を推定することが可能な地震計設置点を選定する手法とともに、経済効果を考慮した設置間隔の再考を以後の課題とする。

【微地形】

- 液状化しやすい ■
- 液状化の可能性 ■
- 液状化しにくい □

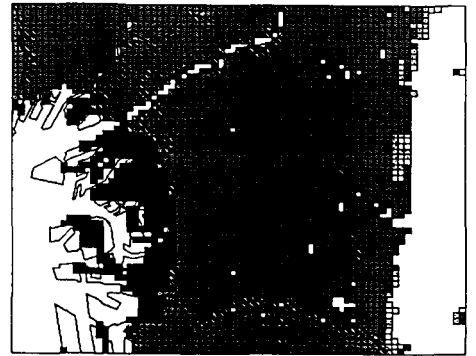


図-3 大阪中央部微地形分類図

【重み】

- 1.00 ■
- 1.00~0.50 ■
- 0.50~0.10 ■
- 0.10~0.05 ■
- 0.05~ ■
- 0.00 □

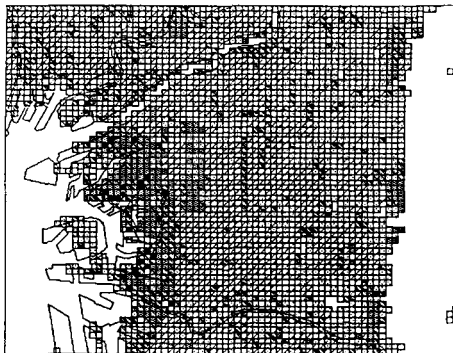


図-4 ニューロによる重み推定結果

- ① 岩崎
- ② 堺
- ③ 中野
- ④ 恩智
- ⑤ 大宮
- ⑥ 野崎

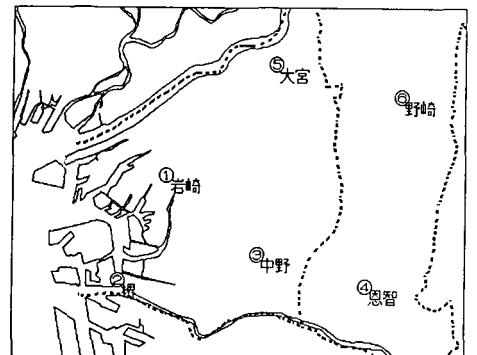


図-5 配置間隔7kmの地震計設置位置と優先順位

【参考文献】

- 1) 日本ガス協会関東中央部会：千葉県東方沖地震と都市ガス，pp.223-226，1988.6.
- 2) 高田至郎・高谷富也・福家貞二・福井真二：被害早期把握のための地震動強度の推定および遠隔監視地震計の配置について，第21回地震工学研究発表会講演概要集，pp.349-352，1991.7.