

## レーダ探査結果を用いたニューラルネットワークによる地中異物検出

神戸大学工学部 正会員 北村 泰寿  
神戸大学工学部 正会員 山本 和宏

三井造船 正会員 森島 弘吉  
協和設計 正会員 梅本 智弘

### 1. はじめに

道路路面下の空洞陥没による事故等を未然に防ぐために、地中レーダ探査を用いて陥没の原因である空洞の調査が行なわれている。地中レーダ探査は道路を非破壊で高速に調査できるが、調査画像から空洞の有無を判別するには熟練した技術が必要とされる。本報では、熟練した技術に替わるシステムの開発に向けて、空洞を含む異物検出にニューラルネットワークの適用を試みた結果を報告する。

### 2. レーダ探査の概要

図-1 に示すように、地中レーダの送信アンテナから地中に向けて電磁波を送信すると、地中の物体の電気的特性である誘電率に差がある場合にはその境界面で電磁波が反射し、受信アンテナにより反射波としてキャッチされる。誘電率の差が大きいほど強い反射波が得られる。空洞の場合は誘電率の差が大きく、非常に強い反射波としてキャッチされる。図-2 に調査画像の一例を示す。同図は中央付近に空洞がある画像であるが、空洞以外にアスファルト、金属などの混入、地盤の緩み等がある場合、調査画像には変化が現れる。本研究では、第一段階の研究として、空洞を含めた全ての異物を検出するシステムの開発を試みた。

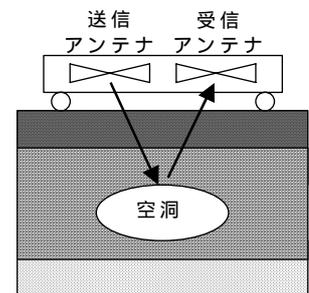


図-1 レーダ探査の原理

### 3. ニューラルネットワークの構築

レーダ探査によって得られた測定データから、水平幅 42 個(約 2m 幅)の一次元データを抽出する。図-3 に示すように、42 個のデータを入力値として、異物がある場合を 1、無い場合を 0 とする学習教師データを作成した。ニューラルネットワークの構造は、AIC 情報量基準<sup>1)</sup>よりユニット数 8 の中間層 1 層を有する 3 層構造とした。

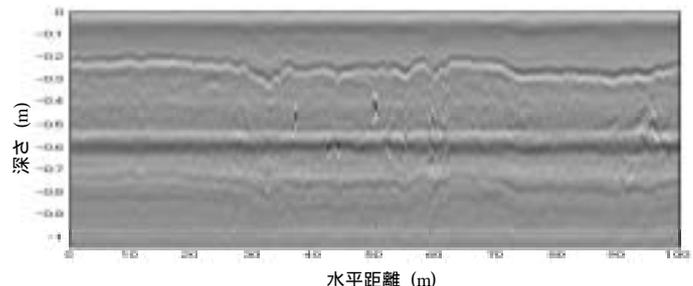


図-2 測定データの画像

また、図-4 に示すように、差分処理<sup>2)</sup>を施した二次元データを用いることを考える。差分処理は、各画素でその周囲との画素の値の差が大きいものを取り出して図形の輪郭線を得ようとするものである。差分処理後の値がしきい値以上ならば 1、それより小さければ 0 とする。しきい値処理後の画像は図-4(b)のようになる。黒い部分が 1、白い部分が 0 を表している。図-4(b)の画像から一層分だけを取り出す処理を施し、図-4(c)のネッ

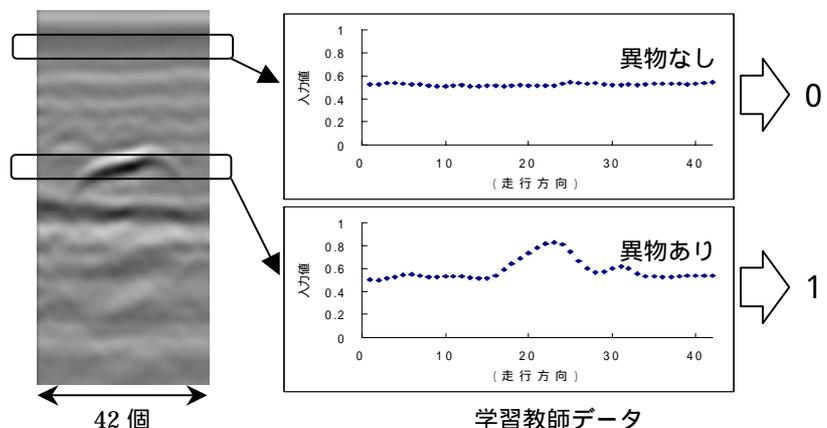


図-3 一次元データによる学習教師データの作成

キーワード 地中レーダ探査, ニューラルネットワーク, 画像処理

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学工学部建設学科 TEL 078-803-6024

トワークの学習データとした。教師データは、学習データの中で異物を含んでいるものは1,含んでいないものは0とした。また、ニューラルネットワークの中間層、

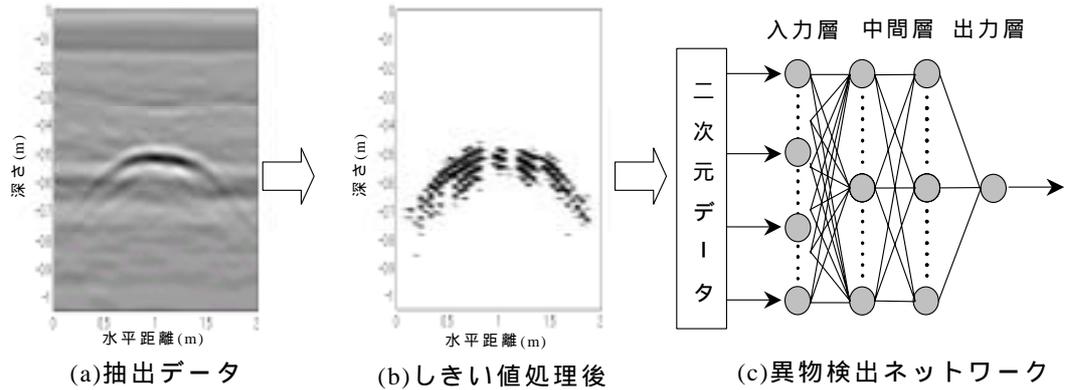
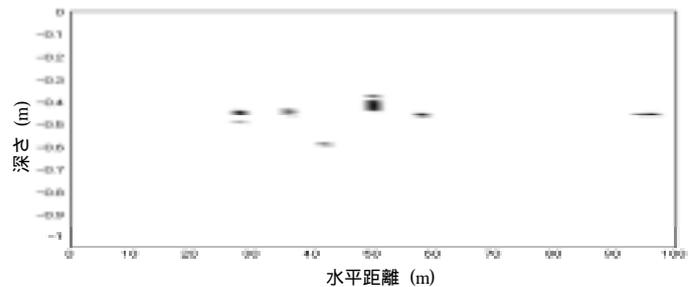


図-4 二次元データによる学習教師データの作成

ユニット数はAIC情報量基準を用いて決定し、中間層3層、ユニット数6のネットワークとした。

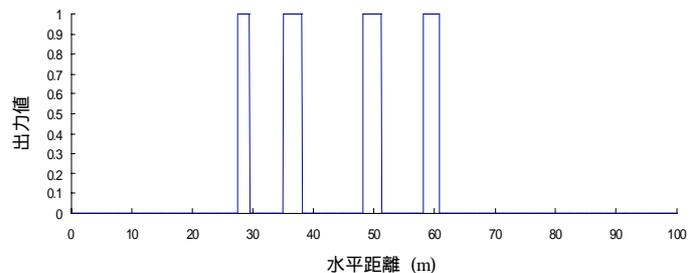
#### 4. 測定データによる異物検出

図-2の測定データを水平方向に42個の幅で抽出し、構築したニューラルネットワークにテストデータとして入力する。ニューラルネットワークの出力値が0.5以上ならば、異物ありと判断して出力値を1, 出力値が0.5未満ならば、異物なしと判断して出力値を0とする。一次元データによる方法では、抽出するデータを水平方向に2mずつ移動させながら検出する。この方法では、異物が無い箇所においても異物ありと判定することが多かった。このため、深さ方向の異物ありの出力値個数に判断基準を設定し、基準個数以下であれば異物なしと判断させた。その結果、図-5(a)に示す検出結果を得た。



(a) 一次元データによる検出

一方、二次元データを用いる場合には、抽出するデータの始点と終点を1つずつ移動させて検出する方法を用いた。その結果を図-5(b)に示す。両者の検出結果は、ほぼ同じ箇所に異物の存在を示していることから、異物を判別できていることが分かる。なお、図-5は異物の特徴が割合はっきりしているデータに対する検出結果である。



(b) 二次元データによる検出

図-5 ニューラルネットワークによる検出結果

#### 5. まとめ

本研究では、地中レーダ探査によって得られたデータから、ニューラルネットワークを用いて異物部分を検出することを試みた。その結果、一次元データによる方法では、異物の無い箇所を異物ありと判定することがあった。これに対して、二次元データによる方法では、差分処理を用いることで、より正確に異物部分を判別できることが分かった。しかし、後者の方法は前処理に時間が掛かるため、リアルタイムで検出作業を行うことができない。

#### 参考文献

- 1) 計測自動制御学会編：ニューロ・ファジィ・AIハンドブック，オーム社，1994。
- 2) 鳥脇純一郎：パターン認識と画像処理，朝倉書店，1992。