

論文内容要旨 (和文)

平成13年度入学 大学院博士後期課程 地球共生圏科学専攻 共生圏発達科学講座
氏名 渡辺 雄二

論文題目

応用地質学的パターン認識に関する基礎的研究

——ニューラルネットワークを用いたアプローチ——

トンネル施工において、岩盤の評価は極めて重要な作業の一つであり、支保パターン決定のため切羽観察を行って切羽評価点を求めることが日常の必須業務となっている。評価点を求める手法はいくつかあるが、一般に、客観的かつ定量的に求める手法の一つである Rock Mass Rating 法に基づいた日本道路公団方式が用いられている。これは、まず、切羽観察項目として圧縮強度、風化変質、割目間隔、割目状態、湧水量、劣化の6項目に分解し、これらを5区分前後の評価区分に分割し、そしてこれらの持ち点と調整点をあらかじめ設定しておく。次に、切羽観察時、各観察項目がどの評価区分に属するかを決定するのであり、これにより切羽評価点が求まるという仕組みである。そして、この切羽評価点を元に支保パターンを選定している。この時、あらかじめ設定されている評価区分の持ち点と調整点は、専門技術者の経験的智にそぐわないことがある等の問題がある。

このような背景から、技術者の経験的データを元に切羽評価点を求める仕組みを提案する。この仕組みは、日本道路公団方式と同様の仕組みで行うが、6項目の切羽観察項目に対して、切羽観察時、評価点を何点にすべきかを技術者が経験に基づいてあらかじめ決定しておく。そして、これをコンピュータに学習させることができれば、いつでも技術者の経験的データを取り出すことが可能となる。このようなパターン認識問題の解法は様々であるが、経験的データを人工的にコンピュータ上に再現するという観点から、脳の情報処理モデルであるニューラルネットワーク技術を用いることとした。この技術には、統計処理では比較的困難となる非線形関係を扱うことができるという特徴がある。本研究では、このトンネル切羽評価問題のように、応用地質の専門技術者が持つ判断機能は客観化されにくく改良が必要となるため、経験的データでの試行が可能となる仕組みを提案した。

パターン認識には、一般にバックプロパゲーション法が利用される (Rumelhart ら, 1986)。バックプロパゲーション法は、文字認識をはじめとする様々のパターン認識問題に適用・研究されてきたが、現在ではその有効性とともローカルミニマムにおちいり易いなどの欠点も明らかにされてきている (馬場ら, 1994)。

今回、バックプロパゲーション法の欠点に対する解決策を探すために、パーセプトロンまでさかのぼって検討した。パーセプトロンは、1950年代の後半に、パターン認識を行う機械として Rosenblatt (1962) によって提案された。一躍脚光を浴びたが、1969年に Minsky と Papert (1993) は、パーセプトロンは基本的には線形分離のできる学習機械であるが、これが不可能なケースもあり、場合によっては中間層のニューロン数が膨大になることや収束速度が遅すぎることを数学的に証明した。これは、一般に「パーセプトロンの限界説」として知られている。この結果、パーセプトロン研究への関心が急速に薄れていった。しかし、これは教師あり学習機能を有する基本モデルとして、現在もニューラルネットワーク研究の原点に位置するモデルと考えられる。そこで、パーセプトロンの構成要素であるネットワークモデルや学習アルゴリズムを工夫して線形分離が可能となれば、バックプロパゲーション法の欠点を別の見地から解決できる可能性がある。本研究では、このような観点からパーセプトロンの改良を試みた。

ニューラルネットワークを二値論理回路に限定し、まず、線形分離不可能問題の典型である排他的論理和問題を検討した。この結果、学習アルゴリズムを工夫すればこの線形分離が可能となることを見出した。この新たな改良手法は、二点分離法と名付けた。そして、現状の教師データを全て学習することができ、未知データに対して0.753という比較的高い相関係数を得ることができた。これは、バックプロパゲーション法と比較しても遜色がなく、しかもローカルミニマムに陥るなどの欠点を解決した。このため、トンネル施工の技術者にとっては、バックプロパゲーション法を用いて試行錯誤で解を求めるよりも、簡便で使い易いシステムとなるであろう。そして、何よりも、これまではパーセプトロンの延長線上で線形分離を完全に可能とするアルゴリズムがなかったわけであり、これは確かな成果である。これにより、技術者が評価したい数値を教師データとして入力すれば、切羽評価点の試行が可能となり、そして支保パターン選定の試行も可能となる見通しが得られ、技術者の経験的データで評価する仕組みの一つを提案できたと考えられる。

本研究では、このように、応用地質学的パターン認識問題に対して、ニューラルネットワークを用いた解法を提案した。

論文内容要旨 (英文)

平成13年度入学 大学院博士後期課程 地球共生圏科学専攻 共生圏発達科学講座
氏名 渡辺 雄二 (印)

論文題目

Fundamental study on pattern recognition for engineering geology
-- Approach using neural networks --

Up to now, tunnel cutting face evaluations have been inconsistent with empirical knowledge. Nonetheless, utilizing subjective views as well as empirical data is effective from an engineering viewpoint, so we studied mechanisms for making tunnel cutting face evaluations and selecting the pattern of tunnel support using professional engineers' empirical data. We decided to utilize neural network technology by artificially reproducing empirical data on computers since tunnel cutting face evaluation problems are simply pattern recognition problems. Using this technology, the back-propagation method is commonly used for pattern recognition. However, this method has some disadvantages, such as falling into a local minimum.

In this study, we traced back to the perceptron, which no longer attracts attention, and found that the disadvantages of the back-propagation method can be solved by modifying it. This new modified method, the two-point separation method, enables learning all teacher data and obtains a relatively high coefficient of correlation (i.e., 0.753) for unknown data. This method is superior to the back-propagation method as it resolves the problems of the latter (e.g., falling into a local minimum). For this reason, this method will become simpler and more convenient for an expert in tunnel construction to use in seeking a solution than the back-propagation method of trial and error. Above all, this is an important result since no algorithm has enabled complete linear separation based on the extension of the perceptron. Thus, engineers can now evaluate cutting faces themselves, provided that values to be evaluated are input as teacher data. We have thus proposed a mechanism that enables successful evaluation based on professional engineers' empirical data.

This paper proposes a method to solve the pattern recognition problem for engineering geology using neural networks.

学位論文の審査及び最終試験の結果の要旨

平成19年2月21日

大学院理工学研究科長 殿

課程博士論文審査委員会

主 査 山野井 徹

副 査 齋藤 和男

副 査 河村 新蔵

副 査 北嶋 龍雄



学位論文の審査及び最終試験の結果を下記のとおり報告します。

記

1. 論文申請者

専攻名 地球共生圏科学専攻

氏 名 渡辺 雄二

学生番号 01522111

2. 論文題目 (英文の場合は, その和訳を併記すること。)

応用地質学的パターン認識に関する基礎的研究
—ニューラルネットワークを用いたアプローチ—

3. 学位論文公聴会

開催日 平成19年2月9日

場 所 山形大学理学部 S-401教室

4. 審査年月日

論文審査 平成19年1月24日 ~ 平成19年2月 9日

最終試験 平成19年2月 9日 ~ 平成19年2月20日

5. 学位論文の審査及び最終試験の結果 (「合格」・「不合格」で記入すること。)

(1) 学位論文審査 合格

(2) 最終試験 合格

6. 学位論文の審査結果の要旨 (1,200字程度)

別紙のとおり

7. 最終試験の結果の要旨

別紙のとおり

専攻名	地球共生圏科学専攻	氏名	渡辺雄二
学位論文審査結果の要旨			
<p>土木工学や応用地質において、地質・地盤の特性を定量的に把握することは困難な現状にある。すなわち、現場の諸事象を客観的に観察し、それらを総合的に判断して評価することは、専門技術者の経験的知識とは乖離が生ずるという事例も現れている。そのため、この問題を情報技術の課題としてとりあげ、専門技術者の知識を抽出し、これを元に判断・認識を行うエキスパートシステム的な方向の研究を目ざした。こうした基礎的な研究で、とくにその核となる部分は、ニューラルネットワーク技術の応用である。この利用法を考える過程で従来の問題を解決する新たな改良手法を見出した。この手法をトンネル建設に適用し、冒頭にあげた評価方法の問題の解決に寄与すべく検討を重ねた。</p> <p>トンネル施工時に切羽評価点を求める過程において、評価の手法が専門技術者の経験的知識とそぐわないこともあるが、経験的データを利用することも設計・施工には有効である。そのため、この研究ではまずは専門技術者が経験的データを元に切羽評価を行っていく仕組みを分析した。切羽の評価は、本質的には岩盤強度を評価・判断することであるが、これは切り羽のパターン認識として扱うことができる。また、データの入出力関係が明確になっているので、これに情報技術を適用し、その有効性を高める手法を検討した。</p> <p>パターン認識におけるニューラルネットワーク技術の中で、一般にバックプロパゲーション法が用いられている。しかし、これにはローカルミニマムに陥り易いなどの欠点がある。一つ前のモデルであるパーセプトロンは、「パーセプトロンの限界説」以降、注目されることが少なくなったが、これはニューラルネットワーク技術の原点に位置する基本モデルである。したがって、基本モデルの問題点を解決できれば、これを手がかりに、別の角度からバックプロパゲーション法の欠点が解決されよう。その道を探った結果、「二点分離法」と名付けた新たな改良手法を見出すことができた。この手法では、現状の教師データを全て学習することができ、未知データに対して0.753という比較的高い相関係数を得ることができた。これは、バックプロパゲーション法と比較しても遜色がなく、しかもローカルミニマムに陥るなどの欠点を解決するものである。</p> <p>以上、この研究で得られた新手法は、トンネル施工の専門技術者にとっては、バックプロパゲーション法を用いて、試行錯誤で解を求めるよりも、簡便で使い易いシステムとなるであろう。さらに、この研究により、従来のパーセプトロンの延長線上で線形分離を完全に可能とするアルゴリズムが導かれたことは評価に値する。さらに今後、専門技術者が評価したい数値を教師データとして入力すれば、切羽評価の試行が可能になるという道を開いた。こうした成果は博士の学位論文として十分に値するものであり、合格と判定した。</p>			
最終試験結果の要旨			
<p>公聴会と既公表論文をもって最終試験とした。公聴会では学位論文の内容の適切な表現と的確な応答がなされた。また、既公表論文もあり、斬新な学術成果が記述されていた。よって最終試験は合格と判定した。</p>			