

ボアホールテレビデータの画像処理による 岩盤節理系の自動計測法

不動建設 正員 ○ 中岡紀朝
福井大学 正員 福井卓雄

1 はじめに

本報文では、ボアホールテレビカメラにより撮影されたボアホール孔壁のフルカラーデジタル画像を用いて、岩盤中の節理系を自動的に計測するための手法について、著者らがこれまでに得た研究結果について報告する。

ボアホールテレビによる岩盤表面のデジタル画像は岩盤調査において種々の方面で活用されてきている [1]。しかしながら、得られた画像から必要なデータを取り出す方法としては、現在のところマン・マシンシステムを介する方法が主であり、実際には人手に頼っているのが現状である。豊富に得られる画像データを十分に生かすためには、これらの画像から欲しいデータを効率良く取り出すことが必要であり、計測の自動化が期待される。

著者らはこれまで、ボアホールテレビ画像を知的情報処理手法により解析して、岩盤表面に存在する割れ目・節理・地層変化などを判別する試みを行ってきた [2]。今回、これまでの方法で判別された節理について、その地質学的な基本パラメータ（傾斜、走向、位置）を遺伝的アルゴリズム（GA）を利用して求めることを試みた。これらの手法を連続して用いれば、ボアホールテレビ画像を用いた岩盤内の節理系の自動計測が可能となる。

2 画像処理による岩盤節理の計測手法

計測は二段階に分かれる。まず第一段階では、画像の中から節理と判断される画素を選択的に分別する。この過程では、ニューラルネットワークによる画素特性の判別を主として用い、さらに通常の画像処理手法を援用した。この処理により節理分布を表す2値画像を得る。第二段階においては、2値画像から節理のパターンを読みとってパラメータを同定する。パラメータ付のパターンマッチングを行なうことになるが、この処理には遺伝的アルゴリズムを利用した。以下に各段階の画像処理方法の概略を述べる。

2.1 ニューラルネットワークによる節理の探索

この段階では、画像の中に含まれる節理を写した画素をそれ以外のものが写っている画素から識別することが必要である。一般に、節理はその色・形態・大きさ（幅）が多様であり、対象とする岩盤によって大きく異なる。したがって、単純な画像処理的手法ではその判別は困難である。一方で、熟練した技術者であれば、画像から節理を読みとることは容易である。そこで、節理の判別には学習付のニューラルネットワークを用いることとして、ある岩盤に属するサンプルの画像から人間の目で節理を読みとり、教師データを作成し、その教師データを用いて学習させたニューラルネットワークを用いて、残りのデータを解析することにした。サンプルデータとしてはその岩盤の代表的な部分の数十 cm 程度の画像で十分である。

解析に用いたネットワークモデルは、もっとも良く普及していると考えられる、バックプロパゲーション学習則による3層のネットワークである。入力としては、判別対象とする画素を中心とする 3×3 あるいは 5×5 の画素データを用いた。これは、単一の画素データだけではデータ量が少ないので、節理の持つ幾何学的な特性をも判別の要素にとり入れようとしたものである。また、出力は、節理だけでなく、割れ目・母岩の種類なども同時に判別するようにした。他の要素を判別させることにより、判別の条件が厳しくなり、学習に多少の時間がかかるものの、判別精度をあげることができるからである。

2.2 遺伝的アルゴリズムによる節理パターンの同定

この段階の処理では節理を示す2値画像から節理のパターンを読みとってパラメータを同定する。ボアホールの径が小さく、節理面が平面と仮定できるならば、ボアホール壁面と節理面との交線はちょうど一周期の $\sin$ 関数となる。節理の位置は振幅の中心として、傾斜は振幅として、走向は位相のずれとして展開画像の上に現れる。したがって、中立軸の位置、振幅、位相をパラメータとして $\sin$ 関数のパターンを2値画像の中に見つけることができれば、必要なパラメータを算出することができる。ここではパターンマッチングに遺伝的アルゴリズムを利用した。探索したパターンは、 Y を中立軸の位置、 A を振幅、 C を位相のずれとして、 $y = A \sin\left(\frac{2\pi}{n}(x - C)\right) + Y$ である。ここに、 n は周方向の画素数であり、 x, y は周方向および軸方向の画素の位置である。解析結果の例を図1に示す。

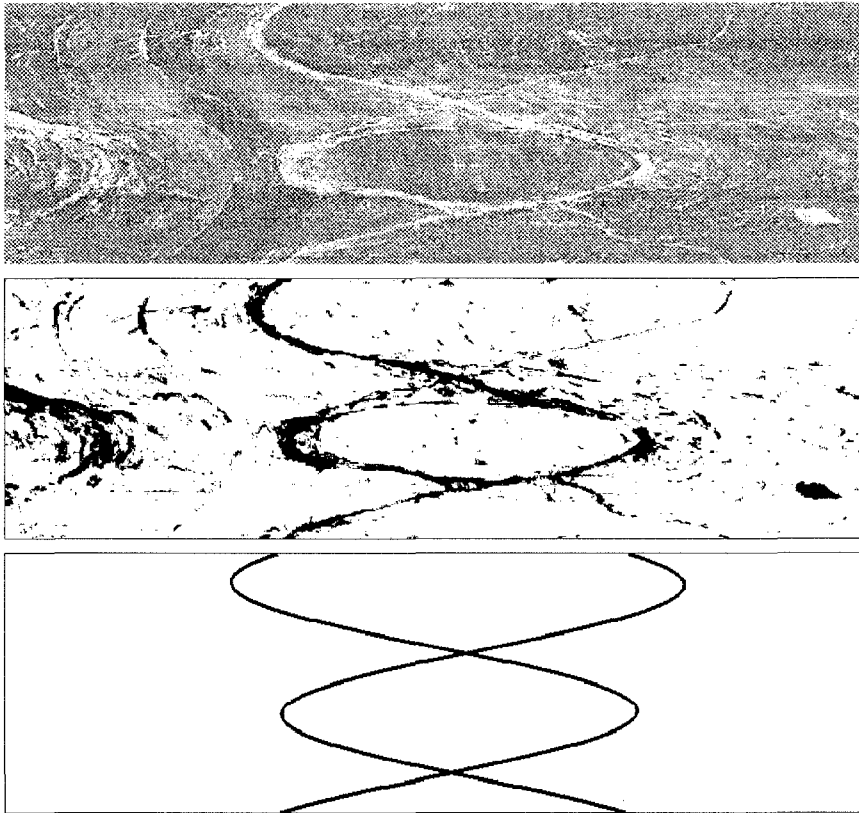


図-1 節理計測の手順：ボアホールテレビデータの一部分について節理計測の手順を示す。上図は原画像、中図はニューラルネットワークによる節理の判別画像、下図は遺伝的アルゴリズムによる節理の同定結果である。

謝辞 本研究を遂行するにあたり、研究用の画像と技術資料の提供に快く応じて下さいました、応用地質株式会社および株式会社レアックスに謝意を表します。

参考文献

- [1] 亀和田俊一、岡野吾一：孔壁展開画像記録解析装置（BIP システム）とその応用、土木学会誌、Vol. 78, No. 2, pp. 10-12, 1993.
- [2] 福井卓雄、中岡紀朝：画像処理を用いた岩盤節理の抽出、第 26 回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集、pp. 346-350, 1995.