

知的情報処理による岩盤中節理とそのパラメータの自動抽出法

福井大学大学院 学生員 ○ 中岡紀朝
福井大学工学部 正 員 福井卓雄

1 はじめに

近年では、デジタル画像を用いて画像処理を行い岩盤などの調査に使用することは、ごく普通となっている。しかしながら画像全体を俯瞰し、そこから必要なデータを抽出する、という作業は人間の能力の得意とする分野ではあるが、処理すべき情報が多すぎる場合には人間の通常的能力を超えてしまう。

そこで、我々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 [1]、岩盤中の節理を機械的に抽出した。この際我々は、ニューラルネットワークを用いて画像を処理し、岩盤表面に存在する割れ目の探索に応用して節理を機械的に抽出することに成功している [2]。

本研究では、上記の方法で得られた節理を表す画像を用いてその節理のパラメータ（傾斜、走向、位置）を遺伝的アルゴリズム（以下 GA と書く）を利用し機械的に求めることを試みた。

2 遺伝的アルゴリズム

2.1 遺伝的アルゴリズムとは

GA とは、計算機内に遺伝子を持つ仮想的な生物を設定し、あらかじめ定めた環境に適応している個体が、子孫を残す確率が高くなるよう世代交代シミュレーションを実行し、遺伝子および生物集団を進化させ、最適値探索問題における実用解を得るものである [3]。ここでは、画像のパターンマッチングに応用する。

2.2 遺伝的アルゴリズムを利用したパターンマッチング

抽出対象の 2 値モデル図形として、2 次元平面上に 256 個の点列から成る次式を与えた。

$$y = A \sin\left(\frac{\pi}{128}(x - C)\right) + Y \quad \begin{array}{ll} A: \text{振幅} & Y: \text{縦方向のずれ} \\ C: \text{周期} & 0 \leq x \leq 255 \end{array} \quad (1)$$

抽出対象となる画像として、画像のサイズが 256×512 、画素の背景が白、節理が黒の 2 値画像を用いた。(1) 式をこの 2 値画像に重ねて、 A, C, Y の値をランダムに変えていくことによって世代交代シミュレーションを繰り返す。(1) 式で表されるビットマップ図形と画像との論理積をとったとき、真となる座標点の個数を n とすると、モデルと画像のマッチング率は $R = \frac{n}{256}$ で定義できる。この R を最大にする A, C, Y の値を求める問題をここでの 2 値図形の位置検出問題とする。すなわち、 A, C, Y を求めることによってそれぞれ節理の傾斜、走向、位置が求まるというわけである。

GA により解析するためには、各個体の遺伝子型を設定しなければならない。ここでの個体とは、2.2 における 2 次元平面上の各座標である。各個体 $I_k (k = 1, 2, \dots)$ は $G_k = (A_k, C_k, Y_k)$ の遺伝子型をもつとする。遺伝子型 G_k を計算機内では ($A_k: 8bits, C_k: 8bits, Y_k: 9bits$) の合計 25 ビットの長さをもつビット列で表す。

3 解析結果

3.1 図の検討

図 1 に示すものは、原画像を濃淡出力したものである。また、左図と右図はボアホール孔壁の別の場所であり、図-2 の左図と右図にそれぞれ対応している。また、図-1、図-2 において、図の縦がボアホール孔壁の円周で 18cm あり、図の横が深さ方向で、左図が深さ 74.8m から 25.6cm、右図が深さ 75.0m から 25.6cm ある。孔壁内の方角については、縦方向で図の中央が北、中央より上が東、中央より下が西、上端下端が南となっている。

図-2に節理の判定結果及びGAにより得られた値を重ねて出力した結果を示す。結果を見れば、図-2の両方とも節理面をよくとらえているのがわかる。さらに、図-2の右図では、GAによる結果が節理面とぴたりと一致しているのが良くわかる。図-2の左図においては、節理面が欠けているにもかかわらず、GAによる結果は良好だと思われる。

3.2 各パラメータについての検討

A, C, Yは、1画素ずれるとそれぞれ $57.296^\circ \times \arctan(\frac{40.744}{1660.046 + A(A+1)})$, 1.406° , $0.5mm$ の誤差が生ずる。

得られた結果は、図-2の左図において、 $A = 91$, $C = 21$, $Y = 379$ であった。すなわちこの節理は地上から $74.9m$ に位置し、傾斜は北西方向に 65.9° 、走向は北から東に 29.5° に走っている。図-2の右図においては、 $A = 72$, $C = 11$, $Y = 134$ であった。すなわちこの節理は地上から $75.1m$ に位置し、傾斜は北西方向に 60.5° 、走向は北から東に 15.5° に走っている。

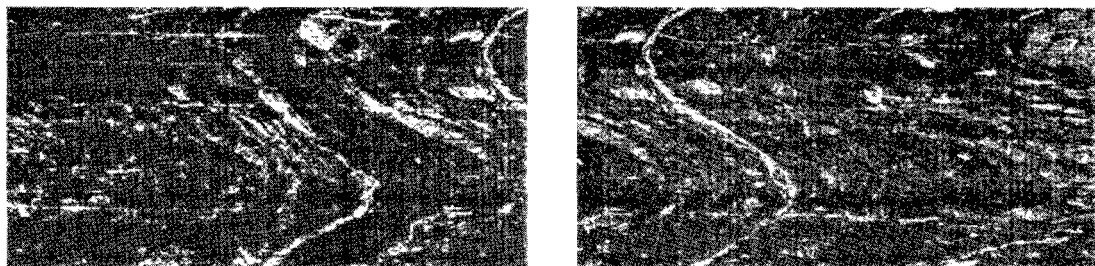


図 1 原画像の濃淡出力

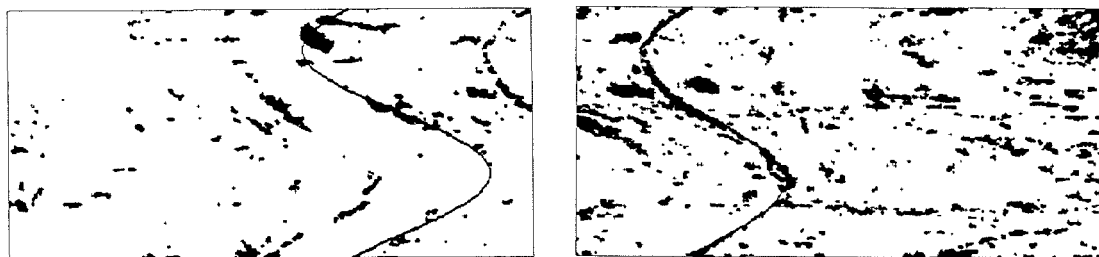


図-2 画像処理の結果

4 おわりに

本研究では、岩盤表面の画像から岩盤を調査することを試みた。従来の画像処理だけでなくニューラルネットワークやGAによる画像のパターンマッチングが成功したことにより、ニューラルネットワークによる節理の抽出、そして、その画像における節理のパラメータの抽出という一連の作業を機械的に実行することが可能になった。今後は、この手法をさらに発展させることによって、人力によっては処理しきれない大量のデータを経済的に処理し、岩盤調査を今以上に効率よく行えることが可能となると期待できる。

謝辞

本研究を遂行するに当たり、研究用の画像と技術資料の提供に快く応じてくださいました、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、樋口澄志：ポアホール画像とその応用、資源素材学会 '92 秋季大会予稿、1992。
- [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。
- [3] たとえば、安居院猛、長尾智晴：ジェネティックアルゴリズム、昭晃堂、1993。