

遺伝的アルゴリズムによるクレーター抽出の研究

3L-7

山中秀太 本田理恵

難波康雄

高知大学大学院理学研究科

山陽新聞

1 はじめに

近年、火星や月など惑星や衛星の研究が盛んに行われている。その研究において重要とされているのが、惑星表面上に無数に見られるクレーターである。クレーターには大小様々なものがあり、これを調査することによって大きさや頻度分布からその地形が形成された年代が、形状からは地殻の固さや水の存在などが推測できる。

本研究では、与えられた惑星表面の2値画像画像からクレーター地形を抽出するにあたり、遺伝的アルゴリズムを用いた。遺伝的アルゴリズムは自然界における生物進化にヒントを得た、探索法、最適化法の一つである。しかし、与えられた惑星表面画像においてクレーターの数は1個とは限らず、複数存在する場合もある。本稿では、このことを考慮にいたうえてクレーター地形を抽出する実験について報告する。

2 遺伝的アルゴリズムの応用と各設定

遺伝的アルゴリズムは、世代を構成している集合の中で環境への適応度が高い個体が残残り、交叉や突然変異を起こしながら次世代を形成していくという過程に基づいて構成される。ここで、惑星画像からのクレーター抽出に遺伝的アルゴリズムを適用するにあたり、数学的に記述する必要がある。まず、抽出モデルとして

2次元平面上の円の点列を P とすると $P = \{p_1(x_1, y_1), p_2(x_2, y_2), \dots, p_n(x_n, y_n)\}$ となる。ただし、各点 $P_i (i=1, 2, \dots, n)$ の座標は円の中心を原点とする相対座標で表す。ここで、背景が黒、物体が白の2値画像が与えられたとする。この2値画像にモデル円を重ねた場合の白い点の個数を n_b とすると、そのときのマッチング率 R は $R = n_b / n$ と定義できる。このように、画像上にモデル円を様々な位置、大きさで重ね合わせてマッチング率を求め、ある決められた値を越える R を与えるときのモデル円を求める問題が、ここでの抽出問題であると定義する。次に、各個体の遺伝子型を設定する。各個体の遺伝子型を $G_k (k=1, 2, \dots)$ とすると、 $G_k = (x_k, y_k, m_k)$ と表すことができる。ここで、 x_k, y_k はモデル図形の中心座標、 m_k は半径のパラメータである。また、 G_k は0、1のビット列で表すこととする。

次に交叉と選択の方法について述べる。本実験では交叉法に2点交叉を用いた。又、本実験に用いた選択法は以下の通りである。まず生物集団中の個体群を適応度の大きい順に並び替える。その後下位40%の個体を淘汰して消滅させ、上位40%の個体からランダムにペアをつくって交叉を行い新しい個体を生成する。この個体を淘汰された個体の代わりに集団に代入する。

本研究でクレーターを抽出する際、与えられた惑星表面画像には複数のクレーターが存在している場合が多い。その場合、いかにして多くのクレーターを抽出するかが課題となる。各個体の環境への適応度として、先程のマッチン

Detection of Craters by Genetic Algorithm

Shuuta Ymanaka Rie Honda Yasuo Nanba

Dept. of Information Science, Faculty of Science, Kochi University

2-5-1 Akebono-cho Kochi 780-8520 Japan

グ率 R を用いることができるが、図形が僅かにずれただけで R は大きく変化してしまう。そこで画像をぼかす処理、つまり、画像中の白い点を L 段階にぼかす処理を行う。しかし、この処理によってクレーターを抽出しやすくなるが、偽対応の数も増えてしまう場合がでてくる。偽対応とは抽出したものの中でクレーターでないものをいう。この偽対応は、クレーターのリムや画像中のノイズに小さなモデル円が重なった場合などに発生しやすい。その対策として以下の方法を用いる。まず、遺伝子により半径の大きさが決められモデル円の大きさが決まる。このモデル円のマッチング率を $f_1 = f(x_k, y_k, m_k)$ とし、先程のモデル円の T 倍の半径をもつ円のマッチング率を $f_2 = f(x_k, y_k, Tm_k)$ とし、 $f_0 = f_1 - f_2$ で表す。これによって f_1 、 f_2 の値が大きくなっても f_0 の値は低くなるが、最適な T を見つけることが重要となってくる。又、複数解を求めるためにアルゴリズムに以下の修正を行う。

- ①世代交代において同一個体は1つにまとめる。
- ②処理終了後、求まった解を画像上から削除し同じ過程を繰り返す。

3 実験結果

個体総数 100、世代交代数 150、淘汰率 0.6、突然変異率 0.20 として、閾値や T の値を様々に変化させて実験を行った。その結果、閾値は 50~60、 T は $2/3$ 程度が最も良い結果が得られた。以下に原画像と結果の画像を示す。

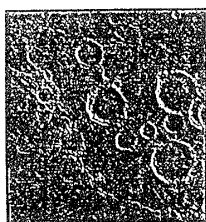


図1 原画像

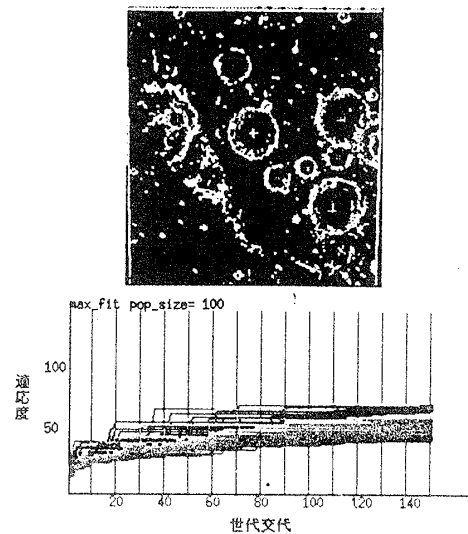


図2 閾値 55、 $T = 2/3$ による試行回数 10 回の検出結果と適応度の推移

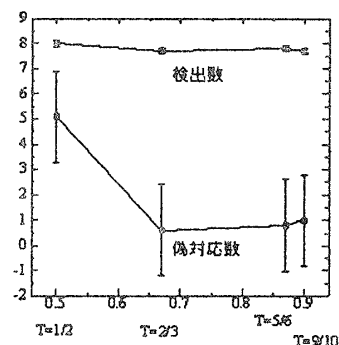


図4 T の値による検出、偽対応の変化(試行回数 10、正しい解の個数 8 個)

今後の課題は、他の画像やサイズの大きな (1000×1000pixel 以上) 画像に対して今回のパラメータが有効であることを確かめ、更なる精度の向上をめざすことである。また、偽対応の対策として他の方法も検討する余地があると思われる。

参考文献

- [1] 安居院猛 長尾智晴, "ジェネティクアルゴリズム" (昭晃堂) 1993
- [2] 長尾智晴 安居院猛 長橋宏 共著 "遺伝的手法を用いた 2 値化図形のパターンマッチング", 電子情報通信学会論文誌(D-II)J76-D-II No.3 pp.557-565(1993-03)