

CS-133 遺伝的アルゴリズムを適用したDTMのフラクタル補間における効用と限界について

東京理科大学 正会員 大林 成行、小島 尚人

東京理科大学 学生員 熊谷樹一郎、野上 浩典、寺山 充生

1. はじめに：約25年以上前に考案されたDTMの利用分野は益々多岐にわたってきており、建設分野では土地利用計画の意思決定支援や斜面災害の危険性評価、景観の評価などに広く利用されてきている。

一般に、既存のDTMからグリット間隔の細かいDTMを作成するには補間処理が用いられている。補間処理の中でも、広く利用されている線形補間法には簡便で計算速度が早いといった利点があるが、起伏の激しい地形において補間精度が低下するといった欠点もあることが指摘されていた。このような問題に対して、近年ではフラクタルの概念に基づいた補間方法（フラクタル補間）が考案されている^{1)・2)}。フラクタル補間は地形の自己相似性に着目した補間法であり、線形補間法では表現することができない複雑な地形を保存しながら補間できるといった特徴を持つ。しかし、フラクタル補間の処理過程では各補間地点において様々な補間値候補の中から最適値を決定する必要がある、領域全体では比較・検討の対象となる補間値の組み合わせが膨大な数となる。フラクタル補間の実用化に向けてこの補間値の組み合わせ問題が残されている。

一方、1970年代半ばに確立された遺伝的アルゴリズムは生物進化の原理に着想を得たアルゴリズムであり、多数の解の候補から最適解を効率的に探索できるという特徴が知られている。そこで、本研究ではフラクタル補間の補間値組み合わせ問題に遺伝的アルゴリズムを適用し、その効用と限界を明らかにした。

2. 研究の内容：本研究は次の5つのステップから成る。

（1）遺伝的アルゴリズムを適用したDTMのフラクタル補間の提案：既往の研究事例よりフラクタル補間の利点と問題点を整理し、本研究における遺伝的アルゴリズムの導入の意義を取りまとめた上で、遺伝的アルゴリズムを適用したDTMのフラクタル補間を提案した。その適用概念を図-1に示す。①まず、線形補間法により初期補間値を作成する。②次に、個体として表される複数の補間値の組み合わせ候補を発生させる。③適応度関数であるフラクタル次元のRMS誤差が最も小さい補間値の組み合わせを選択する。④この補間値を基として、さらに複数の補間値の組み合わせ候補を発生させるといった処理を繰り返す。以上より補間後のDTMにおけるフラクタル次元を補間前におけるDTMのフラクタル次元へ近づけ、地形の特徴を維持させようとする点が本提案手法の特徴である。フラクタル次元の算出法としては、反復計算による処理時間の増加を考慮し、様々な手法から簡便なボックス近似法を採用した。

（2）事前検討項目の整理：補間処理に対して遺伝的アルゴリズムを適用するために、個体数および反復処理の回数を表す世代数といった遺伝的アルゴリズム一般に用いられるパラメータに加えて、補間値の不変確率、補間値の増減値を新たに定義・設定した。ここで、補間値の不変確率とは、選択された補間値を基に複数の個体を発生させる際に、補間値の組み合わせの中で値が変化しない補間値の発生確率を調整するパラメータであり、補間値の増減値は、補間値の変化する大きさを制御するパラメータである。以上2つのパラメータは補間値の変化速度と補間精度そのものに大きな影響を及ぼすと推測されることから、補間値の不変確率を75%、50%、25%の3ケース、補間値の増減値を±1、±2、±3の3ケースを選定し、合計9ケースの検討ケースを設定した。なお、補間対象のDTMは、間引き処理後のものとし、遺伝的アル

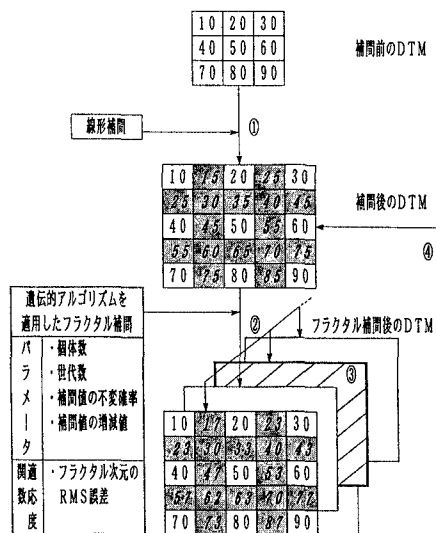


図-1 遺伝的アルゴリズム適用の概念

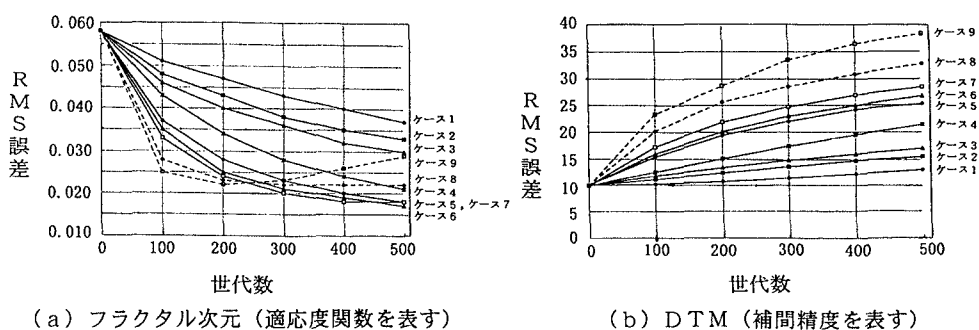


図-2 世代数に伴うRMS誤差の変化状況

ゴリズムを適用した補間処理結果と間引き処理前のオリジナルD T Mとを比較するといった検討を加えた。

(3) 遺伝的アルゴリズムを適用したD T Mの補間方法の検証：遺伝的アルゴリズムを適用した新たなフラクタル補間を検討する前段階として、前述の適応度関数にオリジナルのD T Mと補間後のD T MとのRMS誤差を組み込んだD T Mの復元処理を検討した。その結果、D T MのRMS誤差は世代数の増加にともなって減少しており、線形補間のみの結果と比べて高い復元精度が得られることが確認されている。したがって、本研究でのD T Mの補間処理に対する遺伝的アルゴリズム適用方法そのものの有効性が示されたことになる。

(4) 遺伝的アルゴリズムを適用したD T Mのフラクタル補間の結果：ここでは、適応度関数として用いた補間前後でのフラクタル次元のRMS誤差と、補間精度を表すオリジナルのD T MとのRMS誤差を求めた。結果を図-2に示す。パラメータの組み合わせに関わらず、いずれの検討ケースの場合にもフラクタル次元のRMS誤差は世代数の増加にともない減少しており、本提案手法が正しく機能していることが示されている。その一方で、D T MのRMS誤差は全ての検討ケースで世代数の増加とともに大きくなり、補間精度が悪化する結果となった。補間後のD T Mのフラクタル次元が補間前のD T Mのフラクタル次元に近づく方向で補間値が選択されているにも関わらず、全体としての補間精度は低下していることから、補間値の組み合わせの選択基準を求める適応度関数として採用したフラクタル次元の信頼性に問題があることが示唆された。

(5) 遺伝的アルゴリズム適用上の効用と限界：遺伝的アルゴリズムを新たに適用することによって、フラクタル補間における膨大な数の補間値の候補の中から適応度関数に基づいた補間値を効率的に選択することが可能であることが示された。その一方で、フラクタル次元の物理的な意味解釈については現在も研究段階にあり、適応度関数として採用する上での信頼性を議論する必要があることが示された。また、複数のパラメータの組み合わせ決定問題については、処理精度や処理時間の問題も含めて、入念な検討が必要となる。

3. まとめ：本研究で得られた成果は次の3点である。

- ① 既往の研究よりフラクタル補間における利点と問題点をとりまとめ、フラクタル補間の補間値組み合わせ問題に遺伝的アルゴリズムを新たに適用する本研究の意義を明確にした。
- ② 遺伝的アルゴリズムを適用したD T Mのフラクタル補間アルゴリズムを提案した上で、その特徴を示し、D T Mの復元処理の結果からD T Mの補間処理に対する遺伝的アルゴリズムそのものの有効性を示した。
- ③ 遺伝的アルゴリズムにおけるパラメータの組み合わせにより検討ケースを設定し、その違いが結果に及ぼす影響を分析するとともに、フラクタル補間に対する遺伝的アルゴリズム適用上の効用と限界を整理した。

今後の課題としては、補間精度の向上を目指して、D T Mの補間処理に対する最適なフラクタル次元の計算手法を検討することが必要である。また、補間精度および補間値の変化速度が最適となるパラメータの組み合わせを容易に設定するために、パラメータの自動決定問題に関するアルゴリズムの検討を考えている。

【参考文献】1) 横矢直和、山本和彦、舟久保登：フラクタルによる3次元自然形状の解析とその地形モデル作成への応用、電子情報通信学会誌D、Vol. J70-D, No. 12, pp. 2605～pp. 2614、1987年12月

2) 向井幸男：D T M内挿方法の研究、日本リモートセンシング学会第8回学術講演会論文集、pp. 9～pp. 12、1988年12月