

フラクタルモデルと進化的計算を用いた風景データの自動生成

三村 泰世[†] 干川 尚人[†] 西辻 崇^{††} 白木 厚司^{†††} 伊藤 智義^{†††}

小山工業高等専門学校[†] 東京都立大学^{††} 千葉大学^{†††}

1 はじめに

映像やゲーム作品には背景画があり、場面や世界観を伝える重要な役割を担っている。背景画は場面に合わせて制作する必要がある。例えば 30 分のテレビアニメでは数百枚もの背景画が使用されている。それらは 1 枚 1 枚手作業で描かれており、制作には高度なスキルに加えて多大な時間と労力が必要であるため、制作現場では背景制作の人材不足が深刻化している。この課題解決アプローチとして 3DCG による背景制作手法があり、1 度 3D オブジェクトを作成すれば様々なアングルの背景画を容易に作成できる利点がある。しかし、3D オブジェクトの制作には高度なスキルが要求され、またその時間コストも大きい。そこで本研究ではこの課題を解決するため、フラクタルモデルに基づく 3D オブジェクトの生成と進化的計算を組み合わせ、背景画を自動生成するシステムを提案する。

2 関連技術

背景画を作成する研究は、実写画像を加工する方法、ニューラルネットワークを用いた方法など多種多様なアプローチで行われている [1][2]。それらのほとんどが 2 次元の画像を出力するため、3DCG ソフトウェアで扱いにくいという問題がある。

3DCG では多数のプロシージャル技術が活用されている [3]。その 1 つにフラクタル手法が挙げられる。山岳や河川、海岸線などの自然地形の造形はフラクタルを用いて近似可能であるため、自然の風景を表現する背景画の制作に使用されている。そして、フラクタル手法を用いた背景を 3 次元で作成できるソフトウェアも開発されている。SIZIMA soft の Beanstalk [4] は 3 次元フラクタルを生成する手法を用いて 3DCG で使用可能なデータを作成でき、2 次元画像や 3 次元の点群データとして出力できる。しかし、フラクタル

を生成するためのパラメータが膨大であるため、作成したい背景イメージに合う生成パラメータの発見が非常に困難な点が課題である。

3 提案手法および実験方法

本研究では Beanstalk の生成パラメータを進化的計算で最適化する手法を提案する。提案システムの概要図を図 1 に示す。システムは、フラクタルモデル、遺伝的アルゴリズム、適応度計算のモジュールから構成される。

3.1 フラクタルモデル

背景に使用するデータの生成には 3 次元フラクタル生成ソフトウェア Beanstalk を使用する。提案システムでは Beanstalk で生成した 3 次元フラクタルを画像として出力し、それを適応度計算に用いる。

3.2 遺伝的アルゴリズム

フラクタルモデルの生成パラメータの最適化に進化的計算を用いる。フラクタルモデルの入力として必要となるのは実数値であるため、進化的計算の中でも特に実数値遺伝的アルゴリズム (RCGA) を用いる。RCGA の最適化には適応度を指標とするが、これは適応度計算モジュールで計算された値を使用する。

3.3 適応度計算

RCGA で使用する適応度を計算する。ユーザがイメージする背景に類似している状態を適応している状態とし、ユーザが入力した目的画像とフラクタルモデルで出力した画像とを類似度比較して算出した値を適応度として出力する。なお、類似するほど適応度が最小値 0 に近づくように設計する。

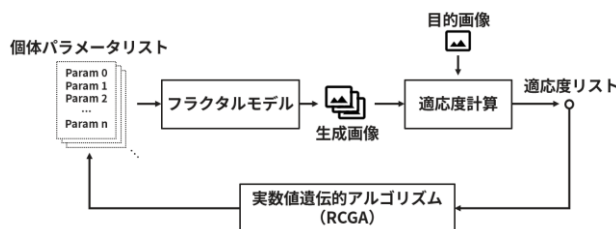


図 1 提案システム

Automatic generation of landscape data using fractal models and evolutionary computation

[†]Taisei Mimura, [†]Naoto Hoshikawa,

^{††}Takashi Nishitsuji,

^{†††}Atsushi Shiraki and ^{†††}Tomoyoshi Ito

[†]National Institute of Technology (KOSEN), Oyama College

^{††}Tokyo Metropolitan University

^{†††}Chiba University

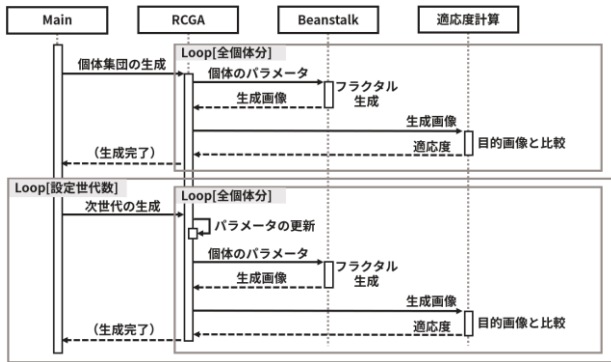


図2 処理シーケンス

3.4 実装

遺伝的アルゴリズムには世代交叉モデル JGG (Just Generation Gap)と多親交叉 REX (Real-Coded Ensemble Crossover)を、適応度計算の類似度算出には OpenCV の AKAZE 特徴量を用いた。実装したプログラムの処理の流れを図2に示す。

3.5 実験方法

提案手法によって、生成されるフラクタル画像が目的画像に近づく動きをすることを調べる。遺伝的アルゴリズムで探索するパラメータは、フラクタルを撮影するカメラ位置(x, y, z)の3つに限定する。目的画像はフラクタルモデルで事前に生成したものを使用する。

4 実験結果および考察

世代による適応度平均の変化を図3に示す。グラフの横軸を世代、縦軸を適応度とした。なお、適応度は0に近いほど目的の画像に類似していることを示している。また、目的画像、0世代の生成画像、50世代の生成画像を図4に示す。

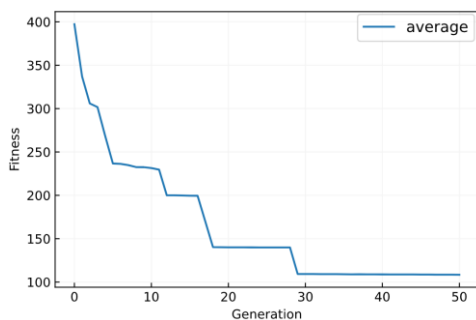
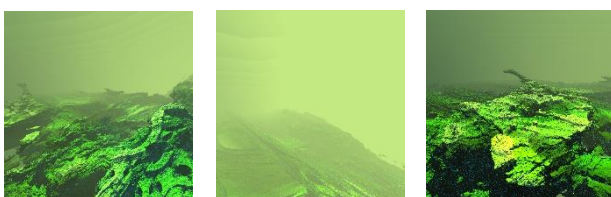


図3 世代による適応度平均の変化



(a) 目的画像 (b) 0世代 (c) 50世代

図4 フラクタル画像

実装した進化的計算によって生成画像が目的画像に次第に適応する動きが見られたため、問題の解決に期待できる結果であった。しかし、50世代での生成画像と目的画像とを目視で比較すると、それらの類似性は低いため、進化的計算による最適化が不十分である。この主な原因として、適応度計算の性能が低いことが考えられる。適応度の計算に用いた AKAZE は局所的な特徴量であるため、全体的な類似性は見えていない。コンピュータで行う類似度比較を人間の思考に近づけるためには、部分ごとの類似性だけでなく画像全体の構図から類似性を判断する等、複数の指標を用いて比較する必要がある。今後は人が類似していると認識できる程度の結果が得られること、探索対象のパラメータ増加の対応を目標に進化的計算、適応度計算のアルゴリズムの改良が必要である。

5 結論

本稿では、フラクタルモデルの生成パラメータを進化的計算で最適化する手法の提案を行い、風景データの自動生成を行った。今後は実用性を高める機能改善を進めていく。

謝辞

本研究は矢崎財団 (Yazaki Memorial Foundation for Science and Technology) の支援を受けた。また、プログラムの作成には中山弘敬氏よりご提供いただいた Beanstalk のソースコードを利用している。

参考文献

- [1] 山口周悟, 古澤知英, 福里司, 森島繁生, “実写画像に基づく特定画風を反映したアニメ背景画像への自動変換”, 研究報告グラフィクスとCAD (CG), Vol. 2015-CG-158, No. 14, pp. 1-6 (2015).
- [2] Taesung Park, Ming-Yu Liu, Ting-Chun Wang, Jun-Yan Zhu, “Semantic Image Synthesis with Spatially-Adaptive Normalization”, CVPR 2019, pp. 2337-2346, (2019).
- [3] 宮田一乗, “ゲームとエンタテインメント技術 (第2回) ゲームとCG ～プロシージャル技術～”, 映像情報メディア学会誌, Vol. 63, No. 8, pp. 1107-1112 (2009).
- [4] SIZIMA soft, “Beanstalk”, <https://sizima.com/beanstalk/jp/>