

繁殖シミュレーションに基づく草原生成

中島 和哉、赤木 康宏、北嶋 克寛

東京農工大学

1. 背景, 目的

現在 CG 技術の発達によりリアルな景観生成が追及されてきた。草原生成に関しても同様であるが、環境に左右されるべき草の大きさや配置などは、リアリティの追及はあまりされておらず、実際に CG で見られる草原は同じ大きさで同じ形状の草がただ並べられていることが多い。実際の草原には数種類の草が存在しており、その環境に応じた草の大きさや、草の好む場所などが存在する。また、草の種類によっては群れるものと群れないものなどもあり、それらを表現することが草原の更なるリアリティにつながるものである。

本研究では、繁殖シミュレーションと統計学を用いることで草の持つ特徴を考慮した草原の自動生成を目的とする。

2. 繁殖シミュレーション

繁殖シミュレーションとは、ある生物の繁殖過程をパターン化し、そのパターンの繰り返し後にどのような結果に帰結するかをシミュレーションするものである。草の場合、周囲の状態や環境条件により自身の行動パターンが決まる。そして、繁殖を繰り返していくことで実際の草原と似た形状の群落完成する。(図 1) 途中過程では生存、死滅、繁殖といった行動をとるため、環境に応じてそれらの起こりうる確率(維持率, 繁殖率)などのパラメータを持たせる。

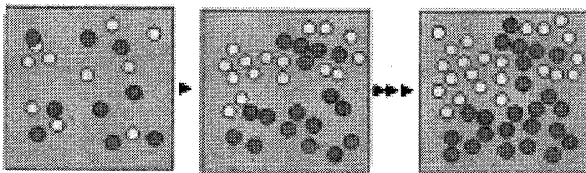


図 1. 繁殖シミュレーションによる群落生成

3. 統計学に基づく草原解析と自動生成

草の特徴を統計処理によって分析し、相関関係を関係式化することで、草の特徴を考慮した草原の自動生成を行う。

例えば、ある草原の 1 つの種類草の身長が高い場合、他の種類の身長も総じて高い傾向にある。また、ある種の草の群落が繁栄している場合、共に繁栄している種と逆に反映しない種が存在する。このように、あるパラメータに対して、相関関係、逆相関関係があるため、あるパラメータを固定することで、他のパラメータが統計処理によって自動的に決定する仕組みを作る。統計分析は一般化線形モデルという確率論的モデルを用いる。一般化線形モデルとは正規分布を含んだ分布族にデータを対応させ、非線形のデータを線形モデル化させる分析手法である。

$$X1 = A2 \cdot X2 + A3 \cdot X3 + \dots + \beta$$

式 1. 一般化線形モデル

一般化線形モデルによって統計分析を行うことで式 1 のような関係式が作られる。X1 はあるパラメータを示し、X2, X3... はその他のパラメータ群を示す。各パラメータに重みベクトル A2, A3... をかけ、定数項 β を加えることで X1 とその他のパラメータとの線形モデルの式が完成する。例えば各パラメータが正の場合、重みベクトル A2 が正の値とすると X1 と X2 は相関関係にあり、A3 が負の値とすると X1 と X3 は逆相関関係にあると言える。また、植物の分析に頻繁に用いられる正規分布(式 2)、ガンマ分布(式 3)、ポアソン分布(式 4)の 3 種類の確率分布の中から観測データに最も近いものを選択する。

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left\{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right\}$$

σ : Standard deviation

式 1. 正規分布

$$f(x, \alpha) = \frac{1}{\Gamma(\lambda)} \alpha^\lambda x^{\lambda-1} e^{-\alpha x} \quad \lambda > 0$$

Γ : Gamma function

式 2. ガンマ分布

Generating Grassy Plain Model Based on Simulation of Propagation

Kazuya NAKASHIMA, Yasuhiro AKAGI and Katsuhiko KITAJIMA

(Tokyo university of agriculture and technology)

$$f(x) = e^{-\lambda} \frac{\lambda^x}{x!} \quad \lambda \geq 0$$

式3. ポアソン分布

4. 実行結果と考察

今回はある草原の1年間を通じた定点写真からデータを収集し、統計分析を行い、分析結果と、その式を用いて作成された草原の描画結果を示す。対象の草はその草原で主に見られる4種類の草(type1-type4)とする。

	H1	h2	H3	h4	t
h1	-	-	1.02	-	21.99
h2	0.14	-	-	0.67	-0.78
h3	0.23	-	-	0.82	-6.40
h4	-	0.64	0.36	-	0.73

表1. 身長相互関係

表1は各種の身長の相互関係(重みベクトルの値)について分析した結果である。ある草の身長が高ければ高いほど、他の種類も総じて高くなる関係にあることがわかる。

	k1	k2	K3	k4	t
k1	-	-	-	-	1.00
k2	-	-	-0.12	-	0.11
k3	-	-1.49	-	-0.58	0.70
k4	-	-	-0.82	-	0.72

表2. 維持率の相互関係

表2は各種の維持率の相互関係について分析した結果である。type1は他の種類に関わらず維持し、type2, type4はtype3と逆相関関係にあるため、type2, type4が維持する群落にはtype3は維持しない環境であることがわかる。

次に、分析して得られた関係式を用いて、草原の特徴を考慮した草原の自動生成を行う。図2は統計処理を行った地域の草原の写真である。



図2. 草原の写真

ある1種類の草のパラメータを草原のデータと一致するよう固定し、他のパラメータを関係式によって決定する。自動的に決定したパラメータによって完成した草原の結果が図3である。

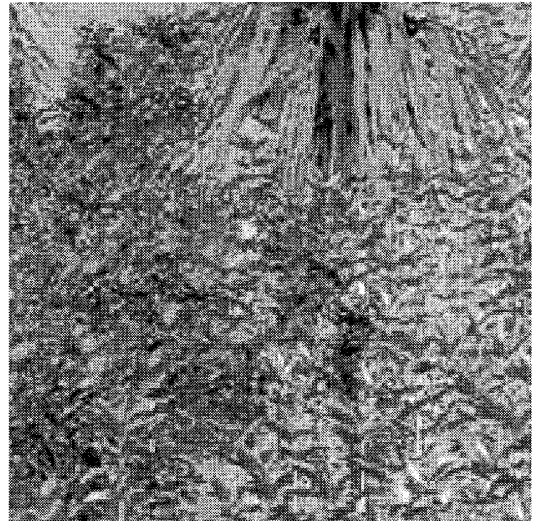


図3. 図2の草原の自動生成結果

図2と図3の各種の群落の被度、身長、維持率などの草原のデータを比較したところ、非常に近い草原であるという結果が得られた。以上から本物らしい草原の自動生成をすることができた。

5. 今後の課題

今回は、群落の特徴を考慮した草原の自動生成ができたが、草モデルの特徴を考慮していないという問題がある。身長だけでなく、群落の規模に応じた葉の枚数や茎の本数、枯れ具合といった周囲の状況に応じて自動生成できるシステムなどが必要と考えられる。

参考文献

- [1] 赤木 康宏, 北嶋 克寛: 統計的手法に基づく種の特徴を保持する樹木形状の生成手法に関する研究 電子情報通信学会論文誌 89(5):1019-1035
- [2] 根本 正之: 草地における侵入雑草の生育型戦術の解明と雑草害診断に関する研究 日本雑草学会Vol. 43, No. 3(1998)1030