

スケッチ L-System: ストロークによるフラクタル形状生成インターフェース

Sketching L-System: interface for designing fractal structures by drawing axis

井尻 敬 五十嵐 健夫*

Summary. Fractal structures are common tools for performing visual effects and designing natural creatures such as trees, flowers and so on. In this paper, we present a new interface for designing structures generated by L-System from controlling parameters during the generation process. We introduce a specialized branch in rewriting rules whose branching direction is controlled by user-drawn stroke. The user can control an overall structure and a depth of recursion by drawing only single stroke. Our technique makes it possible to control the generation of L-System and improve the power of expression of L-System.

1 はじめに

フラクタル形状は、雷のような視覚効果や植物のモデリング、アートなどに利用される一般的なツールとなっている。Lomas は、誘電破壊モデル (Dielectric breakdown model) を利用し、そのフィールド値を変化させることにより作られる様々な形状を、アート作品として発表した [2]。Prusinkiewicz と Lindenmayer は、L-System という置き換え規則と初期条件からなるモデルにより、植物の 3D モデリングを行うシステムを発表した [3]。しかしこれらは、まず必要な全てのパラメータをセットしてからフラクタルの生成を行うものであるため、作られる形状を想像し難く、結果の形状にデザイナの意図を織り込みにくいものであった。

近年、このような背景の下、L-System による形状の生成後にそのパラメータを編集できるシステム [5] や、L-System の再帰的なパラメータの編集に特化したシステム [1] が発表されている。本研究では、生成するフラクタル形状にデザイナの意図を織り込めるよう、フラクタルの生成過程・生成後にインタラクティブに形状を編集できる新しいインターフェースを提案する。具体的には、ひとつの枝が複数の枝に分岐する L-System の生成規則において、特別な枝を導入し、その枝の分岐方向をユーザがストロークにより入力するものである。このとき、他の枝は、通常の L-System 同様に、生成規則に沿って分岐していく。図 1 が提案システムと、それでモデリングしたフラクタル形状の例であり、単純な制御点操作とストロークを描画することで、様々な L-System 形状が生成できる。

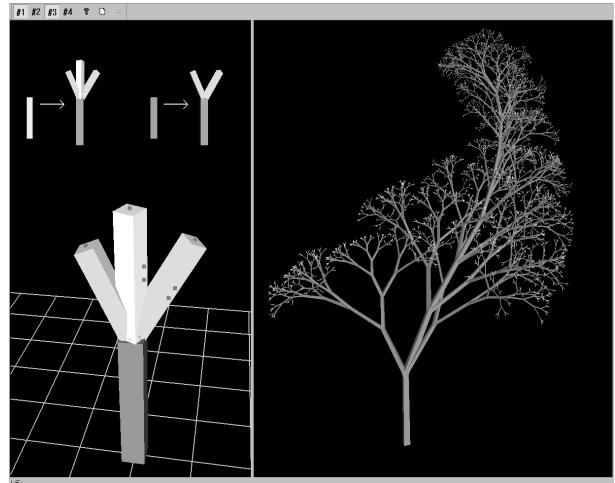


図 1. システム概観: 左のウインドウで L-System のパラメータを操作し、右のウインドウにストロークを描くことで、L-System の構造を生成する。

2 L-System

L-system とはフラクタルの一種であり、A. Lindenmayer によって導入された、生物の細胞分化の様子をモデルするものである [4]。L-System は、開始記号に相当する axiom と枝の置き換えを表す生成規則からなり、単純なルールで図 2 のような図形が表現できる。

3 パラメータ編集インターフェース

図 3 にパラメータ編集用の GUI を示す。図 3i 中央に表示されているのがハンドルで、ユーザはこの制御点を操作することで、各枝の、分岐方向、分岐方向を軸にした回転角、太さ比、長さ比のパラメータを編集できる。ここで、長さ比と太さ比とは、親の枝に対する比の意味である。また、図 3i の枝 a は、後にストロークによりコントロールされる特殊な枝で、この枝の分岐方向はハンドルからは制御できない。

図 3i の上に表示されているのが、ハンドルに対

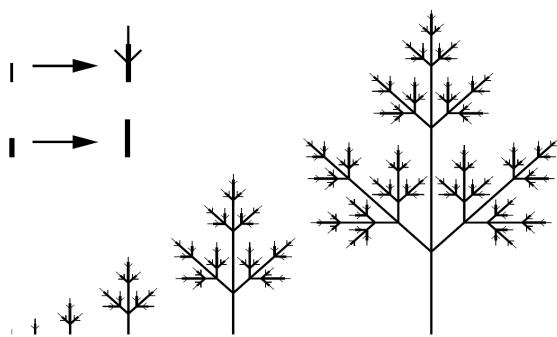


図 2. L-System の例: 生成規則(左上)を再帰的に適用していくことで、フラクタル图形を得られる。

応した生成規則である。この例では、ユーザのストローク(a)は、これ以上成長しない枝(b)、成長する枝(c)、次のストローク(a)の3種4本に置き換えられ、さらに、成長する枝(c)は、これ以上成長しない枝(b)、成長する枝(c)の2種3本に置き換えられることを表現している。

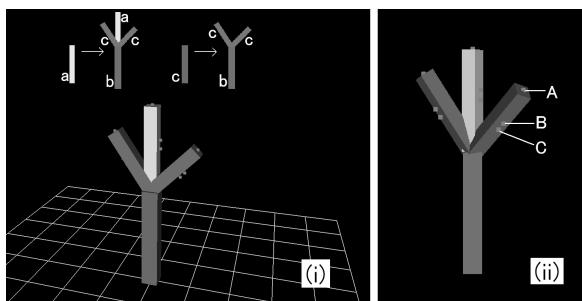


図 3. 生成規則(i上)とパラメータ編集用のハンドル(i下)。(ii)において各制御点は、Aが枝の分岐方向と長さ比、Bが分岐方向を軸とした回転角、Cが太さ比に対応している。

4 L-System 形状生成インターフェース

システム右側(図1)が、実際にL-Systemを生成するウインドウである。ユーザはここにL-Systemの中心の軸を表すストロークを引き、フラクタル構造を描く。ただし、L-Systemの枝は長さを持つ離散的なものであるため、ユーザのストロークをそのまま利用することはできない。そこで、システム側はストロークが決められた長さになるまで待ち、十分な長さに達したところで図3iにある生成規則を適用する。また、これを入力されるストロークに対して繰り返すことで、全体のフラクタル構造が生成できる。

このフレームワークは、大まかな形状を描くとともに、フラクタルの再帰回数の制御も可能にする。つまり、ユーザは、ストロークを短く描けば少ない分岐、長く描けば多くの分岐を持ったフラクタルができる。図4に、ストロークによる生成の例を示す。

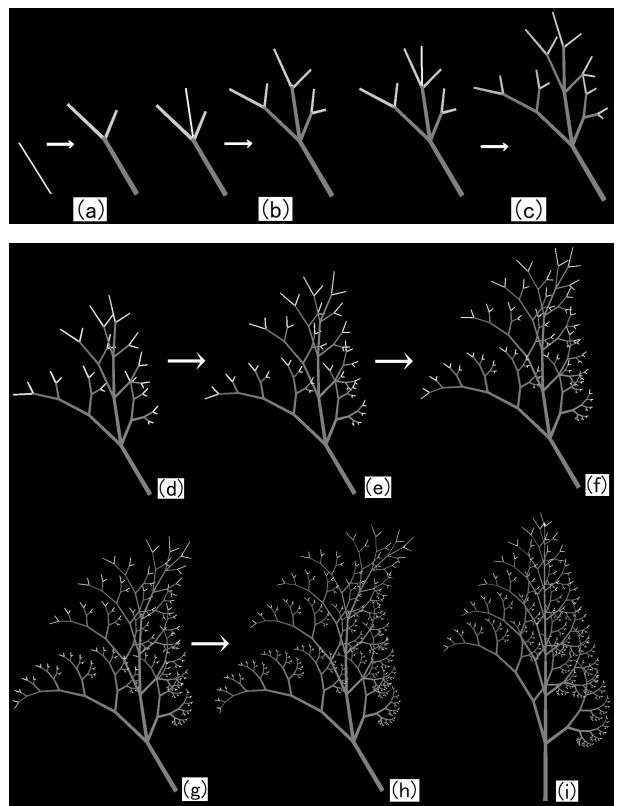


図 4. ストロークによる L-System の生成。ストロークが特定の長さに達すると生成規則が適用される (abc)。ストロークが長くなるにつれ再帰回数が上がる (defgh)。(i) は直線を描いた例。

5 考察

本研究の応用分野としては、視覚効果デザイン、教育、娯楽などがあげられるが、我々は特にアートとしての応用に注目している。フラクタルを利用したアートはよく知られるが、その生成過程にインタラクションができるものは少なく、本研究の提案手法は斬新かつ興味深いものだと考えている。

参考文献

- [1] F. Boudon, : "Interactive Design of Bonsai Tree Models", Proc. of Eurographics 2003, 591-599.
- [2] A. Lomas, : "Aggregation: Complexity Out of Simplicity", Technical Sketch, ACM SIGGRAPH 2005.
- [3] P. Prusinkiewicz and A. Lindenmayer, : "The Algorithmic Beauty of Plants", Springer-Verlag, New York, 1990.
- [4] P. Prusinkiewicz, et al.: "L-systems: from the theory to visual models of plants", Proc. of the 2nd CSIRO Symposium on Computational Challenges in Life Sciences . CSIRO Publishing, 1996.
- [5] P. Prusinkiewicz, et al.: "The Use of Positional Information in the Modeling of Plants", Proc. of SIGGRAPH 2001, pp.289-330.