

# 3次元ジェスチャを用いた樹木モデルの形状生成システム

村上礼繁 大西克彦 櫻井智史 北村喜文 岸野文郎  
大阪大学大学院情報科学研究科

## 1. はじめに

複雑な自然物のモデルを利用した仮想自然環境を一般利用者でも手軽に構築することができるようになってきており、その中でも複雑な形状を持つ樹木モデルを容易に生成する手法の確立が求められている。

これまで樹木モデルの形状を生成するために、さまざまな手法が提案されてきた。これらの手法は手続き型の処理を用いたものが多く、利用者が欲する任意の樹木モデル形状を生成するためには、様々な初期パラメータを数値等の間接的な入力によってあらかじめ指定する必要がある。一方、ジェスチャなどにより形状を直接的に操作し、絵を描くような感覚で樹木モデルを作成する方法もある。しかし、枝や葉などのモデルを構成する要素すべてを一つ一つジェスチャによってモデリングするには限界がある。

そこで本研究では、3次元ジェスチャ入力と生長シミュレーションを用いてインタラクティブに樹木モデル形状を生成するシステムを試作する。3次元ジェスチャにより決定された樹木モデルの部分形状や全体形状といったある程度の大まかな形状を基に、生長シミュレーションによって複雑で細かな形状を生成することにより、利用者の意図する形状をもつ樹木モデルを生成する。

## 2. システム概要

本システムでは、3次元ジェスチャにより絵を描くように幹や枝などの部分形状や樹木の全体形状を決定し、その形状を基に生長シミュレーションを用いて枝葉を生成することで、複雑な形状をもつ樹木モデルの3次元形状を生成する。

生長シミュレーションとしては、L-systemを利用する。L-systemは、初期状態として与えられる記号(シンボル)を生成規則内のルールに基づいて変換することにより、記号列(L-string)を生成す

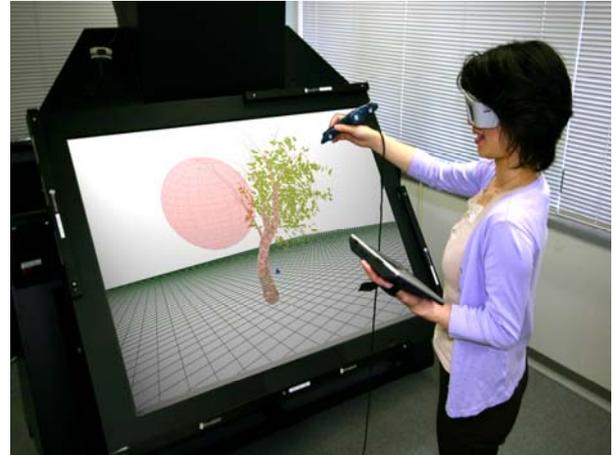


図1 システム実装例

表1 L-systemの基本的なシンボルと命令の例

シンボル	命令
F(1)	長さ1の枝の描画
+, -	左右傾斜
&, ^	前後の傾斜
¥, /	時計回り, 反時計回りの回転
[, ]	側枝の分岐

る。L-stringは生成される樹木モデルの構造を表し、主に表1に示すシンボルにより構成される。また、生成された樹木モデルに対して、再び生成規則を適用することにより、樹木モデルの形状全体や枝や葉などの部分形状を追加生成・編集することができる。

3次元ジェスチャの入力デバイスとして、図1のように、超音波式の3次元位置トラッカが付属するスタイラスを利用する。また、液晶シャッターメガネを用いて立体視を行う。生成規則の適用範囲などを示す3次元空間領域(選択領域)は球状または利用者の定義する任意の形状で表され、その位置はスタイラスによって決定される。生成規則などの選択は、図1に示すように、左手に持つタッチセンサ機能の備わったハンドヘルド型ディスプレイに表示されたメニューによって行う。

また、図2に示すように、選択領域内の3次元樹木モデル上に、それを構成しているL-stringを重畳表示させる機能を設ける。この機能により、利用者は樹木モデルの3次元形状とL-stringを

### A System for Modeling of Trees with 3D Gestures and Growth Simulation

Norishige Murakami, Katsuhiko Onishi,  
Satoshi Sakurai, Yoshifumi Kitamura, Fumio Kishino  
Graduate School of Information Science and Technology,  
Osaka University

同時に認識することができ、L-string などで構成される樹木の生成規則を構築する際の参考となる。

### 3. 3次元ジェスチャによる樹木形状決定

3次元ジェスチャによる直接操作を用いて絵を描くような感覚で樹木モデルを作成する方法は、大きく分けて2つのアプローチがある。1つ目は、主な枝の分岐や曲がりなどの枝構造を意識して作成する方法であり、もう1つは、葉なども含んだ樹木全体の形状（樹形）を意識して作成する方法である。利用者は、自身が要求する樹木形状に応じて、この2つのアプローチを使い分けると考えられる[1]。前者のアプローチに基づいた手法を Trunk-based Modeling、後者のアプローチに基づいた手法を Silhouette-based Modeling と呼ぶことにする。

Trunk-based Modeling は、樹木モデルの幹などの部分的形状を、直感的な入力である利用者の手の動きによる軌跡入力により指定し、その情報を L-string に変換する。その後、生成された L-string を初期条件として L-system を利用することにより樹木モデルを生成する。生成される幹形状は L-string で表されているため、生成された幹形状も L-system を用いて曲げなどの編集作業を行うことができる。また、生成された樹木モデルに対して、任意の形状の枝の追加や削除などといった編集作業も可能である。さらに、軌跡入力によって生成される幹や枝形状同士の干渉が生じた場合、樹木モデル全体の形状を考慮して軌跡情報を補正する。図 3(a)に Trunk-based Modeling によって生成された樹木モデルの例を示す。この手法により、螺旋形状などといった3次元的に特徴ある幹形状の樹木モデルなども容易に生成することができる。

Silhouette-based Modeling では、利用者からの輪郭形状入力により生成された3次元空間領域を樹形として用いて、その領域の形状に沿った樹木モデルを生成する。利用者は任意の3次元空間領域の輪郭を手の動きによる軌跡入力に基づき決定する。そして、その輪郭をもつ超楕円体を生成し、3次元空間領域とする。生成された3次元空間領域内を枝葉の生長範囲として生長シミュレーションを行うことにより、任意の樹形をもつ樹木モデルを生成することができる。図 3(b)に Silhouette-based Modeling によって生成された樹木モデルの例を示す。

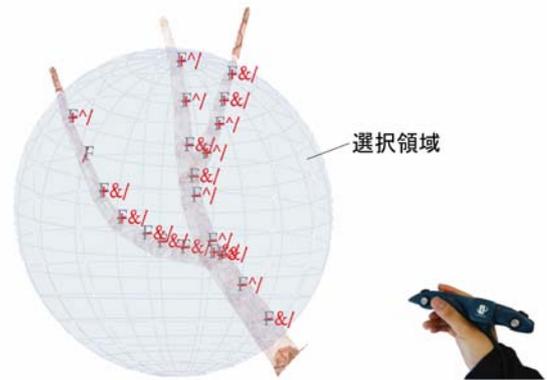


図2 L-string の重畳表示



(a)Trunk-based Modeling (b)Silhouette-based Modeling

図3 3次元ジェスチャを用いて生成した樹木モデルの例

### 4. おわりに

本研究では、生長シミュレーションと3次元ジェスチャ入力を用いた、利用者の意図に応じた複雑な3次元樹木モデル形状を生成するシステムを試作した。利用者は、幹などの樹木モデルの部分形状や樹木全体の形状を、直感的な入力である手の動きによる軌跡入力により決定し、それを基に生長シミュレーションを行い枝や葉などを生成する。また、本システムでは、3次元ジェスチャを用いることで、2次元GUIでは入力しにくい3次元的に特徴のある樹木モデル形状も容易に生成することができる。

今後は、L-string の表示方法の改良およびそれを利用したインタラクション方法を検討する予定である。

**謝辞** 本研究の一部は文部科学省 21 世紀 COE プログラム(研究拠点形成費補助金)の研究助成による。

### 参考文献

[1] N. Murakami, K. Onishi, Y. Kitamura and F. Kishino: Modeling of Trees with 3D Gestures and Growth Simulation, Proc. of IPT & EGVE 2005, pp. 97-104, 2005.