

# ジェスチャ入力による超2次曲面を利用した インタラクティブな樹木モデル形状生成シミュレーション

Interactive Generation of Tree Models using Superquadrics given by Gesture

海老谷拓也 大西克彦 北村喜文 岸野文郎  
Takuya Ebitani Katsuhiko Onishi Yoshifumi Kitamura Fumio Kishino

大阪大学 大学院情報科学研究科  
Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University

## 1. はじめに

樹木などの複雑な形状を持つ自然物を含んだ仮想環境が、エンターテインメント分野をはじめ多くの分野で一般的に利用されるようになってきている。これらの環境では自由自在な樹木モデルの形状が要求されるため、植物の自律的な生長と利用者の意図を反映されるためのインタラクティブ性を共存させたシステムが必要となる。我々はこれまでに自律的な形状の変化をユーザが直接操作によって制御できる生長シミュレーション手法を提案してきた[1]。本稿ではこれを利用して、ユーザの意図に応じた任意の領域形状から容易に樹木モデルを生成するインタラクティブな手法について提案する。

## 2. 樹木モデル形状の生成

我々が提案しているシミュレーション手法では、樹木生成アルゴリズムとして広く利用されている L-system に位置や角度などの 3 次元空間情報を属性として付加することで、ユーザからの形状に基づいた 3 次元の入力を反映しインタラクティブに樹木形状を生成、編集することができる。そこで本稿では、これまで我々が提案している手法に、ユーザからの入力として樹木の大きさや形状を指定する部分空間領域(選択領域)を導入し、ユーザの両手の動きによる軌跡入力から作成する超 2 次曲面を用いて任意の 3 次元選択領域を設定する。この領域を利用して樹木の大きさや形状を直接指定することで、複雑な樹木モデルを自律的に生成できる生長シミュレーションをインタラクティブに制御し、より利用者の意図に応じた形状を生成、編集できる。

## 3. 超 2 次曲面を用いた選択領域による樹木モデルの生成

超 2 次曲面は  $x$  軸、 $y$  軸、 $z$  軸の各方向の大きさを表す  $a_x, a_y, a_z$  と曲率等を決定する  $e, n$  の計 5 つのパラメータからなり、このパラメータを変更することで様々な 3 次元物体の形状を表す式を簡単に得ることができる[2]。しかし超 2 次曲面により生成される形状は軸に依存した形状となる。従って超 2 次曲面を用いた形状を作成するためにユーザは軸を意識して形状を作成する必要があり、任意の選択領域を作成することが難しい。また、ユーザの両手の動きによる軌跡から得られる全ての 3 次元位置情報を満たす選択領域を作成しようとすると、計算量が多くなり、形状が複雑になるとリアルタイム性を損なう怖れがある。そこで本稿では、両手の動きによる軌跡からユーザが意図している選択領域の形状の特徴となる点(特徴点)を、Vector-Tracer 法を用い

$$\begin{cases} x(u, v) = a_x (x + \cos^n u) \cos^e v + b_x \\ y(u, v) = a_y \sin^n u + y \\ z(u, v) = a_z (z + \cos^n u) \sin^e v + b_z \\ - u - \dots - /2 \quad v - /2 \end{cases} \quad (1)$$

て求める。また、式(1)を用いて、超 2 次曲面の作成に必要な軸を隣接する特徴点間で動的に算出する。この時、算出した軸の傾きを考慮するために新たにパラメータ  $b_x, b_z$  を追加することにより、任意の選択領域の形状を作成する。このように作成された任意の選択領域の 3 次元位置情報と、生長シミュレーションで利用する樹木モデルの 3 次元空間情報を利用することで、領域を輪郭形状とする樹木モデルの生成や、領域内の枝葉の付加操作などの形状生成、編集操作ができる。

## 4. 樹木モデルのインタラクティブな生成手法

提案手法を用いて仮想空間内の選択領域の輪郭形状を作成し、その領域内で樹木モデル形状を生成できるシステムを PC(Xeon 2GHz, Mem 2GB, 3Dlabs WildcatII 5110™, Windows2000)上に実装する(図 1)。ユーザからの入力デバイスとして超音波式トラック(IS-900)を利用し、一定時間間隔で 3 次元位置情報を取得する。そして入力デバイスの各ボタンを用いて、選択領域によって指定された形状の樹木のモデルの生成や、領域内の樹木モデルの部分形状に対して、枝や葉などの生成や編集を行う。

## 5. まとめ

本研究では、仮想自然環境での樹木モデルに対してユーザの意図に応じた直感的な操作を行うためのインタラクティブな手法として、両手によるジェスチャ入力から超 2 次曲面を用いて作成した任意の形状の選択領域を利用したインタラクティブな手法を提案し実装した。今後の課題としては、広大な仮想環境を構築する手法や、インタラクティブの多様化などの検討を進める予定である。

## 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、科学研究費補助金基盤研究(B)(2)12480096 の助成を受けた。

## 参考文献

- [1] 大西克彦, 蓮池祥一, 北村喜文, 岸野文郎: インタラクティブな生長シミュレーションによる仮想樹木モデルの生成, ヒューマンインタフェース学会研究報告集, Vol.5, No.3, pp.27-32, June 2003.
- [2] Barr AH: Superquadrics and angle preserving Transformations, IEEE Transactions on Computer Graphics and Applications, 1(1), 11-23, January 1981.



図 1. 実装システム概観