

# 手書きスケッチに基づく樹木の3次元モデリング

岡部 誠\* 五十嵐 健夫\*\*

東京大学理学部情報科学科\* 東京大学大学院情報理工学系研究科コンピュータ科学専攻\*\*

## 1. はじめに

ペン・タブレットなどを用いて入力された手書きスケッチから迅速かつ簡単に3次元の樹木をモデリングするための新しいインターフェースを提案する。本手法では、一様な枝の分布を行うなどの樹木の性質や、樹木と受光量の関係性を考慮して、ユーザの描いた樹木のスケッチを3次元的に解釈し、3次元オブジェクトの生成を行う。生成された樹木の3次元オブジェクトに対しては、スケッチとジェスチャ操作により、枝刈りや枝を曲げるなどの編集や、その他追加描画、削除、アンドウ・リドゥなどの基本的な形状編集を行うことができる。またこれらに加えて、スケッチに基づいて生成した樹木から、L-systemを用いて樹木の生成規則を導き出すことにより、より複雑かつ自然な樹木を生成する機能も提案する。本手法を実装したアプリケーションを用いることにより、直感的でインタラクティブな樹木のモデリングを行うことができる。

## 2. 樹木モデルの作成

### 2.1. スケッチによる枝の作成

手書きのスケッチから枝を作成する方法として、1本のストロークを用いるものと、2本のストロークを用いるもの、2種類を実装した。1本のストロークを用いる実装では、描かれたストロークの3次元位置を後に述べる方法により決定した後、その軸に沿って円の押し出し処理を行うことにより枝の3Dオブジェクトを作成する。2本のストロークを用いる実装では(図1、2) Teddy[1]で用いられているスイープ処理を参考にして作成した方法で円の押し出し処理を行うことにより枝の3Dオブジェクトを作成する。どちらの実装においても描かれた枝集合はツリー構造で保持されている。

### 2.2. 枝の3D空間上位置の決定

本システムでは、スケッチで2D平面上に描かれた枝を、それらが3D空間上に伸びていると解釈して再配置する。枝の再配置の指標としては、樹木の枝は一様な分布をしているという性質や、枝の位置とその枝の葉群の受光量との関係性などを利用している。

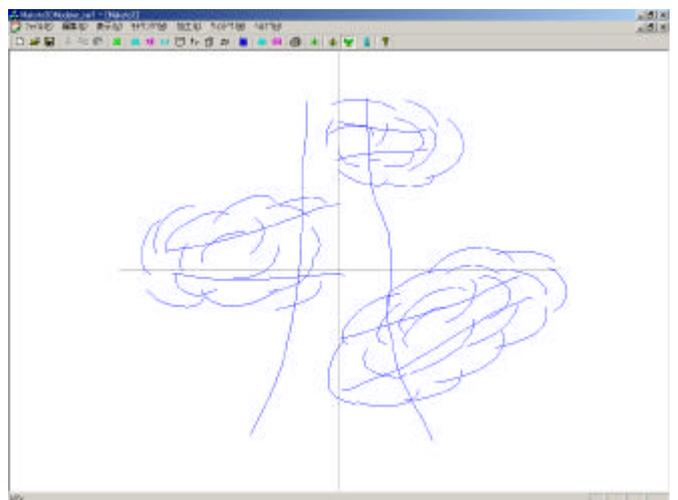


図1 樹木の2Dスケッチ。ユーザはペン・タブレットなどを用いて描画する。

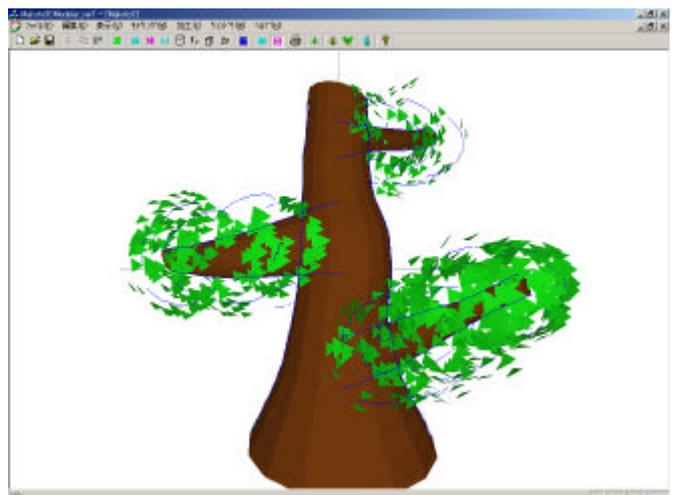


図2 2Dスケッチをもとに、枝の3D空間への配置、葉群を表現するストロークの枝への分配、3D空間への配置の処理を施し、3Dモデルを作成。

### 2.3. スケッチによる葉群の作成

一般的なスケッチにおいて、ユーザは葉群を表現するのに、枝の周囲に葉群の集合をストロークを描くことが多い。この特徴を利用し、このシステムではこれらのストロークがどの枝に属するものであるかを、ストロークと枝の距離やストロークのサイズに基づいて判断し決定する。ストロークを枝に分配した後、それらのストロークを3D空間中の自然な位置に再配置する。この処理についてはいくつかの実装を行った。また葉群についてはそのレンダリングも研究の対象としている[4]。葉一枚一枚の3Dオブジェクトを作成し、その3D位置を自然な形で決定するという実装(図2)と、実際に葉のオブジェクトを生成することなく、葉群の領域をそれらしく描画するという実装(図3)の2種類を試みている。

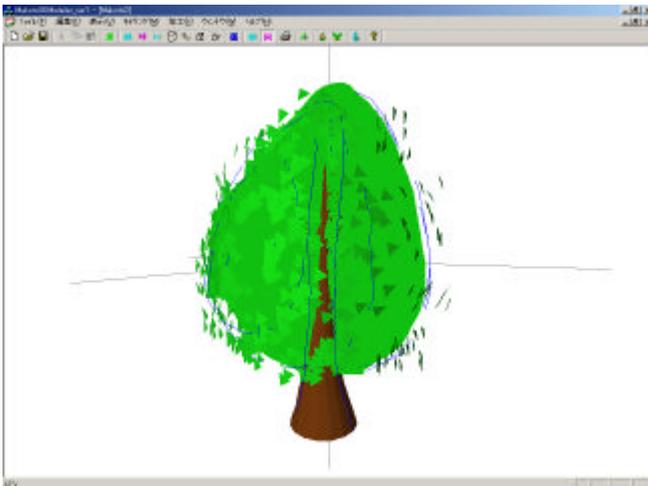


図3 樹木モデルを作成し、葉群の領域をそれらしく描画する試み。

### 2.4. モデリング支援

スケッチから作成された3D樹木モデルに対して、簡単なジェスチャ操作で編集することを目標に、枝を刈り取る、枝を曲げる、という機能を実装した。枝の刈り取りについては、ユーザの描いたストロークを切断面と解釈し、その切断面を持つ3Dオブジェクトを生成して純粹に集合演算を取るといった実装を施した。枝を曲げる操作については、ユーザが2本のストロークを描き、2本のストロークの間を3Dモーフィングするという手法を実装した。

その他基本的な編集機能として、一度3Dオブジェクトとして作成した樹木に対し、枝、葉を追加す

る機能や、不要なオブジェクトを削除する機能、アンドゥ・リドゥ機能などを実装している。

### 3. 今後の課題

スケッチのみによる樹木のモデリングでは、簡単な樹木しか生成することができない。そこで本システムでは、ユーザの描いたスケッチにより生成された樹木モデルに対し、L-system[2][3]を用いて生成規則を導き出し、その規則によりユーザが描きたいと考えられる次の枝を予測して示し、ユーザは選択のみを行うことで樹木モデルの作成を行えるという機能の実装を行うことができると考える。この機能を用いることによりユーザは自分のスケッチから、より自然で複雑な構造を持つ樹木モデルを作成することができる。

また、本システムにより作成された樹木について、その生成規則をL-systemを用いて導き出し、その規則から同種の樹木を生成できるような機能を実現したい。これにより同種の樹木を複数作成したい場合にユーザが行わなければならない追加操作は、次に幹の生える位置を3D空間内に指定するだけですむようになる。

### 4. 参考文献

- [1] Takeo Igarashi, Satoshi Matsuoka, Hidehiko Tanaka, "Teddy: A Sketching Interface for 3D Freeform Design" Proceedings of SIGGRAPH 99, pp.409-416, 1999.
- [2] Przemyslaw Prusinkiewicz, Mark Hammel, Jim Hanan, and Radomir Mech. "L-systems: from the theory to visual models of plants" Proceedings of the 2nd CSIRO Symposium on Computational Challenges in Life Sciences. CSIRO Publishing, 1996.(To appear)
- [3] Radomir Mech and Przemyslaw Prusinkiewicz. "Visual Models of Plants Interacting with Their Environment" Proceedings of SIGGRAPH 96, pp.397-410, 1996.
- [4] Oliver Deussen, Thomas Strothotte, "Computer-Generated Pen-and-Ink Illustration of Trees" Proceeding of SIGGRAPH 2000, pp.13-18, 2000.