

## 3-D 樹木形状データ生成モデラーの作成

金 知俊

南山大学 数理情報学部

E-Mail: kim@it.nanzan-u.ac.jp

### 概要

樹木は自然物の中でも複雑で、CGで樹木を表現するには樹木をモデル化し自動生成する手法が一般的である。しかし周囲の環境を考慮し、現実的な樹木データを生成することが可能な樹木の生成手法は研究レベルのものが主で、専門知識の無い一般ユーザが扱えるソフトウェアはほとんど存在しない。本稿は以前に行った環境を考慮した樹木の生長モデルをベースに一般ユーザが扱える樹木形状データ生成モデラー構築を目指した研究の報告であり、データビューワーとGUIによるインターフェースを用意することで対話的な樹木データ生成を実現した。

と呼ばれるサブプログラムを利用することで一見リアルな樹木が容易に得られるようになってきている。しかし、それが本当にリアルな樹木かどうかはプラグインの質に左右されるため、ユーザが求める樹木データを得られるとは必ずしもいえない。

現実と同様に、周囲の環境に影響を受けながら生長する樹木の作成は研究レベルではいくつか報告がある [1, 2, 3, 4, 5, 9, 10, 11] が、専門知識の無い一般ユーザが扱えるソフトウェアとしてはほとんど存在しない。

本稿は現実的な樹木データ作成を一般ユーザが扱えるような樹木形状データ生成モデラーの構築を目指した研究の経過報告である。

### 1 はじめに

CG技術は急速に進歩し、CADやビジュアルイゼーションのような研究分野だけでなく、近年では映画やゲーム等のエンターテインメント分野でも気軽に用いられるようになった。これらの分野ではCG画像を生成する方法として主に市販のソフトウェアが用いられており、ソフトウェアを使いこなすことができれば専門の知識が無くてもリアルな画像を得ることが可能である。半面、リアルな画像を得られるかどうかはソフトウェアの出来によって左右されることになる。

3次元物体のCG画像生成にはその形状データを作成する必要があるが、形状生成が困難な物の代表的なものとして樹木がある。そのため、最近のCGソフトウェアでは樹木を生成するためのプラグイン

### 2 樹木データの概要

現実的な樹木データを得るには適切な樹木の生長モデルが必要になる。生長モデルとしては光と植物ホルモンを考慮したモデル [5] を利用している。このモデルの概要は次のようになる。

- 樹木データは世代毎に生長した複数の枝の木構造リンクで表現される
- 1世代の枝は任意の数の節および、節をつなぐ節間で構成される (図1)
- 節からは葉、芽が生え、芽は次世代に生長して枝となる
- 葉、芽の生える方向は葉序という規則によって決定される

- 新しく生えた枝は植物ホルモンをつくる
- 植物ホルモンの生成量は光の量に左右される
- 植物ホルモンは枝の生長量を制御し、光の方向が枝の生長方向を制御する

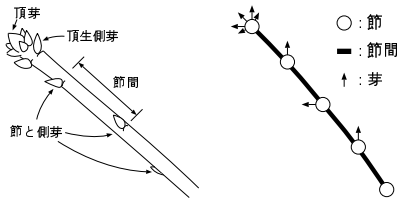


図 1: 枝と枝のモデル化

このモデルは様々な樹種に対応出来るようにつくられているため、パラメータを制御することで様々な樹種が生成できる。ただ、このモデルはパラメータと光の影響のみで樹木を生成するため、雑木林に存在するような人の手を加えられていない樹木は表現できるが、街路樹のように刈り込まれた木や盆栽のような樹木を表現することが出来ない。

そこでこれらの外的要因を考慮するため、外部から樹形を加工することの出来るモデラーが必要になる。今回作成した部分はこのモデラーである。

### 3 モデラーの構成

モデラーは大きく分けて3つの部分から構成されている。一つは樹木形状データを生成する核となる生長モデルで、前節で説明したものがこれである。つぎに、生成した樹木を表示するビューワーが必要になる。そして、樹木形状データの編集を行うエディット機能である。その他、作成したデータの入出力機能が必要になる。

モデラーの画面は図2のようになる。画面の左側が樹木の表示方法選択やエディット、ファイル入出力を行うためのGUI操作パネル、右側が樹木画像を表示するためのビューワーになっており、図ではサクラの樹木データが表示されている。ビューワー上でマ

ウスの左ボタンを押しながらドラッグすると視点変更、右ボタンを押しながらドラッグすると拡大、縮小ができるようになっている。



図 2: モデラーの画面

以下、ビューワー、エディット機能、データ入出力機能のそれぞれについて説明する。

#### 3.1 ビューワー

リアルな樹木を表現するためには大量のデータが必要となり、大量のデータを持つ樹木をレンダリングするには多くの処理時間が必要となる。しかし、樹形を整えるエディット機能を実現するには樹木を正確かつ高速に表示することが望まれる。そこでビューワーとして細い枝を線分で表示することで樹木を高速に表示する手法 [6] を利用している。

図3は操作パネル上部のレンダリング設定パネルである。樹木のデータ量は多く、視点変更を行うとリアルタイムに追従できないことも多い。そこでレンダリング方法を線分表示やワイヤフレーム表示に切替えて表示することで高速描画できるようにしている。シェーディング表示を行うときは全てをポリゴンで表示するか上記の手法 [6] を利用するかを選択できる。



図 3: レンダリング設定パネル

### 3.2 エディット機能

人が手を加えた樹木を表現するには生長中の樹木データを編集するエディット機能が必要である。エディット機能として例えば盆栽を想定した場合、以下のような機能が考えられる。

**芽摘み:** 新しい枝や花になる芽を除去

**葉摘み:** 葉を除去

**剪定:** 余分な枝を切除

**針金かけ:** 枝に針金を巻き付けて枝の方向や曲がり具合を調整

このうち今回は剪定を実現した。本モデルでの樹木はそれぞれの枝に世代番号、枝番号があり、また一つの枝にある複数の節にはそれぞれ固有の番号が付いている。これを直接指定することで任意の枝の任意の節で枝を切り取ることができる。

図 4 は操作パネル下部のエディット用パネルである。上半分は樹木の生長を制御するパネルで、“Step” ボタンを押すたびに 1 世代、あるいはボタン上のボックスで設定した世代数だけ樹木を生長させることができる。“Clear” ボタンを押せば初期状態になり、改めて最初から樹木を生長させられるようになる。

図 4 の下半分は剪定を行うためのパネルである。剪定を行うには“Enable Prune” チェックボックスをチェックし、その下の“Year”、“Branch”、“Node” ボックスで枝の世代数、枝番号、節番号を指定する。指

定した枝は図 5 のようにビューワーで確認することができる。



図 4: エディットパネル

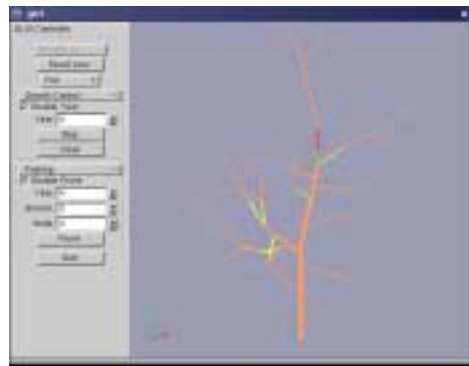


図 5: 剪定時のモデラー画面

### 3.3 データ入出力機能

作成したデータを利用するためにはそれをファイルとして出力する機能が必要になる。従来から樹木のデータをファイルとして出力する機能はあったが、これは独自形式のデータであるため、一般のソフトウェアで利用することは困難であった。

今回、一般的な CG, CAD のソフトウェアでデータ交換用として利用されている DXF 形式でのデータ出力機能を用意した。

図6はファイル入出力用のパネルである。一度生成した樹木データを読み込んで生長させたり、保存することができる。また、ここでパラメータファイルを指定することで様々な樹種を生成することができる。また、“DXF Out” ボタンを押せば DXF 形式で樹木データを出力することができる。

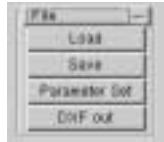


図 6: ファイル入出力パネル

## 4 生成データ例

本モデラーで生成した樹木データの例を示す。図7はサクラを10世代生長させた例、図8はサクラを7世代生長させ、その時点で主要な枝を剪定した後、10世代まで生長させた例である。ビューワー上で容易に枝を選択、剪定することができ、その後の生長も可能になっている。

## 5 まとめ

本研究は現実的な樹木データを一般ユーザが容易に作成可能な樹木形状データ生成モデラーの構築を目指しており、本稿ではその経過報告として、ビューワー、エディタ及びファイル入出力機能をもったモデラーを実現した。これにより、従来はプログラムやファイルを直接編集しなければ生成できなかった樹木データを画面上で確認しながら生成させることが可能となった。

ただし、現状のモデラーでは以下のような不足している機能や不十分な機能がある。これらを実現することが今後の課題である。

- 葉摘み、芽摘みの実現



図 7: サクラの生成例 (剪定なし)



図 8: サクラの生成例 (剪定あり)

- 針金がけによる枝曲げ
- ビューワー画面上での剪定及び自動剪定
- 樹種パラメータの対話的編集
- 滑らかなポリゴンデータの作成及びデータ量削減

その他、樹木の生長モデル自体も現状では光の影響しか考慮していないため、根系モデル [7, 8] を取り込んで土壌や水の影響を考慮できるように改良し、モデラーに取り込むことも重要である。

## 参考文献

- [1] 金丸直義, 高橋清明, 千葉則茂, 斎藤伸自. “向日性による樹木の自然な枝振りのCGシミュレーション”. 電子情報通信学会論文誌 (D-II), Vol. J75-D-II, No. 1, pp. 76–85, Jan. 1992.
- [2] 千葉則茂, 大川俊一, 村岡一信, 三浦守. “CGのための樹木の成長モデル —架空の「植物ホルモン」による自然な樹形の生成—. 電子情報通信学会論文誌 (D-II), Vol. J76-D-II, No. 8, pp. 1722–1734, Aug. 1993.
- [3] 千葉則茂, 大志田憲. “盆栽のビジュアルシミュレーションに向けた樹木の生長モデル”. 第10回 NICOGRAPH 論文コンテスト論文集, pp. 1–10, 1994.
- [4] 大崎恵一, 鈴木悌司. “光環境を考慮した樹木の生長モデル”. 情報処理学会グラフィックスとCAD研究報告, 93-CG-65, pp. 37–44, Oct. 1993.
- [5] 金山知俊, 阪田省二郎, 増山 繁: “分枝規則を再現し, 光, ホルモンの影響を考慮した樹木の生長モデル”, 信学論 (D-II), Vol.J79-D-II, No.8, pp.1362-1373 (Aug. 1996).
- [6] 金山知俊, 増山 繁: “テクスチャマッピングと線分描画による3次元樹木画像の高速生成手法”, 信学論 (D-II), Vol.J81-D-II, No.2, pp.446-449 (Feb. 1998).
- [7] 大志田憲, 村岡一信, 千葉則茂: “cgのための樹木の根と地上部の統合的の生長モデル”, 画像電子学会誌, Vol.28, No.4, pp.367-377 (1999)
- [8] 金 知俊: “植物根系の生長シミュレーション”, 南山経営研究, 第14巻, 第3号, pp.523-535 Mar. 2000.
- [9] N. Chiba, K. Ohshida, K. Muraoka, M. Miura, and N. Saito. “A growth model having abilities of growth-regulations for simulating visual nature of botanical trees”. *Computers & Graphics*, Vol. 18, No. 4, pp. 469–479, 1994.
- [10] M. Holton. “Strands and Gravity and Botanical Tree Imagery”. *COMPUTER GRAPHICS forum*, Vol. 13, No. 1, pp. 57–67, 1994.
- [11] J.Weber and J. Penn. “Creation and Rendering of Realistic Trees”. *SIGGRAPH95*, pp. 119–128, 1995.