

花式図・花序：生物学の知識を利用した 花のモデリングインタフェース

概要

植物として正しい構造を持った花の 3D モデルを、迅速に簡単にデザインするためのシステムを提案する。提案システムでは、花の分岐構造を定義するのに、生物学で実際に使われている花式図・花序を利用する。これらは、花の構造を表現するのに最適な汎用性を持ち、単純化された図表現のため、これらを利用すると花の持つ複雑な分岐構造の制御を単純な GUI 操作で行える。また、ジオメトリをデザインするために、スケッチインタフェースも提案する。分岐構造とジオメトリのモデリングを明確に分けることにより、個々のモデリングプロセスが単純で柔軟なものになる。最後にユーザテストを行い、提案システムが初心者にも扱え、様々な花を生成できることを示した。

1 はじめに

花は生活のいたるところで見かけられ、CG においても、質の高いシーン製作に欠かせない存在である。花は、花弁やしべ、萼などが複雑に分岐した構造を持っており、これらをモデリングするには、分岐構造の制御と自由曲面の生成が必要である。このような植物をモデリングする既存研究は大まかに 2 通りに分けられる。ひとつは L-System を利用した手法[2]である。これらは、正確に植物の分岐構造を表すことが可能であるが、文字表現によりモデリングを行うので、操作が非直感的である。また、自由度が高すぎるため、ユーザは多くの知識と経験を求められる。もうひとつは、既存の 3D モデルをそのまま、もしくはパラメータ修正を行って使用するものである。しかし、これでは生成するモデルのデザインが、与えられたモデルに依存するため、自由度の高いモデリングが出来ない。

このような問題を解決するために、操作が直感的でユーザの意図をより反映できるシステムを提案する。具体的には、花の分岐構造を花式図・花序を利用して定義し、ジオメトリをスケッチでモデリングする。花式図は花のパーツのレイアウトを、花序は複数の花が付く枝の分岐構造を表現するための枠組みである(図 2)。これら 2 つは、ほぼすべての種の花を表せ、かつ花以外の構造は表さないの、花の構造を表すのに最適な自由度を持つと言える。また、スケッチで 3D のモデルを生成する研究は多く知られており[1]、本システムにおいても、花のパーツを作るスケッチインタフェースでは、初期生成から変形までをストロークのみの入力により行うので、制御点操作や複雑なコマンド操作の必要がない。図 1 が、本システムを利用してデザインされたユリの例であり、このようなモデルが 30 分程度で生成できる。

2 ユーザインタフェース

本システムは、分岐構造を定義する花式図エディタ

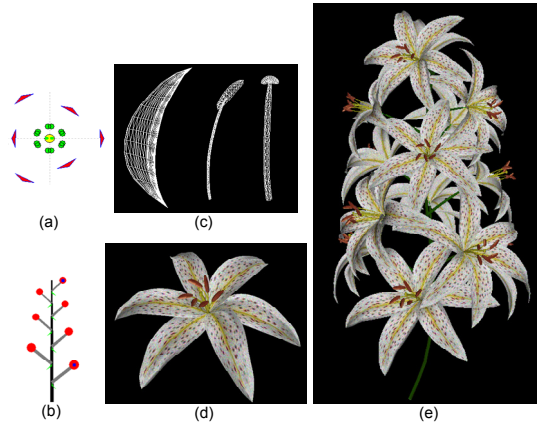


図 1: ユリ。分岐構造を記述する花式図(a)・花序(b)とスケッチによりモデリングされたジオメトリのモデル(c)。ユーザは両者を対応付けることで花のモデル(d)(e)を作る。

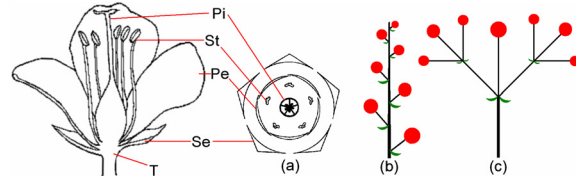


図 2: 花式図(a)と花序パターン例(b)(c)

と花序エディタ、ジオメトリをモデリングするエディタから構成され、ユーザは各々のエディタを行き来しながらモデルを生成する。図 3 に典型的なモデリング過程を示す。まずユーザは、花式図エディタで花のレイアウトを定義する。さらに土台である花托と、配置されるパーツ(花弁、萼片、雄しべ、雌しべ)を、ジオメトリエディタでモデリングする。作られたパーツはサムネイル化されて配置されるので、それをドラッグ・ドロップすることで花式図との対応をとる。対応付けられたパーツは花托上に配置され、花のモデルが完成する。花のモデリングが出来たら、次に花序をモデリングする。花序エディタにより、花序パターンとパラメータを編集して、分岐構造を決める。さらに、ジオメトリエディタで中心軸を描くとその軸に沿った花序が生成できる。

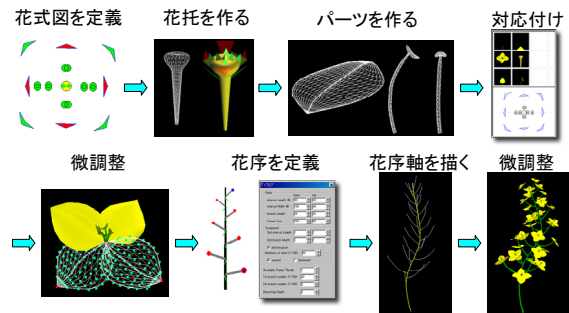


図 3: モデリングプロセス

2.1 構造エディタ

花のパーツのレイアウトを定義する花式図エディタ(図 4a)は、パーツをレイアウトする領域、それを 3D で表示する部分とダイアログからなる。配置できるパーツは、雌しべ、雄しべ、花弁、がく片の 4 種であり、それぞれユニークなアイコンで表される(図 4b)。パーツの数をダイアログから入力すると、対応するアイコンが現れ、それをドラッグすることで、花式図を作る。花式図を簡単に作るために、パーツを放射対称に並べる機能や、ある領域を埋めるように配置する機能(図 4c)も用意されている。

花序エディタでは、複数の花が付く枝の分岐構造を定義する。花序パターンをメニューから選ぶと、それをイラストで表現した花序図が現われる(図 5a)。この花序図は制御点を持っており、それを操作することで、角度や枝の長さなどのパラメータを編集できる(図 5b)。屈光性や枝の硬さ・太さなどの図示しにくいパラメータはダイアログから入力する。また、花序エディタの上に並んだサムネイルが、枝上に配置される花に対応しており、ここにサムネイルをドロップすることで、複数の異なる花のモデルを対応付けることができる。図 5c では、蕾と開花した花が対応付けられている。

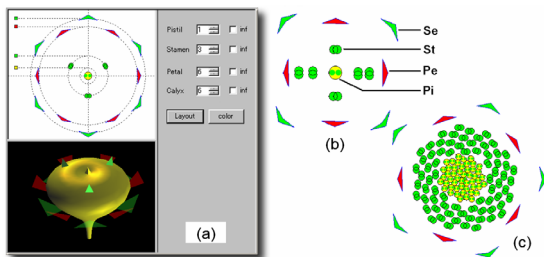


図 4: 花式図エディタ(a)と花式図の例: アブラナ(b)と金鳳花(c)。

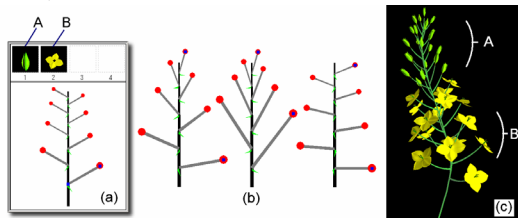


図 5: 花序エディタ(a)とパラメータ編集時の花序図(b)。蕾(A)と咲いた花(B)が対応付けられた花序(c)が生成される。

2.2 ジオメトリエディタ

ジオメトリエディタで作る花のパーツは、花の土台となる花托と、その上に配置される雌しべ、雄しべ、花弁とがく片である。本システムでは、花托は回転体で表され、ユーザはその輪郭を描くことでモデリングする。雄しべをモデリングするには、太さを入力した後、花糸と葯の軸を表す 2 本のストロークを描く。すると、それに沿って円をスイープしたメッシュが生成される。花弁とがく片は同じインタフェースで生成できる。輪郭と中心を通る葉脈を描くと、システムは平面状のオブジェクトを生成する(図 6a)。さらに、オブジェクトの上から、断面の形状を表す変形ストロークを描くことで、花卉の形を作っていく(図 6b)。

花序の形状もジオメトリエディタでモデリングされる。インタフェースはシンプルで、ユーザは花序軸を

表すストロークを描くと、それに沿ったモデルが生成される(図 6c)。このとき描かれたストロークは、平面に投影された後、岡部らの手法[3]により奥行きを与えられる。

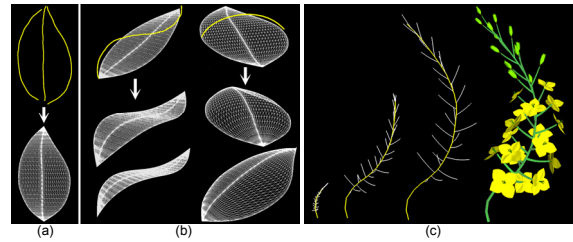


図 6: 花卉(a)の初期生成と変形ストロークによる変形の例(b)。中心軸を描くと花序が生成される(c)。

3 結果

図 7 に提案システムで筆者がデザインしたモデルとその花式図・花序を載せる。本システムでは、植物の複雑な形状をシンプルかつ直感的な操作で扱えるので、図 7 の様な複雑なモデルも 40 分程度でモデリングできる。また、本システムの有用性を調べるため、ユーザテストを行った。被験者は 4 名の学生で、いずれも 3D モデリング経験のない初心者である。20 分の短いチュートリアルの後、被験者に写真を元にモデリングを行ってもらった。その結果が図 8 であり、これより本システムは、短いチュートリアルとモデリング時間でも、リアリティの高いモデルを生成できることが分かる。

将来課題としては、植物全体のモデリングを行うことを考えている。特に興味があるのは、活け花である。活け花は植物の構造に人間の意図が加わった芸術であり、生物学的なアプローチと 3D モデリングのアプローチが必要になり、これは魅力的な課題である。

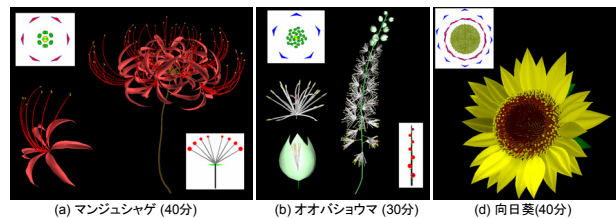


図 7: 筆者によるモデリング例

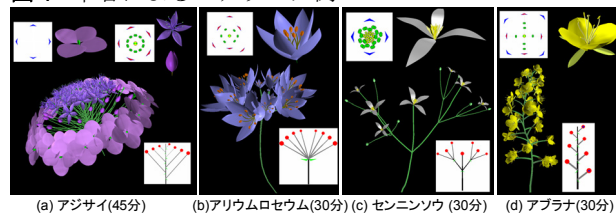


図 8: テストユーザのデザインしたモデル

参考文献

- [1] T. Igarashi, et al.: "Teddy: A Sketching Interface for 3D Freeform Design", *Proc. of SIGGRAPH 19*, pp.409-416.
- [2] P. Prusinkiewicz, et al.: "The Use of Positional Information in the Modeling of Plants", *Proc. of SIGGRAPH 2001*, pp.289-330.
- [3] 岡部 ほか, "手描きスケッチと例示予測インタフェースに基づくインタラクティブな 3D 樹木モデルのデザイン手法" *Proc. of VC 2004*, pp.19-24.