

# 植物のモデリングシステム 3D Flower Creator の開発

## - デザインに適した Coarse to fine の花のモデリングツール -

### 1 . 背景

植物、とりわけ花は、我々の生活に溶け込んでおり、リアリティの高いコンピュータグラフィクスシーン製作に欠かせない存在である。しかし、植物は、葉・茎・花弁・萼片・しべなどの自由曲面が複雑に分枝した構造を持つため、このモデリングにはとても困難な作業が要求される。植物モデリングを扱う多種の研究や開発が成されているが、これらは正確な構造生成のみを重視しており、とりわけ重要であるデザインの側面は無視されてきた。そこで、植物の要素(葉・茎・花弁など)やその複雑な分枝構造を生成できるのはもちろん、さらに、各要素や全体像を意図的に配置できる、デザインのしやすさも考慮したシステムを開発する。また、3次元モデリングシステム特有の複雑なコマンド操作や制御点操作を省き、主にスケッチインタフェースを利用することで、カジュアルなユーザにも、花のデザインが出来る環境を与える。

### 2 . 目的

エキスパートにも困難であった複雑な形状を持つ植物の三次元モデリングの敷居を下げ、カジュアルなユーザにも直感的かつ手軽に、生け花などのデザインが可能な環境を提供する。これにより、現在までは見るだけであった三次元グラフィクスコンテンツを、コンピュータを利用するすべてのユーザが自ら創造し発信できるようになる。

### 3 . 開発の内容

手描きストロークによる3次元モデリング技術を植物のデザインに特化させることにより、きわめてリアリティの高い植物モデルを生成可能なシステムを開発した。最大の特徴は、まずラフスケッチの描けるビルボードを利用して全体のデザインを行ない、このスケッチを徐々に3次元モデルに置き換えていくというプロセスである。この Coarse-to-fine のプロセスにより、既存システムでは不可能であった生け花などの複数の花が構成するシーンを、より意図的にデザインすることができる。また、開発されたシステムは、コピー生成、ビルボードの自動置き換えや3次元カーブ変形機能など、効率的な3次元形状モデリングをサポートするインタフェースを備えている。

#### モデリングプロセス

ユーザは、スケッチの描ける半透明のビルボードを、階層的に組み立てていくことで、粗いデザインを行う(図 1a)。ビルボードは一本のスケルトンと複数の装飾ストロークを持つ。スケルトンはそのコンポーネントの中心軸を表し、後の3次元モデリングで利用される。また、装飾ストロークはそのコンポーネントのデザインに利用されるもので、3次元モデリングの過程ではガイドとしての役割を果たす。荒いデザインが完成すると、ユーザは描くビルボードにフォーカスを移し、装飾ストロークを利用してより詳細なデザインや(図 1bd)、実際に3次元モデリングを行う(図 1c)。

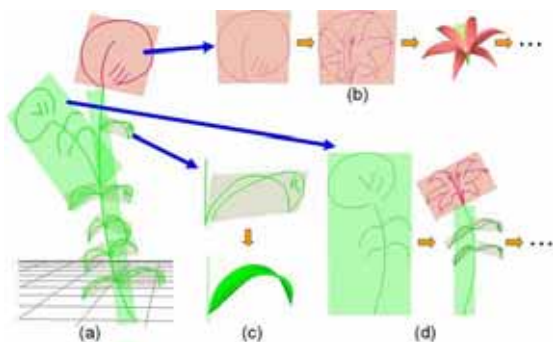


図 1: モデリングプロセス

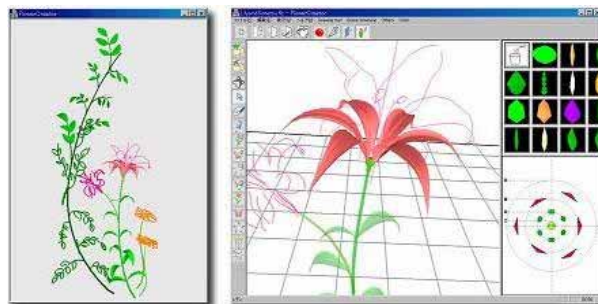


図 2: システム概観.

### スクリーンレイアウト

図 2 に Flower Creator のスナップショットを示す。システムは、常に全体像を表示する Overview window と実際のモデリングを行う Task window の 2 つのウインドウで構成される。更に Task window は、実際に三次元モデリングを行う Workspace、生成したコンポーネントを登録できる Library、および花式図エディタから構成される。植物やビルボードの階層構造を効率的にブラウジングするため、視点ナビゲーション機能が実装されている。Workspace は常に、階層構造のどこかのノードにフォーカスしている(初期状態では、フォーカスはルートに置かれる)。Workspace 内のビルボードないし 3D オブジェクトをダブルクリックすると、ターゲットが画面中央に表示される位置へ視点が”飛び”、フォーカスが移動する。また、背景上をダブルクリックするとフォーカスが一階層上に戻る。

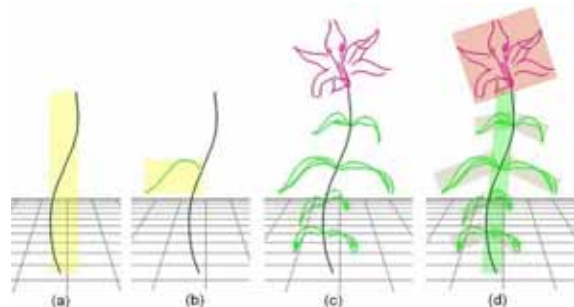


図 3: ビルボードによるプロトタイプデザイン

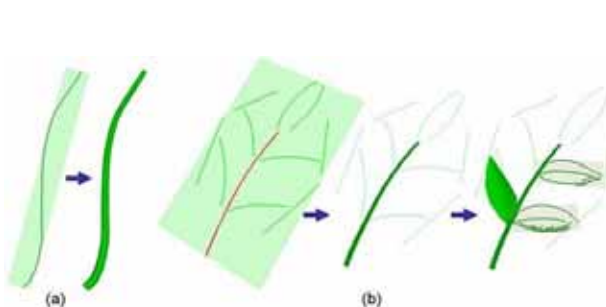


図 4: 茎オブジェクトの生成

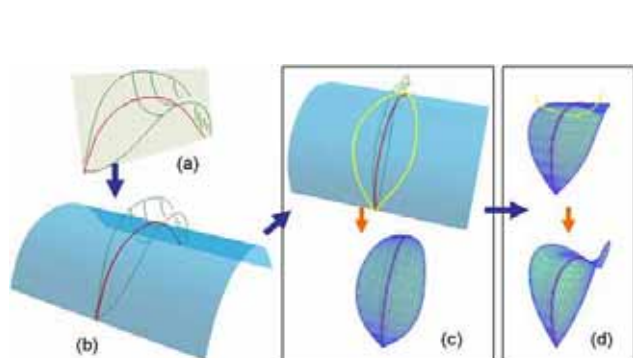


図 5: 葉オブジェクトの生成

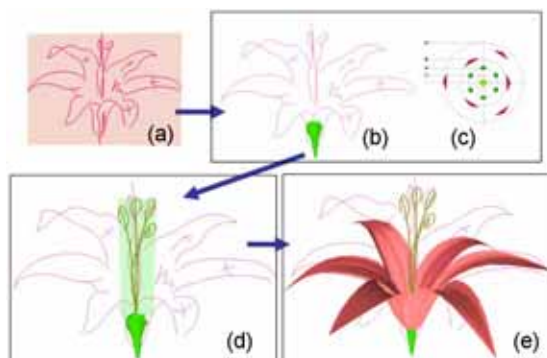


図 6: 花オブジェクト生成

### スケッチによるプロトタイピング

ユーザは、スケッチの描けるビルボードを階層的に組み立てることで、プロトタイピングを

行う。"New billboard creation"ボタンをクリックし、Workspace にスケルトンを描くと、システムはビルボードを生成する。もし、ストロークが床から描かれたら(図 3a)、ビルボードは床上の点を通り、床に垂直かつ視線に可能な限り垂直になるように生成される。また、図 3b のように既存のスケルトンから描くと、スケルトン上の点を通り視線に垂直なビルボードが生成される。

ビルボードに装飾ストロークを描くことも可能である。既存のスケッチをクリックすると、対応するビルボードがアクティブになり、その下でストロークを描くと、装飾ストロークがビルボードに追加される。ビルボード生成、装飾ストローク描画、およびその消去を繰り返すことで、図 3c のようなプロトタイプが生成できる。図 3d は、全てのビルボードを可視化したものである。

### 3 次元モデリング

スケッチによるプロトタイピングが終了すると、次にユーザは、スケッチが描画された各ビルボードにフォーカスを移し、これを 3 次元モデルに置き換える。この置き換えには、実際に 3 次元モデリングを行なう方法と、既に生成したオブジェクトを再利用する方法がある。まず前者を説明する。ユーザは、視点ナビゲーション機能を利用して目的のビルボードにフォーカスを置き、"Replace"ボタンを押すことで、3 次元モデリングモードに入る。Replace ボタンには、"Replace with Stem", "Replace with Leaf or Petal", "Replace with Flower"の三種があり、作りたいオブジェクトに応じて使い分ける必要がある。

**"Replace with Stem"ボタン**を押した場合(図 4)、ターゲットのビルボードのスケルトンに沿って、茎オブジェクトが生成される。パラメータダイアログから茎の太の変更や色の変更などが可能である。また、一度生成した茎オブジェクトの枝になるようにスケッチを描くことも可能である。

**"Replace with Leaf or Petal"ボタン**を押した場合(図 5)、ビルボードのスケルトンを通る曲面状のキャンバスが生成される。このキャンバスにペンツールを利用して、2 本の輪郭を描くと、ビルボードのスケルトンを中心の葉脈とした葉が生成される。更に、変形ストロークや制御点操作によりオブジェクトを変形することが可能である。

**"Replace with Flower"ボタン**を押すと(図 6)、ビルボードのスケルトンに沿った花托オブジェクトが生成され、また、対応する花式図が表示される。花托オブジェクトの変形や、花式図のエディットなどは前システムと同様である。"New billboard Creation"ボタンを押してビルボードを描くことや、個別に作っておいたオブジェクトを花式図にドラッグドロップすることで、花托上に配置することも可能である。

次に、オブジェクト再利用によりビルボードを置き換える方法を説明する。

**登録:** Flower Creator では、登録したいオブジェクトにフォーカスし、"Registration"ボタンを押すと、そのオブジェクトが登録できる。登録されたオブジェクトは、Library にサムネイルとして配置される。

**オブジェクトとビルボードの置き換え:** スケッチを右クリックすると、対応するビルボードがハイライトされる(図 7b)。更に、Library pane において、置き換えたいサムネイルをダブルク

リックで選択しアクティブにしておく。その下で”Load”ボタンを押すと、選択されたすべてのビルボードが、選択された3次元コンポーネントに置き換えられる(図7c)。このとき、各コンポーネントは対応するビルボードのスケルトンに沿って生成される。スケッチの選択時に右ダブルクリックをすると、選択されたものと同じ階層かつ同じ種類のビルボードがすべて選択できる(図7d)。

**ストロークによるコピー生成:** Flower Creatorには、単一ストロークによりコピーを生成する機能が実装されている。まず、ライブラリ上でコピーしたいサムネイルをダブルクリックで選択し(図8a)、ペンツールを利用してスケルトンストロークを描く(図8b)。すると、そのストロークに沿ってコンポーネントが生成される(図8c)。この機能は、花や枝や植物全体など、複雑なオブジェクトのコピーの生成も可能である(図8de)。

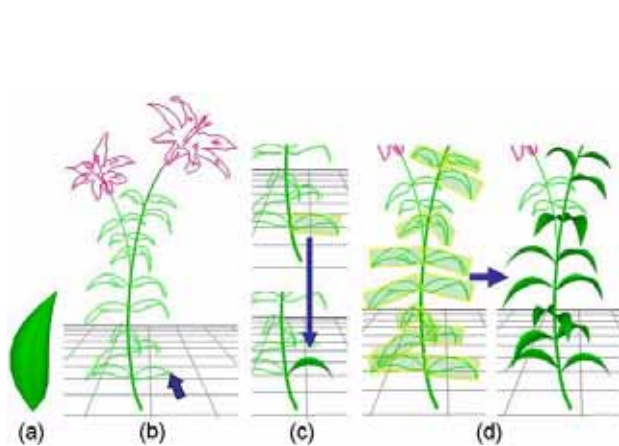


図7: ビルボードの置き換え

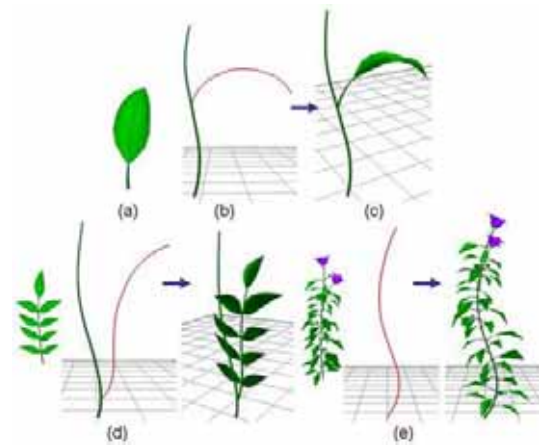


図8: ストロークによるコピー生成

以上が、本プロジェクトの主な開発成果3D Flower Creatorの概要である。これらの機能を駆使して、ユーザは生け花などの複雑なオブジェクトが生成できる(図9)。

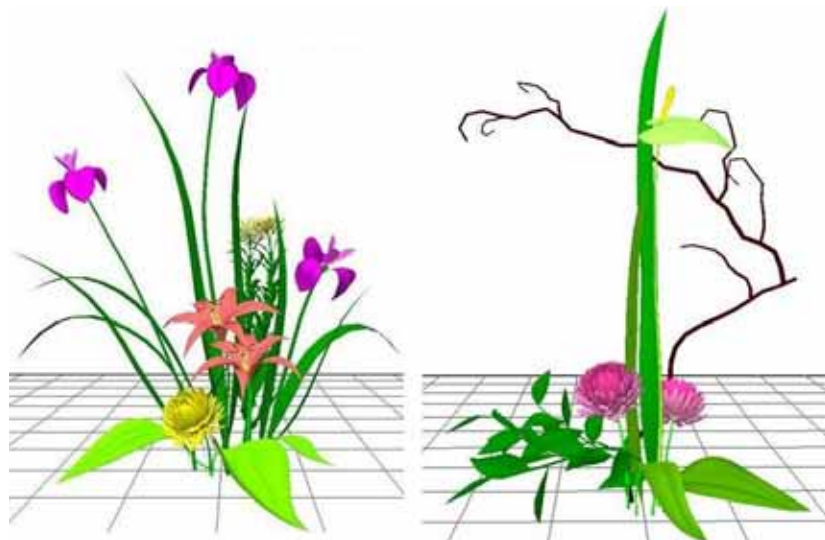


図9: Flower Creator を利用した生け花のモデリング例

#### 4. 従来の技術(または機能)との相違

植物のモデリングを行なう既存システムや研究は多く存在するが、そのほとんどが、技

術指向であり、Bottom-Up のインタフェースである。そのため、正確なシミュレーションや正しい構造を作ることとは可能であるが、意図的に複数の花をモデリングしかつそれらをアレンジする必要のある生け花などをデザインするのは不可能であった。

開発成果 Flower Creator の最大の特徴は、生け花などのアーティスティックなモデルを直感的にデザインするための、Coarse-to-fine のインタフェースである。まずユーザは、スケッチを描けるビルボードを組み立てることで初期デザインを行なう。このインタフェースは、困難な 3 次元操作を考慮する必要がなく、試行錯誤の繰り返しであるデザインのプロセスに適している。また、紙にラフスケッチを描く感覚でデザインができるのも、このスケッチインタフェースの利点である。また、三次元モデリング時には、初期デザインが半透明でオーバーレイされ、これを参照することで、初期デザインから一貫したモデリングが行なえる。

また、本システムは、ラピッドプロトタイピングとそれに続く詳細な作りこみのプロセスをシームレスにつなぐ初の試みである。一般的に 3 次元モデリングのプロセスは、まず紙と鉛筆でラフなデザインを行い、次に、実際に PC を利用して 3 次元モデリングを行なうというものであった。一方、Flower Creator では、スケッチインタフェースにより初期デザインのプロセスから PC 上で行なえる。これにより、詳細な作りこみのプロセスで初期デザインを参照できるという利点や、3 次元モデリングを行なう前から全体像が完成しており最終的なプロダクトのイメージがしやすいなどの利点がある。

## 5．期待される効果

現在、システムの完成度は、“デモができる程度”である。システムの概要や、特徴的な部分はしっかり実装されているが、実際に公開しユーザが利用できる物にするためには、さらに様々なブラッシュアップが必要である。システムが完成した暁には次のような応用が考えられる。

- ・ デザイナが CG シーン製作のために利用する
- ・ 一般のユーザが娯楽として、三次元モデリングをして遊ぶ
- ・ 生物の教育に利用
- ・ 日本固有の文化である活け花への応用、また、その教育への応用

## 6．普及（または活用）の見通し

現在のシステムは、学会等で発表した後に、下記 URL において無償で公開する予定であり、多くのユーザに広く利用されることを期待している。

## 7．開発者名（所属）

井尻 敬(東京大学大学院 情報理工学系研究科)

(参考)開発者URL

[www-ui.is.s.u-tokyo.ac.jp/~ijiri/](http://www-ui.is.s.u-tokyo.ac.jp/~ijiri/)