

ShadowDraw による例示ベース樹木モデリングの提案

萬屋 宇人 藤代 一成

慶應義塾大学 理工学部 情報工学科

1 背景と概要

樹木モデリングはコンピュータグラフィックスのなかでも重要な研究分野の一つであり、樹木の複雑な枝葉構造から、その植物学的な規則やモデリングの簡易化を追求するなど、従来からさまざまな研究が行われている。本研究では樹木モデリングの簡易化の方に着目し、ShadowDraw を利用したスケッチベース樹木モデリングを提案する。

ShadowDraw の導入により、写実的な3次元樹木モデルのスケッチ入力を容易にすることが可能である。ユーザはスケッチを描くスキルを必要としないだけでなく、実際の樹木画像を集合知として利用できるため、既存のスケッチベース手法に比べて、植物学的にも現実味のあるスケッチを描くことができる。

本手法は、ShadowDraw パラダイムに基づいて、従来のスケッチベース手法を改良するものであるが、Web上の樹木画像を集合知として利用する例示ベース手法とも位置づけられ、既存のカテゴリに当てはまらない新たな樹木モデリングのポテンシャルをもつと考えられる。

2 アプローチ

本研究はShadowDrawによる対話的なスケッチ描画とその3次元化の2つのステップにより、写実的な3次元樹木モデルの生成を目標とする(図1)。本稿ではステップ1に焦点をあてる。

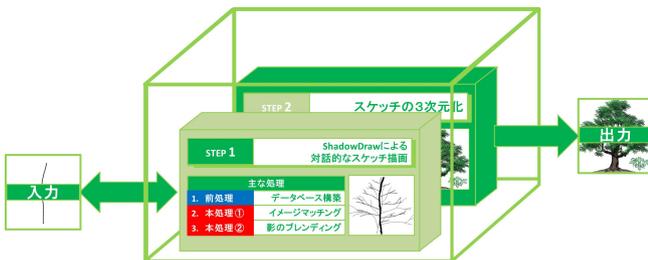


図1 システム全体の概念図

2.1 ShadowDraw の特長

ShadowDraw は、SIGGRAPH 2011 で提案されたシステムであり[1]、ユーザが描こうとしている対象を実行時に推測し、それに類似した形状をもつ複数の関連画像を検索・ブレンドして影としてリアルタイムに表示する。これにより、単一画像のトレースとは異なり、スケッチの第一人称性を失わずにユーザの入力をナビゲートすることが可能である。

本研究では、従来のスケッチベース手法と同様に、枝直線や樹冠曲線を樹木構造の主特徴と捉え、それらを影として表示することで、樹木スケッチのナビゲートを図る。

2.2 樹木とカトラリー

枝直線や樹冠曲線を樹木画像からエッジとして抽出することは本研究における大きな課題の一つである。そこで、樹木への予備段階として、カトラリー(cutlery)を対象に実験を開始し、ShadowDraw が樹木に適用可能かどうかを検証する。

カトラリーとはナイフ・スプーン・フォークの類であり、樹木構造を単純化したものと見なすことができる。上記三種は、先端部のみが異なるため、さまざまな枝葉構造の樹木として捉えることができる。また、フォーク・スプーンの形状をそれぞれ樹木の枝葉構造・樹冠構造と見なすこともできるため、枝直線と樹冠曲線の入力予測の役割も担う。

Proposal of Example-Based Tree Modeling Based on ShadowDraw Paradigm
Takato Yorozuya Issei Fujishiro
Department of Information and Computer Science, Keio University

3 アルゴリズム

ステップ1はさらに、データベース構築・イメージマッチング・影のレンディングの3つのステップからなる(図2)。



図2 ShadowDraw アルゴリズムのパイプライン

3.1 データベース構築

データベース構築とは、Web上から収集した写真画像をイラスト風エッジ画像に変換し、イメージマッチングを高速に実行できるようにするための前処理のことである。

はじめにWeb上からカトラリーの写真画像を収集し、それらの画像を512 × 256画素に正規化する。次にキャニー法を用いてエッジを抽出し、32 × 32画素のパッチに分割する(合計128パッチ)。最後に各パッチをエッジ位置をもとにエンコードし、エッジの存在する箇所を1とした1Kビットのバイナリコードを生成する。そのバイナリコードを特徴ベクトル化し、データベースに格納する。

エッジの抽出例とパッチ分割の様子を図3に示す。

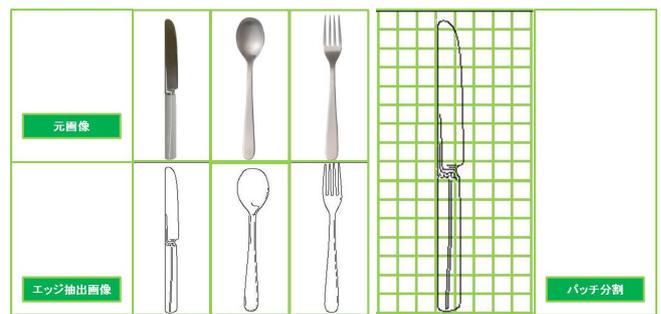


図3 エッジの抽出とパッチ分割

3.2 イメージマッチング

イメージマッチングとは、リアルタイムにユーザの描くスケッチに類似するエッジ画像をデータベース上から検索することである。

はじめにデータベース構築と同様にリアルタイムにユーザの描くスケッチをパッチ分割し、各パッチに対して特徴ベクトルを取得する。次にデータベース上のエッジ画像の特徴ベクトルと比較し、それぞれスコアを計算する。最後にスコアを用いてエッジ画像の類似検索を行う。なお、スコアとは、ユーザが描くスケッチの特徴ベクトルの各要素に対して、データベース上にあるエッジ画像の特徴ベクトルの最も近い要素との差分を合計したものであり、リアルタイムにすべてのエッジ画像とのスコアを計算する。ここでは、変化のあるパッチのみスコアを計算し、パッチサイズ(32 × 32画素)を小さく定義することで、システムの高速化を図る。

イメージマッチングの様子を図4に示す。

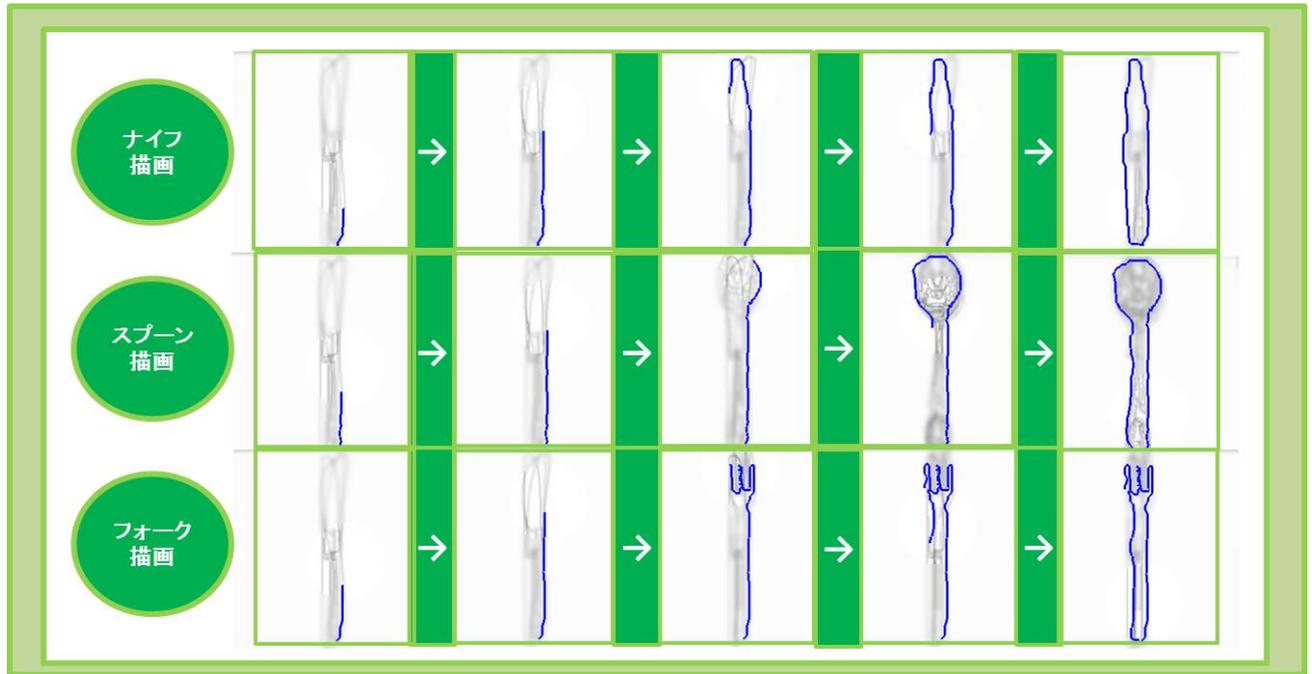


図4 イメージマッチングと影のブレンド

3.3 影のブレンド

影のブレンドとは、イメージマッチングで得られた類似画像をリアルタイムに合成して影として表示することである。ガウシアンフィルタを用いて各エッジ画像にブラーをかけ、それらをアルファブレンドによって合成する。ブラーは各画像のスコアや描画時のマウスの位置に応じて強弱をつける(図4)。

4 実装と評価

本稿では、樹木への予備段階として、カトラリーを対象としたShadowDrawを実装し、ナイフ・スプーン・フォークの各8枚の画像をデータベース化し利用している。また、影のブレンドではデータベース上の類似画像のトップ3を用いている(図4)。

図5は、本稿で実装したShadowDrawを利用した場合と利用しない場合のナイフ・スプーン・フォークのスケッチの入力結果の違いを示しているが、カトラリーの特徴的な括れや先端部と柄の大きさのバランスなどに良い効果が表れ、より現実味を帯びたスケッチが得られたといえる。

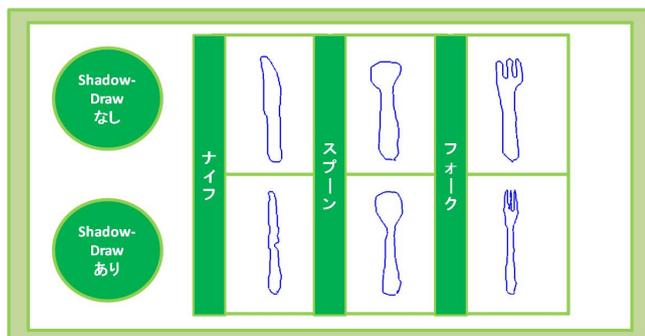


図5 ShadowDrawによるスケッチの入力結果の違い

5 今後の方向性と課題

今後の方向性として、本来の目的である樹木への応用を考える(図6)。樹木画像から枝直線や樹冠曲線をエッジとして抽出する手法とその樹木のエッジ画像の類似検索方法を検討する必要性があると考えられる。

さらに、システムの高速化が挙げられる。本稿では合計24枚の画像を用いているが、データベースがひじょうに大きくなった場合もスケーラブルに動作するとは限らない。必要に応じてイメージマッチングのアルゴリズムを再検討する。

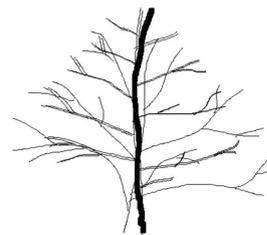


図6 ShadowDraw(樹木)のイメージ図

謝辞

本研究の一部は、科学研究費補助金基盤研究(B)20300033の支援により実施された。

参考文献

- [1] Yong Jae Lee, C. Lawrence Zitnick, and Michael F. Cohen: "ShadowDraw: Real-Time User Guidance for Freehand Drawing," ACM Transactions on Graphics, Vol. 30, No. 4, Article 27, July 2011.
- [2] Xuejin Chen, Boris Neubert, Ying-Qing Xu, Oliver Deussen, and Sing Bing Kang: "Sketch-Based Tree Modeling Using Markov Random Field," ACM Transactions on Graphics, Vol. 27, No. 5, Article 109, December 2008.