

# 直角柱形状のための画像ベースモデリング

野々村 俊輔 土橋 宜典 山本 強

**概要:** 近年、画像処理技術の発展により画像に対する有意な編集や意味解釈が可能となってきた。また、CGによる映像表現技術の発達により、様々な繊細な表現が可能となってきた。画像処理とCGの技術を応用したものの一つに画像ベースモデリングがある。本稿では、画像に対する直角柱形状の理解を入力し、それを用いることで3次元形状を生成する手法について提案する。

**キーワード:** 画像ベースモデリング, ユーザインタラクト, 形状推定

## Image Based Modeling for Geometry of Right Prism

SHUNSUKE NONOMURA YOSHINORI DOBASHI TSUYOSHI YAMAMOTO

**Abstract:** Recently, we has become possible to editing and semantics for image by development of image processing technology. Furthermore, we has become possible to express delicate by development of Computer Graphics. Image Based Modeling is one of an application of the image processing and CG technology. In this paper, we propose a method for generating a geometry of right prism by using 2D user input about understanding of shape.

**Keywords:** Image Based Modeling, User Interact, Shape estimation

### 1. はじめに

近年、画像処理技術の発展により画像に対する有意な編集や意味解釈が可能となってきた。また、CGによる映像表現技術の発達により、様々な繊細な表現が可能となってきた。そこで、画像を用いることで3次元形状を推定する研究がこれまで行われてきた。しかし、多くの3次元再構成に用いる手法は多視点画像を用いることが多く、過去に撮影された画像のような単一視点画像に対する3次元復元が困難であった。そのため、画像内の物体に対して3次元形状理解をユーザが与えることで3次元形状生成を行う研究がこれまで行われてきている。しかしながら、形状的理解を全て人の手で行う場合、生成形状によっては入力の数が大きくなりすぎるという問題がある。そのため、生成する形状に制限をかけ、物体の対称性を活かすことで簡易的な入力によってモデルの生成を行う研究がこれまで行われている。

現実世界に存在する物体において、電気製品や建造物な

どの人工物は、全体あるいは一部分において対称性を有する場合が多い。例えば、ビルやプリンターやマウスなどがあげられる。また、左右対称形状において存在する一つの形状として直角柱形状がある。例えば、一般的なエアコンは直角柱形状として近似することができる。そこで、本研究では、直角柱としての形状理解をユーザインタラクトを用いることで画像に付与し、3次元復元を行うことで画像内部の物体を直角柱モデルとして生成する方法を提案する。

### 2. 関連研究

画像を用いた3次元形状生成手法の多くは複数の画像を入力を必要としており、あらかじめ撮影された多視点の画像か、撮影することが可能な環境が必要となる。Debevecらの手法では単一の画像に対するモデリング形状を、他視点の画像を用いて補正を行っている?。Sinhaらの手法では多視点画像から得られた3D点群とカメラキャリブレーションを用い、さらにユーザ操作によって区分的な平面を描くことで3次元構造を生成している?。しかし、過去に

撮影された画像のように単一視点画像しか入力することができない場合、適用が困難となる。そこで、単一視点のみの画像から形状を生成する手法が提案されている。Jiangらは対称形状建造物が持つ対称性を利用することで少ないユーザアプローチによって3次元形状の生成を実現している。また、Chenらにより3回のスイープ操作によって画像内オブジェクトに対する形状的な情報を付与することで3次元形状生成を試みる研究がこれまで行われている。この手法はシリンダー形状のプリミティブを形成する手法を提案しており、2回の操作により、円や方形の底面形状を定義し残りの操作によってシリンダーの軸をなぞることで、3次元形状復元を行っている。さらに、シリンダーの軸をなぞるとき、フィッティング処理を行うことでユーザ入力の曖昧さを解決しており、操作性を向上させている。しかし、この手法では円や方形の断面を有するモデルしか作ることができない。そこで、本研究では断面のスケールを考慮しない代わりに任意の底面を有する直角柱を生成する方法について提案する。

### 3. 提案手法

本手法では、ユーザの2D入力による形状理解と入力データに対する2つの手順を踏むことにより画像ベースモデリングを実現する。生成されるモデルは図??に示されるような直角柱である。ユーザは赤と緑の矢印に沿ってマウスを操作することで物体の3次元形状を生成する。なお、垂直画角を操作することが可能なカメラを仮定し、そのカメラを用いることで3次元形状を生成するものとする。

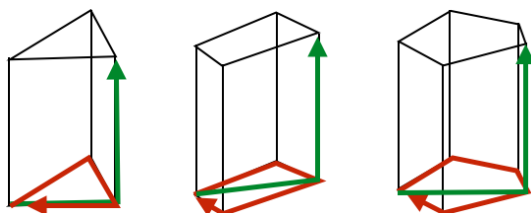


図1 作成可能な形状

#### 3.1 前処理

提案手法では2次元のユーザ操作においてユーザ入力をアシストするために画像の輪郭を必要とする。本研究ではGrabCutを用いて得たマスク画像から輪郭を計算している。

#### 3.2 2次元のユーザ操作

最初の入力として投影された直角柱の底面となる輪郭を入力する。つまり、図??における赤線をユーザがたどることで底面形状のスクリーン座標を入力する。

次に図??のように側面を形成する輪郭の端点を2点選択



図2 輪郭抽出例

し、側面輪郭の開始点の組を形成する。そして、輪郭線が続いている方向に向かってユーザがストロークを入力する。この時、入力方向に向かって図??のように直前の輪郭点の組をコピーする。なお、コピーする間隔は5ピクセルである。そして、コピーされた輪郭点の組は画像輪郭を用いてフィッティング処理を施す。フィッティング処理では、輪郭点の組がつくる直線上において輪郭点を移動させることで実現する。ただし、輪郭点の中心から輪郭点への長さの20%以内の範囲で探索するものとする。そして、輪郭線が検出された場合輪郭点を輪郭線上に移動するこのようにして、輪郭点の組を輪郭線の方向にフィッティングさせながらコピーしていくことで図??側面の輪郭線のスクリーン座標を入力する。

これらの操作を行うことで底面輪郭と側面輪郭のスクリーン座標が得られるため、これらを用いて3次元復元を試みる。

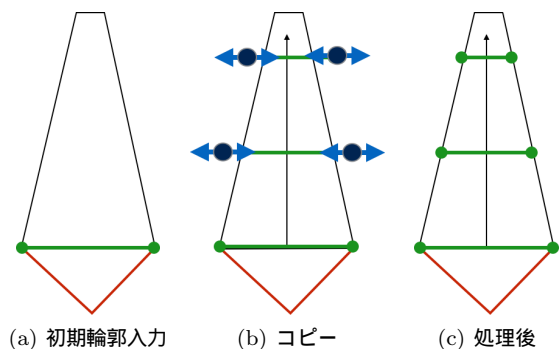


図3 フィッティング処理

#### 3.3 3次元再構成

生成される3次元モデルは直角多角柱であるという仮定のもと、3次元再構成を行う。まず、3次元モデルの姿勢を計算する。そのために、側面輪郭を用いて3次元空間上に長方形を定義する。

まず、スクリーン座標上の輪郭線と側面輪郭の開始点の組 仮想カメラから奥行き方向に引き延ばすことにより図??のように3つの面を作成する。

次に輪郭線がつくる2つの面の交線ベクトルを計算する。交線ベクトルは2つの面の法線ベクトルの外積によって得ることができる。このベクトルは生成する長方形の輪郭線方向のベクトルに対応する。これは、長方形の向かい

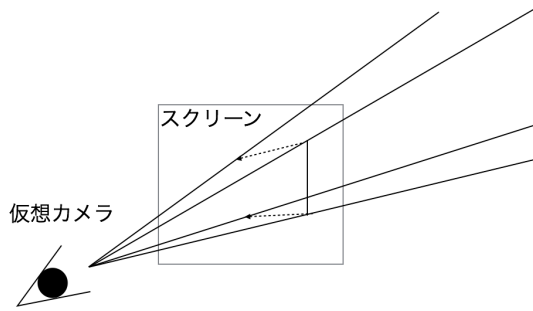


図 4 仮想的な四角錐の形成

合う 2 辺が平行であるため、その方向ベクトルが一致するためである。次に側面輪郭の開始点を作る面上のベクトルで長方形輪郭線方向のベクトルに垂直なベクトルを計算する。これは同様に外積で求めることができる。このベクトルは生成する長方形のもう一方の規定ベクトルに対応する。最後に算出した 2 つのベクトルの外積から長方形の法線が算出されるので長方形上における座標系が決定し、3 次元モデルの姿勢を決定することができる。この手順をまとめると、輪郭線で作る面法線をそれぞれ  $n_0, n_1$  輪郭線の開始点を結ぶ直線で作る面法線を  $n_2$  とすると、輪郭線フィッティングによって形成した 3 辺で作る長方形の座標系は式 (??) によって算出できる。

$$U = n_0 \times n_1 \quad (1)$$

$$V = U \times n_2 \quad (2)$$

$$W = U \times V \quad (3)$$

次に、2D プロファイルの逆投影である 3D プロファイルを考える。これは長方形の端点において、法線  $U$  となる面に対する逆投影によって計算することができる。

最後に、ユーザストロークによって設計した長方形の反対の位置に対し 3D プロファイルのコピーを設置することで直角柱の反対の面を作る。以上の手順により 3 次元復元を行う。

#### 4. 結果

5 種類の画像に対し、提案手法によりモデリングしたものを図??にモデリング結果を示す。各画像において 1 行目が入力画像を 2 行目がモデリング結果を 3 行目がテクスチャマッピングを行ったモデルを回転、拡大した結果をそれぞれ示している。エアコンやディスプレイのように底面や側面において膨らみがない場合直角柱モデルによって表現可能であるため、本来の形状に近いモデルを生成できていることがわかる。

#### 5. まとめ

本研究では、直角柱モデルの画像ベースモデリング手法について提案した。それによりエアコンなどの物体の 3 次

元形状生成を可能とした。しかし、本手法ではマウスのように左右対称ではあるが、側面や断面の方向に膨らみのある形状を生成することができない。そのため、マウスのような膨らみのある形状に関してモデリングすることが可能であればより多種類の物体に対してモデリングすることが可能であると期待出来る。?

#### 参考文献

- [1] Tao Chen, Zhe Zhu, Ariel Shamir, Shi-Min Hu, and Daniel Cohen-Or. 3sweep: Extracting editable objects from a single photo. *ACM Trans. Graph.*, Vol. 32, No. 6, pp. 195:1–195:10, November 2013.
- [2] Paul E. Debevec, Camillo J. Taylor, and Jitendra Malik. Modeling and rendering architecture from photographs: A hybrid geometry- and image-based approach. In *Proceedings of the 23rd Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques*, SIGGRAPH '96, pp. 11–20, New York, NY, USA, 1996. ACM.
- [3] Nianjuan Jiang, Ping Tan, and Loong-Fah Cheong. Symmetric architecture modeling with a single image. *ACM Trans. Graph.*, Vol. 28, No. 5, pp. 113:1–113:8, December 2009.
- [4] Carsten Rother, Vladimir Kolmogorov, and Andrew Blake. "grabcut": Interactive foreground extraction using iterated graph cuts. *ACM Trans. Graph.*, Vol. 23, No. 3, pp. 309–314, August 2004.
- [5] Rick Szeliski, Maneesh Agrawala, Marc Pollefeys, Sudipta Sinha, Drew Steedly. Interactive 3d architectural modeling from unordered photo collections. *SSIGGRAPH Asia 2008*, pp. 159:1–159:10, December 2008.
- [6] 加藤博一, M. Billinghamurst, 浅野浩一, 橋啓八郎. マーカー追跡に基づく拡張現実感システムとそのキャリブレーション. *日本バーチャルリアリティ学会論文誌*, Vol. 4, No. 4, pp. 607–616.

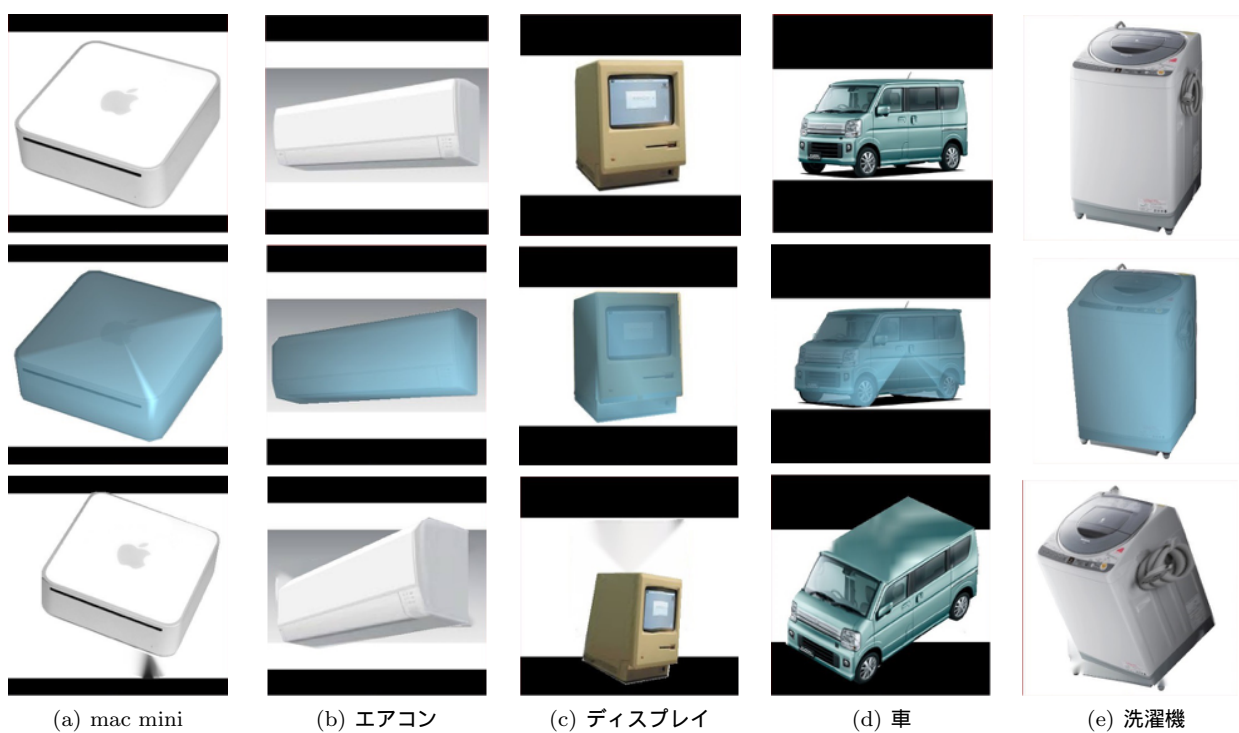


図 5 モデリング結果