

## 3次元CGオブジェクト作成のためのユーザインタフェースの一検討

渡辺 翔† 木下 嘉洋†† 藤村 誠†† 今村 弘樹†† 黒田 英夫†

†† 長崎大学工学部 〒852-8521 長崎市文教町 1-14

† 長崎大学大学院 〒852-8521 長崎市文教町 1-14

E-mail: ††{makoto,imamura,kuroda}@cis.nagasaki-u.ac.jp

あらまし 3次元CGオブジェクトの作成は、モデリングソフトウェアにおいて初期形状を作成した後、編集して形状の調整を行う。一般に、マウスによる3面図および3次元座標系空間での操作となるが、その操作の習熟には時間を要する。そこで、3次元CGオブジェクト生成操作法の習得が容易なユーザインタフェースについて検討する。まず、初期形状の作成にスケッチベースによるモデリングを用いる。次に、透視投影に基づいた補助座標を付加したインタフェースで編集作業を行うシステムを提案する。

キーワード スケッチベースモデリング、透視投影法

## A Study of User Interface to Make Three-dimensional Computer Graphics Objects

Sho WATANABE†, Yoshihiro KINOSHITA††, Makoto FUJIMURA††, Hiroki IMAMURA††, and  
Hiedo KURODA†

†† Faculty of Engineering, Nagasaki University Bunkyo-machi 1-14, Nagasaki city, Nagasaki, 852-8521  
Japan

† Graduate School of Science and Technology, Nagasaki University Bunkyo-machi 1-14, Nagasaki city,  
Nagasaki, 852-8521 Japan

E-mail: ††{makoto,imamura,kuroda}@cis.nagasaki-u.ac.jp

**Abstract** Making three-dimensional computer graphics objects is two steps. In first step, initial object is made and edited by computer graphics modeling software. Generally, this operation must be learning with long time. Consequently we researched user-interface for making three-dimensional computer graphics objects. In this paper, we propose the user-interface which is constructed by a sketch-based modeling and a perspective projection based manipulation for three-dimensional computer graphics objects.

**Key words** Sketch-based modeling, perspective projection

### 1. まえがき

モデリングソフトウェアを用いて3次元CGオブジェクトを生成する場合、いくつかの3次元座標入力インタフェースが併用されることが一般的である[1]-[4]。3面図表示によるインタフェースでは、製図のような正確な座標入力が可能であるが、操作法の習得には時間を要する。また、透視図をベースとしたインタフェースは、マウスによる奥行き座標の指定が難しいため、ある程度完成した図形の変形などの操作に用いられる。しかし、3次元CGオブジェクトの編集には、ある程度使用しているモデリングソフトウェアに習熟することが必要である。これは、作成対象が3次元CGオブジェクトという立体である

のに対して2次元の図形描画とマウスをベースとするインタフェースを用いているため、奥行き座標の指定が難しいためである。

一方、2次元平面上に図形を描くことで、3次元CGオブジェクトを生成するアプローチは平易なユーザインタフェースを実現できるため、盛んに研究されてきた[5],[6]。これらスケッチベースモデリングでは、2次元図形から3次元オブジェクトを生成するアルゴリズムによって、生成する3次元オブジェクトの形状がある程度制限される。例えば、文献[5]では、4角柱などを組み合わせたとような角のある3次元オブジェクトを生成することに適している。また、文献[6]では、球状の3次元オブジェクトを生成した後、編集をすることでぬいぐるみのよう

な角のないような3次元オブジェクトを生成することに適している。

我々は、断面形状および側面形状をポインティングデバイスで描くことで、自由に形状を指定して3次元オブジェクトを生成するスケッチベースモデリングを提案している [7]。本論文では、このスケッチベースモデリングによって、3次元CGオブジェクトの初期形状を作成して、その後奥行き座標を示す透視投影補助座標によって、初期形状の3次元CGオブジェクトを編集、操作する方法を提案する。補助座標を用いることで、透視投影表示による操作画面に対して、マウスで奥行き座標を容易に指定でき、比較的短時間で操作方法を習得できることが期待できる。

以後、2. で提案するモデリングのユーザインタフェースについて説明する。3. では、実装したシステムについて使用例などを示している。4. はまとめである。

## 2. ユーザインタフェース

スケッチベースモデリングによって初期形状を作成した後に、透視投影補助座標による3次元CGオブジェクト編集を行う。3次元CGオブジェクト編集のためのユーザインタフェースは、一つの操作のウィンドウからなり、奥行きも含めて頂点の指定などが簡単に行える。

### 2.1 スケッチベースモデリングによる初期形状生成

図1は、提案したスケッチベースモデリングの原理を示している。本スケッチベースモデリングでは、断面形状、左側側面形状および右側側面形状をマウスなどのポインティングデバイスで描き、その2次元形状から3次元の座標を生成する。図の左側が、マウスなどで描いた2次元図形であり、矢印の先の右側が生成される3次元CGオブジェクトである。断面図形を側面形状に合わせて重ねて3次元CGオブジェクトを生成する。その際、断面形状の輪郭線上には、3角パッチを形成するための頂点をとる。生成される断面の輪郭線上には、それぞれ同様な位置に頂点をとることで、隣接する断面間で頂点の対応をとることができ、3角パッチのための3頂点が容易に得られる。

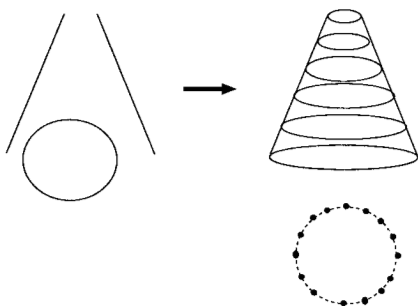


図1 3次元CGオブジェクトの生成  
Fig.1 Creating 3D object

## 2.2 透視投影補助座標による操作インタフェース

### 2.2.1 透視投影ベース補助座標

本インタフェースでは、奥行き表示のための補助座標を導入する。これは、透視投影を表すための補助として視点位置の四隅から消失点に向かって伸びる4本の直線、および視点位置からの奥行き距離を表す等距離線と現在操作対象となっている奥行き位置の平面を表す半透明の平面から成る。

図2に、透視投影補助座標による3次元CG操作画面を示す。これは、3次元CGオブジェクトとして立方体が表示されている様子である。操作対象となっている半透明の平面と立方体との交差面が、現在の操作対象となる点群として表示されている。透視投影補助座標は自由にその位置を指定することができ、その場合の3次元CGオブジェクトとの交差面が求められ、表示される。操作対象となる奥行き位置の平面に対応する立方体の断面図を示すことで、奥行きを直感的に認識できる。

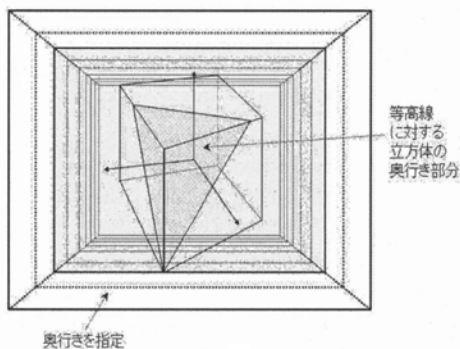


図2 視点ベースの3次元CG操作画面

Fig.2 3DCG Manipulation Interface Based on Viewing Coordinate

### 2.2.2 3次元座標点の指定方法

3次元座標点の指定はマウスのクリックによって行う。透視投影補助座標が位置する奥行き座標において、マウスポインタのあるx-y座標上の位置が3次元座標として入力される。異なる奥行き位置の点を入力したい場合は、透視投影補助座標の奥行き位置を変えながら、その平面上の位置をマウスで指定する。この操作によって、奥行き位置を明示的に指定した3次元座標点の入力が可能となる。

### 2.2.3 3次元CGオブジェクトと操作対象平面の交差面表示

図3のように、3次元CGオブジェクトと操作対象平面との交差面は、クリッピング操作とステンシルバッファを用いて判定する。クリッピング後のピクセルが偶数回描画されていれば、視点位置から見て立体の裏面、表面が表示されており交差面ではない。一方、描画回数が奇数ということは、立体の表面が未表示であることを意味しており、交差面と判定される。以下に、視点ベース操作画面の表示アルゴリズムを示す。

(1) 先ず操作対象平面をクリップ面とし、クリップ面より手前に存在するオブジェクトを削除する。

(2) クリッピングしたオブジェクトを対象に、ステンシルバッファにピクセルごとにポリゴンを奇数回描画した領域と偶数回描画した領域で別々にフラグを立てていく。

(3) 偶数回描画の領域は、そのまま描画する。

(4) 奇数回描画の領域は、交差面として表示する。この領域は半透明色の面を混色表示する。

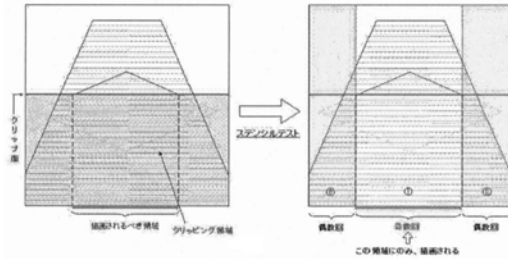


図3 操作対象平面と3次元CGオブジェクトの交差面

Fig.3 Intersection plane between active plane and 3DCG object

図4(a)は立方体が表示されている例であり、操作対象平面と立方体との交差面が分かる。図4(b)-(c)は3角ポリゴンを作成する様子である。図の(b)で操作対象平面上で2点を指定し、(c)では操作対象平面を奥に移動し3番目の点を指定して3角ポリゴンを完成している。(d)では見る角度を変えて3角ポリゴンを表示している。

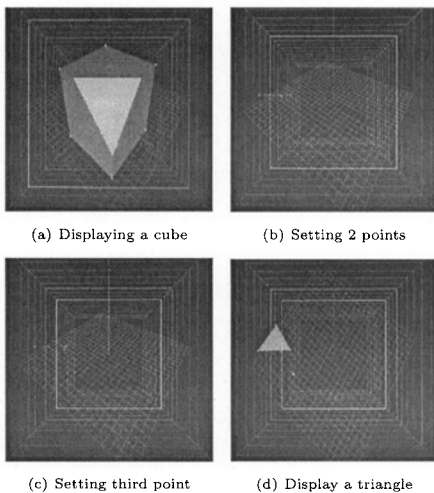


図4 透視投影補助座標による操作インタフェースの例

Fig.4 Example of 3DCG Manipulation User Interface

### 3. システムの実装

図5はスケッチベースモデリングの操作ウィンドウである。図の左下にあるウィンドウが、2次元図形を描画するためのウィンドウであり、マウスで線を描くことができる。図の左にある小さなウィンドウは、スケッチベースモデリングの操作ウィンドウである。図の中程にある大きなウィンドウは、透視投影補助座標による3次元CGオブジェクト操作ウィンドウである。

マウスで断面図形、左右の側面形状を左下のウィンドウに描いた後、操作ウィンドウのボタンをマウスでクリックすると、生成された3次元CGオブジェクトが透視投影補助座標による3次元CGオブジェクト操作ウィンドウに表示される。

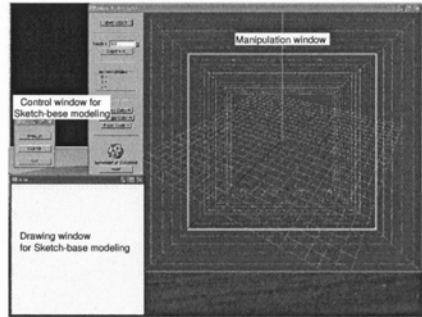


図5 スケッチベースモデリング

Fig.5 Sketch-based modeling

図6は、球状の初期形状である3次元CGオブジェクトを生成する例である。図の(a)で断面図形を描き、続いて(b)および(c)では左側面形状、右側面形状を描いており、(d)は生成された3次元CGオブジェクトである。(e)および(f)は、生成した3次元CGオブジェクトを別の角度から見た例である。

図7は、透視投影補助座標による操作ウィンドウを示している。3次元CGオブジェクトを操作するウィンドウは1つであり、左側にいくつかの操作ボタンを配置している。図では分かりにくい、ウィンドウ中の黄色の四角形は、奥行き方向の位置指定を容易にするための透視投影補助座標である。緑、青および赤の座標はローカル座標である。

図8は透視投影補助座標による操作インタフェースでの操作例である。(a)はスケッチベースモデリングで作成した3次元CGオブジェクトを表示している場面、(b)は(a)を元に鼻と帽子を追加したものである。(c)は新たに3角の平面を追加したものであり、3頂点を指定する際に、奥行き座標指定に透視投影補助座標を用いている。(d)は3角形を5角形にしたものであり、同様に頂点の奥行き座標を指定している。(e)はピッキングにより頂点を編集したものである。(f)および(h)は奥行き座標を変更したものであり、(g)は視点を移動したものである。図において、奥行き位置を示す。

### 4. まとめ

本論文では、3次元CGオブジェクト作成のため、スケッチ

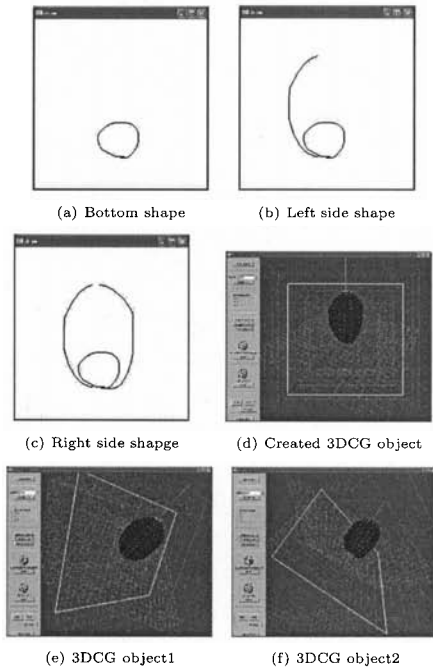


図 6 スケッチベースモデリングの例  
Fig. 6 Example of Sketch-based modeling

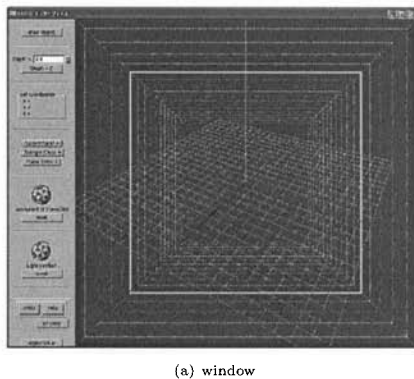


図 7 透視投影補助座標による操作ウィンドウ  
Fig. 7 Manipulation window

ベースモデリングおよび透視投影補助座標を提案した。奥行き方向距離を表示する補助的な座標系を表示することで、透視投影表現において奥行き位置を容易に指定できるようになった。

今後の課題は、作成できる 3 次元 CG オブジェクトの充実、まだ不足している編集機能などを追加することなどである。

#### 文 献

- [1] Getting Started with Maya 6.5, Alias Systems Corp.(2005).
- [2] O.Mizuno, メタセコイア  
(<http://www.metaseq.net/metaseq/index.html>)

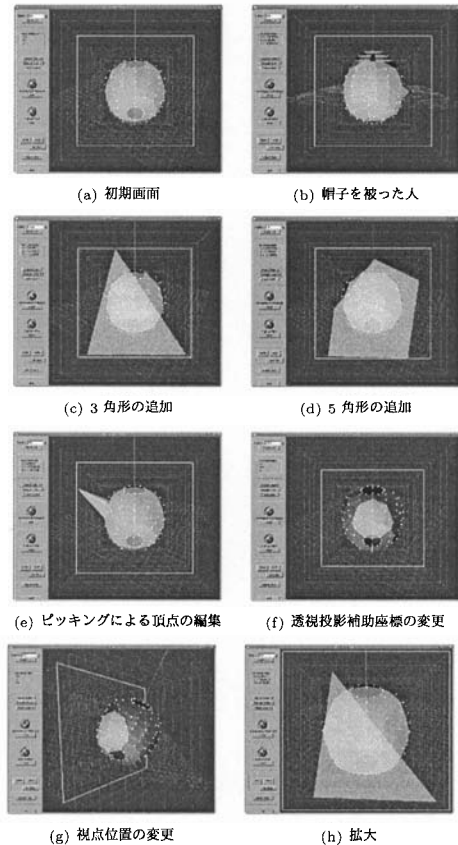


図 8 透視投影補助座標によるユーザーインタフェース  
Fig. 8 Perspective projection based modeling

- [3] “LightWave3D”  
<http://www.dstorm.co.jp/products/lw8>.
- [4] “shade online”  
<http://shade.e-frontier.co.jp>.
- [5] R.C.Zeleznik, K.P.Herdon and J.F.Hughes, “SKETCH: An interface for sketching 3D scenes”, ACM SIGGRAPH 96(1996).
- [6] Takeo Igarashi, Satoshi Matsuoka and Hidehiko Tanaka, “Teddy: A Sketching Interface for 3D Freeform Design”, ACM SIGGRAPH 99(1999).
- [7] Chihiro Murakami, Makoto Fujimura, Hideo Kuroda and Hiroki Imamura, “Drawing Freeform Stroke on Two Coordinate Planes”, ACM SIGGRAPH 2004(2004).