

# 仮想空間中での手書き動作認識に基づいた 立体図形プリミティブ入力環境 “Blue Grotto” の試作

西住 直樹 安福尚文 大塚徹 佐賀 聡人

室蘭工業大学 情報工学科

〒 050-8585 北海道室蘭市水元町 27-1

Tel: 0143-46-5415, Fax: 0143-46-5499

E-mail: {naoki, naofumi, otuka} @hahakigi.csse.muroran-it.ac.jp, saga@csse.muroran-it.ac.jp

## 1 はじめに

伝統的な3次元CADでは立体図形の生成が作図平面上での間接的操作によって行なわれ、直感的な作業が難しい。そこで我々は、仮想空間中で直接的に幾何学的な立体図形プリミティブを入力できる環境 “Blue Grotto” を提案する。

直接的な立体図形入力法としては、VLEGO[1]、SKETCH[2]、Teddy[3]などいくつかの試みがなされている。VLEGOでは、VR環境中で立体図形プリミティブを組み合わせることにより直接的に立体のデザインを行なう環境が実現されているが、立体図形プリミティブ自体の生成に関しては直接的な手法がとられていない。SKETCHでは、直接的操作による立体図形プリミティブの生成を実現しているが、本格的な空間描画認識が行なわれていないため操作に一貫性がなく汎用性が低い。さらにTeddyも直接的な描画による3次元構造物の生成を実現しているが、描画認識に重きを置いていないために主に自由形状物体の生成に用途が限られる。

このような中で、“Blue Grotto”は、空間中の手書き動作から幾何曲線を認識する手法FSCI-3D[4, 5]と、没入型VRデバイスを利用した手書き入力インターフェースとを組み合わせることにより、3次元CADで有用な立体図形プリミティブの入力を直接的な操作により瞬時に行なえる汎用的な入力環境の実現を試みている。

## 2 “Blue Grotto” のシステム構成

“Blue Grotto”は、画板、スタイラス、ヘッドマウンテッドディスプレイ(HMD)からなり、画板には、スペースマウスとトランスミッタが固定されて

Blue Grotto: A Primitive Solid Input Environment on the Basis of Drawing Gesture Identification in Virtual Space, Naoki NISHIZUMI, Naofumi YASUFUKU, Tohru OHTSUKA, Sato SAGA, Muroran Institute of Technology.

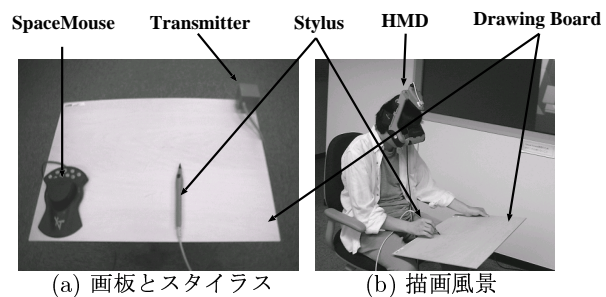


図 1: “Blue Grotto” のシステム構成

いる(図1)。スタイラスにはトランスミッタからの相対的な位置、姿勢を計測する3次元位置センサが内蔵され、これにより、仮想図形空間への3次元描画を行うことができる。また、HMDにも3次元位置センサが固定され、このHMDを被った没入型空間中にいるユーザに対して現実の画板が半透明の仮想画板として表示される。一方、スペースマウスは6自由度の制御が可能なデバイスで、これにより画板に対する図形空間の相対的な位置、姿勢、大きさを調節することができる。

## 3 “Blue Grotto” における立体図形プリミティブ入力インターフェース

“Blue Grotto”における立体図形プリミティブの入力過程の概要は以下の通りとなる。

(1) **手書き曲線の描画** ユーザが仮想図形空間中に「スイープ図形」と「スイープ経路」をフリーハンドで描画する。

(2) **FSCI-3Dによる認識** FSCI-3Dが描画された「スイープ図形」と「スイープ経路」を、線分(L)、円(C)、円弧(CA)、楕円(E)、楕円弧(EA)、閉じた自由曲線(FC)、開いた自由曲線(FO)といった7種類の空間幾何曲線プリミティブの組合せとして同定し、その形状パラメータを抽出する。

(3) **スナッピング整形処理** 空間中に配置されたグ

表 1: スワイピングによるスイープ図形の表現例

立体図形 プリミティブ	スイープ図形	スイープ経路
立方体	正方形	線分
直方体	長方形	線分
球	円	半円弧
楕円体	楕円	半円弧
円柱	円	線分
円錐	直角三角形	円
角柱	多角形	線分
トーラス	円	円
半球	半円弧	半円弧
半円柱	長方形	半円弧
円錐台	台形	円
チューブ	円	自由曲線

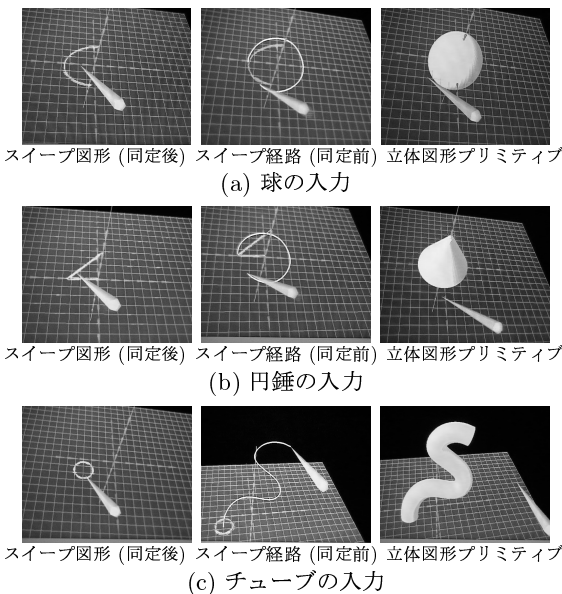


図 2: 立体図形プリミティブの入力例

リッドに合わせて形状パラメータの丸め処理を行ない、各空間幾何曲線プリミティブをそれぞれグリッド上にスナッピングする。その際、適切なグリッド上に配置されなかった場合にはユーザが編集操作によってパラメータを調節する。

(4) スワイピングによる立体生成 「スイープ図形」を「スイープ経路」に沿って移動させた軌跡図形を求め3次元 CAD 立体図形プリミティブを生成する。

表 1 に示すように、3次元 CAD で扱われる基本的な立体図形プリミティブのほとんどは FSCI-3D で同定される高々7種類の空間幾何曲線プリミティブの組合せによって表現される。したがって、これらの立体図形プリミティブは上述の手順により一貫した手書き動作で入力されることになる。

“Blue Grotto”における、実際の立体図形プリミティブ入力の例を図 2 に示す。

## 4 “Blue Grotto”の特長

**自然な描画範囲の制限** “Blue Grotto”では、ユーザが画板を持って描画を行なうため、その描画範囲は画板表面と画板上部の空間内に自然と限られる。このため画板に固定された3次元トランスミッタの有効範囲を超えた描画が起こりにくくなり、ユーザは安心して描画に集中することができる。

**直感的な視点の移動** “Blue Grotto”において視点の位置は、手に持った画板と頭の相対的な位置で決定される。したがって、両者の動きの組み合わせにより直感的ですばやい視点の移動が可能となる。

**画板上での平面描画の活用** 仮想空間中への自由な空間描画に併せて、画板表面を利用し自由度を下げることによって精密かつ安定した平面描画を行うこともできる。また、空間描画のみを続けると腕の疲労が問題となるが、“Blue Grotto”では画板が支えとなるためこれが軽減される。

**図形空間の自在な操作** スペースマウスによって図形空間を操作することが可能なため、描画しやすいように図形空間の位置、角度、大きさを合わせた上で、新たな描画を行うことが可能である。また、これにより図形空間の任意の位置に画板表面を合わせた上で精密な平面描画を行うことも可能となる。

## 5 まとめ

本稿では、直感的な立体図形プリミティブ入力環境 “Blue Grotto” を試作し、その基本的な動作を確認した。今後は、この “Blue Grotto” を 3次元 CAD の実用的な入力環境として利用することを目指し、操作性の評価に基づく改良を進める予定である。

## 謝辞

本研究は、文部省科学研究費補助金(課題番号 12480077)による研究成果の一部である。

## 参考文献

- [1] 清川清, 竹村治雄, 片山喜章, 岩佐英彦, 横矢直和, “両手を用いた仮想環境没入型モデラ:VLEGO”, ヒューマンインタフェースシンポジウム (HIS'95), 1518.
- [2] R.C. Zeleznik, K.P. Herndon, and J.F. Hughes, “SKETCH: An Interface for Sketching 3D Scenes”, Proc. SIGGRAPH'96, pp.163-170, 1996.
- [3] 五十嵐健夫, 松岡聡, 田中英彦, “手書きスケッチによるモデリングシステム Teddy”, 情報処理学会シンポジウムシリーズ (インタラクシオン'99 論文集), 99,4(1999-03), pp.147-148.
- [4] 佐々木聡, 佐賀聡人, “空間描画動作同定に基づく3次元曲線プリミティブ入力インタフェース”, 情報処理学会シンポジウムシリーズ (インタラクシオン'98 論文集), 98,5(1998-03), pp.81-84.
- [5] 安福尚文, 佐賀聡人, “空間描画動作同定に基づく立体プリミティブ入力インタフェース”, 情報処理学会シンポジウムシリーズ (インタラクシオン'99 論文集), 99,4(1999-03), pp.119-126.