

# 手描き球形の陰分布形状を用いた奥行き制御法

熊谷昌也 松田浩一

岩手県立大学ソフトウェア情報学部

## 1 はじめに

近年、工業製品や家電製品といった製品開発のために企業は CAD (Computer Aided Design) や CAM (Computer Aided Manufacture) システムを導入している。これにより、作業の効率化による開発期間短縮が図られるようになった。

しかし、意匠デザインの初期プロセスであるラフスケッチの段階では、ほとんど適用されていない。

その理由として、これらのシステムは、デザイナーが描いた形状の初期スケッチが与えられて、オペレータがそれを見ながら形状構成するようなシステムが多く、(1)デザイナーの自由な発想の支援には有効ではなく、(2)形状構成操作が計算機的であるためデザイナー自身が利用するには適さない、という点があげられる。

これらの問題点を解決するために、概念から形を作るための機能の開発や、使いやすいインターフェースの開発が望まれている。

そのため、デザインの発想段階を支援するための手書きスケッチによる3次元形状入力の手法が提案されており、主に輪郭による形状の制御を行なっている。

Teddy[1]では入力した輪郭から形状の膨らみを推測することで3次元形状を生成し、形状を修正することにより物体を構築する手法であるが、形状の奥行きは輪郭幅から自動的に計算されるため、ユーザが制御することは不可能である。また、輪郭線だけでなく、陰影の位置と濃度を利用して形状を制御する鈴木ら[2]の手法では、陰影を利用しているが、形状の丸みや凹凸の選択を行っていないにすぎなかった。

そこで、本研究では、手描き球形を対象とし、従来奥行き制御においては考慮されていなかった陰の分布形状に着目することによって、ユーザの意図する球形の奥行きを制御する手法を提案する。

## 2 陰分布形状の分析

本節では、陰分布形状の湾曲率(以下、陰形状曲率)を用いた球形の奥行き制御のための関係式について述べる。

ここで、陰を含んだスケッチでは特徴を表す陰の最も濃度の高い部分のみを記述することとし、関係式を作成した。

形状制御プロセスはスケッチから得られた陰分布形状に対して、最小二乗法による円近似から得られた陰形状曲率から奥行きを推測する。

### 2.1 陰形状曲率と奥行きの相関分析

陰分布形状の曲率と奥行きの相関を求めるため、右前上方 45 度の光源から照らした理想的な球形を



図 1 陰形状曲率の定義

CG で用意し、画像を作成した。その陰のうち、もっとも暗い部分を二値化により抽出する。抽出した陰形状を現す画素を点群とし、最小二乗法による円近似を行う。そして、近似した円の半径を  $r$  とし、 $a/r$  を陰形状曲率  $k$  と定義する。なお  $a$  は

真球のときの陰形状曲率が 1 となるよう設定する(図 1)。球は  $x:y:z$  が 100:100:100 であるときを基準として、 $z$  の倍率を 0.5 から 2.5 まで変化させたときの陰形状曲率を算出し、奥行きと曲率の相関から  $y = 25.0918x^3 - 75.2078x^2 + 77.0541x - 25.9265$  を得た(図 2)。

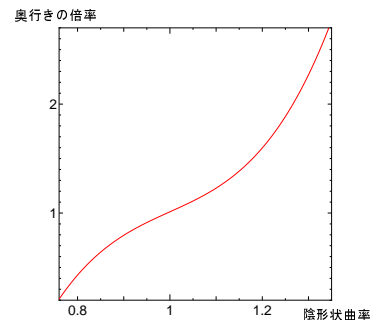


図 2 陰形状曲率と球形の奥行きの相関

A method of controlling depth using the form of the shade of a hand-drawn sphere  
Masaya Kumagai, Koichi Matsuda  
Iwate Prefectural University, Faculty of Software and Information Science

## 2.2 近似円の半径と球のサイズ

パラメータ  $a$  を設定するための関数を作成するため、近似円の半径と球のサイズの相関を求める。画像は陰形状曲率と同様の方法を用い、直径を 50 から 200 まで変化させたときの近似円の半径との相関から式  $y = 0.4135x - 2.6589$  を得た(図 3)。

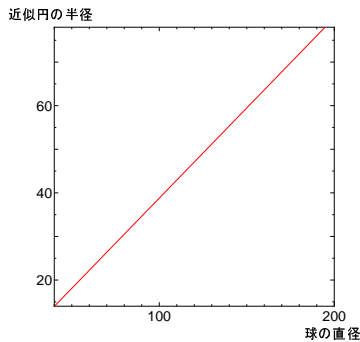


図 3 近似円の半径と球形の直径の相関

## 2-3 理想球形への適用と再現性

理想球形の画像を 2 値化したものに対して、直径 100 を基準として提案式を適用し、立体化を行った結果を示す。上段が 2 値化した理想球体画像、下段が適用結果である(図 4)。

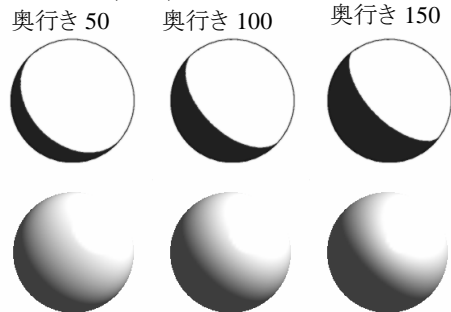


図 4 理想球形画像への適用

これらの結果からわかるように、理想球形の画像においては奥行きを陰分布形状から制御できることが確認できた。

## 3 実験

本節では提案式を用いて、実際のスケッチに適用し、立体化をおこなう。スケッチには陰影の最も濃い部分を描き、奥行きが異なるように 2 枚を描いてもらった。スケッチはスキャナで取り込み、直径 100 を基準として提案式を適用した。左がスケッチ、中央が適用結果を正面から見たもの、右が適用結果を横から見たものである(図 5, 図 6)。

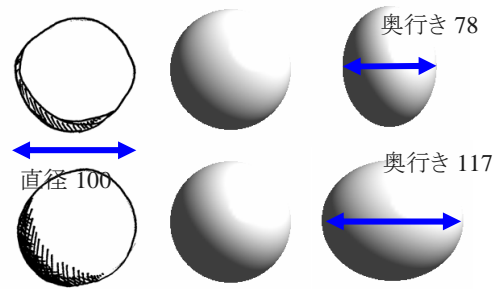


図 5 スケッチへの適用(1)

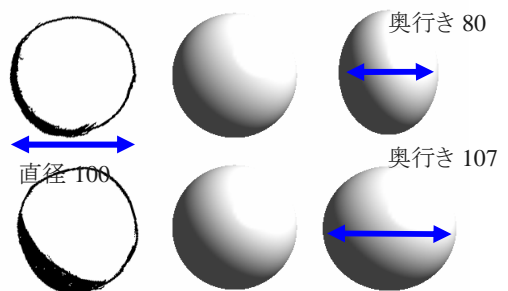


図 6 スケッチへの適用(2)

適用結果から、スケッチの画像においても奥行きを陰分布形状から制御できることが確認できた。しかし、描いた陰形状よりも奥行きが深くなる傾向があり、さらなる改良が必要である。

## 4 おわりに

本稿では、手描き球形の陰分布形状を用いた奥行き制御法の提案を行った。提案手法ではスケッチ等で描かれる球形形状を表している陰分布形状に注目し、陰分布形状の陰形状曲率を用いて、陰影から形状の奥行きを制御する方法を提案した。陰形状曲率の利用により、スケッチとして描かれた陰情報を用いて球形の奥行き制御可能とした。

今後の課題として、制御の精度を上げ、また、球形以外の形状の制御についても陰分布形状により行いたいと考えている。

## 5 参考文献

- [1] 五十嵐建夫, 松岡聡, 田中英彦, “Teddy: A Sketching Interface for 3D Freeform Design”, Proceedings of ACM SIGGRAPH '99, pp.409-416, ACM Press, 1999.
- [2] 鈴木俊博, 松田浩一, 近藤邦雄, “手描きスケッチにおける陰影表現を用いた 3 次元形状制御方法”, 情報処理学会, グラフィクスと CAD 研究会 2002-CG-108,108-2,pp.7-12, 2002.