

ジェスチャによる3次元モデリングのための 機械学習を用いた入力形状判別

松倉 聖憲^{1,a)} 井村 誠孝^{1,b)}

概要: 3D プリンタの普及や VTuber の登場により, 専門的な技能を必要としない 3 次元形状モデリング手法が求められている. 本研究では, モデリング対象物体の概形をジェスチャにより表現できる 3 次元形状モデリングシステムを構築する. 手形状センサにより取得した 3 次元の点群データから, 複数視点の距離画像を生成し, ニューラルネットワークによって分類学習を行う. 識別対象物体を球と立方体の 2 種類として分類学習する実験を行った結果, 94%の識別精度を得た.

1. はじめに

近年の 3D プリンタの普及に伴い, 家庭内で 3 次元の物体を出力することが出来るようになりつつある. しかし, 出力に使用するための 3 次元形状モデルの作成については専門的な技能が必要であり, 専門的な技能を持たない人が 3 次元形状モデリングを行うことは困難なものとなっている. 本研究ではより簡便な 3 次元形状モデリング手法として, 一般に 3 次元形状を他人に伝えるための手段として用いられるジェスチャ動作を利用した 3 次元モデリングを目指す. ジェスチャ動作を利用することで, 非接触型のインタフェースとして使える上に, 専門的な技能を持たない人にも直感的な操作で 3 次元形状モデリングが可能になる. 本稿では機械学習を用いて, ジェスチャから入力形状判別を行う手法について述べる.

2. 関連研究

ジェスチャ入力による 3 次元モデリングを行った先行研究として横川らのジェスチャインタフェースを用いた 3 次元モデリング手法があげられる [1]. 横川らの研究ではステレオカメラにより RGBD 値を取得する. 肌色領域の抽出による手領域抽出, 点群データのリサンプリングを行い, 得られた点群データに対し 3 次元ドロネー三角分割によるポリゴン生成を行っている. 横川らの研究の問題点としてユーザーのジェスチャ動作は想像する 3 次元形状のすべてを表現するものではないため欠如部分が生じてしまう点が

あげられる. 本研究では入力される 3 次元形状の種類を限定することでジェスチャ動作で表現されない部分のポリゴンを補間する.

また, 類似した研究として西野らの研究があるが, 基本形状の組み合わせと変形によりモデリングを実現しており, 自由に面を作成するには至っていない [2].

その他に対象物が限定されている例として佐藤らのろくろをベースにした陶芸のような操作性で 3 次元モデリングを行うインタフェースについての研究 [3] が挙げられるが, 本研究ではより汎用性の高いモデリング手法を目指す.

3. 提案手法

手形状計測センサによりジェスチャ動作時における手指関節の位置を 3 次元点群データとして取得する. 本手法では距離画像の画素値を入力とするニューラルネットワークを構成し, 学習を行うため, 取得した 3 次元の点群データから距離画像を生成する必要がある.

点群データの各点の座標から, 各軸方向の最大値および最小値を求め, それらの値に基づいて距離画像のサイズに合わせて各点の座標をスケールする. 距離画像の生成にあたっては, x, y, z 各座標軸の正負それぞれの方向を視線方向とし, 軸に沿って点群データの各点を画像平面に投影する. 各画素に投影された点のうち, 最も手前にある点の座標値を, その画素の画素値とする. 生成した距離画像群の各画素値を入力とし, 判別結果を出力するニューラルネットワークを構成して分類学習を行い, 入力形状判別を行う. 提案手法の概要を図 1 に示す.

¹ 関西学院大学
Kwansei Gakuin University, Sanda, Hyogo 669-1337, Japan
a) ewi96599@kwansei.ac.jp
b) m.imura@kwansei.ac.jp

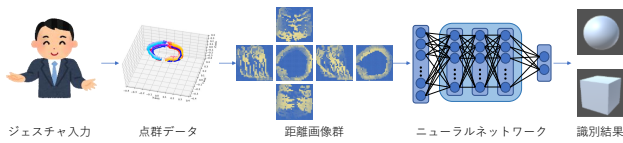


図 1 提案手法

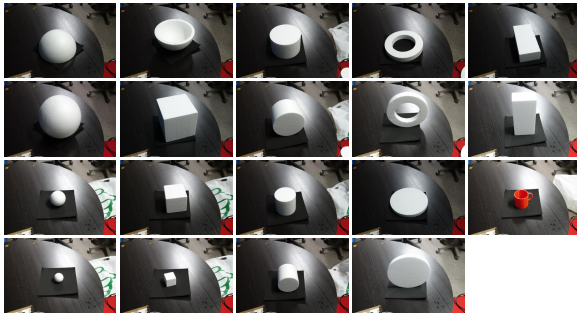


図 2 提示パターン

4. 3次元形状を表現するジェスチャ動作の分類

4.1 実験内容

3次元形状表現時にどのようなジェスチャ動作が表れるかを確認するために12種類の発泡スチロールとコップを利用し、その形状をジェスチャで表現する実験を行った。発泡スチロールの種類は以下の通りである(長さの単位はすべてcm)。

- 球 (直径 5,8,20)
- 半球 (直径 20)
- 立方体 (1辺 15,10,5)
- 直方体 (6 × 10 × 21)
- 円柱 (直径 × 高さ 15 × 10, 10 × 10, 20 × 2)
- 輪 (外径 × 幅 20 × 3)

発泡スチロールのうち、球と立方体以外については一番面積の小さい面を地面に接触させる場合と、実験協力者に向ける場合の2パターンについて提示した。実験協力者には提示するものと同じ形状をジェスチャで表現してくださいと指示し、図2に示す19パターンについて無作為に選択して提示し、実験協力者にジェスチャ動作を行ってもらった。また、提示した発泡スチロールに触れてサイズの確認や向きの変更はしないように指示をした。実験協力者は20代の男女6名である。

4.2 実験結果

実験を行った結果、大きく分けて3つの種類のジェスチャ動作が表れた。現れたジェスチャ動作について以下に示す。

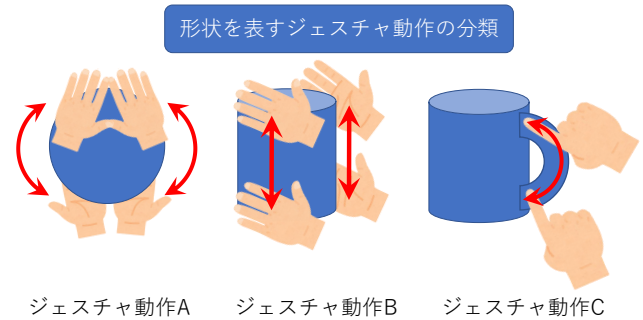


図 3 形状を表すジェスチャ動作の分類

- 形状を表すジェスチャ動作
対象物体の表面を手のひらでなぞるような動作
- 操作を表すジェスチャ動作
表現した形状に対して穴あけやスライスなどを行う動作
- 機能を表すジェスチャ動作
コップの取っ手を掴み飲むというような動作

また、形状を表すジェスチャ動作について、図3に示すような、手の側面を接触させて形状の表現を開始し、逆側の側面を接触させて終了するジェスチャ動作A、手の相対的な位置関係を維持しつつ描画するジェスチャ動作B、小さな球、立方体やコップの取っ手など細かい形状を指先で表現するジェスチャ動作Cの大きく3種類のジェスチャ動作が確認できた。

この結果から3次元形状の表現に使用されるジェスチャはいくつかの種類に分類でき、各カテゴリのジェスチャに適した認識を行う必要があることが分かった。また、手の接触タイミングや、位置を取得することでジェスチャ動作の開始、終了を取得できる可能性が示唆された。

5. 試作システム

5.1 開発環境

形状を表すジェスチャ動作のうち、手の側面を接触させて形状の表現を開始し、逆側の側面を接触させて終了するジェスチャ動作に着目し、球と立方体についてジェスチャ動作により入力された3次元形状を判別するシステムを構築した。試作システムでは手形状計測センサ Leap Motion、統合型ゲーム開発環境 Unity、機械学習はPythonを用いて行い、ライブラリはChainerを利用した。

5.2 データの取得と変換

手の親指間の距離が5cm以下になったタイミングで手指関節の座標値を取得開始し、小指間の距離が5cm以下になった場合に座標値の取得を終了する。ジェスチャによる3次元形状の表現を球について21試行、立方体について31試行実施した。得られた点群データの各軸の値を0

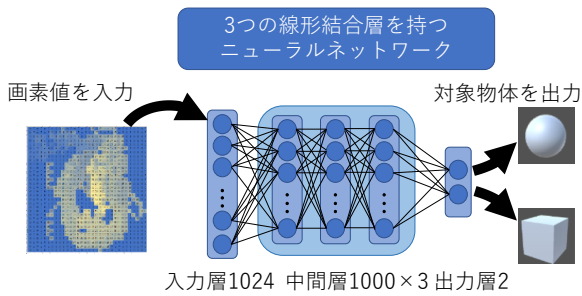


図 4 学習モデル

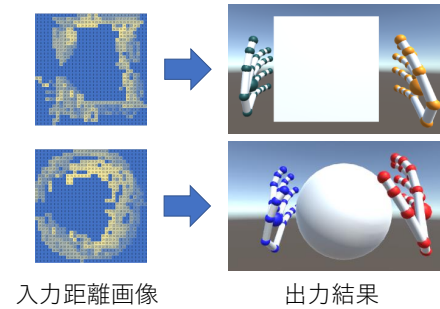


図 6 出力結果の例



図 5 システム利用風景

から 31 の間でスケージングを施し、x 軸正の方向から見た距離画像、x 軸負の方向から見た距離画像、y 軸正の方向から見た距離画像、y 軸負の方向から見た距離画像、z 軸正の方向から見た距離画像、z 軸負の方向から見た距離画像の 6 方向からの 32×32 の距離画像を生成した。その後各画像に対し、90 度、180 度、270 度の回転と反転を施すことで、球について 1008 枚、立方体について 1448 枚の距離画像を得た。

5.3 学習モデル

入力を距離画像における各画素値とし、球と立方体のどちらであるかを出力とする図 4 に示すような手書き文字認識などで使われている 3 つの線形結合層を持つニューラルネットワークを構成した。入力層のノード数 1024、中間層のノード数 1000、出力層のノード数 2 である。学習用画像として 1747 枚、テスト用画像として 749 枚利用し、学習データで 100%、テストデータで 94% の識別精度を得た。システム利用風景を図 5 に、実行結果を図 6 に示す。

6. おわりに

本稿では簡便なモデリング手法としてのジェスチャ入力による 3 次元形状モデリングを目標とした機械学習による入力形状識別について提案した。試作システムでは手の親指側を接触させて形状の表現を開始し、小指側を接触させて終了するジェスチャ動作に着目し、球と立方体について

の分類学習を行った。結果としてテストデータで 94% の識別精度を得た。

今後の課題として他の種類の形状を表すジェスチャ動作についての実装、生成形状に対しての穴あけやスライスといった操作を加えるジェスチャ動作の実装が挙げられる。

参考文献

- [1] 横川健, 石井雅博, 唐政, 山下和也: ジェスチャインタフェースを用いた 3 次元モデリング手法の提案, 情報処理学会研究報告, 2007-CG-127, Vol. 2007, No. 70, pp. 41-45 (2007).
- [2] 西野浩明, 凍田和美, 宇津宮孝一: 両手ジェスチャで変形可能な 3 次元形状表現法, 情報処理学会論文誌, Vol. 40, No. 2, pp. 698-701 (1999).
- [3] 佐藤慧太, 山本敏雄, 松山克胤, 今野晃市: Rokuro: ジェスチャを用いたモデリングインタフェースの実装と検討, 情報処理学会シンポジウム論文集, Vol. 2012, No. 3, pp. 771-776 (2012).