

仮想空間内における触感覚呈示を用いた3次元モデリングシステムの構築

Development of a 3D Modeling System using Displaying Tactile Sensations in Virtual Reality

上地 祐汰, 小渡 悟

Yuta UECHI, Satoru ODO

沖縄国際大学産業情報学部

Department of Industry and Information Science, Okinawa International University

Email: 13DB019@okiu.ac.jp

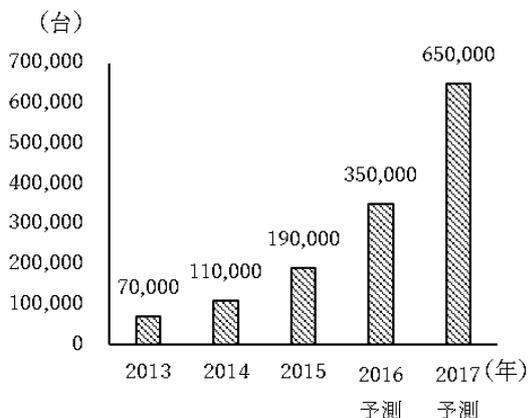
あらまし：2010年代に家庭用3Dプリンタが販売され、出力データとなる3Dモデルの需要も高まっている。しかし、モデルを制作するにはある程度の3Dモデリングの知識が必要である。そのため、個人が3Dプリンタでオリジナルの作品制作を行う場合、モデリングに関する知識と技術を習得する必要がある。本研究では、モデリング習得にかかる学習コスト低減のために、未経験者でも簡易にモデリングできるシステムを提案する。

キーワード：仮想空間 (VR), 3Dモデリング, 触感覚呈示, Unlimited Hand, LeapMotion

1. はじめに

2013年2月、米国オバマ大統領は一般教書演説で3Dプリンタはモノづくりに急激な変化をもたらす可能性があるとして議会の施政方針で取り上げた⁽¹⁾。その後米国シリコンバレーではモノづくりベンチャーの起業ブームが到来し⁽²⁾、日本でも3Dプリンタを含む工作機械を備える市民工房 FabLab が全国に設立された。個人のモノづくり参加の促進を目的とした MakersLove 等のポータルサイトが登場するなど、3Dプリンタでモノづくりを行う環境が整備され始めている⁽³⁾⁽⁴⁾。これを受け、図1で示すように2015年の3Dプリンタ出荷台数も前年比で172.4%増加している。3Dプリンタは、樹脂を積み重ねることで3Dデータを立体構造物として実現化する。そのため、設計図として3Dモデルデータを必要とするが、3Dモデルの制作には3Dモデリングの知識と技術が必要であり、習得するには学習コストがかかる。

本報告ではこの問題を解決する手段として、3Dモデリング未経験者でも直感的に操作できるシステムを提案する。またモデリング未経験者を対象としていることから、モデリングの操作に簡易性及即時性を重視したシステムの構築を行う。



出所) 矢野経済研究所, 3Dプリンタ世界市場規模⁽⁵⁾
図1 3Dプリンタの市場規模推移と予測

2. 関連研究

須永らは深度センサを用いて粘土の形状情報を取得しポリゴン化することにより、直感的な操作で3Dモデルを制作するシステムを構築している⁽⁶⁾。また、春田らはARマーカを用いて現実空間上でモデリングを行い接触する点1つ1つを操作できるシステムを構築している⁽⁷⁾。須永らの研究は触覚を利用してモデリング精度を向上できる利点があるが、粘土を扱う必要が生じる。春田らの研究は物体を用いずに簡易に形状変更できる利点があるが、触覚が付与されていないため高い精度の操作が難しいという欠点がある。

3. 提案システム

3.1 システムの概略

本研究では、仮想空間内で直感的な操作で3次元CGモデリングが可能なシステムを実現した。操作の簡易化として触覚デバイスを用い、現実でのモノづくりに近い操作を行えるようにした。

本研究では、LeapMotionを用いて手の位置検出を行う。視覚デバイスとしてOculus Riftを使用し、触覚デバイスにはUnlimited Handを用いる。図2に提案システムの外観を示す。

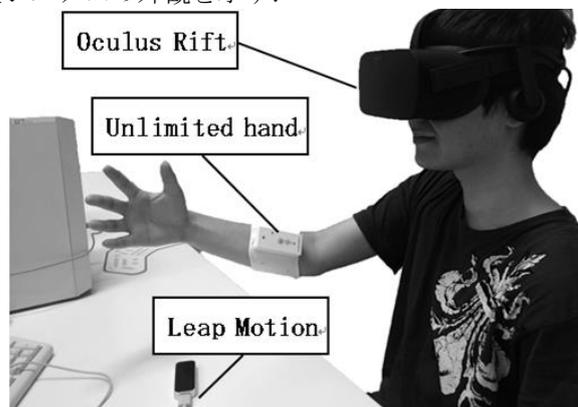


図2 システム外観

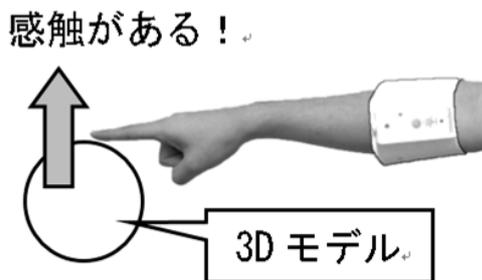


図3 Unlimited Hand と触感覚呈示の位置

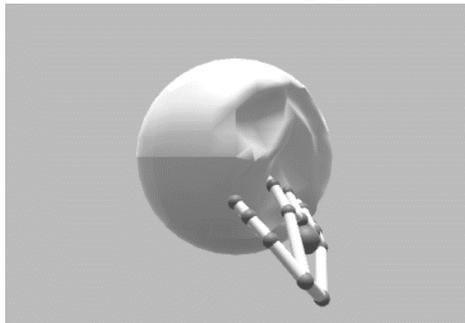


図4 モデル形状の加工例



図5 ファイル出力画面

3.2 触覚の再現

触覚デバイスは接地型と非接地型に分類できる。前者はアームやワイヤ等の抗力あるいは張力により触覚を付与する。後者は振動や静電気等の発生により手や指への疑似的な触覚を再現する。

本研究で使用する Unlimited Hand は EMS (筋電刺激) 機能によって触覚を疑似的に再現する⁽⁸⁾。また、付与された触覚は使用者の筋肉量に依存するため、モデリング時に電圧の強弱を3段階で変更できるようにすることで調整が可能である。図3に Unlimited Hand の装着位置と触感覚呈示の概略を示す。

3.3 指先の位置検出

姿勢推定の技術は接触型と非接触型に分類できる。前者はジャイロや加速度センサ等を体に密着させ、取得した数値から姿勢を推定する。非接触型はカメラ映像から検出した頭部や胴体部等の動きから姿勢を推定する。

本研究で使用する Leap Motion は、内部の赤外線カメラにより範囲内にある手や指の動きを感知できる。手を振る・つかむ・持ち上げる等の動作を検出し、約 24cm³ の範囲を視角 150°で 1秒間に最大 200 回位置検出する仕様となっている⁽⁹⁾。

3.4 3次元CGモデリング

3次元CGモデリングには3種類の手法があり、多角形の組み合わせにより物体を表現するポリゴンモデリング、数学的曲線を利用する曲線モデリング、粘土をこねるような操作で物体を加工できるスカルプトモデリングに分類される。

本研究では 3D モデリング環境として Unity 上の仮想空間を利用する。形状データである mesh を変更することでモデリングを可能にした。形状加工は位置検出された指先とモデルが接触する頂点を基準に変更する。図4にモデリング例を示す。

3.5 ファイル保存形式

3D モデルのファイル保存形式は使用用途により異なる。本システムでは 3D プリンタ出力で用いられる STL 形式と、多くのモデリングツールに対応する OBJ 形式のファイルを出力できる。図5にファイル出力メニューを示す。

4. まとめ

本研究では Unlimited Hand と LeapMotion を併用し、3次元CGモデリングに触覚を付加させたシステムを構築した。手の認識に赤外線カメラを用いることにより自由に手を動かし、指先に触覚を付加することで、現実空間での物体の加工に近いモデリングを実現した。一方で、モデルに触れている各指を識別し個別の筋電に触覚を付加させる課題も明らかとなった。2016年1月23・24日のIT津梁まつりで行った検証では、手の位置検出に関して問題は見られなかったが、触覚の再現は被験者によっては感覚を知覚できないこともあった。そのため使用者に合わせた電圧の出力を調整する機能が必要であることが判明した。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 15K00292 の助成を受けたものです。

参考文献

- (1) Youtube: “The 2013 State of the Union Address”, <https://www.youtube.com/>, (2017, 1, 24 アクセス)
- (2) 池松由香: “ものづくり起業に沸くシリコンバレー”, 日経ものづくり, 2014年07, pp38-41 (2014)
- (3) Fab Lab Japan: “What’s Fab Lab?”, <http://fablabjapan.org/>, (2017, 1, 24 アクセス)
- (4) MakersLove: “MakersLove とは?”, <http://makerslove.com/about.html>, (2017, 1, 24 アクセス)
- (5) 矢野経済研究所: “3Dプリンタ世界市場に関する調査結果 2016”, <https://www.yano.co.jp/> <http://i-maker.jp/>, (2016, 1, 24 アクセス)
- (6) 須永知樹, 橋本直己: “粘土を用いた直感的な 3D モデリングシステムの構築”, 映像情報メディア学会技術報告, 第36巻, 第8号, pp.33-36 (2012)
- (7) 春田英和, 成見哲: “拡張現実感を用いた 3D モデリングシステムの開発”, 映像情報メディア学会年次大会講演予稿集, 2013号, pp.9-1-1-“9-1-2” (2013)
- (8) H2L Inc: “Happy Hacking Life”, <http://h2l.jp/>, (2016, 7, 20 アクセス)
- (9) Leap Motion: “Mac 開発者と PC 用 Leap Motion”, <https://www.leapmotion.com/>, (2017, 1, 24 アクセス)