



磁気式モーションキャプチャとパーソナルハンドモデルを用いた手指巧緻動作再現手法の検討

Reproduction Method of Dexterous Hand Movements
Using Magnetic Motion Capture and Personal Hand Models

菊地岳大¹⁾, 齋藤正親¹⁾, 藤原克哉¹⁾, 中島佐和子¹⁾, 水戸部一孝¹⁾

Gakuto KIKUCHI, Masachika SAITO, Katsuya FUJIWARA, Sawako NAKAJIMA, and Kazutaka MITOBE

1) 秋田大学大学院 理工学研究科 (〒 010-8502 秋田県秋田市手形学園町 1-1, m8021503@s.akita-u.ac.jp)

概要: 現在主流の光学式ハンドトラッキングでは, 物体の把持動作を計測する際, カメラの死角にある手指動作を計測できない. そのため, 本研究ではカメラの死角が影響しない磁気式 MoCap と本人の手から作成したパーソナルハンドモデルによる手指巧緻動作再現システムの構築を目的とした. 手指の特徴点計測により位置合わせした 3D-CG のハンドモデルを磁気式 MoCap で得られたデータを用いて動作させることで手指巧緻動作の再現を試みた.

キーワード: 磁気式モーションキャプチャ, ハンドモデル, 巧緻動作, VR

1. はじめに

仮想空間でのものづくりは, 材料や完成品の輸送にコストがかからず, 都市部から離れた地域での新たな産業として期待できる. しかし, 既存のモデリングツールはそのツール独自の専門技術を要求され, 従来の陶芸, 粘土細工等の技術を持っていても, それを生かすことはできない. 陶芸の技術を生かすためには, 既存のツールとは異なるインタフェースを持つアプリケーションが必要である. Sungmin Cho らは Kinect を用いた仮想空間で陶芸が可能になるシステムを提案している[1]が, Kinect などの光学式モーショントラッキングシステムではカメラの死角となる動作を計測できないこと, 職人の技術を再現するには精度が低いことが課題である.

本研究では, 磁気式モーションキャプチャと, 本人の手から作成したパーソナルハンドモデルを用いることで, オクルージョンの問題が生じず, 個人の手の大きさや形状も再現可能な手指巧緻動作再現手法を検討する.

2. 手指巧緻動作の計測

図 1 に手指巧緻動作計測システムの構成を示す. 計測システムは Liberty™ 16 System 1 台, Transmitter(TX-4L) 1 個, 最大 16 個の Receiver(RX1-D, RX1-C), 制御用 PC で構成されている. Liberty™ は Transmitter に対する各 Receiver の位置姿勢を最大サンプリングレート 240Hz で計測できる. 反応速度は 3.5ms, 位置正確度は 0.76mm, 角度正確度は

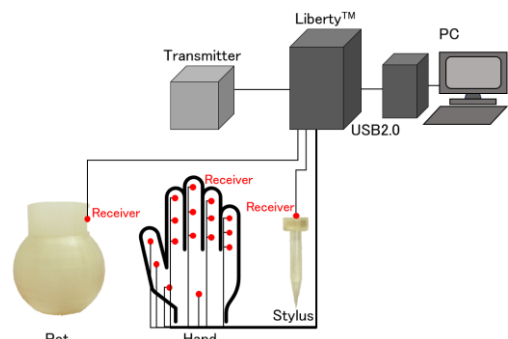


図 1: 手指巧緻動作計測システムの構成

0.15°, 空間分解能は 0.0038mm, 角度分解能は 0.0012° である. Receiver は各指の指骨の中心部, 手の甲, Pot および Stylus にそれぞれ 1 個ずつ計 18 個装着されている.

Pot は Blender でモデルを作成し, 3D プリンタ (Keyence AGILISTA-3200) で造形した. Pot の寸法は長さ 90.0mm, 幅 90.0mm, 高さ 97.0mm, 厚さ 5.0mm であり, 内側部分は直径 80.0mm の球状部と直径 50.0mm の円筒部からなる. Pot の側面部には Receiver を装着するための平面部があり, Pot の口部には Stylus を用いて特徴点を計測するための凹部がある.

Stylus は Pot と同様に Blender と 3D プリンタを用いて作成した. Stylus の平面部に Receiver を装着してあり, 先端部で特徴点を計測することで, 実空間の物体と仮想空間の

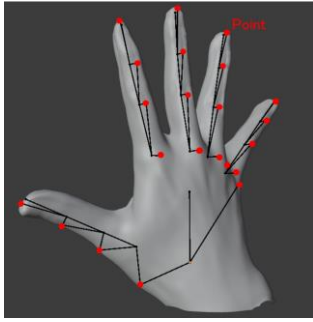


図 2: 作成したパーソナルハンドモデル

物体との位置合わせが可能になる。Stylus 先端位置の計算方法は齋藤らの方法に依った[2]。開発環境には Unity および MATLAB を用いた。

3. パーソナルハンドモデル

図 2 に作成したパーソナルハンドモデルを示す。ハンドモデルは、ハンドヘルド 3D スキャナ (Artec Leo) を用いて被験者本人の手をスキャンして得られたメッシュデータを、Blender を用いてリギングし作成した。各関節に対応するボーンはスキャンされたメッシュデータを見ながら手動で配置した。各ボーンは独立して動作するため、既存のモデルで一般的に使われているボールジョイントの制約を受けることなく、ヒトの関節の動きに対応した動作が可能である。位置合わせに用いる各関節部および末節骨先端部の特徴点には、それぞれ指標となる Point を手動で配置した。

4. 実空間と仮想空間の位置合わせ手法

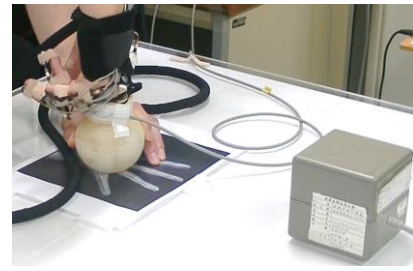
実空間と仮想空間のオブジェクトの位置合わせは、初期姿勢での特徴点を Stylus を用いて計測し、オブジェクトに設定されたポイントと計測した特徴点の位置を合わせることで位置合わせを実施した。

使用した Receiver が計 18 個であるのに対し、Liberty に同時に接続できる Receiver 数は最大で 16 個であるため、手指の特徴点計測時は手の甲の Receiver に代えて Stylus の Receiver を接続し、手の甲と Pot の特徴点計測時は小指基節骨の Receiver に代えて Stylus の Receiver を接続した。動作計測時は小指末節骨の Receiver に代えて Pot の Receiver を接続する。

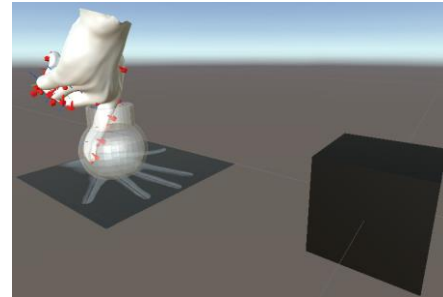
手指の特徴点は各指の関節中心部、指先端部にそれぞれ 1 点ずつ計 20 点、手の甲の特徴点は親指 CM 関節中心部および小指 MP 関節側面中心部にそれぞれ 1 点ずつ計 2 点、Pot の特徴点は Pot 凹部分にそれぞれ 1 点ずつ計 2 点設定した。

5. 再現アニメーション

計測して得られたデータおよびパーソナルハンドモデルを用いて再現アニメーションを作成した。図 3 に動作計測の様子と作成した再現アニメーションを示す。同図(a)に



(a) 動作計測の様子



(b) 作成したアニメーション

図 3: 動作計測の様子と作成したアニメーション

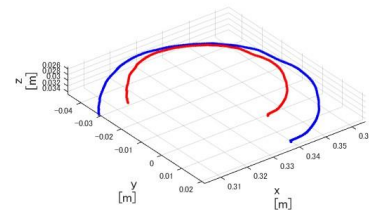


図 4: 人差し指末節骨に装着した Receiver の軌跡と人差し指先端の特徴点の軌跡

動作計測の様子を示し、同図(b)に作成したアニメーションを示す。動作計測では人差し指で Pot の内側をなぞる動作を計測した。同図より、計測した動作を仮想空間で再現できていることがわかる。また、再現の際、パーソナルハンドモデルのメッシュにねじれや破綻がないことを確認できた。図 4 に人差し指末節骨に装着した Receiver の軌跡と人差し指先端の特徴点の軌跡を示す。赤は Receiver の軌跡を表し、青は人差し指先端の特徴点の軌跡を表す。同図より、人差し指先端を示す特徴点が Pot の内側をなぞる軌跡を描いていることがわかる。

6. おわりに

本研究ではオクルージョンの問題が生じない磁気式 MoCap と本人の手から作成したパーソナルハンドモデルによる手指巧緻動作再現手法を検討した。パーソナルハンドモデルを用いることでメッシュのねじれや破綻のない自然な動作を再現できることがわかった。今後は、実空間の手指と仮想空間のパーソナルハンドモデルの位置合わせ手法を自動化する方法を検討する。

参考文献

- [1] S.Cho,Y.Heo,H.Bang:Turn: A Virtual Pottery by Real Spinning Wheel,DOI:10.1145/2343456.2343481,1996.
- [2] 齋藤 正親, 菊地 由紀子, 工藤 由紀子, 佐々木 真紀

子, 水戸部 一孝: 磁気式モーションキャプチャを用いた静脈血採血手技計測システムの構築, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 23, No. 1, pp. 27-33, DOI:10.18974/tvrsj.23.1_27, 1996.