

手指巧緻動作の計測と解析：箏演奏時

The measurement and analysis of the detailed Hands movements.

○ 高野 千尋 児玉 純一 ラーマン モハマッド モスタフィズル

齋藤 正親 水戸部 一孝 鈴木 雅史 吉村 昇\*

秋田大学 大学院 工学資源学研究科, 秋田大学\*

Chihiro TAKANO, Junichi KODAMA, Md. Mostafizur Rahman  
Masachika SAITOU, Kazutaka MITOBE, Masafumi SUZUKI and Noboru YOSHIMURA\*  
Graduate School of Engineering and Resource Science Akita University, \*Akita University

Key Words: Motion Capture, Finger Motion, Eye-Hand Coordination

abstract モーションキャプチャ(MoCap)の技術は人の動きを計測技術であり、近年、産業界でも多く応用されている。しかしながら、既存の計測技術では手指の細やかな動きの計測は十分な段階に至っていないという問題点がある。手指は、他の部位に比べ狭い範囲に関節数が多く存在し、高い自由度の巧緻動作が可能なので、その身体動作計測は容易ではない事は明らかである。現在までに、我々は磁気式の片手 16 個のレシーバーによって手指の細やかな動作を計測するシステムの開発をしてきた。0.004mmの空間分解能、角度精度 0.0012° で各指骨の 6 自由度の位置、姿勢を計測した。今回、本システムを用いて箏演奏時における手指動作解析したので報告する。

1. 研究背景

近年、身体の動作計測にモーションキャプチャ(MoCap)が利用されており、光学式、機械式、磁気式など様々な手法が提案されている。しかしながら、手指を対象とした計測技術は発展途上であり、手指の動作計測に最も利用されている光ファイバ式 MoCap でも手指動作の計測精度は身体ほかの部位に比べ、低い現状にある。また、詳細な手指の動きをする熟練者による作業中の手技を正確に記録する技術は存在していないのが現状である<sup>[1]</sup>。

現在までに、我々は磁気式の片手 16 個のレシーバーによって手指の細やかな動作を計測するシステムの開発をしてきた。本システムを用いて、様々な場面における手指の動作計測、及び解析し、特徴的な動きを抽出している。

2. 目的

匠の技に代表される手指の巧緻動作のデジタル化により、バーチャルリアリティ(VR)空間に再現することにより、経験的な感覚に基づく伝統技能の継承に寄与することを目指している。今回、本システムを用いて、箏曲演奏熟練者の作業中の特徴動作抽出することを目的に、手指動作を計測し、解析を行った。

3. 計測方法

3.1. システム構成

本システムの構成は、磁気式 3 次元位置姿勢計測装置 (Liberty 16 system, POLHEMUS Co.) レシーバ、トランスミッタから成り、レシーバは片手あたり 16 個装着し、240Hz でサンプリングした。本システムの精度を Table 1 に、システムの構成図を Fig. 1 に示す。また、計測時の被験者、箏、及び装置の位置関係を Fig. 2 に、レシーバーの手指設置場所を Fig. 3 に示す。

Table 1 Specification of Hand-Mo Cap System

	Position [mm]	Angle [deg]
Accuracy	0.76	0.15
Resolution	0.0038	0.0012

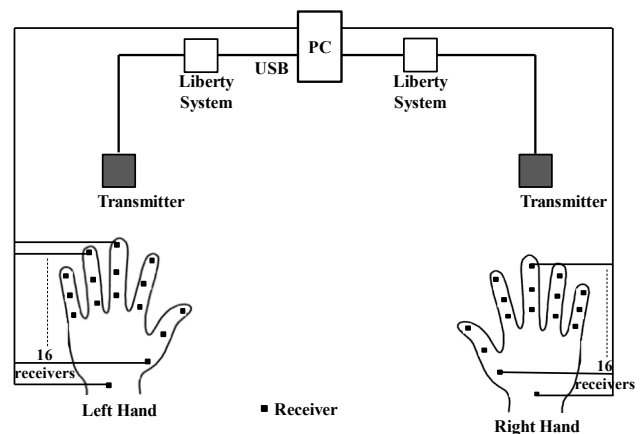


Fig. 1 System arrangement of Hand MoCap System

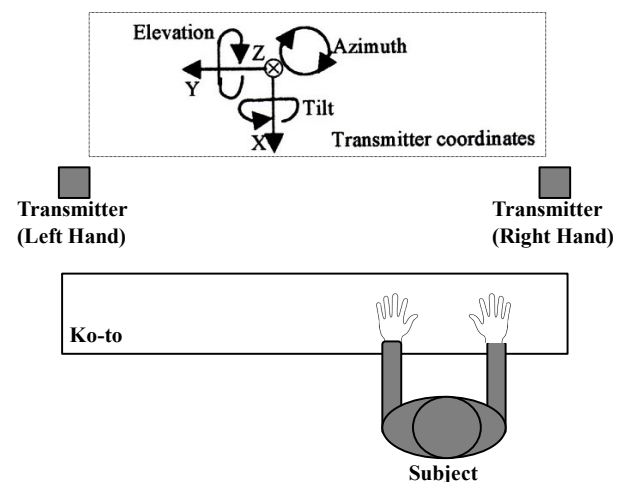


Fig. 2 Experimental arrangement : Experimental performing with Transmitter coordinates

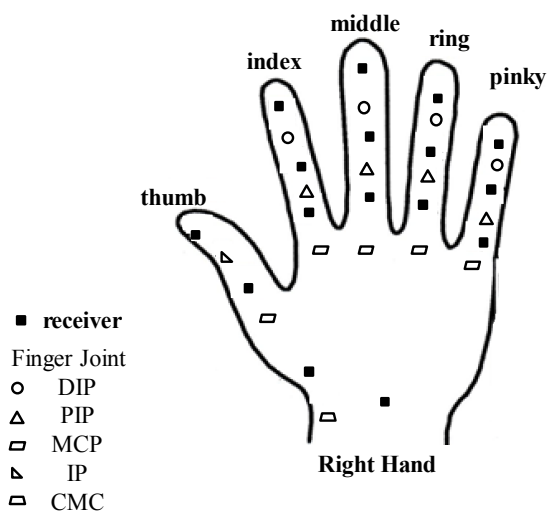


Fig. 3 Receivers (sensors) position

### 3.2. 計測条件

本システムを、両手に装着し、熟練した箏奏者が、「さくらさくら」を演奏した。その際の各レシーバの位置姿勢変化を計測解析し、音ファイルと同期させ比較を行った。

### 4. 計測解析結果

母指(thumb)、指節間関節(IP)と手根中手関節(CMC)の間に設置したレシーバ(末梢より2番目)の演奏中の位置姿勢変化を毎フレームごとに差分をとり比較した。Fig. 4にXYZ位置変化を、Fig. 5にAzimuth,Elevation,Tiltの回転変化量を示す。また同時に計測をした音圧データをFig. 6に示す。

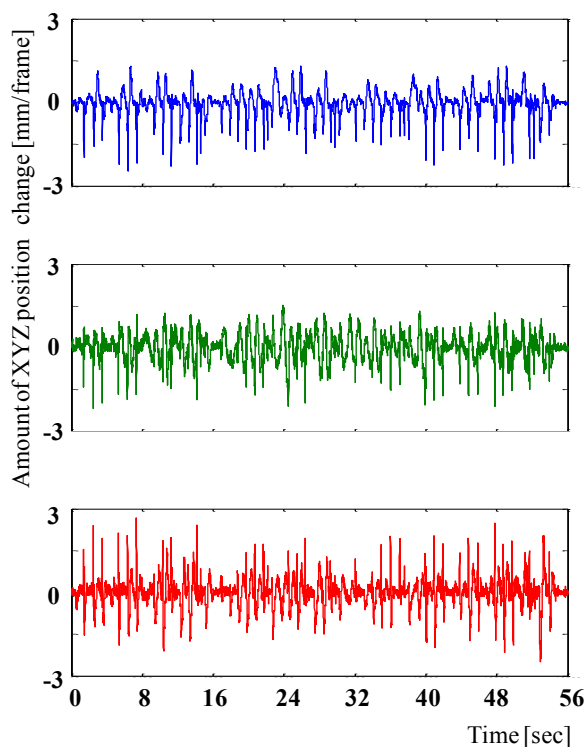


Fig. 4 Amount of XYZ position change

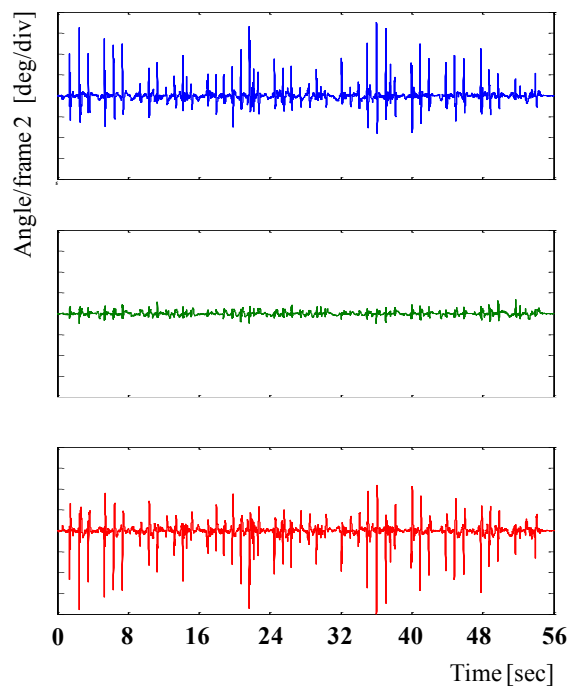


Fig. 5 Amount of spin speed change

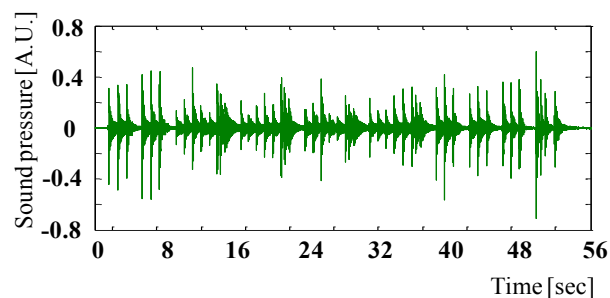


Fig. 6 Sound pressure

Fig. 5 と、Fig. 6 の比較より、Azimuth,Elevation,Tilt の回転成分の変化量は、音圧データとよく一致していた。

### 5. まとめ及び考察

XYZ の位置変化に加え、Azimuth,Elevation,Tilt の回転成分の変化量を計測、解析することにより、演奏時の手指動作の特徴をより詳細にとらえることが可能になった。

熟練者が、初心者に手指の繊細な動きの技を教える際、動作解析結果より検出された特徴的な動作を知ることにより伝達しやすくなると考えられる。また、手指操作により対象物の位置が変化する場面(バイオリン演奏、手術器具等)においても、回転成分の変化量をみることにより、特徴的な動作の抽出の可能性が示せた。

### 参考文献

- [1]水戸部一孝, 佐藤潤, 吉村昇, 手指用モーションキャプチャ装置の開発と応用事例, パーチャルリアリティ学会第12回大会論文集, pp327-30,2007
- [2]Md. Mostafizur Rahman, Kazutaka Mitobe, et al., Analysis of Movements of a Pianist Using Magnetic Motion Capture System with Six Dimensional Position Sensors, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, vol. 15, no.2, pp.243-250, 2010.