



THE VIRTUAL REALITY SOCIETY OF JAPAN

民俗芸能と周辺環境アーカイブのための計測システムの開発

Development of Measurement System for Archiving Folk Performing Arts and Environment

志水佑輔¹⁾, 柴田傑²⁾

Yusuke SHIMIZU, Takeshi SHIBATA

- 1) 室蘭工業大学情報電子工学系専攻 (〒 050-8585 北海道室蘭市水元町 27-1, 19043035@mmm.muroran-it.ac.jp)
 2) 室蘭工業大学しくみ解明系領域 (〒 050-8585 北海道室蘭市水元町 27-1, shibata@csse.muroran-it.ac.jp)

概要: 民俗芸能の演技を記録・保存するためには、演者の動きと周囲の環境を同時に記録する必要がある。そこで、三次元計測機器 (MoCap) と全方位カメラを用いて、同時計測するシステムを開発する。センサの位置を校正することによって、遅延があるものの記録した環境に演者の動きを重畳表示できた。

キーワード: 計測・認識, 拡張・複合現実

1. はじめに

日本が有する様々な民俗芸能は後世に残すべき貴重な文化財であり、記録・保存が重要である。民俗芸能の記録・保存では、演者の動きと周囲の環境をそれぞれ記録し、必要に応じて画面上に演者の動きと周囲の環境を重ねて再生 (重畳表示) できることが望ましい。

民俗芸能の演者の動きは三次元計測機器 (MoCap) で記録・保存する手法が提案されている [1]。演者の動きを MoCap を用いて計測することによって、三次元の情報として高精度で計測し記録することができる。

一方、周囲の環境はカメラやビデオで記録されている。カメラやビデオは、周囲の環境を一度に一方しか記録できない。そこで、カメラの方向によらず、周囲の環境を記録するために、一度に全方向の環境を記録できる全方位カメラに着目する。

MoCap と全方位カメラを用いて記録した内容を重畳表示して再生するとき、MoCap と全方位カメラの位置関係を再現しなければ、適切に表示できない。そのため、計測時の MoCap と全方位カメラの位置関係を記録し、VR 環境上で位置関係を再現 (校正) して再生する。

本研究では、MoCap と全方位カメラを用いて、演者の動きと周囲の環境を同時計測するシステムを開発する。さらに、記録した環境に演者の動きを適切に重畳表示するために、VR 環境上で校正できるようにする。

2. MoCap と全方位カメラを用いた同時計測システム

2.1 ハードウェア

図 1 に開発した同時計測システムのハードウェア構成を示す。本システムは、同図 (a) に示す磁気式の MoCap (Polhemus 社 Liberty), 同図 (b) に示す全方位カメラ (RICOH 社 Theta s), 同図 (c) に示す制御用コンピュータ (制御用 PC: Dell Precision M3800), 同図 (d) に示す 3D マウス (3dconnexion

社 SpaceMouse Compact) で構成される。

MoCap はトランスミッタとセンサが接続され、制御用 PC と USB ケーブルで通信する。MoCap は同図 (e) に示すトランスミッタを原点とする各センサの位置姿勢 (6 自由度) を計測できる。センサを装着することによって演者などの計測対象の動きを計測できる。

全方位カメラが提供するライブストリーミング機能を用いて、制御用 PC に全方位動画像を USB ケーブルで送信する。送信された動画像は、ライブストリーミング用アプリケーション (RICOH THETA UVC Blender) によってアスペクト比が 2:1 の正距円筒の全方位動画像に変換される。

本システムでは、校正するために同図 (f) に示すように MoCap のセンサを用いて全方位カメラの位置姿勢を計測する。校正に用いるセンサ (校正用センサ) は、同図 (g) に示すように専用の治具を用いて装着する。専用の治具は全方位カメラおよびセンサの形状に合うように、3D プリントを用いて作成した。専用の治具を用いることによって、全方位カメラに対する校正用センサの位置姿勢を常に一定にできる。

校正するために VR 環境上で位置姿勢を MoCap のセンサによらず操作できることが望ましい。そこで、通常のマウスとは別に同図 (d) に示す 3D マウスを用いる。3D マウスは、USB ケーブルで制御用 PC に接続する。3D マウスは、三次元座標の各軸方向 (3 自由度), 各軸回りの回転 (3 自由度) の入力ができる。

制御用 PC は、接続されたハードウェアを制御し、同時に記録する。また、制御用 PC は受信したデータをソフトウェアで処理し、映像を提示する。

2.2 ソフトウェア

本システムのソフトウェアは、VR 開発環境ツールである Vizard を用いて開発する。本ソフトウェアは、再生モード、校正モード、計測モードを提供する。

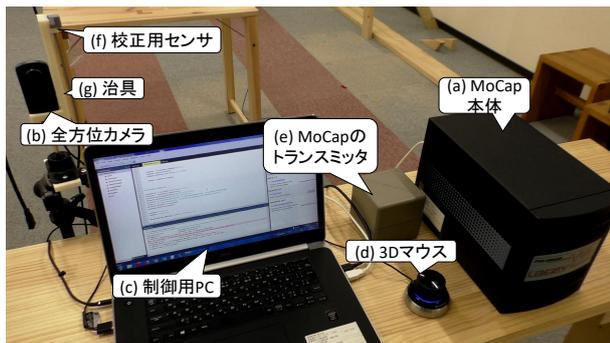


図 1: システムのハードウェア構成

2.2.1 再生モード

再生モードでは、あらかじめ記録した MoCap のセンサの位置姿勢、全方位動画像、校正用センサの位置姿勢、校正用センサに対する全方位カメラの中心の位置(校正位置)、姿勢(校正姿勢)を読み込んで再生する。

MoCap のセンサの位置姿勢は、VR 環境の原点を MoCap の原点とみなして CG オブジェクトで表現する。全方位動画像は、球体の CG オブジェクト(球体 CG スクリーン)の内側にテクスチャマッピングして表現する。システムは、読み込んだデータから球体 CG スクリーンを校正し、球体 CG スクリーンの中心からレンダリングする。これによって、MoCap のセンサを全方位動画像上に重畳表示する。

読み込んだデータは、シークバーを操作することで、再生時刻を自由に操作できる。CG カメラの向きは任意で変更することで、全方向にわたって計測対象と周囲の環境を観察できる。

2.2.2 校正モード

再生時に校正するために、校正位置姿勢である校正用センサに対する全方位カメラの中心の位置姿勢を計測時に記録する必要がある。全方位カメラの中心はカメラの内部にあるため、校正位置姿勢は直接計測できない。そこで校正位置姿勢を推定する校正モードを提供する。

校正モードは、球体 CG スクリーンを手動で動かして重畳表示された状態にし、このときの校正用センサに対する球体 CG スクリーンの位置姿勢を、校正位置姿勢とみなして記録する。

校正モードは、リアルタイムに MoCap と全方位動画像のデータを取得する。取得したデータは、再生モードと同様にレンダリングする。ただし、球体 CG スクリーンは、仮の校正位置姿勢に配置する。また、トランスミッタを一边が 10cm の立方体の CG、センサを一边が 1cm の立方体の CG(センサ CG)で表現する。

球体 CG スクリーンの移動には、3D マウスを用いる。球体 CG スクリーンの移動により、レンダリングされた画像上でセンサ CG が見かけ上移動する。レンダリングされた画像上で、全方位動画像上に映ってるセンサにセンサ CG が重なるように球体 CG スクリーンを移動して校正する。

図 2 に校正の様子を示す。同図に示すように VR 環境上

に、校正用センサおよびセンサの位置姿勢は、それぞれ校正用センサ CG、センサ CG で表現される。また、球体 CG スクリーンの表面に、全方位動画像上のセンサが表示される。球体 CG スクリーンを仮の校正位置姿勢に配置したとき、同図 (a) に示すようにレンダリングされる。全方位動画像上のセンサにセンサ CG が重畳表示されるように、球体 CG スクリーンを移動、回転する。同図 (b) のように重畳表示されるとき、校正用センサ CG に対する球体 CG スクリーンの位置姿勢を、校正位置姿勢とみなして記録する。

2.2.3 計測モード

計測モードでは、MoCap のすべてのセンサが計測を開始する。また、同時に全方位カメラによる全方位動画像の記録を開始する。

計測時、MoCap のデータファイルにヘッダとして、校正位置姿勢を記録する。MoCap は CSV 形式、全方位画像は正距円筒画像の AVI 形式で計測したデータをファイルに保存する。このファイル名は計測の開始日時となる。計測モードを終了すると、計測を終了し校正モードへ移行する。

3. 実験

3.1 実験目的

本実験では、計測対象の動きと全方向の環境を同時計測し重畳表示して再生できるか評価する。開発したシステムを用いて、計測対象の動きと全方向の環境を同時計測し記録する。記録したデータを重畳表示した画面から、計測対象の CG と全方位動画像上の計測対象を比較して評価する。

計測対象の動きは、演者の動きとして人形を動かすように棒を振る動作とする。本実験では、開発したシステムが全方位カメラの方位によらず記録し再生できることを示すために、全方位カメラを回転させて記録し再生する。

3.2 実験条件

本実験では、計測対象は長さ 20cm の木の棒とした。棒は、一端に計測のためにセンサを装着し、もう一端に目印として赤色のテープを張り付けた。計測時、センサはカメラ正面に持ち上げ、計測対象をセンサを中心にカメラに対

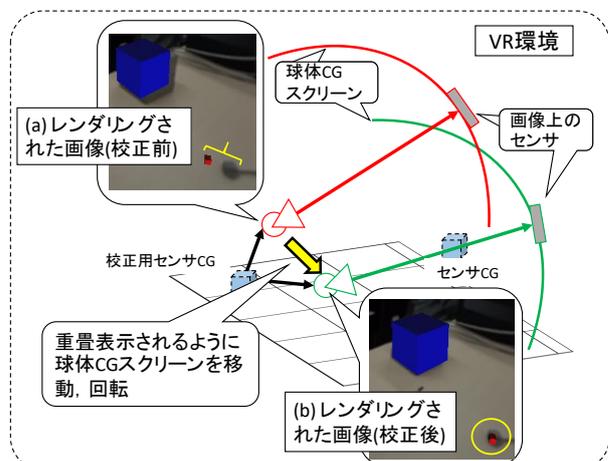


図 2: 校正の様子

して左右に振った。テンポは 60BPM で、振れ幅は地面に対して鉛直上 (0 度) から、およそ-45 度から 45 度とした。振りはじめのばらつきを考慮して、まず振る動作を開始し、動作の途中から 4 拍分を計測した。

図 3 に実験時の全方位カメラを示す。全方位カメラは同図に示すように-60 度から 60 度まで、30 度ずつ回転させることとした。

3.3 実験結果

記録したデータは重畳表示した画面で評価する。重畳表示するときには、計測対象の CG として計測対象と同形状の長さ 20cm の CG を用いる。計測対象の CG と全方位動画像上の計測対象が画面中央に映るように CG カメラの向きを変更する。図 4 に実験時の再生モードの画面を示す。重畳表示した画面の鉛直上方向を 0 度とする。評価には、同図 (a) に示す MoCap から再現した画面上の傾き (MoCap 傾き) と同図 (b) に示す全方位カメラで撮影された画面上の傾き (全方位動画像傾き) を用いる。また、評価に用いる画像は、計測時の全方位カメラの方位 5 通りに対して、計測データの全体フレームを 10 分割した 10 通りの計 50 枚を用いる。

図 5 に実験の結果を示す。縦軸は画面上の傾き (deg)、横軸は 10 分割した各フレームである。グラフの極大値は画面上で左、極小値は画面上で右に振り切ったタイミングである。いずれのグラフも極値が 4 つあるので、4 拍分のデータが計測できている。

4. 考察

図 5 より、すべてのグラフで、MoCap 傾きのグラフと全方位動画像傾きのグラフの外形が一致しているため、全方位カメラの方位によらず傾きが一致している。特に極値の部分では、傾きの差が小さくなっている。一方、極値でない部分は、傾きの差が大きい部分がある。傾きの差が小さくなっている同図 (c-1) および傾きの差が大きくなっている同図 (c-2) に対応する重畳表示画像を図 6 に示す。同図から極値の部分では、重畳表示して再生できていることがわかる。

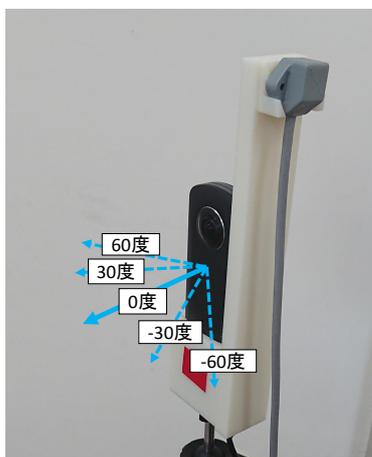


図 3: 実験時のカメラの方位の条件

重畳表示された動画像を目視で確認したところ、MoCap による CG から遅れて全方位画像上の計測対象が動いていた。極値でない区間は、計測対象が振られている途中であり、計測対象の動作が速くなる。そのため遅延の影響が大きくなり、傾きの差が大きいと考えられる。

以上の結果から、開発したシステムでは、遅延はあるものの全方位カメラの方位によらず、MoCap による計測対象と全方位動画像上の計測対象の傾きは一致している。MoCap の傾きと動画像上の傾きが一致しているため、開発したシステムを用いて同時計測した全方位カメラの動画像に MoCap で計測したデータを重畳表示できたと考えられる。

このことから、開発したシステムを用いて、計測対象と周囲の環境を同時計測し、重畳表示して再生できるといえる。

5. おわりに

日本が有する様々な民俗芸能は後世に残すべき貴重な文化財であり、演者の動きと周囲の環境をそれぞれ記録し、必要に応じて提示できることが望ましい。そこで、本研究では MoCap と全方位カメラを用いて演者の動きと周囲の環境を同時計測するシステムを開発した。また、記録した演者の動きを環境に重畳表示するために、VR 環境上で校正できるようにした。

計測対象の動きと全方向の環境を同時計測し重畳表示して再生できるか実験した。実験の結果、記録したデータを遅延はあるもののカメラの方位によらず重畳表示できた。

今後の課題として、計測時の遅延を解消することがあげられる。また、本システムでは、手動で校正しているため、計測前の校正の方法の改良があげられる。

参考文献

- [1] 柴田 傑, 玉本 英夫, 海賀 孝明, 横山 洋之: 身体動作の 3 次元計測によるリアルタイム舞踊学習支援システム, 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol. 17, No. 4, pp. 353-360, 2012.

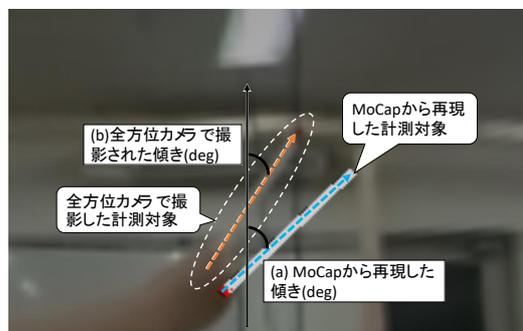


図 4: 実験時の再生モード画面

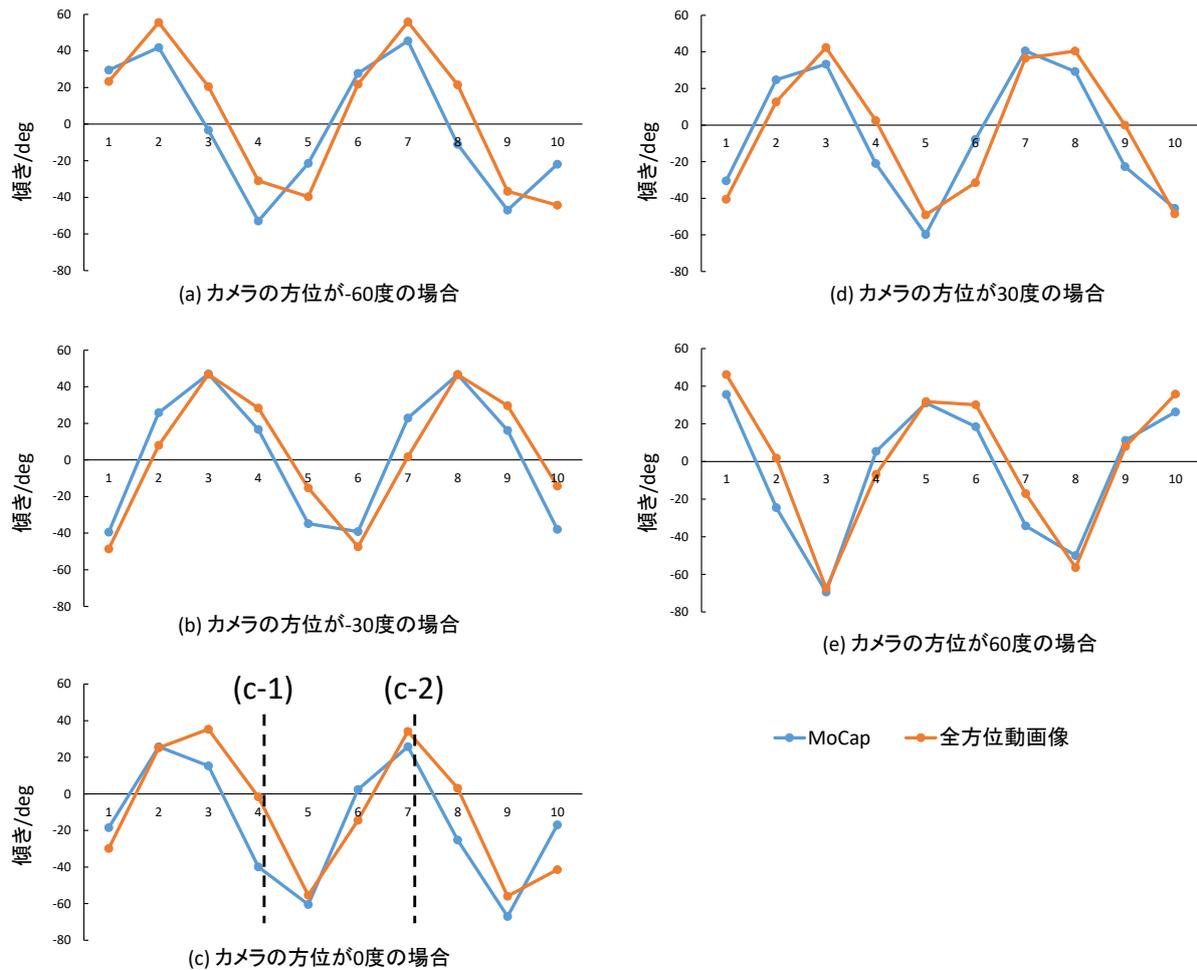
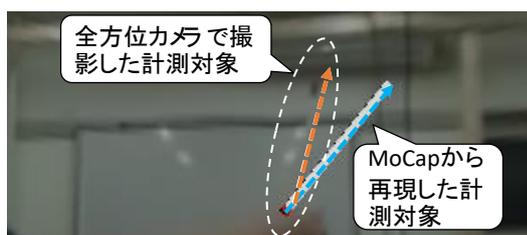


図 5: 実験結果



(c-1) 極値でない部分での傾き



(c-2) 極値の部分での傾き

図 6: 極値でない場合と極値の場合の重畳表示画像