

## E-10

## 舞踊における動作指示システムの開発

## -モーションキャプチャと慣性センサを組み合わせた動作解析システムの基礎研究-

## The development of the movement instruction system in the dance

## -Fundamental researches of the movement analysis system which combined an inertial sensor with a motion capture-

○高村直也<sup>1</sup>, 栗山寛子<sup>1</sup>, 田中拓也<sup>2</sup>, 入江寿弘<sup>3</sup>\*Naoya Takamura<sup>1</sup>, Hiroko Kuriyama<sup>1</sup>, Takuya Tanaka<sup>2</sup>, Toshihiro Irie<sup>3</sup>

Currently, the widely used motion capture technology to record the movement of people or objects, such as sports and dance. Optical motion capture is mainly among. This way when the camera detects the marker, if a hidden marker, sometimes unreadable data. This will be improved by applying a correction to the data after. However, it can be hard to be said to be measurement in real time. This study uses inertial sensors to assist the camera. After taking the angle of the joint axis, the coordinates of the marker data to measure the angle and distance markers when the camera can not find a marker.

## 1. はじめに

現在, スポーツや舞踊などの人物や物体の動きをデジタル的に記録する技術にモーションキャプチャが広く用いられている. なかでも光学式のモーションキャプチャが主に用いられているが, この計測方式では被験者に装着したマーカをカメラで検出する際, マーカが体に隠れてしまい, データが読み取れない事がある. これは, 後からデータに補正をかけることで改善されるが, リアルタイムでの測定とは言え難い.

そこで, 本研究ではカメラの補助に慣性センサを用いることにし, 関節からの軸周りの角度を取ることで, マーカがカメラで検出できなかった時に角度とマーカ間の距離からマーカの三次元座標データを測定できるシステムの開発を目的としている.

## 2. モーションキャプチャ

## 2.1 モーションキャプチャの概要

モーションキャプチャとは人物や物体の動きをデジタル的に記録する技術である. 光学式モーションキャプチャではカメラの周りにあるLEDライトからの赤外線的光を被験者の関節に取り付けた反射マーカが反射し, その反射光をカメラが検出する.

また, 反射マーカは小さい球形をした形で, 被験者の関節に取り付け, 反射したマーカからの光を二台のカメラで検出し三角測量の原理を用いて三次元座標を求めている. 被験者の前面と背面にマーカをつけるため, 二台のカメラだけでは被験者の全部のマーカを検出することができない. よって, 複数のカメラを用いて測定することにより全部のマーカを測定できるようにする.



Fig1. Motion capture

## 2.2 モーションキャプチャによる舞踊の測定

今回のモーションキャプチャによる測定実験では被験者の体につけるマーカは全部で42個とし, カメラは全部で12台設置した. 4(m)×4(m)の範囲内を測定できるように, カメラキャリブレーションを行い位置や配置などのパラメータの補正, ピント調節を行いカメラを設置した. その後, 測定を行った.

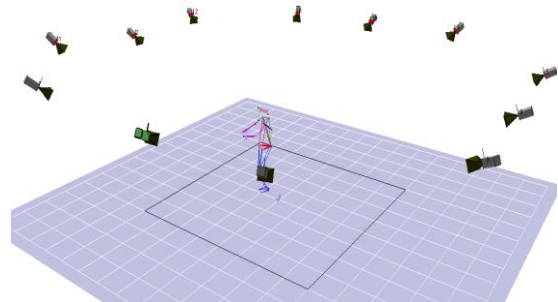


Fig2. Motion analysis using motion capture

## 2.3 結果

舞踊の動きを測定した結果, 舞踊では屈みこんだりするため, 姿勢により認識している全部のマーカの数が42個に満たない場合もあったが舞踊の動きのデータを補正可能な範囲で撮ることができた.

実験後に他のデータをもとに欠落したマーカの位置を補正できるが、実験後に補正するため、実験中にそのデータを確かめることはできない。よって、完全なリアルタイムでの測定とは言え難いので完全なリアルタイムでの測定を目指しての方法を検討した。

### 3. 慣性センサを用いた補正方法

#### 3.1 完全なリアルタイムでの計測の検討

カメラに慣性センサを補助的に使用した計測方法にあたり、二台の USB カメラを用いたステレオビジョンによる特徴点抽出を用いたモーションキャプチャによる三次元座標の測定を行い、マーカがカメラの死角に入った場合において慣性センサによるトラッキングの継続が可能であるかの検討を行う。

次に具体的な検討方法を説明する。今回の測定では二台のカメラの光軸がお互いに平行となるように設置し、焦点距離、カメラ間距離をカメラキャリブレーションによりあらかじめ求めた状態で二点に特徴点を付加することで三次元座標の測定を行う。次に、計測中である特徴点の片方がカメラの死角に入った場合、直前まで計測していた二つの特徴点間の画像上での長さ  $A$  と慣性センサの出力から推定した角度  $\theta$  を用いることで、三角比により消えてしまった特徴点を推定する。その後、推定した周辺の狭い範囲で特徴点を再抽出することでトラッキングの継続を行うという方法である。

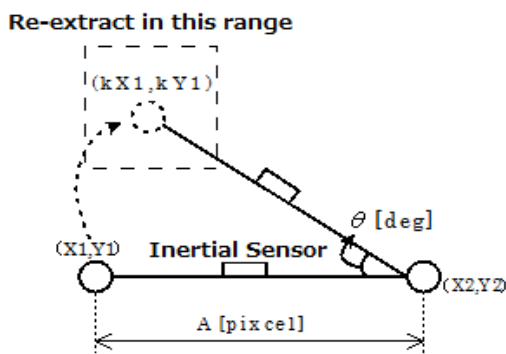


Fig3. How to continue tracking with inertial sensors

今回の測定では XY 平面に平行な面にマーカがある状態に限定して測定を行い、マーカを一瞬隠すようにカメラから特徴点を消して、トラッキングの継続の可否を検討した。

#### 3.3 結果

ここで、Fig4, Fig5 は再抽出前後での X, Y 出力の結果を表している。これを見ると、特徴点の再抽出に成功していることが分かる。

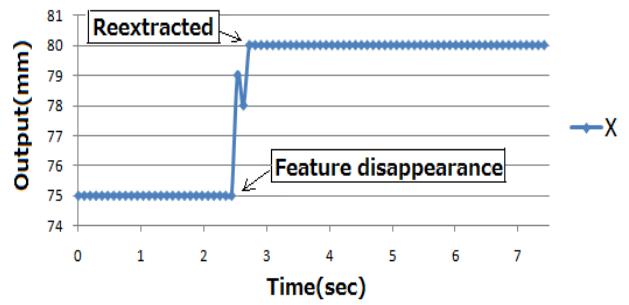


Fig4. The output of X coordinates before and behind re-extraction

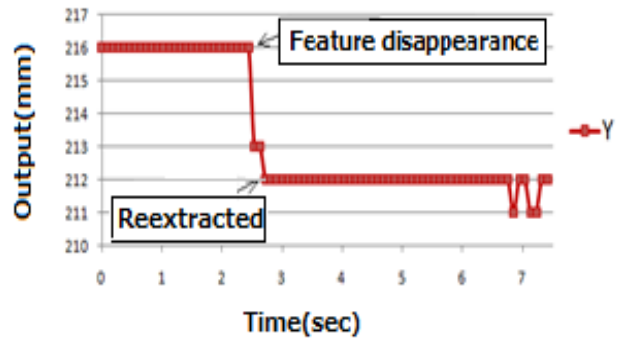


Fig5. The output of Y coordinates before and behind re-extraction

### 4. まとめ

舞踊の動きをモーションキャプチャで測定してデータを取得することができたが、完全なリアルタイムでの計測とまではいかなかったため慣性センサを用いた測定を検討した。

慣性センサを用いたトラッキングの継続法の検討としては、カメラ画像から消えた特徴点を元の座標と数ミリの誤差が出たものの特徴点の再抽出ができ、トラッキングを継続することができた。このことから、慣性センサによるトラッキングの継続を行うことができるとし、今後は再抽出時の精度をより上げる方法の検討を行う必要がある。

### 5. 謝辞

今回の研究を行うにあたり、日本大学芸術学部 丸茂先生、日本大学理工学部 篠田先生及び様々な方たちのご協力のもと行うことができました。心より感謝申し上げます。

本研究は、科研費(課題番号:23300225)の助成を受けたものである。

### 6. 参考文献

[1] 中島洋人, 田中拓也, 入江寿弘: モーションキャプチャと慣性センサを用いた動作解析システムの開発, 第 53 回自動制御連合講演会, p1164-1166