

# KINECT センサーを用いた人体動作分析システムの開発

小林 健太†, 紅林 秀治†

## 概要

KINECT センサーを用いた人体動作分析システムの開発を行った。開発したシステムでは、KINECT センサーを用いることにより、身体の関節部位を推定し各部位の位置座標を一定時間間隔で取得する。そして、取得した位置座標をもとに人体の各部位の変位を解析する。本システムでは、身体に特殊な装置を装着したり、画像解析装置を使用したりする必要がないため、中学校や高等学校等の授業でも使用できると期待できる。

## Development of a System of Motion Analysis with KINECT sensor

Kenta Kobayashi†, Syuji Kurebayashi†

### Abstract

We developed a System of Motion Analysis with KINECT sensor. Our System estimates joint sites of human body and obtain 3D position coordinate data of joint site at fixed time interval. These data are used to analyze displacement of joint sites. Our System needs no controller attachments and image analysis devices. So we expect to use our System in lessons of Junior high school and high school.

## 1 はじめに

人の動きというものを考える中で、動作の解析は必要不可欠であり、現在は人体の動作を解析するシステムが多数存在する。

芸能の世界では、白鳥や中澤らにより舞踊の動作を解析するために、光学式モーションキャプチャを使ったシステムを使用している [1]。また阿部らは、陶芸における技能測定・解析のために磁気式モーションキャプチャを使ったシステムを使用している [2]。さらに、稲葉らは2台のカメラとフォースプレートに加えて、筋肉の電位を測り、人体の動作を解析している [3]。

しかし、これらの装置では特殊な装置や設備が必要とされるため、一般的な教育施設や体育館などで使用することが不可能である。

特に技術教育におけるものづくりの動作を解析しようと考えている筆者らにとって、特殊な装置や設備を用意することは困難であり、教育現場で実際に使用することを考えると、より簡易に分析できる環境が必要である。

そこで筆者らは、KINECT センサーを用いて一般的な教育施設や体育館などでも使用可能な人体動作分析システムの開発を試みた。

本論文では開発したシステムについて述べる。

## 2 KINECT センサ

KINECT とは、Microsoft 社がテレビゲームである Xbox360 用のコントローラーとして発売したものであり、いくつかのセンサが内蔵されている。図1に KINECT センサを示す。主な機能は、内蔵する近赤外線を利用した距離画像センサと映像センサ（ビデオカメラ）とプロセッサにより、関節部位の位置座標を算出することである。そのため、使用者がマーカーや特殊な装置を身に着けなくてもモーションキャプチャが可能となった。図2に KINECT を接続した PC 上の画面で人体の関節部位をキャプチャした図を示す。

## 3 開発したシステム

### 3.1 モーションキャプチャ

KINECT に関する開発は OpenNI を使用し、谷尻氏のプログラム [4] を利用した。OpenNI でキャプチャを行った場合、キャリブレーションのポーズが必要となる。キャリブレーションが成功すると、

† 静岡大学

Shizuoka University

† 静岡大学大学院教育学研究科 (院生)

Shizuoka University Graduate School of Education



図 1: KINECT



図 2: 左: モーションキャプチャ, 右: キャプチャされた人物

図 3 のように頭・首・胴・肩・肘・手・腰・膝・足が関節として認識される。

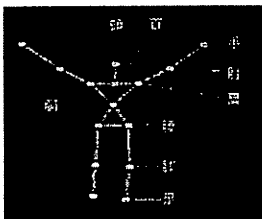


図 3: 各関節部位

谷尻氏のプログラムによって、既に各関節の座標 ( $x, y, z$ ) を取得することができているため、筆者らはこのプログラムに改良を加え、取得した値を選択した一定時間間隔で保存し、CSV形式で出力できるようにした。図 4 に接続の概念図、図 5 に処理の流れを示す。

### 3.2 データの分析方法

保存した CSV では、Microsoft Excel や LibreOffice Calc などの表計算ソフトで閲覧・編集できる。また、フリーソフトである GraphR [5] を使用することで任意の関節における動きを、3D で表示することが可能となる。図 5 は開発したシステムの処理の流れを示す。

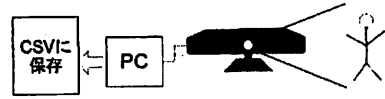


図 4: システム概念図

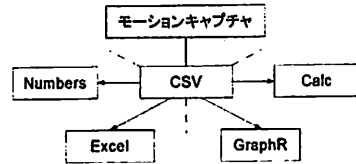


図 5: システムの処理の流れ

### 3.3 変位の測定

ひとつの関節を抽出し、その  $x, y, z$  成分をグラフにすることで、その関節がどのように動いたかを明確にすることができる。

$x, y, z$  のうちから 1 つの成分に着目し、時系列にデータを並べることで、その成分の時間による変位を明らかにすることができる。

また  $x$  と  $y, y$  と  $z, z$  と  $x$  などの 2 軸でグラフ化することにより、その関節を各平面から見た際の軌跡を見ることができる。

### 3.4 3D 表示

任意の関節における動きを 3D で表示するために、フリーソフトである GraphR を使用した。これにより、3次元空間における軌跡を表示することが可能となった。

## 4 使用例

かんな削りにおける動作の解析を行った。図 6 にかんな削りを行った際の計測風景を、また図 7 に追跡されている骨格を示す。

### 4.1 1成分における比較

1つの成分の時間における変位を分析した。

例えば手を振るという動作を考えたとき、人によって振り方は異なってくる。 $x$  の変位幅が大きい場合は振り方が大きく、小さい場合は振り方が小さいと

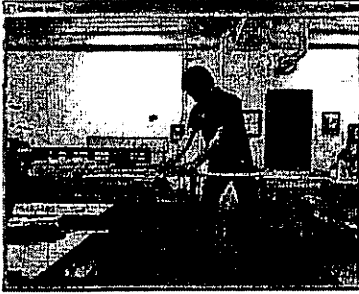


図 6: 計測風景

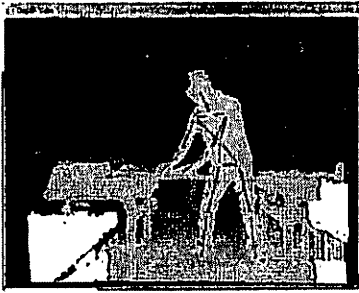


図 7: 追跡された骨格

ということがデータから読み取れる。また、横軸で波の間隔を見れば手を振る速さの違いも明確に示すことができる。

図 8 のグラフはかんな削りを 20 回した時の 2 人の右肘の動きをグラフ化したものである。図 8 より、A 君は動きが早く、K 君は A 君よりも動きがゆっくりであることが容易に推定できる。

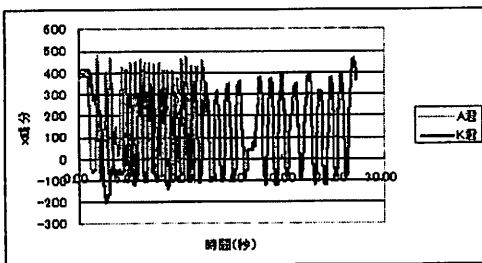


図 8: 右肘の  $x$  成分

## 4.2 平面での比較

2 つの成分を使用することで、平面で見たときの関節点の軌跡を見ることができる。

例えば腕を回すような回転運動や往復動作を考えたとき、関節点の軌跡を示すことで回転運動や往復

運動が適正になされていたのかが、縦軸と横軸の変化量から判断できる。

図 9、図 10 はかんな削りの動作 20 回分をキャプチャし、 $xy$  平面における右肘の動きをグラフ化したものである。図 9 では、線に若干のばらつきが見られるのに対し、図 10 では密集している。そのことから、A 君の動きにはムラがあり、K 君は安定してかんな削りを行っているといえる。

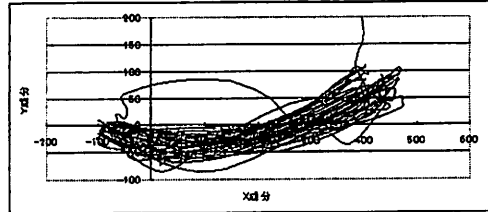


図 9: A 君 (右肘) の  $xy$

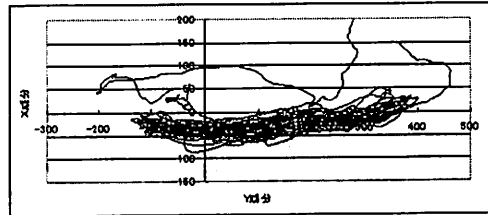


図 10: K 君 (右肘) の  $xy$

## 4.3 3次元の比較

指定した関節の動きの軌跡を 3 次元でも見る事ができる。

取得した  $xyz$  すべての情報を表示するため、 $xy$  平面だけでなく奥行き情報が必要な際に有効である。

図 11 は、かんな削りの動作 20 回分をキャプチャし、グラフ化したものである。図 11 より、A 君は  $xy$  平面に加え  $z$  方向にも大きくばらつきがある。それに対して、K 君はばらつきがほとんどなく、毎回ほぼ同じで安定したかんな削りができていることがわかる。

## 5 今後の課題

### 5.1 円滑なグラフ化

図 5 に示すように、KINECT を用いてモーションのデータを取得してから CSV 化するまでのシステムをつくることはできた。ところが、Excel・GraphR などに直接リンクする機能はまだ作成途中である。今後は Excel・GraphR とのリンクをボタンで操作できるシステムを完成させる。

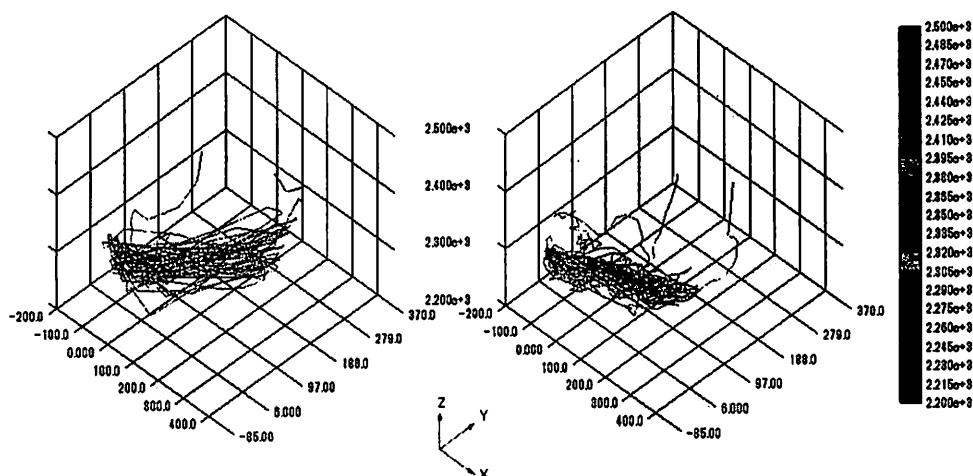


図 11: A 君 ← (右肘) → K 君

## 5.2 運動比較

ベクトル解析を用いて、変位だけではなく回転角度や運動量なども算出できるようにしていく。

また、各関節から得たデータをもとに、キャプチャ画像を再現し、キャプチャ画像上での比較が容易に行えるようにしていく。

[4] 谷尻豊寿 :  
KINECT センサー画像処理プログラミング—身体  
の動きがコントローラ C++ で Kinect プログ  
ラミング, カットシステム, 2011

[5] フリーグラフ描画ソフト「Graph-R」  
<http://www.software-dev.jpn.org/wordpress/>

## 5.3 技能比較

今まで技術や技能というものは感覚的なもので、もっとこうした方が良いというようなアドバイスはできて、明確な違いを示すことができなかった。このモーションキャプチャで、運動が上手な人と下手な人の動きを取得し比較して、分析方法の検討をすすめていく。

## 参考文献

- [1] 稲葉洋, 瀧剛志, 宮崎慎也, 長谷川純一, 肥田満裕, 山本英弘, 北川薫 :  
スポーツ動作分析の支援を目的とした人体センシング情報の可視化提示法, 芸術科学会論文誌 Vol.2 No.3 pp.94-100, 2003
- [2] 阿部真美子, 山本知幸, 藤波努 :  
技能修得における身体動作のモーションキャプチャを用いた解析, 情報処理学会第 65 回全国大会, 2004
- [3] 白鳥貴亮, 中澤篤志, 池内克史 :  
モーションキャプチャと音楽情報を用いた舞踊動作解析手法, 電子情報通信学会論文誌 J88-D-II(8), 2005