

簡易モーションキャプチャを取り入れた技能学習の提案

青木麟太郎³ 大村基将² 紅林秀治^{1,a)}

概要：教育用モーションキャプチャシステムに ICT 機器を利用できる機能を加え、科学的な根拠に基づいた技能学習が展開できるシステムを提案する。提案するシステムでは、Kinect センサーや Leap Motion 等の既存のデバイスを利用して取得した動作データを PC 画面上にアニメーションで再現したり、各部の変位をグラフで表現したりするだけでなく、タブレット型端末でも再現できる。そのため、個人やグループで動作分析の学習ができる。開発したシステムは、技術教育、音楽教育、保健体育教育における技能学習に利用できると期待できる。

キーワード：技能学習, モーションキャプチャ

A Proposal of Skill Training Using a Basic Motion Capture System

Abstract: We propose a basic motion capture system using ICT devices for students to develop basic scientific skills. Our system allows students to capture and recreate motion through animation and displacement of joints on graphs on both a PC and tablet computer display. As a result, students are able to learn skills on an individuals basis or in small groups. We expect our system will be useful for skill-training in technology, music and health and physical education classes.

Keywords: Skill training, Motion capture system

1. はじめに

筆者らは、技能学習のあり方に疑問を感じている。身体的な技能に関する学習は、主に初等中等教育学校では保健体育や家庭科、技術・家庭科、専門高校の実習等行われている。ところがそれらの授業の中で学習者は、教科書を見たり、教員の手本を見て真似したりすることで技能を獲得する。これらの方法は、教員の技能を獲得した経験や感覚、あるいは指導を受けた時の記憶等に依存するため、教員個人の主観に影響される。学習者も、手本の動作や教科書の図や写真を見た記憶を基に動作を模倣するため、主観に頼った学習が繰り返される。技能の獲得には、同じ動作を見よう見まねで何度も繰り返すという反復学習が必要であるが、客観的に動作を分析したり、定量的に動作を

解釈したりする科学的な学習がなければ、主観に基づく教育から脱却できないと考える。

身体の動作を分析する装置としてモーションキャプチャを使ったシステムが有効であり、それらのシステムは多数存在する [1][2][3][4][5][6][7]。しかし、これらのシステムは、装備が大がかりであったり、装置の値段が高価であったりするため、一般の初等中等教育学校の授業で使用することはできない。そこで、申請者は初等中等教育学校の教室や体育館で使用できるだけでなく ICT 機器を用いて個人やグループでの技能教育を実現できるモーションキャプチャシステムを開発を試みた。

開発したシステムでは、獲得した動作のデータをタブレット端末と共有することができる。タブレット端末を用いることで身体の動作を定量的に分析したりアニメーションで動作を再現したりすることが、個人やグループで場所や時間を選ばず何度も確認できるため、より効果的な技能学習が可能になる。

筆者らはすでに、人体動作認識センサー用いた簡易モーションキャプチャシステムを開発した [8]。開発したシステ

¹ 静岡大学教育学部

Oya surugaku Shizuoka ,422-8529, Japan

² 静岡大学大学院・教育学研究科 (博士課程)

Oya surugaku Shizuoka ,422-8529, Japan

³ 静岡大学大学院・教育学研究科 (修士課程)

Oya surugaku Shizuoka ,422-8529, Japan

a) eskureb@ipc.shizuoka.ac.jp

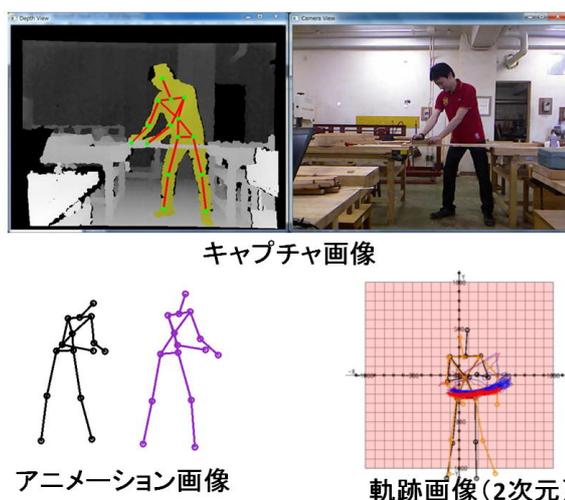


図1 開発したモーションキャプチャシステムの概要

ムによるモーションキャプチャの概要を図1に示す。しかし、そのシステムでは、教室で使用できるもののタブレット端末とデータを共有したりネットワークを介して接続したりできない。筆者らは、本研究により、タブレット端末でデータ共有を可能にし、個人やグループで動作分析が可能となるシステムを開発した。本研究ではそのシステムに加えて、技能学習に重要な役割を果たす指の動作も記録できる入力装置も開発した。本稿では、開発したこれらのシステムについて述べる。

2. 人体動作のモーションキャプチャシステム

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3次元における位置座標(単位はmm)を一定時間間隔で取得しCSV形式で保存する。そして、取得した位置座標を基に人体の各部位の変位や、全体の動作を比較することにより作業動作を分析する。システムの概要を図1に示す。KINECTセンサーとは、Microsoft社が家庭用ゲーム機であるXbox360[9]用のコントローラーとして製造したものである。

KINECTセンサーは、近赤外線を利用した距離画像センサーと映像センサー(ビデオカメラ)を内蔵しており、これらのセンサー情報をKINECTセンサーの内部に搭載されているプロセッサで処理し、関節部位の位置座標を算出することができる[10]。そのため、使用者がマーカ―や特殊な装置を身に付けなくてもモーションキャプチャを実行できる。図2にKINECTセンサーを示す。

PC上の画面でKINECTセンサーを動作させるソフトウェアOpenNI[11]とミドルウェアのNITE[12]を利用して人体の関節部位を認識することができる。

図1の上左は関節部位を認識し各関節を線をつないで



図2 KINECTセンサー

きた画像であり、右はKINECTセンサー内部のカメラで撮影した画像である。各関節部位は3軸の座標値としてコンピュータに保存される。

3. 動作分析プログラム

筆者らは、保存されたデータを読み込み、各関節の変位の様子を「時間の経過における変位」、「空間における変位」、「アニメーションによるモーションの再生」の3つを可能にするプログラムを作成した。プログラムはProcessingを用いて作成し、モーションキャプチャプログラムと結合した。表示されるメニュー画面を図3に示す。

図3の「データ1読み込み」ボタンを押すことで、モーションキャプチャしたデータを読み込む。データが読み込まれると、それぞれの機能を選択するメニュー画面が表示される。

同様に「データ2読み込み」ボタンを押すことで別のデータを読み込むことができる。アニメーションやグラフは二つのデータまで扱うことができたようにした。選択したボタンによりそれぞれのプログラムが実行される。プログラム実行後は、マウスの右ボタンにより再びメニュー画面に戻るようにした。

図3の「アニメーション」「時間グラフ」「3Dグラフ」「軌跡」のボタンによりそれぞれ動作分析プログラムが実行さ

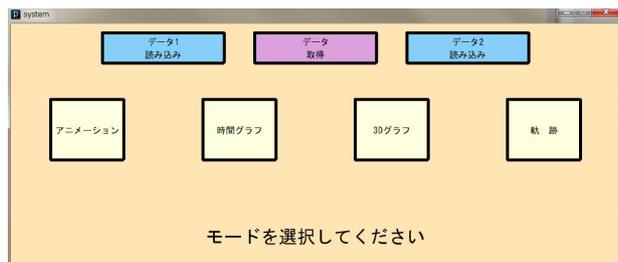


図3 メニュー画面



図6 パソコンと接続した Leap motion

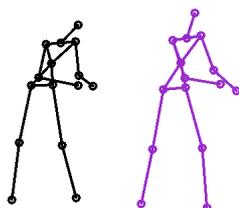


図4 アニメーション画像 (正面から見た画像)



図5 アニメーション画像 (上から見た画像)

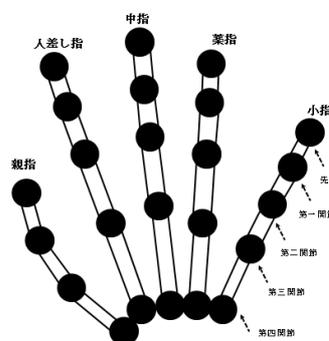


図7 認識する手指の位置

れる。本稿では次章に「アニメーション」のみ説明する。

4. アニメーションによる再現

図3の「アニメーション」ボタンにより読み込んだデータをアニメーションで再現することができる。これによって、キャプチャした人物の各関節の動きを視覚的に捉えることができる。また、任意に回転させることが可能なため様々な角度から見る事ができる。図4と図5にアニメーションで再現した画面を示す。

アニメーション機能だけでなく、3次元グラフの時と同じ操作で回転と拡大・縮小が可能である。さらに、“1” “2” キーを押すことで2人のモデルを重ね合わせたり離したりして表示できる。また、“d” “s” キーでアニメーションの速さの調節，“p” “l” キーでアニメーションの停止と再開も可能としている。

5. 手指動作認識について

手指動作認識には、「Leap Motion」を利用した。「Leap Motion」とは Leap Motion 社から販売された、マウスや画

面タッチを用いず、手や指、ペンなどの先端がとがった道具のジェスチャーによってコンピュータを操作するための入力デバイスである [13][14]。両手の手指や道具の位置はそれぞれ独立して認識することができ、赤外線 LED による照射を赤外線カメラで撮影し、3D 空間で割り出す。また検知できる範囲は Leap Motion の画面中心から半径 500mm 程度となる。パソコンと接続した Leap Motion を図6に示す。

「Microsoft Visual C++ 2010 Express」を利用し、Leap Motion から手指の位置座標（単位は mm）を一定時間間隔で取得し、CSV 形式で保存した。認識する手指の位置を図7に示す。各指の先端と関節部位を3軸の座標値で記録できる。

6. ネットワークを利用したデータの共有

筆者らは、開発したしたモーションキャプチャシステムにネットワークを介したデータ共有機能を付加した。筆者らが開発した簡易モーションキャプチャシステムは、Kinect センサーを用いることで、身体の動作を関節ごと立体座標データとしてパソコンに保存できる。同様に、Leap motion を利用して手指動作に関しても立体座標データとしてパソコンに保存できる。加えて、そのデータを基に、2次元と3次元のグラフ化、関節モデルによるアニメーション再生、

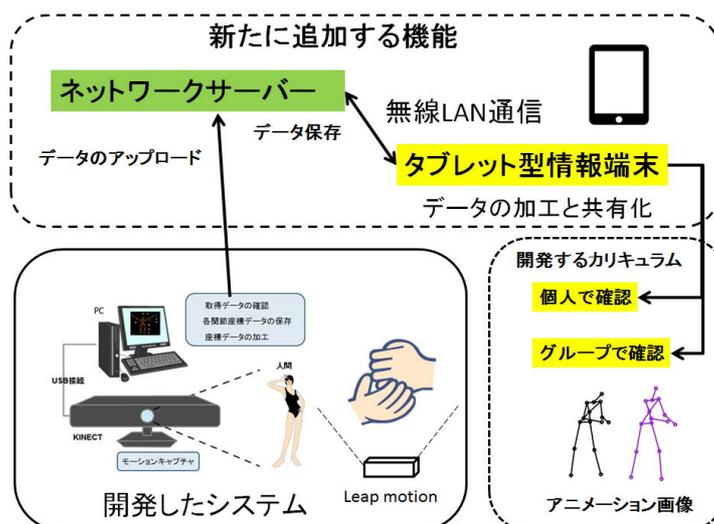


図8 開発した教育用システム

各関節の軌跡表示等が行える。

開発したシステムの特徴は、一般学校教育の教室環境で使用することができることである。ところが、分析したデータやグラフを教室内の大画面モニターで示す一斉授業方式では、個人やグループでデータ確認ができない。そのため、より細かく技能分析を行うことができないという欠点がある。そこで、筆者らは、システムにより獲得したデータを、タブレット端末で共有しタブレット端末で図1に示す動作を確認ができるようにした。ネットワークを利用したデータ共有を可能にしたシステムを図8に示す。

7. 今後の課題

今後は、完成したシステムの評価試験を行う予定である。評価試験で明らかにすることは下記3点である。

- (1) 開発したシステムが学校教育の教室や体育館で使用可能か。
- (2) キャプチャしたデータが支障なく複数のタブレット端末へ送信できているか。
- (3) 一般公立学校で使用する際の問題点は何か。

上記3点は、小中高の公立学校の先生方に本システムを研究会等を開催することによって紹介したり講習をしたりする。そして、小学校での体育や家庭科、中学校での保健体育、技術・家庭科、高等学校での保健体育、家庭科、工業高校での実習授業等で利用できる場面を意見交換を交えながら協議し、カリキュラムを作成する。さらに、教育実践により開発したシステムを利用したカリキュラムによる技能学習への効果を明らかにする。本システムを利用することで、学習者に科学的な視点の獲得（技能を分析的、定量的に理解しようとする学習行動）が確認できるかも調査したいと考えている。

参考文献

- [1] 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, 電子情報通信学会誌, **J88-D(8)**(2005)
- [2] 阿部真美子, 山本知幸, 藤波努: 技能習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] 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)
- [4] 陳廣元, 山下晃功, 芝木邦也, 田中千秋: 木工具による作業動作の3次元分析(第1報)木工技能熟練者のかんな削り動作の基本形態, 木材学会誌, Vol.48, No.2, pp.80-88(2002)
- [5] 陳廣元, 山下晃功, 芝木邦也, 田中千秋: 木工具による作業動作の3次元分析(第2報)木工技能熟練者と未熟練者ののこぎりびき動作の比較, 木材学会誌, Vol.49, No.3, pp.171-178(2003)
- [6] 陳廣元, 山下晃功, 芝木邦也, 田中千秋: 木工具による作業動作の3次元分析(第3報)木工技能熟練者と未熟練者のくぎ打ち動作の比較, 木材学会誌, Vol.49, No.5, pp.348-354(2003)
- [7] 白石拓弥, 岡村吉永, 弘中誠, 中村一文: 測定器を用いたのこぎりびき学習指導方法の検討, 日本産業技術教育学会誌, 第51巻, 第1号, pp.1-6(2009)
- [8] 紅林秀治・小林健太・他: Kinect センサーを用いた簡易動作分析システムの開発, 日本産業技術教育学会誌, 第55巻, 第3号, pp.213-220(2013).
- [9] Xbox360: <http://www.xbox.com/ja-JP/xbox360>(2013.3.4)
- [10] 西林孝, 小野憲史: キネクトハッカーズマニュアル, ルナテック, pp.10-20(2011)
- [11] 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, pp.116-147(2011)
- [12] 西林孝, 小野憲史: キネクトハッカーズマニュアル, ルナテック, pp.30-35(2011)
- [13] Packt Publishing : Leap Motion Development Essentials, Packt Publishing Ltd. (2013)
- [14] 中村薫: Leap Motion プログラミングガイド, 工学社(2014)