

令和元年6月10日現在

機関番号：14101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K16257

研究課題名(和文) 運動教示のためのリアルタイム身体動作符号化

研究課題名(英文) Real-time body motion coding for skills teaching

研究代表者

坂本 良太 (Sakamoto, Ryota)

三重大学・医学部附属病院・助教

研究者番号：10581879

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：スポーツや踊り、あるいは手術の手技といった身体動作を主体とした技能を教えるために、動作における特徴を見出す研究を行った。モーションキャプチャー装置により取得した身体の動きは、全身の個々の関節に対して膨大な量となる。そのため中に潜む特徴を保持しつつ不要なデータを削除する符号化が必要となる。本研究では野球での投球動作におけるフットプラント、トップポジションといった特徴的な姿勢に寄与する関節の検証や、医師の手技において機械学習により初学者と熟練者の差異を求める手法について提案した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

教科書等で自習できるような知識の習得と異なり、スポーツや動作に基づく技能の学習は指導者が直接教示しなければならないことが多い。これを自学しようとすれば、学習者自身の感覚で課題点を見出さなければならない。ビデオにて記録された手本、あるいは自身の映像を学習者が視聴する形での自学でも学習者の主観に基づく点で同様である。申請者はこの要因として考えられる、対象の動作における正解といえるものが何かを定めること、またそれを指導するために伝えることを解決するための研究を実施した。

研究成果の概要(英文)：This project aims at finding out notable features of body motions in order to teach a skill of a sport, a dance, or a medical procedure. Motion data of the body acquired with a motion capture manufactured building is a tremendous amount to each joint of the whole body. Therefore, coding methods that reducing unwanted data while keeping the potential features are desired. The author examined joints contributing to a characteristic posture such as foot plant and top position in pitching motion in baseball. The author also proposed a method to find the difference between novices and experts by machine learning in a medical operation.

研究分野：教育工学

キーワード：モーションキャプチャー 動作教示 動作計測 バイオメカニクス 健康・福祉工学

## 1. 研究開始当初の背景

通信インフラは年々整備され、Ustream や YouTube 等生中継や配信を行うサービスも広く使われるようになり、講義の映像を配信する形で学習を行う環境は発展している。しかし動画や文書を配信することは容易でも、スポーツや踊りのような身体動作は固定された視点の映像では理解が難しいという問題があり、e-Learning を用いて学習できる例は少ない。サッカー中継などで複数のカメラを用いて多視点映像を中継し、視聴時に選択できるものもあるが大規模な設備や限定的な視聴環境が必要となってしまう。そこでリアルタイムモーションキャプチャを行なったデータを伝送し、学習者が装着したヘッドマウントディスプレイに 3DCG で再現するものも提案されていた。だが事前に記録する場合であればキーフレームのみを送ることで効率的な配信ができるが、リアルタイムモーションキャプチャのデータを配信する場合でも情報の圧縮ができることが望ましいと考えた。また、これまで申請者は板書やスライドを用いた講義にて単にカメラ映像を配信するのではなく、動画中から講師や指示棒を抽出し、板書/スライドと分離したデータ構造として配信するシステムを開発した。また、スポーツや踊り等、身体動作の教示としてモーションキャプチャによって記録した動作に対してある時刻のある部位に対してアノテーションを行うシステムも提案してきた。単にデータを圧縮することにとどまらず、動作における意味を抽出できれば、動作学習においてどのように改善が可能か示すことができ、単に映像を再生する以上の教示が行える。

## 2. 研究の目的

動作を取得し、学習に用いることを想定すると、まずはモーションキャプチャ装置で得られるデータをそのまま記録、配信することが考えられるが、それには下記の課題がある。

生のモーションデータで 100fps といったフレームレートで毎フレーム身体全部の位置姿勢を送出することは帯域を圧迫する

モーションを取得する時点で処理時間がかかり、さらに通信のために遅延が発生する  
運動を対象とする上で本来は位置、姿勢のみではなく速度、加速度、角速度、角加速度、発揮力、外力といった情報を伝達すべきである

前述の課題に対し、リアルタイム配信を前提としたモーションデータの符号化を実現すること、およびそのために対象とする動作の解釈を試みることを目的とした。

## 3. 研究の方法

### (1) モーションキャプチャ装置による動作データ取得

本研究では簡易に利用可能な Microsoft 社製 Kinect v2 (図 1)、およびそれよりも高精度かつ多くの身体部位を測定可能な Noitom 社製 Perception Neuron (図 2) を導入した。

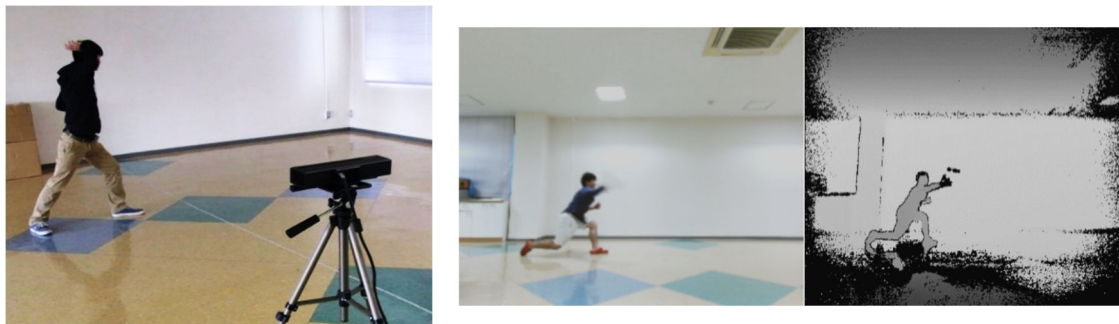


図 1 Kinect v2 による投球動作計測及びその結果例

### (2) 動作解析

取得した動作データを、対象に合わせた意味を踏まえつつ何が特徴となるかを見出す。

本研究ではいくつかのアプローチをとった。

例えば、概ね誰を対象としても一定の動作となる投球動作を扱う際はスポーツ専門医の見解に基づき特徴となる動作を定め、いかに測定データから機械がそれを判別できるようにするかという点を探求した。一方、手術の手技のような、必ずしも動作として一定ではない対象については、Support Vector Machine といった機械学習手法を取り入れ、先に機械的に熟練者と初学者で区別できるかを探り、区別できるのであれば一体どのような特徴をもって判別されているかを医師とともに検討するという手法をとった。

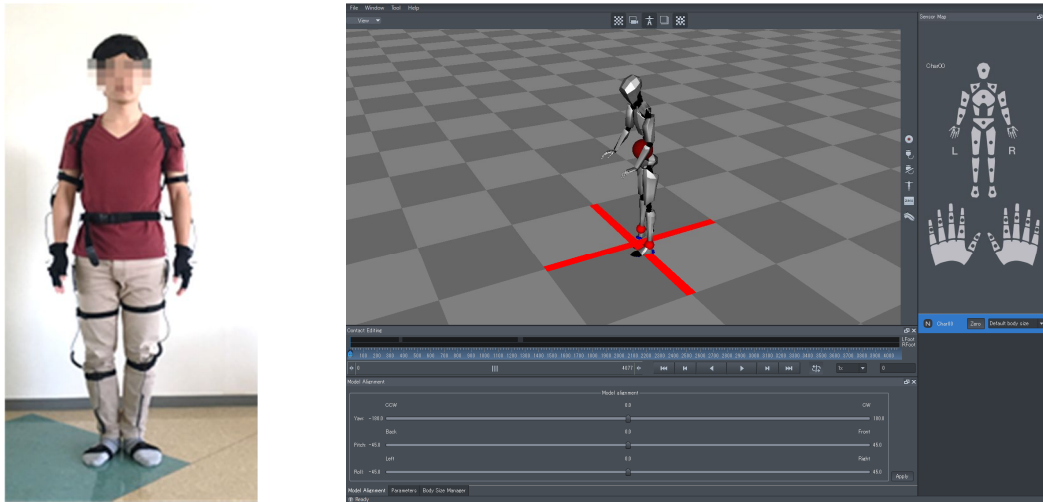


図 2 Perception Neuron 及びキャプチャ結果例

#### 4. 研究成果

##### (1) 簡易モーションキャプチャによる投球動作抽出システムの開発

野球の投球動作についてパフォーマンス改善，障害予防を目的とし，ビデオで投球フォームを撮影してフットプラント，トップポジションといった瞬間を選手に示して指導を行うことがある．この際該当のシーンの頭出し操作等を手動で行うことは手間がかかる．Microsoft 社 Kinect を利用しこれを自動化するシステムを開発した（図 3）．装置が 30fps という限界からは一見投球のような高速な動作は難しいと思われるものであるが，他の装置での計測も踏まえ，スポーツ医および理学療法士の知見を基に対象となる姿勢を定義することで，実地で実用可能な構成を実現できた．

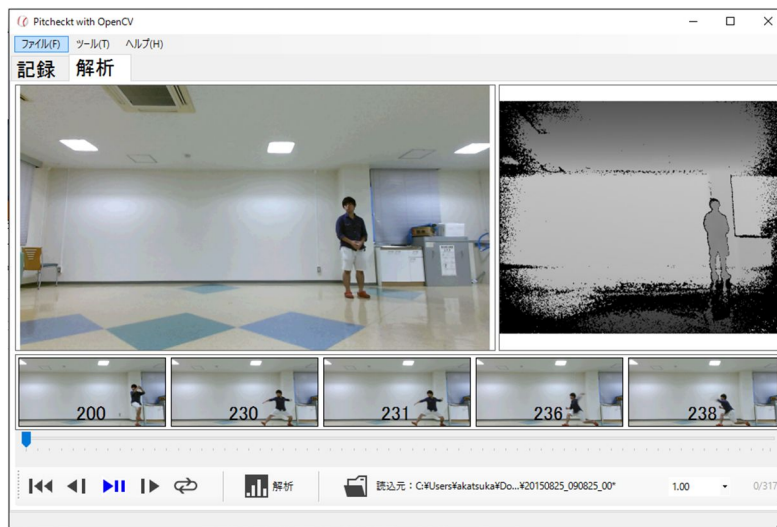


図 3 提案投球動作解析システム画面

##### (2) 慣性センサによる投球数カウントシステムの開発

野球において投球過多は障害の要因であり，万歩計のように自動的に投球数を計測する装置が望まれている．その実現に向け高校野球部の練習時に慣性センサを継続して装着し，加速度，角速度等のデータ収集を行った．得たデータの範囲において投球かそうでないかを判別できることは確認し，投球数計測ができることを見出した．一方で実用化にはさらに多くのデータを収集する必要がある．

##### (3) 気管挿管手技の巧拙判別及び経験量との比較

医師の手技といった，投球ほど動作としては定型ではなく一見特徴付けが困難と思われるような動作を対象とした．麻酔科の医師の協力を受けて，熟練医，初学者（初期研修医）の模擬気管挿管手技について図 4 のように Perception Neuron による全身モーションキャプチャによりデータを得たのち，Support Vector Machine や Deep Neural Network を用いた教師あり学習によって，熟練者か初学者かの判別が可能であることを示した．また初学者においても 1 か月の研修後で熟練者の特徴に近づくことも報告した（図 5）．



図 4 気管挿管の  
モーション取得

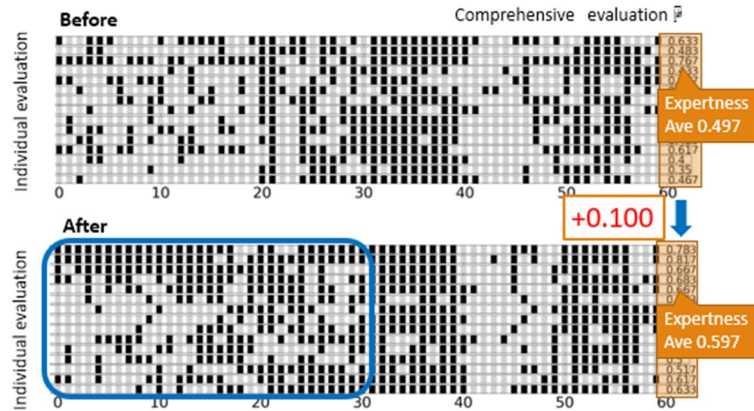


図 5 研修医における一か月の熟練者らしさの変化  
横軸は正規化時間，縦軸は被験者 5 名×3 試行  
黒が多いほど熟練者とみなされている

(4) エンターテインメント分野でも，身体動作をリアルタイムで効率的に遠隔配信するための符号化が有効と考え，その検証および応用例として，利用者のカメラ映像上にリアルタイムで CG のキャラクターが重畳されるシステムを開発した．利用者の年齢や体格は様々であったが，腕や脚等の自動調整を行うことで自然に見えるよう設計した．こうした異なる体格への対応は動作を教えるという e-Learning 目的においても非常に重要であると考えているためその知見を得た．

## 5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 5 件)

- (1) Shinichi Inagaki, Ryota Sakamoto, Yoshihiko Nomura, Masataka Kamei, Yosuke Sakakura and Motomu Shimaoka, "An SVM-based evaluation method of tracheal-intubation skill level before and after medical experience of one month", Artificial Intelligence International Conference 2018, 2018.
- (2) Shinichi Inagaki, Ryota Sakamoto, Yoshihiko Nomura, Masataka Kamei, Yosuke Sakakura and Motomu Shimaoka, "An SVM-based discrimination method of tracheal-intubation skill between experts and novices", Conference: 2018 12th France-Japan and 10th Europe-Asia Congress on Mechatronics, 2018.
- (3) 森井 秀幸, 坂本 良太, 野村 由司彦, 平林 和也 . 深層学習による麻酔科医の気管挿管手技熟練度判定, 情報・知能・精密機器部門講演会 (IIP2018). 東洋大学川越キャンパス, 埼玉, March 14 ~ 15, 2018 .
- (4) 森井 秀幸, 坂本 良太, 野村 由司 . RGB-D カメラを用いた投球動作特定シーン抽出システム, 第 17 回公益社団法人計測自動制御学会システムインテグレーション部門講演会 (SI2016), 札幌, Dec. 15, 2016 .
- (5) 小林 龍太郎, 坂本 良太, 野村 由司彦 . 簡易モーションキャプチャによる投球動作抽出システム . スポーツ工学・ヒューマンダイナミクス . 立命館大学びわこ・くさつキャンパス, 滋賀, Nov. 30 ~ Oct. 1, 2015 .

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕  
出願状況 (計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年：  
国内外の別：

取得状況（計 0 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

## 6. 研究組織

### (1) 研究分担者

研究分担者氏名：  
ローマ字氏名：  
所属研究機関名：  
部局名：  
職名：  
研究者番号（8桁）：

### (2) 研究協力者

研究協力者氏名：  
ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。