

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 2 日現在

機関番号：14701

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2013

課題番号：24650555

研究課題名(和文) 左右反転動作スキルの学習支援手法の提案と学習支援環境の構築

研究課題名(英文) Proposal of a learning support method and development of a learning support system for reversed motion skill

研究代表者

曾我 真人(SOGA, MASATO)

和歌山大学・システム工学部・准教授

研究者番号：60252839

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円、(間接経費) 870,000円

研究成果の概要(和文)：身体動作の学習支援に関する研究は以前から多く行われているが、野球のバッティングの左打ちと右打ちのような左右の動作の比較とその応用をテーマとした研究はほとんどない。本研究では、利き側動作を手本にできるレベルの学習者を対象とし、学習者自身の利き側動作のモーションデータを反転させて手本動作とし、非利き側の動作の学習を支援することを最終目標としている。このために、スポーツ経歴などを考慮しながら学習者の左右差の分析を行った。これを基にして対象動作を選定し、学習支援環境の構築を行うことを目標としている。

研究成果の概要(英文)：Although a lot of studies on motor skill learning support systems have been conducted since many years ago, there are few studies on comparison between left and right motions or on its applications. The final goal of this study is to support motion learning of non-dominant side of learner's body by mimicking his/her motion of reversed dominant side as a model. The target learner is a learner whose motion of dominant side keeps a level to be set as a model for learning. Before realizing the final goal, we analyzed the learner's difference between left side and right side, considering learner's playing history of sports. Based on the results, we plan to select the target motion, and develop learning support system.

研究分野：教育工学

科研費の分科・細目：教育工学

キーワード：スキル 学習支援 技能 身体知 訓練 左右

1. 研究開始当初の背景

近年、スキルの学習支援環境の研究が盛んになってきている。スポーツ学習支援の分野では、慶応大の諏訪らが、メタ認知をとり入れた、野球のバッティングフォームの改善などの学習支援環境を提案している。また、国立スポーツ科学センターの後藤田や徳島大の松浦らは、ランニングの学習支援環境を構築している。物づくりの分野では、埼玉大の綿貫らが、バーチャルリアリティ技術を駆使して鋳物を作る職人技のスキルの学習支援環境を構築している。舞踊の分野では、秋田大の水戸部や玉本らが、伝統舞踊の学習支援環境を構築している。また、楽器の分野では、水戸部らが磁気式位置方向センサを用いて手指の詳細なモーションキャプチャを提案し、ピアノや琴の学習支援環境を構築している。

筆者らは、約 10 年ほど前から、スケッチ描画のスキルの学習を支援するための学習支援環境を構築し、成果を上げてきた。ここでは、描き終わった絵をシステムが自動診断し、正解との差分を誤りとみなしてアドバイスを行う成果物診断助言システムだけでなく、描画中の学習者の腕の動きを計測し、リアルタイムで動作の誤りをアドバイスする腕動作診断助言システムも提案し、構築してきた。

このような背景のもと、筆者らのグループでも動作スキル学習支援の研究を手掛けることになった。

2. 研究の目的

人体にあると考えられる左右差やくせ、ゆがみは、利き手や利き足などに強く依存することが考えられる。生まれた時点で左右差は存在し、成人して生活するようになっても左右差が存在するが、ほとんどの人が左右差を気にすることなく生活している。

日常生活において、手足の長さの左右差は軽視できるものである。しかし、左右の筋力差や圧力差は存在するため、反転させ手本動作としても良いのかどうかを明確にし、今後の反転動作の学習支援に役立てることを研究目的とする。

また、さまざまなスポーツでは「軸足」というものを非常に重要視しており、この軸足をスイッチすることが困難なのではないかと考えた。同じ右利きでも野球とサッカーでは軸足が違い、野球と剣道では軸とする足が違うが、バットと竹刀の持ち方は同じである。このように身体の癖やゆがみは、過去のスポーツ経験とも関連することが考えられるため、アンケートを実施し、関連性についても検証する。

3. 研究の方法

3.1. 実験概要

本研究では、2 種類の基本的な動作を行っ

た場合の足底にかかる圧力データを算出する。それぞれの動作について、被験者自身の左右にかかる圧力データを計測し、それによる左右差の有用性について検証する。圧力データの計測には、Motion3D Force Plate を用いた。

3.2. 実験方法

ここでは、対象となる動作とその動作を選んだ経緯について記述する。

3.2.1 対象となる動作について

厳密に言えば、スクワットという動作から「膝の曲げ」の部分だけを取り出した動作である。何度も動作を行うのではなく、膝の可動域の限界に達したところストップさせ、左右両方の足底にかかる圧力を計測する。この動作では、左右同時に負荷がかかる動作の際に、被験者の足底に均等に負荷がかかっているかどうかを検証する。

また、膝を曲げるのではなく、臀部からしゃがむようにしてしまえば、簡単に座ることができてしまう。これを防止するために、本実験では、臀部を踵の上部を超えないように膝を曲げることを意識してもらい計測を行った。

実験時は計測を始めてから 5 秒間、何もすることなく立っただけで、徐々に曲げてもらい、限界点で維持をしてもらい計測を行った。

3.2.2 対象となる被験者

被験者は、男子大学生・大学院生 20 名である。

服装は下半身の曲げの妨げにならないようなものとした。

男子学生に限定した理由としては、幼児のころは同じであった重心が、男性に比べ、女性は加齢につれて踵重心となり、男女での区別が難しいと考えられるためである。

3.2.3 使用機器

Motion 3D Force Plate M3D

テック技販製 3 次元歩行解析システム M3D を使用した。このシステムは、従来のカメラ画像解析(モーションキャプチャ)と床反力計による 3 次元動作解析装置に代わる、測定場所を限定しない、装着可能な歩行解析システムである。M3D は、移動式フォースプレート M3D-FP、モーションセンサ M3D-MS、そして、データトランスファ M3D-DT から構成される。以下に、それぞれについて詳説する。

(a)M3D-FP 移動式フォースプレート

超薄型で軽量のフォースプレートを靴底に装着し使用する。特徴は以下のとおりである。

・床反力検出のために、靴底に超薄型で軽量

のフォースプレートを装着

- ・足の動きと姿勢を推定するための加速度センサとジャイロセンサを内蔵
- ・方位角に変換するための地磁気センサを内蔵

プラスチック素材であるフォースプレートと、メッシュ素材や EVA ラバーソールが使われている屋内用シューズをしっかりと取り付けるために、使用時には、スポーツ用品であるアンダーラップテープをシューズとフォースプレートの両方に巻き、摩擦によって固定しやすくし、上からはナイロンテープを巻き、シューズに固定した。

これにより、計測時のデータの精度は格段に向上し、安定したデータを取得することができるようになった。以前はガムテープなどでの固定がされていたが連続した動作をした時にぐらついてしまうことがあり、精度が良いとは言えなかった。

(b)M3D-MS モーションセンサ

超薄型で軽量なモーションセンサで、脛、腿、腰に装着する。特徴は以下のとおりである。

- ・足の動きと姿勢を推定するための加速度センサとジャイロセンサを内蔵
- ・方位角に変換するための地磁気センサを内蔵(図 2-3)。

使用時には、下腿、上腿、股関節の各センターに取り付ける。各関節間の長さをあらかじめ計測しておき、その中間地点に取り付ける。これも以前はガムテープなどでの固定を行っていたが、衣服への取り付けとなり、衣服のブレも計測に含まれてしまっていたため、精度が良いとは言えなかった。そこで今回の計測実験では、スポーツバンデージを用い、衣服からではなく、身体に衣服の上から巻きつけることで固定するという手法をとった。これにより足を動かしたときの位置や方向を衣服に関係なく取得することができるようになった。

(c)M3D-DT データトランスファ

無線 LAN 内蔵のデータトランスファで腰に装着する。特徴は以下のとおりである。

- ・M3D-FP, M3D-MS からなる両足 2 系統の測定を 1 台でサポート
- ・リアルタイム波形モニタと CSV ファイル保存のコントロールソフトを付属
- ・MATLAB によるサンプルソフトを付属

腰に装着し、ここに左右の移動式のフォースプレートと、各関節間のセンターに取り付けるモーションセンサを接続し、レシーバーを USB 接続した PC に圧力データとモーションデータを送信する

3.2.4 取得する圧力データについて

圧力データは PC でリアルタイムに表示され、動作解析の一部は CSV ファイルとなって保存される。また、フォースプレートからは以下 9 つのデータが CSV ファイルとして保存される。今回は主に鉛直下方向への圧力を示す(3)Z 荷重を主としてデータの分析を行った。

- (1)X 荷重
- (2)Y 荷重
- (3)Z 荷重
- (4)X モーメント
- (5)Y モーメント
- (6)Z モーメント
- (7)X 圧力中心点
- (8)Y 圧力中心点
- (9)トルク

3.2.5 被験者の分類について

実験前に簡単なアンケートを行い、被験者のグループ分けを行った。ボールを投げる、お箸を持つなどの動作の時に左右どちらを使用するか、非利き側の動作を練習したことがあるかといった内容から左利きの要素が含まれる被験者は左利きとして扱うものとした。

被験者 A ~ 被験者 T は 20 代の大学生男子 20 名で、うち右利きが 10 名、左利き 10 名である。この左利き 10 名の中には、「鉛筆やお箸は右で使用し、ボールを投げたりするのは左で行う」などといった被験者が含まれるため、これらは別物として比較を行った。

これらの被験者をいくつかのパターンにわけ、左右差の比較を行った。

左利きと右利きに分け、それぞれの右足、左足の足底の圧力を比較するパターンによって比較するが、この中で E, K, O, Q は鉛筆やお箸を持つ手とボールを投げる動作を行う腕が異なるため、検証からは除いている。

これらのパターンにわけた被験者の(a)スクワットの動作時の足底圧力、(b)片足立ちの動作時の足底圧力を計測し、それらの差に有意差があるかどうか、t 検定を用いて優位水準 5% で分析を行った。

4. 研究成果

4.1. 実験結果

スクワット時の動作の中で計測された圧力の平均値について考察を行った。被験者の分類パターンで分析を行った。

フォースプレートによって計測された足底圧力は、被験者の体重に依存するため、被験者の体重で数値を割ることで正規化し、左右差を比較した。

また、被験者を分類パターンにそって分け、検証を行った。検証項目は以下の通りである。

- ・被験者全体での足底圧力の左右の平均値の差

・完全な右利きの足底圧力の左右の平均値の差
・鉛筆を持つ手やボールを投げる腕が左右で異なる被験者を除いた完全な左利きの足底圧力の左右の平均値の差

今回対象とした以上の項目について、t 検定を用いて検証を行ったところ、優位性は見られなかった。

4.2. 考察

今回の検証実験では、それぞれの足底圧力の左右の平均値には有意差があるとはいえなかった。その原因としては、足の裏にかかる圧力ではなく、左右差が出るのはモーションに依存する可能性が考えられる。

また、そのモーションにおいては、同じ利き足の人間でも対象とする動作によって軸足が異なる場合が存在する。右利きでは通常、野球のバッティングは右足が軸足となるが、サッカーでボールを蹴るときの軸足は左足であることなどが例として挙げられる。

モーションデータを反転させた場合、もともと左軸だったモーションは、右軸となってデータ化される。

サッカーなどの動作では、右利き左利きともに軸足は左足となっていることから、反転させたデータでは主に負荷のかかる足が入れ替わることは明確である。

また、野球やテニスといったスポーツでは、右利きは軸足が右足、左利きは軸足が左足となっていることから、取得したデータを反転させると、非利き側動作の軸足として手本になることがわかる。

このような事例があるが、本研究で作成している試作システムでは、異なった対象動作について、被験者の運動学習において学習効果があるかどうかを検証していくことが今後の課題として挙げられる。

対象となる動作は、野球のように利き側が軸足となる動作と、サッカーのように非利き側が軸足となる動作の2種類が考えられる。これらの動作について、学習効果の検証をした際に、効果の高かったほうを本システムのメインの動作として設定し、システムをよりよいものに改善していくことが必要であるといえる。

4.3. おわりに

野球のバッティングなどにおける、右打ちや左打ちといった左右反転動作における学習支援環境の構築を目指し、学習者自身の利き側動作データを左右反転させたボーンアニメーションをHMD上に拡張現実感として表示させ、非利き側の動作の学習をする学習支援方法を提案し、学習支援システムの試作システムの構築を行った。

その際に生じた「取得したデータをそのまま反転させて使用してもよいのか」という疑問点を解決するために圧力を計測すること

ができるフォースプレートを用いて基本的な動作における足底圧力の測定を行い、それらの分析を行った。

分析と考察の結果、左右差には優位性が見られなかった。しかし、対象となりうる動作には、利き側と軸足が同じ足である野球のバッティングのような動作と、非利き側と軸足が同じ足となるサッカーのボールを蹴る動作があるため、取得したモーションデータを反転させて使用した場合に対象の動作の違いによって、学習効果にどのような差が出るかどうか、今後システムを用いて検証することが必要である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔学会発表〕(計 3件)

廣田 一樹, 曾我 真人, 瀧 寛和, 利き手側動作を手本として非利き側動作の学習支援を行うための左右差の分析, 電子情報通信学会教育工学研究会, 広島大学, 2013年9月28日。

廣田 一樹, 石井 和喜, 西野 友泰, 曾我 真人, 瀧 寛和, 左右反転動作を用いた非利き側動作学習支援環境と左右差の分析, 人工知能学会全国大会, 1H3-0S-02a-2, 富山国際会議場, 2013年6月4日

廣田 一樹, 石井 和喜, 西野 友泰, 曾我 真人, 瀧 寛和, モーションナビゲータとモーションコンバータの開発と左右反転動作による動作学習支援, 教育システム情報学会 2012年度第4回研究会, 和歌山大学, 2012年11月10日

6. 研究組織

(1) 研究代表者

曾我 真人 (SOGA, Masato)
和歌山大学・システム工学部・准教授
研究者番号: 60252839

(2) 研究分担者

瀧 寛和 (TAKI, Hirokazu)
和歌山大学システム工学部 教授
研究者番号: 10304180

(3) 連携研究者

()

研究者番号: