

令和 2 年 4 月 28 日現在

機関番号：12103

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2019

課題番号：16K16514

研究課題名（和文）視覚障害者スポーツのための触覚フィードバックシステムの開発

研究課題名（英文）Development of a Tactile Graphics Feedback System to Support Blind Football Players

研究代表者

佐久間 亨 (SAKUMA, Toru)

筑波技術大学・保健科学部・講師

研究者番号：60646842

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）：ブラインドサッカー選手の技術向上を支援するための触覚フィードバックシステムを開発した。研究期間内には以下の3つの課題を実施した。

1. ブラインドサッカーのキック動作の標準動作モデル作成：スキルレベルの高い選手たちのキック動作を平均化した標準動作モデル作成を作成した。技術練習の際の見本として活用できます。2. 触覚フィードバック装置の作成：選手の身体に加速度センサを貼付し動きを計測し、収集したデータを点図ディスプレイに描画します。このことで視覚障害のある選手も自身の動作フォームを客観的に確認できます。3. ブラインドサッカー選手を対象とした介入実験：実際の練習場面に本システムを導入しました。

研究成果の学術的意義や社会的意義

これまでブラインドサッカーにおけるキック動作の特徴をバイオメカニクス的に分析した報告は僅かでした。また選手への指導方法についても確立しているとは言い難く、その原因の一つに、選手の見本となる標準的な動作法（標準動作モデル）が示されていないことが挙げられます。本研究の成果は選手への指導法を確立していくための基礎的知見として意義があります。本研究で開発した触覚フィードバックシステムは視覚に障害のあるアスリートが自分自身の動作フォームを客観的に知る手がかりとなります。この技術はアスリート支援のみならず視覚に障害をもつ子供の発達支援や学習支援への応用も期待できると考えています。

研究成果の概要（英文）：We developed a Tactile Biofeedback System to support blind football players improve their technical skill.

1.The establishment of a standard motion model for blind football kick: The standard motion model was established based on averaged data obtained several highly skilled football players. When blind football players train kicking skill, this model would enable to be a reference as a good motion model. 2.Development of a Tactile Biofeedback System: The system is composed of a notebook computer, inertial measurement units, and a tactile graphics display. The system can draw a moving stick figure on the tactile graphics display. The user can receive feedback immediately after kick performance and compare with the standard motion model. 3.Using the system to ball kicking practice: We experimentally introduced the system into ball kicking practice of blind football players. There was no significantly differences in biomechanical parameters between pre and post intervention.

研究分野：身体運動のバイオメカニクス

キーワード：視覚障害 触覚 フィードバック ブラインドサッカー

1. 研究開始当初の背景

申請者の佐久間は、これまでに視覚障害者サッカー(以下、ブラインドサッカー)選手のキック動作を分析し、全盲クラスの選手ではボールインパクトを確実にするために、キックの助走距離が短く蹴り脚足部の加速が十分でないことなどを報告した(佐久間ら 2015)。しかし、これらの動作解析の結果を視覚障害のある選手へ伝達する効果的な手段がないため、研究成果を練習場面では十分に活用できないことが課題であった。視覚障害者がスポーツの動作フォームを学習する過程において、指導者は言葉で動きのポイントを指導するとともに、選手の体に直接に触れて一緒に動くことによって動き方を伝達してきた(香田 2014)。しかし、これらの方法ではあらゆるスポーツで必要となる全身の素早い動きやリズムカルな動きを十分に教示することができない。また、動き方の良し悪しなどのフィードバックは、指導者からの意見や、選手自身の身体運動感覚に基づく内省によるものであり、客観的な基準と照らし合わせて判断することは難しいのが現状である。視覚障害のあるスポーツ選手が効果的な練習を実践するには、(1)効果的なフィードバックシステムと、(2)見本とすべき動作モデルを備えておく必要がある。

2. 研究の目的

本研究の目的は、視覚障害者サッカー選手が、自身の動作フォームを確認したり、熟練者の動作フォームと比較したりすることを可能にする触覚フィードバックシステムを開発することである。

3. 研究の方法

- 8名程度のサッカー熟練者を対象として、モーションキャプチャーシステムを用いて、キック動作の動的データを収集する。得られたデータから標準動作モデルを作成する。
- 慣性センサ、点図ディスプレイ、ノートパソコンで構成される触覚フィードバックシステムを作成する。
- 5名のブラインドサッカー選手を対象として、触覚フィードバックシステムを利用した練習の前後で動作の変容が起こるかをバイオメカニクスの観点から評価する。

4. 研究成果

サッカー熟練者におけるキック動作の標準動作モデル作成

ブラインドサッカーのペナルティーキックで多く用いられるスタティックキック(助走をしないシュート動作)の標準動作モデルを作成した。3次元モーションキャプチャーシステム(VICON)を用いて8名のサッカー熟練者の動作データを取得した。実験に際して被検者はアイマスクをして視覚情報を完全に遮断した。得られ身体座標データを用いてAe, et al. (2007)の方法による標準動作モデルを作成した。標準動作モデルを用いることで動作のなかでポイントとなる身体部位やタイミングを抽出した。

図1は8名のサッカー熟練者における動作変動度を示したものである。動作変動度の値が小さい身体部位ほど選手間で共通する動作パターンが存在していたことを示す。動作変動度はバックスイング局面では支持脚側の下腿と足部、蹴り脚側の大腿と足部、および下部体幹で特に小さく、フォワードスイング局面では支持脚側の下腿、蹴り脚側の大腿、および下部体幹が特に小さかった。よってこれら身体部位における動作パターンはシュート動作の成功に特に重要であることが示唆された。図の2に標準動作モデル、ブラインドサッカー日本代表歴のある選手(上級選手)および一般大学生のブラインドサッカー選手(一般選手)におけるスティックピクチャーを示す。標準動作モデルと上級選手の動作パターンはよく似ているが、一般選手の動作は大きく異なっている、このことから標準動作モデルはブラインドサッカー選手のモデル動作として有効であることが示唆された。

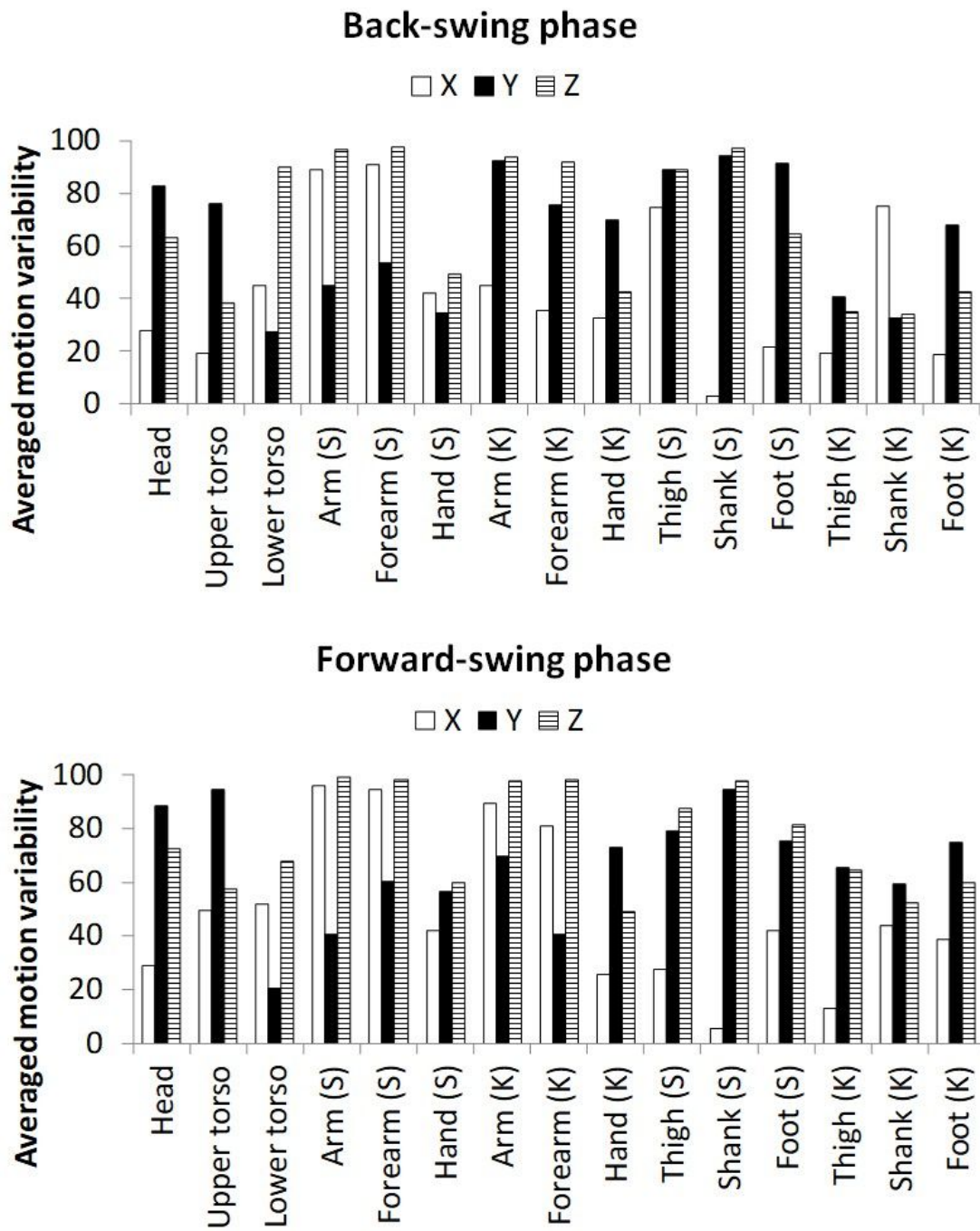
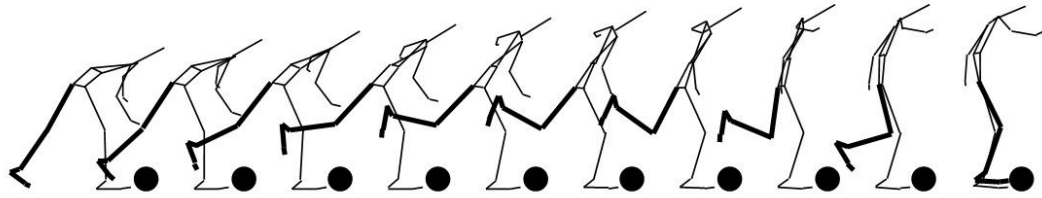
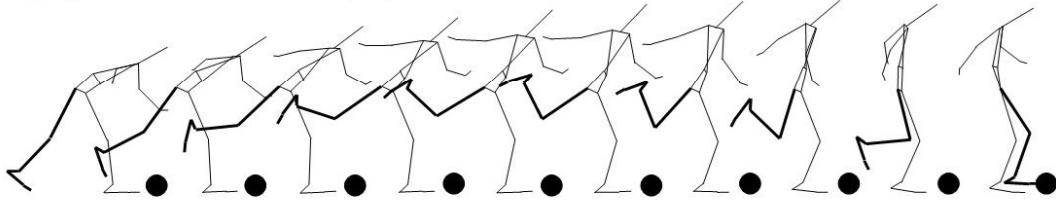


図1 8名の熟練サッカー選手におけるキック動作の動作変動度

Standard motion model



Highly skilled blind football player



Ordinary blind football player

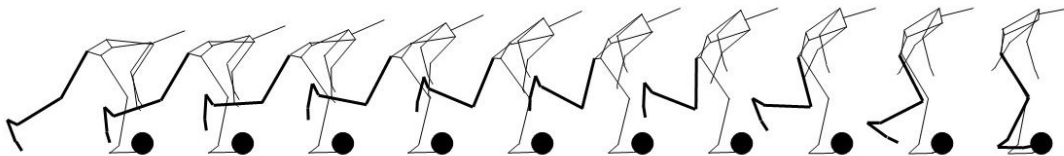


図2 標準動作モデル、ブラインドサッカー日本代表歴のある選手（上級選手）および一般大学生のブラインドサッカー選手（一般選手）におけるスタティックキックのスティックピクチャ

触覚フィードバック装置の作成

ブラインドサッカー選手の動作フォームをスポーツ現場で簡便に記録できる慣性センサと動作フォーム再生機器である点図ディスプレイの連携アプリケーションを作成することで、ブラインドサッカー選手が指で点図ディスプレイに触れることで自身の動作フォームの確認および標準動作モデルとの比較を可能とする触覚フィードバック装置を作成した（図3）。

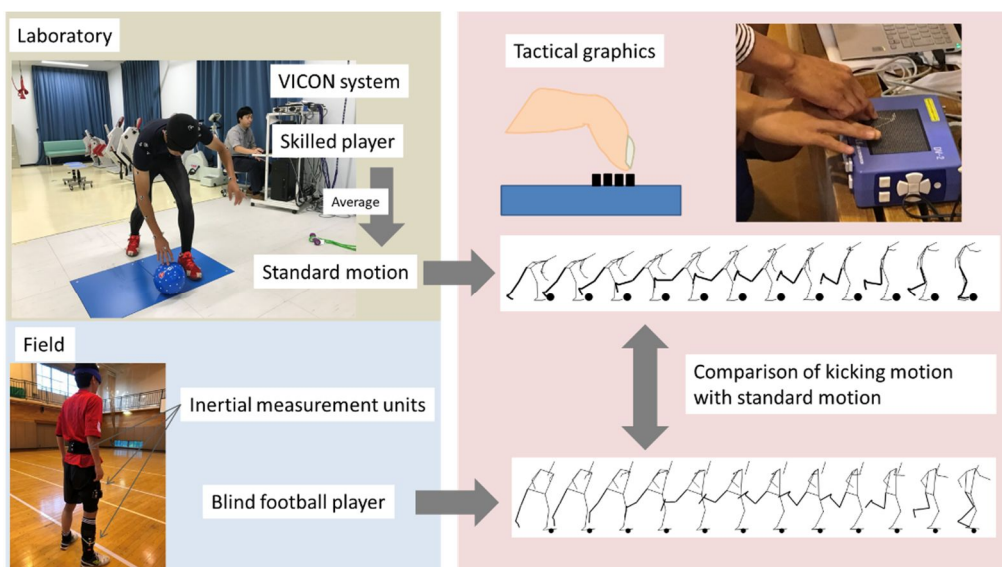


図3 視覚障害者サッカー選手のシュート練習を支援する触覚フィードバックシステム

ブラインドサッカー選手を対象とした介入実験

触覚フィードバックシステムの有効性を検討するため 5 名のブラインドサッカー選手を対象に介入実験を行った。触覚フィードバックシステムを用いたシュート練習は計 4 回で、一回の練習時間は 30 から 60 分であった。練習の際、選手は自身の体幹と蹴り脚の大腿部と下腿部に加速度センサを貼付し、シュート毎に自身のキック動作のフォームを点図ディスプレイで確認し、さらに標準動作モデルと自身のフォームとを比較した。4 回の練習介入前後で各選手のキック動作をモーションキャプチャーシステム (VICON BONITA) で撮影した。

結果として、ボール速度は介入前 16.8 ± 2.3 m/s で介入後 16.9 ± 2.0 m/s であった。蹴り脚重心速度最大値は介入前では大腿部 3.2 ± 0.3 m/s、下腿部 6.3 ± 0.6 m/s、足部 14.0 ± 1.3 m/s で、介入後では大腿部 3.3 ± 0.3 m/s、下腿部 6.3 ± 0.4 m/s、足部 14.4 ± 1.5 m/s であった。蹴り脚セグメント角速度最大値は介入前では大腿部 12.2 ± 2.2 rad/s、下腿部 30.2 ± 1.8 rad/s、足部 28.3 ± 3.6 rad/s で、介入後では大腿部 12.2 ± 1.1 rad/s、下腿部 31.5 ± 3.3 rad/s、足部 27.6 ± 3.3 rad/s であった。

今回の介入実験では介入前後でボール速度と蹴り脚のスイングスピードに変化はなく触覚フィードバックシステムの有効性を確認することはできなかった。本研究の触覚フィードバックシステムは点図ディスプレイ上のスティックピクチャでキックフォームを表現するため、体幹の捻り動作など三次元的な動きは表現できない。またディスプレイのドット間隔がやや粗いため (2.4mm 間隔)、微妙な姿勢や関節角度の変化を表現することはできない。この様に技術的な問題はあるものの、定性的な評価として各選手に聞き取り調査を行ったところ「自分のキックフォームを確認することができた」「動きのコツが分かった感じがする」など肯定的な意見もあった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 佐久間亨、小林育斗、松井康、渡邊昌宏、小林真、木下裕光
2. 発表標題 ブラインドサッカーのトゥキックフォームの特徴
3. 学会等名 第27回日本障害者スポーツ学会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----