

令和 4 年 6 月 7 日現在

機関番号：12103

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K11544

研究課題名（和文）視覚障害者スポーツにおける音声指示と動作のモデル化

研究課題名（英文）Modeling of blind players between voice guides and their actions in adaptive sports for the blind

研究代表者

小林 真（Kobayashi, Makoto）

筑波技術大学・保健科学部・教授

研究者番号：60291853

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,400,000円

研究成果の概要（和文）：視覚障害者の楽しむフロアバレーボールにおける音声指示は、歩数を利用した音声指示などの特徴があることが分かったが、コロナ禍のため集団スポーツの実施が困難になった。そこで当事者ニーズのある運動動作を理解するデバイス開発へと研究の方向性をシフトした。研究期間中には点図表示型と腕の模型型のデバイスを開発し、提示動作としてフロアバレーのサーブ動作とモルックの投擲動作を計測した。その結果、先天的な全盲プレーヤーの特徴的な動作として、素早いバックスイングや肘を固定する下手投げといった様子が観察された。腕型模型に関しては、3名の視覚障害者が明確に先天的な全盲プレーヤーの動きを区別できると評価した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

先天的な重度の視覚障害者は、見て真似ることが困難なため、他者とは異なる独特なスポーツ動作を行うことがある。本研究で開発したデバイスは、当事者が自身の動きを触知的に認識することを手助けする。これにより音声指示を受けた後の動作が他者と比較してどの程度異なるのか、もしくは同じなのかを理解することが可能になる。動作の差異は周囲の晴眼者らから指摘しにくいこともあるため、当事者自身が理解できるデバイスは社会的意義のある支援機器だと思われる。

研究成果の概要（英文）：Observations cleared that voice indications used in the floor-volleyball have some features such as using the number of steps to express distances. However, the corona disaster made it difficult to conduct group sports. Therefore, the main research purpose was shifted to the development of a device to understand motions of players. This is based of the real needs of blind players.

During the research period, two types of display device was developed. One of them uses refreshable tactile pins and another one is an arm model type device. As contents for these display devices, the floor volleyball serving motion and the Molcky throwing motion were measured. As a result, the unique motions of congenitally blind players, such as quick backswing or underhand throwing with fixed elbow were observed. Using the arm-shaped model, three visually impaired estimators evaluated that they could clearly distinguish the difference of motions by the congenitally blind player and sighted player.

研究分野：福祉工学

キーワード：視覚障害者スポーツ 触覚ディスプレイ 点図ディスプレイ フロアバレーボール モルック

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、研究者個人に帰属します。

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

視覚障害者が楽しむアダプテッドスポーツには、柔道・陸上・水泳・クライミングといった個人競技から、フロアバレーボール・ゴールボール・ブラインドサッカーなどの団体競技まで幅広い種目が存在する。これら視覚障害者向けスポーツでは、選手たちは何らかの形で晴眼者や弱視者の支援を受ける。支援者は、一緒にプレイするチームメイトの場合もあれば、フィールドの外から指示を出す監督・指導者や介助者の場合もあるが、共通しているのは音声による指示や説明が主となる点である。この音声指示を、視覚障害のある選手がどのように解釈し、どう動くかといったことについて調べることを本研究開始当初はテーマに設定していた。

2. 研究の目的

前述のように視覚障害者スポーツにおける「動作に関する音声指示」と「指示を受けた後の変化」に着目し、その関連性を解明することを当初の目的としていたが、コロナ禍により集団で行うスポーツの実施や実験に制限がかかってしまった。そこで、コロナ禍以前に行ったフロアバレーの動作データ取得時に得られた「当事者が自分のフォームや動きを客観的に知りたい」という選手のニーズを踏まえ、動作を触覚的に提示するデバイス開発に研究目的の軸をシフトした。

3. 研究の方法

まず「フロアバレーボールのサービス動作」に焦点を当て、3次元位置を計測するモーションキャプチャとスピードガンを用いて右腕の動きとボールスピードを計測した。そして先天的な視覚障害選手とそれ以外の選手との間にあるフォームの違いを解析した。図1に計測時の様子を示す。さらに、それらの違いを当事者に示すために、新たに小型の無線点図ディスプレイの開発を進めた。

続いて、高額な点図ディスプレイを用いる方法ではなく、低価格でフォームの違いを提示するため、サーボモーターと無線マイコンを利用した機器を試作した。このデバイスと近年手軽に利用できるようになったAIによる画像認識技術とを組み合わせることで、レジャースポーツ「モルック」の投擲動作を提示するシステムを構築し、点字利用の視覚障害者に評価してもらった。

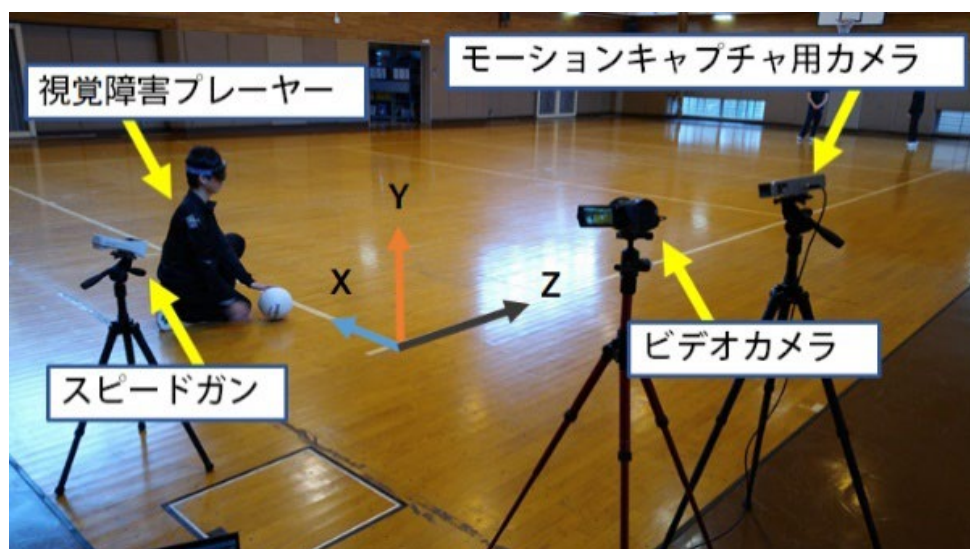


図1 フロアバレーボールのサービス動作を計測している様子

4. 研究成果

図2のグラフは、図1の環境で計測されたフロアバレーボールのサービス時における手首動作例を示している。左側は先天性の全盲の選手、右側は残存視力のある重度弱視の選手のグラフである。上側はXYZそれぞれの座標における位置を示しており、下側は手首の速度を示している。ここでX軸（青）は選手から見て左右方向で左側が正、Y軸（橙）は上下方向で上側が正、Z軸（黄）は前後方向で前向きが正となっている。Y軸の動きから、振りかぶって打ち下ろす手首の様子が分かる。

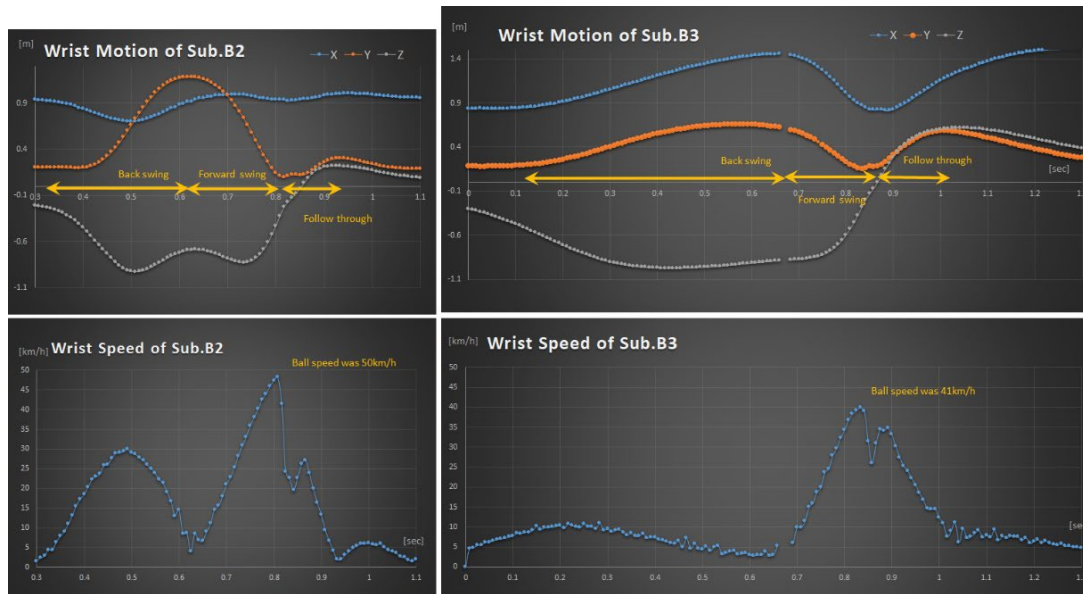


図2 サービス動作における手首の計測結果例。

左側：先天性の全盲選手。右側：重度弱視選手。上側：3次元座標位値。下側：移動速度。

このグラフを比較すると、左側に示した全盲の選手は右側の重度弱視の選手よりバックスイングの速度が速く、移動速度において大きなピークが2つ現れていることが分かる。一方で重度弱視の選手はゆっくり振りかぶって速く打つという動作が行われていることが分かる。このように「速いサーブを打つ」という同じ目的であっても視覚経験がほぼ得られていない先天性の全盲選手の場合、独特な動きをすることもあるということが示された。さらに、図3に示す手首の移動軌跡の3次元マップにより、バックスイングの軌跡自体は両者とも外側（右側）に膨らむことが確認された。

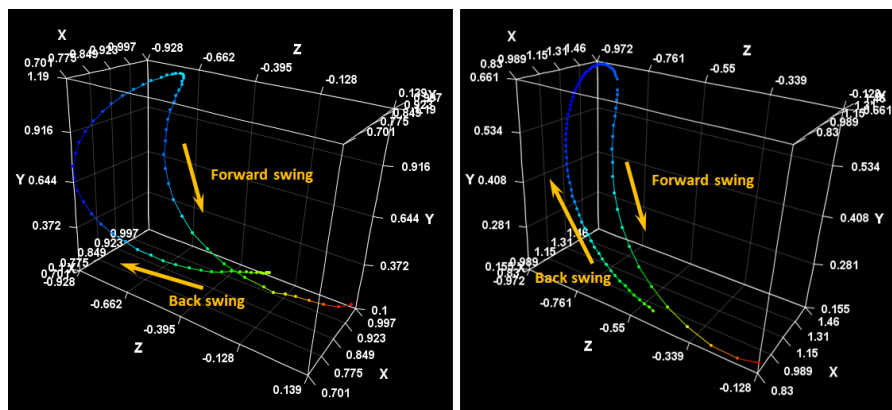


図3 サービス動作の軌跡。左側：先天性の全盲選手。右側：重度弱視選手。

これらサービス動作のデータを提示するために小型の無線点図ディスプレイを試作した。図4はその外観である。触知ピンは32本×12本(384本)配置されており、ピン同士の間隔は2.4mmである。リアルタイムでコンピュータからの信号を無線で受信し、上下するピンにより任意の図形を提示する。表示面の一辺が短いものの、点による描画で細かな動きを表したり、抽象化された棒状の表示を左右に動かして動作のリズムを表現したりするといった利用方法が考えられる。

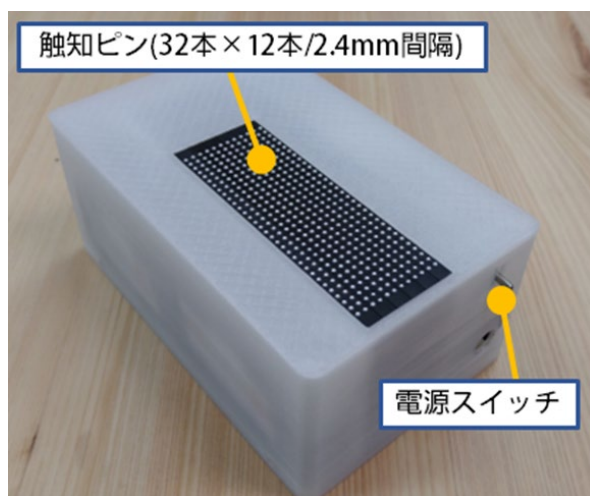


図4 試作した小型無線点図ディスプレイの外観

図5はその内部構造を示している。一般的な単四電池を電源とし、無線LAN機能を備えるマイコン、ESP-WROOM-02でコントロールする構成にした。側面中央にあるDC-DCコンバータは乾電池の電圧を、ピエゾアクチュエータの駆動のために必要な200Vに昇圧するものである。筐体は3Dプリンタを用いてPLA樹脂で作成した。このような構成により、手に持って体育館や屋外の任意の場所で触覚情報を得られるようになった。

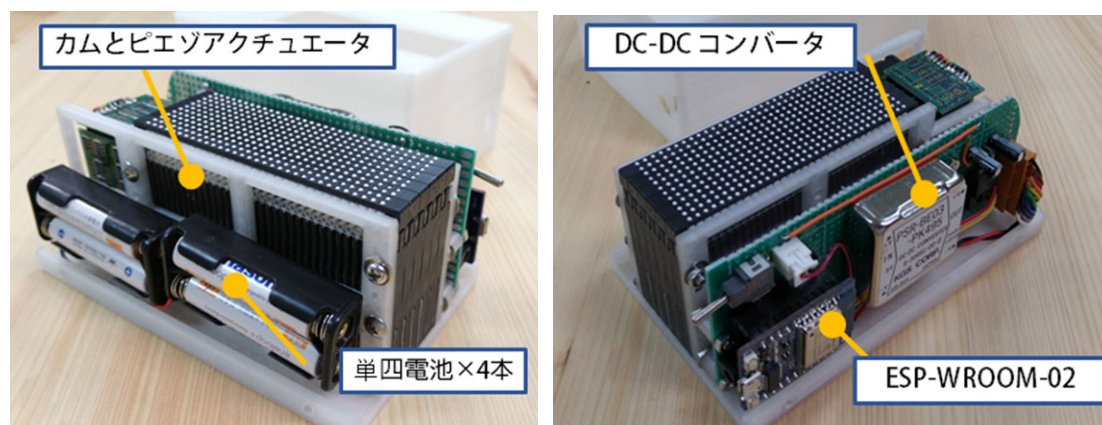


図5 小型無線点図ディスプレイの内部

上で述べた点図ディスプレイは、比較的細かいグラフィック情報も提示可能である反面、高額な機器となる点が難点であった。そこで、小型のサーボモーターを2個利用した腕の形を模した触覚情報提示デバイスを試作し、Googleの提供するAI画像処理ライブラリ「MediaPipe」を使うことで選手の動きを提示するシステムを構築した。MediaPipeはWebカメラなど一般的な入力装置から肘や手首といった位置情報を得ることができるため、特殊なハードウェアが不要な点がメリットである。図6はデバイスの外観と内部構造である。無線機能を備えるマイコンとして、Bluetoothによる接続が可能なESP32を利用し、Bluetoothシリアルポートを使ってパソコン

ンからのデータを受信する仕組みになっている。BluetoothはWiFiより到達距離が短いものの、消費電力の低い通信を実現してくれる。

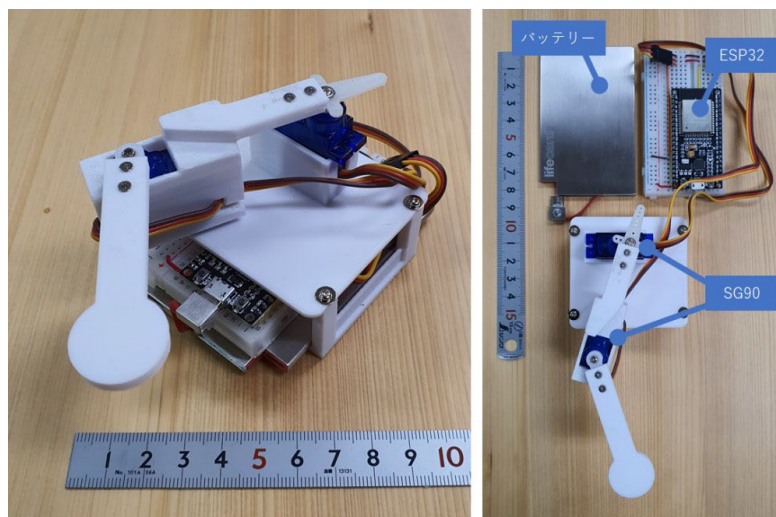


図6 腕の形を模した触覚情報提示デバイスの外観（左）と内部構成（右）

本システムを適用する具体的な対象として、レジャースポーツのモルックに焦点を当てた。モルックは木製の棒を投げて木製のピンを倒すフィンランドのスポーツで、年齢や体力に関わらず楽しむことができる。視覚障害者が参加するには、地面に立てられたピンの位置などを音声で案内する必要がある。実際にプレイしてみたところ、フロアバレーボールの時と同じように先天的な全盲の参加者の投げ方が肘を固定する独特なものであり、他の参加者らとの動きの差を提示するために本システムを用いてみた。図7はMediaPipeにより検出された腕の動きを、触覚デバイスが再現する様子である。システムの評価のために20代の点字を用いる視覚障害者3名に触ってもらったところ、全員が明確にその違いを認識することができた。

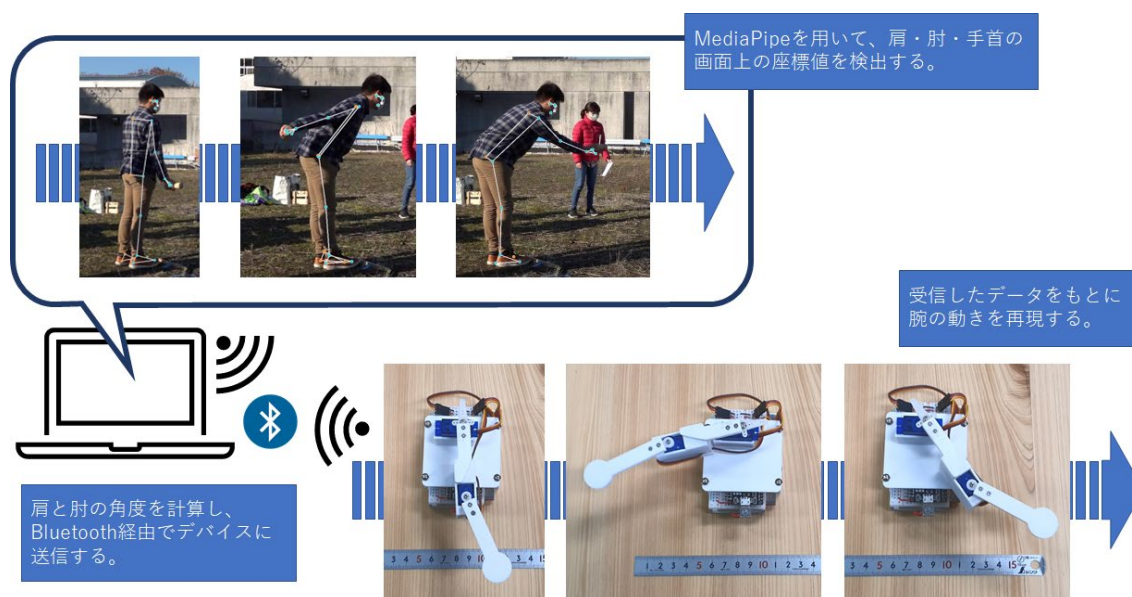


図7 触覚提示システムの動作の様子

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Makoto Kobayashi, Takuya Suzuki	4. 巻 2
2. 論文標題 Accessibility Improvement of Leisure Sports “Molky” for Visually Impaired Players Using AI Vision	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 ICCHP-AAATE 2022, LNCS 13342	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/978-3-031-08645-8_9	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Makoto Kobayashi, Hisayuki Tatsumi	4. 巻 1
2. 論文標題 Floor-Volleyball Motion Feedback System for Visually Impaired Players	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ICETC'20: 2020 12th International Conference on Education Technology and Computers	6. 最初と最後の頁 46-50
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1145/3436756.3437020	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 小林 真
2. 発表標題 視覚障害者スポーツ用ワイヤレス点図ディスプレイ
3. 学会等名 ヒューマンインタフェースサイバーコロキウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小林 真, 鈴木 拓弥
2. 発表標題 視覚障害者を対象としたMediaPipeによるモルックの投げ動作の可触化
3. 学会等名 第188回ヒューマンインタフェース学会研究会
4. 発表年 2022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
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------