

令和 6 年 6 月 19 日現在

機関番号：14303
研究種目：基盤研究(C)（一般）
研究期間：2020～2023
課題番号：20K11419
研究課題名（和文）水泳における情報化の推進 - 泳動作のAI姿勢推定と指導実践知のオントロジー的集約 -
研究課題名（英文）Promotion of informatisation for swimming. - swimming motion estimation by artificial intelligence, and ontological aggregation of practical instruction knowledge -
研究代表者
野村 照夫（NOMURA, Teruo）
京都工芸繊維大学・基盤科学系・教授
研究者番号：60189438
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：水泳の情報化推進のために、AI姿勢推定による動作評価と指導実践知のオントロジー的集約を目的とした。

高飛込を対象とした。演技動画の背景減算により体幹の自動追跡精度が向上し、手動追跡と非常に高い相関($r=0.967$)を示した。さらに、各フレームの演技画像を1度ごとに360度回転させた動画を作成し、回転姿勢で頭部が上方にある状態を作り出し、Vision Pose (Next-System)で姿勢推定を可能にした。水泳指導の実践知について、93の小学校の授業視察等から資料を得た。指導のヒト、モノ、コトについて半構造化点検を行った。水深や安全の管理、見学者配慮、感染予防、入水時間の確保に工夫が見られた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

水泳競技の一つである飛込競技の動作分析は動作の分析は手作業による映像分析に多大な時間を要する。また、安全な水泳指導について、様々な工夫がなされてきたが、系統的に集約・整理・活用されているとは言えない。そこで、「スポーツ実践と情報の連携」という学術的問いを立てた意義は大きい。高飛込の演技軌跡の自動追跡や人工知能(AI)を活用した動作の自動姿勢推定やAIを活用した自動姿勢推定は、分析時間の短縮の可能性を示したことは、学術的にも実践的にも有意義である。また、水泳授業視察等に基づき、指導に関する実践知を数多く収集し、整理・視覚化により集約したことは、実践における知識の共有に貢献するものである。

研究成果の概要（英文）：To promote the informationization of swimming, the study aimed to evaluate movements using AI pose estimation and to aggregate practical teaching knowledge on an ontological level.

On platform diving, by subtracting the background from the movie, the accuracy of auto-tracking of the trunk was improved, and a very high correlation ($r=0.967$) was shown with manual tracking. Furthermore, a video was created in which the performance image of each frame was rotated 360 degrees at a time, creating a state in which the head is upward in the rotated posture, making it possible to estimate posture using Vision Pose (Next-System).

Materials on practical knowledge of swimming instruction were obtained from observations of classes at 93 elementary schools. A semi-structured inspection was conducted on the people, things, and events involved in instruction. Ingenuity was seen in managing water depth and safety, consideration for spectators, infection prevention, and ensuring time spent in the water.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：水泳 情報化 AI姿勢推定 体幹の自動追跡 指導実践知 オントロジー

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

「スポーツ実践と情報の連携」を学術的問いとした。泳動作の分析はスポーツ科学の導入により飛躍的に前進したが、競技会における動作のデータ化は手作業による映像分析に多大な時間を要する。また、安全な水泳指導について、様々な工夫がなされてきたが、系統的に集約・整理・活用されているとは言えない。

2. 研究の目的

「水泳における情報化の推進」を目的とした。情報化推進の具体化のために、2つの下位目的を設定した。水泳における人工知能(AI)を活用した動作の自動姿勢推定を実現する。具体的には、画像の前処理を工夫することで、ダイバーの動きの追跡と姿勢推定の検出力を向上させることを目的とした。安全な水泳指導のためのオントロジックの実践知の集約を行う。水泳授業視察等により、安全な指導に関する実践知を収集し、各要素のルールと関係をオントロジック解析にて整理・視覚化による集約を行う。

3. 研究の方法

水泳におけるAIを活用した動作の自動姿勢推定について

飛込競技中の演技動作を自動推定し、時間空間的推移情報を提示できるようにすることで、水泳の情報化を推進した。資料映像は、FINA Diving World Series2018の高飛込演技映像(NFより撮影許諾取得)の空中演技を対象とした。元動画:10m高飛込の台上から着水までのパフォーマンスを対象とし、縦向きに配置し、フルハイビジョンで撮影した(S0:原動画)。動画の前処理:不要な情報を減らすために、S0からパフォーマンス範囲を切り出した(CL:切り出し動画)。さらに、入水終了時のフレームを背景画像として、CLから背景画像を減算した動画を抽出した(BS:背景減算動画)。ダイバーの自動追跡:解析プログラムは、OpenCV4.5.3に組み込まれたDaSiamPRNトラッカー(Li et al., 2018)を利用してPythonで自作し、体幹の移動を自動追跡した。ダイバーの姿勢推定:BSの各フレームから検出した胴体の中心座標を基にCLの100×300pxの動画を抽出し、各フレームを1度ごとに360度回転させた300×300ピクセルの動画(R0:回転動画)を作成した。R0姿勢推定アプリケーション(Vision Pose, Next-System)を使用して、姿勢を推定した。

安全な水泳指導における実践知のオントロジック的集約について

K市公立小学校93校を対象として、水泳授業の視察や管理者からの聞き取り調査により資料収集を行った。安全な水泳指導についての教員、教具、設備等に関する工夫や問題点の事例を半構造化した視察表の文章や写真として記録した。指導のヒト、モノ、コトについて特徴抽出を行った。

4. 研究成果

胴体の追跡データは、CLよりもBSの方が改善された。プラットフォームからの離陸と水への進入の間、BSは手動追跡の股関節座標値と非常に高い相関($r>0.967$)を示した。S0、CL、BSの姿勢推定では多くのデータ不足が観察された。一方、R0では65541ポーズが推定された。回転前のフレームに逆変換したメディアン座標を代表値として使用することで、安定した推定値が得られた。回転姿勢で頭部が上方にある状態を作り出し、Vision Pose (Next-System)で姿勢推定を可能にした。高飛込のパフォーマンス解析において、背景減算を用いた身体追跡で、ダイビング軌跡が捉えられた。ただし、より細かい手足の動きを推定するには、動画回転にて姿勢推定できる角度を見つけることが適切であることが示唆された。

水泳指導の実践知について、93の小学校の授業視察等から資料を得た。指導のヒト、モノ、コトについて半構造化調査の結果、水深や安全の管理については、学年ごとに児童のヘソから胸あたりが来るように水深が設定され、プール内壁に水深目盛りを直書きする工夫が見られた。見学者配慮については、見学カードによる学習内容の記述や授業展開を示すカードを掲げる役割を付与する工夫が伺われた。感染予防については、プールサイドに座る位置の目印を直書きする工夫が見られた。入水時間の確保では、プールサイドフェンスに準備体操カードを掲示しプールに来た順に準備体操を行う時間の効率的利用が認められた。

口頭発表

野村照夫、来田宣幸(2021) 人工知能に基づく人間の姿勢推定による飛込競技の空中運動解析の創意工夫. 日本体育・スポーツ・健康学会第71回大会

野村照夫 (2022) 地域教育機関と大学の連携-小学校危機管理-. 3 学会合同学会大会 (第23回日本健康支援学会年次学術大会、第9回日本介護予防・健康づくり学会大会、京都滋賀体育学会第151回大会) シンポジウム「地域における健康を巡る諸連携」

Teruo Nomura and Noriyuki Kida (2023) Ingenuity of analysis using AI for platform diving. Biomechanics and Medicine in Swimming 14:363-368.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Teruo Nomura and Noriyuki Kida	4. 巻 14
2. 論文標題 Ingenuity of analysis using AI for platform diving	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Biomechanics and Medicine in Swimming	6. 最初と最後の頁 363-368
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 野村照夫、来田宣幸
2. 発表標題 人工知能に基づく人間の姿勢推定による飛込競技の空中運動解析の創意工夫
3. 学会等名 日本体育・スポーツ・健康学会第71回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 野村照夫
2. 発表標題 地域教育機関と大学の連携ー小学校危機管理ー
3. 学会等名 第151回京都滋賀体育学会企画シンポジウム（地域における健康を巡る諸連携）（招待講演）
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1件

国際研究集会 XIVth International Symposium for Biomechanics and Medicine in Swimming	開催年 2023年～2023年
---	--------------------

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
---------	---------