

令和 6 年 6 月 19 日現在

機関番号：31302

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2019～2023

課題番号：19K24289

研究課題名（和文）機械学習を用いた投技能評価システムの開発

研究課題名（英文）Development of a throwing skill evaluation system using machine learning

研究代表者

吉田 雄大（YOSIHDA, Yudai）

東北学院大学・人間科学部・准教授

研究者番号：20754683

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,200,000 円

研究成果の概要（和文）：本研究では、機械学習を用いて投動作の技能を評価する手法について開発することを目的とした。投技能が高いと考えられる野球部に所属する大学生と、投技能が低いと考えられる野球経験のない大学生を対象としてソフトボールを用いた的当て課題を実施した。投球方向に対して垂直方向から投動作中の動画を撮影し、投動作の特徴的な局面である非投球側下肢（ステップ足）が接地した局面の静止画を抽出した。また、静止画を学習用とテスト用とに分けて、機械学習（ResNet-152）による判別テストを実施した。その結果、作成したモデルは高い判別率を示しており機械学習を用いることで投球動作技能の高低を判別できる可能性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

スポーツ技能を機械学習により評価する研究では、何かしらのセンサーやデバイスを用いて実施している研究が多い。一方、本研究では画像のみでスポーツ技能の評価を行っている。画像のみを用いてほぼ機械学習のみでスポーツ技能評価ができる可能性を示したことは、スポーツ科学として意義があると考えられる。また、体育・スポーツの現場の運用を考慮すると、センサーを用いる場合は参加者数分のセンサーを用意する必要があり運用面の手間も大きい。近年のスマートフォンやカメラの技術的な進歩によって、試技の映像を撮ることはとても簡単になっている。これらの観点から、現場活用を視野に入れている本研究は社会的に意義があると考えられる。

研究成果の概要（英文）：The aim of this study was to develop a method for assessing throwing ability using machine learning.

University students who were members of a baseball team (considered to have high throwing ability) and university students who had no baseball experience (considered to have low throwing ability) performed a target-hitting task with a softball. The throwing motion was recorded by a digital video camera from a direction perpendicular to the throwing direction. From these videos, the still images were extracted at the moment when the non-throwing side leg made contact with the ground, which is a characteristic phase of the throwing motion. These still images were divided into training and test datasets, and a classification test using machine learning (ResNet-152) was performed. The results showed that the model achieved a high classification accuracy. That suggests the potential of using machine learning to discriminate between different levels of throwing skill.

研究分野：スポーツ科学

キーワード：機械学習 スポーツ技能評価 投動作

1. 研究開始当初の背景

体育やスポーツの現場では、運動・スポーツ技能の評価が重要である。しかし、専門的な知識や経験を持つ人材が不足していることが多く、特に幼児教育や小学校教育、部活動の指導では必ずしも専門家が実施しているわけではない。そのため、運動・スポーツ技能評価が客観的かつ正確に行われない可能性があり、不公平な評価や不適切な練習計画が生じる懸念がある。この課題を解決する方法の一つとして、簡便な運動技能評価ツールの開発が挙げられる。

運動技能評価ツールの開発には、人工知能 (AI) の一分野である機械学習の技術が適用できる可能性がある。機械学習は、画像やセンサデータを用いた人物検知や身体動作判別に活用でき、運動技能の評価にも応用できる。特に教師あり学習が適しており、評価データを学習させて判別機を作りその精度を確認することで、運動技能評価が可能になると考えられる。

2. 研究の目的

映像や静止画による簡便なスポーツ技能評価ツールを開発するためには、機械学習を用いてスポーツ動作の判別が可能かを検証する必要がある。本研究では、投動作を対象として、動作中の画像に機械学習を用いることで投動作の技能評価が可能かを明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 被験者

被験者は、投技能が高いと考えられる野球部に所属する男子大学生 24 名 (野球群)、投技能が低いと考えられる野球経験のない男女大学生 29 名 (一般群) であった。

(2) 投球試技

すべての被験者は、7 m 先の的にソフトボールを 10 球投げる試技を実施した。被験者には、普段通りの投げ方で投げることを、速い球を投げる必要はないことを教示した。投球方向に垂直な方向から撮影し、投球中の矢状面上の動作を 60 fps で撮影した。

(3) 静止画の抽出

先行研究 (Flesising et al., 1999; 波戸ら, 2021) を参考に、撮影した映像から、投動作の特徴的な局面である非投球側下肢 (ステップ足) が接地した局面の静止画を抽出した。抽出した静止画は、撮影不具合などの欠損を除き 532 枚分のデータであった。

(4) 機械学習

すべてのデータを学習用データ (野球群: 16 名, 一般群: 20 名) とテスト用データ (野球群: 8 名, 一般群: 9 名) とに分け、さらに学習データを 7:3 の割合で学習の重み更新用学習データとハイパーパラメータチューニング用検証データとに分けた。

モデルには、残差接続を活用した残差ブロックを直列につなげて残差の系列をモデル化することにより、高精度の深い CNN を学習できるようになった深層学習モデルである ResNet-152 を採用し、出力を 2 値に変更した。学習データおよび検証データを用いて ResNet-152 のファインチューニングを実施し、過学習の抑制のため、学習データにデータ拡張 (ランダム回転, 拡大/縮小, 切り出し) を実施した。検証データでの loss が最終となった場合に学習を終了させる設定を行ったところ、エポック数は 9 であった (図 1)。

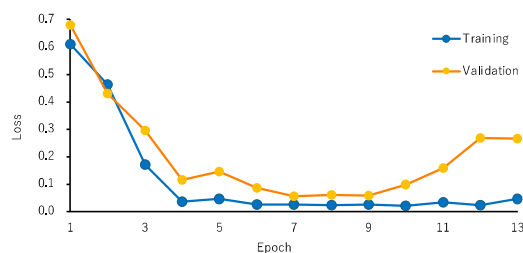


図1. 学習における Loss と Epoch

4. 研究成果

(1) モデルの精度検証

モデルの混同行列を表 1 に示した。本研究では野球群を positive、一般群を negative と定義した。野球群を野球群を判別した割合 (TP) 一般群と判別した割合 (FN) はそれぞれ 1.00, 0.00 であり、一般群を野球群と判別した割合 (FP) と一般群と判別した割合 (TN) はそれぞれ 0.05, 0.95 であった。混同行列を元にモデルの精度を検証した結果、Accuracy ((TP+TN)/(TP+TN+FN+FP)): 0.95, Precision (TP/(TP+FP)): 0.99, Recall (TP/(TP+FN)): 0.91, F1 score : 0.95 と概ね良好な結果であった。

表1. モデルの混同行列

		機械学習の予測	
		野球群	一般群
実際の群	野球群	1.00	0.00
	一般群	0.05	0.95

(2) 学習モデルにおける判断根拠の可視化

Grad-CAM を用いて、機械学習モデルが画像認識タスクにおいて画像内のどの箇所が推測の根拠となったかの可視化を試みた。Grad-CAM では、推測の根拠となっている可能性についてヒ-

トマップを用いて可視化することができ、赤くなっている箇所は機械学習モデルが判別する際に重要視した部分である。

図2は、野球群および一般群における Grad-CAM による注視点のヒートマップの典型例を示している。モデルの Precision は 100 %であることから、機械学習モデルは野球群を野球群と正確に予測できているということになるが Grad-CAM のヒートマップから体幹部分を注視して判別していると考えられる。一方、一般群は Grad-CAM によるヒートマップではほとんどが青で、判別の根拠に乏しいと推察される。一般群を一般群と予想した値 (TN) は 0.95 であり、野球群を野球群と予測した値 (TP) と比較すると低いことから、機械学習予測は一般群の判別の方が、難易度が高いことが推測される。これは、投技能が高いとされる野球群には共通の技能的な要素がある一方、技能が低いとされる一般群は動作にばらつきが大きいことに起因している可能性がある。

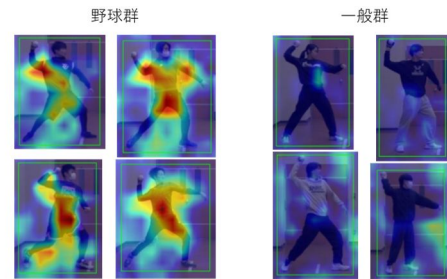


図2. Grad-CAM を用いた学習モデルによる注視点のヒートマップ
左の4枚の画像が野球群の典型例、右の4枚の画像が一般群の典型例をそれぞれ示している。

(3) まとめ

これらの結果を総括すると、本研究で作成したモデルは精度が高く、機械学習を用いることで投動作技能の高低を判別できる可能性が示された。また、Grad-CAM を用いた推測根拠の可視化では体幹部分で技能の高低を判別していることが示唆されており、機械学習を用いた技術指導などに発展できる可能性も示された。

< 参考文献 >

- Fleising, G. S., Barrentine, S. W., Zheng, N., Escamilla, R. F., and Andrews, J.R. (1999) Kinematic and kinetic comparison of baseball pitching among various levels of development. J. Biomech., 32(12):1371-1375
波戸謙太・金堀哲也・谷川聡・梶田和宏・奈良隆章・川村卓 (2021) 野球投手の一流競技者にみられる投球動作の特徴. コーチング学研究, 35 (1), 1-18.

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 吉田雄大，相原伸平
2．発表標題 投球動作における機械学習を用いた技能評価の試み
3．学会等名 日本体育測定評価学会第23回大会
4．発表年 2023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
研究協力者	相原 伸平 (AIHARA Shimpei)	 (82632)	
研究協力者	大田 穂 (OTA Minori)	 (32620)	

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