

相撲の決まり手を自動判別する手法の提案と評価

2020SC094 寺尾友吾

指導教員：石原靖哲

1 はじめに

決まり手とは、しかけた力士によって勝ちが決まったときの技のことである。現在は押し出し、寄り切りといった基本技が7種、投げ技が13種、掛け技が18種、ひねり技が19種に区別されており、合計で82手と決められているが、他にも非技という5の勝負結果や禁じ手と呼ばれているものもある [1]。大相撲においては取り組みの後に行司が決まり手と勝負の結果を発表している。しかし、小学生対抗の大会であるわんぱく相撲では、プロの行司が仕切っているわけではなく、主催である青年会議所の職員が行うことがある。そのため間違った決まり手を発表してしまうこともあり、大相撲のようにビデオ判定も行われていないので正しい決まり手の修正も行われていない。

そこで本研究ではモーションキャプチャを使用し、人体の特徴点を用いて自身で設定した数値により相撲の決まり手を判別する手法の提案をすることを目的とする。今回の研究では、日本相撲協会 [1] より過去5年で使われることが多かった決まり手の上位2つ（押し出し、寄り切り）と、それ以外の決まり手の判別を可能にすることを目標としている。動画は日本相撲協会の公式サイト（NHK） [1] の、同一の場所から撮影された動画をダウンロードして使用する。

モーションキャプチャを使用して身体の特徴点抽出を求めるのに OpenPose を用いる。OpenPose [2] とは、動画や静止画に含まれる人物を検知し、身体関節の動きを線と点で表現する姿勢推定ライブラリである。これを使い、宇津呂 [3] らは LSTM を分類器に用いて、4つの決まり手を分類しているが、本研究では、自分で数値を設定し、フレームごとの姿勢や複数フレームにわたる動作姿勢が、日本相撲協会ですべての決まり手の姿勢になっているかを判定することにより、押し出し、寄り切り、その他の判別を行うことを目指す。

2 決まり手を自動判別する手法の提案

提案手法の概要を図1に示す。

2.1 OpenPose による特徴点の抽出と人物の特定

他のスポーツを題材にして OpenPose でモーションキャプチャしている研究は多いが、それらは、どれも動画や静止画を近距離で撮影しており、同時に複数人が映っている中で2人同時に解析している研究は少ない。また2人以上動画や画像に含まれていた場合は動画内全員の姿勢を解析している。しかし、本研究で日本相撲協会の動画を使用する場合、観客、行司、審判が映るため、勝負している2人の力士だけを映し出し、OpenPose で骨格座標の数値を入

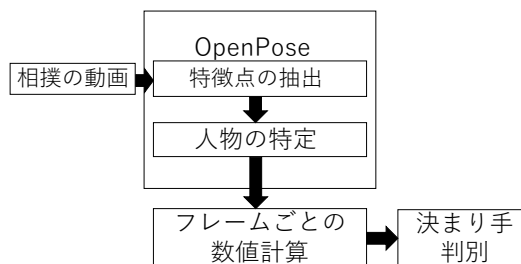


図1 提案手法の概要

手するのは非常に困難である。したがって、自動的に解析する対象を力士2人に絞る必要がある。

そこで、これらの問題を解決するために本研究ではまず力士2人の周辺以外の大部分にモザイク処理をかける。そうすることによって行事や観客の大部分を消すことができる。しかしそれでも力士の隙間にいる客は映ってしまうため動画に対して、OpenPose を用いて、前のほうで大きく表示されている2人を抽出するコマンドを利用する。このような処理を行うことによって行司や審判を省くことができ、力士の数値だけをとることができる。この時の出力結果は1フレームごとに json 形式のファイルが出てくるのでこれを Excel の csv 形式のファイルに変更する。

2.2 フレームごとの数値計算

2.2.1 土俵の検出

力士が土俵の中で足の裏以外の部分を地面につけてしまったか、力士が土俵から出て勝敗が決まったかで、決まり手は大きく変わってしまうため、その判定は非常に重要である。今回判定を行う押し出しと寄り切りはどちらも力士が土俵の外に出る決まり手である。

今回使う動画の素材はすべて一つの固定カメラで撮られた動画を使っているため楕円の座標はすべて同じである。そのため実験において力士が土俵から出たのかどうかは、今回書き出した楕円から出たかどうかで決める。

また OpenPose を使用して得た特徴点の位置座標はフレームの左上を原点とした数値であるため、今回取得した楕円の座標も画像内の左上が原点としている。

2.2.2 押し出しの必要十分条件

2.1 節で取った特徴点から、今回提案した、押し出しとなるための必要十分条件を図2を用いて説明する。計測した取り組みの勝者の特徴点を首、右肩、左肩、右肘、左肘、右手首、左手首、右腰、中央腰、左腰、右膝、左膝、右足首、左足首、右つま先、左つま先の順に P1, P2, ..., P15,

表 1 実験結果

結果 動画	押し出し	寄り切り	その他
押し出し	61	6	23
寄り切り	7	49	34
その他	7	19	64

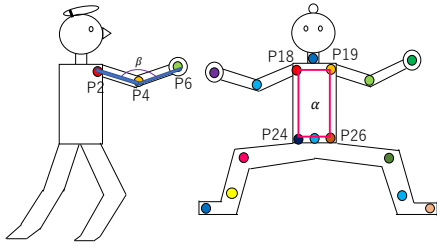


図 2 押し出しの条件

P16 と置く．敗者の特徴点を順に P17, P18, . . . , P31, P32 と置く．日本相撲協会における押し出しの定義は「両手又は片手を相手の脇の下や胸に当て、土俵の外に出して勝つこと」としている．勝者の手と敗者の体が離れていると押し出しではなく突き出しなどの別の決まり手になってしまう．そのため P6, P7 の少なくとも一方が P18, P19, P24, P26 でできる面に接して、勝者の手の腕の角度は相手を押して外に出していることから 90 度～180 度の間である．このことから、P18, P19, P24, P26 で構成される四角形 α をとおき、また直線 P2P4 と直線 P4P6 のなす角を β 、直線 P3P5 と直線 P5P7 のなす角を γ とおくと、式 (1)、式 (2) が得られる．押し出しの必要十分条件は、式 (1)、(2) のどちらかが成立することであると定める．

$$P6 \in \alpha, 90^\circ < \beta < 180^\circ \quad (1)$$

$$P7 \in \alpha, 90^\circ < \gamma < 180^\circ \quad (2)$$

2.2.3 寄り切りの必要十分条件

2.1 節で取った特徴点から、今回提案した、寄り切りとなるための必要十分条件を説明する．日本相撲協会における押し出しの定義は「相手に体を密着させて前か横に進んで土俵の外に出して勝つこと」としている．そこで、体が密着しているということから勝者の腕が敗者の首から腰でできた直線上にあると言える．そのため P2 から P4 を通って P6 まで行く線を δ 、また反対側を ϵ とおき、直線 P17P24 と直線 P17P26 のどちらか一方が δ と ϵ のどちらか一方が交わっていることを条件 A と呼ぶ．また体を密着させて相手を外に出すということから、現在の勝者のフレームがひとつ前のフレームの敗者の数値に近づいていることを条件 B と呼ぶ．そして、寄り切りの必要十分条件を、条件 A, B がともに成立することであると定める．

3 実験と実験結果

本研究の実装環境としては Google Colaboratory PRO を使用した．OpenPose で動画を読み込む際に、CPU では処理に時間がかかる．したがって、高性能な GPU を使用可能である、また Python などの環境構築が不要であるため使用した．

本研究では押し出し、寄り切り、その他の 3 種類を分類する．押し出しと寄り切りは過去 5 年間の合計が全体の約 50 % 使用されている決まり手である．使用した動画の数は押し出しは 90 個、寄り切りは 90 個、その他は 90 個使用している．本研究では勝敗が決まる 20 フレーム前から撮影を行って得られる映像を使い 1 フレームごとに OpenPose で特徴点を抽出して決まり手の分類を行う．実験結果は表 1 のようになった．

実験結果より全部で 270 個の動画を使用したところ、174 個の相撲の動画が正しく判別することができた．また、決まり手別でも各動画の決まり手通りの結果を多く出すことができたので単一カメラで撮影した場合、本研究で定めた数値は有用だと言える．いくつかの動画については、押し出しと寄り切りを正しく判別できていないが、これは単一カメラを使用しているため力士が十分に映し出されていない場合、また体が密着している関係で OpenPose が上手く検出することが出来なかったためこのような結果となった．

4 まとめ

本研究では、相撲の決まり手を自動判別する手法の提案と評価を行った．約 3 分の 2 のケースについて正しく判定できた一方、カメラが一つなので力士が隠れてしまい、OpenPose が検出することが出来ないことがあった．そのことから、今後の課題としてカメラを複数台用意し、別の角度を用いることが出来れば精度を上げることができると考えられる．また、2.2.2 節における数値や 2.2.3 節における条件において他の方法を試せていないので条件の改善が考えられる．

参考文献

- [1] 日本相撲協会. <https://www.sumo.or.jp/>, (参照 2023-9-20).
- [2] Zhe Cao, Gines Hidalgo, Tomas Simon, Shih-En Wei, and Yaser Sheikh. Realtime multi-person 2d pose estimation using part affinity fields. *arXiv preprint arXiv:1812.08008*, 2018.
- [3] 宇津呂雄生, 穴戸英彦, 亀田能成. 相撲映像に対するまわしのキーポイント検出を利用した決まり手分類. 信学技報, MVE2022-99, Vol. 112, No. 437, pp. 247–253, 2023.