

2次元骨格情報を用いたバスケットシュートの姿勢解析評価

石垣 翔汰[†], 安部 恵一[‡]神奈川工科大学 創造工学部 ホームエレクトロニクス開発学科[†]

1. はじめに

現在, 世界のバスケットボール人口は約 4 億 5,000 万人を超え, 日本国内においてもバスケットボールの愛好者を含めると約 100 万人以上までに普及する大人気のスポーツである. 著者も愛好家の一人としてバスケットボールのサークルに所属しており, 日々活動に励んでいる. バスケットボールにおいて得点を取得するにはシュートが必要不可欠である. しかし, バスケットボールのシュート力には個人差があり高確率でゴールに入る者もいれば, 低確率でしか入らない者もいる. よって, 実際に同じ経験歴, 同じ練習をしていてもシュート力に差が生じる課題がある.

ところで先行研究において, OpenPose[1]という映像から人体の骨格推定手法技術や, Kinect 技術を用いて人物の骨格情報をもとにスポーツ中のフォームを解析する技術が存在する. 著者らはこれらの骨格情報取得技術を用いて, バスケットボールにおける最適なシュートフォームを明らかにできれば誰でも高確率でバスケットゴールに入る効率的なシュート練習方法に繋がると考えた.

そこで, 本研究では OpenPose を用いてカメラの映像から 2 次元座標として得られる人物の骨格情報をもとにスポーツ中のフォームを解析する技術に着目した. 本研究ではこの骨格情報取得技術を活用してバスケットボールのシュートフォームとして, どのようなフォームがゴールに入りやすく, かつ打ちやすいのかをバスケットボールの熟練者と未経験者の姿勢情報を比較して最適なシュートフォームについて調査したので報告する.

2. 関連研究

骨格情報取得技術にはマイクロソフト社の Kinect がある. この Kinect は身体にマーカーを貼付けで使用するため, バスケットボールなどの激しく動くスポーツに使用するには困難である. ところでマーカーを使用せずに

Analysis and Evaluation of Basketball Shoot Using 2D Joint Position Information

[†]Ryota Ishigaki, [‡]Keiichi Abe.

[‡]Department of Home Appliance Engineering, Faculty of Creative Engineering, Kanagawa Institute of Technology.

人物の姿勢解析を行う技術には OpenPose がある. この OpenPose とは米国のカーネギーメロン大学の Zhe Cao 氏が論文発表[1]した人物の骨格を深層学習で推定するシステムである. この OpenPose を用いると, マーカーを使用せずに人の関節位置 18 箇所の 2 次元座標を取得できる. このため人の身体における特徴点がどの座標にあるかなど詳細に分析できる. 実際に OpenPose を用いたスポーツ解析の先行研究として, サッカーのシュートシーンの映像を検出し, 初心者から熟練者まで骨格推定により熟練度を 3 段階に分類した研究[2]が存在する. またバレーボールのスパイクフォームを骨格推定で分析し, 運動能力との関係性を調査した研究[3]などがある. 本研究ではバスケットボールのフリースローラインからのシュートにおける姿勢解析により, 熟練者と未経験者との比較により, 理想的なシュートフォームについて調査する.

3. 姿勢解析システム

3.1 プロトタイプの概要

本研究で使用した姿勢解析システムのプロトタイプの概要を Fig. 1 に示す. 今回骨格姿勢解析には NVIDIA 社の Jetson Nano を使用し, この Jetson Nano に姿勢解析ソフト OpenPose(tf-pose-estimation) [4] をインストールして使用した. 姿勢解析の画像はスマートフォンなどでバレーボールのシュート映像を動画ファイル(MP4 形式)に保存し, その保存した画像から OpenPose により 2 フレームごとに骨格情報表示画像の取得と骨格情報 18 箇所の 2 次元座標データを CSV 形式のデータで取得した.

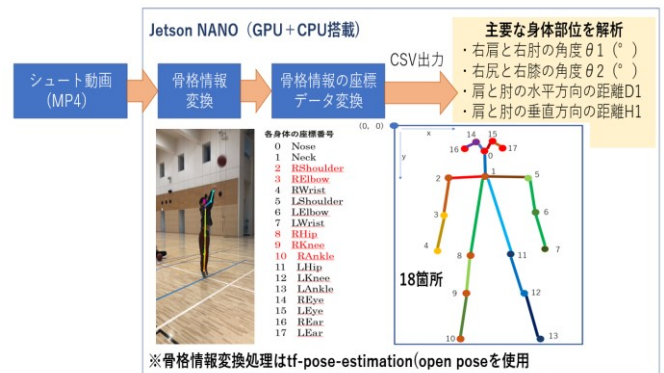


Fig. 1 姿勢解析システムのプロトタイプ概要

その後、バスケットボールの熟練者データと未経験者データを比較し評価を行った。今回、OpenPose の解析モデルに mobilenet_thin を使用し、モデルへの画像入力は 432x368 にした。

4. シュートフォームの解析

4.1 シュートフォームの映像取得

今回の被験者は 20 代の右利きの男性 5 名で行った。そのうちバスケットボール経験者は 2 名でそれ以外は未経験者である。場所は神奈川工科大学のアリーナ体育館内で行った。バスケットゴールから 4.225m のフリースローラインの位置からボールをゴールに入れる映像をスマートフォンで撮影した。カメラの設置場所はシュートを打つ被験者がカメラの画面全体に映る場所であつたフリースローライン中心から斜め 45 度の角度でスマートフォンを三脚で固定し撮影した。

4.2 身体部位の解析方法

本研究では OpenPose より取得した 2 次元座標データ(座標番号 2, 3, 4, 8, 9, 10)より、Fig. 2 に示すように、右肩(座標 2)と右肘(座標 3)との角度差 $\theta 1$ (右脇の角度)、右膝の角度 $\theta 2$ を逆正弦関数並びに余弦定理等を用いて算出した。また、右肩(座標 2)を基準にして、右肘の水平方向 $D1$ 及び垂直方向 $H1$ の移動量を算出した。

4.3 解析結果

Fig. 3 に 3.2 節の解析方法により時系列に求めた熟練者 1 のグラフを示す。横軸はフレーム数で、縦軸は $\theta 1$, $\theta 2$ の角度[°]並びに $D1$ と $H1$ の値は長さとなる。今回の解析結果において、バスケットボールの映像は、「シュート前の構え(以下構え)」と「シュートボールを放つ直後(以下放つ)」の 2 つの画像をピックアップして、熟練者と未経験者とデータ比較したものを Tabell1 に示す。構えから放つ動作に移行する際の移動量を $\Delta \theta 1$ 並びに $\Delta \theta 2$ を算出したものを Tabell1 に記載した。今回の実験結果では、熟練者はシュートボールを放つ直後、 $\theta 1$ (右脇の角度)は 90° 付近になっているのに対し、未経験者は 112° 以上となっている。また右膝の移動量 $\Delta \theta 2$ も熟練者の方が 54° と 65° となり未経験者と比べると大きいことが確認できた。

5. 結論

本研究では OpenPose を用いて、フリースローラインの位置からバスケットボールのシュートフォームを熟練者と未経験者と比較して姿勢解析を行った。その結果、熟練者の場合、シュートボールを放つ直後の $\theta 1$ (右脇の角度)が 90° 付近で、かつ右膝角度の移動量 $\Delta \theta 2$ が大きいこと(即ち右膝による上下運動が大きい)が明らかに

なった。今後は熟練者と未経験者とのシュートフォームとシュート率との関連性を評価していくつもりである。

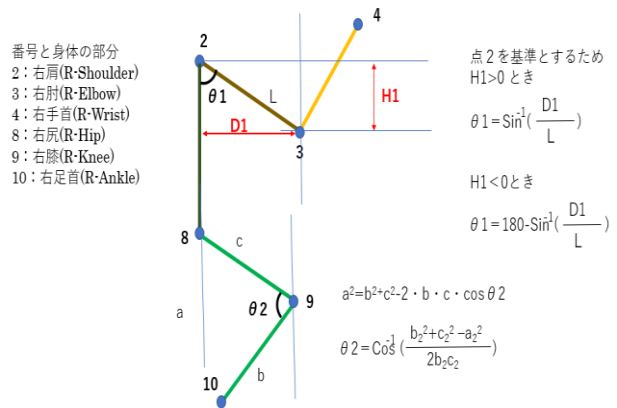


Fig. 2 解析する身体部位($\theta 1$, $\theta 2$, $D1$, $H1$)

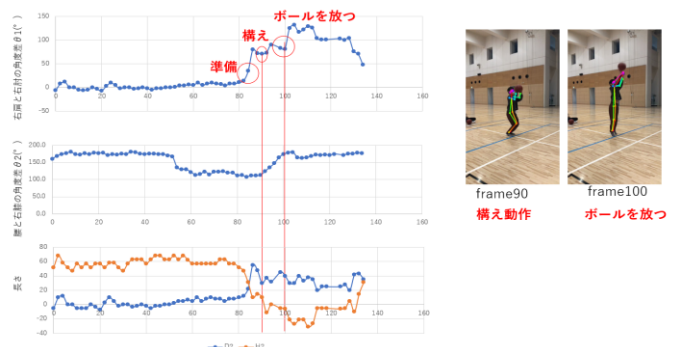


Fig. 3 熟練者 1 の時系列で取得した身体部位のグラフ($\theta 1$, $\theta 2$, $D1$, $H1$)

Tabell1. 熟練者と未経験者との比較

被験者	構え		ボールを放つ		差分		備考
	肩・肘角度 $\theta 1'$ (°)	腰・膝角度 $\theta 2'$ (°)	肩・肘角度 $\theta 1''$ (°)	腰・膝角度 $\theta 2''$ (°)	$\Delta \theta 1$ (°)	$\Delta \theta 2$ (°)	
熟練者1	71.6	113	83.7	178	12.1	65.0	
熟練者2	65.4	114	95.1	168	29.4	54.0	
未経験者1	13.3	162	112	178	98.7	16.0	
未経験者2	78.3	141	141	171	62.7	30.0	
未経験者3	120	113	117	168	-3.0	55.0	

<参考文献>

- [1] Zhe Cao, Tomas Simon, Shih-EnWei, Yaser Sheikh, "Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields", <https://arxiv.org/abs/1611.08050>. (入手日 2021 年 12 月).
- [2] 金子 和樹, 中村 拓馬, 矢入 郁子, 平田 均, "OpenPose を用いたサッカー熟練度の分類", 2020 年 34 回人工知能学会全国大会論文集, Vol. 3M5-GS-12-05, pp. 1-4, 2020.
- [3] 吉良 優生他, "骨格推定を用いたバレーボールスパイクと運動能力の分析", Vol. ISS-SP-029, p. 188, 2020.
- [4] ZheC/tf-pose-estimation (GitHub), <https://github.com/ZheC/tf-pose-estimation>, (入手日: 2021 年 12 月).