

一般口演 | 医療支援

一般口演2 医療支援

2021年11月19日(金) 09:10 ～ 11:10 F会場 (2号館2階224)

[2-F-1-08] フォワードランジ動作における姿勢推定ライブラリを用いた姿勢推定の検証

*細見 亮太¹、竹村 匡正¹（1. 兵庫県立大学）

*Ryouta Hosomi¹, Takemura Tadamasa¹（1. 兵庫県立大学）

キーワード：Posture estimation, Forward Lunge, Joint angle

日本における高齢者の割合は増加しており、高齢者の運動による健康増進が求められている。下肢の筋力強化やバランス訓練として利用される運動療法の1つにフォワードランジ動作（以下：FL）がある。厚生労働省の高齢者を対象にした運動プログラムの運動メニューにも入っており、下肢筋力増強に効果的な運動と考えられる。一方で、FLは適切な姿勢で行わなければ、効果的な運動を行うことができないことが報告されている。そのため、FLにおける姿勢を把握する必要がある。しかし、一般的に姿勢の把握は困難であり、これまでは①評価者の観察によるものか、②光学的な3次元動作解析装置か③画像解析ソフトでの計測を用いることが多かった。①観察は定量的とは言えず、②光学的な3次元動作解析装置による計測は厳密に姿勢を計測できる反面、高価かつ装置自体が大きいため導入が困難な場合が多い。③画像解析ソフトは定量的であるが、手動で入力を行うため、画像1枚1枚の角度を計測することは時間的効率が悪いという現状がある。一方で、最近の深層学習を用いた画像認識技術の発展によって OpenPoseなどの姿勢推定ライブラリを用いた姿勢測定手法が提案されている。しかし、本手法による姿勢推定がFLにおいて利用できるかは明らかではない。よって本研究では、姿勢推定ライブラリを用いた姿勢測定手法が、FLにおける姿勢の把握に十分かどうかを検証した。具体的には、先述した画像解析ソフトを用いて人の手によって手動で計測した体幹と下肢の角度と、姿勢推定ライブラリのひとつである OpenPoseによって自動的に計測された体幹と下肢の角度を比較した上で精度を算出し、OpenPoseがFLにおける姿勢測定に十分かどうかの検討を行った。

フォワードランジ動作における姿勢推定ライブラリを用いた姿勢推定の検証

細見 亮太^{*1,2}、竹村 匡正^{*1}、

*1 兵庫県立大学院 応用情報科学研究科、*2 医療法人仁寿会 石川病院リハビリテーション部、

Verification of Posture Estimation Using a Posture Estimation Library for Forward Lunge Motion

Ryouta Hosomi^{*1,2}, Tadamasa Takemura^{*1}

*1 Graduate School of Applied informatics, University of Hyogo,

*2 Department of Rehabilitation, Ishikawa Hospital

Abstract

The purpose of this study is to verify whether the posture measurement method using the posture estimation library is sufficient to understand the posture in the forward lunge. Specifically, the accuracy of the posture estimation library was verified by referring to the image analysis library. The procedure of the method is as follows. We videotaped the forward lunge movements of 15 healthy subjects. After preprocessing the images, we measured and estimated the body parts using the image analysis library and the posture estimation library. Then, the angles of the lower limbs and trunk were calculated using the measured and estimated points, and the correlation coefficients were calculated to determine the strength of the relationship. The results showed that the correlation coefficients were remarkably low for all items. Therefore, further improvement of the accuracy is necessary for the clinical use of the posture estimation library.

Keywords: Posture estimation, Forward Lunges, Joint angle

1. 緒論

日本における高齢者の割合は増加しており¹⁾、高齢者の運動による健康増進が求められている。下肢の筋力強化やバランス訓練として利用される運動療法の1つにフォワードランジ動作(以下:FL)がある。FLとは立位姿勢から片側下肢を前方に踏み出し、踏み出した下肢に荷重をかけ、その後、踏み出した下肢を戻し、立位姿勢まで戻る運動である。厚生労働省の高齢者を対象にした運動プログラム²⁾の運動メニューにも入っており、下肢筋力増強に効果的な運動と考えられる。一方で、FLは適切な姿勢で行わなければ、効果的な運動を行うことができないことが報告されている。そのため、FLにおける姿勢を把握する必要がある。しかし、一般的に姿勢の把握は困難であり、これまでは①評価者の観察によるものか、②光学的な3次元動作解析装置か③画像解析ソフトでの計測を用いることが多かった。①観察は定量的とは言えず、②光学的な3次元動作解析装置による計測は厳密に姿勢を計測できる反面、高価かつ装置自体が大きいため導入が困難な場合が多い。③画像解析ソフトは定量的であるが、手動で入力を行うため、画像1枚1枚の角度を計測することは時間的効率が悪いという現状がある。一方で、最近の深層学習を用いた画像認識技術の発展によって姿勢推定ライブラリを用いた姿勢測定手法が提案されている。しかし、本手法による姿勢推定がFLにおいて利用できるかは明らかではない。

2. 目的

本研究では、姿勢推定ライブラリを用いた姿勢測定手法が、FLにおける姿勢の把握に十分かどうかを検証すること試みた。

3. 方法

本研究では手動で計測する画像解析ライブラリをリファレンスとして、姿勢推定ライブラリの精度を確認する。方法の手順としては画像の前処理を実施し、次に画像解析ライブラリと姿勢推定ライブラリで身体部位の計測・推定を行った。その後、計測・推定された点を用いて下肢と体幹の角度を算出し、その関係の強さを求めた。

3.1 対象と計測方法

既往歴に整形疾患や神経疾患のない健康者15名を対象にFLを実施してもらった。FLは立位姿勢から右下肢を踏み出し、立位姿勢に戻るまでの動作とした。カメラは立位姿勢をとった被検者から右側方4.0m設置し、被検者の全身が映るようにして定点から動画撮影した。側方からの動画撮影後にカメラを被検者の前方4.0mに設置し、再度FLの動画撮影を行なった。なお、動画のフレームレートは30fps、サイズは1920×1080pixelであった。

3.2 前処理

撮影された動画に前処理を実施した。初めに動画を1フレームごとにtif画像に変換し、連続した静止画像を作成した。次に各tif画像にマスク処理を行い、被検者以外を姿勢推定できないようにした。その後1080×1080pixelに画像を切りとったものを解析する画像とした。(図1)

得られた前処理済みの画像を用いて画像解析ソフトウェアによる姿勢計測と姿勢推定ライブラリによる姿勢推定を行った。

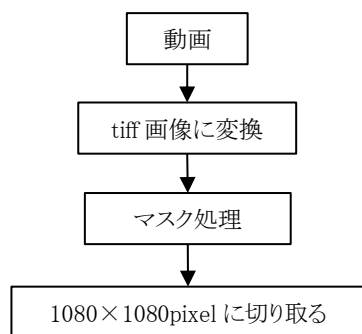


図 1 前処理の手順

3.3 画像解析ソフトウェア (ImageJ)

画像解析ソフトには ImageJ⁴⁾を使用した。ImageJ は米国衛生研究所が開発した NHS Image を改良して作成されたものである。科学研究における画像解析に広く利用され、生物学の分野では頻繁に利用されているソフトウェアである。近年は生物学の分野だけでなく、立ち上がりや歩行などの動作時の角度計測のために使用されている。

3.4 姿勢推定ライブラリ (OpenPose)

画像認識ライブラリには ZheCao らが論文で発表した人物の骨格推定システム OpenPose⁵⁾を使用する。OpenPose は画像上にある人物の骨格位置を推定することができ、推定される骨格の位置は両眼、両耳、鼻、首、両肩、両肘、両手首、両尻、両膝、両足首の 18 点である (図2)。近年、OpenPose は歩行やスクワットなどの運動を捉えるために利用されている。

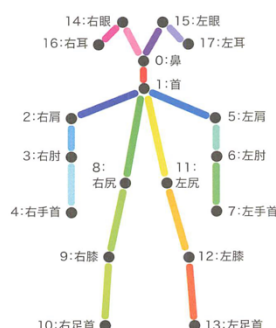


図 2 OpenPose の推定位置⁵⁾

3.5 解析

先述した画像解析ソフト ImageJ を用いて人の手によって手で計測した体幹と下肢の角度と、姿勢推定ライブラリのひとつである OpenPose によって自動的に計測された体幹と下肢の角度を比較した。

側方から撮影した画像は右肩、右尻、右尻、右足首の 4 点に点推定・計測を行い、下腿と体幹傾斜角度、膝関節と股関節の屈曲角度を算出した。正面から撮影した画像は右肩、右尻、右尻、右足首に加えて、左肩、左尻の 6 点に点推定・計測を行い、下腿と体幹傾斜角度を算出した。なお、体幹と下腿の傾斜角度は体幹・下腿と画像上の縦軸となす角度とし、正面から撮影した画像の体幹傾斜角度は両肩関節の midpoint と両股関節の midpoint を結ぶ線と画像上の縦軸となす角度とした。

その後、動作が正しく捉えられているかを確認するために計測・推定された点をプロットしたのち、姿勢推定ライブラリと画像解析ライブラリの 2 つの方法で計測された関節角度と傾斜角度の関係の強弱を測るために、それぞれの相関係数と算出した。

4. 結果

画像解析ライブラリと姿勢推定ライブラリで計測・推定された点をプロットしたもの (図3) を確認すると、推定された動作の型と計測され動作の形は多少のズレが確認できるが概ね近似している。しかし、明らかな左右の誤認識を確認することができた。次に OpenPose と ImageJ から算出した角度の相関係数の結果を表 1 に示す。

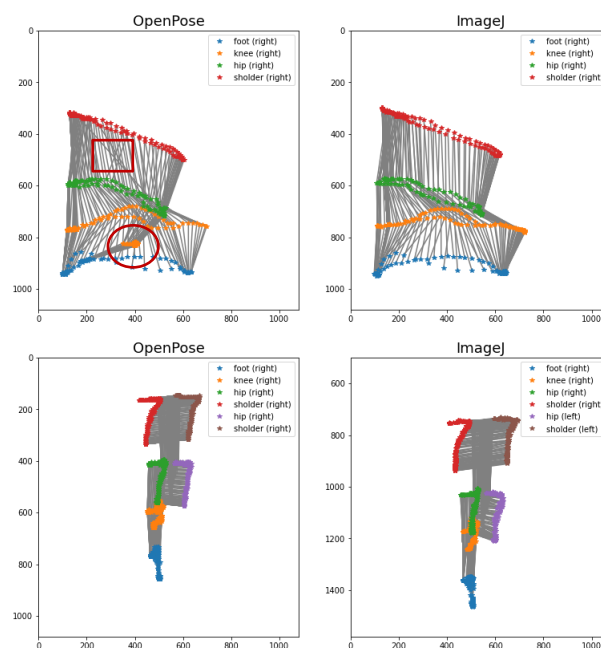


図 3 OpenPose の推定位置と ImageJ の計測位置
(上)横からの画像、(下)正面からの画像

表 1 OpenPose と ImageJ の比較結果

撮影側	部位	相関係数
側方	右膝関節角度	0.012
	右股関節角度	0.023
	体幹傾斜角度	0.018
	下腿傾斜角度	-0.004
正面	体幹傾斜角度	0.181
	下腿傾斜角度	0.202

5. 考察

結果から 2 方法の相関係数は低い値であり、関係の強さが弱いことが示された。そのため、姿勢推定ライブラリと画像認識ソフトウェアが同等の精度で FL を捉えられるとは困難であることが考えられる。

正面から撮影した動画のような変化幅の細かい運動を捉えることが困難であることは OpenPose を用いた他の先行研究と一致しており、雑音の影響で精度が低下していると考えられる。しかし、本研究では先行研究で精度の高かった運動の変

化幅が大きいものに関しても著しく精度が低かった。これは、先行研究はスクワットや歩行を対象としているのに対して、本研究では FL を対象としているため、その動作の違いによるものであると考察される。具体的には FL は踏み出し足が素早く動くため、画像上ブレが生じる。その影響により、正しく点が推定できなかったと考えられる。

一方で推定された動作の型と計測され動作の形は多少のズレが確認できるが概ね近似していることから、誤認識や雑音処理を適切に行うことで推定精度が向上できると考えられた。

6. 結論

FL における姿勢推定ライブラリの検証を目的に画像解析ソフトとの精度検証を行なった。結果、本研究における推定・算出手法では臨床での利用には至らないと考えられる。そのため、今後は①左右の誤認識の削減、②最適な雑音の処理方法の検討を実施し、精度向上を目的に更なる検証が求められる。

参考文献

- 1) 内閣府. 令和 3 年版高齢社会白書(全体版)
2021[https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2021/zenbun/pdf/1s1s_01.pdf (cited 2021-Aug-20)].
- 2) 高齢者を対象にした運動プログラム
[<https://www.mhlw.go.jp/content/000656460.pdf> (cited 2021-Aug-20)]
- 3) Home ImageJ[<https://imagej.nih.gov/ij/> (cited 2021-Aug-20)]
- 4) Cao Z, Simon T, Wei S-E, Sheikh Y. Realtime multi-person 2d pose estimation using part affinity fields. In: Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition. openaccess.thecvf.com; 2017. p. 7291-9.
Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. Lancet. 1986 Feb 8;1(8476):307-10.
- 5) 小林雄太郎. つくりながら学ぶ！PyTorch による発展ディープラーニング. マイナビ出版. 2019. 186