

主成分分析を用いたバランス訓練の動作分析に関する一検討

坂本龍星† 松田浩一†

岩手県立大学ソフトウェア情報学部†

1. はじめに

脳血管疾患などにより身体の一部がマヒすることによりバランス機能が低下し、日常生活に支障をきたすことが多くある。そのため、リハビリテーションを行うことにより、バランス機能の維持・改善を試みている。

しかし、バランス機能の評価は理学療法士の主観により判断しており、客観的な情報に基づいた分析による支援が求められている。

浪岡ら[1]は、OpenPose を用いてバランス訓練中における一部の関節の動きを可視化することにより、代償運動（好ましくない動作）の把握を可能とした。

本研究では、全身の動作データを対象とした動作の可視化法について検討する。提案手法では、主成分分析を用いた次元削減により、効率的な動作特徴の分析手法の確立を目指す。

2. OpenPose を用いた動作取得[1]

浪岡らのシステムでは、OpenPose を用いて骨格を抽出し、理学療法士が特に着目する関節に絞った角度変化を提示した。本提示により、どのタイミングでどの関節を動かしているか客観的に知ることができるようになった。

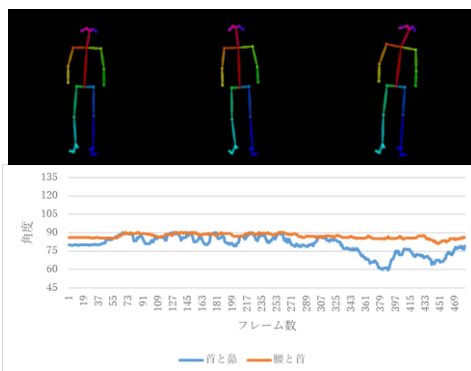


図 1 OpenPose による骨格（上）及び体幹の関節の角度変化（下）

A Study on Motion Analysis of Balance Training Using Principal Component Analysis

†Ryusei Sakamoto, Koichi Matsuda, Iwate Prefectural University

3. 分析結果

3.1. 分析概要

RStudio を用いて主成分分析を行う。ここで本稿では、分散共分散行列による結果を用い、データの分布と因子負荷量、および寄与率を取得し、傾向をつかむ。

実験対象は、野里ら[2]が実験で用いたデータ（理学療法士 3 名）とした。本データには、被験者ごとに、左足に拘束具を装着した場合と、装着しない場合でバランス訓練を実施した内容が含まれている。

OpenPose で取得した関節数は 15 で、30fps の映像から骨格を抽出し、データ欠損の無い部位を対象とした。対象データの規模を表 1 に示す。

本稿では、被験者 A のデータについて得られた知見について述べる。

表 1 対象データの規模（単位：フレーム）

	拘束具なし	拘束具あり
被験者 A	1209	1267
被験者 B	2319	2304
被験者 C	1230	828

3.2. 拘束具なしデータ

図 2 に、拘束具なしの主成分分析の結果を示す。因子負荷量は、表 4 (1)PC1, (1)PC2 に示す。ここで、PC1 は、第 1 主成分を表し、PC2 は、第 2 主成分を表す。また、表 2 に寄与率を示す。

図 2 に着目すると、全体的に均等に散らばっており、被験者 B, C も類似していた。

因子負荷量を見ると、鼻が最も大きい数値を示しているが、近い値の関節も多く、多数の部位の移動量が同様であったと推測できる。

表 2 寄与率（拘束具なし）

	PC1	PC2	PC3
標準偏差	64.1	3.6	3.2
寄与率	0.991	0.003	0.002
累積寄与率	0.991	0.994	0.996

3.3. 拘束具ありデータ

図 3 に、拘束具ありの主成分分析の結果を示す。因子負荷量は、表 4(2)PC1, (2)PC2 に示す。また、表 3 に寄与率を示す。

図 3 に着目すると、PC1 方向のみに散らばっている。被験者 B, C は、似た部分と異なる部分が見られた。

因子負荷量を見ると、鼻が最も大きい数値を示しているが、第 1 主成分の寄与率が約 80%と、拘束具なしと比較すると低くなっており、第 2 主成分が約 15%を占めていることが特徴である。第 2 主成分を観察すると、両足と両膝が大部分を占めていることが分かった。

表 3 寄与率 (拘束具あり)

	PC1	PC2	PC3
標準偏差	68.5	30.1	14.1
寄与率	0.799	0.155	0.034
累積寄与率	0.799	0.954	0.988

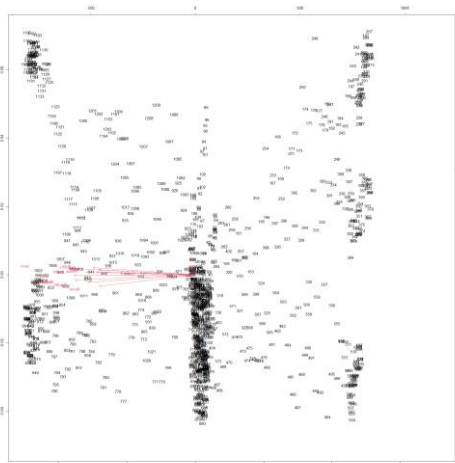


図 2 主成分分析結果 (拘束具なし)

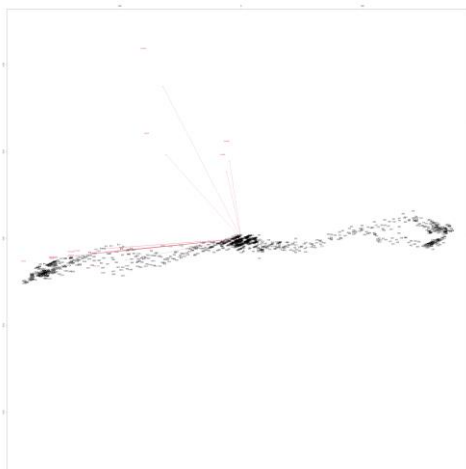


図 3 主成分分析結果 (拘束具あり)

表 4 因子負荷量

	(1)PC1	(1)PC2	(2)PC1	(2)PC2
左足首	-0.011	0.256	-0.032	0.324
右足首	-0.01	-0.019	-0.025	0.376
左肘	-0.292	0.127	-0.297	-0.064
右肘	-0.288	-0.364	-0.298	-0.05
左膝	-0.149	0.071	-0.165	0.406
右膝	-0.14	0.05	-0.171	0.733
首	-0.325	-0.035	-0.332	-0.076
鼻	-0.365	0.327	-0.38	-0.086
左肩	-0.322	-0.263	-0.327	-0.073
右肩	-0.322	-0.263	-0.329	-0.071
腰	-0.259	0.235	-0.257	-0.057
右腰	-0.264	0.139	-0.253	-0.105
左手首	-0.274	0.336	-0.286	-0.067
右手首	-0.258	-0.54	-0.287	-0.046

4. おわりに

本研究では、バランス訓練における動作分析への主成分分析の適用可能性について検討した。分析の結果、拘束具の有無による動きの違いが結果に表れている可能性が示唆された。

なお、被験者 3 名の第 1, 第 2 主成分の分布の傾向は類似していたものの、得られた因子負荷量と動作の対応づけはできておらず、今後の課題とする。

謝辞

研究を行うにあたり、盛岡医療生活協同組合川久保病院通所リハビリテーション理学療法士佐々木拓哉氏、金子雅樹氏、田村元氏には、実験データの収集など多くのご協力をしていただいたことに感謝の意を表す。なお、本研究の一部は、JSPS 科研費 JP20K03152 の助成による。

参考文献

- [1] 浪岡晃岐, 松田浩一, "OpenPose を用いた重心移動訓練における姿勢分析に関する一検討", 情報処理学会第 82 回全国大会, 7ZE-04, 2020.
- [2] 野里昌寿, 松田浩一, "バランス訓練支援のための重心・姿勢計測統合化とその効果", 情報処理学会第 83 回全国大会, 6ZD-06, 2021.