

重心移動訓練における苦手方向の可視化表現に関する一検討

熊谷 悠太[†] 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

高齢化や脳機能障害により、平衡機能が低下し、安定した姿勢を維持することが困難になってしまうことがある。安定した姿勢を維持するためには、バランス機能が重要である。バランス機能とは、重力下において身体重心を支持基底面に維持あるいは支持基底面に戻すことにより平衡を維持する能力[1]である。このバランス機能を維持・改善するためにリハビリテーションが行われている。

リハビリテーションにおける状態の判断は理学療法士が目視で行う要素が多い。判断の結果は、理学療法士の経験および主観評価を基にして口頭で説明されることが多く、患者はリハビリテーションによる効果を実感しにくいという問題がある。先行研究で大内ら[2]は、バランス Wii ボードを用い、訓練中における状態に着目し、訓練中の重心移動の軌跡を色分けして提示することで、利用者の状態を捉え訓練の一助になることを示した。

先行研究のシステムを継続して利用していた結果について議論したところ、軌跡の密度を苦手な方向の判断に活用していることが分かった。本研究では、軌跡の密度を可視化することで利用者の状態を捉え、重心移動訓練における判断内容の理解の手助けを試みた。

2. 可視化方法

2.1. ヒートマップ表示

先行研究[2]の機能の一つである重心移動の軌跡表示は、重心位置のサンプリングデータを直線で結び表示していた。本研究では、同じデータに対して以下の手順でヒートマップ化する。

A study on visualization representation of weak direction in center of gravity movement training

[†]Yuta Kumagai, [‡]Koichi Matsuda,
Iwate Prefectural University

まず、座標系を決められた数ごとに格子状に分割する。それぞれのサンプリングデータがどの格子に内包されているか求め、内包されているデータの数により格子内の色を決定する。

色を表すパラメータ $norm$ は式(1)を用いて 0~1 に正規化する。ここで、各格子に内包されているデータ数を num 、最大値を Max 、最小値を Min とする。 $norm$ と色の対応は、図 1 に示す。

本システムでは、時間的な変化を俯瞰するため同時に三つまで結果を表示できる。一つ目の結果からの変化を比較できるように、二つ目、三つ目の結果では一つ目の結果を基準として色分けを行う。そのため、二つ目、三つ目の結果に対しても一つ目の Max 、 Min を用いる。これにより、一つ目との相対的な差を可視化できる。二つ目、三つ目の結果のカラーマップは、図 1 に示す通り、 $norm$ が 0 未満の場合は青、1 より大きい場合は紫としたものを用いた。

$$norm = \frac{num - Min}{Max - Min} \quad (1)$$

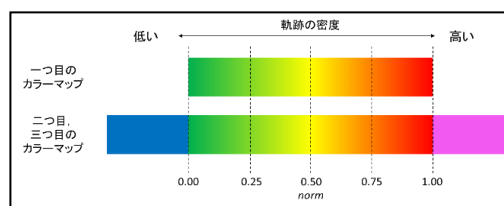


図1: 複数データを比較するカラーマップ

以上の手順で密度をヒートマップで可視化することにより、訓練結果の全体における軌跡の密度の高低が一覧できるようになる(図2)。

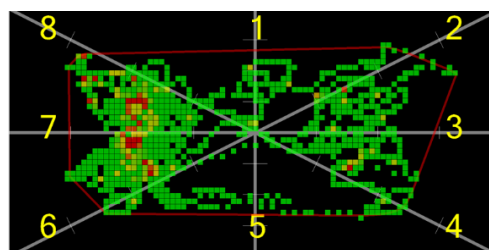


図2: ヒートマップ表示例

2.2 レーダーチャート表示

ヒートマップ表示では複数回の結果に対し、分布の傾向の比較を容易にすることができない。そのため、分布の傾向を容易に理解できるレーダーチャート表示を用いる（図3）。レーダーチャートにするには、それぞれのデータがどの方向（番号）付近にあるかを求める必要がある。本稿では、各データの角度を求め、1～8のどの番号に近いかを角度で求め分類した（番号間の角度は等分されていることになる）。



図3：レーダーチャート例

3. 実験結果および検証

リハビリテーション施設の利用者5名に対しシステムを訓練に活用してもらい、理学療法士へのヒアリングで各データに対する検証を行った。

図4に同一利用者の複数画面における訓練1日目、108日目、122日目の訓練結果を示す。結果における8個の大きな○は、各方向に対して示された到達目標位置である。

1日目の訓練結果において、ヒートマップがマーカーより外にあるのに対し、122日目の結果ではヒートマップがマーカーより外側にあるものが少なくなっている。また、108日目では2番、3番、4番のマーカーに到達できていないが122日目では、到達できていないマーカーが4番のみとなっている。122日目は他の訓練結果と比較し、訓練時間が長く、ヒートマップで紫も出現しているが、ほぼ全てのマーカー到達できていることから、時間はかかるが、正確な重心移動ができるようになったことが分かる。レーダーチャートを見ると、1日目、108日目では左側で時間がかかっていたが、122日目では右側に時間がかかっていることがわかる。他の利用者においても同様に利用者の状態を捉えることができた。

表示されたヒートマップとレーダーチャートを理学療法士に評価してもらい、検証を行った。検証の結果、可視化結果から利用者がどこで時

間がかかっていたのか見ることができ、利用者が苦手とする観察の印象と一致するとの回答を得た。また、利用者に対して結果の説明を行いやすくなり、利用者のリハビリへのモチベーション向上に貢献したとの評価を得た。以上のことから、可視化結果は訓練結果を理解するための一助として有用であることが分かった。

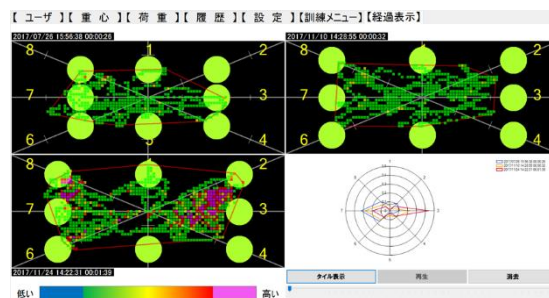


図4：67歳女性_要介護1, 1日目（左上）、108日目（右上）、122日目（左下）

4. おわりに

本研究では、体重移動の軌跡の密度の着目し、ヒートマップ化による可視化を行った。検証の結果、利用者の特徴や訓練による変化を捉えていることが確認できた。理学療法士からは、利用者の得意な方向や苦手な方向が分かりやすくなり、利用者に対して訓練結果の説明を行いやすくなったとの回答を得ることができ、訓練結果を理解するための一助として有用であることが示された。

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の大坂裕太様には、システムの意見や実験に対し多くのご協力をいただきましたこと、深く感謝いたします。

参考文献

- [1] Nashncr LM : Sensory, neuromuscular, and biochemical contributions to human balance. In Balance (ed by Dun · can PM). Proceedings of American Physical Therapy Association forum. APTA, Alexandria (VA), 1990; pp 5-12.
- [2] 大内拓雄, 他, “重心移動の可視化システムの開発と訓練への活用”, 情報処理学会第80回全国大会, 697-698, 2018.