

踵運動の角速度に着目した歩行の安心度測定方法の一検討

コンピュータグラフィックス学講座 0312010005 荒井 克仁

指導教員：松田 浩一

1. はじめに

近年、高齢化の急速な進展に伴い、日常生活の中でも重要となる歩行能力に支障が出ている高齢者が増加傾向にある。そのため、理学療法士によるリハビリテーションの必要性が高まっている。理学療法士は患者に対し、10m歩行などの歩行を目視で観察している。このとき、理学療法士はこれまでの経験やそれに基づく主観的な解釈によってリハビリプログラムを決めている。しかし、主観的な解釈による歩行動作の評価は定性的なものであるため、患者のリハビリテーション前後でどの程度歩行動作に改善が見られたのかなど、変化の量を客観的に捉えることが経験レベルによっては難しい場合がある。そのため、患者の歩行動作の変化を客観的に捉えたいという理学療法士の要望がある。

そこで本研究では、患者のリハビリテーションによる歩行動作の変化を客観的に捉えるためのシステムの構築を目指し、理学療法士の診断支援を目標として行う。

仁昌寺ら⁴は、理学療法士が患者の脚の周期性を観察していることに着目し、歩行動作の改善の度合いを定量的に示そうとした。しかし、歩行の全体像を捉えることが難しい。

そこで本稿では、患者の歩行の全体像を捉え、患者の歩行動作の変化を客観的に提示できるようなわかりやすい表現方法を提案する。

2. 周期性の定量化

理学療法士へのインタビューを集約すると、歩行動作がどれだけ安心して見ていられるかという観点で患者の歩行を評価していると考えられた。その観点の一つとして、我々は、安定した歩行は下肢の運動に周期性を持つことと考えている。

仁昌寺らは、理学療法士が踵運動の軌跡を角速度センサで取得し、5m歩行の中で最も速く歩いた1歩の角速度波形を代表の1歩とし、代表の1歩と歩行全体の相互相関関数を算出することで、歩行中に安定した踵運動と同様な動作が左右の脚で

どの程度繰り返し行われているかを提示している(図1)。

図1では縦軸を相互相関関数、横軸を歩数のグラフとして相互相関関数による踵運動の軌跡の類似度を視覚的に表している。

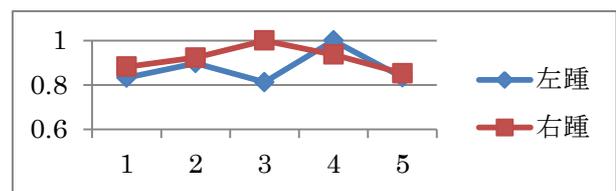


図1：先行研究による提示方法

先行研究による提示方法(図1)からは、以下の2点のことがわかる。(1)代表の1歩とその他の歩行がどれだけ類似しているかという相互相関関数の数値。(2)相互相関関数の変化を見ることによってわかる歩行全体の踵運動の推移のバラつき。

先行研究の提示方法の問題点として、代表となる1歩を決めてしまうために、他の1歩同士がどの程度類似しているかが不明になってしまうということが挙げられる。これにより、代表となる1歩以外の踵運動の推移が繰り返し行われているとしても提示できない。そのため、歩行の全体像における重要な要素が欠落している可能性がある。

3. 提案手法

本稿では、歩行動作の全体像を捉えられるような踵運動の軌跡の類似度提示方法を提案する。そのために、代表の1歩を決定せずに歩行全体の各1歩の踵運動の推移の類似度を求める。また、各1歩あたりの相互相関関数の変化を数値として捉えることによって、各1歩によって得られた類似度の変化を1度に提示できるようにする。

3.1 1歩ごとの踵運動の推移の類似度の提示

歩行全体の内から代表の1歩を決めず、すべての1歩と歩行全体での相互相関関数を求める。これにより、すべての1歩についての踵運動の推移の類似度を網羅する。

A study on measurement method of walking cycle with gyroscope sensor
Katsuhito ARAI[†], Koichi MATSUDA[†],
Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University[†]

3.2 歩行の全体像の提示

1歩と他の歩行の類似度を歩行全体の相互相関関数の平均値, 歩行全体の踵運動の推移のバラつきを歩行全体の相互相関関数の標準偏差で求める。これにより, 歩行の全体像を提示する。

横軸を平均値, 縦軸を標準偏差として分散図で示すことで各1歩と歩行全体の関係を視覚的にわかりやすく示す。ここで, 横軸が1に近づくほど, 各1歩が他の1歩と高い類似度(良い)であることを指し, 縦軸が0に近づくほど, 各歩行の踵運動の推移にバラつきが少ない(良い)ことを指す。

4. 実験

先行研究の実験における患者Aの左足歩行データを用いて, 本手法で結果を求め, 比較を行った。患者Aはデータ取得1週目から3週目において, 理学療法士に回復の傾向があるとみなされた患者である。

4.1 類似度計算の結果

患者Aの1週目の提案手法による処理結果を表1に示す。すべての1歩における相互相関関数を求めたことによって, 1歩ごとの歩行の類似度とバラつきを網羅できる。

歩数	1歩目	2歩目	3歩目	4歩目	5歩目
平均	0.889	0.911	0.901	0.881	0.733
標準偏差	0.129	0.119	0.128	0.114	0.140

表1: 1歩ごとの相互相関関数の数値化

4.2 提示方法の結果

先行研究の提示方法(図2)では, 2歩目と4歩目の相互相関関数が上昇し, 僅かにグラフが滑らかな曲線を描くようになったという細かな変化が見られる。それに対して本研究の提示方法(図3)では, 1週目(a)では分布図上で高い位置を占めているのに比べ, 3週目(b)の歩行のほうがグラフ上で右下の位置に多く, バラつきが少なく類似度の高い歩行が多いことがわかる。1週目と3週目の歩行の特徴がグラフ上で位置関係として現れたため, 視覚的に差がわかりやすく判断できる。

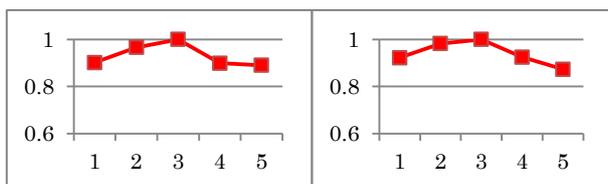


図2: 先行研究, 1週目(左)3週目(右)

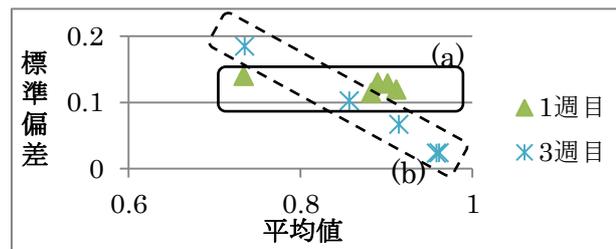


図3: 提案手法

4.3 考察

先行研究では相互相関関数を用いた類似度の数値化を行っているため, 相互相関関数の特徴として, 不安定な歩行との値の差がはっきりと表れない。本研究では相互相関関数の標準偏差を用いた提示を行っているため, 歩行全体で類似度の低い歩行が1歩以上あれば視覚的に大きな変動をしやすいと考えられる。また, 本研究の提示方法では, 1歩ごとにそれぞれの相互相関関数をもとめることで歩行の全体像をとらえ, 情報量を増やしている。これによって, 歩行の全体像を分布図上にすべて表示できたため, 部分的な情報に囚われず, 変化量が明確になったと考えられる。

本研究では理学療法士によって回復の傾向があると判断された患者Aについて, 1週目と3週目の踵運動の推移の変化を視覚的にわかりやすく捉えることができたと言える。

5. おわりに

本稿では, リハビリテーションによる患者の回復量の変化を可視化するため, 踵運動を角速度の推移としてとらえ, 角速度センサにより得られたデータの類似性を相互相関関数の平均値と標準偏差で視覚的にわかりやすく提示する方法を提案した。

謝辞 研究を進めるにあたり助言を頂いた, 盛岡医療生活協同組合 川久保病院リハビリテーション科 理学療法士飯澤葉弓氏に感謝の意を表す。

参考文献

[1] 仁昌寺克行, 他, “踵運動の周期性に着目した歩行リハビリ効果の定量化”, 情報処理学会, 第74回全国大会, 5ZH-1, (2012).