

転倒予防のための歩行バランスに着目した歩行解析

松原 淳一[†] 郡 未来[‡] 高橋 智也[‡] 松田 浩一[†]

岩手県立大学ソフトウェア情報学部[†] 岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科[‡]

1. はじめに

健常者でも歩行バランスが悪くつまづく人がいる。だが、筋力があるため、踏ん張ることができ、転倒しなくてすむ。しかし、老化してバランス能力や筋力が衰えてしまうと転倒してしまう恐れがある。高齢者が転倒すると介護が必要になってしまう危険性があるため、転倒の予防はますます重要な社会問題となっていくと考えられる。

転倒しやすい歩行の原因には“足を上げる高さが低い”“つま先が下を向いている”“体の重心が揺れる”“足がふらついている”などが挙げられる。理学療法士は足の高さやつま先の向きを見て転倒の危険性を主観的に評価している。しかし、体の重心の揺れや、足のふらつきは見た目では判断しづらい。また、判断基準が個人によって違うため、主観的に評価しづらい。

以前から歩行に関する研究が行われている[1]。この研究では高齢者と若年者の歩行の違いについて述べられているが、質に関する研究は行われていない。

そこで本研究では、専門家の目でも判断しづらい転倒の危険性を評価しやすくすることを目的とする。専門家が見て明らかに歩行バランスが悪いと分かる人は対象ではなく、健常者の中から歩行バランスが悪い人を見つけたいと考えているため、微妙な歩行中の動作を取得する必要がある。そこで、加速度センサで動作の特徴を抽出し、その波形を見やすく表示する。

2. 提案手法

2. 1. 足の動作の抽出法

本研究では、歩行の特徴である重心の揺れや足のふらつきのデータ取得、数値化の為に 3 軸の加速度センサを用いる。それぞれの軸を体の

上下、左右、前後方向に設定し、装着位置は、腰背部中央、両足首とした(図 1)。理由として、体の重心の揺れが腰背部中央で取得でき、足のふらつきが両足首で取得できる為である。

また、歩行というのは腕の振り方や骨盤の傾きなどの様々な要因により、個人差がとても大きいため標準的な人の歩行データと対象者の歩行データを比較できない。そのため、自分自身の左右の足を比較することで歩行のバランスを判定する。

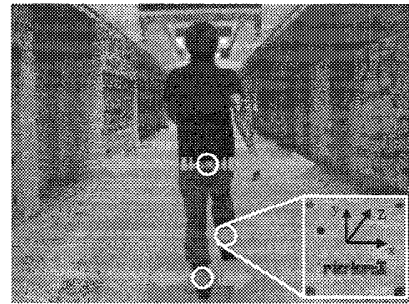


図 1: 加速度センサの位置

2. 2. 波形を見やすく表示

歩行の特徴を数値化してグラフで表し、その波形の形状から対象者の歩行の傾向を判断する。左右の足では位相が違って比較できないため、本研究では波形を見やすくする。

(1) 位相の一致

右足と左足の波形の位相を一致させることで歩行時の左右差が分かりやすくなる(図 2)。両足に装着した加速度センサの上下の値を用いて、自動的に位相を一致させる。

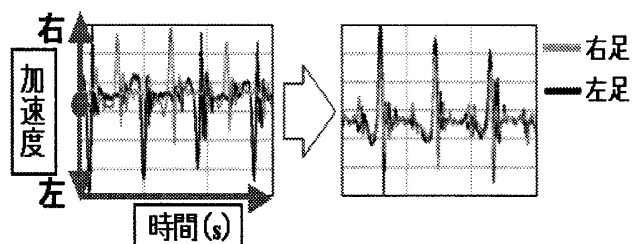


図 2: 左右の足の波形の位相を一致

Gait analysis method by comparing with both foot motions
Junichi MATSUBARA[†], Miki KORI[‡], Tomonari TAKAHASHI[‡], Koichi MATSUDA[†],
[†]Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University, [‡]Graduate Course of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

(2) 差分処理

左右の足の波形の差分を取ることで、より顕著に比較することができる(図3)。

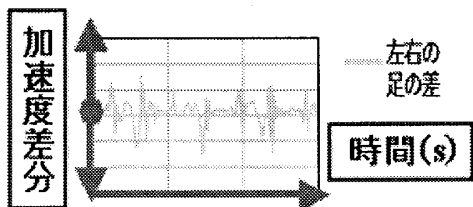


図3：左右の足の波形の差分

3. 実験と考察

本稿では、被験者7人に対し通常歩行と拘束具をつけた歩行(麻痺)について、歩行の特徴がどのように違うのかを比較をする実験を行った。屋内の廊下にて直線距離15m程度の片道を歩幅、靴の種類などの指定をせず、被験者が「普通」と感じる速度で行った。拘束具とは、つけた体の部位を動きづらくするものである。本実験では軽度の右下肢麻痺状態を想定して、対象者の右足の膝に歩き方が変化しない程度にサポーターをつけて曲がりづらくした。

図4に、腰につけた加速度の波形が左右にどう揺れているかを比較することで、体の重心の揺れ方の違いを示す。通常の波形に比べ、麻痺の波形は加速度の波形が一步おきに大きくなっているため、重心の揺れがあることがわかった。

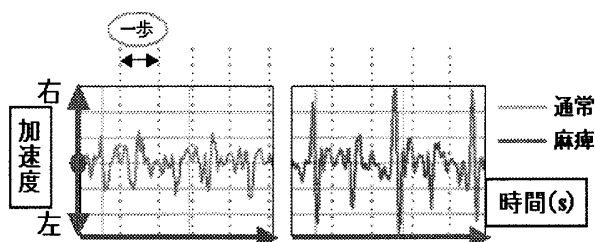


図4：腰の加速度の波形

図5(a)は拘束具をつけていない歩行(通常)について、図6(a)は拘束具をつけている歩行(麻痺)について、左右の足がどのくらいふらついているかを、足首につけた加速度の波形の位相を合わせて比較している。図5(b)の両足の加速度の左右差が小さいことから、歩行バランスが良いことがわかる。それに対し、図6(b)の両足の加速度の左右差が大きく、歩行バランスが悪いことがわかる。

実験した2通りの歩き方は見た目だと変化が見られなかったが、加速度のデータを比較する

と違いが分かった。7人に対し実験を行ったが、足のみ違いが出る人、腰のみ違いが出る人、どちらにも違いが出る人など個人差があり、変化した大きさにも違いはあったものの、全員に変化が見られた。人によってバランスをとる場所に違いがあることがわかった。

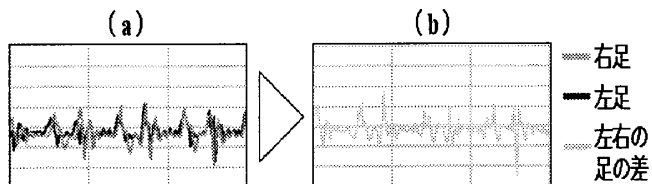


図5：通常歩行：(a)左右の足の波形の位相を一致、(b)左右の足の波形の差分

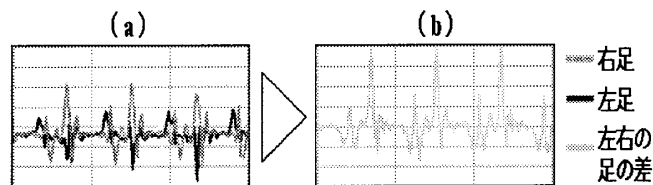


図6：拘束具をつけた歩行：(a)左右の足の波形の位相を一致、(b)左右の足の波形の差分

この実験結果に対する理学療法士の評価として、「今の自分の歩行がどういう状態にあるのかがわかるシステム」として実際の現場で使えそうだという意見を得た。また、歩行をデータとしてわかりやすく表示することで、歩行を評価する上での判断材料にでき、新人の教育にも使えるといった評価を受けた。

4. おわりに

本稿では、転倒の危険性を評価しやすくする為に、腰背部と両足首に加速度センサをつけて歩行のバランスを判定し、波形を見やすく表示する手法について提案した。また、通常歩行と拘束具を用いた歩行の比較実験を行った結果、歩行バランスの違いを判定でき、わかりやすく差を見ることができた。実験した2通りの歩き方は見た目だと変化が見られなかったが、加速度のデータを比較すると違いが分かったため、微妙な歩行中の動作を取得できたと言える。

参考文献

- 1) 関根正樹, 田村俊世, 戸川達男, 福井康裕, “加速度センサを用いた高齢者の歩行評価”, BPES'99 第14回生体・生理工学シンポジウム論文集, pp.199-202, 1999.