

歩行特徴抽出のための足部動作計測方法に関する研究

三田 隆広† 佐藤 雅也†† 小山 裕徳† 川澄 正史†

† 東京電機大学大学先端科学技術研究科情報通信メディア学専攻

†† 東京電機大学大学未来科学研究科情報メディア学専攻

1. はじめに

高齢者の転倒は歩行中に発生することが多いため、歩行立脚最終期の蹴り出しなど、歩行周期を通した足部動作に着目することが求められる^[1,2]。足部動作において、歩行遊脚期中の床面からつま先の距離である Toe-clearance が低下はつまづきやすさを表す指標となっている^[3]。また、立脚期中、歩行進行方向に対し、つま先が外方向に向く Toe-out、つま先が内方向に向く Toe-in など、足部動作の違いにより歩行特徴に影響が出る。そして、足指と中足部をつなぐ中足指節関節の動作は歩行立脚最終期の蹴り出しに大きな影響を与える。これらのことから、足部動作を計測することで、歩行特徴を評価できると考えられる。

歩行中の足部動作計測は、3次元モーションキャプチャなどが多くの研究で使用されているが、専用の設備や大きなスペースを必要とし、一般の高齢者に対して使用することは難しい。そのため、高齢者の歩行特徴を詳細に計測するためには、大規模な計測方法ではなく、簡易的に足部動作を計測できる方法が必要だと考えられる。

そこで本研究では、小型の6軸慣性センサを用いて簡易的に足部動作を計測する方法について検討した。

2. 計測方法

足部動作の計測には、6軸慣性センサ(GY-521)を使用した。このセンサを足部背側甲部分に貼付し、マイコン基板(Arduino UNO)に接続し、PC上に読み込んだ。6軸慣性センサは積分誤差の蓄積によってドリフト現象が生じるため、カルマンフィルタを用いてドリフト処理を行った。そして、ドリフト処理後の値を Processing を使用し、足部動作を3次元上に簡易的なモデルで可視化できるようにした。図1に足部を約30°挙上させた場合の足部の簡易モデルを示す。

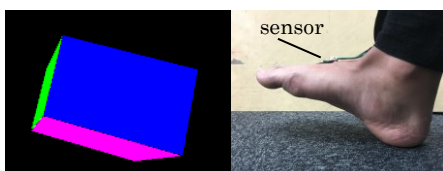


図1. 足部簡易モデルとセンサの配置

3. 実験

6軸慣性センサを用いた足部動作の計測精度を検証するため実験を行った。つま先が直進方向を0°とし、外方向30°、内方向-30°になる目安の足型を印字した平面のシー

トを用意した。そして、足部にセンサを取り付けた状態でシート上の目安の足型に足部を接地させ、静止させる動作を各方向10回ずつ試行した。足型に足部を接地させる際は、足底がすべて接地する状態とし、計測足は右足を対象とした。

4. 結果および考察

結果として、つま先が直進方向0°時の平均は $1.3 \pm 0.7^\circ$ 、外方向30°時 $29.1 \pm 1.3^\circ$ 、内方向-30°時 $-28.9 \pm 1.1^\circ$ であった。また、最大誤差は直進方向0°時の 1.5° であった。

この結果から、本研究の計測方法は計測誤差が約 1.5° 以下であることから足部の動作を高い精度で計測可能であると考えられる。また、センサは軽量かつコンパクトであるため、足部に取り付けるのみで無拘束での計測や計測範囲、場所を限定することなく使用できると考えられた。

5. おわりに

本研究では、簡易的な足部動作計測方法として、6軸慣性センサを用いた足部動作の計測方法について検討した。今回の実験ではセンサを取り付けた状態でつま先が外方向に向く Toe-out、つま先が内方向に向く Toe-in の状況を再現し、足部動作の計測精度を検証した。その結果、足部が静止状態においては、高い精度で足部の位置を推定可能ことが示唆された。今後は足部簡易モデルに足指部の関節表示の追加、歩行など運動時でも精度の高い計測が可能か検証する必要があると考えられる。

謝辞

本研究の一部は、JSPS 科研費 15K01481 の研究助成により行われた。

参考文献

- [1] H.B.Menz, S.R.Lord, Gait instability in older people with hallux valgus, *Foot Ankle Int*, Vol.26, pp.283-489, 2005.
- [2] J.Zhang, S.Ying, The effects of restricting the flexion-extension motion of the first metatarsophalangeal joint on human walking gait, *Bio-Medical Materials and Engineering*, Vol.24, pp.2577-2584, 2014.
- [3] 相馬正之, 歩行時の Toe clearance と足趾把持力について-転倒予防の観点から-, *Japanese Journal of Health Promotion and Physical Therapy*, Vol.6, No.1, pp.1-7, 2016.