

1. 背景と目的

1-1. 研究背景

医療関係者が高齢者等の歩行リハビリテーションの指導や研究を行う際に、動作中の関節モーメントの値を知ることは非常に有用である。関節モーメントの推定は、現状では、設置式の3D動作解析システムと床反力計が用いられているが、大掛かりで広いスペースが必要なため、使用条件に制限がある。そのため研究機関では使用されているが、医療等の一般的な現場では普及していないのが現状である。そこで、近年省スペースで使用するための場所に制約のないウェアラブルなセンサシステムの開発が試みられている。このセンサシステムから角度データを読み取りそこから図1のようなスティックピクチャを描き、床反力、重力、慣性力を用いた逆動力学を適用して、関節モーメントを推定する。そのなかでスティックピクチャの精度の確保が重要な要素の一つであるが、そのために必要になってくるのが、

- 下肢の長さや股関節間などの身体寸法の同定
- 初期位置での関節中心位置の同定
- 関節中心が運動に伴いずれることへの対応

である。これらの値が正しく測定できていないと、スティックピクチャの精度が低下し、その結果、関節モーメントの推定精度に無視できない影響を与えることが報告されている。よって、これらにどの程度対応できるかが歩行の際の関節モーメントの推定に大きい影響を与える。

股関節中心位置の同定については、従来法として大転子をを用いる方法があるが、統計データから推定する方法であるため実際の被験者の位置とは誤差があることも問題である。

1-2. 研究目的

本研究では、広いスペースの確保しにくい医療現場で使用可能なシステムを目指しており、先に示した課題への対応についても簡便なシステムとする必要がある。したがって、MRIやレントゲンなどの精密機器を使用せずに股関節中心位置を推定する方法の確立を目的とする。

現場で使用できる簡便な計測法としてステレオカメラやKinectなどもあるが、それらで行う前の第1段階として3D動作解析システムを使用する。

2. 提案方法の概要

提案方法は、図2のようにマーカーを配置した被験者にキャリブレーション試技を行わせ、マーカーの軌跡を3D動作解析システム(MAC 3D System: Motion Analysis社製)で測定する。マーカーの軌跡を用いて計算から各関節中心を推定し、各関節中心間の距離から身体寸法を同定する。

股関節中心位置の推定には球の最小二乗法を用いる。球の最小二乗法は球の一般式に誤差 ϵ_i を加えた式(1)を使用し、 x, y, z に測定したマーカーの座標を、 n にデータ数を代入して誤差が最小になるように a, b, c, d を求める方法である。

- 球の最小二乗法

$$\epsilon_i = x_i^2 + y_i^2 + z_i^2 + ax_i + by_i + cz_i + d \quad \dots(1)$$

$$\begin{bmatrix} a \\ b \\ c \\ d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\sum(x^3 + xy^2 + xz^2) \\ -\sum(x^2y + y^3 + yz^2) \\ -\sum(x^2z + y^2z + z^3) \\ -\sum(x^2 + y^2 + z^2) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sum x^2 & \sum xy & \sum zx & \sum x \\ \sum xy & \sum y^2 & \sum yz & \sum y \\ \sum zx & \sum yz & \sum z^2 & \sum z \\ \sum x & \sum y & \sum z & n \end{bmatrix} \quad \dots(2)$$

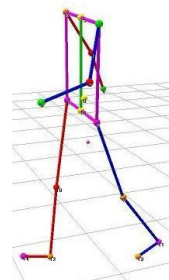


Fig. 1 Stick picture

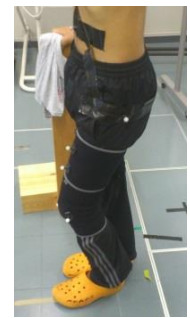


Fig. 2 Marker points

3. 従来法との比較実験

3-1. 従来法

左右の大転子の座標を計測し、統計に基づいた式を用いて股関節中心座標を推定する。

3-2. 実験内容

提案法での結果の平均値を関節中心座標として、統計データから関節中心を推定する従来法との比較検討を行う。

3-3. 実験結果

提案法と従来法で推定した股関節中心間の距離の比較結果を図3に示す。実験はそれぞれ3回行った。

図3より、提案法は従来法と結果が近いことがわかる。両者には約3mmの差が見られるがこの差は個人差を含んだ値であると考えられ、よって提案法は有効な結果であると考えられる。

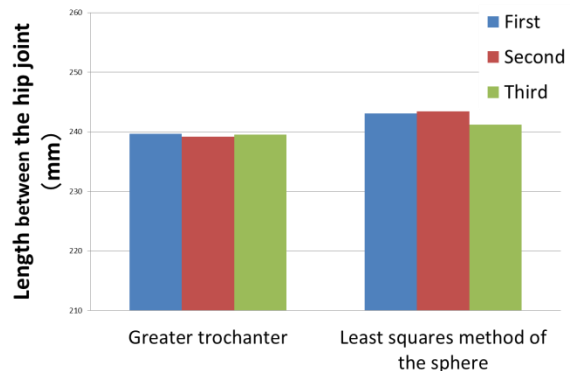


Fig. 3 Comparison chart of proposed method and conventional method