



ウェアラブルセンサとAIを用いた 動作評価システムの開発

大阪市立大学 都市健康・スポーツ研究センター
講師 鈴木 雄太

【研究の目的】

本研究の目的は、小型ウェアラブルセンサとディープラーニングを用いて跳躍動作を評価するシステムを開発することである。

【研究の背景】

- 子どもの体力低下の主な要因の1つに基礎的な動きの未習得が挙げられており（日本学術会議, 2017）、今後の子どもの体力測定では、タイムや距離といった測りやすい体力のみならず、動作や技術の評価が必要
- 運動器障害は、健康寿命延伸の主な阻害要因であり、運動器の衰えや障害を早期に発見できれば、高齢者の健康寿命延伸に役立つ
- 近年普及している小型ウェアラブルセンサを用いて簡便に詳細な動作の評価・診断ができれば、子どもの体力向上と高齢者の健康寿命延伸の一助となり得る

【研究概要】

①技術の特徴

身体に貼付した小型慣性センサ(図1)により得られたデータとディープラーニングを用いて跳躍動作の評価パラメータを推定することで、簡易に詳細な動作の評価・診断を行う

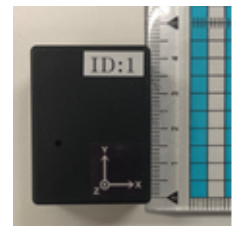


図1 慣性センサ

②概要

- 腰部, 大腿, 下腿, 足部に慣性センサを貼付し、跳躍動作中の各部の加速度および角速度を測定
- 同時に撮影した映像と測定した地面反力をもとに、跳躍高や跳躍動作中の下肢関節トルクを算出
- 慣性センサで測定した各部の加速度および角速度を入力、跳躍高や関節トルクを出力とした、リカレントニューラルネットワーク(Long Short Term Memory, LSTM)を構築し、慣性センサのデータから跳躍動作の評価パラメータを推定

【想定される用途】

- 子どもの体力テストを実施する際、身体の数カ所に慣性センサを貼付することで、これまでのタイムや距離に加えて、動作や発揮されている力・トルクを評価
- 高齢者の歩行や立ち座り動作から、ロコモ度診断や運動器機能の評価、トレーニングプログラムの提示

【研究の内容】

① 慣性センサデータの処理

- 慣性センサ (Inertial Measurement Unit, IMU) で得られる並進加速度および角速度は、センサ座標系でのデータであるため、絶対座標系への座標変換が必要
- 治具に固定したIMUを腰部に貼付し(図2), ランニングを行った時の加速度および角速度を測定し、カルマンフィルタ(KF)を用いてセンサ座標系から絶対座標系へ座標変換
- 同時にビデオカメラで撮影した映像をもとに、治具上のマーカをデジタイズし、絶対座標系でのIMUの加速度および角速度を算出し、IMUで測定したデータと比較(図3)



図2 IMUの貼付位置

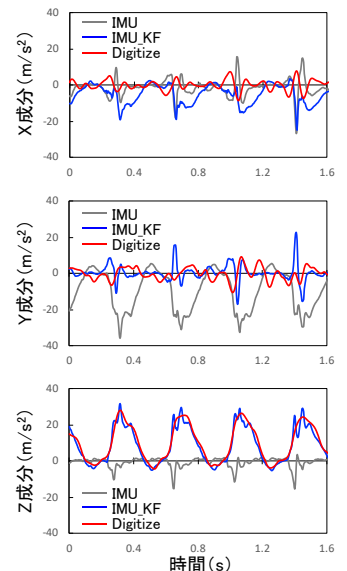


図3 IMUデータ

加速度の鉛直成分 (Z成分) は、IMUでもある程度の精度で測定できるが、水平成分の精度は鉛直成分に比べて悪かった。IMUでは地磁気も同時に計測しており、これを計算に用いた場合の水平成分の推定精度に関する検討が必要である。

② 動作データから評価パラメータの推定

- モーションキャプチャ (VICON MX) および地面反力計で跳躍動作 (被験者10名 × 3試技, 計30試技) を測定し、跳躍動作の評価パラメータである跳躍高や関節トルクを算出
- 入力データとして、IMUで測定する腰部、大腿、下腿、足部の加速度および角速度をモーションキャプチャデータから算出
- 各部の加速度および角速度の時系列データから、28試技を教師データ、2試技をテストデータとし、リカレントニューラルネットワーク (LSTM) を用いて(図4)、跳躍高(図5)と跳躍動作中の股関節、膝関節および足関節トルク(図6)を推定

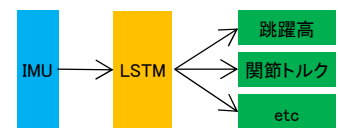


図4 LSTMの概念図

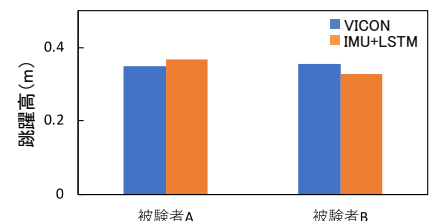


図5 跳躍高の推定

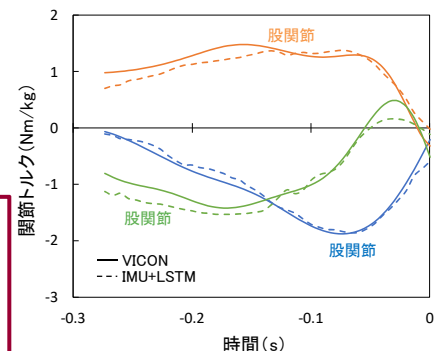


図6 関節トルクの推定

跳躍高と関節トルクとも、比較的精度よく推定でき、データ数を増やすことで精度の更なる向上が期待される。一方で、IMUデータを利用した場合の推定精度の検討が必要である。

