

競歩を代表とするロード種目を対象とした フォーム解析センシングシステムの検討

清水 奈実 宮地 秀至 山本 寛
立命館大学 情報理工学部

1. はじめに

様々なスポーツの種目において、センサやカメラから取得したデータを解析し、審判による違反の判定や採点に活用する研究が行われている。陸上競技における競歩種目においても、歩型の正しさを判定して反則を検出する既存研究が存在する。しかし、選手が動作の妨げになる装置を装着する必要があり、またカメラを用いる手法では観測範囲が限られ、競技フィールド全体を対象にはできないことが課題である[1][2]。そこで本研究では、選手が装着する小型のセンサノードによる観測結果をもとに、選手のフォームが競歩の動作に対応するか推定する、機械学習モデルを備えたセンシングシステムを研究開発する。

2. システムの全体像

提案システムの全体像を図1に示す。本提案システムは、選手の靴に装着する加速度センサから計測結果を収集するスマートフォンを中心とした選手用センサノード、選手のフォームの正解を推定するためにフィールドに設置したカメラから映像を取得して解析するコンピュータを中心としたフォーム観測ノード、両ノードから受信したデータをもとに機械学習モデルを構築する解析サーバで構成されている。本提案システムでは、選手用センサノードはBLE通信を用いて加速度センサから計測結果を収集し、解析サーバへ送信する。また、選手のフォームはスマートフォンにより撮影し、その結果は HTTP 通信によりフォーム観測ノードへ送信される。フォーム観測ノードは OpenPose を用いて選手の骨格座標を取得し、その結果を解析サーバへ送信する。解析サーバは骨格座標から推定される選手のフォームを正解ラベルとし、加速度センサによる計測結果に設定して訓練データを生成し、機械学習モデルを構築する。この機械学習モデルを用いることで、カメラの観測範囲外の選手であっても、加速度センサによる計測結果から選手のフォームを推定することが可能となる。

3. 機械学習モデルの構築手法

機械学習モデルの入力として、まずは加速度センサにより計測される3軸加速度の時系列データにウェーブレット変換を適用し、X軸を時間、Y軸を周波数とする二次元画像を生成する。また、選手の骨格座標から両足首を結んだ直線の傾きを導出し、その時間変化の特徴をもとにフォームに対応する正解ラベル(競歩のフォームは0、それ以外のフォームは1)を導出し、加速度データに対応する二次

元画像に付与して訓練データを自動的に生成する。この訓練データをもとに、CNNの機械学習モデルを構築する。なお、本研究では競歩と通常歩行の様子を10秒間観測したデータをそれぞれ15個と10個用意し、機械学習モデルを構築している。

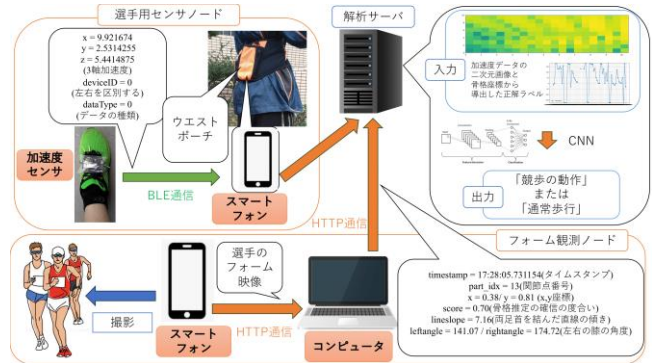


図1. 提案システムの構成図

4. 性能評価実験

提案システムにより構築した機械学習モデルの有効性を評価するために、競歩と通常歩行のフォームを判定する実証実験を実施する。表1に各フォームにおける正解率を示す。この表より、提案システムを利用することで競歩のフォームを正しく判別できることがわかる。

表1: 競歩・通常歩行の判定における正解率

動作の種類	正解率
競歩の動作	0.88
通常の歩行動作	0.93

5. まとめと今後の予定

本研究では、選手が装着する小型のセンサノードによる観測結果をもとに、競歩のフォームを正確に判定するフォーム解析システムを研究開発した。今後は、ロスオブコンタクトやベント・ニーなど、競歩における違反となるフォームを検出する手法を検討する。また、選手のフォームをリアルタイムに解析して反則の判定を行うシステムを設計する。

参考文献

- [1] 長友, 他, “競歩フォームの自動解析に関する研究”, 平成24年度電気関係学会九州支部連合大会 September 2012.
- [2] T. Suzuki, et al., “Automatic detection of faults in race walking from a smartphone camera: a comparison of an Olympic medalist and university athletes”, IEEE GCCE August 2022,.