

スポーツセンシングユニットを用いた サッカー選手のジャンプ検知に関する研究

鳴尾丈司[†] 山本雄平[‡] 姜文淵^{††} 坂本一磨^{‡‡} 中村健二^{†††} 田中成典^{†††}
 肖智葳^{††††} 岩本達真^{††††} 牟雅楠^{†††}
 関西大学先端科学技術推進機構[†] 関西大学環境都市工学部[‡] 大阪産業大学工学部^{††}
 公立小松大学生産システム科学部^{‡‡} 大阪経済大学情報社会学部^{†††}
 関西大学総合情報学部^{†††} 関西大学大学院総合情報学研究科^{††††}

1. はじめに

日本では、スポーツ産業におけるICTの利活用が推進されている。サッカーでは、センサ機器により取得した選手の stats 情報を用いて、選手のけがの予防やスポーツ傷害のリスク評価[1]に関する研究が行われている。さらに、センサ機器による時系列データ（加速度、角速度、姿勢角）を用いて、相手選手との当たり負けやキックの精度低下に繋がる研究[2]がなされている。しかし、選手のトレーニング量と強度を定量的に把握するためのジャンプの検知は進んでいない。そこで、本研究では、慣性センサ（xG-1）[3]で計測した加速度と角速度時系列データをLSTM（Long Short Term Memory）[4]にて学習し、サッカーにおけるジャンプの検知を試みる。これにより、けがの予防、障害のリスクとトレーニング量の定量的な評価に寄与する。

2. 研究の概要

本提案手法では、慣性センサで計測したデータから自動的にジャンプの検知を行う。入力データ（図1）はxG-1にて計測された加速度と角速度のサンプリングプレート50Hzの信号とし、

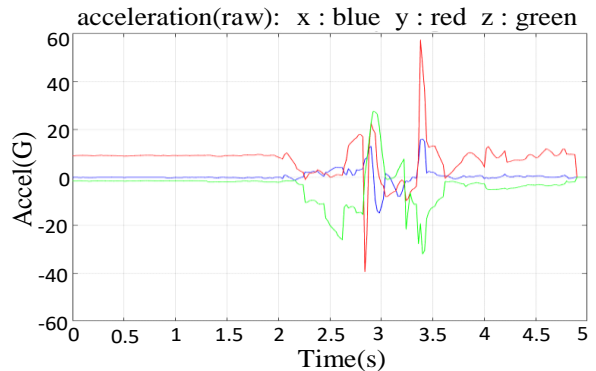


図1 入力データの例

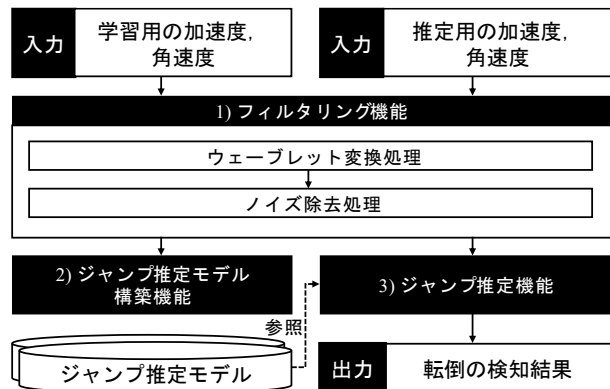


図2 提案手法の流れ

出力データはジャンプの検知結果とする。本提案手法（図2）はフィルタリング機能とジャンプ推定モデル構築機能、ジャンプ推定機能で構成される。

2.1 フィルタリング機能

本機能では、選手に装着したセンサ機器で信号を取得しジャンプ以外の周波数成分をノイズとして除去する。ウェーブレット変換処理では、ジャンプ特有の周波数特性を見出す。ノイズ除去処理では、ウェーブレット変換の結果によりローパスとハイパスフィルターの周波数を決めた上、フィルターを通してジャンプ時の周波数成分の信号を残し、ジャンプ以外のノイズを軽減する処理でジャンプに関する周波数成分の信号を取得する。

Research for Detecting Jumps of Soccer Players Using Sports Sensing Unit
[†] Takeshi Naruo
 Organization for Research and Development of Innovative Science and Technology, Kansai University
[‡] Yuhei Yamamoto
 Faculty of Environmental and Urban Engineering, Kansai University
^{††} Wenyuan Jiang
 Faculty of Engineering, Osaka Sangyo University
^{‡‡} Kazuma Sakamoto
 Faculty of Production Systems Engineering and Science, Komatsu University
^{†††} Kenji Nakamura
 Faculty of Information Technology and Social Sciences, Osaka University of Economics
^{††††} Shigenori Tanaka and Yanan Mu
 Faculty of Informatics, Kansai University
^{†††††} Zhiwei Xiao and Tatsuma Iwamoto
 Graduate School of Infomatics, Kansai University

2.2 ジャンプ推定モデル構築機能

本機能では、ジャンプを検知するためのジャンプ推定モデルを構築する。まず、フィルタリング後の信号に、ジャンプ時のそれぞれにジャンプと判定可能な閾値を指定し、最も突出した信号の値をピークとして取得する。次に、ジャンプ時の振動波形に合わせて、ピーク時の前後数秒間の信号を切り出す。最後に、算出した閾値を用いて、手動でジャンプと非ジャンプデータにラベルを付け、学習データを作成して LSTM を用いてジャンプ推定モデルを構築する。

2.3 ジャンプ推定モデル構築機能

本機能では、ジャンプ推定モデルを用いて、ジャンプを検知する。まず、フィルタリング機能にて、ジャンプに関する周波数信号を取得する。次に、ジャンプ閾値により切り出したピーク前後数秒間の信号をジャンプ推定モデルに入力する。最後に、出力されたジャンプと非ジャンプのラベルに論理和演算を適用して、ジャンプと非ジャンプを判定する。

3. 実証実験

本実験では、センサ機器により取得した信号の最適なデータサイズ（ピーク前後の時間）を確認する。そして、ジャンプの検知に最適なデータサイズの条件を確認する。

3.1 実験内容

本実験では、実際の試合から計測したデータと試合外で計測したデータからジャンプのピーク時前後数秒程度のデータを抽出する。ピーク時の前 2.0 秒または 1.5 秒から後 1.5 秒または 1.0 秒の加速度と角速度を用いる。次に、テストデータにジャンプと非ジャンプの正解ラベルを目視により付与する。そして、ジャンプ推定モデルによる出力結果と正解ラベルを比較することでジャンプ推定モデルの正解率を確認する。最後に、論理和演算を用いて出力した結果と正解ラベルを比較することで提案手法の正解率を確認する。LSTM にて学習したデータは、サッカー試合と試合外で計測したデータからジャンプ閾値を超えたデータとして交差検証を行う。学習データは 70 件（ジャンプ 35 件、非ジャンプ 35 件）、テストデータを 2,360 件（ジャンプ 9、非ジャンプ 2,351 件）とする。

3.2 結果と考察

ジャンプ推定モデルの正解率を表 1、論理和演算を用いたジャンプ検知の正解率を表 2 に示す。まず、表 1 を確認すると、ジャンプの正解率は、条件 2 では 1.0 となり、すべてのジャンプが検知できた。非ジャンプの正解率は、条件 3 の 0.89 では他の条件に比べて高い正解率となった。しかし、

表 1 ジャンプ推定モデルの正解率

条件	ピーク時		正解率	
	前	後	ジャンプ	非ジャンプ
1	2.0 秒	1.5 秒	0.89	0.80
2		1.0 秒	1.00	0.86
3	1.5 秒	1.5 秒	0.78	0.89
4		1.0 秒	0.89	0.83

表 2 論理和演算を用いたジャンプ検知の正解率

条件	正解率	
	ジャンプ	非ジャンプ
1, 2	1.00	0.92
1, 3	1.00	0.93
1, 4	1.00	0.91
2, 3	1.00	0.90
2, 4	1.00	0.93
3, 4	0.89	0.94

ジャンプの正解率が 0.78 となった。次に、表 2 を確認すると、ジャンプ正解率では高精度に検知できた。さらに、サッカーにおいて加速度と角速度において、論理和演算を用いることで高精度にジャンプを検知できることが明らかとなった。

4. おわりに

本研究では、サッカーを対象にジャンプ時の加速度と角速度の情報を LSTM に適用して、ジャンプと非ジャンプを分類し、さらに論理和演算を用いることでジャンプか非ジャンプを高精度に推定できることを確認した。しかし、ジャンプと非ジャンプをすべて正しく判定するためには、モデル構築するための学習データをさらに追加する必要があると考える。

参考文献

- [1] 田中毅, 馬込卓弥, 山口徹, 合田徳夫: スポーツ傷害のリスク評価に向けた運動データの特徴抽出手法, 情報処理学会論文誌, 情報処理学会, Vol.63, No.7, pp.1321-1330 (2022) .
- [2] 山崎雄人, 鳴尾丈司, 山本雄平, 姜文淵, 坂本一磨, 中村健二, 田中成典, 岡崎雄也: LSTM による慣性センサを用いたサッカー選手の転倒検知に関する研究, 第 85 回全国大会講演論文集, 情報処理学会, Vol.85, No.1, pp.331-332 (2023) .
- [3] クロスセンシング社: xG-1, クロスセンシング社 (オンライン), 入手先 (https://www.xsensing.co.jp/service/xg-1) (参照 2024-01-11) .
- [4] Hochreiter, S. and Schmidhuber, J.: Long Short-Term Memory, *Neural Computation*, Vol.9, No.8, pp.1735-1780 (1997).