

小型センサを用いたスケーティング動作の推定

身体運動科学研究領域

5014A029-7 橋本 航一郎

研究指導教員：菅田 雅彰 教授

1 緒言

近年、スポーツにおいて定量的な分析が行えるセンサ技術は大いに注目されている。また、スマートフォンやインターネットによるデータ通信技術の進展に伴い、映像やセンサデータを、インターネットを介して遠隔地にあるサーバーに転送し、サーバーから端末へデータを返送することも可能になってきている。一方、情報処理の分野において、人間の行動様式をコンピュータに学習させる機械学習という手法が注目されている[1]。このようなセンサ技術、通信技術、機械学習技術の進展により、これまで人手に頼ってきたスポーツコーチングをコンピュータに代行させる遠隔自動コーチングの実現に向けた環境が整ってきた。

一方、スポーツにおいて、リアルタイムの指示はスポーツ動作を改善するのに有効と考えられる。しかし、マラソンのように長距離を移動する競技ではそれを行うことが難しく、遠隔地にリアルタイムに指示を行える自動コーチングシステムを実現することの価値は高い。自動コーチングシステムでは、センサを用いて収集した動作データの分析結果を元にコーチングの指示を自動的に決定し、それを競技者へリアルタイムに提示する。インラインスケートを対象とした先行研究[2]では、ストレート滑走を想定しているが、実際の競技ではダッシュやクロススケーティングなど他の滑走状態も想定される。そこで、より高度な自動コーチングを実現するには、滑走状態を適切に識別・判断し、滑走状態に応じた指示を決定する必要がある。

本研究では、遠隔自動コーチングシステムの高度化を目指し、センサデータを用いたインラインスケートにおける滑走状態の推定

法の確立を目指す。スポーツ動作の測定には小型の3軸角度センサ、3軸加速度センサ、およびGPSセンサを用い、これらのセンサデータから機械学習の手法によりインラインスケートの滑走状態を推定するアルゴリズムを提案する。また、状態推定のアルゴリズムの有効性を検証するため、多様な滑走状態を含むインラインスケートの走行実験を行い、本手法の有効性を検証する。

2 実験方法

被験者はインラインスケート経験者5名。内3名が、競技レベルがほぼ同等な男子大学生であり、2名が日本代表選手である。センサとスマートフォンを被験者の背中に装着してデータを収集する。データの取得レートは100Hzとした。

本実験での滑走状態は、スタート、停止、ストレート慣性走行、コーナー慣性走行、ストレートスケーティング、コーナースケーティング、ストレートダッシュ、コーナーダッシュの8種類である。また、動作推定の正確性の検証のため、すべての滑走を撮影し、撮影した動画から視認によって滑走状態の正解データを作成した。

センサデータからスケーティングの動作特徴量を、分析窓長2秒とフレームシフト長0.5秒で算出する。動作特徴として、3軸の加速度の絶対値平均[3]、水平方向加速度の平均、鉛直方向加速度の平均、速度平均、水平方向の角度の変動範囲と時間的傾斜の6種類を算出した。

機械学習によって、滑走状態を推定するための識別器を構築する。本研究では、決定木による識別、線形識別による識別、SVM (support vector machine) による識別の3種類の識別器に関して、それらの識別性能を

比較した。識別性能の評価はジャックナイフ法を用い、1 試技をテストデータとし、残りの試技を学習データとした。

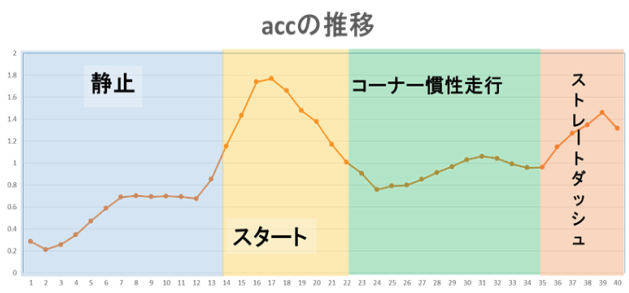


図 1 加速度の絶対値平均の 1 試技当りの推移

3 実験結果

識別方法ごとの識別率は、決定木において、学習内識別で 89.7%、学習外識別で 82.2%となった。線形識別において、学習内識別で 80.3%、学習外識別で 78.1%となった。SVM において、学習内識別で 81.8%、学習外識別で 81.8%の識別率となった。決定木の識別結果の表では縦の列が識別されるべき滑走状態、横の行が実際に識別された滑走状態として識別結果を表している。

決定木による状態推定の結果、学習内外の差が比較的大きく、イレギュラーに弱いことが考えられる。識別誤りの傾向として、ストレート、カーブ間での走法の違いに多くの誤りが見られた。今回比較した識別法の中で最も識別率の高い識別法であった。線形識別で同様に状態推定を行ったところ、学習内識別との差は比較的小さかった。識別誤りの傾向として決定木同様にストレート、カーブ間での走法の違いに多くの誤りが見られた。また、識別誤りがまとまりやすい傾向にあった。SVMでの識別率は学習内外での識別率の差が他の識別法と比べ、小さなものとなった。識別誤りの傾向として決定木同様にストレート、カーブ間での走法の違い別の多くの誤りが見られたほか、ストレートスケーティング、ストレートダッシュ間での誤りが多く見られた。

4 結論

本研究では、小型センサを用いてインライン

スケートの滑走動作のデータを取得し、スポーツにおける状態推定法を確立することを目的とした。センサデータを用いて滑走状態にあるかの判断、現在の走法の判断、ストレートかカーブかの判断を行える動作推定システムを機械学習によって構築し、その性能の検討を行った。動作推定システムによって得られた推定結果を実際に行った動作と比較、検討し、ある程度の識別率が得られ、機械学習によるセンサデータを用いたスケーティング運動の動作推定が可能であることが示された。

表 1 識別方法ごとの識別率の比較

識別方法	学習内識別率(%)	学習外識別率(%)
決定木	89.7	82.0
線形識別	80.3	78.1
SVM	81.8	81.8

表 2 決定木による識別結果

	1	2	3	4	5	6	7	8
1:静止	728	13	0	2	0	0	0	0
2:スタート	5	334	0	7	1	6	3	8
3:ストレート慣性走行	0	0	92	10	3	1	1	0
4:コーナー慣性走行	0	14	3	167	11	33	4	2
5:ストレートスケーティング	0	0	3	29	46	5	5	0
6:コーナースケーティング	0	3	0	39	13	96	3	42
7:ストレートダッシュ	0	0	1	6	12	1	49	1
8:コーナーダッシュ	0	14	1	2	5	42	5	119

参考文献

1. 村尾和哉, 寺田努, 加速度センサの定常性判定による動作認識手法, 情報処理学会論文誌 52(6), 1968-1979, 2011-06-15
2. 尾崎惇史, 藤田悟:スマートフォンを用いたスケーティング運動の分析, 電子情報通信学会総合大会講演論文集 2011 年_情報・システム(1), 113, 2011.
3. Dean M. Karantonis, Michael R. Narayanan, Merryn Mathie, Nigel H. Lovell, Branko G. Celler, "Implementation of a real-time human movement classifier using a triaxial accelerometer for ambulatory monitoring", IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine, vol. 10, no.1, pp.156-167, 2006.