

# 姿勢情報を用いた自転車選手識別の基礎検討

## Basic Study on Bike Racer Identification Using Posture Information

高木 政徳<sup>†</sup> 石川 孝明<sup>‡</sup> 渡辺 裕<sup>†</sup>

Masanori TAKAGI<sup>†</sup> Takaaki ISHIKAWA<sup>‡</sup> and Hiroshi WATANABE<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 早稲田大学大学院基幹理工学研究科      <sup>‡</sup> 早稲田大学国際情報通信センター

<sup>†</sup> Graduate School of Fundamental Science and Engineering, Waseda University

<sup>‡</sup> Global Information and Telecommunication Institute, Waseda University

**Abstract** We propose a method to identify bike racers in race videos based on the posture information obtained by Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation. In the proposed method, it is verified that higher accuracy of racer identification when the pedaling cadence is taken into consideration.

### 1. はじめに

近年、スポーツ選手の育成やファン層の拡大を目的としたスポーツ映像処理技術の需要が高まっている。水泳競技でのコース上への選手名や記録ラインの重畳、テニスの国際大会で採用されている The Hawk-Eye Officiating System[1]など、データを可視化することで様々な情報を視聴者に提供することが可能となる。

ツール・ド・フランスをはじめとする自転車ロードレース競技では、数百名もの選手が出場し、同一チームの選手は同一のユニフォームとヘルメットを着用している。映像から選手を特定する方法として、顔特徴量を用いた認証技術[2,3]やゼッケンナンバー読み取り[4]による選手リストとの照合などが考えられる。しかし、大多数の選手はレース中にサングラスを着用することや、カメラ位置によっては選手の顔やゼッケンナンバーが映らない、引きで撮影した映像では選手のサイズが小さく顔やゼッケンナンバーを読み取れないなどの問題がある。そこで本稿では、自転車ロードレース映像を対象に Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation を用いて姿勢を推定し、得られる姿勢情報を用いて自転車選手を識別する手法についての検討を行う。

### 2. 関連研究

遠方からの個人識別を行う手法として歩容認証技術[5,6]が知られている。腕の振りや歩幅、姿勢の違いなどといった歩き方の特徴から個人識別を行う。歩容認証はシルエットベース手法とモデルベース手法に大別されている。歩行者のシルエット情報を用いたシルエットベース手法では低解像度映像でも識別が可能であるが、撮影角度やフレームレートの影響を大きく受ける。一方、人体モデルへの当てはめを行うモデルベース手法は、低解像度映像での識別は困難であるが、

防犯カメラの画質向上や姿勢検出技術向上により今後の発展が見込まれている[7]。いずれの手法も固定カメラで撮影された入力映像を前提としており人物領域の抽出に背景差分法を用いている。従って、カメラ位置が非固定の自転車ロードレース映像への応用は困難であるが、姿勢情報を用いた個人識別はレース映像に対しても有効であると考えられる。

### 3. 姿勢推定

本稿では Zhe らが提案した Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation[8]を用いて自転車選手の姿勢推定を行う。Zhe らの手法では Confidence Map と Part Affinity Fields (PAFs) を用いた二つの逐次予測プロセスによって、画像内の体のパーツ位置 (肘, 肩, 足首など合計 18 部位) とパーツ間の関係性をボトムアップ的アプローチで推定している。これにより、リアルタイム性を保持しつつ、画像内の複数人物の姿勢を高精度に推定し、18 部位の位置座標で表される人物の姿勢情報を得ることができる。

### 4. 提案手法

本稿では、自転車ロードレース映像の中でも、自転車選手の正面映像を対象とする。自転車選手正面映像から Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation を用いてフレームごとに選手の姿勢推定を行い、肘や肩など合計 18 点の座標位置を得る。姿勢推定結果の例を図 1 に示す。図 1 より推定が確かにできていることが分かる。また、姿勢推定により得られた右足首の y 座標の時間経過グラフを図 2 に示す。なお、左足首でも同様のグラフとなる。図 2 より、足首の縦方向の動きからピークを検出することでペダリング周期を求めることができる。ペダリング周期が 30 フレームで 1 回転となるように、姿勢推定により得られる各部位座標を補間

処理する. 補間処理には3次スプライン補間法[9]を用いる. 3次スプライン補間法は, 3次の多項式で小区間を近似する方法であり, データ数が  $N+1$  個の区分多項式  $S$  は, 以下の式 (1) で与えられる.

$$S_j(x) = a_j + b_j(x - x_j) + c_j(x - x_j)^2 + d_j(x - x_j)^3 \quad (1)$$

$$j = 0, 1, 2, 3, \dots, N-1$$

式 (1) の係数  $a, b, c, d$  を求めることで3次スプライン補間の関数を決定できる.

また, レース映像における選手の大きさはカメラとの距離によって変化してしまう. そこで, 正面映像において左右の肩から撮影カメラまでの距離に差がないという前提のもと, 両肩間の距離が一定になるように姿勢情報をスケール変換する.

提案手法1として, ペダリング周期を考慮せず, 姿勢推定結果の28次元(18部位のうち両目, 両耳を除いた14部位 $\times$  $x, y$ 座標)を1つの特徴ベクトルとしてSupport Vector Machine (SVM) で分類する. 提案手法2では, ペダリング周期を考慮し, 840次元(14部位 $\times$  $x, y$ 座標 $\times$ 30フレーム)を1つの特徴ベクトルとしてSVMを用いて分類する.



図1 姿勢推定例

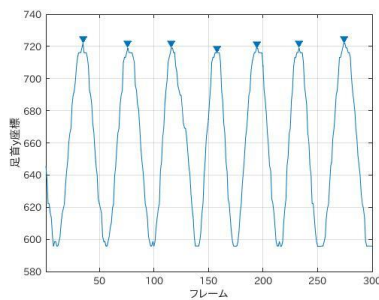


図2 右足首の座標変化

## 5. 実験

実際の自転車ロードレースの映像データ (1920 $\times$ 1080[pe], 30[fps]) を用いて実験をした. 被験者は4名とし, 提案手法1, 2で用いた訓練用・テスト用データ数を表1に示す. また, 提案手法1, 2について, SVMによる分類結果を表2に示す. 提案手法1では正解率63.5%, 提案手法2では正解率71.0%となり, ペダリング周期を考慮した手法が, 考慮しなかった手法に比べて高い精度で自転車選手4人を識別できることが分かった.

表1 訓練・テストデータ数

	訓練データ	テストデータ
提案手法1	4000	2000
提案手法2	200	60

表2 実験結果

	正解率
提案手法1	63.5%
提案手法2	71.0%

## 6. まとめ

本稿では, 自転車選手正面映像について Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation を用いて姿勢推定を行い, 得られた姿勢情報から自転車選手識別をする手法を提案した. ペダリング周期を考慮した提案手法2ではペダリング周期を考慮しなかった提案手法1に比べて高い精度で識別できることを確認した. 今後は, 正面映像だけでなく, 様々な角度から選手を撮影した映像に対しても有効な識別手法を検討する.

## 文 献

- [1] Hawk-Eye Innovations Ltd: "Hawk-Eye", <https://www.hawkeyeinnovations.com>, 参照 July, 25 2017.
- [2] T. Abonen, A. Hadid and M. Pictikainen, "Face recognition with local binary patterns," IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.28, pp.2037-2041, 2006.
- [3] Y. Sun, L. Ding, X. Wang, and X. Tang, "Deepid3: Face recognition with very deep neural networks". CoRR, abs/1502.00873, 2015.
- [4] 上野将義, 南保英孝, 木村春彦, 上田芳弘: "OCRスコアを利用した情景画像内の文字列抽出", 科学・技術研究, Vol.5, No.1, p.53-58, 2016.
- [5] 東山侑真, 横原所靖, 西野恒, 八木康史: "様々な歩行状況下における歩容認証手法の性能評価", 研究報告コンピュータビジョンとイメージメディア(CVIM), 2013-CVIM-187, Vol. 10, pp.1-8, 2013
- [6] 武村紀子, 白神康平, 横原靖, 村松大吾, 越後富夫, 八木康史: "畳み込みニューラルネットワークを用いた視点変化に頑健な歩容認証", 電子情報通信学会論文誌 A, Vol.J99-A, No.12, pp.440-451, 2016
- [7] 井元大輔, 黒沢健至, 土屋兼一, 黒木健郎, 秋葉教充, 角田英俊: "身体部位の特徴点と形状情報に基づくモデルベース歩容認証の検討", 精密工学会誌, Vol. 83, No. 1, 2017.
- [8] Z. Cao, T.Simon, S-E Wei, Y. Sheikh, "Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation using Part Affinity Fields", <https://arxiv.org/abs/1611.08050>, 2016.
- [9] 松本 英敏: "3次スプライン補間法", <http://www.civil.kumamoto-u.ac.jp/matsu/spline.pdf>, 参照 July, 25 2017.

† 早稲田大学大学院 基幹理工学研究科 情報理工情報通信専攻 渡辺研究室

〒169-0072 東京都新宿区大久保 3-14-9 早大シルマンホール 401

TEL.03-5286-2509 E-mail: t-masanori@akane.waseda.jp