

関節位置情報を用いた自転車選手識別手法に関する一検討

A Study on Bike Racer Identification Using Joint Position Information

高木 政徳[†] 石川 孝明[‡] 渡辺 裕[†]
 Masanori TAKAGI[†] Takaaki ISHIKAWA[‡] and Hiroshi WATANABE[†]

[†] 早稲田大学大学院基幹理工学研究科 [‡] 早稲田大学国際情報通信センター
[†] Graduate School of Fundamental Science and Engineering, Waseda University
[‡] 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. We observed an accuracy improvement on bike racer identification by removing abnormal values of joint position information from SVM training data.

1. はじめに

スポーツ映像において、選手の情報や試合状況などのデータを可視化をすることで、より多くの情報を視聴者に提供することができる。

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。レースを撮影した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[1]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から、顔認証による選手識別は困難である。

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、得られる関節位置情報を用いて自転車選手を識別する手法について検討する。

2. 関連研究

体の動きから個人識別を行う手法として歩容認証技術[2]が知られている。腕の振りや歩幅、姿勢の違いなどの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の向上により今後の発展が見込まれている。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る。したがって、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[3]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り、画像内人物の体のパーツ位置 (肘, 肩, 足首など合計 18 部位) とパーツ間の結合性をボトムアップ的アプローチにより推定している。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関節位置情報を得ることができる。

4. ペダリング周期変換 (時間正規化)

姿勢推定によって得られた自転車選手の右足首の y 座標の時間経過グラフを図 1 に示す。なお、左足首でも同様のグラフとなる。図 1 より、右足首の周期的な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位置を補間処理する。補間処理には 3 次スプライン補間法を用いる。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。

5. スケール変換・位置補正

レース映像は移動カメラによって撮影されたものである。したがって、レース映像中における選手位置や大きさはカメラとの距離によって変化する。そこで、

自転車選手を正面から撮影した映像において、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関節位置情報をスケール変換し、さらに首の位置が原点となるように座標位置を補正する。

6. 異常値検出

Realtime Multi-Person 2D Pose Estimation によって得られた姿勢情報には、図2に示すように姿勢推定が失敗する場合がある。本研究で用いる映像にも、図のように姿勢推定を失敗している場合がある。そこで、これらの失敗を異常値として検出する。スケール変換後の姿勢情報について、フレームごとの各関節間の長さ（右手首-右肘など）は概ね一定の値の範囲に収まる。各関節間の長さについて、フレームごとに偏差値を算出し、その値が70以上または30以下となるものを異常値として検出し、異常値を含むフレームを異常フレームとする。ペダリング1回（30フレーム）中に含まれる異常フレーム数に応じて異常値レベルを設定する。1サイクルに含まれる異常フレーム数と全データにおける異常サイクルの割合を表1に示す。

表1 異常値レベルごとの異常フレーム数

異常値レベル	1サイクル中の異常フレーム数	異常サイクル率
レベル1	20以上	6.5%
レベル2	15以上	11.8%
レベル3	10以上	20.8%

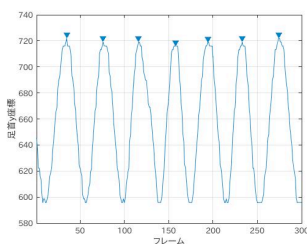


図1 右足首の座標変化



図2 姿勢推定失敗例[3]

7. 実験

実際の自転車ロードレースの映像データ（1920×1080[pe], 30[fps]）を用いて SVM による選手の分類実験を行った。被験者は4名とし、ペダリング1回（30フレーム）分の姿勢情報を1つの特徴ベクトルとする。

訓練データと学習データを各選手につき3パターン用意し、用意した全パターンについての SVM による選手分類の正解率の平均値を算出する。

ペダリング周期変換+スケール変換・位置補正、処理手順を入れ替えスケール変換・位置補正+ペダリング周期変換とした場合、さらにこの2手法に異常値検

出の各レベルを適応し、SVM の訓練データから異常サイクルを除去した場合の計8手法を比較する。実験結果を表2に示す。

表2より、ペダリング周期変換+スケール変換・位置補正よりも、スケール変換・位置補正+ペダリング周期変換の処理手順の方が良い結果が得られた。これは、先に時間正規化をした場合、位置とスケールの2つの変数に補間処理が必要であるのに対し、先にスケール変換・位置補正をする場合は時間方向への補間処理が必要ないため、よりよい実験データの生成ができるからと考えられる。

また、僅かではあるが異常値の除去が識別精度向上に寄与することを確認した。

表2 実験結果

	異常値レベル	正解率
ペダリング周期変換+スケール変換・位置補正	-	68.3%
	レベル1	68.8%
	レベル2	68.6%
	レベル3	69.6%
スケール変換・位置補正+ペダリング周期変換	-	71.4%
	レベル1	71.6%
	レベル2	72.1%
	レベル3	71.5%

8. 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、得られた関節位置情報から自転車選手を識別する手法を提案した。ペダリング周期変換、スケール変換・位置補正処理に加えて、異常値検出をし、SVM の訓練データから異常フレームを除去することで精度が向上することを確認した。

文 献

- [1] Y. Sun, L. Ding, X. Wang, and X. Tang, "Deepid3: Face recognition with very deep neural networks". CoRR, abs/1502.00873, 2015.
- [2] 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
- [3] 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.

† 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