

スポーツ選手を対象とする姿勢特徴を考慮した複数人物追跡

小林 万葉^{1,a)} 小池 和輝^{1,b)} 植田 諒大^{1,c)} 滝本 裕則^{2,d)}

概要：複数物体追跡 (Multi-Object Tracking, MOT) は、コンピュータビジョン分野における重要なタスクの 1 つであり、ビデオシーケンスに登場する複数の物体を一意に識別し、その動きを正確に追跡することを目的とする。近年、スポーツ領域においても運動解析や戦術分析への応用を背景として、試合映像中の選手を対象とした MOT の研究が注目されている。しかし、スポーツシーンでは、選手が加減速や急な方向転換を伴う不規則な運動を示す上に、チーム競技では共通したユニフォームを着用することで、選手間でその外観が類似しやすくなる。そのため、位置情報や外観情報に基づく従来の関連付けでは物体の誤割当てが生じやすく、異なる物体同士を時間的に結び付けてしまうことで追跡精度の低下を招く。本研究では、スポーツ選手を対象とした MOT の高精度化を目的とし、姿勢情報を考慮した追跡手法を提案する。具体的には、試合中に選手が多様な姿勢をとる点に着目し、深層学習に基づく姿勢推定モデルの中間層から抽出される特徴量の類似度を、物体検出結果と過去の Tracklet の関連付けに導入した。これにより、複雑な運動や類似した外観を持つ物体が登場するシナリオでも、安定した物体の関連付けが期待できる。評価実験では、アイスホッケー選手を追跡対象とする VIP-HTD データセットを用い、MOTA や IDF1 をはじめとする主要評価指標により提案手法の有効性を検証した。

Pose-Aware Multi-Person Tracking for Athletes

1. はじめに

複数物体追跡 (Multi-Object Tracking, MOT) は、コンピュータビジョン分野における重要なタスクの 1 つであり、ビデオシーケンスに登場する複数の物体を一意に識別し、その動きを正確に追跡することを目的とする。近年、スポーツ領域においても運動解析や戦術分析への応用を背景とし、試合映像中の選手を対象とした MOT の研究が注目されている。

本研究では、スポーツ選手を対象とした MOT の高精度化を目的とし、姿勢情報を考慮した追跡手法を提案する。具体的には、これにより、

2. 関連研究

MOT を解く代表的なパラダイムは Tracking-by-Detection である。このパラダイムでは、まず時間的に連続する各フレームから物体を検出し、その後検出された同一物体に対して同じ識別子 (ID) を割り当てることで追跡を行う。この同一物体を時間的に結びつける操作を Association と呼ぶ。図??に Association の例を示す。

ある時刻において、トラックの集合を $\mathcal{X} = \{\mathbf{x}_i\}_{i=1}^M$ 、検出結果の集合を $\hat{\mathcal{Y}} = \{\hat{\mathbf{y}}_j\}_{j=1}^N$ とすると、Association は両集合の要素を重複なく 1 対 1 で対応付け、コスト $\mathcal{L}_{\text{match}}(\cdot)$ の総和を最小化する割当 \hat{P} を求める問題に帰着する。これは式 1 で表される線形割当問題として定式化され、ハンガリアン法 [1] などにより解かれる。

$$\hat{P} = \underset{P \in \mathcal{P}_{M \times N}}{\operatorname{argmin}} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \mathcal{L}_{\text{match}}(\mathbf{x}_i, \hat{\mathbf{y}}_j) \quad (1)$$

SORT[2] は、Tracking-by-Detection に基づく代表的手法である。SORT では、各トラックの状態としてバウンディングボックス (BBBox) とその速度を扱い、カルマンフィルタ [3] により状態の予測・更新を行う。この際、時

¹ 岡山県立大学大学院 情報系工学研究科 システム工学専攻
Okayama Prefectural University Graduate School of Systems Engineering Course of Advanced Systems Engineering

² 岡山県立大学 情報工学部 情報通信工学科
Okayama Prefectural University Faculty of Computer Science and System Engineering Department of Communication Engineering

a) sk625018@c.oka-pu.ac.jp

b) sk624012@c.oka-pu.ac.jp

c) sk624004@c.oka-pu.ac.jp

d) takimoto@c.oka-pu.ac.jp

刻 t の更新ステップでは, 時刻 $t-1$ IoU(Intersection over Union) を

DeepSORT[?]は, SORT の Association に
OC-SORT では
PoseTrack

3. 提案手法

本研究では, を提案する. 具体手には, . さらに, すること
必要としない.

$$C_{\text{pose}} = \sum_{i=1}^N (1 - \cos \theta_i) \quad (2)$$

4. 評価実験

4.1 評価データセット

本研究では, 評価データセットとして, アイスホッケー
選手を追跡対象とする VIP-HTD データセット[?]を用いた.

4.2 評価指標

本研究では, 評価指標として, MOTA(Multi-Object
Tracking Accuracy) を用いた.

$$MOTA = 1 - \frac{|FN| + |FP| + |IDs|}{|GT|} \quad (3)$$

ここで, $|FN|$ は,

また, $IDF1$ は, IDP と IDR の調和平均として式 4
で定義される.

$$IDF1 = \frac{2 \times IDP \times IDR}{IDP + IDR} \quad (4)$$

ここで,

4.3 評価結果および考察

ここに評価結果の内容を書く.

5. おわりに

本研究では,

謝辞 謝辞がある場合はここに書く.

参考文献

- [1] Kuhn, H. W.: The Hungarian method for the assignment problem, *Naval Research Logistics (NRL)*, Vol. 52 (1955).
- [2] Bewley, A., Ge, Z., Ott, L., Ramos, F. and Upcroft, B.: Simple online and realtime tracking, *2016 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, pp. 3464–3468 (online), DOI: 10.1109/ICIP.2016.7533003 (2016).
- [3] Kalman, R. E.: A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problems, *Journal of Basic Engineering*, Vol. 82, No. 1, pp. 35–45 (1960).

付 録

A.1 付録 1 節の表題

ここに付録の内容を書く.