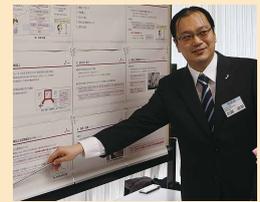


複数カメラによる複数物体追跡技術

Multi-camera Multi-object Tracking Technology

物・人の動きを価値ある情報へと変換するために

カメラで取得した画像や動画を価値ある情報へと変換する、情報処理技術のニーズが高まっている。中でも、物体追跡技術は、動画内の対象（物・人）の動きを把握することができるものである。本稿では、名城大学との共同研究により進めている、複数カメラによる複数物体追跡技術について紹介する。



執筆者
先端技術応用研究所
情報技術グループ
加藤 直樹

1 研究の背景・目的

生活や仕事のあらゆる場面でスマート化やDXが求められる中、カメラで取得した画像や動画を価値ある情報へと変換する、情報処理技術のニーズが高まっている。その中でも、物体追跡技術は、動画内の対象（物・人）の動きを把握することができるため、盛んに研究されている。

本研究では、複数カメラによる複数物体追跡技術（第1図）をターゲットとした。複数カメラを用いることで、1台のカメラに限定される場合と比べて、より広く、柔軟な画角で、対象の重なりを補完するよう動画を取得することができる。一方で、複数カメラに同じ対象が撮影された場合、重複して認識してしまうため、それらを同じ対象だと認識・統合する技術が必要である。

企業の従業員駐車場をユースケースに、車両がどの駐車スペースに停車したかを自動認識するタスクに取り組んだ。

2 研究の特長

任意の位置に複数のカメラを設置すると、カメラの位置や画角の違いを自動的に考慮して、物体追跡を実現するアルゴリズムを目指した。なお、本内容は、名城大学理工学部電気電子工学科堀田研究室との共同研究にて実施した。

(1) データの収集

技術開発本部の従業員駐車場に3台のカメラを設置し、動画を取得した。様々な時刻、曜日、天気、季節を含む動

画から、車両の動きのある部分を自動抽出したものを、対象データとして収集した。

また、ドローンを用いて、駐車場を真上から見下ろす鳥瞰画像を取得した。これは、各カメラの画像を鳥瞰画像に変換し、位置関係を統合するために用いる。

(2) アルゴリズムの検討・評価

Step1：物体検出

対象データの動画を構成する各画像（フレーム）から、物体検出AIを用いて車両を検出し、その位置を特定する。

既存手法であるYoloX [1] による物体検出を実施し、リアルタイムに処理可能であることなどを確認し、実用に向けた見通しを得た。一方で、車両の検出精度については、改善の余地が残っている。

Step2：位置変換

各カメラの画像を統合するために、検出した車両の位置（＝画像の中での座標）を、鳥瞰画像を用いた駐車場の位置（＝実世界での座標）へと変換する（第2図）。



第2図 鳥瞰画像への変換

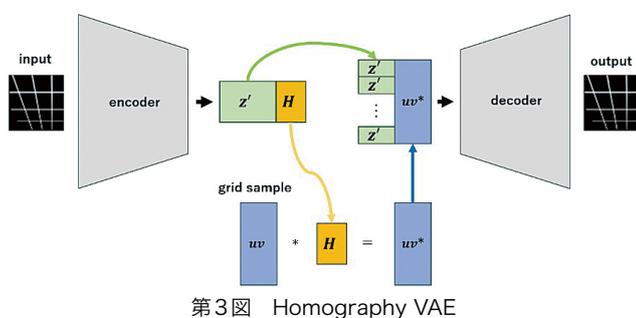


第1図 複数カメラによる物体追跡のイメージ

これにより、異なる位置から異なる画角で撮影された各カメラの画像が持つ位置情報を、より俯瞰的な鳥瞰画像の中の位置情報へと統合して扱うことができるようになる。

この際、従来手法では各カメラの画像の中の特徴点と鳥瞰画像の中の特徴点の対応を手掛かりに、画像変換に必要な座標のペアを手で指定し、変換行列を求める必要があった。

それを自動化するために、ディープラーニングを用いた変換技術「Homography VAE [2]」（第3図、特許出願中）を考案した。これにより、変換に必要な変換行列の候補を抽出することが可能となった。一方で、実用化（鳥瞰図への自動変換）にあたっては、この候補の中から鳥瞰図への変換行列を特定することが、今後の課題である。



Step3：物体追跡

物体追跡AIを用いて、変換した位置の情報（座標や移動距離）から、時間経過による対応関係を判定し、同一対象であることを認識することで、物体追跡を行う。

既存手法であるByteTrack [3] による物体追跡を実施し、リアルタイムに処理可能であることなどを確認し、実用に向けた見通しを得た。

この際、複数の車両の位置が重なった場合、物体追跡の精度が低下する課題があった。

そこで、画像における物体検出の結果である領域を示したBoundingBoxを、画像の中の消失点を手掛かりに地上面と接している領域に変換する手法である「Gr-IoU [4]」（第4図）を考案した。これにより、領域同士の重なりに頑健な物体追跡を行うことができるようになった。



第4図 BoundingBoxとGr-IoU

3 今後の展開

複数カメラによる複数物体追跡技術は、対象が車両の場合と人物の場合で、それぞれ以下に示す活用例が考えられる。

(1) 車両

- ・大規模駐車場の運用補助：目的外駐車車両を把握する、混雑回避のため空いているスペースを案内する、あるいは、駐車位置を忘れた際にそれを案内することを実現するシステムを構築できる。
- ・電気自動車（EV）充電最適制御：EVの大量導入時の課題は、いかに充電タイミングを分散させる制御をするかであるが、普通充電器の場合、接続されたEVを識別することができない。そこで、車両と駐車位置（＝充電器）の対応を把握することで、充電最適制御を行うことができる。

(2) 人物

- ・展示会場における人流把握：イベント内容の評価や、安全管理・運用補助に活用できる。
- ・オフィスにおける在席位置の把握：フリーアドレスオフィスにおいて、入室時にIDカードや顔認証で把握した人物が、どこに着席しているかを把握することができる。

今後も引き続き、現場の課題やお客さまのニーズに応えて技術を活用できるよう、知見やノウハウの蓄積、技術の研鑽に努めていきたい。

参考文献

- [1] Zheng et al., "YOLOX: Exceeding YOLO Series in 2021", arXiv:2107.08430, 2021
- [2] 土井田ら、『Homography VAEによる射影変換行列の推定』、2024年電子情報通信学会総合大会、2024/03/06
- [3] Zhang et al., "ByteTrack: Multi-Object Tracking by Associating Every Detection Box", arXiv 2110.06864, 2021
- [4] Toida et al., "Gr-IoU: Ground-Intersection over Union for Robust Multi-Object Tracking with 3D Geometric Constraints", 7th ABAW 2024 in ECCV, 2024/09/30