

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	複数物体の追跡と姿勢推定の融合による人の追跡と異常行動検知
Title(English)	Human Anomaly Detection and Tracking Using a Joint of Human Pose and Multi-Object Tracking
著者(和文)	NOUSotheany
Author(English)	Sotheany Nou
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京科学大学, 報告番号:甲第287号, 授与年月日:2025年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:小尾 高史,山口 雅浩,金子 寛彦,長谷川 晶一,船越 孝太郎
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Institute of Science Tokyo, Report number:甲第287号, Conferred date:2025/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名		Nou Sotheany	
論文審査 審査員		氏 名		職 名		氏 名	職 名
	主査	小尾 高史		教授	審査員	船越 孝太郎	准教授
	審査員	山口 雅浩		教授			
		金子 寛彦		教授			
		長谷川 晶一		准教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は、「Human Anomaly Detection and Tracking Using a Joint of Human Pose and Multi-Object Tracking」と題し、英文 5 章から構成されている。 第 1 章「Introduction」では、本研究の背景と目的について述べている。近年のカメラ技術の進歩に伴い、街頭や公共の場などに監視カメラが設置され、生活の安全を確保可能となったが、撮影される映像の 90%以上は事後調査のためであり、リアルタイムでの監視には用いられていないと述べている。そして、異常行動を早期に検知し、迅速な対応を行うには、高速で信頼性の高い自動的に異常行動を検知可能なシステムが必要であると述べている。また、多くの既存研究では、動画像の特定のフレーム内での不審な行動を検知することに焦点が当てられているが、早期に不審な行動を検知するには、異常行動を示す人とそうでない人を区別して追跡する手法の開発が必要であると指摘している。 そして本研究の目的は、人物の検出精度、複数人物の追跡精度、異常行動検出精度を改善する手法を提案し、それらの融合により、人の追跡精度と異常行動検知の性能を向上することであると述べている。 第 2 章「Ground Truth Annotation Improvement for Human Detection」では、人物検出に用いる機械学習モデルを開発する際の学習データとして用いる公開データベースのアノテーションの正確性を向上させる手法を提案している。まず、公開データベースには、アノテーションの欠落や不正確な外接矩形設定がされている等の課題があり、そのまま学習データとして使用すると人物の検出精度が低下することを指摘している。そして、欠落したアノテーションを補完するため、あらかじめ学習済みの人物検出モデルを用いて人物外接矩形を検出し、アノテーション済みの人物外接矩形と Intersection over Union を用いて比較することで、アノテーションされていない人物外接矩形に対して新たなラベル付けを行うと述べている。また、複数の人物検出モデルで出力された外接矩形を用いて、人物外接矩形のサイズと位置を補正する手法を提案している。そして、Microsoft Common Objects in Context Dataset (MS-COCO) 及び Google Open Image Dataset V7 (Open Image) の 2 つの公開データセットに対して提案手法を適用することで、物体検出の評価指標である mean Average Precision を、最大で 105%改善できることを示している。 第 3 章「The Enhancement of Multi-Object Tracking Performance by Recovering Lost Track Objects」では、ビデオフレーム内の複数人物を区別して追跡する多物体追跡 (MOT: Multi-Object Tracking) 手法の精度改善について述べている。MOT では、特定の人物に対して連続したフレーム中で同一の id を割り当てることが重要となるが、オクルージョンが発生する状況下では、追跡が外れ、その後のフレームで再び同一人物が現れても、その人物は新規検出と見なされて別の id が割り当てられると述べている。そして、この課題を解決するために提案手法では、追跡が外れた人物外接矩形の位置をカルマンフィルタを用いて予測するとともに、その推定位置が再検出された人物外接矩形と一致する可能性がある場合には、再検出された人物外接矩形の位置をフレームを遡って推定し、追跡が外れた際の人物外接矩形との一致度を評価することで、同一人物かを判定すると述べている。そして、MOT アルゴリズムの性能を評価するために MOT Challenge で公開されている MOT17 データセットを用いて提案手法を評価し、MOT 手法の追跡精度を表す MOTA (Multi-Object Tracking Accuracy) 等の指標において、既存手法よりも良好な結果が得られることを示している。

第4章「Human Anomaly Detection and Tracking Enhancement Using Pose-Based Feature」では、MOT 手法を用いてビデオシーケンス内の個人を追跡し、追跡された各個人に対して姿勢推定を行うことで、異常行動を検知する手法を提案している。Spatio-Temporal Graph Normalizing Flows (STG-NF) 等の異常行動検知のための従来法では、姿勢推定の際に求めた特徴点を用いて人物追跡を行うため、オクルージョンが発生する状況下では、複数人物の追跡が良好に行えないことがあると指摘している。これに対して、提案手法では、STG-NF で前処理として用いている特徴点を用いた人物追跡部を3章で示した MOT 手法を用いた人物追跡に置き換えるとともに、複数の姿勢推定アルゴリズムを組み合わせることで姿勢推定を行い、得られた結果を STG-NF の異常行動検知部に入力することで、特定の個人の異常行動を確実に検知することが可能になると述べている。そして、従来研究で異常行動検知のために利用されている ShanghaiTech データセットを用いて提案手法を評価し、その有効性を示している。

第5章「Conclusion」では、本研究で得られた成果をまとめるとともに、今後の課題、展開について述べている。

以上を要するに、本論文は、人の異常行動を高精度で検知可能とするために必要となる手法を開発し、その有効性を明らかにしたものであり、提案手法は、公共分野だけでなく、医療分野や産業分野における人々の安全・安心を支える技術としての応用が期待されるものであることから、工学上ならびに工業上寄与するところが大きい。よって本論文は、博士（工学）の学位論文として価値あるものと認められる。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」は、東京科学大学リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。