

1 研究課題名

テロ事案等における画像解析技術の高度化

2 研究担当者

主研究担当者 黒沢 健至 法科学第二部物理研究室
他研究員 10名

3 研究期間

平成28年4月～平成31年3月（3年計画）

4 研究予算

平成28年度	42,855千円
平成29年度	47,625千円
平成30年度	44,519千円

5 研究の目的

テロの未然防止あるいはテロ事案発生後の情報分析に役立つ画像解析技術の高度化を目的とし、以下のサブテーマで実施する。

テーマ1. 全天球カメラを用いた警備支援システムの開発

テーマ2. インターネット上の画像データを用いた各種解析技術

テーマ3. 画像・映像データベースの構築

6 成果

(1) 当初予定していた成果

テーマ1：全天球カメラ（FLIR社、Ladybug5）を用い、深層学習等の画像解析技術を併用することで、以下の3種類の警備支援システムを開発した。

(1-1) 全周囲の群衆混雑度及び人数計測システム：全周囲のパノラマ画像に対し、深層学習等の画像解析技術を用いて人物検出を行うことで、全周囲の各グリッドにおける人数及び混雑度のほぼリアルタイムな計測を可能とした。解析結果の可視化機能のほか、混雑度が閾値を超えた場合に外部リレーを制御して発報させる等の機能も実装した。

(1-2) 全周囲の群衆行動の異常検知システム：(1-1)で開発した解析技術を発展させ、群衆の急激な離散等の異常をパノラマ画像中から検出する機能を実現した。

(1-3) 全周囲のドローン検知システム：深層学習を用いた物体検出手法を利用して、全天球カメラで撮影した全周囲画像中からドローン／鳥／飛行機を検出

し判別する機能を実現した。また、全天球カメラの特性を活かし、画像上で物体検出位置を、カメラを原点とする3次元空間内における「方向」へと変換し、可視化する機能についても実現した。遠方のドローンを全周囲画像から検出するためには、小物体に対する検出精度を高める必要があるが、検出精度と検出速度のトレードオフ等について課題が残った。

テーマ2：写真・ビデオの内容のみから世界規模で撮影場所を特定するための解析手法を検討した。結果に対する確実性が重要であることから、世界のランドマーク画像データベースが存在するという前提のもと、類似画像の検索技術を応用して撮影場所特定を行うアプローチを採用した。そのための類似画像検索技術について、各種アルゴリズムを検討したところ、アルゴリズムにより、特徴的建造物が含まれる写真検索に適すもの、全体の構図の類似性に対する写真検索に適すものがあるといった知見が得られた。また、大規模な画像データベースから効率的に類似画像を検索するアルゴリズムについても検討を行い、総当たりの検索方法と比較して4桁以上の検索速度の向上を確認した。これら基礎的な検索技術の検討結果を踏まえて、撮影場所特定のためのアプリケーション・ソフトの開発も行った。

テーマ3：下記の3種類を構築した。これらは本特別研究で使用されたほか、課題終了後も関連研究や発展研究で使用できるものである。

(3-1) 群衆及び不審行動映像データセット：5つのシチュエーションを想定してシナリオを作成し、不審行動を含む群衆映像を撮影した。撮影には、エキストラ100名を用いた。本映像データセットには夏と冬の季節の異なるバージョンが含まれ、総時間長約6.6時間の規模である。不審と定義された人物等について、0.5秒ごとの時空間位置等を示すアノテーションデータ（XML形式で記述）もデータセットに含まれる。不審か否かは状況依存的であり、最新の異常検知技術による解析を試みたところ、既存の異常検知のための公開データセットと比較して、本データセットは挑戦的な問題設定となっていることが分かった。

(3-2) 改ざん映像データセット：映像に対する改ざんの検出技術の推進を目的とし、6種類の改ざん映像を作成した。同じ素材映像を用い、技術レベルを3段階（アマチュア、プロ[PC編集]、プロ[スタジオ編集]）設定して作成した。既存の公開データセットは静止画像を対象とするものがほとんどであり、我々が知る限り、素材映像と共に公開されている改ざん映像データセットは他にはない。

(3-3) 世界のランドマーク写真画像データベース：テーマ2に関連して作成した。GeoNamesを利用しインターネット上からランドマーク画像を収集する専用

クローラーを開発して、世界32カ国の駅・公園・ビルなどの16万8千カ所について、約40万枚のユニークな画像を収集した。また、これらの画像を国名・地名・地物分類・緯度経度等の情報と共に管理するための専用データベースシステムを開発した。ただし、ウェブスクレイピングによる画像収集では目的としない画像も多く集まり、これらの削除などデータベースとしての情報の信頼性を担保するための仕組みに課題が残った。

(2) 当初予定していなかったが副次的に（あるいは発展的に）得られた成果

テーマ3の成果物は世界的にも希少であったことから利用を希望する研究機関が多く、映像からの不審人物検出等に関する計8件の共同研究を実施することとなった。本特別研究終了後も一部の共同研究は継続されており、科学警察研究所内に留まらず、幅広く安全安心に資する画像解析技術の発展に今後も貢献できる。テーマ1に関連して、画像から被写体の幾何学的解析を行う際の誤差の評価方法について、より正確に誤差を見積もるための誤差伝搬式の改良式を考案し、資料として論文発表した。

(3) 当初想定していたが得られなかった成果

テーマ1の一部として、期間をおいて撮影した全天球映像から変化箇所を検知するシステムも当初は考えていたが、研究期間内でのシステム実装までには至らなかった。ただし、この目的に関して、同じ全天球カメラ（Ladybug5）を用いた外部機関での取り組みについて情報収集した。

7 成果の発表

(1) 論文・ノート（欧文）

- 1) A revisited visual-based geolocation framework for forensic investigation support tools.

Yokota R., Hawai Y., Tsuchiya K., Imoto D., Hirabayashi M., Akiba N., Kakuda H., Tanabe K., Honma M., Kurosawa K.

Forensic Science International: Digital Investigation (under review)

- 2) Flying object detection system using an omnidirectional camera.

Hirabayashi M., Kurosawa K., Yokota R., Imoto D., Hawai Y., Akiba N., Tsuchiya K., Kakuda H., Tanabe K., Honma M.

Forensic Science International: Digital Investigation (under review)

(2) 論文・ノート（和文）

- 1) 複比保存の法則を用いた画像からの長さの間接測定における誤差評価.

井元大輔, 黒沢健至, 土屋兼一, 黒木健郎, 秋葉教充, 角田英俊

科警研報告, 67(2), 35-41 (2018).

(3) 総説・解説記事

1) 防犯カメラ映像の解析技術.

黒沢健至

Safety Engineering, 185, 21-25 (2016).

(4) 学会発表

1) Image correction and enhancement with the apparatus for actual measurement of image degradation properties in security cameras.

Kurosawa K., Tsuchiya K., Akiba N., Kuroki K., Imoto D., Kakuda H., Hirabayashi M.

69th Annual Scientific Meeting of the American Academy of Forensic Sciences (AAFS 2017), C28, New Orleans, Feb.13-18 (2017).

2) Development of a landmark image database to identify the shooting location of photograph.

Kurosawa K., Tsuchiya K., Hirabayashi M., Akiba N., Imoto D., Kakuda H., Igarashi N., Kuroki K.

21st Triennial Meeting of the International Association of Forensic Sciences (IAFS 2017), PS03-57, Toronto, Aug.21-25 (2017).

3) Video Datasets for Developing Image Forensic Techniques.

Hirabayashi M., Kurosawa K., Akiba N., Imoto D., Kakuda H., Tsuchiya K., Kuroki K.

70th Annual Scientific Meeting of the American Academy of Forensic Sciences (AAFS 2018), C11, Seattle, February 19-24 (2018).

4) 映像解析を用いた安全安心技術開発のための評価用映像データベースの構築.

黒沢健至, 秋葉教充, 土屋兼一, 角田英俊, 井元大輔, 平林学人, 五十嵐直明, 黒木健郎

第23回 画像センシングシンポジウム, IS1-19 (2017).

5) 映像改ざん検出技術の開発のための映像データセットの構築.

黒沢健至, 角田英俊, 平林学人, 秋葉教充, 土屋兼一, 井元大輔, 黒木健郎

日本法科学技術学会第23回学術集会, 法科学技術, 22(Supplement), 132 (2017).

6) 全天球カメラと機械学習を用いた飛行物体の認識.

平林学人, 黒沢健至, 秋葉教充, 土屋兼一, 井元大輔, 黒木健郎, 角田英俊

日本法科学技術学会第23回学術集会, 法科学技術, 22(Supplement), 136 (2017).

7) 安全安心技術開発を目的とした映像・画像データセット～アノテーション付不審

行動映像と多視点ランドマーク画像～.

黒沢健至, 秋葉教充, 土屋兼一, 角田英俊, 井元大輔, 平林学人, 黒木健郎

ViEW2017 ビジョン技術の実利用ワークショップ, OS3-02 (2017).

- 8) 全天球カメラと機械学習を用いた飛行物体の認識 (第二報)

平林学人, 黒沢健至, 秋葉教充, 土屋兼一, 横田亮, 井元大輔, 角田英俊, 羽合佳範, 田辺鴻典, 黒木健郎

日本法科学技術学会第24回学術集会, 法科学技術, 23(Supplement), 120 (2018).

- 9) 類似画像検索による撮影場所の特定に関する基礎的検討.

羽合佳範, 横田亮, 黒沢健至, 井元大輔, 平林学人, 秋葉教充, 土屋兼一, 角田英俊, 田辺鴻典, 黒木健郎

日本法科学技術学会第24回学術集会, 法科学技術, 23(Supplement), 119 (2018).

- 10) 画像内容に基づいた撮影場所推定システムの開発.

横田亮, 羽合佳範, 黒沢健至, 土屋兼一, 井元大輔, 平林学人, 秋葉教充, 角田英俊, 田辺鴻典, 本間正勝

日本法科学技術学会第25回学術集会, 法科学技術, 24(Supplement), 99 (2019).

- 11) 全天球カメラと機械学習を用いた飛行物体の認識 (第三報) .

平林学人, 黒沢健至, 横田亮, 井元大輔, 羽合佳範, 本間正勝, 秋葉教充, 土屋兼一, 角田英俊, 田辺鴻典

日本法科学技術学会第25回学術集会, 法科学技術, 24(Supplement), 105 (2019).

- (5) 招待講演 (セミナー講演)

- 1) AI活用で変わる映像監視システム.

黒沢健至

Security Show 2019.