

UAVによる空撮と画像解析を用いた被災者捜索手法の構築

東北大学大学院

学生会員 ○佐藤 遼次

東北大学災害科学国際研究所

正 会 員 越村 俊一

1. 序論

大規模な災害の被災地では被災者が取り残され孤立する事態が頻繁に発生しており、彼らの早期発見は人命救助の観点から極めて重要である。現在は有人のヘリコプターによる捜索・救助が行われているが、より小型で取り扱いの簡便なUAV (Unmanned Aerial Vehicle: 無人航空機) が「捜索」を担い、有人ヘリが「救助」を担うことで、より円滑な救命活動を展開できる。そして、このUAVを用いた被災者捜索をより迅速かつ確実なものにするためには、上空から撮影した画像や動画から人を機械的に検出するための手法が必要である。

これまでのUAVを用いた研究では、主に熱赤外画像の使用を前提とした人検出手法の開発が行われてきた。しかし、より解釈が容易で汎用性の高い光学画像を対象とした手法に関する検討は非常に少なく (例えばReilly *et al.*, 2010), 最適な解析手法やその有効性に関する検討が十分に行われていないという課題がある。

そこで本研究では、被災地を想定した環境でUAVを用いて撮影された空撮画像に対して、現在最も広く用いられている人検出手法を適用すると共に、その精度を向上させるための新たな解析手法を提案する。そして、それらの解析結果を統合することにより、被災者捜索に有効な人検出手法の構築を試みる。

2. 解析対象画像の概要

本研究で使った解析対象画像の概要は以下の通りである。まず画像の撮影は、仙台市宮城野区蒲生から選定した2箇所で行われた。1箇所は水溜りが点在し雑草が生い茂っている湿地、もう1箇所は、東日本大震災により発生した瓦礫が集積された場所である。撮影におけるUAVの飛行高度は30mで一定であった。また、撮影におけるカメラの角度は、地面に対して45度の方向に設定されていた。被写体として湿地には6人、瓦礫域には5人が配置され、赤・水色・枯草色の上着を2着ずつ (瓦礫域では枯草色のみ1着) 着せた状態で撮影された (図-1)。被写体の



図-1 被写体の服装

姿勢に関しては、立った状態で腕は身体の横に置き、視線は撮影方向に対して真っ直ぐ正面、もしくは若干斜め横を向くように統一されていた。以上の条件で撮影された湿地の画像19枚、瓦礫域の画像5枚を、歪みの強い部分を除くために画像の左右端と下端の一部を切り取った上で解析に使用した。なお、画像の分解能は画像中央で約1.6cm/pixelであった。

3. 解析手法の概要と結果

(1) HOG特徴量を用いた人の全身検出

第1の解析では、Dalal and Triggs(2005)において提案されたHOG特徴量を使用した。この特徴量は、対象物体のエッジを局所領域においてヒストグラム化することにより多少の形状変化を許容できるほか、繰り返し正規化を行うため照明変化にも頑健であり、現在の人検出手法におけるデファクトスタンダードになっている。このHOG特徴量を学習し識別器を作成するための機械学習アルゴリズムとしてReal AdaBoostを使用したほか、INRIA Person datasetを基に正解サンプルの画像2416枚、不正解サンプルの画像12180枚を作成し使用した。この解析により得られた検出結果の一例を図-2(A)に示す。

(2) 確率的Hough変換を用いた線分抽出

第1の解析を行った結果、特に道路や瓦礫といった縦方向に伸びる線分を誤って人として検出してしまうことがわかった。そこで、第2の解析として、画像から機械的に線分を抽出することを試みた。解析には確率的Hough変換と呼ばれる手法を利用し、人の体を線分として認識すること無く、その上で極力多くの線分を抽出するようにパラメータの値を検討した。この解析による線分抽出

キーワード: UAV, リモートセンシング, 画像解析, 人検出

連絡先: 仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1, TEL: 022-795-2082, FAX: 022-795-2083

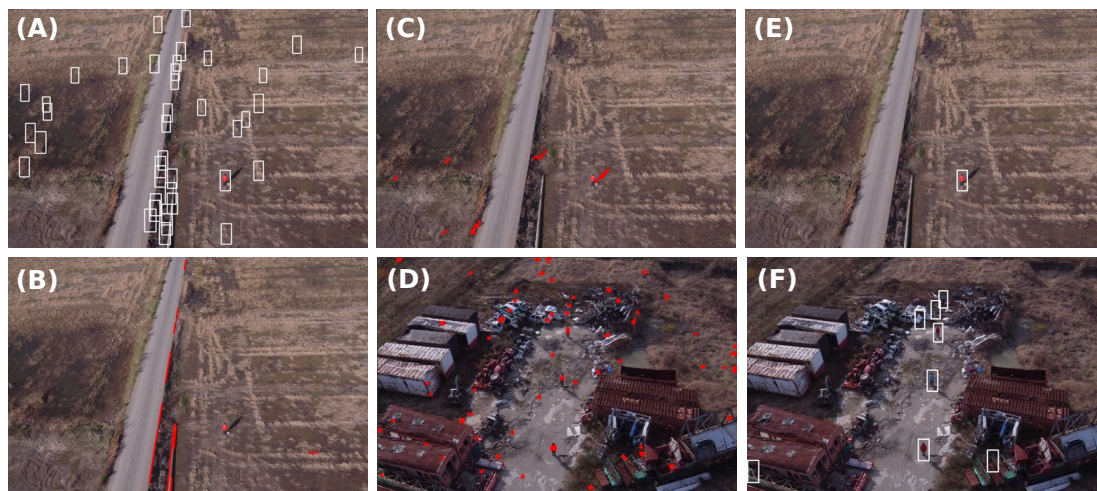


図-2 (A)HOG特徴量を用いた人の全身検出の結果, (B)線分抽出の結果, (C)影検出の結果, (D)上半身検出の結果, (E)影検出と統合した場合の最終的な検出結果, (F)上半身検出と統合した場合の最終的な検出結果

の結果の一部を図-2(B)に示す。

(3) オブジェクトベース画像解析を用いた影および上半身の検出

第3の解析として、人の影および上半身の検出を試みた。解析にはオブジェクトベース画像解析と呼ばれる、近年リモートセンシングの分野で頻繁に取り入れられている手法を使用した。この手法は2つのステップに分かれており、第1のステップとして、画素値の変化の大きさに基づいて画像を微小領域に分割した後、空間的関係性の強さに応じてそれらを統合することで、検出対象の輪郭を再現した画素の集合、即ちオブジェクトの形成を図る。次に第2のステップとして、各オブジェクトの形状的特徴や画素値に関するパラメータの中から適切なものを選択し、検出対象に応じた閾値を設定することで、任意のオブジェクトの抽出を試みる。この解析による影および上半身検出の結果の一例をそれぞれ図-2(C)、図-2(D)に示す。

(4) 各解析結果の統合

最後に、上記3つの解析により得られた結果を以下のように統合した。まず、第1の解析による検出結果を示す矩形の中心の座標を描画し、それを第2の解析によって抽出された線分と比較した。そして、線分が矩形の中心を跨いでいる場合、その矩形は誤検出であると判断し、検出結果から除外した。次に、残った矩形の位置を、第3の解析で検出された影および上半身のオブジェクトの位置と比較した。そして、矩形と影が重なっている場合、もしくは矩形の中に上半身が収まっている場合、それらの矩形は真に人であると判断し、最終的な検出結果として画像に描画した(図-2(E), (F))。各画像における最終的な誤検出数および未検出数を表したグラフを図-3に示す。なお、上半身の検出については、逆光で撮影された瓦礫

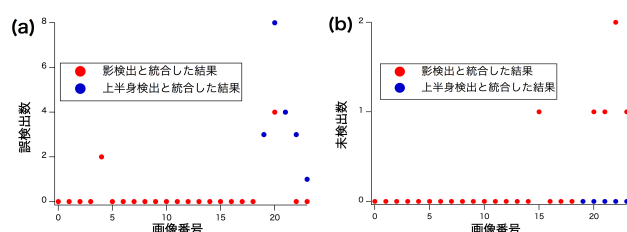


図-3 (a)各画像の誤検出数, (b)各画像の未検出数
(0-18番が湿地の画像, 19-23番が瓦礫域の画像)

域の画像に対してのみ適用が可能であった。

4. 結論

本研究では、被災地を想定した環境でUAVを用いて撮影された空撮画像に対して、異なる特徴を対象とした複数の解析を適用することにより、画像から人を精度良く検出する手法の構築を試みた。その結果、(1)HOG特徴量を用いた人の全身検出, (2)確率的Hough変換を用いた線分抽出, (3)オブジェクトベース画像解析を用いた影および上半身の検出という3つの解析により得られる結果を統合することで、高度30m, カメラ角45度で撮影された光学画像から、人を良好な精度で検出することに成功した。

参考文献

- Bradski, G. and A. Kaehler (著), 松田晃一 (翻訳): 詳解 OpenCV — コンピュータビジョンライブラリを使った画像処理・認識, オライリー・ジャパン, 2009.
- Dalal, N. and B. Triggs: Histograms of Oriented Gradients for Human Detection, Computer Vision and Pattern Recognition, 2005. CVPR 2005. IEEE Computer Society Conference on (Volume: 1), pp.886-893, 2005.
- Reilly, V., B. Solmaz and M. Shah: Geometric Constraints for Human Detection in Aerial Imagery, Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics) 6316 LNCS (PART 6), pp. 252-265, 2010.