

UAVによる空撮と画像解析を用いた被災者捜索の有効性に関する検討

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孤立してしまう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、より小型かつ簡便な無人航空機(UAV=Unmanned Aerial Vehicle)が「捜索」を担い、有人機が「救助」を担うことで、より円滑な救命活動を展開できる。

このUAVを用いた被災者捜索の実用化に向けて、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手法の研究が行われている(例えばGaszczak *et al.*, 2011)。しかし、検出に最適な撮影の方法や条件などを含めた検討を行っている例は未だ少ない(例えば佐藤・越村, 2013)。

そこで本研究では、災害時の多様な条件に対応するための新たな検出手法の提案を目的として、災害時を想定した諸条件の下でUAVを用いて人を撮影し、得られた画像に対して人の上半身の検出を試みる。そして、適用した検出手法の有効性、およびそのために効果的な撮影の方法や条件について論じる。

2. 撮影条件の設定と人の撮影

撮影に使用したUAVは、独Ascending Technologies社製AscTec Falcon 8である。GPS連動でシャッターを切るデジタルカメラを搭載することで、指定した地点への移動と撮影を自動で実行する。

撮影場所として、仙台市宮城野区蒲生から2箇所を選定した。1箇所は水溜りが点在し雑草が生い茂っている湿地帯、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。撮影の被験者として6人に協力してもらい、赤、水色、枯草色の上着を2着ずつ着て、立った状態で腕は身体の横に付け、目線が正前方を向くよう姿勢を統一した(図-1)。UAVの飛行高度は安全性を考慮した上で最も低い30mで一定とし、カメラの角度については、地上に対して直下90度および斜め45度の2パターンで撮影した。さらに本研究では、光学カメラ



図-1 被験者の服装

表-1 UAVに搭載するカメラの諸元

カメラ	リコー社 GX200	米Tetracam社 ADC Lite
波長帯	可視RGB	近赤外, 可視GR
画素数	4000 × 3000 pixel	2048 × 1536 pixel
分解能	1.1cm/pixel	1.1cm/pixel
撮影範囲	43.3 × 32.5 m	23.3 × 17.3 m

と近赤外カメラの2種類を用いて撮影を行った。高度30mから撮影した場合の諸元を表-1に示す。

以上の撮影条件の下、湿地帯では6人、瓦礫域では5人の被験者を配置し、2012年11月28日午前中に撮影を行った。

3. 画像解析による人の上半身の検出

(1) 解析手法と検出対象

取得した画像にオブジェクトベース画像解析を適用することで、人を示す特徴の機械的な検出を試みる。本研究では撮影角度45度で撮影された光学画像を対象として、被験者の上半身の検出を行う。なお、解析には画像解析ソフトウェア「ENVI 5.0」の機能の1つである「Rule-Based Classification」を使用し、解析対象画像には湿地帯から6枚、瓦礫域から1枚を選出した。

(2) 画像のセグメンテーション

まず最初のステップとして、画像のセグメンテーションを行う。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、空間的關係性の強さに応じてそれらを統合することで、検出対象の輪郭を良好に再現した画素の集合、即ちオブジェクトの形成を図る。これらの分割と統合の処理は、それぞれScale LevelとMerge Levelという2つのパラメータによって支配され、共に0から100の間で値を設定することにより処理が行われる。

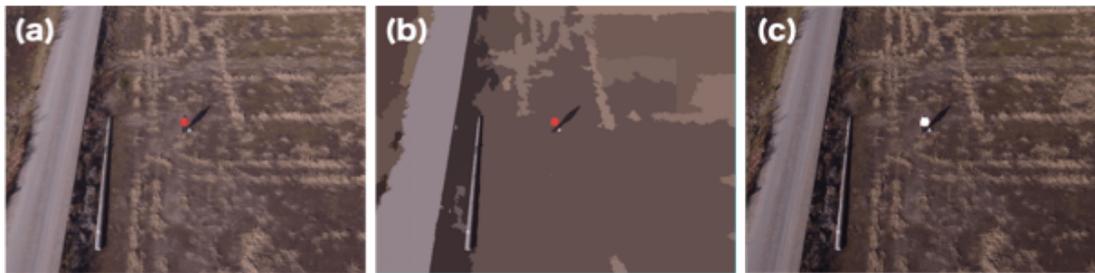


図-2 湿地帯：(a)取得画像，(b)セグメンテーション後，(c)オブジェクト分類後(白色が検出結果)



図-3 瓦礫域：(a)取得画像，(b)セグメンテーション後，(c)オブジェクト分類後(白色が検出結果)

被写体の上半身の輪郭を再現するために最適な各パラメータの設定値を試行錯誤的に求めた結果、表-2に示す値を得た。その結果、画像に写っている11人全ての上半身について、概ね良好に再現することに成功した。

(3) オブジェクト分類による上半身の検出

次にオブジェクト分類を行い、セグメンテーション後の画像から任意のオブジェクトを検出する。オブジェクト分類とは、各オブジェクトの画素値(Spectral)、形状(Shape)、質感(Texture)という3種類の情報に対応したパラメータについて、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を抽出する処理である。本研究ではこのうち形状(Shape)に着目し、上半身のオブジェクトの検出を試みた。

使用するパラメータを選定するに当たり、「湿地帯・瓦礫域両方の画像から全ての上半身を漏れ無く検出できるよう閾値を設定した際に、誤検出の数が最少となるようなパラメータの組み合わせ」を求めた。その結果、オブジェクトの短軸の長さ(Minior-Length)、真円度(Roundness)、凸状性(Solidity)の3つによるパラメータセットが特に有効であることがわかった。これらのパラメータについて、設定した閾値の値を表-3に、一連の解析結果について図-2および図-3に示す。

結果として、湿地帯、瓦礫域共に全ての上半身のオブジェクトを検出することに成功した。一方で、特に瓦礫域においては誤検出を多く含んでおり、改善が求められる。

4. 結論

表-2 上半身の検出に用いたパラメータおよび設定した閾値

パラメータ	設定値
短軸の長さ(Minior-Length)	34.93 - 59.21
真円度(Roundness)	0.5032 - 0.8426
凸状性(Solidity)	0.7423 - 0.915

表-3 検出の精度

	湿地帯	瓦礫域
検出精度	6/6	5/5
誤検出数	0-1個	31個

本研究では、災害時を想定した撮影条件の下でUAVを用いて被災地を撮影し、画像解析による人の上半身の検出を試みた。その結果、高度30m、撮影角度45度で撮影した光学画像から、オブジェクトベース画像解析を用いて人の上半身を検出するために最適なパラメータセットや閾値を明らかにした。そして、撮影場所の環境によって誤検出の数に幅があるものの、一様な色の服を着た場合であれば、被災者の上半身を漏れ無く検出できることを確認した。

参 考 文 献

- Gaszcak, A., T. P. Breckona and J. Hana (2011) : Real-time People and Vehicle Detection from UAV Imagery, Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering 7878, art. no. 78780B.
- 佐藤遼次・越村俊一 (2013) : UAVによる空撮と画像解析を用いた被災者捜索技術の開発, 土木学会論文集B2(海岸工学), Vol. 69, No. 2, pp. 1461-1465