

ドローン空撮映像を用いた災害領域検出

静岡大学 情報学部 佐治研究室
7071-0090 室永 将門

1 はじめに

近年、豪雨による斜面崩壊・浸水被害が多発し、これらの被害箇所を早急に把握することは救助・復旧・二次災害の防止等に有効である。この被害把握に関し、安全な位置からの解析が可能なリモートセンシング技術が注目されている。

リモートセンシング技術による災害領域検出には主に人工衛星、有人航空機（以下、ヘリコプター）、無人航空機（以降、ドローン）が用いられる。人工衛星は広範囲の把握が可能であり、画像処理において扱いが容易な直下視点の画像が得られるが、解像度が低く、天候や撮影周期によっては画像が得られないことがある。ヘリコプターは人工衛星に比べ早期に画像を取得でき、解像度が高いが、金銭的コストが非常に高く、周囲に発着場が必要である。また、保有台数が少なく災害箇所を網羅できない可能性があり、悪天候時には出動できないことがある。これに対しドローンは安価かつ迅速に解像度の高い画像の取得が可能であるため、被害箇所の早急な把握に有効である。しかし、災害現場では操縦から解析までの作業が手動によって行われており、労力がかかることが問題となっている [1]。中山 [2] らは災害後のヘリコプター空撮画像を用いて斜面崩壊領域を検出する手法を提案しているが、人工物誤検出低減のための DEM との位置合わせの際にずれが生じるという問題がある。雨宮 [3] らは災害後のヘリコプター空撮画像を用いて浸水領域を検出する手法を提案しているが、道路上以外の浸水領域を検出できないという問題がある。

以上を踏まえ、災害時の新たな観測手段としてドローンの活用を考える。本研究では DEM や建物データなどの補助データを用いることなく建物などの誤検出を抑え、災害後の高解像度ドローン空撮画像のみから斜面崩壊・浸水領域を検出する手法を提案する。

2 提案手法

提案手法の概要図を図 1 に示す。提案手法ではドローン空撮映像を切り取ったフレーム画像を入力画像とし、災害領域検出結果より不要領域検出結果を除去した斜面崩壊・浸水領域の検出結果を出力画像とする。

2.1 領域分割

本研究では領域ごとに斜面崩壊・浸水領域を判別するため、フレーム画像に対し Mean-Shift 法による領域分割を行う。Mean-Shift 法を適用することで、近傍の類似した色相を持つ画素郡を同一色に統合し、同一の領域として扱うことが可能となる。

2.2 ヒストグラム均一化

空撮画像は撮影時の天候や時刻によって色相や輝度に偏りが生じるため、CLAHE のアルゴリズムによって領域分割処理後の画像に対しヒストグラム均一化を行う。CLAHE のアルゴリズムは画像を小領域に分割し、小領域毎

にヒストグラム平坦化を行う手法で、色相や輝度の偏りを低減する効果がある。

2.3 災害領域検出

各災害領域の特徴を表 1 に示す。これらの特徴を用いて各領域の検出を行う。

2.3.1 斜面崩壊領域

斜面崩壊領域は表 1 に示すように、色相と彩度、輝度に特徴を持つ。よって、これらの特徴を表す指標である $L^*a^*b^*$ 表色系の L^* 値、 a^* 値と HSV 表色系の S 値を用いる。 $L^*a^*b^*$ 表色系は人間の視覚に近い色空間であり色相による分類に有効である。 L^* 値は輝度を表し、赤い画素では a^* 値が高く、青い画素では b^* 値が、緑の画素では a^* 値が低い。HSV 表色系は色相、彩度、明度の情報を持つ色空間である。本研究では彩度を表す S 値を用いる。ヒストグラム均一化処理後の画像に対し $L^*a^*b^*$ 表色系変換と HSV 表色系変換を行い、これらの指標を用いた閾値処理により斜面崩壊領域を検出する。

2.3.2 浸水領域

浸水領域は表 1 に示すように、色相と彩度、輝度、均一度に特徴を持つ。よって、前項同様に L^* 値、 a^* 値、 S 値を利用することに加えて、均一度の指標としてエッジの有無を用いることで、領域が滑らかなテクスチャかの判定を行う。このとき、エッジの検出には Canny 法を利用し、領域単位でエッジ抽出率を算出する。そして、色相等の指標と領域単位でのエッジ抽出率による閾値処理によって浸水領域を検出する。

2.4 不要領域検出

各不要領域の特徴を表 2 に示す。2.3 節と同様にこれらの特徴を用いて各領域の検出を行う。

2.4.1 空領域

空領域と浸水領域は輝度が高く誤検出が発生する可能性がある。よって、表 2 で示した空領域の特徴から、2.3 節同様に L^* 値と b^* 値を用いた閾値処理によって空領域を検出する。

2.4.2 植生領域

斜面崩壊は山間部などの画像中に植生を多く含む場所で発生する。よって、表 2 で示した植生領域の特徴から、 a^* 値を用いた閾値処理によって植生領域を検出する。

2.4.3 瓦礫領域

瓦礫領域は災害領域と色相が類似しており本研究の災害領域検出手法では誤検出を起こしやすい。よって、瓦礫領域が多量のエッジを含むという特徴から 2.3 節と同様にエッジ抽出率を算出し、抽出率が高い領域を瓦礫領域とする。

2.4.4 建物領域

建物領域は災害領域と色相が類似していることが多く誤検出を起こしやすいため除去する。建物領域の屋根や壁は均一度が高いため表面粒径サイズが

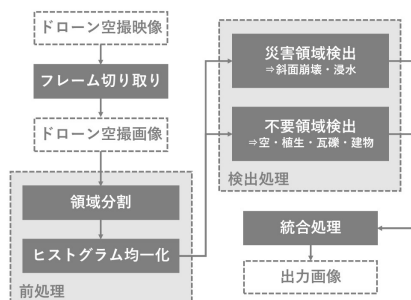


図1 提案手法概要図

表1 各災害領域の特徴

領域名	色相	彩度	輝度	均一度
斜面崩壊	赤	高	低	－
浸水	赤	低	高	高

表2 各不要領域の特徴

領域名	色相	彩度	輝度	均一度
空	青	－	高	－
植生	緑	－	－	－
瓦礫	－	－	－	低
建物	－	－	－	高

大きいほど高い値を示す GSI(Grain Size Index) を領域単位で算出し、GSI が閾値より低い画素の多い領域を建物領域とする。また、R、G、B を RGB 表色系の各値として GSI の算出式を式 1 に示す。

$$GSI = \frac{R - B}{R + B + G}$$

(1)

3 実験

3.1 実験結果

本実験では平成 29 年 7 月九州北部豪雨のドローン空撮映像 [4] を用いた。表 3 に空撮映像の詳細を示す。また、図 2-図 7 に入力画像と各処理の出力画像を示す。

3.2 精度評価

目視判読によって手動で作成した斜面崩壊・浸水領域の正解画像をもとに、画素単位で判定を行った結果から適合率、再現率、F 値をそれぞれ算出した。適合率は検出画素全体における正解画素の割合、再現率は正解画素全体における正解画素の割合、F 値は適合率と再現率の調和平均である。作成した正解画像と精度評価結果を図 8 と表 4 に示す。

4 まとめ・今後の予定

本実験ではドローン空撮映像から斜面崩壊・浸水領域を検出する手法を提案した。現状の問題点として斜面崩壊・浸水領域同士の誤検出が発生する点が挙げられる。また、浸水領域に関し、既存の河川と災害によって水没した浸水箇所の判別は未実装である。これらの問題への対処として、新たな指標によって領域の判別精度を高めることや、位置合わせの際にずれが生じないように地図データを用いて河川領域を除去することが挙げられる。今後はこれらの誤検出改善・実装を進め、システムの精度向上を目指す。

5 参考文献

参考文献

[1] 中村孝之. 無人航空機 (UAV) を活用した国土地理院の災害対応. 国土地理院, 2017.

[2] 中山駿, 佐治斉. 空撮画像を用いた土砂検出. 静岡大学, 2019.

[3] 雨宮輝明, 佐治斉. 浸水時における道路領域解析. 静岡大学, 2017.

[4] 国土交通省国土地理院. 平成 29 年 7 月九州北部豪雨に関する情報. https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H29hukuoka_ooita-heavyrain.html.

表3 実験データ

災害名称	平成 29 年 7 月九州北部豪雨
撮影箇所	福岡県朝倉市赤谷川
撮影日時	平成 29 年 7 月 7 日 15 時 30 分
解像度	1920 × 1080 pixel
提供	国土地理院



図2 入力画像



図3 領域分割



図4 ヒストグラム均一化



図5 災害領域検出 (赤: 斜面崩壊, 黄: 浸水)



図6 不要領域検出 (青: 空, 緑: 植生, 橙: 瓦礫, 紫: 建物)



図7 出力画像 (赤: 斜面崩壊, 黄: 浸水)



図8 正解画像 (赤: 斜面崩壊, 黄: 浸水)

表4 精度評価

実験	再現率	適合率	F 値
斜面崩壊領域	0.953	0.596	0.733
浸水領域	0.848	0.987	0.912