

UAV に搭載した赤外線カメラから得られる画像データを用いた 地震災害直後の建物被害把握

金沢大学大学院 学生会員 ○松岡 佑樹
金沢大学 正会員 藤生 慎
金沢大学 フェロー 高山 純一
金沢大学 正会員 中山晶一朗
SkyLink Japan 非会員 須田 信也
株式会社ミクスメディア 非会員 坂口 博紀

1. 背景・目的

2016 年 4 月 14 日に前震，同年同月 16 日に本震を観測した平成 28 年熊本地震が発生した．この地震の特徴は余震が多く発生し，約 2 週間で 1000 回を突破した¹⁾．前震及び本震の震度 7 により，被災地では建物の倒壊や道路閉塞が数多く発生し，被災者の避難や被災地での生活に不安を与えた．また度重なる余震により，倒壊寸前であった建物が倒壊し被災者が下敷きになったことや，屋根からずれていた瓦が落下してくるという事例が発生した．さらに，余震は地震後に実施される建物の被害を判定する応急危険度判定や建物被害認定を行う調査員にも影響を与えたことが予想される．このように多くの人が余震により被害を受けた．この状況から災害発生後の危険箇所を迅速に把握することが急務であると考ええる．

そこで，本研究では，大規模地震災害発生直後に被災地内の建物の被害状況を UAV(無人航空機)に搭載した赤外線カメラを用いて上空から撮影し，撮影した映像をコンピュータによる画像分析により建物の被害状況を自動把握することを目的とする．本稿では，建物の屋根被害箇所と無被害箇所の判別について論じる．

2. 使用データ

本研究では，平成 28 年熊本地震で被災した熊本県益城町宮園地区を調査対象地域とした．益城町は，平成 28 年熊本地震での最大震度 7 を観測した地域で，熊本県内で最も被害を受けた地域であるため，建物被害が顕著に表れている地域である．ゆえに，建物被害データを益城町の建物から得ることとした．建物被害データは，2016 年 4 月 30 日午前 11 時頃に撮影を行った．天候は晴れであった．赤外線カメラを搭載した UAV を，電柱・電線等の障害物に干渉せず，建

物の画質が荒くならない高さである約 50m まで上昇させ，益城町宮園地区の被災建物を真上から撮影した．赤外線カメラでの撮影後可視光カメラでも同じ条件で撮影を行った．益城町宮園地区では瓦屋根の建物が多く見られた．ゆえに，赤外線カメラの映像と可視光カメラの映像で被害状況が比較しやすく，かつ瓦屋根である建物 5 棟を本研究の実験対象として抽出し赤外線画像を分析に用いた．

本研究では，赤外線画像を用いて建物の屋根被害箇所を色によって判別する．可視光画像ではなく赤外線画像を用いる理由は，可視光画像では色の情報量が多すぎるため，コンピュータによる画像分析により被害箇所を判別することは難しいが，赤外線カメラの映像では，屋根被害箇所の情報を温度情報に変換しているため情報量が保持されており，コンピュータによる画像分析による自動判別が可能である．

3. 基礎分析

赤外線画像を用いて画像分析を始める前に，建物の屋根被害箇所は赤外線カメラではどの様に撮影されているかを可視光カメラの映像と比較・検証を行った(図-1)．伝統的な日本家屋のような屋根に瓦が使われている建物は，地震動により瓦のずれや瓦が滑り落ちている箇所があり，屋根の下地(木や土)が露出している．屋根被害箇所(屋根の下地が露出している部分)は瓦よりも熱を保持しておらず，屋根被害がない箇所よりも低い温度を表す赤で表示された．無被害箇所は瓦が熱を持つため赤外線画像には温度が高いことを表す白で表示され一様な温度を示す．

キーワード UAV, 赤外線カメラ, 建物被害把握

連絡先 〒920-1192 石川県金沢市角間町金沢大学理工研究域環境デザイン学系自然科学 2 号館 7 階 2C712

T E L 076-234-4914

4. RGB 値を用いた被災建物の屋根被害箇所と無被害箇所の判別

本研究では、赤外線画像を用いて建物の屋根被害箇所を色によって判別する。赤外線画像から被災建物の屋根被害箇所を色の特徴により検出が可能であることは、松岡らの研究²⁾からわかる。

本稿では、Microsoft Azure を用いて入力された被災建物の赤外線画像の 1 ピクセルの RGB 値が屋根被害箇所の RGB 値か無被害箇所の RGB 値か判別するモデルを作成し、判別モデルの精度を検証した結果を示す。

まず、モデル作成の学習用データとして被災建物の屋根被害箇所の RGB データと無被害箇所の RGB 値データそれぞれ 2500 ピクセルずつ、合計 5000 ピクセルの RGB データを用意した。学習用データには解答が必要であるため、B のデータの隣に answer として屋根被害箇所の RGB データであれば 1 を、無被害箇所の RGB データであれば 0 を入力した。次に、判別用データとして屋根被害箇所の RGB 値データ、無被害箇所の RGB 値データそれぞれ 40 ピクセルずつ、計 80 ピクセルの RGB データを用意した。

次に、入力された RGB 値が屋根被害箇所の RGB 値か無被害箇所の RGB 値か判別するモデルを作成するワークフローを図-2 に示す。[Linear Regression] がモデル作成に用いる分析方法、[Train Model] が学習用データと分析方法から作成された判別モデル、[Score Model] が作成されたモデルを用いて判別用データを屋根被害箇所か無被害箇所かを判別した結果を出力するモデルを表す。表-1 に判別結果の一部を示す。今回作成したモデルは、Score Labels が 0.5 以上のとき屋根被害箇所の RGB 値、0.5 未満のとき無被害箇所の RGB 値として判別されたことを表す。

表-1 から、屋根被害箇所・無被害箇所の RGB 値を屋根被害箇所は 0.5 以上、無被害箇所は 0.5 未満と正確に判別されている。今回の分析では、判別精度は 100%であった。

5. まとめと今後の課題

平成 28 年熊本地震で被害を受けた熊本県益城町において、UAV に赤外線カメラを搭載し被災建物の撮影を行った。得られた被災建物の赤外線画像から色の特徴により屋根被害箇所と無被害箇所の判別を行うためにそれぞれの箇所の RGB 値を判別するモデ

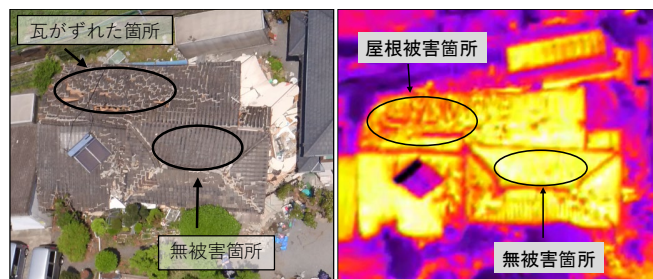


図-1 被災建物の可視光画像(左)と赤外線画像(右)

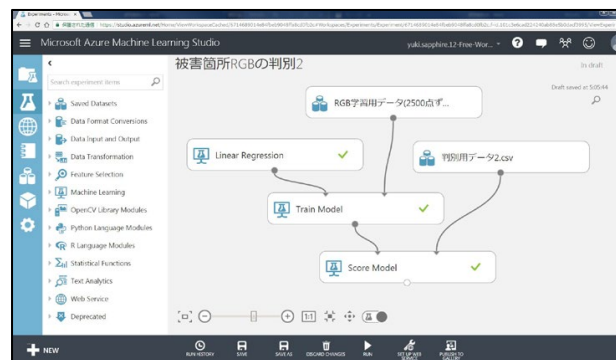


図-2 モデル作成のワークフロー

表-1 判別結果(左:屋根被害箇所 RGB データ, 右: 無被害箇所 RGB データ)

R	G	B	Score Labels	R	G	B	Score Labels
249	18	96	0.998	255	255	53	0.334
244	13	93	1.012	255	255	53	0.334
242	10	95	1.012	255	255	53	0.334
243	10	99	1.003	255	255	65	0.301
246	11	102	0.999	255	255	65	0.301
246	11	103	0.996	255	255	65	0.301
247	11	103	0.998	255	255	65	0.301
248	11	103	1.000	255	255	65	0.301
251	14	101	1.003	255	255	77	0.269
252	16	95	1.014	255	255	77	0.269
255	26	77	1.036	255	255	77	0.269
255	29	74	1.034	255	255	147	0.079
255	30	74	1.031	255	255	148	0.077
255	30	74	1.031	255	255	148	0.077
255	31	73	1.030	255	255	148	0.077
255	35	64	1.041	255	255	148	0.077
255	41	49	1.062	255	255	147	0.079
255	46	32	1.091	255	255	147	0.079
254	48	19	1.118	255	255	147	0.079
250	47	18	1.115	255	255	148	0.077

ルを Microsoft Azure を用いて作成し、実際に判別を行った結果判別精度は 100%であった。今後は、1 ピクセルごとの RGB 値で判別するのではなく、被災建物 1 棟ごとの画像で判別を行うことを目指す。

参考文献

- 1) 気象庁 HP : http://www.jma.go.jp/jp/quake/quake_local_index.html
- 2) 松岡ら：赤外線カメラを用いた地震発生直後の建物被害自動検出に関する基礎的研究，第 36 回地震工学研究発表会論文概要集(CD-ROM)