

熱赤外面像を用いた地震被害把握を模擬した試み

A simulation attempt to grasp earthquake damages using thermal infrared images

○花田大輝¹・山崎文雄²

Daiki Hanada and Fumio Yamazaki

Abstract : Aerial remote sensing has been used to grasp damages in disasters. But it is difficult to use optical images in the nighttime. On the other hand, thermal infrared sensors can be used even in the nighttime. In this study, extraction of debris is carried out using a thermal infrared image, which simulates a damaged roadway. As prior information, GIS data of the road is assumed. As posterior information, the temperature gradient extracted from a thermal infrared image is introduced. The degree of heterogeneity in the temperature gradient was calculated to estimate the model road damage. As a result, a debris area could be extracted to some extent based on the edge distribution of temperature.

Keywords : thermal infrared image, temperature gradient, GIS, roadway damage.

1. はじめに

日本は世界の中でも、最も地震発生頻度が高い国の1つである。地震調査研究推進本部によると、首都圏で今後30年以内にM7.0クラスの地震が発生する確率は約70%といわれている¹⁾。地震被害の早期把握は、迅速な災害対応をとるために極めて重要である。日本では、早期被害把握に航空リモートセンシングが多く用いられており、地上からのアクセスが困難な地域や被害が広域にわたる場合に力を発揮している²⁾。しかし、空撮で得られる映像・画像は可視域や近赤外域の光を利用しているため、太陽光のない夜間においては撮影が困難である。そのため、夜間には「空白の時間」が生じてしまう。一方、熱放射を観測する熱赤外センサは太陽光に依存しないため、空白の時間をなくすことができる。

従来、地震被害を把握できるほど高解像度の熱赤外面像は少なかったため、地震被害把握に使われる例はほとんど無かった。そこで本研究では、まず小型熱赤外カメラを用いて、瓦礫など地震被害を想定した簡単な建物や模型などの熱赤外面像を撮影した。同時に光学画像も撮影し、これらを比較することで熱赤外面像の有用性について検討する。地震前後の変化を見るために、事前情報としてGIS建物・道路輪郭データの利用を想定し、事後情報には熱赤外面像から抽出したエッジを利用する。前後情報を比較することで瓦礫抽出を試み、建物や道路の早期把握被害を行うための基礎的研究を行う。

2. 研究手法

2.1 熱赤外面像の有用性の検討

熱赤外面像の有用性を検討するために、小型熱赤外カメラ(NEC製TH7102WXサーモレーサ)を用いて建物や道路、建物に見立てた模型、人、動物など様々なものを撮影した。例として、Fig. 1の事例を挙げる。Fig. 1(a)は、レンガ歩道を5階建ての建物

から撮影した光学画像であり、それに対応する熱赤外面像がFig. 1(b)である。レンガ歩道を対向二車線の高速道路と見なし、上空300mから撮影したものを想定した。また、レンガがばらばらになっている部分を崩壊した道路と仮定した。Fig. 2(a)は、木の板に土を被せて撮影した光学画像であり、それに対応する熱赤外面像がFig. 2(b)である。これは、土砂崩れによって塞がれた対向一車線の道路を、上空300mから撮影したものを想定した。光学画像と熱赤外面像を同時に撮影し比較することで、熱赤外面像から対象物の輪郭を判断できるかを検討した。

2.2 二時期の情報を用いた瓦礫・被害把握

二時期の情報から瓦礫等の被害を抽出するための方法として、前後の画像からそれぞれエッジを抽出し、重ね合わせる方法などがある。しかし、実際の空撮画像では撮影する高度や向き、傾きの違いにより建物の倒れ込みが生じてしまう。また、画像に表示される色の違いなどによってもエッジの抽出結果が左右されるため、エッジの重ね合わせによ

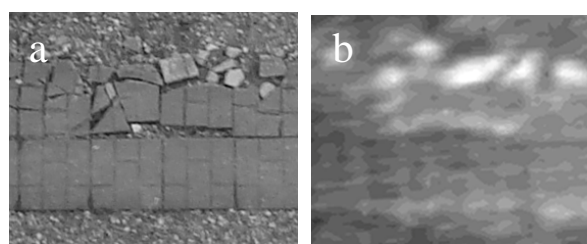


Fig. 1 (a) A photograph of brick walkway, and (b) a thermal infrared image of (a).

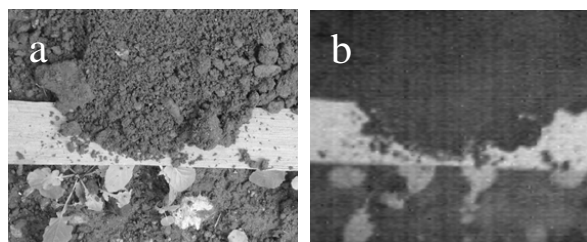


Fig. 2 (a) A photograph of a simulated landslide, and (b) a thermal infrared image of (a).

¹学生会員 千葉大学 大学院工学研究科 建築・都市科学専攻

²正会員 千葉大学 大学院工学研究科 建築・都市科学専攻

(所在地 〒101-0052 千葉県千葉市稲毛区弥生町1-33)

(連絡先 Tel: 043-290-3557 E-mail: d.hanada@chiba-u.jp)

り被害を把握することは極めて難しい。そこで本研究では、事前情報として GIS 建物・道路輪郭データの利用を想定し、対象物の輪郭が分かっているという前提のもとで被害判読を行う。事後情報には熱赤外面像から抽出したエッジを利用した。GIS 輪郭データ内における、エッジによる温度勾配の不均一性に着目して被害を抽出した。エッジ抽出を行うにあたり、まずサーモレーサのレポートソフト (TH71-703) を用いて温度情報を CSV 形式で書き出し、3次元グラフ描画ソフト (Graph-R, フリーソフト) を用いて、温度の表示範囲を変更した熱赤外面像を作成した。表示範囲は、もとの熱赤外面像における温度のヒストグラムから判断し、対象物を含んだヒストグラムの値が大きい箇所の下限值と上限値により設定した。表示色は黒から白のグラデーション表示とした。次に、画像解析ソフト (ENVI) により Sobel フィルタを適用してエッジ抽出を行った。画像の編集には Photoshop を用いた。

3. 検討結果

2.1 において、熱赤外面像の有用性の検討を行ったその結果、比較的是っきりともとの輪郭を確認することができた。また、材質が同じで連続しているものは基本的に同じ温度であることを確認した。

2.2 において、瓦礫の把握を行うにあたり、Fig. 1(b)、Fig. 2(b)におけるもとの熱赤外面像の温度ヒストグラム (Fig. 3.) から、下限値と上限値をそれぞれ 22-24°C、19-21°C に再設定した熱赤外面像を作成した。それぞれの熱赤外面像から抽出したエッジを、黒から白のグラデーションで表現し、道路輪郭と比較したものを Fig. 4 に示す。

Fig. 4(a)における道路輪郭内下部の整ったレンガの列を見ると、比較的同じ温度勾配で連続していることが分かる。同一の材質であれば大きな温度変化はないため、この箇所は被害を受けていないと言うことができる。一方、道路輪郭内上部の、レンガがばらばらになっている箇所では温度勾配が大きくなっている箇所があり、被害を受けている、ということができる。Fig. 4(b)に関しても Fig. 4(a)とほぼ同様のことが言える。いずれの画像もどの程度被害を受けているか、ということまで判断することはできないが、地震被害を早期に把握するという点に関しては十分であるといえる。また、撮影高度の違いにより両画像とも解像度が異なるが、今回の場合は解像度の低いレンガ歩道の事例においても比較的精度よく瓦礫を把握することができた。今後、どの程度の解像度まで許容できるか検証していく必要がある。

今回対象物として取り扱ったレンガや木の板は小さく、地面の上にあるため周囲の温度の影響を受けやすい。実際の構造物は大きいいため周囲の温度にそれほど影響されず、材質による温度差が大きく現れ

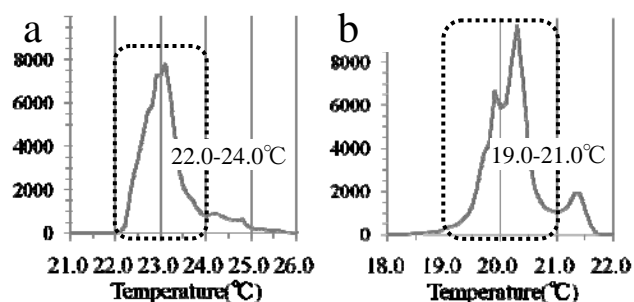


Fig. 3 Histogram of temperature shown in Fig. 1(b) and Fig. 2 (b).

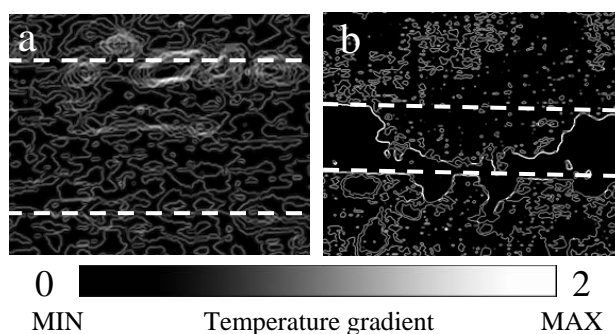


Fig. 4 (a) Temperature gradient and walkway's outline, and (b) temperature gradient and road's outline.

ると考えられる。そのため、同一の方法で比較的精度良く被害を判定できると予想されるが、日当たりや天候、季節など様々な要因が重なってくるため、これらの条件の変化による材質の温度変化について検討し、この方法に組み込んでいく必要がある。

4. まとめ

本研究では、小型熱赤外カメラにより撮影した簡単な建物や模型の画像から、擬似的な瓦礫を把握することを試みた。二時期の情報による被害把握を試み、事前情報として GIS 輪郭データの利用を想定し、事後情報として熱赤外面像から抽出したエッジを用いた。GIS 輪郭データ内での温度勾配の不均一性に着目することで被害抽出を試みた。その結果、崩壊箇所がどの程度崩壊しているかということまでは判断できないものの、概ね良好な瓦礫抽出結果を得ることができ、地震被害早期把握の可能性を示した。

今後は、事前情報として実際の GIS 輪郭データを用いて、実際の空撮熱赤外面像においても適用できるか検証を行いたい。さらに、日当たりや天候、季節など様々な要因を考慮して精度向上を図り、定量的に判断できる方法を構築したいと考えている。

【参考文献】

- 1) 地震調査研究推進本部, 地震に関する評価, 長期評価: http://www.jishin.go.jp/main/p_hyoka02.htm
- 2) 鈴木大輔, 丸山喜久, 山崎文雄: デジタル航空画像を用いた新潟県中越沖地震の建物被害抽出, 日本地震工学会論文集, Vol. 10, No. 3, pp. 33-45, 2010.5