

倒壊家屋検出のための航空レーザ測量データ分析法

國武 千人[†] 岩切 宗利[†] 榊原 庸貴[‡] 望月 貫一郎[‡]

[†]防衛大学校情報工学科 [‡]株式会社パスコ パスコ総合研究所

1 まえがき

平成 28 年に発生した熊本地震（以下、「熊本地震」）では大規模な家屋被災が多数発生した。災害対処活動のための情報分析は、目視判読に依存し、膨大な時間を要している。倒壊家屋の自動検出の手法として、航空機が取得した発災前後の表層情報の差分を用いた倒壊家屋の判定法は有用である [1, 2]。これは、空撮画像から得た数値表層モデル (DSM) の差分を用いて倒壊家屋を判定する手法（以下、「DSM 差分法」）[1] であるが、航空レーザ測量データは、空撮画像から得られる数値表層モデルに比べより高い精度の数値表層情報を含んでいるため、これを用いることで正確性を向上できると考えられる。

本報告では、航空レーザ測量データから迅速かつ正確に被災家屋を自動検出する情報処理手法を提案し、その性能を評価した結果について示す。

2 提案手法

本提案手法は、地震により倒壊した家屋の特徴として地表高の変化が伴うことに着目し、以下の手順で発災前後の建物の地表高変化を求めるものである。

まず、発災前後の航空レーザ測量データ DSM (オリジナルデータ) から数値標高モデル DEM (グランドデータ) を作成する。それらの差分から地表面に存在する地物 (建物など) の地表高モデルを作成する。得られた発災前後の標高モデルに関して建物区画内情報を集計し、各建物ごとの地表高モデル BEM (Building Elevation Model) を求める。そうして得た発災前後の建物の地表高の差分を取り、発災前後の建物ごとの地表高の統計的な変化量を求める。最後に、この値を評価して倒壊家屋を検出する。

この処理手法により、測量時の誤差や測量データの位置情報のずれなどに対してロバストに発災前後の変化を数値評価可能になる。

An Airborne Laser Survey Data Analysis Method to Detect The Collapsed Structures.

Yukihito KUNITAKE[†], Munetoshi IWAKIRI[†], Tsuneki SAKAKIBARA[‡], Kan-ichiro MOCHIZUKI[‡]

[†]Department of Computer Science, National Defense Academy of Japan

[‡]PASCO Research Institute, PASCO CORPORATION

表 1: 家屋被害区分

被害区分	閾値 [m]
被害なし	-10.0 ~ 0.0
被害小	0.0 ~ 0.5
被害中	0.5 ~ 1.05
被害大	1.05 ~ 10.0

3 実験

提案手法の性能を評価するため、空撮画像を用いた DSM 差分法 [1]、目視判読、現地調査による検出結果 [5] それぞれとの比較を行った。

本実験では、まず国土地理院が提供している発災前 (平成 21 年) 及び発災後 (平成 28 年) に得られた航空レーザ測量データ [3] から線形補完法を用いて欠損箇所を埋めた DSM 及び DEM を作成した。その後、DSM と同地域の DEM との差分から BEM を求めた。発災前後の変化量を評価するために 1×1 [m] 区画内の中央値の差分を求めた。この差分値が特定の閾値以上となった区画面積の割合が 50% 以上の家屋を抽出した。差分値は、発災前の BEM と発災後の BEM の差を算出し、その被害判定は表 1 の 4 区分とした。各閾値は、建築基準法施行令で家屋の居室高が 2.1m であることを参考に決定した。目視判読も発災後の航空写真から確認できる家屋の倒壊状況から被害区分を同様に 4 段階で評価した。

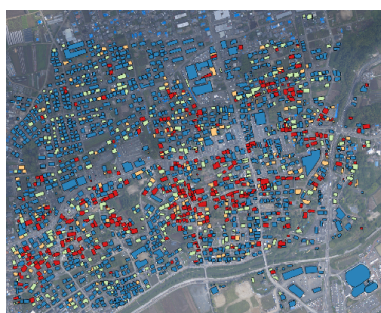
図 1 に示した 2206 軒の範囲に関して、目視判読で被害大と判定された家屋は 985 軒、航空レーザ測量データによる DSM 差分法での被害大と判定された家屋は 354 軒、空撮画像による DSM 差分法での被害大と判定された家屋は 676 軒であった。空撮画像による DSM 差分法 [1] での被害大と判定された家屋 676 軒の内、目視判読でも倒壊家屋と判定された家屋は 512 軒で、被害大判定の正答率は 75% であった。

また、航空レーザ測量データによる DSM 差分法で被害大と判断された家屋 483 軒の内、目視判読でも倒壊家屋と判定された家屋は 421 軒、被害大判定の正答率は 91% であり、目視判読とほぼ同等の判定結果になった。

目視判読では被害大、航空レーザ測量データによる



(a) 目視判読



(b) 提案手法

図 1: 目視判読結果との比較

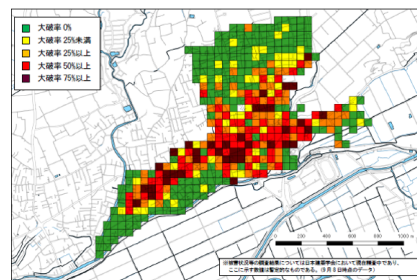
DSM 差分法では被害なしと判定された家屋の大半は、表層情報に変化の少ない被害家屋であった。目視判読では被害なし、航空レーザ測量データによる DSM 差分法では被害大と判定されたものは、DSM 作成時の線形補間に失敗した家屋であった。

次に国土技術政策総合研究所が熊本地震発災後に行った現地調査の結果 [5] との比較を行った。提案手法の結果を国土地理院提供の建物区画 [4] 内で集計して各家屋の倒壊状況を評価した。その後、現地調査と同じ 57×57 [m] 区画内で被害大と判定された家屋の割合を可視化した。

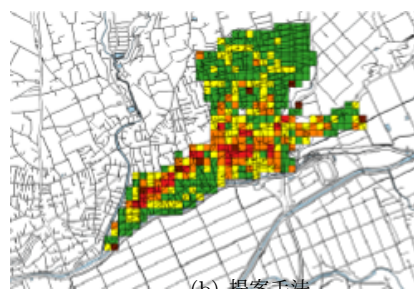
図 2 は、調査対象地域の提案手法による判定結果と調査結果 [5] を重ねた結果である。この結果から、DSM 差分法で被害大と判定された家屋が密集している地域と現地調査で区画内の大部分の家屋が倒壊している地域が概ね一致した。現地調査は、5日間かけて行われたものであるが、提案手法は、数分程度で処理を完了できた。レーザ測量実施に必要な時間を考慮しても、発災直後に被災状況を把握できる本手法は有事即応の観点から有用と考えられる。

4 むすび

本報告では、航空レーザ測量データから迅速かつ正確に被災家屋を自動検出する情報処理手法を提案し、その性能を評価した結果について示した。熊本地震前後のレーザ測量データを用いて被災家屋を自動検出



(a) 現地調査結果 [5]



(b) 提案手法

図 2: 現地調査結果との比較

した結果、目視判読よりも迅速に被災状況の分布を把握できることが分かった。

謝辞

本研究では、株式会社パスコより空撮画像、数値表層モデル、被災家屋の目視判読結果の提供を受けました。また、国土交通省国土地理院より航空レーザ測量データ及び基盤地図情報の提供を受けました。この場を借りて深く御礼申し上げます。

参考文献

- [1] 國武 千人, 溝田 平, 岩切 宗利, 榊原 庸貴, 望月 貫一郎: 熊本地震による被害家屋検出のための空撮画像処理手法, 第 16 回情報科学フォーラム講演論文集, 第 4 部冊, pp.333-334 (2017) .
- [2] 内山 庄一郎, 井上 公, 鈴木 比奈子: SfM を用いた三次元モデルの生成と災害調査への活用可能性に関する研究, 防災科学技術研究所報告, 第 81 号, pp.37-60 (2014) .
- [3] 国土交通省国土地理院: 航空レーザ測量データ, 国土地理院技術資料 (2017) .
- [4] 国土交通省国土地理院: 基盤地図情報, 基盤地図情報ダウンロードサービス (オンライン), 入手先<<https://fgd.gsi.go.jp/download/>> (参照:2017-12-4) .
- [5] 国土技術政策総合研究所: 平成 28 年熊本地震建築物被害調査報告書 (速報), 国土技術政策総合研究所資料, 第 929 号 (2016) .