

高精度位置・角度情報を用いた被害写真と被災建物の自動統合 Automated integration between damaged buildings and their pictures by use of high-precision location and angles information

○中嶋唯貴・富永佳吾・友清 衣利子・西嶋一欽

○Tadayoshi NAKASHIMA・Keigo TOMINAGA・Eriko TOMOKIYO・Kazuyoshi NISHIJIMA

A number of photos are collected after disaster; however, those photos are typically not well organized. A system that automatically organizes such photos in association with respective buildings, and further detects damage degree and location on the buildings will be useful. This study aims to develop such a system by combining camera, RTK-GNSS module and other sensors. For this purpose, an algorithm that identifies the building(s) shot in given photos with information available from the abovementioned devices is developed. In an example case, it was found that use of information on high-precision location and bearing to identify buildings in the photos results in the success rate of 71.8%.

1. はじめに

被害調査は災害研究において重要である。特に、近年は被害情報の迅速把握が重要な課題となってきたとともに、情報収集の手段も多岐にわたる。発災時には、衛星画像、航空写真、ドローン画像、地上撮影画像など多くの災害情報を含んだ画像データが多く、調査グループによって収集される。これらの被害画像データを管理するべく、柴山ら¹⁾は情報管理システムを構築しているが、入力部の多くが手入力である。多岐にわたる画像データがどの地域のどの建物を撮影したものであるかを一元的に管理できるシステムは存在しない。現状、各自の調査や各種機関から提供されるデータは利用者が手作業で整理している。このため、被災地域全体の状況の把握や詳細に分析したい地域の画像情報を特定し利用するためには多大なる労力が必要になる。また、同様の整理作業を研究者グループ単位で実施しており非効率でもある。従って、収集された画像データがどの場所で撮影されたものであるという情報はもとより、写真に写っている建物がどの建物であるかを自動的に特定することができれば、画像データの整理に要する時間が格段に短縮される。

そこで、本研究では、(1) RTK 測位で得られる高精度な位置情報と姿勢センサにより得られる写真撮影時のカメラの姿勢情報を用いることで撮影範囲を特定し、(2) GIS 上で構築された3次元建物ポリゴンデータと重ね合わせることで、写真に写っている建物を自動的に特定する手法を構築

する。特に本稿では、(1)のハードウェアの構成と手順および(2)の被写建物特定に関するアルゴリズムならびにそれらを用いて行った模擬調査の結果について報告する。なお、本システムで必要になる3次元建物ポリゴンデータの作成方法については、竹内ら(2022)²⁾を参照されたい。

2. ハードウェアの構成と手順

本システムは、RTK 測位機器とタブレット PC 内蔵のカメラと加速度センサからなる。RTK 測位機器による時刻歴位置・方位情報から、撮影画像の Exif データの撮影時刻を基準に撮影位置・方位を決定する。加えて、同時刻の3軸加速度情報を位置情報に追加することで撮影姿勢の推定及び撮影範囲内建物の特定を行う。

3. 被写建物の自動特定アルゴリズム

3. 1 高精度位置・方位・姿勢の取得

位置と方位情報は RTK 測位で取得する。姿勢情報は、Z 軸周りの回転角をヨー角とし、方位として用いる。X 軸周りの回転角はロール角、Y 軸周りの回転角はピッチ角とし、後者の2つの角度はタブレット PC の加速度センサから推定した。

3. 2 撮影範囲内外判定

カメラの撮影範囲は、撮影素子の位置を頂点の一つとし、視野によって張られる(半無限)四角錐と仮定する(図1)。また、撮影範囲を透視投影する面を投影面と呼ぶことにする。撮影素子の位置から投影面の各頂点に伸ばしたベクトルについて、隣り合うベクトル同士がなすそれぞれ4つの外積(四角錐の側面に対して鉛直外向き)と、3D

建物ポリゴン内にランダムに配置した多数の点群（ここでは 100 点とする）に対し、撮影地点から各点に伸ばしたベクトルの内積がすべて負である場合、撮影範囲を表す四角錐の内側に建物が存在する、つまり当該建物が映っていると判断する。

3. 3 建物同士の重なり の考慮

撮影範囲内の建物について、それぞれの前後大小関係によっては他の建物と重なり映らない場合がある。投影面において、ある建物ポリゴンのすべての頂点がそれより撮影地点に近い建物のいずれかのポリゴンの凸包に内包されていた場合、そのポリゴンが表す建物は前方に建つ他の建物に隠されるため、その建物は映っていないと判断する。

4. 調査データを用いた実験

4. 1 館山市を対象とした模擬調査

千葉県館山市で 2021 年 11 月 23 日から 25 日にかけて撮影調査を行った。建物を対象として 259 枚の写真を撮影した。なお、RTK 測位のための基準局として、近隣の千葉県君津市にある「人見の基準局」³⁾ を利用した。

4. 2 使用デバイス・ソフトウェア

RTK 測位の移動局となるレシーバ (DG-PRO1RWS) にアクティブアンテナを装着する。次に、レシーバをタブレット PC に固定しモバイルバッテリー、ポケット型 WiFi に接続してデバイスを構築した。デバイスの外観を図 2 に示す。タブレット PC 内には、DG-PRO1RWS を制御する Drogger GPS、端末内部の加速度センサの測定値を記録する G-Sensor Pro をインストールした。

4. 3 被写建物の自動特定

竹内らが作成した建物ポリゴン情報²⁾と、上記の通り撮影した写真を用いて建物の自動特定を行った。図 3 は自動特定により撮影画像に含まれると判定された建物を GIS 上で色分けして表示したものである。撮影点を色付きの○、被写ポリゴンを同色で示している。

4. 4 精度の確認

調査で特定された建物の特定精度を検証する。

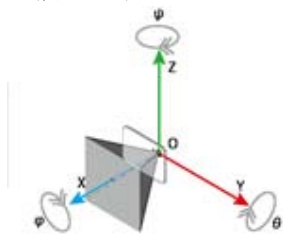


図 1 カメラの撮影範囲

図 2 使用デバイス



図 3 GIS 上での実行画面
(国土地理院地図の上に描画)

写真内の撮影対象建物が 3 のアルゴリズムにより GIS 上で自動特定された場合を成功と判断する。まず、撮影した写真 259 枚のうち、撮影地点から 30m 圏内に建物がない場合を除いた 227 枚を用いて、位置・方位・姿勢情報を用い特定精度を計算した。その結果、特定精度は 59.5% (135 枚) となった。しかし、加速度から推定された姿勢情報の精度が低いことが明らかになったため、ロール角とピッチ角をともに 0°とし、位置情報と方位情報だけを用いて特定精度の確認を行った。その結果、特定精度は 71.8% (163 枚) に改善した。

5. まとめ

撮影画像に含まれる建物の特定および建物の前後関係の判定アルゴリズムを構築し、撮影画像に映っている建物を特定できることを模擬調査で確認した。模擬調査における建物特定精度は 70%程度であった。また、姿勢情報の精度改善が必要であることも明らかになった。DG-PRO1RWS に搭載されている Digital Motion Processor の出力を用いることで精度向上が見込まれる。また、RTK 測位による撮影位置や方位情報の精度向上には、基準局を移動局の近くに設置するなどが考えられる。

本研究の一部は、京都大学防災研究所共同研究 (2021G-10) の成果である。また国土地理院の電子地図情報を利用した。ここに記して謝意を示す。

参考文献

- 1) 柴山 明寛, 遠藤 真, 滝澤 修, 細川 直史, 市居 嗣之, 久田 嘉章, 座間 信作, 村上 正浩, 地震災害時における情報収集支援システムの開発 (災害), 日本建築学会技術報告集, 2006, 12 巻, 23 号, p. 497-502, 2) 竹内崇, 友清衣利子, 高橋徹, 西嶋一欽, 被害調査および分析のためのドローン空撮写真に基づく建物輪郭抽出, 令和 3 年度京都大学防災研究所研究発表講演会梗概, 2022, C123.
- 3) 善意の基準局掲示板 <https://rtk.silentsystem.jp/> 閲覧日: 2021 年 11 月 25 日