

UAV と衛星画像を用いた災害対策車による災害把握システムの研究

阿部 佳樹† 神戸 英利‡

東京電機大学大学院理工学研究科†‡

1. はじめに

近年,我が国では様々な自然災害に関する国家的なリスクを抱えている.災害が起きた際には被害地の市区町村,都道府県知事,防衛大臣の順で自衛隊に要請を行う.しかし派遣要請を求めた市町村の 33.3%は,被害状況や支援内容の把握に時間がかかることから迅速な要求が行えていない.[1]災害の全体像を災害直後から把握することは困難であり,時間がかかっているのが現状である.そのため災害状況を素早く把握できるシステムが適切で効果的な災害対応につなげるために重要になってくる.

2. 研究目的

ドローン・衛星画像・災害対策車の組み合わせによる,災害直後から自動で災害状況の調査・把握を行うためのシステムの提案を目的とする.本研究ではドローンによって撮影された画像から 3D モデルを生成し,状況の変化を把握できるシステムの構築を目的とする.

3. 提案手法

本研究では生成された 2 時期の 3D モデルを同時に表示し状況の変化を把握できる Web アプリを構築する.2 つの 3D モデルの視点操作を同期,またモデルの向きを自動調整を行えるようにすることにより,変化の有った部分を個別に確認することで,迅速な災害時における地形変化確認を実現する.図 1 にシステムの概要図を示す.

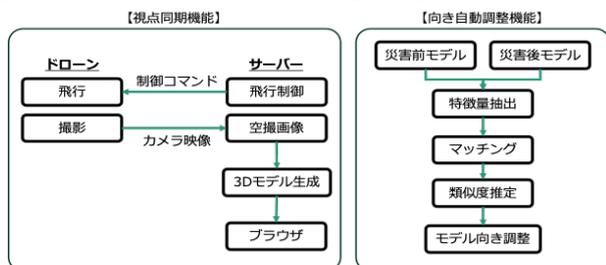


図 1 システム概要図

Research on disaster understanding system using UAV and satellite imagery with disaster response vehicles

†Kazuki Abe† Hidetoshi Kambe‡

Graduate School of Science and Engineering,

ドローンによる空撮画像から 3D モデルを生成する.視点同期機能は,生成した 2 時期の 3D モデルを左右並ぶように Web アプリケーション(災害前後比較システム)としてブラウザに表示させる.また視点操作を同期させることで同じ地点を比較しながら確認することができる.

向き自動調整機能はブラウザに表示される左右のモデルから特徴量を抽出し,マッチング,類似度を推定する.推定結果からブラウザ上のモデルの向きを自動で調整を行う.

4. 実験と評価

4.1 災害前後比較システム: 視点同期機能

4.1.1 実装システム概要

本研究では約 80g の非常に軽量のトイドローンである Tello による,飛行高度を約 5m で実施した.取得した画像から SfM(3D 形状復元技術)/MVS(多眼ステレオ技術)を Python で扱えるものとしたライブラリである PyODM による 3D モデルの生成を行った.3D モデル,災害前後比較システムに表示させた.災害前後比較システム: 視点同期機能は実際に 23 名の被験者に使用してもらい,アンケートにより評価を行った.

4.1.2 視点同期機能の実装

車が写っているモデル(災害前)と,そうでないモデル(災害後)を同時に表示,また二つのモデルの視点操作を同期できるシステムを構築した.以下図 2 に災害前後比較システムの画面を示す.



図 2 災害前後比較システムの画面

実装した視点同期機能により,左右どちらかの

モデルを移動, 回転, 縮小, 拡大を行なっても一方のモデルの視点も同期して動くことが確認できた。

4.1.3 被験者によるアンケート評価

アンケート内容は「①視点同期機能の操作性の評価」, 「②時期の3Dモデルの比較による変化箇所の認識の評価」, 「③災害状況把握の有効性評価」という3つの観点から, 本システムが直感的な災害把握として有効であるかを測るものとした。①, ③の観点は5段階評価で行い, 上位2項目が全体の80%以上であるとき目的を達したとみなす。②の観点は変化箇所として, 「車」, 「建物」を含む記述の割合が80%以上の場合, 目的を達したとみなす。表1に各項目の達成率を示す。

表1 各項目の達成率

①	②	③
95.7%	95.7%	89.15%

アンケート結果から全ての評価において80%以上を達し, 本システムが直感的な災害把握として有効であると評価できた。

4.2 災害前後比較システム：向き自動調整機能

4.2.1 実装システム概要

本研究では災害把握システムに表示されたそれぞれの画像を元に3Dモデルの向きの自動調整機能を可能にする。図3に向き自動調整機能の実装構成図を示す。

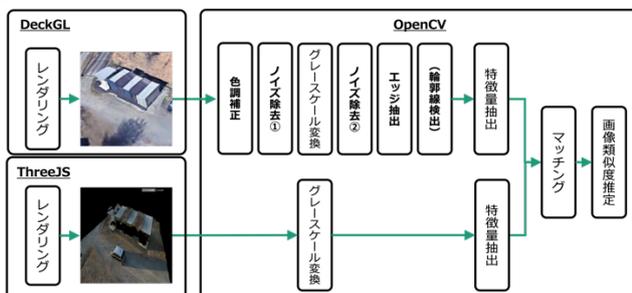


図3 向き自動調整機能：実装構成図

特徴量抽出アルゴリズムには, スケール, 向きの正規化を行うことで拡大縮小, 回転不要な特徴量を得ることが可能なAKAZEを使用する。また特徴量マッチングアルゴリズムには最も距離が小さい特徴点に対応する特徴点のマッチング結果として返されるシンプルなアルゴリズムであるBFMatcher (Brute-Force matcher, 総当たりマッチング)を使用する。

4.2.2 画像類似度推定精度評価

本研究では左右のモデルが同一の向き, 異なる向きの2パターンでの評価を行なった。また2枚の画像による特徴点距離を評価指標とした。表2に評価のための計算方法を示す。

表2 類似度評価の計算手法

評価手法
$(\text{最長距離} - \text{平均距離}) \div (\text{最長距離} - \text{最短距離})$

特徴点の平均的なマッチング距離と距離のバラつきを考慮した評価方法となっている。最長距離-平均距離”が大きいほど良いマッチング, “最長距離-最短距離”が小さいほど全てのマッチングがほぼ同じ距離であることを示す。表3に評価結果を示す。

表3 画像類似度評価結果

モデル向き	類似度
同一	58.67%
異なる	37.59%

画像類似度評価の結果からモデルの向きが同一の場合, 異なる場合で類似度に大きな差が生まれないことが確認された。

5. 考察

5.1 視点同期機能の有効性

被験者の回答から2時期の3Dモデルを比較した際に「車」, 「建物」という大きな変化に加え, 「日の差し方」, 「木陰の向き」, 「天候」という細かい変化にも気づくことができるということがわかった。2時期の3Dモデルの視点を同期して操作できることが, 同地点の差異を明確し細かい変化にも気づくことにつながったと考えられる。

5.2 向き自動調整機能：画像類似度推定

類似度の値に大きな差が生まれない原因として, 現状の類似度評価式ではマッチング距離の最大距離に大きく依存してしまうことが挙げられる。類似度評価に使用する特徴量に閾値を調整, また評価式を再構成する必要がある。

6. まとめと今後の課題

本研究では, 状況の変化を直感的に把握できるシステムの構築を目的として, 2時期の3Dモデルを比較できる災害把握システム：視点同期機能, 向き自動調整機能の実装, 評価, をおこなった。視点同期機能は二時期のモデルを比較する際に有効なシステムとして評価された。向き自動調整機能は画像類似度推定の精度を高めるため画像の処理方法, また他のアルゴリズムの使用を検討し, 後のモデルの向き自動調整へ繋げていきたい。

参考文献

[1] 総務省, “自衛隊の災害派遣に関する実態調査—自然災害への対応を中心として—結果報告書—,” 総務省行政評価局, 令和4年3月。