

航空オブリーク撮影データからの 3D モデル高速作成の課題とその利活用

藤原 紘子*・四俣 徹**・杉浦 健人***・石川 佳治****・
神林 飛志*****・埋金 進一*****・川口 章*****・佐藤 俊明*

Utilization of high-speed creation of 3D-model from Airborne Oblique Camera Images

Hiroko FUJIWARA*, Toru YOTSUMATA**, Kento SUGIURA***, Yoshiharu ISHIKAWA****, Takashi KAMBAYASHI*****, Shin-ichi UMEGANE*****, Akira KAWAGUCHI*****, Toshiaki SATOH*

Abstract: For the practical use of disaster situation information to the relief and recover after a large-scale disaster, user-friendly interface and easy to understand data-interpretation is strongly needed. The 3D model is good data to understand the situation of sediment disasters and collapsed houses. We are developing a system that can quickly generate 3D model from multiple directions pictures, and internet based simple viewer. In this paper, we present an overview of the implementation.

Keywords:3D (3D), 災害 (disaster), リモートセンシング (Remote sensing), 分散処理 (Distributed processing), コンピューティング (Computing)

1. はじめに

大規模災害発生後は、大きく初動段階、応急段階、復興・復旧段階へと対策が遷移していく。こうした段階的な対策の中で、可能な限り早い段階で広域かつ多彩な被災状況を収集し、情報を整理していくことは、その後の迅速な対策を講じていくために重要である。特に、広域災害等で被害規模に比して対応リソースが十分でない場合、人命救助等の一刻を争う活動に寄与するためには、広域の情報収集から加工～提供までの所要時間短縮が急務と考えられる。

災害の発生直後には、被災状況を正確かつ迅速に収集・把握することを目的に、国や自治体、企業等が「緊急撮影」を実施し、撮影データ等の提供を行っている。

しかし、人命救助の目安とされる 72 時間を広域災害で実施することを想定すると、現在の観測手法とデータ加工では十分でない状況がある。具体的な例として、2021 年 7 月熱海市土石流災害に関連する公開データセットの例を表 1、及び表 2 に示す。梅雨前線により 2021 年 7 月 2 日から静岡県・神奈川

県をはじめとした地域にもたらされた記録的な豪雨により同日午前3時に発生した熱海市伊豆山地区の土石流に関連するデータの一覧である。まず表1の計測日と機体に着目すると、ドローンによる計測が災害の発生当日から、航空機による計測が2～3日後から実施されており、初期は狭い範囲、次いで広い範囲のデータが入手できることが見て取れる。次に表2の計測日と公開日に着目すると、「標高変化の推移」のみが計測から公開までに3日を要しており、3次元データの加工に手間がかかることが推察される。

以上で示した例では、救助活動等が特に必要であった地域の広がりがある程度限られていたことから、ドローンによる観測が可能であり、3次元データの加工も実施できたと考えられる。しかし、仮に南海トラフ地震のように広域の災害であれば、現状の情報収集効率と処理速度では十分な対応ができない可能性がある。

そこで筆者らは、効率的に広域の3D情報を収集できる手段として航空オブリーク画像を、迅速な3

* 正会員 株式会社パスコ (PASCO Corporation)
〒153-0042 東京都目黒区青葉台 4-9-6 E-mail : hairra4801@pasco.co.jp

** 非会員 株式会社パスコ (PASCO Corporation)

*** 非会員 名古屋大学大学院 情報学研究科 (Nagoya University, Graduate School of Informatics)

**** 正会員 名古屋大学大学院 情報学研究科 (Nagoya University, Graduate School of Informatics)

***** 非会員 株式会社ノーチラス・テクノロジーズ (NAUTILUS Technologies, Inc.)

D モデル生成手段として SfM/MVS 処理の分散処理を、時々刻々と生成される 3D モデルを管理しつつ高速に 3D 差分を演算できる手段として新規開発の DB を、より直観的に理解でき使いやすいデータ提供方法として汎用インターネットブラウザによる 3D モデル閲覧を想定したシステムの研究開発を実施中である。

本発表では、3D モデル作成処理の高速化、3D モデル間の差分抽出の高速化、閲覧用 3D モデルの軽量化、3D モデル利活用方法の検討について概要を報告する。

2. 3Dモデル作成処理の高速化

3Dモデル作成処理については、筆者らの所属企業における平常時の業務フローを基に、処理を小さ

な単位に分割し、Hadoop 上で大規模な基幹バッチ処理を行うための Asakusa Framework の一部を応用した分散処理による高速化を実施した。処理の所要時間は撮影条件と対象面積、出力精度等に依存するが、この手法により、災害規模に応じて処理能力をスケールさせることが可能となった。

3. 3Dモデル間の差分抽出の高速化

3D モデル間の差分抽出は RDBMS に格納した 3DTIN 中の頂点に対して差分演算を行い、差分点群から成果としての差分 TIN を再生成する。図 1 に 3D モデルと差分 TIN を示す。

この処理の高速化は開発中のデータ処理基盤技術・データベースマネジメントシステム及び統合実行エンジンの処理能力による高速化を想定している。

表 1 2021 年 7 月熱海市土石流災害に関連するデータセットの例
(G 空間情報センターの WEB 掲載情報を基に筆者が作成。各データの個別の公開日は不明)

計測日	機体	センサ	フォーマット	内容(網掛けは加工データ)
7/3		(動画)	MOV	動画
		(動画)	GeoTIFF	動画から生成したオルソ画像
		(動画)	TIFF	動画から生成したオルソ画像
7/5-6	ドローン	レーザ	LAS	3D点群
		レーザ	LAS	グラウンドデータ(3D点群フィルタリング)
		レーザ	potree	WEB閲覧形式
7/6		レーザ	LAS	3D点群
		レーザ	TXT	3Dメッシュデータ
		レーザ	GeoTIFF	DSM・DEM画像
	航空機	レーザ	PNG	赤色立体地図
		レーザ	PNG	静岡県公開データとの差分
		レーザ	PNG	静岡県公開データを基にした表層差分
		光学	JPEG	斜め空中写真
7/10		レーザ	LAS	3D点群
		レーザ	TXT	0.5m間隔のグリッドデータ
		レーザ	DXF	等高線図データ
		光学	GeoTIFF	オルソ写真

表 2 令和 3 年(2021 年)7 月 1 日からの大雨に関する情報の例
(国土地理院の WEB 掲載情報を基に筆者が作成)

計測日	機体	センサ	内容(網掛けは加工データ)	公開方法	公開日
7/5	航空機	光学	斜め写真	地理院地図(電子国土WEB)	7/5もしくは7/6
7/6	ドローン	(動画)	(動画)	YouTube	7/6
		レーザ	標高データ 標高変化の推移(2009年・2019年・2021年)	(単体では地理院WEBでは非公開) PDF	- 7/9
	航空機	光学	垂直写真 正射画像 崩壊地等分布図及び土砂堆積範囲図	地理院地図(電子国土WEB) 地理院地図(電子国土WEB) PDF	7/6

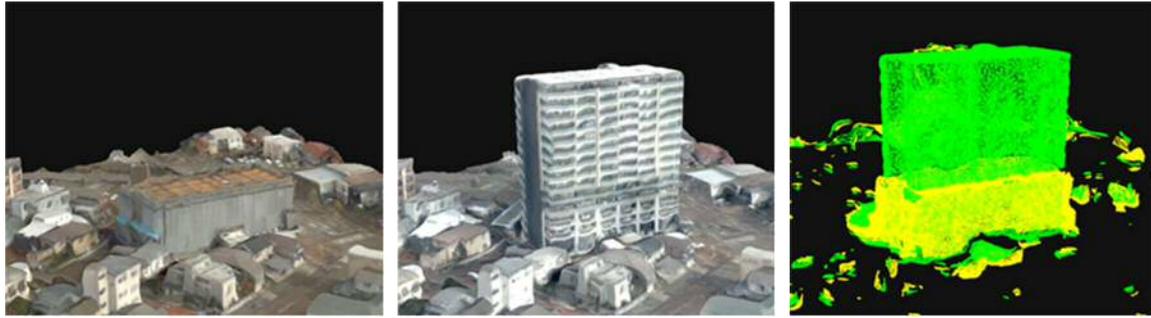


図1 2時点の3Dモデル（左：2018年，中：2019年）と差分TIN（右：差分（黄：減分，緑：増分））

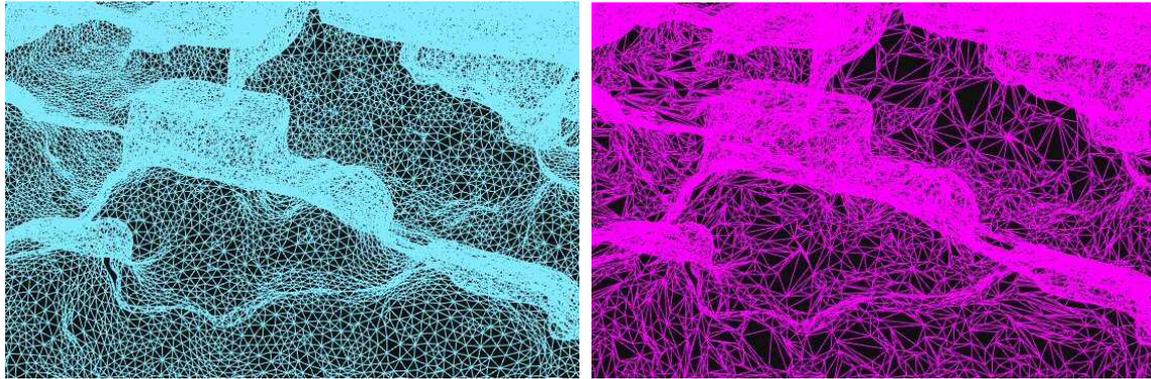


図2 軽量化処理前後の3Dモデルのワイヤー表示（左：処理前，右：処理後）

4. 閲覧用3Dモデルの軽量化,

閲覧用3Dモデルの軽量化については、3Dモデルの形状を損なわない程度に頂点を間引く処理を実施し、テスト環境における読込時間を約72%削減した。図2に軽量化処理前後の3Dモデルを示す。

5. 3Dモデル利活用方法の検討

3Dモデルの利活用については、災害経験のある自治体へのヒアリングを基に下記の項目を検討中である。

5.1 被害概要を直観的に理解できる閲覧システム

汎用インターネットブラウザで動作する3Dモデル閲覧システム（図3）を開発中である。

山間部の土砂災害等の場合、オルソ写真よりも動画や斜め写真の方が被害状況を直観的に理解しやすい傾向がある。一方でこれらのデータは視点が固定される点が欠点である。3Dモデルの閲覧であれば、直感的な理解しやすさと視点の自由度を同時に満足することができる。山間部の3Dモデルの表示イメージを図4に示す。

5.2 3Dデータから断面図作成・容積計算

3Dモデルを災害対応の実務に活かす具体的な機

能として、断面図作成や容積計算の機能を実装予定である。将来的に3Dモデルの精度を満たすことができれば、設計図書の簡素化用途（図5）にも活用できる可能性がある。

5.3 3Dデータから被害箇所を抽出、要約する機能

注目したい地域が決まっている場合の3Dモデル閲覧には5.1のシステムが便利だが、対象地域が広く被災箇所が特定されていない状況下では、差分演算やその他のGIS演算を用いて候補地の絞り込みが必要になる。図6は、市街地の3Dモデルから平坦な地形を抽出して表示したものである。この抽出データを2Dの地図等と重ね合わせ、道路に該当する領域が平坦であることを確認できれば、がれき等で閉塞していない道路が推測できる可能性がある。

6. おわりに

本研究は、研究開発中のデータ処理基盤技術の実用性・有用性の検証を目的としており、現段階では各検討項目で個別に成果を上げている状態である。今後は、データ処理基盤技術の開発進捗に応じて撮影から3Dモデル利活用まで一連のシステムとしての実装を進めるとともに3Dモデル品質の向上を進

め、既存のデータ処理基盤では不可能であった分析手法等の開発に取り組む予定である。

謝辞

本研究は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の委託業務 (JPNP16007) の結果得られたものです。

検討にあたっては長岡市の皆様にご協力をいただきました。また、システム開発とデータ加工にあたっては株式会社クラスコンピュータ様にご協力いただきました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

G 空間情報センター データセット (2021 年 8 月 29 日閲覧) https://www.geospatial.jp/gp_front/
国土地理院 令和 3 年 (2021 年) 7 月 1 日からの大雨に関する情報 (2021 年 8 月 29 日閲覧) https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/R3_0701_heavyrain.html

四俣徹・藤原紘子・杉浦健人・石川佳治・神林飛志・埋金進一・川口章・佐藤俊明 (2020) 航空機オブリークカメラ撮影データからの 3D TIN 高速作成. 第 29 回地理情報システム学会研究発表大会

四俣徹・藤原紘子・杉浦健人・石川佳治・神林飛志・埋金進一・川口章・鈴木守俊・佐藤俊明 (2021) 航空機オブリーク画像からの 3D モデル作成の分散並列処理による高速化. 日本写真測量学会 令和 3 年度秋季学術講演会

Asakusa Framework (2021 年 8 月 29 日閲覧) <https://www.asakusafw.com/>

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構「高効率・高速処理を可能とする AI チップ・次世代コンピューティングの技術開発」(中間評価) 事業原簿資料, 2-3-2

田中玲吏・杉浦健人・石川佳治 (2020) RDBMS による 3D TIN データベース実装手法. 情報処理学会第 82 回全国大会

国土交通省中部地方整備局「令和元年度大規模査定方針キャラバンの実施について【資料⑤】平成 30 年災における大規模災害査定方針の適用実績 (平成 30 年 7 月豪雨)」16p



図3 汎用ブラウザベースの閲覧システム (開発中)

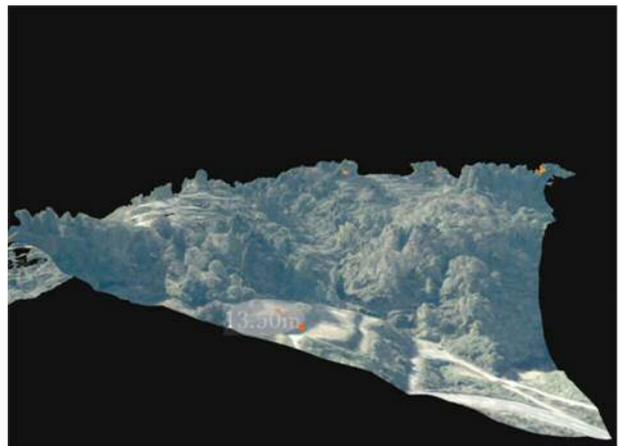


図4 山間部の 3D モデル表示イメージ

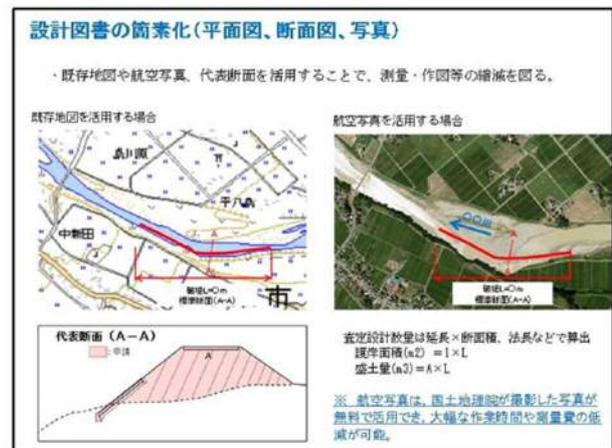


図5 設計図書の簡素化



図6 市街地の平坦部分の抽出