

自由視点画像生成技術 (NeRF) を用いた現地復元と解析について

片平 大暉*・立川 浩祥*・天羽 啓太*・星野 諒*

On-Site Reconstruction and Analysis Using Free-Viewpoint Image Generation Technology Based on Neural Radiance Fields (NeRF)

Daiki Katahira*, Hiroyoshi Tachikawa*, Keita Amo*, Ryo Hoshino*

* 大日本ダイヤコンサルタント株式会社 北海道支社 Dia Nippon Engineering Consultants Co.,Ltd.,
2-13-2 Kita10-jonishi Kita-ku,Sapporo-shi, Hokkaido 001-0010Japan. E-mail: katahira_daiki@dcne.co.jp,
tachikawa_hiroyoshi@dcne.co.jp, amo_keita@dcne.co.jp, hoshino_ryo@dcne.co.jp

キーワード: NeRF, SfM, 自由視点画像生成技術, 3次元モデル

Key words: NeRF, SfM, Free viewpoint image generation technology, 3D model

1. はじめに

近年, 3次元空間情報の取得と可視化技術は, 都市計画・防災・林業など多くの分野において重要性を増している。

従来は, レーザー計測器や UAV 搭載型 LiDAR などの高価な専用機材が必要であったが, 近年では, スマートフォンをはじめとした一般向け機器を活用した低コストな手法が注目されている。本稿では, 小型 UAV による空撮映像を基に, 自由視点画像生成技術の一つである Neural Radiance Fields (NeRF) を用いた, 3次元モデル化手法を提示し, その解析応用の可能性について示す。

2. 技術概要

2.1 自由視点画像生成技術の概要

自由視点画像生成技術とは, 任意の視点(カメラ位置)から, 実際に撮影していないシーンをコンピュータで生成する技術である。近年では深層学習(AI)を用いることで急速に技術が進歩し, 高精度に画像の生成が可能となった。

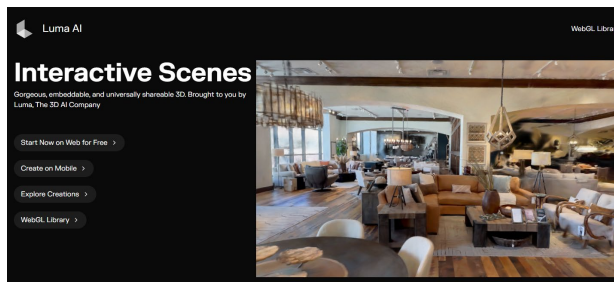
2.2 NeRF の概要

NeRF は, 動画や複数の画像から取得された視点情報を基に, 3次元空間上の各点における「光の色(光度)」と「密度(物体の不透明度)」を学習する。これにより, 任意の視点からその空間を見たときのシーンを予測・合成することで, 視覚的に高精度な 3次元モデルの生成を可能としている。特に, 従来技術の SfM¹⁾や MVS²⁾が 3次元モデル上で再現することができない, 透明・反射面の表現や詳細な陰影の再現などが可能である。^{1)Structure from Motion, 2)Multi-View Stereo}

3. 現地の 3次元モデル化手法と実験プロセス

3.1 現地の 3次元モデル化手法についての概要

本稿では, NeRF を用いた現地の 3次元モデル化を目的とし, 現地にて動画撮影を実施した。取得した動画データは, Luma AI, Inc が提供するオンラインプラットフォーム「Luma AI」にアップロードし, NeRF での 3次元モデル化を実施した。



第1図 Luma AI

3.2 対象箇所と撮影条件

対象とした箇所は, 樹木や起伏など, LiDAR センサーを用いた点群取得が困難な条件を含む地点である。スマートフォンでの動画撮影が難しいことも想定し, 小型 UAV による空撮を採用した。



第2図 対象箇所

3.3 小型 UAV での撮影と NeRF でのモデル生成

選定した現地において, 小型 UAV を用いた空撮を実施した。

第3図(左)は, 対象を直線経路で複数回往復する飛行方法で, 対象範囲全体を網羅するように飛行して撮影した。しかし, この飛行方法では, 生成した 3次元モデルの構造に

複数箇所の欠損や歪みが確認された。

上記の問題を改善するため、対象を周回し、常に対象全体が画角に収まるように再度撮影を行った。

その結果、生成された 3 次元モデルは細部形状まで高精度に再現され、全体的なモデルの品質も大きく向上した。



(左) 当初撮影時, (右) 再撮影時
第 3 図 撮影方法による生成モデルの違い

3.3 座標整合とスケリング

生成されたモデルには座標およびスケール情報が付与されていないため、対象範囲内に対空標識を設置し、撮影後のモデルに対して標定点として活用することで座標付与とスケール調整を行った。

4. 従来技術との比較分析

4.1 SfM で作成したモデルとの比較

再撮影時に取得した動画データを用いて、従来手法である SfM (Polycam) でも 3 次元モデルを作成し、生成したモデル同士の比較を実施した。

本比較では、両手法の対象物のエッジ部分や樹木の陰部における形状の再現性を評価した。

結果として、NeRF で生成したモデルは SfM で生成したモデルと比較して、樹冠端部の形状の表現や光の届きにくい箇所 (例: 樹冠下部) の再現性において、高い精度を示し、陰影や滑らかな形状の表現において優位性が見られた。



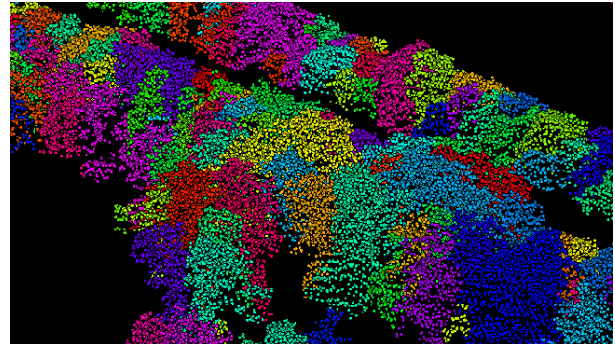
(上) NeRF によるモデル, (下) SfM によるモデル
第 4 図 生成 3 次元モデル比較

4.2 応用事例：樹木解析への展開

NeRF によって生成された 3 次元モデルから点群データを抽出し、オンライン点群処理ソフトウェアである ScanX に読み込ませ、樹木解析を実施した。ScanX は深層学習 (AI) による樹木の自動抽出機能を有しており、樹木の位置・本数・樹高の算出を可能としている。

解析結果は、現地での目視による算出と概ね一致することが確認された。

前述した解析結果により、NeRF による生成 3 次元モデルが都市緑地や山林管理などにおける環境モニタリングへの応用と発展に資する可能性が示された。



第 5 図 樹木解析結果

4. 考察

NeRF は、低コストなデバイスによっても高精度な 3 次元モデルを生成でき、従来の SfM や MVS 手法と比較して、現地の視覚的な再現性が高いことが分かった。

特に、陰影や反射面の描写において優位性があること、また、深層学習 (AI) により対象物の構造などを学習して空間を再構成するため、細部の形状も高精度に表現可能であることが分かった。

一方で、生成されたモデルは座標やスケールを持たないため、現状の実運用には後処理工程が必須である。

また、クラウド上での処理には時間がかかる点や、撮影機材や環境、方法などによっては、モデルの品質にばらつきが生じる点について留意が必要であり、対象に応じて適宜撮影方法を検討する必要がある。

5. まとめ

本稿では、NeRF を用いた現地再現手法について実践的なアプローチを示し、その有効性と課題を明らかにした。その結果として現地で撮影した動画を用いることで、従来手法よりも容易に詳細な 3 次元モデルを構築できる可能性が示された。

一方で、測地的精度を確保するためには、LiDAR センサーなどの補完技術との組み合わせが前提となる。

今後は自動標定やスケール補正の自動化、処理時間の短縮などを課題とし、本技術の発展に努める。

文 献

Luma AI, Inc. : オンラインプラットフォーム「Luma AI」

URL : <https://lumalabs.ai>

Polycam Inc : オンラインプラットフォーム「Polycam」

URL : <https://poly.cam/>

ローカスブルー株式会社 (Locus Blue) : オンライン点群処理ソフトウェア「ScanX」

URL : <https://scanx.jp/>