

マルチドローンによる大規模地形モデリングと自動飛行撮影

Large Scale Terrain Modeling and Automatic Aerial Shooting with Multi-drone System

鈴木 恵二^{*1}

Keiji Suzuki

山内 翔^{*2}

Sho Yamauchi

尾形 晃基^{*1}

Kouki Ogata

川嶋 稔夫^{*1}

Toshio Kawashima

^{*1}公立はこだて未来大学

Future University HAKODATE

^{*2}北見工業大学

KITAMI Institute of Technology

In natural scenes such as mountains, to realize precise aerial shootings, large scale terrain modeling with multi-drone is proceeded. The SfM (Structure from Motion) is applied for this modeling based on the pictures produced by the automatic flying multi-drone. Using the terrain modeling, the procedure of precise automatic aerial shootings is proposed.

1. はじめに

ドローンによる広域自然景観を撮影する場合に、手ブレなしで長時間安定した映像取得を行うために、自動飛行による撮影は一つの有効な手段となる。自動飛行を実行するためには、あらかじめ飛行経路とカメラアングルのプランニングが必要となる。特にドローンでは撮影対象への接近や地表面に対して低空で飛ばすなどの撮影が行われる。このような撮影を行うためには、地形に関する情報に基づいてプランニングを行う必要がある。このプランニングに必要な地形情報をドローンを用い、SfM (Structure from Motion) から地形モデリングを生成する。この際、規模の大きな地形をモデリングするために、時間短縮のために複数のドローンを同時に活用して、モデリング用の撮影を行った。この地形モデリングに基づき、自動撮影飛行プランニングを作成する。以上、大規模地形モデリングを含めた自動飛行撮影の手順とその成果について示す。

2. 提案手法

2.1 撮影フロー

撮影フローを(図 1)に示す。まず始めに、予定撮影経路を含めた撮影エリア一帯での地形モデリングを行う。次に発着点を決定する。発着点から経路までの往復距離と経路の飛行距離を合わせた総飛行距離が、機体の飛行可能距離以下であるように経路の設定を行う。総飛行距離が飛行可能距離を超えている場合は、飛行可能距離内に撮影経路を収めるよう、経路の分割を行う。次に飛行プランニングの作成を行う。地形モデリングで作成した撮影エリアの 3D モデルを使用し、自動飛行に必要な way point, カメラアングルの設定を行う。作成した経路・飛行プランは使用機体の飛行可能距離・時間内である必要があり、作成後確認を行う。最後に作成した経路をもとに自動飛行撮影を行う。

2.2 地形モデリング

撮影エリアの地形モデルをドローンを活用した地形測位で使われている [1][2]SfM(structure from motion) で生成する。ただし、GCP(ground control point) は用いない。撮影エリアが広大で、かつ立ち入りの難しい自然地形が多く、設置が困難であるためである。モデリングには Agisoft Photoscan Professional edition を使用した。撮影エリアのモデリングのための写真撮

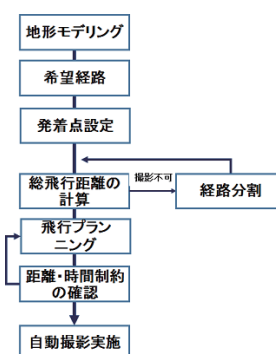


図 1: 撮影フロー概要

影では、地形測位の多くで使用されているグリッド軌道 [3][4][5]ではなく円形軌道により撮影を行っている。これは撮影エリアが自然地形であり、起伏に飛んでいるため、オクルージョンを回避できる円形軌道を使用している。また、モデリングエリアが広域であるため、複数の円を設定して対象領域をカバーしている。

2.3 飛行プランニング

飛行プランニングでは飛行経路の作成を行う。飛行経路は way point の列として XML ファイルに記述する。各 way point には緯度、経度、高度が記述されるとともに撮影用方向転換、カメラの向き、写真・動画撮影の実行を指定することができる。作成した地形モデルから緯度経度、高度情報を取得することができ、モデル上で確認しながら飛行経路に必要な way point の設定を行う。

2.4 自動飛行撮影

広域の対象を撮影することを目的とするため、対象を分割して撮影する複数台のドローンを同時に運用できるシステムとして、自動飛行管理システムを作成した。このシステムは飛行計画を区分的に進められ、かつ複数台の飛行管理が可能である。飛行経路を記述した XML ファイルを各ドローン機体にアップロードし、自動撮影を実行させる。各ドローン機体の状態は PC で一括したモニタリングが可能であり、リアルタイムに飛行の中断や再開などの命令を送信できる。

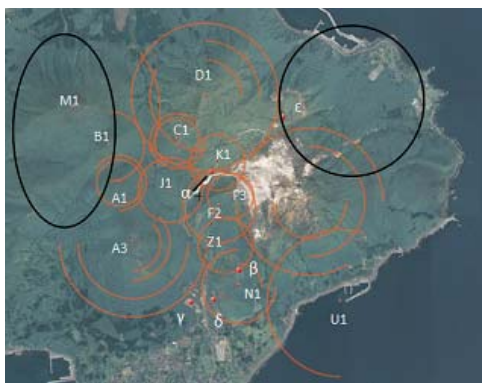


図 2: モデリング用経路図 (恵山道立自然公園)

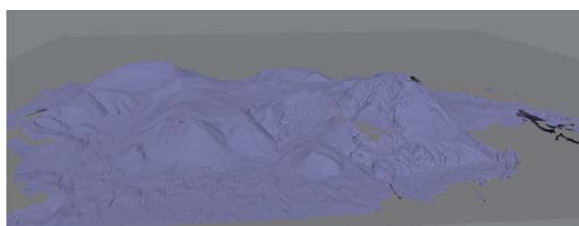


図 3: 作成したモデル (恵山道立自然公園)

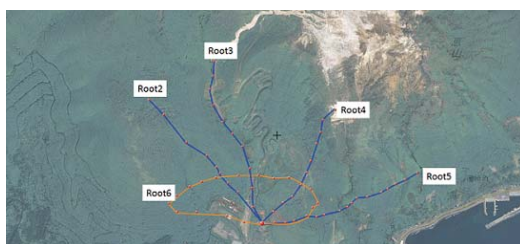


図 4: 映像撮影用経路 (恵山道立自然公園)

3. 恵山道立自然公園を対象とした撮影実験

恵山道立自然公園にて地形モデリングと自動飛行撮影実験を行った。恵山道立自然公園は、北海道道南地区の活火山恵山を中心とする道立自然公園でありその中でも、主に観光客・登山客が訪れるエリア周辺を対象に恵山の山肌、溪谷に接近した映像の撮影を行った。

モデリングの対象となるエリアは 5.9(km) x 4.3(km) に及び、離発着場所から撮影場所までの最大距離は 1.5(km) である。モデリングに使用した総写真枚数は 1645 枚 (手動撮影数は 423 枚) で、モデリングには 103 時間ほどの計算時間を要した。モデリング結果を (図 3) に示す。

作成したモデルを使用し、飛行プランニング、経路作成を行った (図 4)。作成した経路を自動操縦による撮影を行った。撮影した動画の一部を (図 5)、(図 6) に示す。

4. まとめ

本研究では、山、海岸、湖沼など自然地形を対象とした大規模地形モデリングに基づく自動飛行撮影に向けた手法の提案と

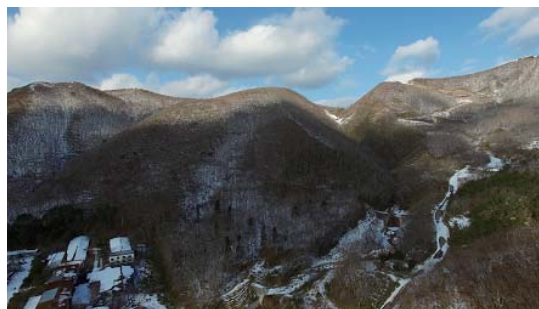


図 5: Route3 撮影動画抜粋 1(恵山道立自然公園)



図 6: Route3 撮影動画抜粋 2(恵山道立自然公園)

函館恵山地区における飛行実験の結果を示した。今後、飛行プランニングにおける Way point の設定など、手動で行っている部分を自動生成できるようにしていく予定である。

謝辞

本研究は公益財団法人北海道学術振興財団の平成 29 年度学術研究支援事業として採択された「マルチドローンの自動飛行多角的利用プラットフォーム」への助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 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研究報告 第 81 号 2014. 情報メディア学会誌, Vol.65, No.4, pp.479-472, 2011.
- [2] 小花和宏之, 早川裕弐, ゴメス クリストファー: UAV 空撮と SfM を用いたアクセス困難地の 3D モデリング Transaction, Japanese Geomorphological Union 35-3, p.283-294, 2014
- [3] 国土交通省国土地理院 UAV を用いた公共測量マニュアル (案) 平成 28 年 3 月
- [4] 早坂 寿人, 大野 裕幸, 大塚 力, 関谷 洋史, 瀧 繁幸: UAV による撮影画像を用いた三次元モデリングソフトウェアの精度検証, 国土地理院時報, p.107-116, 2015.
- [5] 近津 博文, 小高 明彦, 柳 秀治, 横山 大: UAV 写真測量における三次元モデリングソフトウェアの性能評価, 写真測量とリモートセンシング, 55(2), p.117-127, 2016.