

フォトグラメトリーによって作成した3Dモデリングとインデックス マッピングを含むフルカラー3D造形

Full color 3D modeling including 3D modeling and index mapping created by
photogrammetry

内田孝幸
Takayuki Uchida,

東京工芸大学、243-0297 神奈川県厚木市飯山南5-45-1

概要

多視点画像からの3D構築の技術は最近ではフォトグラメトリーと言われ、地形、建築物、人などを3D化する新しい技術として注目を集めている。ここではゴルフ場において撮影を行い3Dモデルを構築した。さらに植生の状態を反映する正規化差分植生指数 (NDVI) をマッピングし、そのインデックスマッピングの3Dモデルを造形出力した。さらに、別途、人工衛星から得られる可視光画像ならびに、NDVI画像と比較検討した。

はじめに

UAV (無人航空機、通称ドローン) の飛行性能化ならびに、それらに関わるカメラや映像取得・転送、測位の技術の進展はめざましい。フォトグラメトリーは古くは「写真測量」という意味であったが、最近では「多視点画像からの3D構築」という意味に変わってきている。この技術はSfMやPCの能力の向上とも相まって、社会での様々な期待が向けられている。これらは、荷物の輸送のみならず、インフラ点検や、測量、文化財のアーカイブスなど多岐に渡っている。さらに、UAVにマルチスペクトルカメラを搭載することで、人には通常見えない位置から、人の目 (可視光領域) では、検出し難いものを抽出し明瞭に示すインデックスマッピングの応用も広まりつつある。ここでは、UAVからのデータと人工衛星からのそれぞれのデータから作成したインデックスマッピングの比較を行い、そのハイブリッド運用の利点について調べた。また、一部についてはインデックスマッピングの3Dモデル化について検討した。

2. 実験

UAV の画像取得では、東京工芸大学の厚木キャンパス近くにある本厚木カンツリークラブのゴルフ場の休場日にて行った。UAV はP4 Multispectral (以下P4M) を使い、撮影領域に対して飛行経路を予め設定し、必要な画像を撮影・飛行するミッション飛行をiPad 用のアプリケーションソフトDJI GS pro を用いて行った。

飛行においては前述した自動飛行・撮影モードで撮影を行い、データを取得した。得られた画像群をSfMの一つであるMetaShapeを用いて点群、クラウド、メッシュ、テクスチャ構築を経て3Dモデルを構築した。

ここでは、芝や樹木の植生の状態の観察を目的として、マルチスペクトルカメラを搭載したP4Mを用いている。搭載したカメラは6つの帯域のカメラ (Vis, R, G, B, RE, NIR) を有している。得られたデータは、Pix4D_FieldsならびにMetaShapeを用いて、オルソ画像化およびインデックスマッピングを行った。インデックスマッピングでは、NDVIによって、その植生の状況を調べた。なお、NDVIは $(NIR - R) / (NIR + R)$ から求めた。NDVIについてはUAV測定だけでなく、Pix4D_Fields ver.2で利用可能となった衛星のSentinel-2Aから得られたものとの比較を行った。

3 結果

Fig.1(a) にゴルフ場の10番ホールの撮影の様子の一例を示す。ここでは、グリーン側からクラブハウスを眺めた様子であり、右に曲がっている形状となっている。このコース全体を上述のミッション飛行によって、撮影を行い、得られた画像群をSfMソフトウェアによって、3Dモデルを構築した。その3Dデータを使って、さらに紙積層型フルカラー3Dプリンタで出力したものをFig.1(b) に示す。



Fig.1 Visual light images of the Hon Atsugi Country Club, Golf Course No. 10, taken by satellite and UAV, respectively. (a) Satellite (Sentinel-2) image, (b) UAV (P4M) image.

さらに、NDVIのインデックスマッピングを行った。ここでは、植生が良好な状態を緑色に、植生が不良もしくは無機物には赤色になるように、カラーアサインした。通常これらは、2D表示される場合がほとんどであるが、ここでは、3D化してさらに、紙積層型フルカラー3Dプリンタで造形した¹⁻³⁾。結果をFig.1(c)に示す。

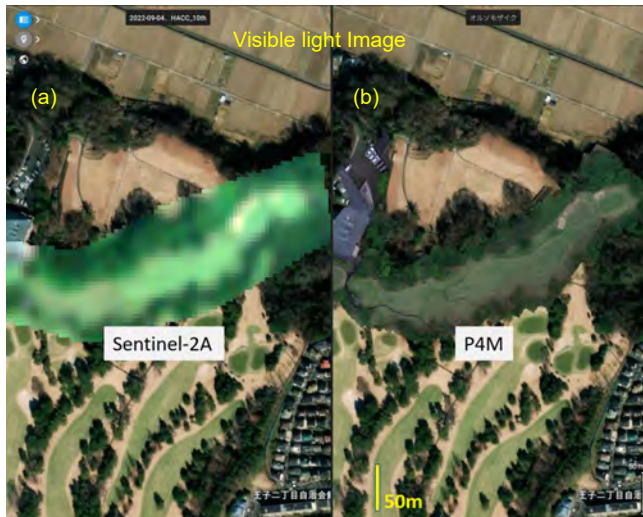


Fig.2 Visual light images of the Hon Atsugi Country Club, Golf Course No. 10, taken by satellite and UAV, respectively. (a) Satellite (Sentinel-2) image, (b) UAV (P4M) image.

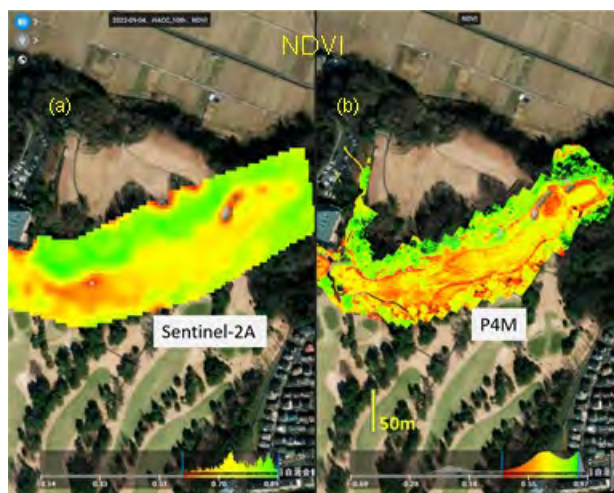


Fig.3 NDVI images of the Hon Atsugi Country Club, Golf Course No. 10, taken by satellite and UAV, respectively. (a) Satellite (Sentinel-2) image, (b) UAV (P4M) image.

次に衛星画像とUAVで撮影し、オルソ画像化したものをFig.2 (a), (b)にそれぞれ示す。解像度は異なるものの、対象となる部分(ここでは10番ホール)の対応が取れていることが分かる。そこで、この部分のNDVIを比較した、ものをFig.3 (a), (b)に示す。また、インデックスのカラー

アサインを図の下に、ヒストグラムとして付記した。この場合、緑を植生が良好、赤を植生が不良(もしくは無機物)としている。可視光画像の場合と同様、NDVIにおいても、その対応、例えば、コースを分ける樹木、グリーン、バンカーなどの対応が取れていることが分かる。人工衛星からの画像・NDVIは、一部天候の問題はあるが、恒常的にデータを取得、ストレージしているため、時間・日数変化に対する系統的な変化を追うことが可能である。UAVから取得するデータと比較して、解像度は低い、これらを双方でハイブリッドに運用し検証することで、より正しい植生の変化を追うことが可能となる。

4. まとめ

フォトグラメトリの技術的要素である多視点からの画像取得にドローンを使用した。その画像をもとに、SfMでゴルフ場の10番コースの3Dモデルを構築した。さらに、3Dモデルのデジタルデータをもとに、紙を積層したフルカラー3Dプリンタでこれらのモデルを造形した。一般に3Dプリント材料はプラスチックのフィラメントを用いる場合が多いが、最近のSDGsの一部や環境負荷の軽減の観点⁴⁾から、紙の有用性が見直されており、今後の発展が期待される。さらに、植生の状態を示すNDVIを人工衛星から取得したデータとドローンで撮影したデータと比較し、ハイブリッド運用の有効性を示した。

5. 参考文献

- 1) Ekelund, Daniel Ihlen: Master thesis of NTNU (2015)
- 2) 内田孝幸, 美田翼, 久原泰雄, 東吉彦, 日本印刷学会論文誌, 第59巻, 第4号, pp.28-33 (2022) .
- 3) 内田孝幸, 小嶋優輝, 行谷時男, 小林信一, 安田洋司, 越地福朗, 高橋章浩, 日本写真学会誌 86 巻 1号 (2023 年, 令 5) , in press.
- 4) 環境省, プラスチック資源循環法関連
<https://www.env.go.jp/recycle/plastic/circulation.html>,
Accessed online on January 31, 2023.