

## UAV 写真測量における地形計測精度を補正する画像処理法の開発

### Development of image processing methods to correct topographic measurement accuracy in UAV photogrammetry

○押見青幹<sup>1</sup>, 星上幸良<sup>2</sup>

\*Haruki Oshimi<sup>1</sup>, Yuki Yoshi Hoshigami<sup>2</sup>

UAV photogrammetry has made it possible to easily measure high-definition terrain. However, there is a problem that changes in shadows caused by changes in weather conditions at the time of photography can interfere with analysis. Therefore, brightening and correcting shadows to create images with fewer shadow changes will solve this problem. Previous studies using satellite imagery have used DN values not available from UAVs for correction. Therefore, in this study, we proposed a correction method that is also possible with UAV images. The color of sand in the dark image is corrected with saturation so that the color of sand in the dark image is at the same level as the sand in the representative image. Using this method, we succeeded in correcting an example of reduced accuracy.

#### 1. まえがき

UAV (Unmanned Aerial Vehicle) は手軽かつ安価に高解像度の空中写真を取得し、SfM 技術を用いて高密度かつ高精細な地表面データ(3次元地形)を得られる<sup>[1]</sup>。しかし、画像の撮影時期や環境条件によっては、その後の解析に支障をきたす場合がある。例えば、撮影中の天候変化にともない画像間で同一の地物の色が変わると、画像の色から画像同士の位置関係を正常に解析できず、欠測や誤抽出、計測精度が低下する課題がある。筆者らが行った UAV 調査に関する知見<sup>[2,3,4,5]</sup>においても、撮影中の天候変化が計測精度に影響した事象が確認された。

これらの課題解決方法として、撮影時と撮影後の対応がある。撮影時の対応では、国土地理院の「UAV を用いた公共測量マニュアル(案)」<sup>[6]</sup>があるが、ここでは天候変化が生じない状況、つまり快晴か曇りでの撮影を推奨している (Table1)。しかし、1年の約6割が推奨条件外の晴れに分類される我が国では、推奨条件に見合う天候を調査日として選定することは実質的に困難である。これに対し、撮影後の画像処理により影を補正する方法がある。影の補正手法は補間、拡張、置換の3つに分類される。この内、補間は隣接ピクセルから欠損データを補間する手法であり、欠損データの細部の再現性は低い。同様に、置換と欠損データを他時期のデータと置換する手法であり、他時期の画像を別途撮影する必要や、幾何学的不一致が生じる可能性が示されている<sup>[7]</sup>。

これに対して、拡張は、影範囲を明るくすることで欠損データを復元する手法である。拡張では DN 値を用いた輝度補正が多く用いられ、例えばリュウウエン

ら<sup>[8]</sup>は、日向と影部分の平均 DN 値と DN 値の標準偏差を用いて影の輝度値を補正している。しかし、DN 値は衛星データでは取得できるが、通常の UAV 写真測量では得られない。

そこで、本研究では、拡張による影補正手法において、DN 値を用いず、彩度による補正を行う方法を提案する。具体的には、天候変化により画像の色が変化したことで計測精度が低下したデータにこの手法を適用し、計測精度の比較により手法の有用性を検証する。

#### 2. 彩度の補正方法

衛星画像を用いた既往研究<sup>[7,8]</sup>では、影の補正は画像内における影範囲の検出と補正の2段階で行われる。しかし UAV の撮影範囲は狭く、補正対象の暗い画像は画像全てが影に覆われていることが多い。そのため、検出の段階は人為的に画像群を識別した。次に、暗い画像の代表画像の砂の色が晴天時の代表画像の砂の色と同じレベルになるまで彩度で補正する。Adobe Photoshop を用いて、その彩度の補正值を暗い画像全てに適用する。

検証に用いた画像は、2020年9月4日に千葉県大佐と海岸で UAV により撮影された 1111 枚の画像群である。Figure1 に示した同じ地物を写した2枚の画像から、

**Table1. Recommended conditions for shooting**

Weather (cloud cover)	Recommended conditions
Clear (0~1)	○
Sunny (2~8)	△ (Outside conditions)
Cloudy (9~10)	○
Others	× (Depends on UAV performance)

1 : 日大理工・院 (前)・海建 2 : 日大理工・教員・海建

天候変化によって画像の色が変化していることが分かる。Figure2は、元画像を用いて解析をした三次元点群データを横から見た図である。日向と影で同一の地物の色が異なり、画像の色から画像同士の位置関係を正常に検出できていない事が分かる。比較のため明度でも補正し、補正条件毎の代表画像による比較をFigure3に示した。

### 3. 補正結果の評価

彩度による影補正の結果を評価するために、補正した画像群で地形解析を行った。評価は代表地点の標高誤差で行った。一般的に、標高精度は地上解像度(GSD)の1~3倍と想定されており、今回の撮影条件から要求精度を7.42cmとした。Figure4に示した三次元点群データと標高誤差の比較から、Case.1とCase.2が要求精度を満たしており、本手法の妥当性が確認された。

### 4. まとめ

本研究では、UAV写真測量で天候変化による計測精度低下を補正するために、彩度による影の補正方法を提案した。この方法を天候変化により計測精度が低下したデータに適用することで、計測精度が向上することを確認した。なお、本研究で提案した補正方法は、UAVや航空機などによる空中写真の前処理に用いることにより、計測精度向上が期待できる。

### 5. 参考文献

[1] 村上拓彦, 望月翔太:「リモートセンシングによる植生マッピング」, 日本生態学会誌, Vol.64, No.3, pp.233-242, 2014.

[2] 星上幸良, 宇多高明, 横田拓也, 押見青幹:「UAVによる由比ヶ浜および材木座海岸の3次元海浜形状の観測」, 日本沿岸域学会研究討論会2021講演概要集, No33(PDF), セッション3-1, 2021.

[3] 宇多高明, 星上幸良, 大谷靖朗, 押見青幹, 横田拓也, 高橋紘一郎:「UAVによる秋谷海岸での養浜後の3次元海浜形状の測定」, 日本沿岸域学会研究討論会2021講演概要集, No33(PDF), セッション3-2, 2021.

[4] 押見青幹, 星上幸良:「UAVを活用した海食崖の崩落機構 解明手法に関する基礎的研究」, 令和3年度日本大学理工学部学術講演会, J-51, 2021.

[5] 宇多高明, 星上幸良, 大木康弘, 押見青幹:「阿字ヶ浦でのサンドリサイクルに伴う盛り土養浜の変形実態」, 土木学会論文集B3, Vol.78, No.2, 2022.

[6] 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)」, 2017.

[7] Mir Mustafizur Rahman ; Gregory J. McDermid ; Taylor Mckeeman ; Julie Lovitt : “A workflow to minimize shadows in UAV-based orthomosaics” , Journal of Unmanned Vehicle Systems, 2019.

[8] リュウウエン, 山崎文雄:「高解像度衛星画像における日影の抽出と補正法の提案」, 土木学会論文集D3, Vol.67, No.3, pp.359-366, 2011.

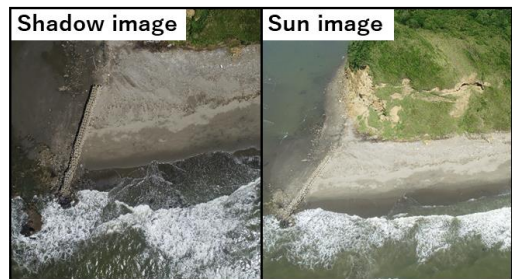


Figure1. Comparison of weather-changed images



Figure2. Example of errors

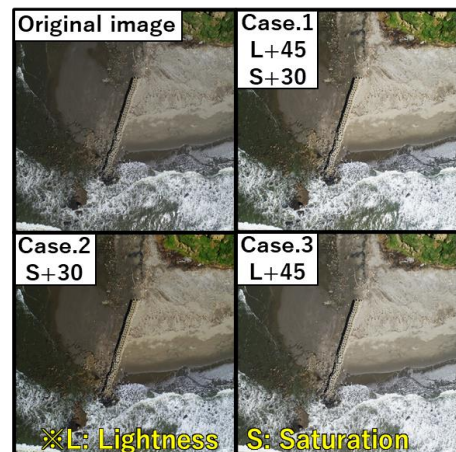


Figure3. Comparison of correction conditions

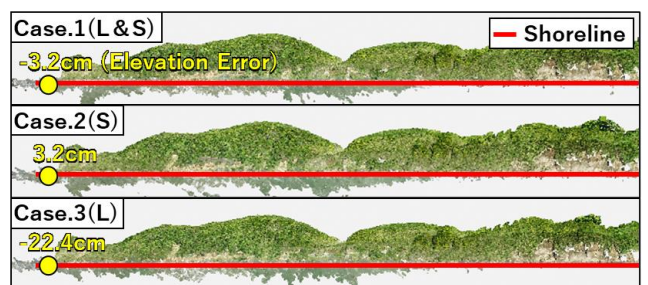


Figure4. Comparison of elevation error