

デジタルカメラ画像のダークノイズが計測精度へ及ぼす影響

1230167 室町 優介

高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻

現在, UAV 搭載のデジタルカメラは, 安価で広範囲の観測が可能のため, 植生観測に利用されている. しかし, 計測用のカメラではないため, 明度や輝度の計測において, さまざまな系統的誤差や偶然的誤差が含まれている. 本研究の目的は, 偶然的誤差であるダークノイズ量が, 植生観測の精度にどのような影響を与えているか評価することである. 本研究で用いた X5S の場合, JPEG 画像の画素値が約 50 の時に極端に大きいダークノイズ量が出現した. しかし, 画素値が 100 を超えるとダークノイズ量が小さくなる工夫がされている. 植生観測のような画素値が 170 を超えるものは X5S を用いることでダークノイズ量による誤差は ± 5 に抑えられていることがわかった.

Key Words : 植生観測, ダークノイズ量, 誤差

1. 背景

近年, UAV 搭載カメラを用いた植生観測事例が多く報告されている¹⁾²⁾. 植生観測にデジタルカメラを用いるメリットとして, 安価かつ広範囲の観測が可能な点が挙げられる. しかし, 計測用途でない一般のカメラであるため, 明度計測において, さまざまな誤差が存在する. デジタルカメラのイメージセンサにおける主要な誤差を以下に列挙する.

- ホットピクセル, クールピクセル: イメージセンサの品質の問題で生じる. ホットピクセルは常に画素値が高く, クールピクセルは常に値が低い
- ダークノイズ: イメージセンサが回路から発生する電磁波を光の信号と誤認し生じるランダムな現象

ホットピクセル, クールピクセルは再現性があるため補正可能である. しかし, ダークノイズはランダムに発生する偶然誤差のため, 複数枚の画像を用いた統計処理による把握をするほかない.

本研究の目的は, デジタルカメラにおける偶然的誤差であるダークノイズ量が, 植生観測の精度にどのような影響を与えているか評価することである

2. LED パネルを用いたダークノイズの計測

本研究は UAV (DJI 社 INSPIRE2) に搭載されたデジタルカメラ (同社 ZenmuseX5S) を用いて行った. デジタルカメラで撮影した写真の保存方法は, RAW 画像と JPEG 画像の 2 種類ある. RAW 画像はイメージセンサが

感知した各画素の輝度をそのまま整数値で保存したものである. この保存された整数値を DN (Digital Number) という. また, このカメラの RAW 画像は RGGB のベイア配列となっており, 1 画素ごとに RGB の 3 バンドにすることをデベイアという. デベイア後のデータは 16bit で格納されているが, それを 8bit に圧縮処理した JPEG 画像が一般的に用いられている. RAW 画像をデベイア後さまざまな処理をし, JPEG 画像として保存することを RAW 現像という. 一般には, デジタルカメラに RAW 現像アルゴリズムが内蔵されており, 本研究では, デジタルカメラ内蔵の RAW 現像で保存された JPEG 画像を Camera-JPEG 画像と表記する. また, RAW 現像は PC を用いて自分でも行うことができ, 自分で RAW 現像をして作成した JPEG 画像を Self-JPEG 画像と表記する. Camera-JPEG 画像は会社独自の処理方法であるため, RAW 現像の際の詳細プロセスはわかっていない. しかし, 今回使用した Camera-JPEG 画像は, RAW 現像の際にホットピクセルとクールピクセルは除去されていた.

通常ダークノイズの確認は, 暗室で撮影して行われるが, 植生観測のように明度のある状態においてもダークノイズの影響を確認する必要がある. また, 明るさ毎に異なるダークノイズ量を把握するには, できるだけ均質な光源を撮影した画像が必要である. そこで撮影対象を調光可能な LED パネル (VILTROX L116T, size 19cm×12cm) とした. カメラ設定と LED パネルの光量調整から, 15 パターンの明るさで撮影を行った. 明るさの

設定毎に 30 枚の写真を撮影した。

2.1 Camera-JPEG 画像のダークノイズ量の確認

明るさ毎に異なる撮影設定の Camera-Jpeg 画像の G バンドのみを取り出し, 30 枚の G バンドをピクセル毎にスタックした。ピクセル毎に G バンドの最大値と最小

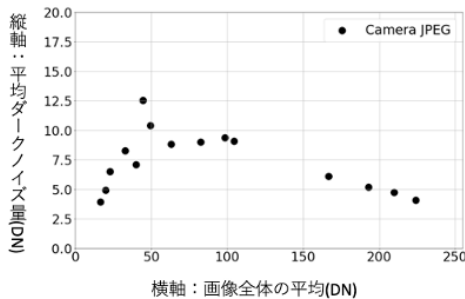


図 1 Camera-JPEG 画像のダークノイズ量の散布図

値の差を算出し, 平均値を, その明るさの設定におけるダークノイズ量として代表させた。明るさとダークノイズ量の散布図を図 1 に示す。縦軸は, 設定した明るさにおける平均ダークノイズ量を DN で表しており, 横軸は明るさごとに撮影した 30 枚の DN (G バンド) の平均値である。図 1 より, 30 枚の DN (G バンド) の平均値が約 50 の時に, 極端にダークノイズ量が大きくなることがわかった。しかし, Camera-JPEG 画像は DN が 100 を超えると, ダークノイズ量が小さくなることがわかる。Camera-JPEG 画像は, 輝度が高い画像に対して, ダークノイズ量が小さくなる工夫がなされていると考えられる。

2.2 Self-JPEG 画像のダークノイズ量の確認

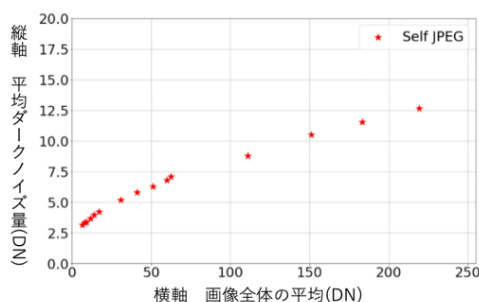


図 2 Self-JPEG 画像のダークノイズ量の散布図

Self-JPEG 画像を用いて, ダークノイズ量の確認を行った。今回使用した Self-JPEG 画像は python

プログラムの rawpy モジュールを使用した。基本設定はデフォルトにしているが最大値や最小値に影響を及ぼすストレッチ機能などは off に設定した。結果を図 2 に示す。今回の Self-JPEG 画像の場合, DN が大きくなるほどダークノイズ量は大きくなることがわかった。

3. BDF 観測結果にダークノイズ量が及ぼす影響

国土情報処理研究室では植生の BDF 観測を行っている。BDF とは, 光源位置とカメラの撮影位置の関係により対象となる地物表面の反射率が変化する特性のことである。草地の BDF 観測を行った結果とそれに含まれるダークノイズ量を図 3 に示す。図 3 の黒の直線は BDF 解析結果の回帰直線である。また, 上下にある赤の直線は図 1 を参照し, 撮影した画像の DN に対応するダークノイズ量を示した。なお, BDF 観測は 3×3 のピクセルの平均値を用いてい

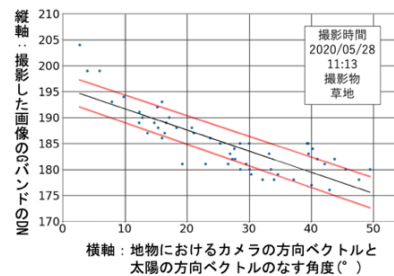


図 3 草地の BDF 観測結果と含まれるダークノイズ量

るため, 誤差伝搬の法則より, 誤差は 1/3 程度になると考えられる。そのため, BDF 観測の結果はダークノイズ量の範囲内に収まると予測されたが, 約 63%の結果が範囲内に収まる結果となった, そのため, BDF 観測にはダークノイズ量以外の誤差もあると考えられる。

4. 考察

本研究は, デジタルカメラ画像のダークノイズが計測精度へ及ぼす影響を調べた。Camera-JPEG 画像を使用した場合, DN が約 50 の時にダークノイズ量が極端に大きくなることがわかった。また, 植生観測のような輝度の高いものは Camera-JPEG 画像の方が今回の設定の Self-JPEG 画像よりも精度が高くなると考えられる。なお, Raw 現像のプロセスを改良すれば, Self-JPEG 画像でもダークノイズは減らせると考えられる。

参考文献

- 1) 秋津朋子, 奈佐原顕郎, 野田響, 本岡毅, 村上和隆, 土田聡, 永井信, 2011, 草原の季節変動と年々変動に関するデジタルカメラを用いた長期連続自動観測, 筑波大学陸域環境研究センター報告
- 2) 村井亮介, 2022, UAV に搭載したデジタルカメラによる植生の生物季節観測, 学位論文
- 3) 米富源一郎, 2021, 高原とカメラの位置関係が UAV 植生画像に及ぼす影響, 学士論文