

維持管理を目的とした市販 UAV による変状抽出に関する基礎的実験

長崎大学大学院 学生会員 山下真史
 長崎大学大学院 正会員 中村聖三
 長崎大学名誉教授 フェロー 岡林隆敏

長崎大学大学院 正会員 奥松俊博
 長崎大学大学院 正会員 西川貴文
 扇精光コンサルタンツ(株) 非会員 立山恭造

1. はじめに

道路法施行規則の一部が改正されたことで、5年に1回の頻度で近接目視による点検を行うことが盛り込まれた。そのため、行政上の負担を如何に軽減するかが将来の課題である。そこで、著しく活用技術が発展を続けている UAV に着目した。UAV は、各種センシングまた無線通信等の ICT を導入することによって、その可能性は大きく広がると考えられる。そのため、近年では維持管理や災害現場への UAV の適用事例が著しく増加する傾向にある。しかし、クラック抽出や発錆などの変状をペイロードが比較的小さい UAV で撮影しようとする場合、搭載機器の重量による制限、一般的に使用されている単独測位型 GPS の精度上の問題、機体振動および気流の変化による撮影装置への影響、日射など撮影環境による影響等に対する対策が必要と考えられる。そのため、構造物の変状確認・抽出を目的とする場合の UAV 活用に関する問題点を確認するために、市販の機体を用いて簡易実験を行った。本報告では、実験概要および疑似変状抽出精度について報告する。



図-1 使用した UAV (DJI F550)

表-1 撮影に使用した機器

マルチコプター	DJI F550
操縦用送信機	FUTABA T14SG
GPS モジュール	DJI WooKong-M
映像送受信機	DJI Lightbridge 2.4G
映像確認用モニタ	ASUS NEXUS7 2013
搭載カメラ	PENTAX Q 01

2. 使用機器および実験概要

撮影に使用した UAV は、DJI 製の F550(図-1)である。その他の使用した機器を表-1 に示す。同機は、振動等による画像の品質劣化を軽減するため、カメラを左右のブレが自動補正されるジンバル上に固定している。画像は4000×3000ピクセルで撮影される。

UAV によるクラック幅抽出を行う場合、抽出精度は搭載装置に左右されることが自明であるが、本研究では、市販の UAV を流用する場合における問題点の抽出を研究の対象としたため、撮影対象は図-2 の疑似クラックとした。疑似クラックの幅は0.3, 0.9, 1.5, 2.5, 4.5, 7.0(mm)の6種類であり、実際の運用を想定して四方から撮影できるように配置して図-3 の形で UAV による撮影を行った(図中の方角記号は撮影対象地点における方向である)。撮影環境は、天候：晴れ、風速：6m/s(風向：北西方向)、撮影時間：AM 10~12 である。4方向ごとに、撮影対象より5m および10m の距離で UAV をホバリングさせ静止画を撮影した。



図-2 撮影対象と疑似クラック

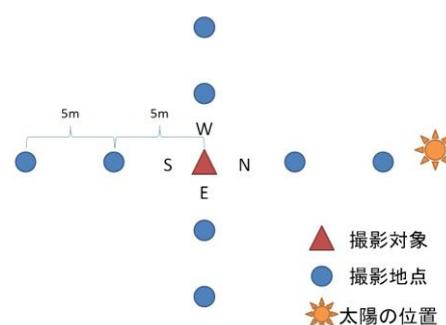


図-3 撮影対象と機体位置

3. クラック幅の抽出方法

クラックの両端縁は、クラック幅に対して水平となる線分の階調値(0~255)の変化勾配が最も大きくなる位置と定義した。両端位置の抽出方法は、階調値変化を近似する曲線を3次スプライン補間処理によって1/100画素レベルで定め、近似曲線の2階微分により疑似クラックの両端縁の画像座標を算出した(図-4)。

キーワード： UAV, 維持管理, 画像解析, 撮影環境

連絡先：〒852-8521 長崎県長崎市文教町 1-14 長崎大学大学院工学研究科 Tel:095-819-2615

幅の算定には、最も幅の広い 7mm の疑似クラックを基準に係数(1 ピクセル当りの幅)を設定し、各疑似クラック幅の推定値を算出した。

4. 疑似クラックの撮影結果

本報告では、UAV に搭載したカメラから疑似クラックまでの距離を 5m とした際のクラック幅の抽出例を示す。サンプル数は、各方向につき 10 とした。図-5 は各方向からの撮影画像である。使用した単焦点カメラによる撮影結果は 4000×3000 ピクセルの画像に対して、撮影対象は 300×230 ピクセルほどとなった。そのため、撮影対象の解像度は 28ppi となった。また、撮影方向ごとに日射方向が異なるため、クラック周囲の輝度が最大で 120 ほど、平均で 80 ほど異なる結果となった。

5. クラック幅の検出結果

5m の距離から撮影した画像に画像処理を施さない場合では、1.5mm 以下の疑似クラック幅の抽出は困難であり、現状で抽出可能な疑似クラック幅は 2.5mm 以上であった。検出結果の方角ごとの推定値の平均を図-6 に、変動係数を図-7 に示す。クラック幅の推定結果から、撮影時に太陽光が直射していた北側地点と逆光となった南側地点については、実線幅 2.5mm の推定値が、実線に対して約 1.4 倍の値となった。また、西側および南側から撮影した画像の変動係数については、クラック幅が変化しても変動係数がほぼ変化しない結果となった。なお、今回の結果では、逆光となる南側から撮影した際の変動係数が低い値を示したが、これは撮影時に完全な逆光ではないことと、暗い画像ではあるが疑似クラックの端部と周囲が、常に均一に近い結果だったためと考えられる。

6. まとめ

本研究では、市販の UAV に搭載された単焦点カメラを用いて、撮影環境の違いによる疑似クラック幅の検出性能評価を行った。5m 地点からの撮影画像は、太陽光が反射する場合を除き、2.5mm 程度のクラックの検出は可能であると判断した。また、抽出結果から、太陽の直射方向に対して、ほぼ直行方向の画像が画像処理に適することを確認した。今後は、検出精度の向上を目的とした画像処理等について検討を行っていく予定である。

一連の実験は、宇宙模型ラジコンクラブの敷地をお借りして実施したものである。ここに記して謝意を表す。

【参考文献】

1)井上公, 内山庄一郎, 鈴木比奈子: 自然災害調査研究のためのマルチコプター空撮技術, 防災科学技術研究所研究報告, 第 81 号, 2014

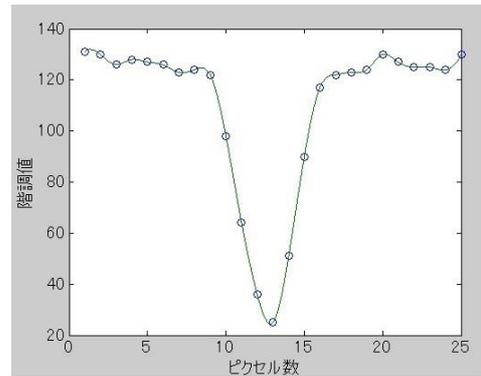


図-4 階調値のスプライン補間結果

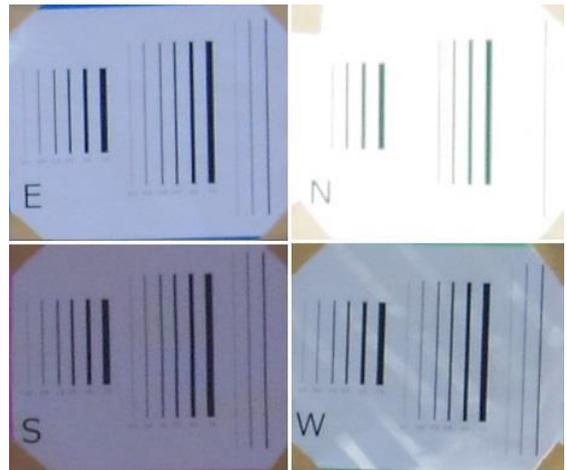


図-5 5m 地点での 4 方向の撮影結果 (右上:北側, 右下:西側, 左上:東側, 左下:南側)

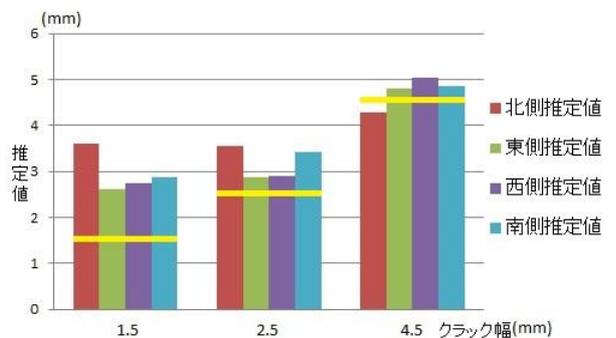


図-6 方角ごとのクラック幅の推定結果

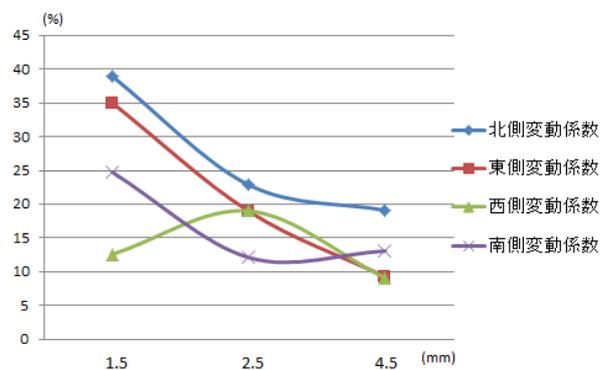


図-7 方角およびクラック幅ごとの変動係数