

新技術の活用による地理空間情報整備・更新の迅速化に関する研究 (第4年次)

実施期間 平成 27 年度～平成 30 年度
地理地殻活動研究センター
地理情報解析研究室 大野 裕幸 中埜 貴元
遠藤 涼

1. はじめに

地理空間情報に求められる「新鮮さ」は、年々重要度を増しつつある。地理空間情報更新のための手段としては、主に空中写真が用いられている。空中写真は、固定翼航空機に搭載された測量用のカメラで撮影され、広範囲の画像情報を一度に同じ品質で取得できることが特長であるが、例えば、1本の道路が開通した場合や大規模建物建設のような狭い範囲を対象とした画像情報を取得する場合は効率が悪い。このようなケースでは、図面を取り寄せて地理空間情報の更新を行うことが多いが、有効な図面が入手できない場合には対応が不可能となる。

筆者らは、狭い範囲を対象とした画像情報の取得を効率化する可能性がある手段として 8K カメラに着目した。ただし、8K カメラは放送用の動画撮影機材（島本ほか，2015）であり、公共測量における作業規程の準則第 165 条第 4 項（国土交通省，2016）に規定された機材の要件を満たさないのは明らかである。そこで、8K カメラを測量に用いることが現実的かを検討するため、試験撮影を実施し、撮影映像からオルソ画像を試作してその定性的な評価を実施した。

2. 研究内容

2.1 研究開発の概要

研究内容は、ヘリコプターの防振装置に搭載した 8K カメラにより直下撮影を実施し、その撮影映像からキャプチャした静止画像から簡易オルソ画像を作成し、既存のオルソ画像及び基盤地図情報と比較して定性的な評価を行うというものである。

2.2 試験撮影の実施

試験撮影を実施した箇所は、①新東名高速道路海老名南 JCT～伊勢原 JCT，②JR 武蔵野線吉川美南駅周辺，③成田市松崎の国道 464 号，④鹿沼市の栃木県道 177 号，⑤市川市の国道 298 号高谷 JCT～市川中央 IC の 5 地区である。①，③，④，⑤は対象道路が画面中央となるような飛行コースを採った。なお、試験撮影は、特別研究「AI を活用した地物自動抽出に関する研究」における教師データ作成用の画像取得と兼ねて実施し、すべて直下撮影とした。図-1 に 8K カメラを搭載した防振装置 Shotover とヘリコプターへの装着状況を示す。試験撮影の諸元は次のとおりである。また、動画撮影時はローリングシャッターによる歪みが生じるため、飛行速度を数十 km/h に落とすとともに、シャッター速度も 1/100 より短い設定とした。



図-1 撮影に使用した防振装置 Shotover

・撮影日：2019 年 2 月 24 日（飛行時間 3 時間）

- ・機体 : アエロスパシアル式 AS350B
- ・運航 : アカギヘリコプター株式会社
- ・カメラ : RED DSMC Weapon MONSTRO 8K (レンタル)
- ・防振装置 : Shotover
- ・発着 : 東京ヘリポート発着, 途中栃木ヘリポートにて給油

2.3 撮影映像の後処理とオルソ画像の作成

8K カメラにより撮影された映像データは, 8192×4320 サイズの RED 社のネイティブフォーマットになっておりそのままでは再生できない. そのため, Adobe Premier Pro CC を用いて 1 秒ごとにキャプチャした静止画像を作成するとともに, H.264 規格の 4K 映像にダウングレードした動画を作成した. キャプチャした静止画像のサイズは, 元の動画と同じ 8192×4320 である. なお, 通常の 8K の画像サイズは 7680×4320 で縦横比は 16:9 であるが, RED 社のカメラでは縦横比が 17:9 であった.

オルソ画像は, Agisoft 社の PhotoScan 1.4.3 (現 Metashape) を使用し, ①新東名高速道路海老名南 JCT~伊勢原 JCT 及び②武蔵野線吉川美南駅周辺の 2 箇所を作成したが, ここでは①の地区を例に述べる. 1 秒ごとのキャプチャ画像はオーバーラップ率が 90%以上であったことから, 1 枚おきに入力し, 地理院地図 ZL18 の空中写真画像上で GCP を 42 点, 検証点 6 点を取得し, 配置した. 図-2 に作成したオルソ画像と GCP, 検証点の配置を示す.



図-2 新東名高速道路伊勢原 JCT~海老名南 JCT のオルソ画像と GCP, 検証点 (赤色) の配置図

正射変換に用いる DEM は, PhotoScan で高密度点群から作成したものと, 基盤地図情報の 10m メッシュ DEM の 2 種類を用いて比較した. その結果, PhotoScan で高密度点群から作成した DEM では高架上の新規舗装部分や水面で DEM の算出に失敗しておりオルソ画像の歪みが激しくなることから, 正射変換には基盤地図情報の 10m メッシュ DEM を用いた.

8K カメラは GNSS/IMU の計測装置を持たないうえ, ズームレンズを用いており, CCD サイズを除く一切のカメラパラメータが不明であったことから焦点距離を含めて SfM でカメラパラメータを推定した. その結果, 平均地上画素寸法 6.7cm, 平均飛行高度 854m, 焦点距離 62.8mm, 基準点残差 0.818m (RMSE), 検証点較差 3.944m (RMSE) が得られた. 8K カメラの利点を活かし, 撮影幅は約 500m が確保できている.

2.4 オルソ画像の評価

作成したオルソ画像を ZL10~19 の Google-XYZ 形式タイルに出力し, 地理院地図で基盤地図情報と重畳表示させ (図-3), 位置ズレの量を目視で点検してみたところ, 地上の道路での明瞭な位置ズレは確認できなかった一方, 高架道路に 2m 程度の一定方向の位置ズレ及び建物の倒れ込みが確認された. 地上レベルでの位置ズレが見られないことから正射変換自体に問題は無いと考えられる. 高架道

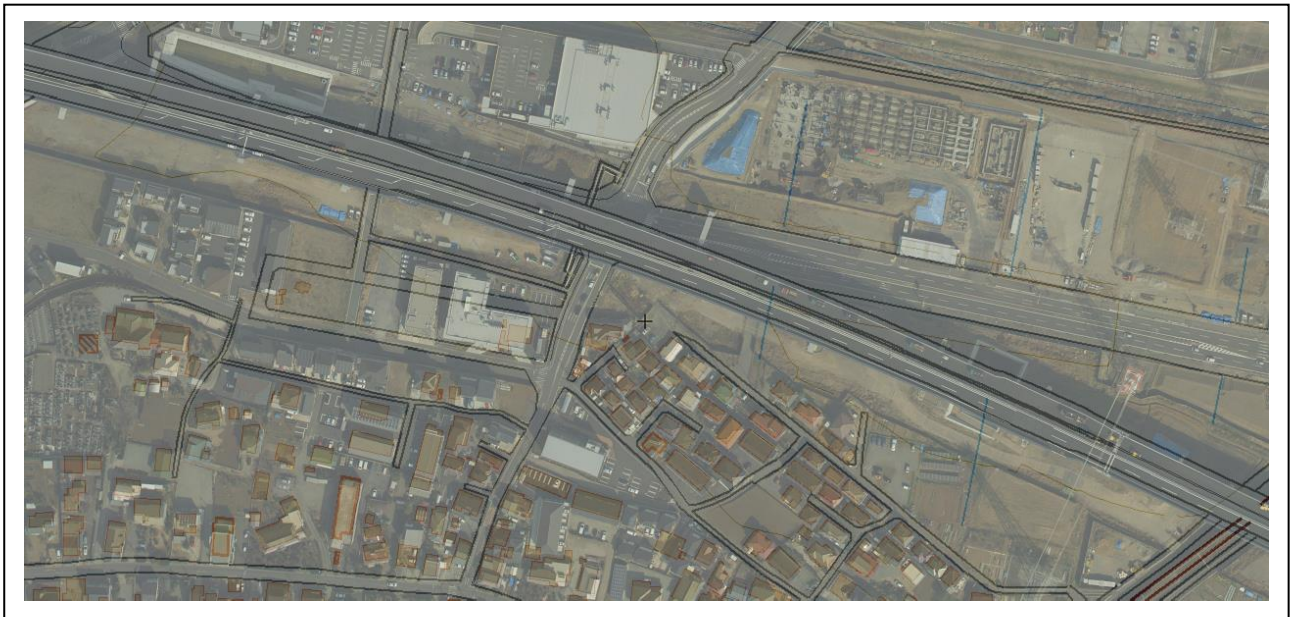


図-3 8K カメラ画像から作成したオルソ画像 (ZL19) と基盤地図情報 (ZL18 を ZL19 に拡大表示) の重畳状況

路の位置ズレの要因として DEM の影響が考えられるが、高架道路が画面中央に捉えられるよう高架道路の直上を飛行するように直下撮影を行ったことから、DEM の影響は限定的と考えられる。単コース撮影であることから、進行方向に対して直交する方向の外側に建物が倒れ込むのはやむを得ないが、ほぼ画像中央に撮影されているはずの高架道路の位置ズレ方向が一定であることから、カメラが鉛直直下ではなく、一定の傾きを持ったまま撮影が実施された可能性が考えられた。

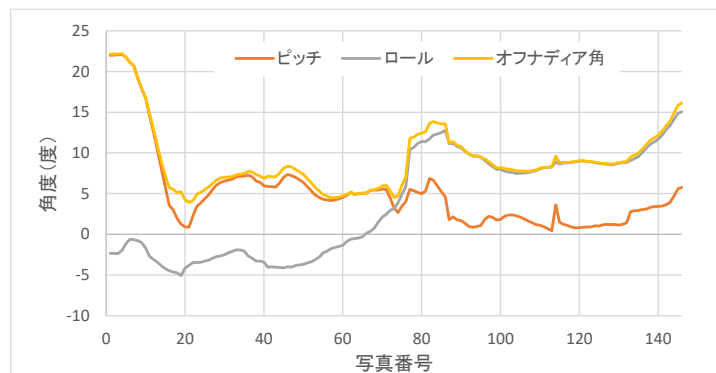


図-4 カメラパラメータの推定値

それを確認するため、PhotoScan が推定したカメラパラメータをエクスポートし、Pitch と Roll の角度を合成したオフナディア角を算出したところ、図-4 のように 5 度～10 度程度の傾きが確認された。なお、写真番号 0～16 付近でオフナディア角が大きいののはアプローチのために撮影開始地点である海老名 JCT を画面中央に捉えるような斜め撮影としていたことによるものであり、写真番号 75～85 付近でオフナディア角が一時的に大きくなっているのは、高架道路のカーブに合わせた飛行コース変更時に機体がロールした影響と考えられる。

この結果から、高架道路の位置ズレ及び建物の倒れ込みの原因は、カメラの傾きによるものであることが確認できた。カメラの向きが鉛直直下となっていなかった原因は、カメラの向きが防振装置のレバーの操作で決定されることから、機械的にオフナディア角 0 度に設定できなかったためと考えられる。また、防振装置を用いたとしてもカメラの角度が一定の向きに保持されるわけではなく、機体の傾きの変化がある程度反映されている可能性が高い。

オルソ画像に関しては、地上画素寸法が小さいことから Google-XYZ タイルにおける ZL20 相当 (地上画素寸法約 6～7cm) のタイルデータを作成することができ、GCP 取得のためのベース画像として十分使用することができる。

4. 結論

他業務と兼ねて実施したとは言え、今回の撮影に要したコストは約 156 万円であり、箇所あたりの単価は約 31 万円となる。また、仮に栃木県の 1 か所を除く 4 か所を撮影地区とした場合、飛行時間 90 分と途中給油が不要となるため、コストは約 88 万円で、1 か所あたりの単価は約 22 万円となる。また、定性的な評価としてではあるが、カメラの傾きさえオフナディア角 0 度付近に設定することができていれば、地図情報レベル 2500 であれば十分な精度のデータが取得できる可能性が高い。

このことから、迅速修正レベルの現況調査手段として小回りの利くヘリコプターと 8K カメラを用いる方法は、将来の地理空間情報更新のための画像取得手段として有望と考える。ただし、2019 年 1 月時点で、我が国でヘリコプターに 8K カメラを搭載して直下撮影に対応できる業者は 2 社しかなく、運用可能な地域は限定的である。

一方、動画を原典とする画像を測量に用いるにはまだ技術的な検証が必要である。今回の試験撮影によって、ヘリコプターと 8K カメラの組み合わせが検討に値することが確認できたことから、今後も試験撮影の機会を捉えてより高度な検証に取り組んでいきたいと考えている。

参考文献

国土交通省（2016）：作業規程の準則，平成 28 年 3 月 31 日国土交通省告示第 565 号，

https://psgsv2.gsi.go.jp/koukyou/jyunsoku/pdf/h28/H28_junsoku_honbun.pdf (accessed 26 Mar. 2019).

島本洋，安江俊夫，石田貴志，岩本知治（2015）：超小型 8K スーパーハイビジョンカメラの開発と番組撮影，映像メディア学会技術報告，39，4，93-96.