

UAV 空撮画像より算出する 3 次元点群データ作成時における対空標識の評価

(株)新星コンサルタント	正会員	中島 英敬
(株)新星コンサルタント	林 良輔	飯田 貴博
(株)新星コンサルタント		和具麻里子
日本大学	正会員	朝香 智仁

1. はじめに

近年、測量分野における UAV の活用は目まぐるしく、空撮・定点モニタリング・写真測量への応用と、活躍そして活用の方が著しく増えている。活用増加の背景には UAV 機器の操作簡易化や機体の小型化、多種目な搭載センサーの普及などが考えられる。

著者らは 2015 年から UAV を業務内に導入し、陸部における空撮技術有効性の検証、空撮画像による 3 次元点群データの作成、水域部を含むエリアでの 3 次元点群データ利活用と積極的な活用方法を見出してきた。

空撮画像による 3 次元点群データ作成は、対象地が裸地に近い状態になっていること、また裸地でない場合は植生を伐採・伐根する等、空撮写真から地形形状把握可能な箇所を可能な限り増やしておく作業が非常に有効であると判明している。更に、対空標識の形状および設置方法を工夫することで局所的な水域を含むエリアにおいても現地撮影条件を整えれば UAV にて撮影した画像より 3 次元点群データへ形状復元することが可能であることも判明している。撮影が非常に重要で後の形状復元処理の精度は撮影精度にある事が見え、3 次元点群データへの形状復元を推進する中で現場作業における生産性向上の課題が多く見えてきた。

そこで本研究では現在までの 3 次元点群データ作成案件を参考に、今後の UAV 活用案件への現場作業効率化に向け 3 次元点群データ作成に使用する対空標識の簡素化を評価することで今後のフィールドワークにおける生産性向上の検討を目的とした。

2. 研究手法

手法は現在までに作成した 3 次元点群データ案件の中から陸部と水部が混在する対象地において評価を行う。対象箇所は 3 箇所とし対空標識を設置した位置における座標の誤差を用いて評価を行う。

3 箇所のうち 2 箇所は UAV を用いた公共測量マニュアル（案）に示された対空標識（画像-1 参照）を用いて撮影および形状復元を行った（以後、Case1 とする）。残り 1 箇所は、対空標識設置と現地浮遊物を用いた対空標識仮想（画像-2 参照）混在の中撮影を行い形状復元した（以後、Case2 とする）。Case2 の対空標識仮想は浮遊物の端部を仮単点とし現地座標観測、形状復元時の補正座標として使用した。全ての箇所において UAV を用いた空中三角測量用の空中写真撮影を行った（画像-3 参照）。座標誤差の算出方法のイメージは画像-4 である。誤差が少ない程青丸（観測値）と緑丸（算出値）は近い位置に表示となる。

Case1 は対空標識中心部における観測値と算出値の誤差を評価した（画像-4 参照）。



画像-1 設置した対空標識の例

画像-2 浮遊物における仮単点

画像-3 撮影前の確認

キーワード 対空標識, UAV, 空中写真測量技術, 新技術, SfM-MVS 処理, モニタリング

連絡先 〒300-2721 茨城県常総市篠山 885 番地の 3 (株)新星コンサルタント TEL 0297-42-3333

Case2 は、形状復元した三次元点群データに示される丸の位置座標（画像-5）と座標観測値の誤差にて評価を行った。



画像-4 3次元点群データ上でみる座標評価の様子



画像-5 Case2 の評価の位置

3. 結果と考察

結果として座標誤差を示した表を示す。Case1(表-1 参照)時の X・Y 座標方向の最大絶対値は 0.017m・0.029m, 二乗平均平方根誤差は 0.017m・0.026m であった。Case1 (表-2 参照) 時の X・Y 座標方向の最大絶対値は 0.055m・0.093m, 二乗平均平方根誤差は 0.032m・0.048m であった。XY 座標に注目をした平面方向における二乗平均平方根誤差は 0.05m 以内となり写真から形状復元した値としては非常に小さな誤差であった。反対に Case2 の場合 X・Y 座標方向の最大絶対値は 9.052m・7.284m となり二乗平均平方根誤差も 4.032m・3.219m と非常に大きな誤差となった。

また形状復元時の最大の懸念事項である Z 座標方向（縦方向）誤差に関しては Case1 の場合 0.071m・0.057m と 0.10m 以内の誤差となったが Case2 の場合は 25m となり誤差の範囲を超えた値となった。この結果から、現地浮遊物を対空標識と見立て仮想の標定点として用いることは厳しいという結果が判明した。また浮遊物の色や形、撮影時の日照条件にも原因があるのではないかと考察し今後も検討を続けたい。

4. おわりに

今後もフィールドワークにおける課題を見つけ日々検討し解決することで生産性向上に繋げたい。また写真測量技術に加え UAV レーザーによるデータ計測を局所的に取り入れることで対空標識の設置が困難な箇所における精度確保の評価を行いデータの蓄積をすることで新たな評価を見出したい。

表-1 Case1(対空標識 6 枚)における評価

GCP No.	X座標			Y			Z		
	観測値:X1	算出値:X2	誤差(X1-X2)	観測値:Y1	算出値:Y2	誤差(Y1-Y2)	観測値:Z1	算出値:Z2	誤差(Z1-Z2)
1	-10636.717	-10636.719	0.002	-137439.602	-137439.578	-0.024	245.864	245.872	-0.008
2	-10647.929	-10647.934	0.005	-137456.220	-137456.245	0.025	244.744	244.670	0.074
3	-10634.835	-10634.818	-0.017	-137477.612	-137477.641	0.029	242.311	242.189	0.122
4	-10688.570	-10688.557	-0.013	-137421.054	-137421.036	-0.018	240.224	240.231	-0.007
5	-10659.346	-10659.377	0.031	-137462.314	-137462.342	0.028	240.222	240.262	-0.040
6	-10635.391	-10635.373	-0.018	-137509.281	-137509.252	-0.029	240.225	240.314	-0.089
X座標値に関する評価			平均誤差	Y座標値に関する評価			Z座標値に関する評価		
			標準偏差						
			二乗平均平方根						

表-2 Case1(対空標識 7 枚)における評価

GCP No.	X			Y			Z		
	観測値:X1	算出値:X2	誤差(X1-X2)	観測値:Y1	算出値:Y2	誤差(Y1-Y2)	観測値:Z1	算出値:Z2	誤差(Z1-Z2)
1	-73333.097	-73333.096	0.001	-107657.144	-107657.160	-0.016	170.671	170.685	0.014
2	-73351.858	-73351.902	-0.044	-107621.742	-107621.727	0.015	169.538	169.556	0.018
3	-73361.905	-73361.943	-0.038	-107603.005	-107602.933	0.072	169.440	169.469	0.029
4	-73390.180	-73390.125	0.055	-107567.444	-107567.402	0.042	169.307	169.337	0.030
5	-73409.978	-73409.953	0.025	-107599.589	-107599.682	-0.093	169.360	169.273	-0.087
6	-73408.362	-73408.367	-0.005	-107623.055	-107623.057	-0.002	169.384	169.414	0.030
7	-73419.655	-73419.656	-0.001	-107637.251	-107637.249	0.002	169.378	169.486	0.108
X座標値に関する評価			平均誤差	Y座標値に関する評価			Z座標値に関する評価		
			標準偏差						
			二乗平均平方根						

表-3 Case2(対空標識混在)における評価

GCP No.	X			Y			Z		
	観測値:X1	算出値:X2	誤差(X1-X2)	観測値:Y1	算出値:Y2	誤差(Y1-Y2)	観測値:Z1	算出値:Z2	誤差(Z1-Z2)
1	79898.819	79898.464	-0.355	106759.349	106759.970	0.621	55.708	52.772	-2.936
2	79909.733	79909.191	-0.542	106773.460	106774.045	0.585	55.142	52.795	-2.347
3	80031.622	80040.674	9.052	106570.436	106563.152	-7.284	17.966	52.856	34.890
4	80009.359	80010.449	1.090	106656.453	106657.955	1.502	34.391	52.733	18.342
5	79971.905	79975.929	4.024	106588.134	106584.699	-3.435	37.509	52.796	15.287
6	79994.309	79995.936	1.627	106756.178	106754.871	-1.307	42.243	52.947	10.704
7	79938.864	79942.242	3.378	106647.832	106646.098	-1.734	41.091	93.963	52.872
X座標値に関する評価			平均誤差	Y座標値に関する評価			Z座標値に関する評価		
			標準偏差						
			二乗平均平方根						