

高精度な AR マーカーと UAV を用いた移動量等の計測に対する適用性の検討

日本工営(株) 正会員 ○太田 敬一, 後藤 裕子
リーグソリューションズ(株) 大森 能成, 岩井 聡

1. 本検討の概要と目的

無人航空機である UAV、通称ドローンは、土木分野において空撮や測量業務に利用されるケースが多い。その一例として、UAV を用いた測量方法を示したマニュアルとして、国土地理院より「UAV を用いた公共測量マニュアル (案)」¹⁾及び「公共測量における UAV の使用に関する安全基準 (案)」²⁾が整備されている。UAV が測量業務に利用される背景として、これまで実施していた方法に対し、迅速で効率良く進めることができるからであり、ドローンを利用するにあたり、業務の効率化がモチベーションの 1 つにある。

また UAV の持つ多様な機能を踏まえると、業務の効率化だけでは無く、他の要素技術を組み合わせることで、新たなサービスを生み出すことができると考えられる。例えば、医薬品が不足する地域への医薬品の配送などの運送や物流分野での活用や、通信機材を搭載した UAV を災害時に飛行させ、通信の中継器としての利用など、これまで無かったサービスの提供や利用方法が進められている。今後もニーズに応じ、既存の要素技術と UAV を組み合わせた利用が進むものと考えられる。

近年の画像解析の進歩は目覚ましく、カメラ画像を用いた斜面変状の計測などの取り組みが見受けられる³⁾。また安価なカメラと AI 解析技術を組み合わせた物体検知などの事例も散見される。このような画像解析の技術と UAV と組み合わせた利用方法については、SfM の技術を利用し三次元モデルや点群モデルを作成し対象物の形状から状況を把握する事例は多々あるものの、計測や対象物の移動量までを想定した利用方法の事例は無い。

そこで本稿では試行的に、画像技術と AR マーカーを用いた計測技術と UAV を組み合わせ、計測対象物の移動量を把握する方法について検討したので、その結果を示す。

2. 検討に用いた AR マーカーの概要

検討に利用した AR マーカーは図 1 に示すもので、主な特徴の 1 つとして、マーカーの四隅に黒丸が配置されていることであり、この黒丸をカメラで検知し画像解析することで、カメラと AR マーカー間の距離を mm 単位精度で計測するものである。またマーカー中央には「ArUco マーカー」と呼ばれる模様配置されており、複数のマーカーを扱う場合の識別情報として利用する。

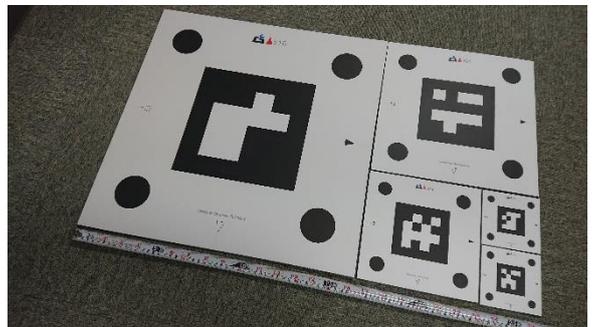


図 1 AR マーカー(リーグソリューション社製)

AR マーカーのサイズは 10cm~50cm のサイズがあり、カメラとマーカーの設置箇所との距離に応じ選定する。例えば 50cm サイズの AR マーカーでは約 30m 先に置いた AR マーカーまでの距離とカメラを基準点にした 3次元の座標値を測定、評定できる。また図 2 に示すように、2 つ以上の AR マーカーを配置した場合は、基準となる AR マーカーとの距離の測定と座標値が評定できる。

AR マーカーの撮影に用いるカメラは、市販のフル HD 程度のカメラから産業用途のカメラまで多様な種類のカメラが利用できる。カメラの解像度を上げ、AR マーカーのサイズを大きくする程、計測可能な距離は大きくなる。画像解析の際に市販のカメラを利用できる点は、利便性が高い。

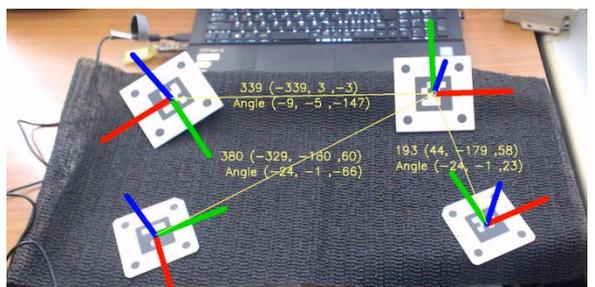


図 2 複数の AR マーカーの計測状況

3. UAV を組み合わせた撮影実験について

上記に示した AR マーカーと UAV を組み合わせた撮影実験について以下示す。

今回の撮影に際し、DJI 社製の Matrice300RTK を用いた。この機体は昨年 DJI 社からリリースされた産業用

途の機体で、測量や点検業務用途の仕様となっており、例えば光学 20 倍ズームカメラや赤外線カメラを搭載することが可能で、対象物に近接することなくズーム機能を用いた点検等に利用することができる。今回の検討においても、この光学 20 倍ズームカメラを用いており、最大値の 20 倍ズームに設定した上で AR マーカーを撮影した。

図 3 は撮影実験に用いた AR マーカーの配置である。地表に配置した AR マーカーは、左から 50cm、40cm、30cm、20cm のサイズである。また架台に載せた AR マーカーは 10cm のサイズである。この架台は移動式であり、右の AR マーカーを固定し、左の AR マーカーを架台上で所定の移動量だけ移動させることができる。これにより実際の移動量に対し、画像解析の結果から得られる AR マーカー間の距離を比較し、精度を検証できる。



図 3 撮影に用いた UAV と AR マーカーの配置

4. 撮影実験の結果について

図 4 は UAV を飛行高さ 35m でホバリングさせ、その際に撮影された画像を用いて、架台に固定した AR マーカーを基準とした AR マーカー間の距離を示した画像解析の結果である。図中の黄色の数値は画像解析の結果得られた計測値で、単位は mm であり、AR マーカー間の斜距離を示している。画像解析に際しては、UAV の飛行中のリアルタイムの動画をパソコンに入力し、画像解析のアプリケーションにその動画を入力し、アプリケーションではリアルタイムに画像解析を行い、パソコンの画面に AR マーカー間の距離を表示している。図中の表示は斜距離のみであるが、アプリケーションではその他に AR マーカー間の 3 成分の距離などが表示されている。また計測のモードを変更することで、AR マーカー間の距離に代え、カメラからの距離を解析し表示させることができる。つまり用途に応じ測定モードを変更して利用することができる。



図 4 AR マーカーを用いた画像解析の結果

撮影実験では、架台に配置した 10cm サイズの 2 つの AR マーカーに対し、架台に取り付けたメジャーで AR マーカー間を 1m に設定した。その結果、図 4 では 1,040mm の計測値が得られた。リアルタイムの計測された値をパソコンの画面で見ていると、その計測値は変動し、場合によっては 1,000mm の値を示すこともあった。計測値が変動する理由の 1 つとしては、UAV がホバリング中に完全に静止することなく動くため、それに影響され計測値も変動するものと考えられる。UAV を完全に静止させることは実際の現場でも難しいため、対策として、例えば計測値の平均値を取るなどの後処理で計測値を同定するなどの方法を検討する必要がある。

撮影実験では、架台に配置した 10cm サイズの 2 つの AR マーカーに対し、架台に取り付けたメジャーで AR マーカー間を 1m に設定した。その結果、図 4 では 1,040mm の計測値が得られた。リアルタイムの計測された値をパソコンの画面で見ていると、その計測値は変動し、場合によっては 1,000mm の値を示すこともあった。計測値が変動する理由の 1 つとしては、UAV がホバリング中に完全に静止することなく動くため、それに影響され計測値も変動するものと考えられる。UAV を完全に静止させることは実際の現場でも難しいため、対策として、例えば計測値の平均値を取るなどの後処理で計測値を同定するなどの方法を検討する必要がある。

5. 今後の課題と展望

画像解析と AR マーカーと UAV を組み合わせた利用の取り組みについて示し、UAV と AR マーカーを用いた計測結果を示した。その結果、UAV の挙動に対する計測値の評価方法に課題があることが分かった。今後実際の現場で計測することを想定し、様々な改良を進める予定である。

参考文献

- 1) 国土地理院ホームページより引用「UAV を用いた公共測量マニュアル(案)」,
<https://www.gsi.go.jp/common/000186712.pdf>(参照日 2020 年 4 月 1 日)
- 2) 国土地理院ホームページより引用「公共測量における UAV の使用に関する安全基準(案)」,
https://psgsv2.gsi.go.jp/koukyou/public/uav/doc/anzen_kijun_160330.pdf(参照日 2020 年 4 月 1 日)
- 3) 鳥居他、CCD カメラ斜面監視システム開発とその地すべり発生予測への適用性、土木学会論文集 No. 714