

(59) テンプレートマッチングを利用した UAV テストサイトでの位置精度検証システム

山本 義幸¹・中村 栄治²

¹正会員 博士 (工学) 愛知工業大学 工学部 土木工学科 (〒 470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247)
E-mail: y.yamamoto@aitech.ac.jp

²正会員 PhD. 愛知工業大学 情報科学部 情報科学科 (〒 470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247)

本研究は、テストサイトで、UAV が取得した三次元空間データの位置精度検証システムを開発した。地上基準点は、仮設の対空標識ではなく、既設物とし、例えば構造物の端点を利用した。また、空間データ（オルソ画像）上での地上基準点での判読は、画像処理手法のテンプレートマッチングを使用した。テンプレートマッチングでは、テンプレート自体を拡大縮小して地上基準点を検出できるようにした。また、カラー画像・グレースケール画像・エッジ検出画像の3種類で検証した。撮影時期や地上分解能が異なる UAV からの三次元空間データに対し、本システムの頑健性を検証した。結果として、テンプレートとして適切な地上基準点画像を用意することで、頑健な位置精度検証システムを開発できた。

Key Words: UAV, test site, verification system, geometrical accuracy, template matching

1. 序文

UAV(Unmanned Aerial Vehicle) は、土木分野の各所で実利用化や利用検討がなされている¹⁾。国土交通省が推進する i-Construction や CIM(Construction Information Management) と相まって、さらに広がりを見せる様相である。国土地理院は、公共測量で UAV を使用する際のマニュアルを作成した。このように、UAV の利活用を推進する環境は整いつつあるが、飛行ルールの制限は厳しい。人口集中地区の上空での飛行は許可が必要である。このため、UAV の飛行練習は簡単に行えない状況である。このような状況において、各地に UAV テストサイトが設けられ始めている²⁾。UAV の性能は向上する一方であるが、安全のための飛行練習は必須であり、UAV テストサイトの位置づけは今後さらに高まるものと考えられる。

UAV が土木分野で利用されている一つの理由は、三次元空間データを簡単に作成できることである。これまでは、三次元空間データを取得するために航空機やヘリコプター、車を利用するなど大がかりな方法でしか行えなかった。近年では、SfM(Surface from Motion) と呼ばれる写真からの三次元形状復元技術がコンシューマーレベルでのアプリケーションに実装され、三次元空間データ作成を容易にしている。よって、UAV テストサイトでは UAV の飛行練習だけではなく三次元空間データ取得のための飛行練習も行われている。

上述のマニュアル等では、UAV から作成する三次元

空間データの位置精度レベルが規定されている。UAV で撮影した写真から作成した三次元空間データは、座標が任意であるため地理座標を付加しなければいけない。そのためには、地上基準点を設ける必要があり、対空標識の設置と測量が必要となる。対空標識は、通常、恒久的に設置するものではなく、仮設し、RTK-GNSS 測量等で地上基準点としての地理座標を取得する。UAV テストサイトも、普段はグラウンド等で使用している敷地を間借りしているのがほとんどであって、対空標識を恒久的に設置することは難しいのが現状である。

三次元空間データ上において明確に位置を特定できる場所があれば、原理的には、対空標識でなくても、そこを地上基準点として利用しても問題はない。例えば、構造物の端点などである。さらに、UAV テストサイトでの飛行練習のように、特定の場所で取得された三次元空間データ上で地上基準点を検出するために、画像処理手法のテンプレートマッチングを利用する方法が考えられる。テンプレートマッチングは、テンプレート画像が対象画像中のどこに存在するかを検出する。テンプレートマッチングで、三次元空間データ上の地上基準点を自動で検出できれば、作業が短縮できる。さらには、テンプレートマッチングを利用した位置精度検証システムの構築が期待でき、UAV テストサイトでの飛行訓練が効率的に実施できる可能性がある。

本研究では、テンプレートマッチングを利用した UAV テストサイトでの位置精度検証システムについて検討した。



写真-1 UAV テストサイト



写真-3 テンプレート検出結果

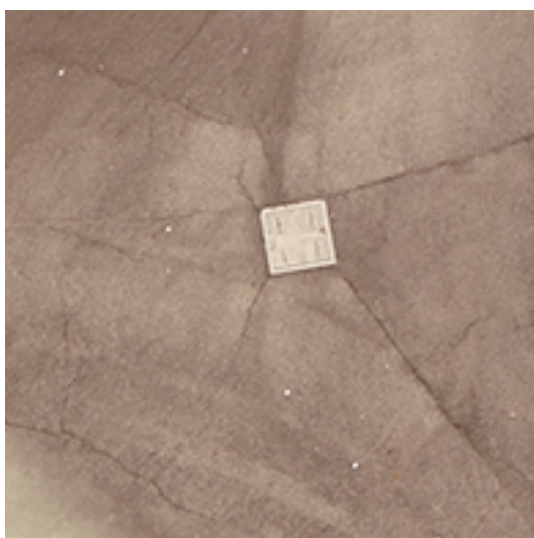


写真-2 テンプレート（地上基準点）

2. 手法

本研究では、UAV テストサイトでの飛行訓練で取得した三次元空間データの位置精度についてテンプレートマッチングを利用した検証システムを検討する。写真-1の中央のひょうたん型の敷地が、著者らが所属する愛知工業大学内の UAV テストサイトである。もともとは愛知万博の会場で、数 m 程度の高低差もあり、UAV の飛行制限もなく、UAV テストサイトとして活用しやすい場所である。この UAV テストサイト内で、既設物の地上基準点を設定した。例えば、写真-2に示すコンクリート蓋の角を地上基準点として設定した。テンプレートマッチングは、OpenCV の関数を利用し、Python でシステムを開発した。テンプレート画像をカラー画像・グレースケール画像・エッジ検出画像として検出できるようになっている。さらに、テンプレート画像の解像度を自動的に変化させ、テンプレートマッ

グを行う仕組みとなっている。このシステムにおいて、撮影日や地上分解能が異なる、UAV から作成した三次元空間データ（オルソ画像）への適用を検討した。

3. 結果

写真-3が、使用した地上基準点のテンプレートと異なる日に撮影され地上分解能も異なる、UAV からのオルソ画像へのテンプレートマッチングの適用結果である。テンプレート画像と同箇所を検出することができた。テンプレート画像の地上分解能が入力画像と同程度のときに類似度と検出精度も高かった。また、テンプレート画像と入力画像をグレースケール画像として実施したときに類似度と検出精度が高かった。

4. 結論

本研究では、テンプレートマッチングを利用した UAV テストサイトでの位置精度検証システムを開発した。テンプレート画像を入力画像と同程度の地上分解能にした場合、さらにグレースケール画像として処理を実施した場合に、類似度と検出精度が高いことが示された。

謝辞: テストサイトでの UAV データについては、中日本航空株式会社、有限会社アペオ技研、アイサンテクノロジー株式会社、日本測量協会中部支部、DPCA TOKAI から提供頂きました。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 津留 宏介, 鈴木 三馨, 高橋 敏樹, 布施 孝志, 山本 和範, 横洲 弘武: 土木と UAV ー利活用の可能性を考えるー, 土木学会誌, Vol.101, No.5, pp.4-33, 2016.
- 2) 小特集 UAV テストサイトの概要と活用例, 写真測量とリモートセンシング, Vol.55, No.5, pp.294-302, 2016.