

UAV による AR 施工管理支援システムの現場への適用性の検討

五洋建設株式会社 正会員 ○三宅 貴大
五洋建設株式会社 正会員 松長 悠太
五洋建設株式会社 正会員 琴浦 毅

1. はじめに

近年、AR 技術は建設現場において、地盤改良などの目視確認が困難な現場作業の進捗確認や、設計データの表示による構造物間の離隔確認といった施工管理や安全性の検討に利用されている。

AR の表示方法はビジョンベース型とロケーションベース型に大別され、ビジョンベース型は任意地点に設置したマーカを読み込み、マーカを原点としたモデルを表示するものであり、一方ロケーションベース型は AR を表示する機器の位置情報や方位情報に基づいて登録したモデルを表示するものである。水面上にマーカを設置することが困難な海上工事や河川工事においては、ロケーションベース型が適していると考えられ、陸上工事においてもマーカレスにより AR の利便性向上が図れる。AR はモバイルデバイスやスマートグラスで用いられ、人の視線と同じ高さでの利用が一般的となっているため、施工範囲の広い建設現場では活用が限定される。

そこで本稿では、地上からの映像と比較して広い視野が得られる UAV を用いて、AR の表示を行えるシステムを開発し、現場への適用性を検討した。

2. UAV を用いた AR 表示システムの概要

UAV は飛行制御のために GPS 位置情報や機体の姿勢情報を取得しているため、常に送信機と通信しながら安定した姿勢で飛行することができ、建設現場への導入が進んでいる。UAV は建設現場で主に空撮や測量業務で活用されているが、UAV から取得できる GPS 位置情報や姿勢情報等をリアルタイムに活用した事例は少ない。

本稿のシステムは UAV から送信される位置情報や高度、方位、姿勢情報をリアルタイムに取り込み、UAV で撮影した俯瞰映像に構造物や施工対象、道路の境界線を表示するロケーションベース型 AR の施工管理支援システムである。

表-1 使用機材諸元

使用機材	型式	メーカー	寸法(mm)	重量(g)
UAV	Inspire2 (T650)	DJI	605mm(対角寸法)	3290g
送信機	GL6D10A	DJI	170mm(最大幅)	515g
タブレット	iPad Pro	Apple	247.6mm(最大幅)	468g



図-1 使用機材

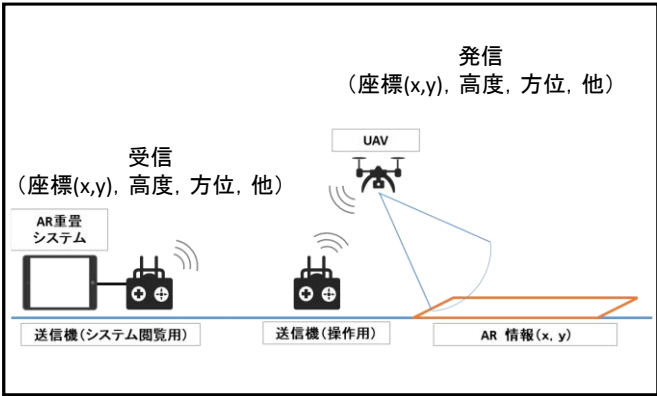


図-2 UAV を用いた AR 表示概念図

AR 施工管理支援システムの利用に必要な機材は、UAV 1 台と送信機 2 台、タブレット 2 台である（表-1, 図-1）。本検討で使用した UAV は DJI 社製の Inspire2 であり、この機体の平面位置は GPS 受信機、高度は気圧センサ、方位は磁気コンパス、姿勢情報は加速度センサで計測している。送信機は UAV から取得した位置情報等をタブレット上に表示させており、1 台は UAV の操縦用として使用し、2 台目は UAV で空撮した俯瞰映像に AR 表示させるシステム閲覧用として使用した（図-2）。

3. システムの現地適用性検証

本システムの現地適用性を検討するため、UAV が撮影した俯瞰映像に道路と盛土の境界線を AR 表示し、飛行方法による AR 表示への影響度を検討した。AR 表示には座標情報 (x,y,z) の入った図面を登録する必要がある、今回は道路と盛土の境界線の図面を登録した。本検討の結果を表-2 に示し、結果の詳細を以下に記載する。

(1) 離陸位置から飛行高さ 100m を停止飛行

図-3 は UAV を飛行高さ 100m で停止飛行して撮影した映像に道路と盛土の境界を AR 表示した結果である。AR は表示対象別に境界線の色を変えており、道路を緑と赤、盛土を橙で表示している。また、盛土の表示名称を地盤改良範囲としている。AR 表示の結果は、緑のラインの道路、橙の四角形の盛土の境界線は確認されたが、道路と盛土の境界線が右向きに回転した表示となった。境界線はおおよその位置に表示されたが、方位方向にずれが生じており、要因としては UAV の機体方位情報と登録図面との方位誤差が考えられた。UAV の方位計測は機体内部の磁気コンパスを用いて磁北で計測されているが、AR 表示で用いている図面の北は真北を指しているため、機体方位の磁北と図面の真北との偏角が方位ずれの要因と判断した。したがって真北と磁北の偏角である 8 度の補正を行い、再度離陸位置から飛行高さ 100m を停止飛行させた結果、道路と盛土に適した境界線表示が確認された (図-4)。

(2) 飛行高さ 100m を前進、後退 (偏角補正あり)

偏角の補正を設定し、飛行高さ 100m を前進、後退した結果、前進後退中の AR 表示のずれは見られなく、道路と盛土ともに適した境界線表示が確認されたため、UAV の GPS 位置情報は本システム内に遅滞なく取り込めていたと考える (図-5)。しかし、前進後退の距離や速度の AR 表示への影響度も今後評価する必要があると考える。

(3) 飛行高さ 100m を旋回 (偏角補正あり)

偏角の補正を設定し、飛行高さ 100m で UAV の左周りの旋回移動を行った結果、旋回移動に伴った AR 表示の境界線のずれが確認されたため、旋回で生じた表示のずれは UAV に搭載されている GPS 位置情報や磁気コンパスの精度が影響していると考えられる (図-6)。

表-2 検討結果まとめ

飛行方法	補正	表示状況	参照図
停止飛行	無	偏角によるずれ	図-3
停止飛行	偏角補正	無	図-4
前進、後退	偏角補正	無	図-5
旋回	偏角補正	旋回方向へのずれ	図-6



図-3 停止飛行による AR 表示 (偏角補正なし) 図-4 停止飛行による AR 表示 (偏角補正あり)



図-5 前進、後退による AR 表示 (偏角補正あり) 図-6 旋回移動による AR 表示 (偏角補正あり)

4. おわりに

本稿では、UAV で撮影した俯瞰映像に AR 表示を行うシステムを開発し、現場への適応性を検討した。結果としては、AR 表示中に UAV を旋回移動させると表示のずれが確認され、ずれの要因は機体本体の特性なのか、検証地域の特性なのかは今後検証を進めていく必要があるが、真北と磁北の方位ずれは補正を行うことで適した表示が可能であった。本システムは現場情報の可視化を目的とし、表示精度がシステムの利用に影響しないため、UAV の俯瞰映像に現場情報の AR 表示が可能である本システムは現場への適用が期待できる。

UAV で撮影した俯瞰映像に、施工範囲の境界線や、構造物の設計データ、施工履歴などの各種情報を AR 表示することで、目視確認が困難な作業の進捗管理や現場内における重機等の施工区画の確認が可能であるため、施工管理を行う上での現地状況への理解度が深まり、より確実な工程計画や安全対策に活用できると考える。

参考文献

1) 国土地理院：「公共測量における UAV の使用に関する安全基準(案)」