

1. 基本事項

技術番号	BR010028-V0021		
技術名	無人航空機(マルチコプター)を利用した橋梁点検画像取得装置 M300RTK-i		
技術バージョン	ver 1.0.0	作成: 2021年10月	
開発者	DJI JAPAN 株式会社 株式会社FLIGHTS 大日本コンサルタント株式会社		
連絡先等	03-6712-9185 TEL: 03-5860-1023 (代表連絡先)	E-mail: akihiro.ban@dji.com infra@droneagent.jp (代表連絡先)	DJI JAPAN 株式会社、株式会社FLIGHTS(代表連絡先) 栗原(代表連絡先)、加塩、阿世知、長嶋
現有台数・基地	4台	基地	DJI JAPAN株式会社 〒108-0075 東京都港区港南1丁目2-70 品川シーズンテラス11F 株式会社FLIGHTS 〒150-0043 東京都渋谷区道玄坂1-19-12 道玄坂今井ビル6階
技術概要	・本技術は、ドローンに搭載されたフルサイズセンサデジタルカメラにより、損傷の状態把握に使用する部材表面のデジタルカラー画像を撮影する技術である。ドローンに搭載されたステレオカメラや赤外線を利用した障害物検知システムを使用して、広範囲を面的に画像撮影を行なうことが可能である。		
技術区分	対象部位	・上部構造(コンクリート)／下部構造(コンクリート)	
	変状の種類	・ひびわれ／剥離・鉄筋露出／漏水・遊離石灰／補修・補強材の変状／うき／変色・劣化／漏水・滞水／変形・欠損	
	物理原理	・静止画	

2. 基本諸元			
計測機器の構成	ドローン 光学デジタルカメラ(フルサイズセンサー)		
移動装置	移動原理	【飛行型】 4枚羽のドローンを飛行させ、ドローンに搭載した光学デジタルカメラにより部材表面のデジタルカラー画像を撮影する。 ドローンの飛行は、計測対象部材の状況に応じて自動飛行と手動飛行を使い分ける。	
	運動制御機構	通信	・通信種別: 無線 ・周波数帯: 2.4GHz帯小電力データ通信システム ・出力: 100mW以下
		測位	・GNSSおよびRTK測位システム ・デュアルビジョンカメラ ・赤外線センサー
		自律機能	・GNSSおよびRTK測位システムにより自動ホバリングおよび自動飛行 ・デュアルビジョンカメラおよび赤外線センサーにより自律的にホバリングを行う
		衝突回避機能 (飛行型のみ)	・デュアルビジョンカメラおよび赤外線センサーにより衝突を回避する ※衝突回避については、付属のアプリケーションにて任意の距離に設定が可能
	外形寸法・重量	810x670x430mm(長さx幅x高さ) カメラ搭載時 約7.1kg	
	搭載可能容量 (分離構造の場合)	2.7 kg	
	動力	・名称 TB60 ・容量 5935 mAh ・バッテリータイプ LiPo 12S ・電力 274 Wh ・正味重量 約1.35 kg ※飛行には2本のバッテリーが必要。上記項目は1本の仕様。	
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	約45分の飛行が可能 ※カメラを搭載し、気温25度、無風、ホバリング状態での飛行時間。	
	設置方法	・機体上部もしくは下部に専用アタッチメントに装着。 ・専用工具、ボルト、ナットなどは不要。	
計測装置	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	・DJI Zenmuse P1 ・198x166x129mm ・約800g	
	センシングデバイス	カメラ	センサー: センサーサイズ(静止画): 35.9 × 24 mm(フルフレーム) センサーサイズ(最大動画記録領域): 34 × 19 mm 有効画素数: 45 MP ピクセルサイズ: 4.4 μm 対応レンズ: DJI DL 24mm F2.8 LS ASPHLレンズ(ENTERPRISE)(レンズフードとバランスリング/フィルター付き)、FOV 84° DJI DL 35mm F2.8 LS ASPHLレンズ(ENTERPRISE)(レンズフードとバランスリング/フィルター付き)、FOV 63.5° DJI DL 50mm F2.8 LS ASPHLレンズ(ENTERPRISE)(レンズフードとバランスリング/フィルター付き)、FOV 46.8°
		パン・チルト機構	・3軸(チルト、ロール、パン) チルト: -125° ~ +40° ロール: -55° ~ +55° パン: ±320° ※制御精度 ±0.01°
		角度記録・制御機構 機能	・あり
		測位機構	・ドローン本体からの測位情報を利用して画像に記録 ・なお、画像の位置情報は、飛行撮影後にSfM(Structure from Motion)技術によりも解析可能。
	耐久性	・保護等級 IP4x ・動作環境温度 -20° ~ 50°	
	動力	・ドローン本体のバッテリーを使用	
	連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	・ドローン本体のバッテリーに依存	
データ収集・通信装置	設置方法	・SDカード(UHS-1以上に規格)をカメラに装着。	
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	・W24mm × H32mm × D2.1mm(SDカード外形寸法)	
	データ収集・記録機能	・カメラに装着したSDカードに直接書き込み。	
	通信規格 (データを伝送し保存する場合)	-	
	セキュリティ (データを伝送し保存する場合)	-	
動力	・機体/バッテリーに依存		

データ収集・通信可能時間 (データを伝送し保存する場合)	-
---------------------------------	---

3. 運動性能

項目	性能	性能(精度・信頼性)を確保するための条件
構造物近接での安定性能 (飛行型のみ)	性能確認シートの有無 ※ <input type="checkbox"/> 有 【性能値】 未検証 【標準試験値】 停止飛行時: 水平移動無し ホバリング: 15秒間	構造物までの距離: 2.5m 風速: 4.6m/s
狭小進入可能性能	性能確認シートの有無 ※ <input type="checkbox"/> -	-
最大可動範囲	性能確認シートの有無 ※ <input type="checkbox"/> 無 【性能値】 水平8km 【標準試験値】 未検証	-
運動位置精度	性能確認シートの有無 ※ <input type="checkbox"/> 無 【性能値】 ホバリング精度 (GPSあり、Pモード) 垂直: ±0.1 m (ビジョンシステム有効時) ±0.5 m (GPS有効時) ±0.1 m (RTK有効時) 水平: ±0.3 m (ビジョンシステム有効時) ±1.5 m (GPS有効時) ±0.1 m (RTK有効時) 【標準試験値】 未検証	-

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

4. 計測性能

項目		性能		性能(精度・信頼性)を確保するための条件
計測装置	撮影速度	性能確認シートの有無 ※	有	延長9.533mに分布する7個の供試体を風速3.1~11.3m/sの環境下で静止撮影 ※撮影時(シャッターを下ろす)際は静止
	計測精度	性能確認シートの有無 ※	有	■カメラ名称:ZENMUSE P1 ■被写体距離:3.0m ■照度:5.6~77.5kLux ■風速:3.1~11.3m/s ■気温:17.8~19.0℃ ■焦点距離:35mm ■シャッター速度:1/1000 秒 ■絞り: f5.6 ■ISO値:auto ■フォーカス:中心タッチフォーカス ■画像Pixel数:8192x5460
	長さ計測精度 (長さの相対誤差)	性能確認シートの有無 ※	有	■カメラ名称:ZENMUSE P1 ■被写体距離:3.0m ■照度:6.1~80.6kLux ■風速:4.5m/s ■気温:18.4℃ ■焦点距離:35mm ■シャッター速度:1/1000秒 ■絞り: f5.6 ■ISO値:auto ■フォーカス:中心タッチフォーカス ■画像Pixel数:8192x5460
	位置精度	性能確認シートの有無 ※	有	■カメラ名称:ZENMUSE P1 ■被写体距離:3.0m ■照度:6.1~80.6kLux ■風速:4.5m/s ■気温:18.4℃ ■焦点距離:35mm ■シャッター速度:1/1000秒 ■絞り: f5.6 ■ISO値:auto ■フォーカス:中心タッチフォーカス ■画像Pixel数:8192x5460
	色識別性能	性能確認シートの有無 ※	有	■カメラ名称:ZENMUSE P1 ■被写体距離:3.0m ■照度:6.1~80.6kLux ■風速:4.5 m/s ■気温:18.4℃ ■焦点距離:35mm ■シャッター速度:1/1000秒 ■絞り: f5.6 ■ISO値:auto ■フォーカス:中心タッチフォーカス ■画像Pixel数:8192x5460

※「有」の場合は、付録2「技術の性能確認シート」に添付する。

5. 画像処理・調書作成支援

変状検出手順		<p>・本技術のサービス範囲は、画像の撮影までとし、変状の検出は、発注者(管理者、建設コンサルタント、点検会社)が行なうことを基本としている。</p> <p>・変状の検出は、以下に示す手順で行なうことを想定している。</p> <p>①SfM(Structure from Motion)ソフトを用いて、既知の寸法を割り当てることができ、必要な寸法を計測することができる範囲で画像を3次元化し、2次元オルソモザイク画像を作成する。</p> <p>②2次元オルソモザイク画像をモニタに映し、技術者が目視して損傷を検出するとともに、画像編集ソフトやCADソフトを用いて変状の大きさや位置を計測する。なお、AIや画像解析による変状検出支援サービスを利用する場合でも、技術者が2次元オルソモザイク画像を目視して照査を行なうこと。</p>	
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	<p>・2次元オルソモザイク画像の作成にあたって、計測精度が確認されているSfM(Structure from Motion)は市販のSfMソフトを使用した。</p> <p>・画像編集ソフトやCADソフトは任意。ただし、ソフト上に2次元オルソモザイク画像を貼り付けたとき、画質が保持されることの確認が必要。</p>	
	検出可能な変状	<p>・ひびわれ／剥離・鉄筋露出／漏水・遊離石灰／補修・補強材の変状／うき／変色・劣化／漏水・滞水／変形・欠損</p>	
	変状検出の原理・アルゴリズム	ひびわれ	-
		ひびわれ幅および長さの計測方法	-
		ひびわれ以外	-
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	-
		変状の描画方法	-
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	-
		ファイル容量	-
		カラー／白黒画像	-
画素分解能		-	
その他留意事項		-	
出力ファイル形式	-		
調書作成支援の手順		-	
調書作成支援の適用条件		-	
調書作成支援に活用する機器・ソフトウェア名		-	

6. 留意事項(その1)

項目	適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
道路幅員条件	-	-
桁下条件	<ul style="list-style-type: none"> ・桁下高3m以上 ・要求画像性能に対して必要な被写体照度を確保できること。 ・被写体照度が不足する場合は、機体に搭載される照明装置の使用を検討する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・関係法規および飛行許可承認に添付した飛行マニュアルを遵守すること。
周辺条件	<ul style="list-style-type: none"> ・安全索の運用を含め、飛行の支障となる物件、草木の繁茂などがないこと。 ・ダウンウォッシュにより地面などから砂塵が飛散しないこと、あるいはその抑止が可能なこと。 ・飛行撮影中、突風などにより機体の姿勢が乱された場合に姿勢を立て直すための空間として、計測対象部材から最大飛行高さの1/2以上(ただし、最小10m)の空間を確保することが望ましい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・関係法規および飛行許可承認に添付した飛行マニュアルを遵守すること。
安全面への配慮	<ul style="list-style-type: none"> ・飛行区域に第三者が立ち入らないように関係機関と協議を行なうことを基本とし、現地状況に合わせて適切な体制の監視員を配置する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・関係法規および飛行許可承認に添付した飛行マニュアルを遵守すること。
無線等使用における混線等対策	<ul style="list-style-type: none"> ・付近に機体の無線操縦に影響する強い電波を発信する施設(放送局、電波発信基地、電波塔、変電所など)がないことを確認する。 ・操縦装置と機体をリンクする際には双方を十分に近づけ、第三の操縦装置とリンクさせないように徹底する。 ・同じ点検現場で2機以上同時に飛行させる場合は、操縦者同士が声を掛け合い、操縦装置と機体をリンクさせるタイミングが合わないよう徹底する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・関係法規および飛行許可承認に添付した飛行マニュアルを遵守すること。
道路規制条件	<ul style="list-style-type: none"> ・飛行する範囲が道路直上などにおよぶ場合は、交通規制など別途安全対策の併用を検討する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・関係法規および飛行許可承認に添付した飛行マニュアルを遵守すること。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・雨天時の運用は不可とする。 ・濃霧の場合も運用は不可とする。 	-

6. 留意事項(その2)

項目	適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
調査技術者の技量	<ul style="list-style-type: none"> ・DJI CAMPスペシャリスト認定講習、および株式会社FLIGHTSが開催する事業用ドローン操縦士修了程度の技能。または国土交通省ホームページ記載の講習団体の講習修了者に限る。 	-
必要構成人員数	<ul style="list-style-type: none"> ・操縦者1名 ・補助者2名 計3名で運用 	<ul style="list-style-type: none"> ・現場条件により、操縦補助者(カメラオペレーター)や警備員の追加が必要な場合がある。
操作に必要な資格等の有無、フライト時間	<ul style="list-style-type: none"> ・DJI CAMPスペシャリスト認定講習、および株式会社FLIGHTSが開催する事業用ドローン操縦士修了程度の技能。または国土交通省ホームページ記載の講習団体の講習修了者に限る。 ・資格取得に必要なフライト時間以上は必要ない。 	-
作業ヤード・操作場所	<ul style="list-style-type: none"> ・機体の挙動が把握できる位置で、操縦者が安全かつ安定して立てること。 ・操縦者に対して必要かつ適切な助言が可能な位置に操縦補助者が安全かつ安定して立てること。 	<ul style="list-style-type: none"> ・操縦者もしくは操縦補助者が常に機体を目視できる範囲で飛行させること。
点検費用	<p>【橋梁条件】</p> <p>部位・部材[橋脚/柱]</p> <p>活用範囲(柱断面形状、高さ、柱表面積)[6m×6m、30m、720m²]</p> <p>検出項目[ひびわれ/剥離・鉄筋露出/漏水・遊離石灰/補修・補強材の損傷/うき/変色・劣化/漏水・滞水/変形・欠損]</p> <p><費用> 合計=320,000円(経費含む)</p> <p>飛行撮影費=160,000万円(経費含む)</p> <p>損傷図画(※1)作成費=160,000万円(経費含む)</p> <p>※1 損傷図画とは近接目視点検の野帳に相当するCAD図。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・点検費用に記載した金額は、現場作業日数0.5日を考慮した金額としている。 ・本技術のサービス範囲は画像撮影までを基本とするが、点検費用は、従来技術との比較がし易いように近接目視点検の野帳に相当するCAD図の損傷図画作成までとしている。 ・拘束費や旅費を含んでいない。 ・現地状況により変動あり。
保険の有無、保障範囲、費用	<ul style="list-style-type: none"> ・ドローン運用者が適切な損害保険に加入する。 	-
自動制御の有無	<ul style="list-style-type: none"> ・GNSSおよびRTK測位システムにより自動ホバリングおよび自動飛行 ・デュアルビジョンカメラおよび赤外線センサーにより自律的にホバリングを行う。 ・デュアルビジョンカメラおよび赤外線センサーにより衝突を回避する ※衝突回避については、付属のアプリケーションにて任意の距離に設定が可能 	-
利用形態:リース等の入手性	<ul style="list-style-type: none"> ・購入可能 ・リース可能 ・業務委託 	-
不具合時のサポート体制の有無及び条件	<ul style="list-style-type: none"> ・サポート体制あり。 	-
センシングデバイスの点検	<ul style="list-style-type: none"> ・サポート体制あり。 	-
その他	<ul style="list-style-type: none"> 河川流路上を飛行する際には、下部ビジョンセンサーをOFFにすること。 	-

作業条件・運用条件

7. 図面

装置画像 (前面)



装置画像 (側面)



装置画像 (上面)



装置図面 (前面)



