



1. 基本事項

技術番号	BR010070-V0024			
技術名	AR技術を用いた小規模橋梁ひびわれ検査支援システム			
技術バージョン	-	作成:	2024年3月	
開発者	株式会社イクシス			
連絡先等	TEL: 044-589-1500	E-mail: info@ixs.co.jp	RPdiv.RPDTeam	
現有台数・基地	10台	基地	神奈川県川崎市	
技術概要	スマートフォンを用いて、橋長15m以下の橋梁の床版下面・橋脚・橋台を静止画で連続撮影し、得られた画像とスマートフォンの自己位置情報から1枚の「パノラマ画像」として出力できる。各画像の損傷箇所(ひびわれ)をAIが予測し、幅と長さの解析を行い、パノラマ画像へ解析結果が重畳された「ひびわれの損傷図」を得ることができる。			
技術区分	橋種	鋼橋 コンクリート橋		
	対象部位	上部構造(床版) 下部構造(橋脚,橋台) 溝橋(ボックスカルバート)(頂版,側壁・底版・隔壁・その他,翼壁) H形鋼桁橋(床版) RC床版橋(上部構造(主桁))		
	損傷の種類	鋼		
		コンクリート	⑥ひびわれ	
		その他		
共通				
検出原理	画像(静止画)			

2. 基本諸元

計測機器の構成		<ul style="list-style-type: none"> ・LiDAR搭載のスマートフォン・タブレット (iPhone12 Pro / 13Pro /14pro/ 15Pro、2020年以降のiPad Pro) ・撮影治具 (スマートフォン・タブレットを固定できる一脚、自撮り棒) ・ARマーカー    <p style="text-align: center;"> スマートフォン 撮影治具 ARマーカー </p>	
移動装置	機体名称	-	
	移動原理	-	
	運動制御機構	通信	-
		測位	-
		自律機能	-
		衝突回避機能 (飛行型のみ)	-
	外形寸法・重量	-	
	搭載可能容量 (分離構造の場合)	-	
動力	-		
連続稼働時間 (バッテリー給電の場合)	-		
計測装置	設置方法	手で計測装置一式を保持して撮影する(ハンディー型)	
	外形寸法・重量(分離構造の場合)	iPhone15 pro:H146.6mm×W70.6mm×D8.25mm 250g	
	センシングデバイス	カメラ	スマートフォン・タブレット (iPhone12 Pro / 13Pro /14pro/ 15Pro、2020年以降のiPad Pro) 内蔵カメラ
		パン・チルト機構	-
		角度記録・制御機構 機能	計測対象に張り付けたARタグを読み込むことで、ARタグを原点として計測機器(スマートフォン・タブレット)の3次元的な位置と角度を推定。自己位置と角度の推定には、内蔵のLiDARセンサーやジャイロセンサー、カメラ画像特徴量差分を用いている。
		測位機構	同上
	耐久性	IEC規格60529に基づくIP68等級	
動力	内蔵バッテリー(リチウムイオン)		
連続稼働時間(バッテリー給電の場合)	2時間		
データ収集・通信装置	設置方法	-	
	外形寸法・重量 (分離構造の場合)	-	
	データ収集・記録機能	-	
	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	
	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
3-1 安定性能	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-2 進入可能性能	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-3 可動範囲	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-
3-4 運動位置精度	性能確認シートの有無 ※	-	
	性能値	-	-
	標準試験値	-	-

※「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	4-1 計測速度(撮影速度)	性能確認シートの有無 ※	有		
		性能値	未検証	-	
		標準試験値	標準試験方法 地上(2019) 実施年 2023年 ・0.005m ² /sec ・200s/m ²	・風速: 0 m/s	
	4-2 計測精度	性能確認シートの有無 ※	有		
		性能値	未検証	-	
		標準試験値	標準試験方法 ひびわれ 地上(2019) 実施年 2023年 最小ひびわれ幅 - ・ひびわれ幅0.05mm 計測精度:0.18mm ・ひびわれ幅0.1mm 計測精度:0.12mm ・ひびわれ幅0.2mm 計測精度:0.16mm ・ひびわれ幅0.3mm 計測精度:0.02mm ・ひびわれ幅1.0mm 計測精度:0.42mm	・被写体との距離:0.25~0.3m ・照度:1.99~2.99 kLux ・風速: 0 m/s	
	4-3 オルソ画像精度	長さ計測精度	性能確認シートの有無 ※	有	
			性能値	未検証	-
			標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2023年 ・相対誤差:2.0%	・真値:0.882m ・測定値:0.882m ・被写体距離: 0.25~0.30 mm ・照度: 2.64 kLux ・風速: 0 m/s
		位置精度	性能確認シートの有無 ※	有	
			性能値	未検証	-
			標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2023年 ・絶対誤差(Δx, Δy)=(0.015, 0.011) (m)	・真値(x,y)=(-0.712,-0.551) ・計測値(x,y)=(-0.697,-0.540) ・被写体距離: 0.25~0.30 mm ・照度: 2.64 kLux ・風速: 0 m/s
4-4 色識別性能	性能確認シートの有無 ※	有			
	性能値	未検証	-		
	標準試験値	標準試験方法 (2019) 実施年 2023年 ・フルカラーチャート識別可能	・被写体距離: 0.5~1.0 mm ・照度: 0.21~14.2 kLux ・風速:0.0~0.2 m/s		

※「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>撮影装置アプリにてピクセル解像度を設定し、得られた既定の品質の画像に対して、(1)画像結合、(2)AIひびわれ予測、(3)ひびわれ幅および長さ計測の処理を施し、撮影を行った範囲の損傷図をラスター画像およびベクターデータにて出力する。</p> <p>(1)画像結合では、撮影装置の自己位置推定値を用いて1枚の画像を平面にパース変換し、パース変換した画像をさらに結合する。</p> <p>(2)AIひびわれ予測では、ディープニューラルネットワークを用いてひびわれ箇所のピクセルを予測する。</p> <p>(3)ひびわれ幅および長さ計測処理では、AIにて予測されたひびわれ箇所ピクセルに対して画像処理を行い、ひびわれ線を決定。ひびわれ線の範囲に対してピクセル解像度およびピクセル輝度差から、幅および長さの計測値を得る。</p>		
ソフトウェア情報	ソフトウェア名	Floor Maker(イクシス社独自のソフトウェア)		
	検出可能な変状	ひびわれ		
	損傷検出の原理・アルゴリズム	ひび割れ	RGBのカラー3チャンネルを保持した画像データ(PNG形式)を、学習済みのディープニューラルネットワーク(CNNネットワークを利用)にて推論をかける。ピクセル単位でクラスを予測できるセマンティックセグメンテーションの手法にて、入力画像の全ピクセルを評価。ひびわれクラスとしての予測の信頼度が一定値以上のものをAI(ディープニューラルネットワーク)によるひびわれ予測として抽出する。	
		ひび割れ幅および長さの計測方法	画像の各ピクセルに対してAI(ディープニューラルネットワーク)による判定を行い、ひびわれとして抽出されたピクセルについて、つながっているピクセルを線で結び、最小単位としてのひびわれ線を得る。最小単位のひびわれ線同士の離隔を評価し、設定値以内(通常は10mm)のものに関しては1体のひびわれとしてグループ化する。グループ化したひびわれの全ての延長範囲に関して、ひびわれ線を横断する方向のピクセルの輝度差から、ひびわれ幅のピクセルを得る。ひびわれ幅および長さのピクセルを、予め設定したピクセル解像度の設定値にて換算し、計測値を得る。	
		ひび割れ以外	-	
		画像処理の精度(学習結果に対する性能評価)	国土交通省AI開発支援プラットフォーム実施の評価試験(2020年度)にて再現率98%(Recall)、適合率83%(Precision)、再現率と適合率の調和平均90%(F値)の結果	
		変状の描画方法	ラスター画像およびVectorデータ(DXF等)	
	取り扱い可能な画像データ	ファイル形式	JPEG、PNG	
		ファイル容量	-	
		カラー/白黒画像	カラー	
画素分解能		撮影時に撮影装置アプリにて指定。撮影者は、設定した画素分解能を満たす撮影条件(撮影距離)にて撮影するよう、アプリ側で制御をかける。撮影条件に満たない場合、オートシャッターが作動しない仕組みとなっている。		
その他留意事項		<ul style="list-style-type: none"> ・撮影箇所がカメラにて直視可能であること ・一度に撮影する面積が10m×10mの範囲に収まること(自己位置推定の安定する範囲) ・コンクリート表面の状態によっては、AIによるひびわれ抽出ができないものがある(水濡れ、極端な汚れの付着) 		
出力ファイル形式	JPEG、DXF			
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)

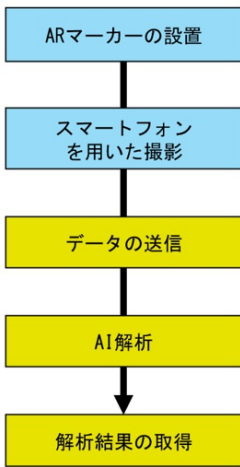
項目		適用可否/適用条件	特記事項(適用条件)
点検時 現場条件	道路幅員条件	1回の検査範囲の1辺が10mに収まる必要あり	検査範囲の1辺が10mを超える場合、複数回に分けて撮影作業を行う必要あり
	桁下条件	検査対象面に対して直接アクセスできる環境	<ul style="list-style-type: none"> ・検査対象面にARマーカを張り付けできる ・検査対象面に対して、撮影端末を一定の距離を保って撮影できる ・検査対象面は平面部のみ
	周辺条件	-	-
	安全面への配慮	撮影時に片手を占有するため、安定した足場環境が必要	-
	無線等使用における混線等対策	-	-
	道路規制条件	-	-
	その他	検査対象面に極度な汚れ・漏水や障害物が無いこと 0.2mmのひびわれ幅要件の場合、300-500mm程度の撮影距離が必要	<ul style="list-style-type: none"> ・軽微な漏水であればひびわれ解析可能 ・蜘蛛の巣をひびわれと誤検出する可能性あり

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)
作業条件・運用条件	調査技術者の技量	-	-
	必要構成人員数	1名	・1名作業の場合、脚立作業など必要なく、十分安全が確保できる場合に限る
	操作に必要な資格等の有無、フライト時間	-	-
	作業ヤード・操作場所	計測対象の至近(対象からスマートフォンまでの距離300mm)にて操作	-
	点検費用	・導入支援:10万円 ・機材一式レンタル費:45000円/月 ・1橋あたりAI解析費目安(計測面積合計60平米以内):40000円	・単価は税抜
	保険の有無、保障範囲、費用	保険無	-
	自動制御の有無	AR補助による自動シャッター機能あり	・設定したひびわれ幅の要求解像度と、画像のブレが無い条件で自動シャッターが作動
	利用形態:リース等の入手性	スマートフォンとソフトウェアセットでのレンタル提供	・要件を満たすスマートフォンであれば、ソフトウェアのみの提供も相談可
	不具合時のサポート体制の有無及び条件	ハード込みのレンタルの場合サポート対応可能	・ソフトウェアのみの提供の場合、ハードウェアと切り分けしてサポート可能
	センシングデバイスの点検	-	-
その他	-	-	

7. 図面

- ・作業フロー
- ・端末と撮影治具
- ・治具を使い撮影する様子



作業フロー



端末と撮影治具



治具を使い撮影する様子