

大阪大学工学部

学生会員 ○佐藤 佑亮

大阪大学大学院工学部研究科教授 フェロー 矢吹 信喜

大阪大学大学院工学部研究科准教授 正会員 福田 知弘

1. はじめに

我が国では近い将来、高度経済成長期に建造した膨大な数の土木構造物が更新時期を迎えるため、点検・維持管理に関する研究及び実施が進みつつある。現在、構造物の点検は、一定のフォーマットを持つ点検シートに手書きで行われているため、時間を要している。また最近では、IC (Integrated Circuit) タグを用いて点検データを電子データで保存する方法¹⁾も開発されているが、IC タグの設置や維持管理が困難であることや、悪戯等への懸念から管理者が利用を避ける等の課題が挙げられる。

一方、AR (Augmented Reality) 技術が最近注目されている。AR の位置合わせに、人工マーカを用いると、結局構造物にマーカを貼り付ける事になり、IC タグと同様の問題が発生する。GPS (Global Positioning System) と磁気センサを用いる手法もあるが、地下では使用できないあるいは、安価なものでは誤差が大きいといった問題がある。

そこで本研究では、画像マッチング手法を用いた AR 技術 (画像マッチング AR) に着目した。この技術を用いて、カメラ内蔵のタブレット PC 等により画像を認識させる事により、該当する点検シートが即座に画面に表示されるようなシステムを開発することとした。

2. システム開発

本研究で開発したシステムでは、ARToolKit NFT (Natural Feature Tracking) の動作原理を利用し、画像マッチング手法を用いた位置合わせを行う。開発システムの動作イメージを図-1 に示す。本システムを利用するにあたって、事前に構造物の点検対象領域の写真撮影し、その写真に対して特徴抽出を行う。その結果から、パターンファイルを作成する。パターンファイルとは、認識する画像の情報が入っ

たファイルの事を指し、イメージセットファイル、特徴集合ファイル、KPM (Key Point Matching) ファイル、設定ファイルの4つのファイルからなる。次に、web カメラとシステムを搭載した PC とを接続し、web カメラを通じて点検箇所のリアルタイムの情報を得る。その映像とパターンファイルの情報をマッチングさせることで位置合わせを行い、OpenGL (Open Graphics Library) の描画機能を用いて過去の点検データ等の点検に必要なデータを描画する。

また、近年点検に利用されている IC タグに代わる機能も持たせるために、対象領域を認識すると、点検対象箇所の点検シートを別ウィンドウで表示させる。さらに、認識対象領域をトリガーにして情報を呼び出すため、点検項目、過去の点検結果がタイムリーに表示される。本システムは、従来の ARToolKit のアルゴリズムを用いないため、人工マーカを用いることなく位置合わせを行うことが可能となり、人工マーカの設置が困難な屋外大規模構造物にも利用可能である。

3. 検証

開発システムの屋外検証実験として、実存する橋梁に対してシステムを利用し、システムの有用性を

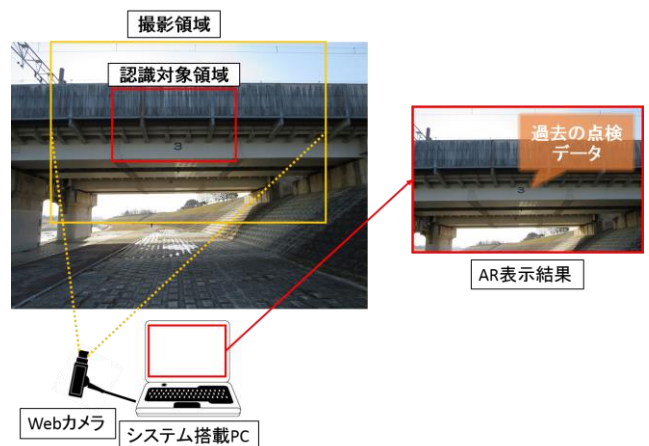


図-1 システム利用イメージ

評価した。対象領域として水位線表示標示のある橋脚を選定した。対象領域を図-2に、特徴抽出結果を図-3に示す。特徴集合ファイルのデータを赤色の□、KPMファイルのデータを緑色の×で示した。次に、位置合わせ直後の様子を図-4に示す。また、点検対象箇所が認識されると別ウィンドウで表示される点検シートの記入例を図-5、図-6に示す。点検シートの作成は、橋梁点検ハンドブック²⁾を参考に作成し、詳しい点検項目に関しては、大分県の定期点検結果の記入要領を参考に作成した。

本システム導入の効果について、点検における効率化、省力化の観点から評価する。①点検結果をデータとして直接保存するため、点検後事務所で点検結果を入力する必要がなくなった。②対象箇所を認識すると過去の点検データが呼び出されるため、紙媒体の過去のデータを参照する場合に比べ時間短縮及び正確性の向上につながった。③過去の点検データがPC内に保存されているため、紙媒体の過去の点検データを持参する必要がなくなった。

本システムでは、過去の点検データ及び新しく行われた点検の結果をPC内に保存する仕様になっているが、サーバと通信を行いデータベース化することで、より多くのデータを管理することが可能になると考えられる。また、対象領域を認識する際に誤認識をしてしまう場合があるため、簡易GPSを搭載して事前に認識対象領域を限定しておく必要がある。



図-2 認識対象領域

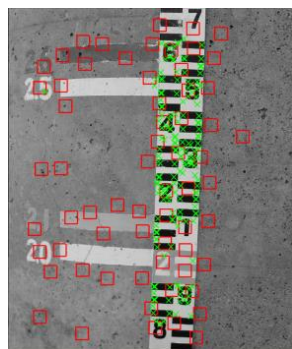


図-3 特徴抽出結果



図-4 位置合わせ結果

点検箇所	点検項目	判定			判定番号※
		総合判断	損傷割合	維持工事対応	
橋脚	①コンクリートにひび割れがあるか	OK	ヘアークラック	-	1
	②表面が剥がれているところがあるか	OK	影響なし	有	1
	③鉄筋が露出している箇所があるか	OK	局所的	-	2
	④桁筋と橋合の間隔が一定であるか	OK	影響なし	有	2
	⑤軸部、法面部に異常があるか	OK	剥離のみ	-	4
	⑥河床洗濯されているか	OK	影響なし	有	3
	⑦縦巻きコンクリートがあるか	OK	ヘアークラック	-	1
	⑧柱基部は錆びているか	OK	表面錆び	局所的	3

※7全項目を目視2-一部望遠鏡を用いて目視3橋梁下面の一部項目について確認不可4橋梁下面の全ての項目について確認不可

図-5 点検シート記入例 1

写真番号	0001	径間番号	1	メモ
部材名	橋脚			
損傷の種類	漏水	損傷程度	低	
最終アップロード				

図-6 点検シート記入例 2

4. 結論

本研究では、土木構造物の平面的な構造をした部分を対象とした、画像マッチングARを用いた構造物点検支援システムを開発した。その結果、

- ① 人工マーカ等の道具を利用せず、ARの表示を行うことが可能であること
- ② ICタグ等の道具を利用せず、過去の点検データ及び、点検対象箇所の点検シートを呼び出すことが可能であること

を明らかにした。本研究ではPC用のシステムを開発したが、利用環境を整えることでタブレット端末への移植も可能である。

参考文献

- 1) 嶋田善多, 矢吹信喜, 坂田智己: 土木設備の維持管理体系における巡視点検とICタグの活用, 土木学会論文集, 第777号, pp.161-173, 2004.12
- 2) (財)道路保全技術センター 道路構造物保全研究会 編: 橋梁点検ハンドブック, 鹿島出版会, pp.331-342, 2006