

(42) 橋梁カードによる AR を用いた点検支援システムの開発

江本 久雄¹・小室 宏貴²

¹正会員 福島工業高等専門学校 准教授 都市システム工学科 (〒970-8034 福島県いわき市平上荒川字長尾 30)
E-mail: emoto@fukushima-nct.ac.jp

²正会員 福島工業高等専門学校 建設環境工学科 (〒970-8034 福島県いわき市平上荒川字長尾 30)
E-mail: 13610@fukushima.kosen-ac.jp

近年、わが国では、高度経済成長期に建設した社会基盤構造物のひとつである橋梁の更新時期を同時に迎え、その維持管理や長寿命化対策といった施策が進められている。橋梁の点検方法である近接目視点検において、技術者不足などの問題があり、点検時に必要なデータに効率的にアクセスできることが重要である。また、近年、ICT 技術の進歩により、AR(Argumented Reality)といった技術が開発されている。

そこで、本研究では、橋梁の近接目視点検の効率化を目的とし、名刺サイズ大の橋梁カードを作成し、AR によってそのカードを読み取ることで点検時に必要な橋梁の基本諸元データ、点検履歴、補修・補強履歴等のデータをスマホなどの携帯端末に表示する点検支援システムを開発した。

Key Words: bridge maintenance support system, visual inspection, bridge card, argumented reality

1. はじめに

近年、わが国では、高度経済成長期に建設した社会基盤構造物の更新を同時期に迎え、その維持管理や長寿命化対策といった施策が進められている¹⁾。ここでは、社会基盤構造物の対象は橋梁とし、点検方法としては近接目視点検を想定している。また、国土交通省は平成 26 年 3 月 31 日に道路法施行令第 35 条の 2 第 2 項の既定に基づき道路の維持・修繕に関する具体的な基準を定めるために省令を改正し、5 年に 1 回近接目視点検を実施するように義務づけた。近接目視点検を実施するためには、橋梁の構造・材料・環境などを理解している専門家が必要であるが、団塊世代の大量の定年退職者の問題や少子高齢化による技術者不足の課題がある。このような状況を解決するため、国土交通省は i-Construction と銘打って ICT の利活用を推し進め、効率化の試みに取り組んでいる²⁾。ここで、ICT 分野においてバーチャルリアリティ学に注目すると、AI (Artificial Intelligence) 技術の発展により画像認識・空間認識によって AR (Argumented Reality)³⁾といった新分野の技術が開発されている。

さて、一般的に、橋梁点検時に必要なデータとしては、基本諸元データ、点検履歴、補修・補強履歴がある。基本諸元データでは、橋名、位置情報、竣工年度、橋梁形式などを参考にする。点検履歴データからは、変状の有無の確認や過去に点検された変状を確認し、変状の進展

がないかどうかの確認に活用する。さらに、補修・補強履歴があれば、その内容を確認する。これらのデータは、20 から 30 年前までは、紙データである場合が多いが、ここ 10 年ぐらいは電子データによる保管となりつつあり、今後ますます電子データが増えることが予想される。

このような電子データは、橋梁現場に目視点検に行くとき、必要な箇所のみ紙データとして出力する。そのため、事前に踏査する作業が必要であり、非効率である。

ところで、スマホなどの小型端末の普及が進んでいるにもかかわらず、維持管理系において鉄道系⁴⁾以外では、その活用事例はほぼないに等しい。これは、フィールドでの防塵・防水といったハードウェアに関する問題や、電子データの利活用の標準化といったソフトウェア環境が進展していないからと考えられる。前半の課題は今後のハードウェアの発展により低価格化・防塵・防水といった端末が開発されていくと考えられる。しかし、後半の電子データの利活用の標準化は研究開発されていない。この方法の一つの解決策としては、近年、普及している AR^{3),5)}技術の活用が考えられる。

そこで、本研究では、橋梁カードによる AR 技術を活用して効率的で親和性の高い (ユーザビリティの良い) 維持管理支援システムを開発し、橋梁目視点検時に活用する方法を提案する。

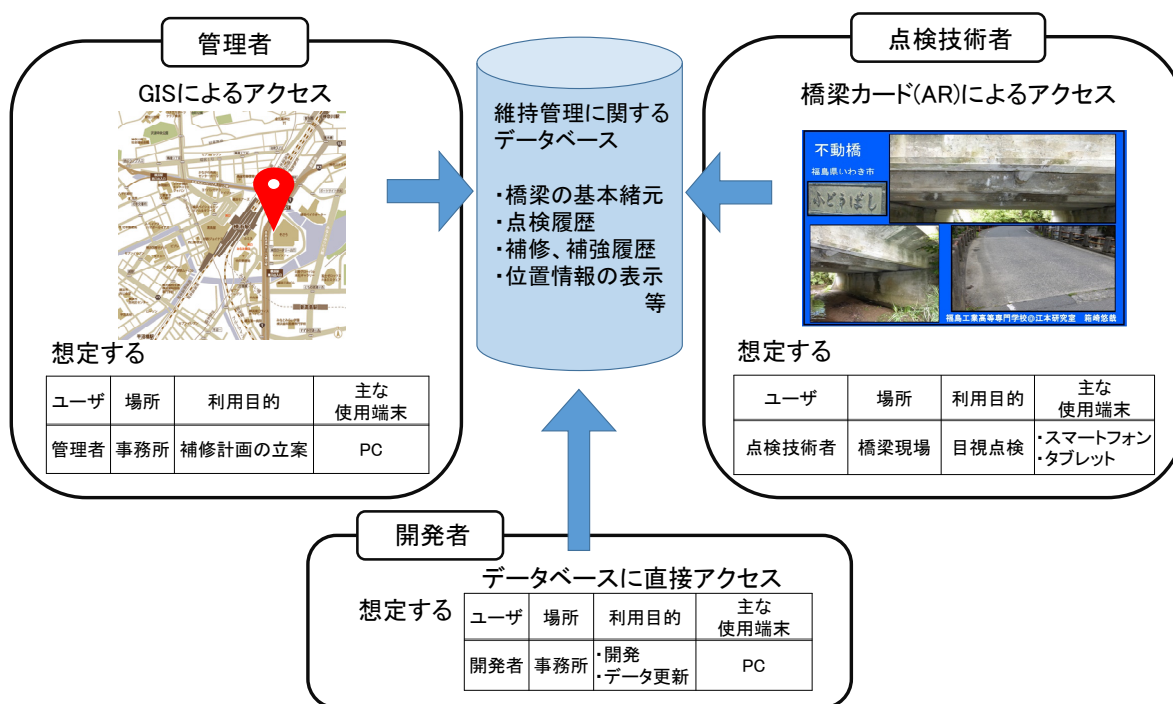


図-1 ARを用いた橋梁点検支援システムの位置付け

2. 橋梁カードによる点検支援システムの概要

(1) 橋梁点検支援システムでのARの活用方法の考え方

橋梁点検を実施するにあたり必要な情報としては、橋梁の基本諸元をはじめ点検履歴などがある。これらのデータに対して、どのようにアクセス（参照）するかは、効率や利便性から想定するユーザや場所、利用目的によって異なる。図-1 に示すように、管理者は管理事務所にて PC を利用して俯瞰的にデータを参照し、橋梁群全体での補修計画の立案が想定されるため、参照するシステムとしては、GIS(地理情報システム)が効率的である。開発者は事務所やデータセンターにて PC によってデータベースの更新作業が想定されるので、サーバエンジンのクライアントアプリなどにより直接アクセスする。点検技術者は、橋梁現場で、橋梁名、橋梁所在地、橋梁形式といった基本諸元データを参照し、さらに、点検履歴を確認しながら、変状が増えているか、変状が進展しているかどうかなどの確認をしながら点検作業を行うことを想定すると、スマホかタブレットによって点検情報に容易にアクセスできることが重要となる。そこで、橋梁カード（AR）によるアクセスを提案する。一般的に、URL を直接入力したり、QR コードによるアクセスも考えられるが、橋梁カードを利用することで、橋梁カードからデータにアクセスするのはもとよりハードプリントされているので、橋名や形式や外観の写真といったものがすぐに確認できる。

(2) 本システムの目的と開発環境

本システムの目的は、橋梁の維持管理において点検業務の効率化を目標とする。主な利用対象は、目視点検技術者である。

使用方法は、橋梁カードを AR マーカとして、スマホのカメラ機能でかざすことによりデータが表示されるものである。そのため、事前に橋梁カードの作成と、AR マーカとしての登録が必要になる。

開発環境としては、Unity⁷⁾、Vuforia^{8) 9)}、Android Studio¹⁰⁾を用いた。また、検証に利用した端末は Nexus 5 (Google 社製)、Android バージョンは 6.0.1 である。

3. 本システムの構築および検討事項

(1) 本システムの処理手順

本システムの処理手順を図-2 に示す。図-2 から対象とする橋梁の基本諸元データや点検履歴などのデータが必要である。次に、橋梁の全形を映した写真などから橋梁カードを作成する。ここで、図-2 中の 1~3 に示すように、作成した橋梁カードを用いて Vuforia に AR マーカとして登録を行う。Vuforia による登録（データ入力）後には、Unity により AR を実現する。Android Studio と Unity を利用してアプリとしてスマホに登録する。

(2) 橋梁カードの作成

橋梁カードの作成には、汎用的な画像編集ソフトを利用した。橋梁カードに必要な情報としては、橋名、橋梁全体の外観がわかる全景写真や桁下や橋面と考えている。(図-3(a)参照)

また、図-4(a)に示す一般社団法人日本橋梁建設協会『HYBRIDGE CARD』¹⁾は、「47都道府県からセレクトした橋の写真カードにトランプ、カルタとしても遊べる」ように作成されているが、本研究の橋梁カードとして非常に有効である。そこで、橋梁カードとしてVuforiaに登録して、橋梁カードの認識率に関する検討を行う。

(3) 認識率の考察

図-3(b)と図-4(b)から認識率(Rating)が高くなるにつれて、輝度値の平均値が高くなることから、比較的に明るい色合いのカードを作成した方が認識率が高くなる傾向がある。

図-3(c)と図-4(c)から認識率が高くなるにつれて、標準偏差が高くなる傾向がある。これは、輝度値の0から255が、まんべなく出現していることを意味する。つまり、いろいろな色が使われている方が、認識率が高い傾向になる。認識率を向上するためには、コントラストを高くすることで評価を上げることができる。

ここで、橋梁カードの作成の特徴としては、一度認識率の高いカードをデザインすると、それと同様なデザイン(形式)で同様な手順で作成すると、認識率に大きな差はなかった。また、評価を上げるための工夫としては、「黒枠の線」で囲ったり、「文字情報」を追加したりすると、認識率を2から4まで向上できた。

以上から認識率が低い場合には、デザインを工夫することで改善できる。

4. 本システムの活用事例

本システムの利用例としては、Vuforiaに登録した橋梁カードを支援システムのアプリのカメラ機能によってスマホ画面内に表示させると、橋梁の基本諸元データが表示される。橋梁現場での活用は、点検技術者が、目視調査に必要なデータを参照するときに、本システムを利用する。実際の目視調査の作業では図面に変状図を記録する。そのため、紙の図面をバインダーで固定している。そのため、このような作業環境で重要なのは、データに容易にアクセスできることである。また、変状図の精度を改善するために点検技術者は、記入の際に、過去の補修・補強情報を参考にしたり、変状データを確認したりするため、名刺サイズ大で作業着のポケットに収まり、

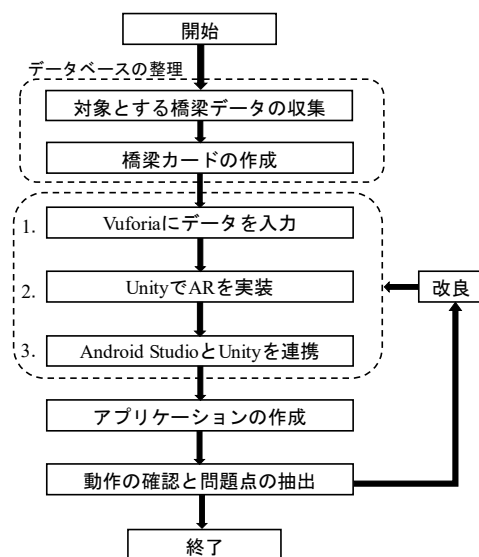
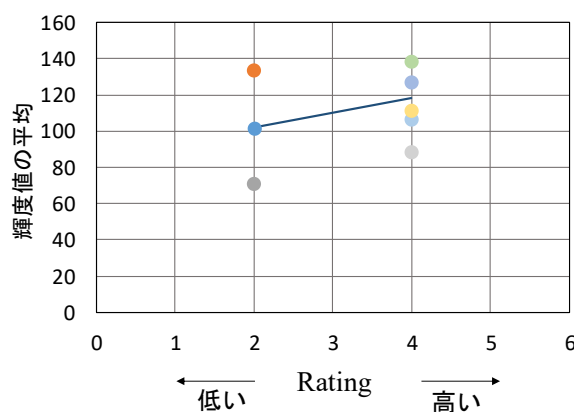


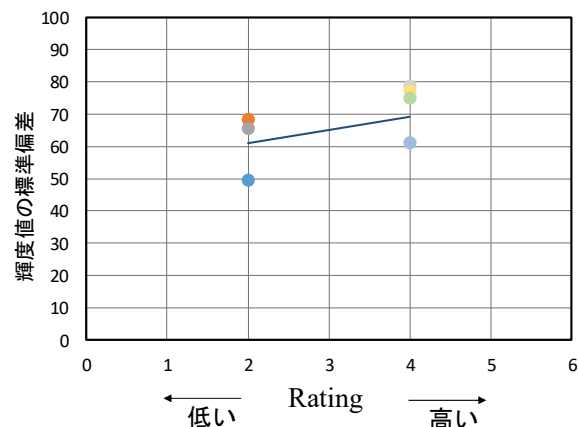
図-2 本システムの処理手順

橋梁カード	Rating	橋梁カード	Rating
	4		2

(a) 橋梁カードとその識別率



(b) 橋梁カードの輝度値の平均

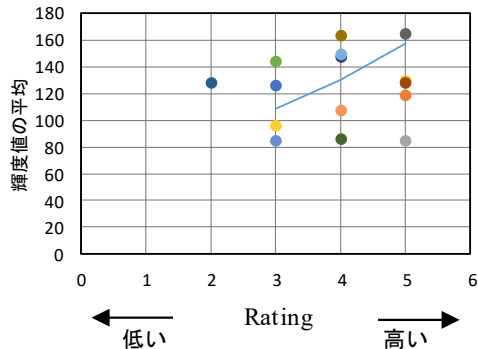


(c) 橋梁カードの輝度値の標準偏差

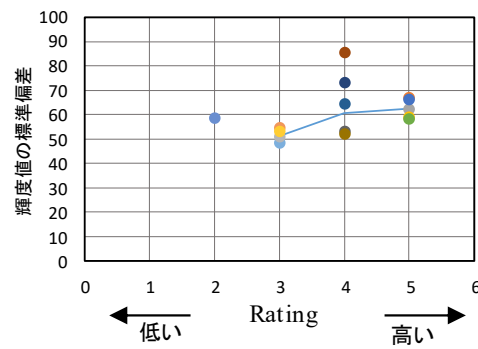
図-3 作成した橋梁カードと認識率(Rating)および輝度値の統計情報

HYBRIDGE CARD	Rating	HYBRIDGE CARD	Rating	HYBRIDGE CARD	Rating	HYBRIDGE CARD	Rating
	5		4		3		2

(a) HYBRIDGE CARD とその認識率



(b) HYBRIDGE CARD の輝度値の平均



(c) HYBRIDGE CARD の輝度値の標準偏差

図-4 HYBRIDGE CARD の認識率の一例と輝度値 (R) の平均と標準偏差

スマホ・タブレットにて橋梁カードに明記されている情報以外にもアクセスできることが非常に有効である。

5. まとめ

本研究により得られた知見を以下にまとめる。

- (1) 橋梁の点検の効率化を目的として、橋梁カードによる AR を用いた点検支援システムの開発し、橋梁目視点検時に活用する方法を提案した。
- (2) 橋梁カードとしては作成した橋梁カードと「HYBRIDGE CARD」を用いた。また、カードのコントラストを高くすることによって Vuforia の画像認識評価が向上することが分かった。
- (3) 今後の課題としては、専門技術者に実際にフィールドで利用してもらい、使いやすさ等を評価してもらうことである。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、一般社団法人日本橋梁建設協会『HYBRIDGE CARD』を提供いただきました。ここに、謝意を表します。また、対象橋梁をご紹介いただきました福島県いわき建設事務所企画管理部企画調査課遠藤恒司課長様には深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 阿部雅人, 阿部允, 藤野陽三：我国の維持管理の展開とその特徴—橋梁を中心として—, 土木学会論文

集 F, Vol.63, No.2, pp.190-199, 2007.

- 2) 建山和由：i-Construction と CIM, JACIC 情報, Vol.114, pp.5-8, 2016
- 3) 館璋, 佐藤誠, 廣瀬通孝：バーチャルリアリティ学, 日本バーチャルリアリティ学会, 株式会社コロナ社, 2011.
- 4) 東京メトロ：AR（拡張現実）技術を活用した土木構造物の維持管理教育用アプリの使用を開始しました, 2017 年 ニュース リ リ ー ス, <<http://www.kyomeojp/news/2017/189011.html>>, (入手 2018.5.22)
- 5) 小林啓倫：AR-拡張現実, 株式会社毎日コミュニケーションズ, 2010.
- 6) I/O 編集部：「VR」「AR」技術ガイドブック, 株式会社工学社, 2016.
- 7) 吉谷幹人：Unity5 3D/2D ゲーム開発実践入門 作りながら覚えるスマートフォンゲーム開発, ソシム, 2015
- 8) 渡邊清峻：Unity でも使える無料 AR ライブラリ Vuforia の基礎知識とライセンス登録、インストール、簡単な使い方, <<https://www.atmarkit.co.jp/ait/articles/1508/24/news025.html>>, (入手 2018.5.22)
- 9) 渡邊清峻：Vuforia で立体を AR マーカーにしてスケスケ & 動画再生, <<http://www.atmarkit.co.jp/ait/articles/1601/08/news034.html>>, (入手 2018.5.22)
- 10) Google Developers: Android Studio の概要, <<https://developer.android.com/studio/intro/?hl=ja>>, (入手 2018.5.22)
- 11) 一般社団法人日本橋梁建設協会:What's New 「HYBRIDGE CARD」デビュー, <<http://www.jasbc.or.jp/whatsnew/w20180117001.php>>, (入手 2018.5.22)