

【平成30年度JKA機械振興補助事業】

「小規模橋梁の安全確認のための効率的点検技術の 調査研究」

成果概要書

一般財団法人 ニューメディア開発協会
(協力会社 アイセイ株式会社)

平成31年3月



競輪の補助事業

本研究は競輪の補助を受けて実施しました。

<http://hojo.keirin-autorace.or.jp>

小規模橋梁の安全確認のための 効率的点検技術の調査研究補助事業

アイセイ株式会社 関和彦

1. 緒言

平成 26 年に公共インフラ施設（橋梁等）の 5 年に 1 度の定期点検が法制度化された。全国でおよそ 70 万橋ある橋梁のうち 53 万橋が橋長 2~15m の小規模橋梁である。これらの橋梁は人が容易に近づくことができないことが多い。

本研究では、これらの小規模橋梁を対象にして、人の目視点検の代替となる点検手法の検討を目的として、カテゴリ-1)点検ロボットの開発、カテゴリ-2)ロボットの取得データから 3D データを作成する手法の検討、カテゴリ-3)3D モデルデータによる点検結果の管理システムの検討、カテゴリ-4)AI による写真からの損傷抽出の検討という 4 つ観点で活動を行ってきた。

研究の成果としては、実際の現場（橋梁）で実証実験を複数回実施し、必要機材および機材の利用方法等の要件を整理した。後処理を効率的に行うために必要な機材を搭載し、悪路走行も可能な自走式ロボットの開発することが出来た。またロボットにて、取得した画像データを利用して、処理手法・アルゴリズムや点検結果の管理システムである 3D 損傷図作成支援システムの要件をカテゴリ-間の実証実験結果を相互にフィードバックしあい、試行錯誤を繰り返し得られた知見を要件として整理した。

2. 研究方法

人の目視点検の代替となる点検手法の検討として 4 つのカテゴリ-で検討をおこなった。

【カテゴリ-1：点検ロボットの開発】人の代わりに橋梁の桁下に進入していくロボットを開発・インテグレートする事とした。ロボットの主な要求仕様は以下の通りである。

- ・桁下 70cm の空間に進入・進出出来る事
- ・カメラなど、損傷を記録するための機器を搭載できる事
- ・数 cm 程度の凹凸や小石を乗り越え、泥などのぬかるみでも走行できる事

【カテゴリ-2：ロボットの取得データから 3D データを作成する手法の検討】ロボットが取得したデータを用いて、簡易、効率的に 3D-CAD モデルを作成する手法を検討する。

【カテゴリ-3：3D データによる点検結果の管理システムの検討】構造物管理者、点検事業者、補修工事業者等の異なる立場の利用者が正確・確実に情報共有できるための管理手法として、3D 損傷図作成支援システムを構築し、そのシステムに必要な機能要件を整理する。

【カテゴリ-4：AI による写真からの損傷抽出の検討】ロボットが大量に取得した画像から、損傷箇所を自動抽出する AI（機械学習）を行うための学習データ作成方法および実運用に向けた要件を整理する。

3. 結果

【カテゴリ-1：点検ロボットの開発】設定した条件のもとで、後工程で使用可能なデータを取得するための適切な走行を行う事が出来る自走式ロボットの開発をした。

実証実験を繰り返し行い、取得したデータを他カテゴリ-へ提供し、その結果をフィードバックさせて、課題を抽出し改良を繰り返しロボットの要件を整理した。



図 開発したロボットの画像(左上：3DCAD、右上：ロボット全景、下：実証実験状況)

開発したロボットの諸元一覧表

サイズ	全長 592mm 全幅 498mm 全高 375mm
重量	4 kg
送信機	双葉電子工業 14SG ロボット用
受信機	COOLTECH R7008HV
タイヤ	直径 140mm オフロードタイヤ

【カテゴリ-2：ロボットの取得データから 3D データを作成する手法の検討】ロボットから取得した動画データを基に、SfM 処理で 3 次元形状データを生成する事が出来た。また、その 3 次元形状データ（点群データ）から、3DCAD データを生成するアルゴリズムを構築する事が出来た。

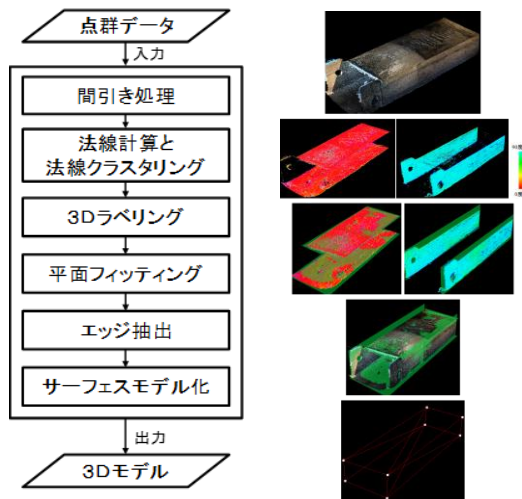


図 構築したアルゴリズムのフローと処理イメージ

【カテゴリ-3：3D データによる点検結果の管理システムの検討】利用者が損傷の発生位置、状況を直感的に把握するための「3D 損傷図作成支援システム」を検討し、汎用的なシステム構築が出来た。利用者ごとの、適用範囲、課題を抽出・整理することが出来た。システムが備える機能の概要を下表に示す。

機能一覧表

No	機能
1	橋梁の新規登録
2	橋梁の諸元データの閲覧
3	橋梁の諸元データの編集
4	橋梁の検索

5	橋梁の 3D モデルの表示・操作
6	損傷データの閲覧
7	損傷データの編集
8	損傷情報の絞り込み表示
9	損傷情報の検索
10	損傷情報の閲覧



図 システムイメージ

【カテゴリ-4：AI による写真からの損傷抽出の検討】

AIを実際に導入するに際し、アルゴリズムの検討、環境整備、Mask-R-CNN によるテスト処理を行う事が出来た。そこで、学習環境構築や学習データを作るための知見、条件設定の要件を整理する事が出来た。特に重要となる開発指針と言うべき項目として、以下の 3 項目をあげる。

- ・教師データのラベル付けの一貫性を担保して、量もさることながら、質の高い学習データ（アノテーション）を用意すること。点検技術者の思考回路を暗黙知から形式知へ文書化し、何をどのように学習させるべきかを整理すること。
- ・識別したい損傷対象に対して、必要となる学習データの規模と識別性能との関係をクラス（損傷の種類や程度等）ごとに明らかにすること
- ・学習データが容易に集められるようなツールやインターフェース、点検業務と連携した運用プロセスを開発・策定すること
- ・教師データは画像ファイル単体で管理せず、橋梁諸元等の他の情報と対になった形で、教師データを管理するデータベース整備すること

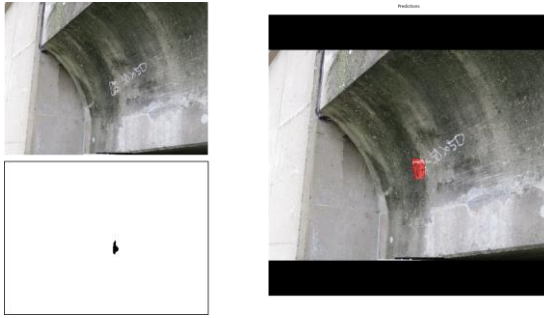


図 抽出結果写真（左上：オリジナル画像、左下：教師データラベル付け、右：抽出結果）

4. 考察

ロボットおよび 3DCAD 作成アルゴリズムに関して、限定された条件においては、適正な結果が得られた。今後、実運用に向けて、様々な橋梁形式、桁下環境における同様の検証が必要となると考える。

3D 損傷図作成支援システムに関しては、システムの要件整理が出来た。実運用に向けて、システム管理の観点で生産性を高めたシステム構築が必要と考える。

AI による損傷抽出に関しては、AI の導入に至るまでの一連の整備について要件を整理するに留まった。実務的な損傷抽出に対する AI の活用については、学習データの内容、ボリューム、教師データ作成の方針などに対するパラメータスタディが必要と考える。

5. さいごに

今回は JKA 機械振興補助事業を通じ、道路／橋を利用する歩行者、サイクリスト、車両に安心して利用して頂くための橋梁点検の高度化に向けた貴重な研究を行う事が出来た。協力頂いた一般財団法人ニューメディア開発協会様、関係各位に深く感謝申し上げます。



—禁無断転載—

平成30年度JKA機械振興補助事業

「小規模橋梁の安全確認のための効率的点検技術の調査研究」
成果概要書

平成31年3月

作成 一般財団法人 ニューメディア開発協会

〒103-0024 東京都中央区日本橋小舟町3番2号

リブラビル

TEL (03)6892-5030 FAX (03)6892-5029