

市民参画型の橋梁点検および意思決定に向けた検討

京都大学大学院工学研究科 学生会員 ○村尾 彩希
京都大学大学院工学研究科 正会員 金 哲佑
パシフィックコンサルタンツ株式会社 正会員 谷 直彦

1. 序論

現在、我が国において、橋梁の老朽化・劣化に対する維持管理が大きな課題となっている。橋梁の維持管理においては、5年に一度、専門的な知識を備えた技術者が現場に赴き、近接目視点検を行うことが義務付けられている。今後橋梁の老朽化が進行すると、定期点検を行わない5年の間にも劣化が進行する可能性があり、定期点検の間にも何らかの形で点検が行えるような仕組みがあれば橋梁の維持管理の観点からは有意義である。そこで本研究では、市民が社会基盤構造物の維持管理に参画できる仕組みとして、市民がスマートフォンのアプリケーションを用いて定期点検を行わない期間中の点検を支援する方法を検討する。市民が発信する非専門的な情報から維持管理に関わる情報を推定および画像認識技術による判断を用いて複合的に構造物の点検を支援できるシステムの構築を目指す。

2. システム概要

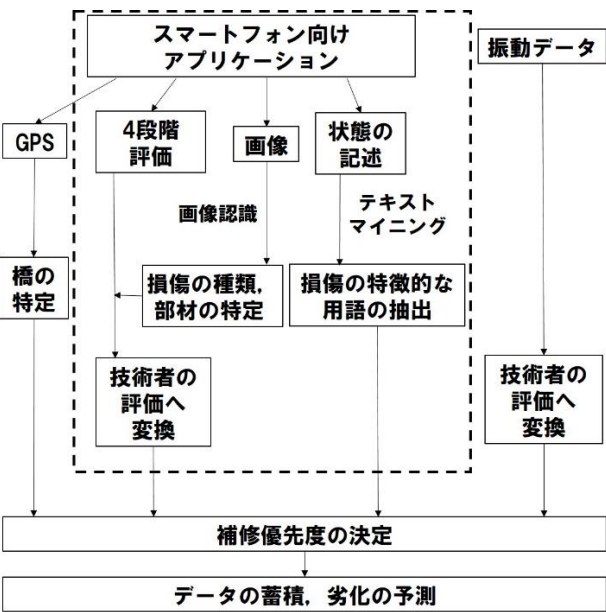


図1 システムのフローチャート

本研究では、振動データの利用を含む複数の手法を用いて、定期点検を行わない期間の効率的な橋梁の点検、補修優先度の決定および劣化の予測を行うシステム(図1)を提案する。本稿では、提案システムのうち、状態の記述から損傷の特徴的な用語を抽出する部分、市民の4段階の判断を技術者の評価へ変換する部分、画像から損傷の形態を特定する部分についての検討を行う。

3. 記述からの損傷状態把握

スマートフォンアプリケーション内で収集する、自由記述による損傷状態の報告から、健全度判断に関わる用語を抽出し、各橋梁の損傷の特徴を把握する。本研究では、文章を分析する手法であるテキストマイニング KH Coder¹⁾を用いる。手法の検討のため、学生を対象に、実橋梁の損傷部分の写真を提示し、記述による損傷の評価を求める実験を行った。適用した結果の内、共起ネットワークを図2に示す。本検討により、複数の文章のデータが集まれば、本手法は橋の特徴や損傷の状況を直感的に把握する為に有効であることがわかった。

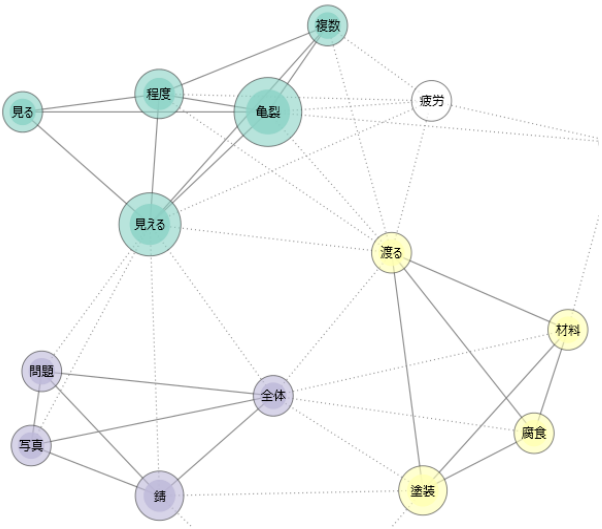


図2 テキストマイニングの結果の例

キーワード 意思決定, スマートフォンアプリケーション, テキストマイニング, 画像認識
連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C1-183 TEL 81-75-383-3421

一方、損傷部分や損傷の種類といった情報は得られるが、損傷の程度を表す言葉は得られなかった。

4. 技術者と市民の意思決定の相違

市民の判断と技術者の判断にどれくらい差異があるのかについて調査し、相関を見出すために学生を対象とし、実橋梁での実験を行った。学生は橋梁の損傷部分に対して、1を健全、4を緊急に措置すべき状態として4段階の評価を行う。また、判断のばらつきについて、対象者に損傷の健全度評価に関する判断基準の情報を段階的に提示することで、ばらつきは収束するのか、どの程度提示することが実用的であるかを検討する。実験では対象者に提示する情報を変えて3パターンの回答収集を行う。パターン1では、損傷の判定基準について専門的知識を提示せず、パターン2では簡易化した点検要領を提示して判断を求める。パターン3では橋梁定期点検要領を提示した。表1に各パターンの標準偏差の平均値、表2に各損傷の学生の判断の平均と技術者の判定を示す。表中の割合は(学生平均)/(技術者の判定)を算出した結果を示している。

実験結果より、専門知識がない状態において最も判断のばらつきが収束することがわかった。また、技術者との判断の相関は損傷形態によって異なり、本実験においては、学生の方が技術者より危険寄りと判断した損傷の方が多いという結果になった。

5. 画像による損傷形態の把握

市民から得ることが困難と考えられる損傷の形態に関する情報について、市民が撮った写真から深層学習を用いた画像認識技術により検出が可能か検討を行う。コンクリート床版のひび割れ画像からひび割れと位置を検出するシステムを構築する。処理速度が高速かつ精度の高い検出が可能な手法である、YOLO (You Only Look Once)²⁾を用い、ひび割れ、チョーキングされたひび割れ、枝分かかれ状のひび割れ、ひび割れでない直線の継ぎ目などの計5つを認識するシステムを構築した。実構造物への適用実験の結果の例を図3に示す。ひび割れを完全に網羅することはできなかったが、概ね位置と形態を検出でき、異なるひび割れ形態を検出できた。精度の検証からは、6割程度検出ができることがわかった。

7. 結論

本研究で得られた知見を以下にまとめる。

表 1 パターンごとの標準偏差

	パターン1	パターン2	パターン3
標準偏差	0.63	0.75	0.82

表 2 各損傷の学生の判断の平均と技術者の判定

	漏水	支承部の汚れ
学生平均	1.6	1.5
技術者判定	2	1
割合	0.8	1.5
	高欄亀裂	ひび割れ
学生平均	1.8	2.31
技術者判定	3	2
割合	0.6	1.15
	高欄さび	支承部機能障害
学生平均	3.1	3.5
技術者判定	2	3
割合	1.55	1.16

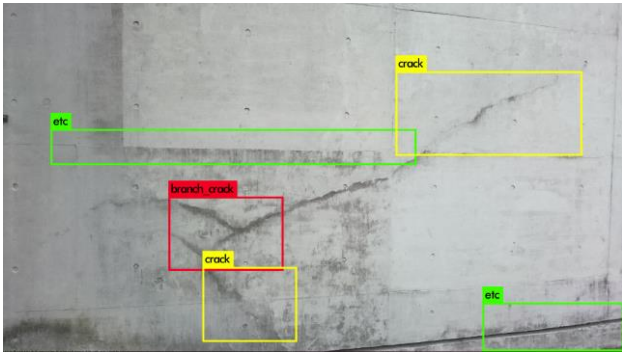


図 3 コンクリート壁面への適用結果の例

- ・自由記述のテキストマイニングからは、損傷部分や損傷形態といった情報は得られ、損傷の程度を表すような言葉は抽出できなかった。
- ・技術者の判定と学生の判断を比較すると、損傷によって相関が異なることがわかった。専門知識のない状態がもっとも判断のばらつきが少ない。今後、より市民に近い知識量の人を対象とした検証が必要である
- ・画像からの損傷形態の検出精度については、異なる複数クラスを検出することができた。損傷全てを網羅的に検出することは難しく、現状、ひび割れの検出精度は6割程度である。

参考文献

1) 樋口耕一：テキスト型データの計量的分析—2つのアプローチの峻別と統合—，数理社会学会，2004,19巻1号, p. 101-115

2) Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., Farhadi, A.: You Only Look Once: Unified, Real-Time, Object Detection, arXiv preprint, arXiv:1506.02640, 2015.