5G-02

セマンティックセグメンテーションを用いたトンネルの 損傷抽出の取り組み

川城 研吾[†] 安田 亨[†] パシフィックコンサルタンツ株式会社[†]

1. はじめに

橋梁やトンネル等の社会インフラの老朽化, その維持管理が大きな課題となっており,産官 学が連携し取組を進められている.弊社では, 早くからトンネル点検の合理化に向け,「走行 型計測車両(以下,MIMM-R¹⁾)という)」を開発 し,手書き等で実施されていた従来作業の大幅 な合理化を図っているところである.

しかしながら、計測の後工程で実施される目 視による損傷箇所の確認や損傷展開図の作成等 において、未だ多くの手間と労力を要している のが実情である.

筆者らは、さらなる負担軽減に向け、深層学習 (CNN^2) 及びセマンティックセグメンテーション 3)による損傷検知の検証を行ってきた.

特に、セマンティックセグメンテーションでは損傷検知高度化が期待できると考えられたことから、本運用に向けた開発に着手した.

本取り組みは、開発の初期段階ではあるが、 新たな知見が得られたことから、本稿でその成 果を報告する.

2. セマンティックセグメンテーションによる損傷検知モデルの構築

(1) 教師データ作成

自社が保有するトンネル展開画像(200 スパン)を用い,以下の損傷に関する教師データを作成した.

<教師データの作成対象とした損傷>

- 漏水
- 遊離石灰
- はく落
- ひび割れ

Study on detecting tunnel damage using the semantic segmentation

- † Kawashiro Kengo †Yasuda Tooru
- † Pacific Consultants Co., LTD

なお検証段階の取り組みでは、十分な精度の 教師データを準備できず、特にひび割れの検知 では、期待した結果を得られなかったことから、 今回はピクセルレベルの精緻な教師データ(図 1 参照)を作成し、モデル構築を行うこととした.

トンネル拡大写真(抜粋)

作成した教師データ



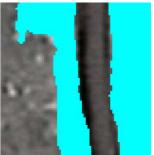


図 1 精緻に作成した教師データの例

(2) 損傷検知モデルの構築

上記で作成した教師データを用い、損傷種別毎に損傷検知モデルを構築した。モデル構築にあたっては、ケンブリッジ大学が開発した「SegNet」を用い、構築を行った。

なお、モデル構築にあたっては、目標のエポック数を定めず、学習の収束具合を適宜目視確認しながら、収束したとみなせる段階まで学習(例.漏水:48エポック、はく落:120エポック、学習の推移イメージは図2に示す通り)を行った。



図 2 学習推移の例 (漏水モデル構築)

3. 構築したモデルの評価

構築したモデルに学習に用いなかった評価用 画像を入力し,推論を行い,目視にて精度確認 を行った. なお, ここでは特に特徴的な結果が 得られた漏水/遊離石灰及びひび割れについて 述べるものとする.

(1) 漏水/遊離石灰検知モデルの評価

単純な損傷箇所は概ね検知できていたが、複 数の損傷複合箇所や補修ネットに覆われた箇所 で誤検知が生じた.また,遊離石灰検知モデル では、漏水箇所を遊離石灰として誤検知するケ ースが見受けられた. (図3参照)

(2) ひび割れ検知モデルの評価 以下の2手法でモデル構築・評価を実施した。

● 手法1:全スパン分の教師データを利用 ● 手法2: 高解像度の画像データのみ利用

当初手法1でモデル構築を行ったが、学習が 収束しない状況が生じた. ひび割れは他の損傷 以上に細かい損傷 (例えば幅 0.3mm のひび割れ検 知)の検知が必要であるが、圧縮率の高い画像 (境界等が曖昧になってくる) が含まれると学 習が進まない状況が生じると推測された.

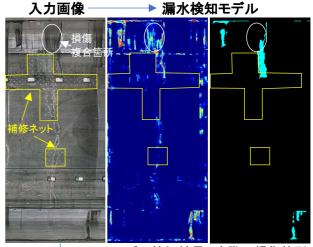
そこで、圧縮率の低い画像のみを用い再度モ デル構築(手法2)を行い、確認したところ、 教師データ数は大幅に減少しているにも関わら ず,手法1で構築したモデルに比べ,損傷検知 が収束する方向のモデルの構築が確認できた.

4. まとめ

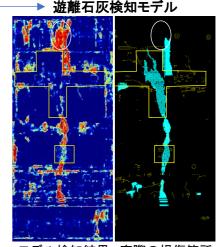
検証段階の評価を踏まえ,教師データの精緻 化に取り組んだことで、検証段階に比べ、更に 精緻な結果を得ることが確認できた.

一方、学習に用いる写真については未圧縮~ 低圧縮の画像が不可欠との知見が得られた.

今後は、得られた知見・課題等を踏まえ、教 師データのバリエーションを増やし、誤検知の 無いモデル構築を行うとともに, ひび割れにつ いては、非圧縮もしくは低圧縮の画像を準備し た上で、より精度の高いモデル構築を行ってい く予定としている.

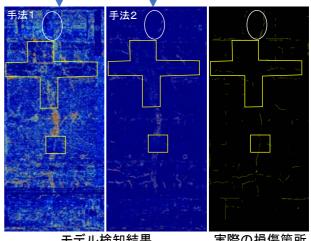


モデル検知結果 実際の損傷箇所



モデル検知結果 実際の損傷箇所

図 3 漏水/遊離石灰の検知例



モデル検知結果

実際の損傷箇所

図 4 ひび割れの検知例

参考文献:

- 1) 安田 亨,山本 秀樹,重田 佳幸: 走行型高速 3D トンネル点検システム MIMM-R(ミーム・アール), 日本ロボット学会誌, 34 巻 9 号, pp.589-590, 2016
- 2) 川城 研吾,榎本 真美,安田 亨,吉岡 正泰:深層学習によるトンネルの損傷検知に関する取組,第81 会情報処理学会講演論 文集(4)pp.381-382,情報処理学会,2019
- 3) 川城 研吾,安田 亨,久下 沙緒里,榎本 真美: セマンティックセグメンテーションによるトンネルの損傷検知に関する取り組み, 令和元年度全国大会 第74回年次学術講演会 講演概要集 CS10-20,土木学会