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(CNN²⁾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

† 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.



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.



Study on detecting tunnel damage using the semantic segmentation

[†] Kawashiro Kengo †Yasuda Tooru

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





: フル検知結果 美际の損傷 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