

セマンティックセグメンテーションによる損傷検知精度向上に向けた取り組み

パシフィックコンサルタンツ（株）

正会員 ○川城 研吾

パシフィックコンサルタンツ（株）

正会員 安田 亨

1.はじめに

橋梁やトンネル等社会インフラの老朽化対策として、我が社では「走行型計測車両 MIMM-R」を開発し、トンネルの点検作業の合理化を図っている。

筆者らは、MIMM-R で取得した点検画像に AI を適用することで点検・診断作業の一層の効率化を図れると考えており、近年は損傷範囲の精緻な検知が可能なセマンティックセグメンテーション (Semantic Segmentation) と呼ばれる技術について取り組みを進めているところである。

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

過年度の取り組み¹⁾において、セマンティックセグメンテーションの実現可能性の確認と課題抽出を行ったが、今回はこの取り組みで得られた課題 (教師データの質の向上) を踏まえ、改めて損傷検知モデルの構築を行っている。具体は次に示す通りである。

(1) 利用した教師データ

自社保有のトンネル点検画像 200 スパン分を利用し、「漏水」、「遊離石灰」、「はく落」、「ひび割れ」の4種の損傷を対象にアノテーション作業を実施した。なお、過年度作業では、点検写真上の損傷とアノテーションデータのズレが多数発生し、このことが検知精度にも影響したと考えられたことから、今回はズレ等が生じないようにピクセルレベルの精緻な教師データ作成 (図 1 参照) を行った。

(2) モデル構築

ケンブリッジ大学が開発した「SegNet」を使用しモデル構築を行った。この際、目標のエポック数は定めず、学習の収束具合を適宜目視確認しながらモデル構築を行った。(学習推移は図 2 に示す通り)

キーワード セマンティックセグメンテーション、
損傷検知, Segnet
連絡先 〒101-8462 東京都千代田区神田錦町 3-22
パシフィックコンサルタンツ（株）
TEL 03-6777-3911

トンネル拡大写真(抜粋)

作成した教師データ

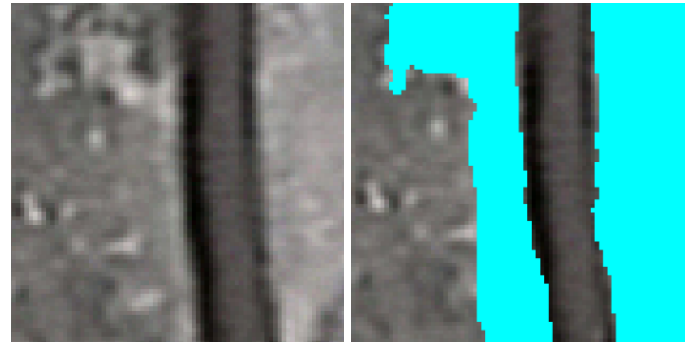
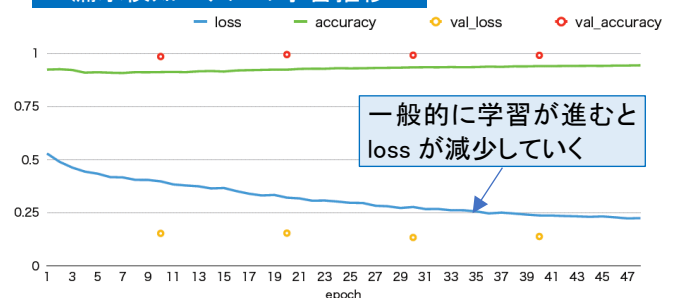


図 1 精緻に作成した教師データの例

漏水検知モデルの学習推移



ひび割れ検知モデルの学習推移

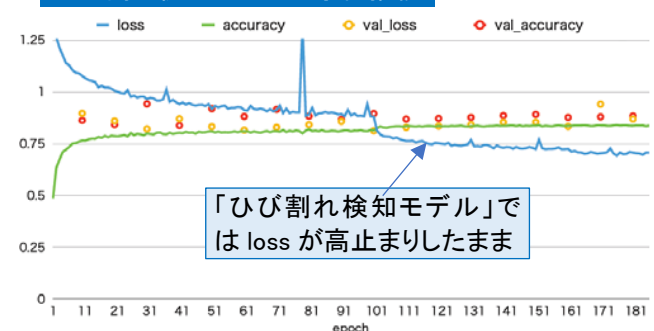


図 2 モデル構築時の学習推移

3.構築モデルの評価

モデル構築に未使用の点検写真を用い、構築モデルで推論を行い(図 3 左側参照)、目視評価を行った。

(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。ただし、損傷が複合的に発生している箇所、補修ネットに覆われた箇所等で誤検知が生じた。

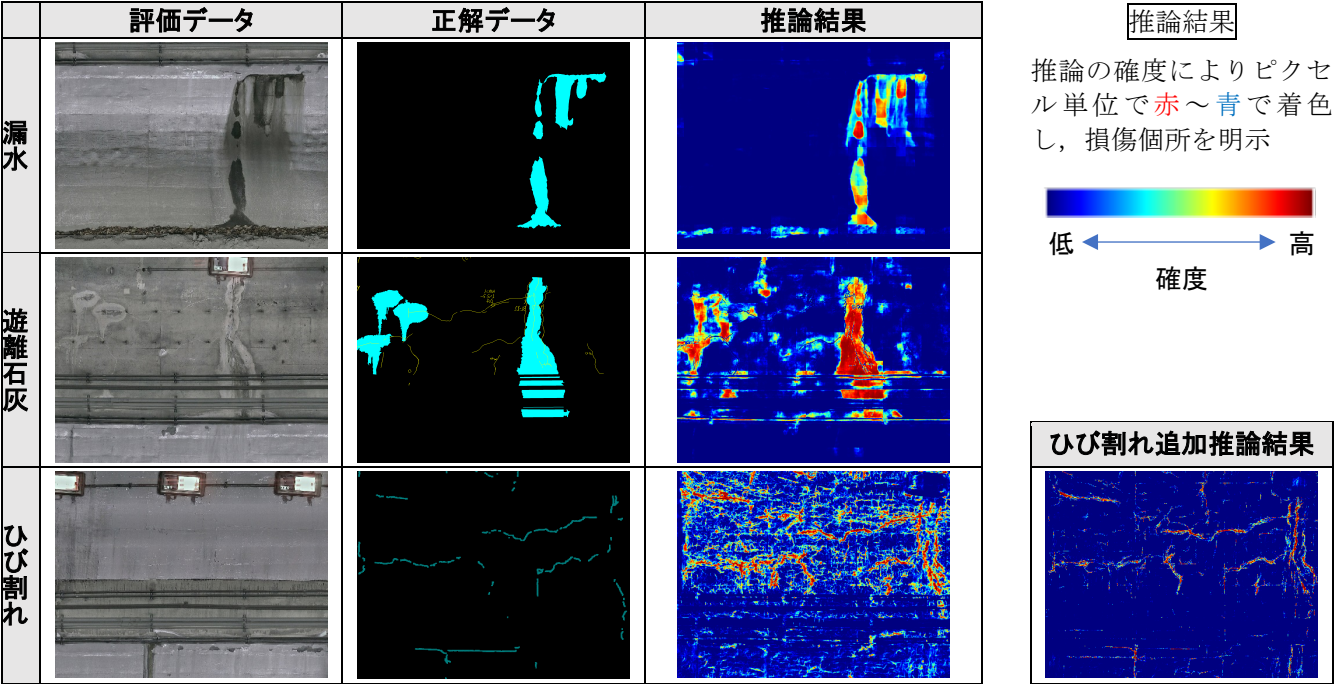


図 3 損傷検知結果（抜粋）

(2) ひび割れ検知モデルの評価

明確なひび割れは概ね検知できているが、画像からは確認しづらい細かいひび割れやひび割れと見分けづらい事象（チョーク、影等）に対し過剰に検知される結果となった。

当該状況について、学習の推移（図 2 下段）を確認したところ、学習が収束しない（loss が高止まりする）状況が発生していることが確認された。

当初、多くのバリエーションのひび割れ画像を学習させることで、様々なひび割れ検知が行えるという仮説のもと学習を実施したが、実際には学習が収束せず過剰に検知するモデルとなった。

この課題に対し、次の追加検証を行い、解決策検討を行った。

(3) ひび割れ検知モデルの追加検証

当初構築したひび割れ検知モデルは、様々な品質の教師データを混在して利用しており、これが学習時に収束しないという状況の要因であると仮説を立て、新たに高品質なデータのみで学習を実施した。その結果、期待する学習推移（図 4 参照）が見られた。

このモデルを用い、改めて推論を行ったところを入力し、検知を行ったところ、図 3 右下の通り、相応精度の検知結果を得ることができた。

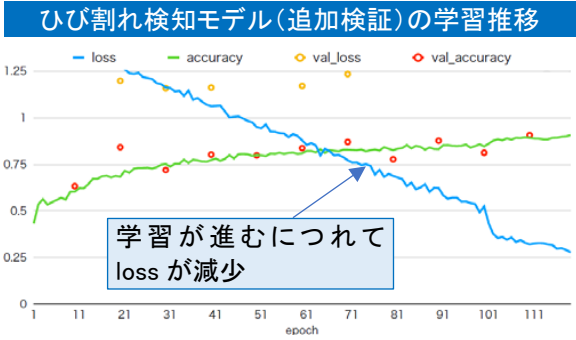


図 4 ひび割れ検知モデル（追加検証）の学習推移

5. まとめ

今回、セマンティックセグメンテーションによる損傷検知の精度向上を図るための取り組みを実施し、精度向上、もしくは精度向上の方向性を確認することができたと考えている。

今後は教師データ拡充による検知精度向上やアンサンブル学習等により、複雑な損傷検知へ対応することを検討している。ひび割れ検知については、漏水や遊離石灰等、複合的な損傷箇所等で断片化することも課題であり、断片化したひび割れの結合アルゴリズムの検討等、解決に向けた取り組みを進めているところである。

参考文献

1) 川城研吾他（2019）「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。