

簡易計測した一般道路の路面画像からのひび割れ抽出

山梨大学 学生会員 ○松田昌洋
山梨大学 正会員 吉田純司

1. はじめに

20 世紀後半の建設ラッシュにより発展を遂げた日本の社会基盤は、現在老朽化が進行している。舗装路面について着目すると、日本の道路総延長は約 128 万 km であり、その 90%以上を地方自治体が管理している¹⁾。コストや人員不足の観点から、舗装路面の効率的な点検方法の開発が求められる。

著者らは、これまでの研究において路面を簡易的に画像計測し、その健全度を評価するシステムを開発してきた²⁾。このシステムによる判定の根拠を明確にするため、本研究では、路面のひび割れを抽出する機能を追加する。

2. 路面画像の計測と健全度評価システム

(1) 路面の画像計測システムの概要

本研究では、図-1 に示すような簡易画像計測装置²⁾を用い、路面の画像計測を行った。本装置では、車両のルーフ上に吸盤型三脚でカメラを固定し、加えて磁石型の GPS ロガーを設置する。画像データは USB3.0 を介して、GPS 情報は Bluetooth を介して、車内の PC に保存される。ただし、既往の計測では、路面端部が一部写っていないという問題点があった。既往の撮影画像の例を図-2 (a)に示す。

(2) 路面の健全度の評価方法と問題点

文献 2)では、路面画像をブロックに分割し、ブロックごとに「単一ひび割れ」、「複数ひび割れ」、「ひび割れなし」の 3 つに分類している。しかし、ブロック分類においてはブロックのサイズが任意であること、ひび割れの判定の根拠があいまいといった問題点がある。

そこで本研究では、広角レンズを用いて新たに路面の画像計測を行い、評価の根拠となるひび割れの抽出を試みる。新たなレンズでの撮影画像の例を図-2 (b)に示す。

3. Neural Network(:NN)を用いた路面内領域の抽出

本研究では、計測画像から路面内領域のみを抽出する方法として、セマンティックセグメンテーション³⁾により画素ごとに「路面内領域」、「路面外領域」、「マンホール」、「ジョイント」の 4 つに分類した。

(1) 学習用画像の作成

撮影画像上部には路面外領域が多く含まれたため、前処理として画像上部 30%を切り捨てた。また画像の枚数を増幅するため左右反転の処理を施し、合計 1814 枚のラベル付け画像を作成し学習に使用した。

(2) NN の構築

本研究では、図-3 に示す SegNet³⁾をチューニングし、学習条件や層数などを試行錯誤的に変更して NN を構築した。作成した学習用画像のうち 80%を学習データ、20%を検証データとして用いたところ、最も精度の高い NN で、検証データの分類精度が 94.70%だった。

次に学習用以外の画像（未学習画像）に学習結果を適用した例を図-4 に示す。マンホールやジョイントの抽出をうまく行うことができた。しかし、白線標示をジョイントと一部誤検出する画像や路面内領域に路面外領域が一部侵食する画像が見られた。総合的には車両が走行するアスファルト路面は概ね抽出できたといえる。

4. 路面領域からのひび割れ抽出

路面領域からひび割れを抽出する方法については、前節と同様にセマンティックセグメンテーション³⁾により、画素ごとに「ひび割れ」、「補修跡」、「白線上の塗装割れ」、「ひび割れなし」の 4 つに分類した。

(1) 学習用画像の作成

前処理として「路面内領域」のみを抽出した画像に対して、「路面内領域」以外の輝度値を最大にした。そして画像の上部 3 分の 1 を切り取り、縦・横方向にそれぞれ 2 分割し、さらに画像のサイズを 30%に縮小した。これらの前処理を施した画像に上記の分類のラベル付けを行った。画像枚数の増幅のため左右反転などの処理を施し、合計で 1232 枚の学習用画像を作成した。

(2) NN の構築

NN は前節と同じ方法で構築し、最も精度が高い NN で、検証データの分類精度が 95.38%だった。

次に学習用画像以外の画像（未学習画像）に構築した NN を適用した例を図-5 に示す。大きなひび割れの抽出には成功したが、全体的にひび割れや塗装割れを過大に検出する例や、濃い影を補修跡と誤認識する例が見られた。

5. まとめ

本研究では、簡易計測した路面画像からひび割れを抽出する NN の構築を目的とした。具体的には、計測した路面画像から路面内領域、路面外領域、ジョイント等を抽出する NN を構築し、次に、そこで得られた路面内領域からひび割れを抽出する NN を構築した。

現段階では、まだ精度が十分とは言えないため、今後は、学習用画像を増やすことで NN を高精度化していくつもりである。

参考文献

- 1) 国土交通省：道路：道の相談室：道に関する各種データ集 https://www.mlit.go.jp/road/soudan/soudan_10b_01.html
- 2) 吉田純司, 竹谷晃一：地方公共団体での利用を想定した道路路面のひび割れに関する健全度評価システム, 土木学会, 第 2 回 AI・データサイエンスシンポジウム論文集, Vol.2, No.J2, pp.671-680, 2021.
- 3) 原田達也：画像認識, 講談社, 2017.
- 4) V. Badrinarayanan, A. Kendall, and R. Cipolla: A deep convolutional encoder-decoder architecture for image segmentation, *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, Vol.39, No.12, pp.2481-2495, 2017.

キーワード：深層学習, ひび割れ抽出, 一般道路, 舗装路面計測

〒400-8511 山梨県甲府市武田 4-3-11, TEL: 055-220-8521, e-mail: jyoshida@yamanashi.ac.jp

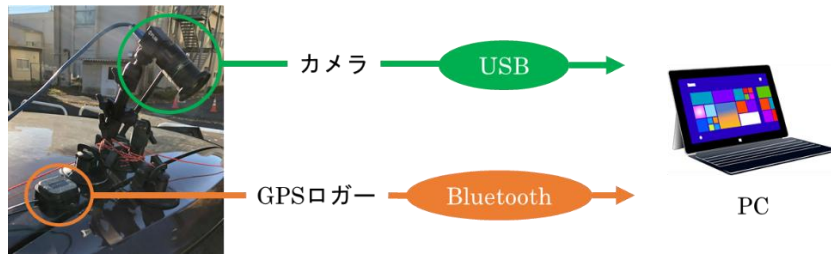


図-1 簡易画像計測装置の概略図



(a) 既往のレンズによる路面画像



(b) 広角レンズによる路面画像

図-2 異なるレンズで簡易計測した路面画像の比較例

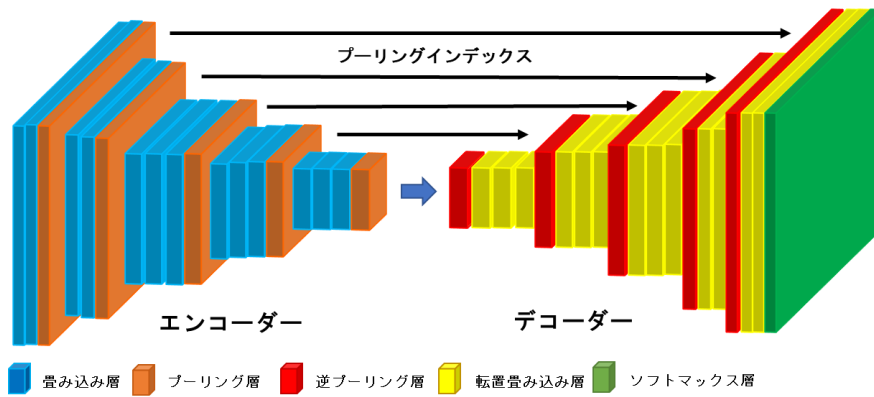
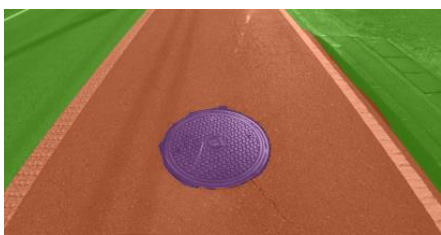


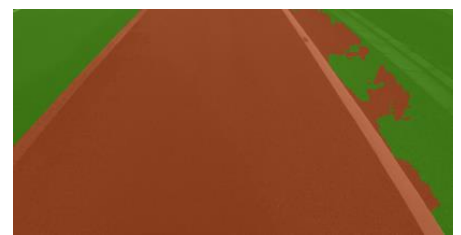
図-3 SegNet のネットワーク構造概略



(a) マンホール

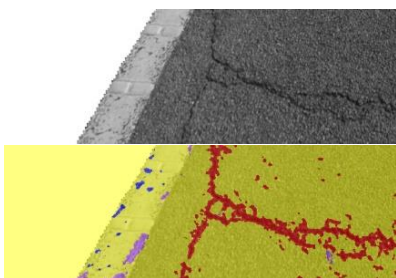


(b) 白線をジョイントと誤検出

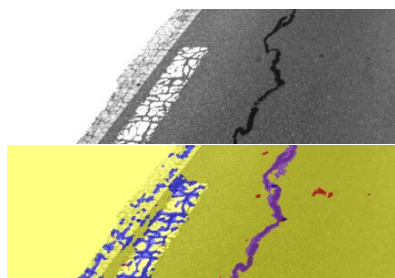


(c) 路面内領域を侵食

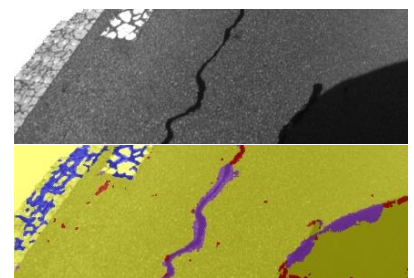
図-4 路面抽出 NN の未学習画像への適用例



(a) 原画像と NN 適用後の例①



(b) 原画像と NN 適用後の例②



(c) 原画像と NN 適用後の例③

図-5 ひび割れ抽出 NN の未学習画像への適用例