

## ドライブレコーダー画像に対するポットホール検出技術の構築と 検出情報の活用に関する検討

国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 正会員 ○佐藤 圭洋  
同上 丸山 記美雄

### 1. はじめに

これまで、深層学習の手法を用いて車載カメラの画像からポットホールの検出を行う技術の検討を行っている<sup>1)</sup>。この技術は、車内に設置したビデオカメラによって走行路面を動画撮影して取得した画像を用いて、深層学習の手法によりポットホールの検出を行うものである。本検討では、近年一般にも普及し、高性能化しつつある民生品のドライブレコーダーを車載カメラとして使用し、道路を走行して取得したドライブレコーダー画像から、深層学習の手法を用いてポットホール損傷箇所を検出する手法について検討した。また、ポットホールの検出処理モデルにより得られた検出情報の活用について検討したので、それらについて報告する。

### 2. 検討手法および学習による処理モデルの構築

図-1 にポットホールを検出する手法の検討手順を示す。北海道内の国道の冬期のポットホールが発生した区間を撮影した画像から、学習用と検証用のデータを用意し、学習に用いるデータから機械学習をさせて処理モデルを構築した。その後、検証データを機械に解析処理させ、機械が解析処理した結果と、検証データと人間が判定した結果を照合して整合度を検証した。学習の方法は教師あり学習とし、教師（人間）が目視画像を見てポットホールを指定して教師データとし、それを機械に学習させた。学習用データの元となる画像は、道央圏の国道約 1km において、2 月初旬から 3 月下旬にかけて週約 2 回の頻度で合計 64 回、ドライブレコーダーにて撮影して得た動画の中から、曇りの日に路面がほぼ乾燥した状態で撮影されたポットホール画像 58 枚、ポットホールなし画像 71 枚を切り出して学習に用いて、処理モデルを構築した。図-2 に画像解析時の学習例を示す。撮影画像中の手前側路面部分を関心領域（ROI）に指定し、ROI 領域内にポットホールがある場合、ポットホール部分を赤囲い部分のように指定し、その後、深層学習を実行すると、機械がポットホール指定部分の検出方法を学習する。

### 3. 処理モデルの検証

学習データとは別の、未知のデータである検証データに対する検出程度を評価検証した。表-1 に検証結果の一例を示す。ポットホールがあり検出できている(正検出、真陽性)割合は 86%、ポットホールがないものをないと正しく判定(正検出、真陰性)している割合は 84%であり、真陽性および真陰性の判断は概ね良くできていると評価される。図-3 に検証データを解析処理にかけて得られた結果の画像例として正検出の例を示す。赤色で強く反応している

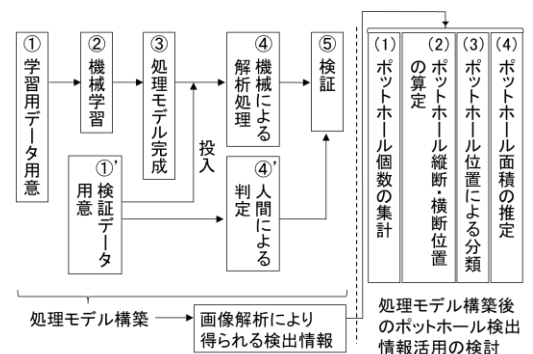


図-1 ポットホールを検出する手法の検討手順



図-2 画像解析時の学習例(ポットホールあり画像)

表-1 解析と目視の判定結果整合 マトリクス表

人間の判定	機械の判定		合計
	ポットホールなし (スコア0.5未満)	ポットホールあり (スコア0.5以上)	
ポットホールなし	118件 (84%)	17件 (16%)	135件
ポットホールあり	9件 (14%)	56件 (86%)	65件



図-3 正検出の例(真陽性、ポットホールを検出できている)

キーワード 深層学習、ドライブレコーダー、ポットホール、画像解析

連絡先 〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目 国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所 TEL011-841-1747

部分がポットホール部分であり、正しく検出できていることが分かる。一方で、路肩水濡れ部をポットホールと誤検出している例や、ポットホールを見落としている検出漏れが生じている例が存在した。図-4に上位スコア閾値ごとのポットホール画像検出率  $((A \cap B)/A)$ 、整合率  $((A \cap B)/B)$  等を示す (A: 人間がポットホールと判定、B: 機械がポットホールと判定)。上位閾値スコアが0.5の時、人間による判定との整合率は77%程度であり、一定程度ポットホールの検出ができています。

#### 4. 検出情報の活用方法の検討

ポットホールの検出処理モデルにより得られる検出情報の活用を検討した。処理モデル構築後に、画像解析により得られる検出情報から、ポットホール個数の集計、ポットホールの縦断・横断位置の算定、ポットホール位置による分類方法、ポットホール面積の推定の検討を行ったので、それらの検討内容や結果の一例を以下に示す。ポットホールの縦断・横断位置、面積の算定方法は図-5に示すとおりとした。

各画像のポットホール個数の集計処理の結果の一例を図-6に示す。解析処理に用いた画像は、隣接する画像同士が重複しない5m間隔の画像を用いている。これにより、ポットホール個数は、解析処理で得られた画像内のポットホールの検出数として集計可能である。ポットホール位置による分類結果の一例を図-7に示す。ポットホールが多数発生している箇所を把握することが可能である。図-8にポットホール面積の推定結果の一例を示す。ポットホールの個数だけではなく、ポットホール面積の分布なども把握することができる。以上のように、ポットホールの検出処理により得られる検出情報を活用することで、ポットホールの個数、位置、面積などを算定および推定することができ、ポットホールの発生状況を定量的に把握できることが示された。

#### 5. まとめ

ドライブレコーダーにて取得した画像を用いて、深層学習により一定程度のポットホール検出能力を有する処理モデルを作成することができた。また、深層学習により得られるポットホールの検出情報を活用して、ポットホール個数の集計、ポットホールの縦断・横断位置の算定、ポットホール位置の分類、ポットホール面積の推定が可能であることを確認した。今後はポットホール損傷の見落としや過検出を少なくするための検出精度の向上や検出方法の構築に向けて引き続き検討を進めていく予定である。

#### 参考文献

- 丸山記美雄, 大浦正樹, 木村孝司: 深層学習によるポットホール判別技術に関する基礎的検討, 第61回(平成29年度)北海道開発技術研究発表会

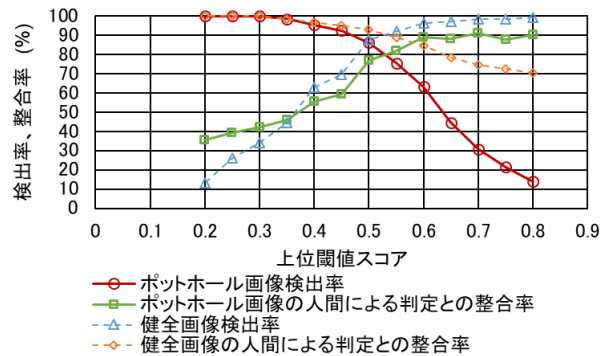


図-4 上位スコア閾値ごとのポットホール画像検出率・整合率、健全画像検出率・整合率

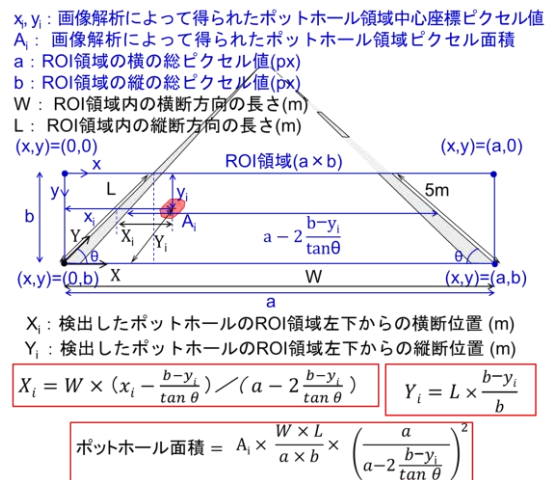


図-5 ポットホールの縦断・横断位置、面積の算定方法

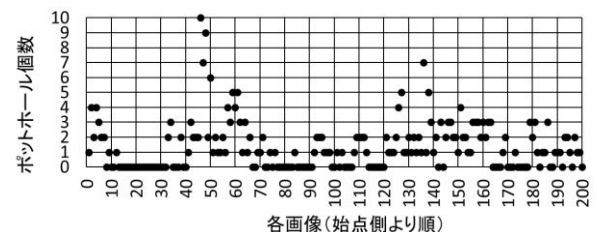


図-6 各画像のポットホール個数の把握結果の一例

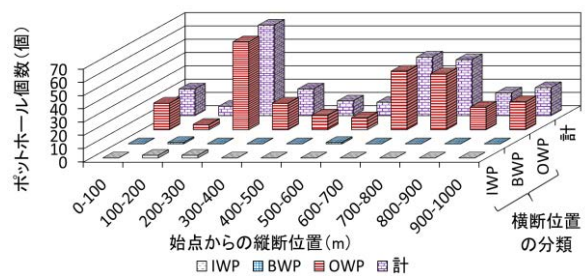


図-7 ポットホール位置による分類結果の一例

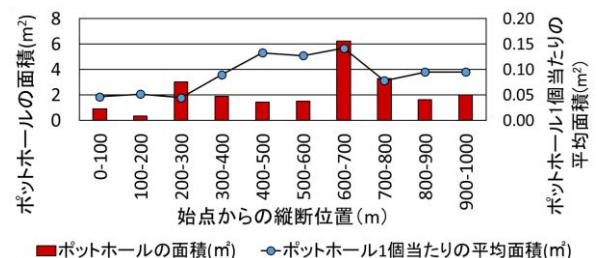


図-8 ポットホール面積の推定結果の一例