

令和2年度 研究成果の概要(1/2)

<p>研究テーマ： 「車両内設置カメラを利用した準リアルタイム広域路面ひび割れ率評価技術の開発」</p>
<p>研究代表者 ・氏名(ふりがな)： 長山智則(ながやまとものり) ・所属、役職： 東京大学大学院工学系研究科, 准教授</p>
<p>研究期間： 令和 2年 11月～令和 4年 3月</p>
<p>研究参加メンバー(所属団体名のみ) ・東京大学, 株式会社スマートシティ技術研究所, ニチレキ株式会社</p>
<p>研究の背景・目的 スマートフォンもしくはドライブレコーダで撮影した車両前方画像をひび割れ展開図に変換し、機械学習処理を適用することで、ひび割れ率を定義に基づいて、簡易に定量評価できるようにする。さらに撮影画像からひび割れ率、ポットホール等をデジタル地図上に表示する仕組みを構築する。令和 2 年度は、撮影画像に基づいたひび割れ展開図の作成と、ポットホールやマンホール等の教師画像の拡充を目標とする。</p>
<p>研究内容(研究の方法・項目等) 本研究は、車両内に設置したドライブレコーダ等の汎用品により、動画処理技術を活用してひび割れ率を正確に算出する技術の研究開発を行うものである。令和 2 年度は特に、撮影画像に基づいたひび割れ展開図の作成と、ポットホールやマンホール等の教師画像の拡充を行った。</p> <p>1. 撮影画像に基づくひび割れ展開図の作成に関する研究 車載のドライブレコーダやスマートフォンなどの汎用製品を用いて、カメラ画角で撮影された道路画像に基づいてひび割れ展開図を作成するため、機械学習の中でも領域検出技術を用いたひび割れの抽出と、真上から撮影した鳥瞰画像への変換を行った。</p> <p>1. 1. ひび割れの領域検出の研究 Semantic segmentation に基づいて舗装のひび割れを抽出する。適用する機械学習のモデルを更新することで、高精度を保ちながら推定速度の向上を図った。</p> <p>1. 2. 鳥瞰変換による真上から撮影した画像への変換 任意の車載ドライブレコーダやスマートフォンにより撮影された画像から定義通りのひび割れ率を計算するためにはカメラ画角で撮影された画像をオルソ画像と同等の画像に変換する必要がある。そこで、カメラパラメータ等を、画像に映り込んだ舗装上の情報を利用して推定するとともに、鳥瞰変換により真上から撮影された画像に変換した。 さらに撮影動画から GPS 情報を利用して1m毎に切りだした静止画に、鳥瞰変換を適用した上で張り合わせ(合成)することで、高解像度のひび割れ展開図の作成を図った。</p> <p>2. ポットホールやマンホール等の教師画像の拡充 舗装変状の評価及び、上述の画像パラメータ推定のために、舗装上のポットホールやマンホール等を検知する必要がある。検知精度を向上するために、教師画像の拡充を図った。</p>

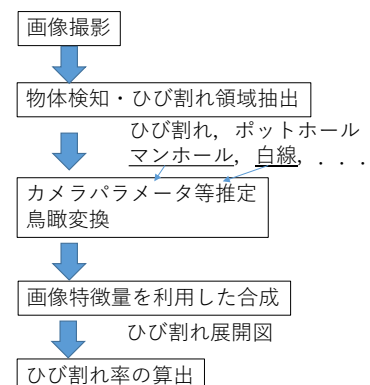


図 1 : ひび割れ率算出の方法

令和2年度 研究成果の概要(2/2)

研究成果の概要

1. 撮影画像に基づくひび割れ展開図の作成に関する研究

1. 1. ひび割れの領域検出の研究

Semantic segmentation により舗装のひび割れを抽出した。機械学習に採用するモデルを更新することでほぼ同等の精度を保ちながらも推定速度を3倍程度向上させ、GPUで 0.074 秒/枚とすることに成功した。図2にひび割れ画像に対する領域抽出結果を示す。

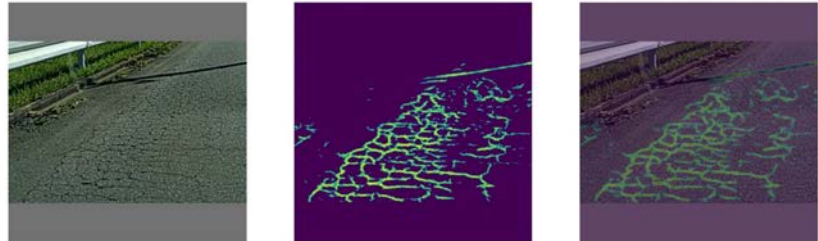


図2 ひび割れ画像に対する領域検出の結果（左：元画像，中：領域検出結果，右：元画像+領域検出結果）

1. 2. 鳥瞰変換による真上から撮影した画像への変換

気概学習の物体検知を利用して、撮影動画に映り込んでいる白線とマンホールを検出する。まず、マンホールが円形であることを利用してカメラの回転角を補正した。次に、白線が平行である条件を利用してカメラの傾きおよび焦点距離の組み合わせを絞り込む。続いて、マンホールが円形であることを利用してカメラの傾き及び焦点距離の組み合わせを同定した。図3に、車載カメラを利用して撮影した画像と、画像に映り込んでいる車線やマンホールを利用して同定されたパラメータによる鳥瞰変換の結果を示す。

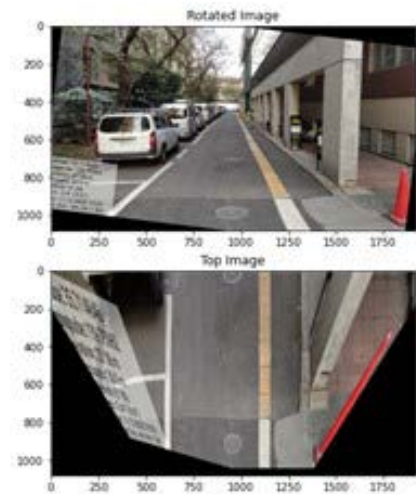


図3 鳥瞰変換とパラメータ同定（上：元画像，下：同定パラメータを利用した鳥瞰変換結果）

さらに撮影動画から、GPS を利用して1mごとに静止画を切り出し、画像特徴量を利用して互いに張り合わせた(合成)。カメラから遠方では一般に解像度が低下してひび割れの抽出精度が低いですが、合成によりカメラ近くで撮影された高解像度画像のみを用いてひび割れ展開図を作成できた。図4に1m毎に切り出された画像の真上からの鳥瞰変換結果、特徴量を利用したマッチング、合成画像を示す。なお、合成画像にはひび割れの領域抽出結果を重ねて示してある。GPS に基づいて走行方向の物理スケールが既知であり、また、マンホール画像を利用してアスペクト比も正しく変換できていることから、この合成画像に基づいて、50cm四方の格子をもつひび割れ展開図を作成した。令和3年にはひび割れ展開図に基づいて定義通りにひび割れを算出する予定である。

2. ポットホールやマンホール等の教師画像の拡充

路面撮影画像を拡充してラベリングを施した。その結果、ポットホールは 6,500 画像から 12,500 画像に、マンホールは 8,000 画像から 14,000 画像にそれぞれ増加した。

さらに、長野県内の国道にて走行試験を行った。路面性状測定車による調査実施路線を撮影することで、令和3年度に実施するひび割れ率算出のレファレンス値を取得することが主目的であるものの、この走行により得られた画像も、ひび割れ、マンホール、ポットホール等の教師画像として整理した。

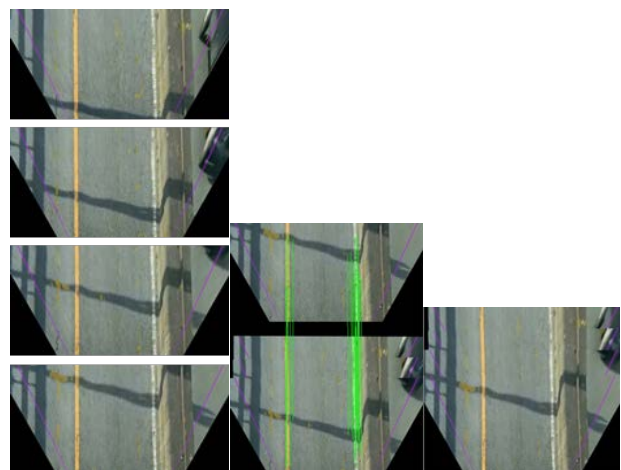


図4 路面画像の合成 左：1 m毎の鳥瞰画像 中：特徴量マッチング 右：合成画像