

## 令和5年度 研究成果の概要(1/2)

研究テーマ:「わだち掘れ簡易評価手法の開発と、MCIの自動算出による点検業務の生産性向上」

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、教授

研究期間:令和4年10月～令和7年3月

研究参加メンバー(所属団体名のみ)

東京大学, (株)スマートシティ技術研究所, ニチレキ(株)

研究の背景・目的

車載カメラによるわだち掘れの定量評価技術を開発し、既開発の平坦性とひび割れ率の評価技術と組み合わせることで1台の簡易装置だけで舗装維持管理指数 MCI を算出する。パトロールデータから補修計画立案を可能とし、生産性向上に貢献する。

研究内容(研究の方法・項目等)

### 1. わだち掘れ評価手法の精度改良

#### 1.1 検出精度における課題

**課題①:** 車両走行時にカメラの角度や走行位置に大きな変化が発生すると、鳥瞰画像が正確に変換できないため、路面横断形状の推定において大きな誤差が生じる。

図4では特徴点マッチングに使用する、1.5m 間隔の正確な鳥瞰画像セットと角度誤差 3 度を付した不正確な鳥瞰画像セット、並びにそれぞれの画像セットの対応領域から得られる特徴点を示したが、不正確な鳥瞰画像を使用した際には正確な鳥瞰画像を使用した際に比べ特徴点マッチング数に大きな減少が見られる。それによって、図5のように不正確な鳥瞰画像を使用した場合には横断形状推定値にも大きな誤差が生じる。

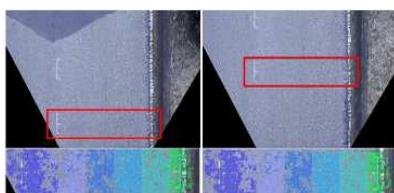


図 4-a: 画角変更なし、鳥瞰変換が正確 (特徴点数: 10604 点)

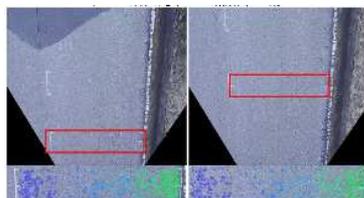


図 4-b: 画角変更あり、鳥瞰変換が不正確 (特徴点数: 4300 点)

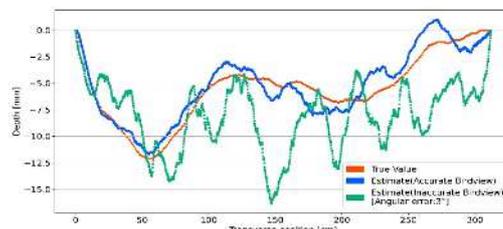


図 5 横断形状の推定結果 (赤: 正解値、青: 鳥瞰変換正確、緑: 鳥瞰変換不正)

**課題②:** 令和4年度に利用した特徴点マッチングの手法(LoFTR)は、光不足やボケの影響を受けた画像に対して、得られる対応特徴点数が不十分である。そのため、横断形状の推定においては大きな誤差が生じる。

LoFTR という手法は光不足やボケの影響を受けやすく、図6に示すような影のかかった路面画像では影部分ならびにその近辺において特徴点マッチングが困難である。また、課題①の問題点と同様に、特徴点マッチング数の減少によって横断形状推定に大きな誤差が生じる。影部分で問題が生じている推定わだち掘れ形状は図7のとおりである。

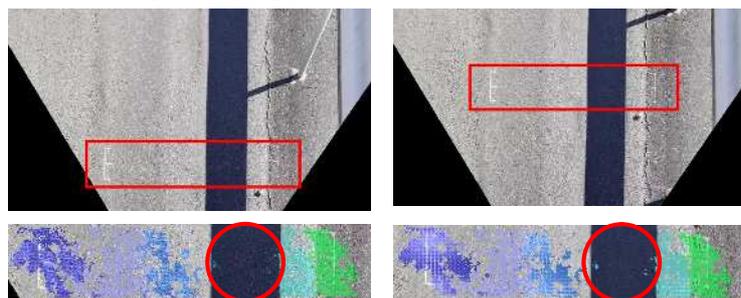
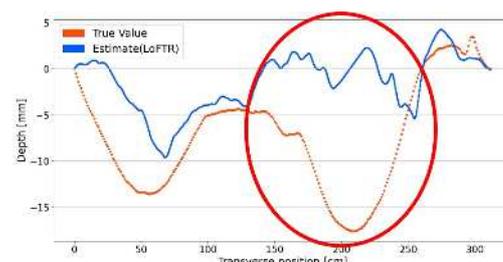


図6 影の影響を受けた特徴点マッチング



赤: 正解値 青: 推定値  
図7 影の影響を受けた断面形状推定

## 令和5年度 研究成果の概要(2/2)

### 1.2 カメラパラメータの更新による精度改良(課題①対応)

今年度の研究では、特徴点の横断方向座標の差を用いて鳥瞰変換の正確性を評価したのちに、再度対応特徴点の横断方向座標の差を用いた GA (遺伝的アルゴリズム) を適用することで鳥瞰変換/パラメータの最適化が行われる手法を開発した(図7)。GA から得られた鳥瞰変換パラメータの使用により正確な鳥瞰変換が実現するとともに、従来のわだち掘れ形状推定に比べ形状推定誤差の減少が確認できた(図8)。

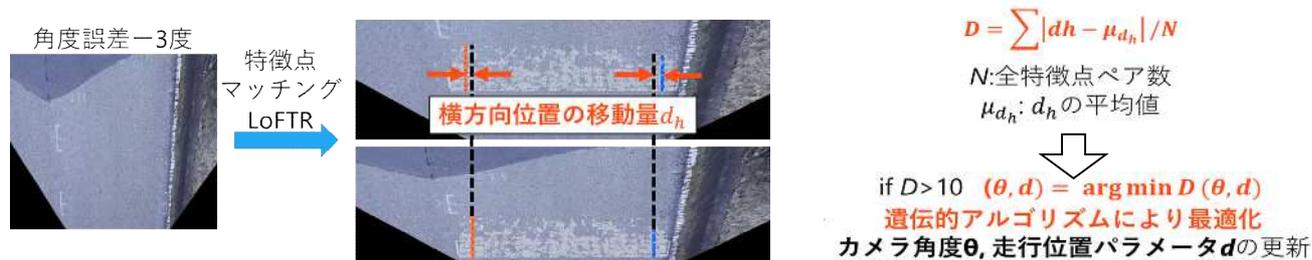


図7: カメラパラメータの更新指標と更新方法

### 1.3 特徴点検出性能向上による精度改良(課題②対応)

計算コストは高いものの密なマッチングが可能なテンプレートマッチング手法を適用した。その結果、画像の条件を問わず多くの対応特徴点を得られるようになり、わだち掘れ形状の推定誤差が従来と比べて大幅に減少できたことが確認された(図9)。また、従来の LoFTR とテンプレートマッチングを組み合わせることによって、光不足やボケの影響を受けた箇所での誤差低減(図10)に加え、計算コストの増加も抑えられることが確認された。

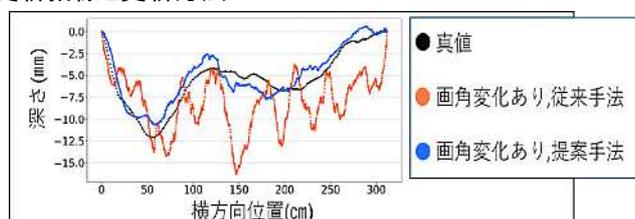


図8: 横断形状の推定結果

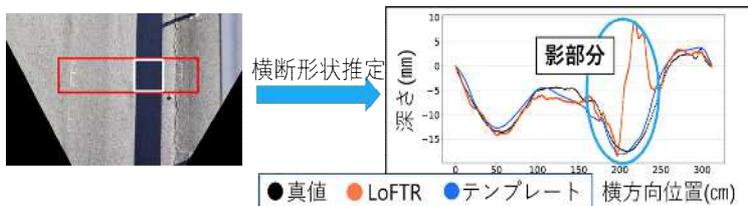


図9: テンプレートマッチングの適用した改良効果

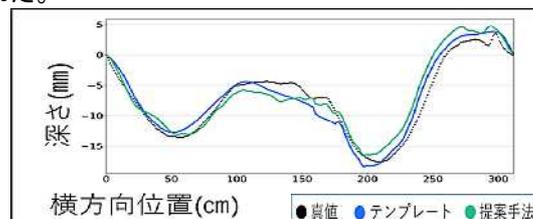


図10: LoFTR とテンプレートマッチング(組み合わせ)

## 2. MCI の精度検証

本研究で開発したわだち掘れの評価手法に加え、研究代表者らがすでに開発した平坦性とひび割れ率の評価技術と組み合わせることで、MCI を算出、精度検証した。1km 程度の道路において、一般車両に搭載したスマートフォンからの算出結果と路面性状測定車から計測した結果を比較した。それぞれの路面性状3要素、および MCI の比較結果は図11に示す。スマートフォンは路面性状測定車と同程度の精度を有することが確認された。

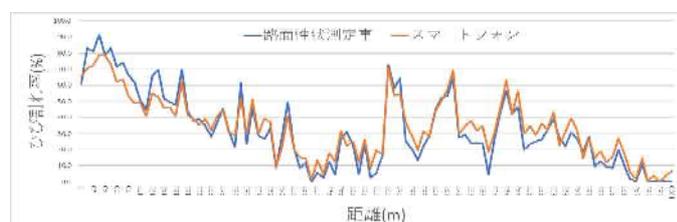


図 11-a: ひび割れ率

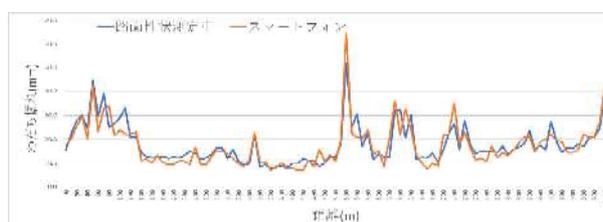


図 11-b: わだち掘れ

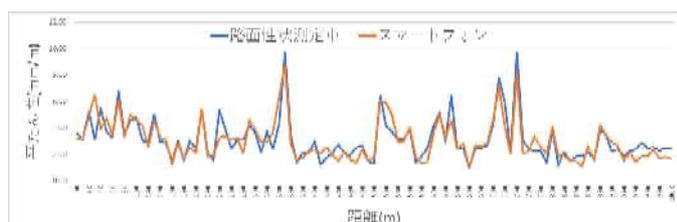


図 11-c: 平坦性

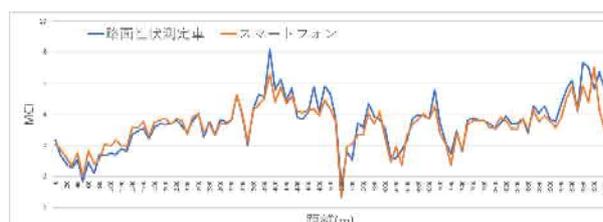


図 11-d: MCI