

令和3年度研究成果の概要(1/2)

研究テーマ: 偏光画像処理に基づく「見えにくい」路面性状認識についての技術研究開発
研究代表者 ・氏名(ふりがな): 中村 明生 (なかむら あきお) ・所属、役職: 東京電機大学 教授
研究期間: 令和3年12月～令和6年3月
研究参加メンバー(所属団体名のみ) 東京電機大学
研究の背景・目的 ITS, IoT 技術の進展への寄与を念頭に、非接触・広範囲の路面表面性状監視技術の開発を目標とする。本研究では、路面の表面性状、すなわち性質・材質及び状態のうち、「見えない」「見えにくい」湿潤状態を画像処理技術で認識する。湿潤状態として「乾燥」「水たまり」「濡れ」「凍結」「その他(汚れ、ノイズ等)」を認識対象状態とする。 画像処理による「地面性状認識」において、湿潤状態は周囲との明確な差が分かりにくく、特に RGB カメラでは夜間、朝・夕の薄暮時に認識が困難となる。一方、偏光画像では水濡れ領域が判別できる可能性がある。 2021(令和3)年度は、2022(令和4)年度以降の路面性状認識手法の提案及び検証を円滑に実施するための準備期間と位置づけ、機材購入や環境構築を行うとともに、手法実現の主要要素である偏光画像の性質やその利用法についての基礎知見を得ることを目的と定め、研究を実施した。
研究内容(研究の方法・項目等) 以下の3項目を実施する。 ■項目1: 偏光画像の検証 偏光カメラで撮影した偏光画像を対象に、基本的な画像処理を施し、路面性状認識のための照明やカメラ角度等の撮影条件の明確化、及び従来の基本的な画像処理手法を利用した路面性状認識手法の検討を行う。また、通常画像を対象とした湿潤状態認識についても合わせて検証する。 ■項目2: 深層学習の導入及び路面性状認識手法の提案 深層学習手法を導入し、従来の画像処理手法との比較を行う。データセットの質と量を担保することが成否を左右するため、データ拡張や、敵対的生成ネットワーク Generative Adversarial Networks (GAN)による画像生成及び生成画像を利用した学習について検討する。 ■項目3: 実用性の検証 提案手法の現場検証を実施する。また、既存カメラと偏光カメラの置換・併用について考察する。 項目1に関しては、湿潤状態のうち、「乾燥」「濡れ」に関して、偏光画像の撮影状態、及び基本的な画像処理を施した結果を確認した。 項目2に関しては、2022(令和4)年度に実施予定であったが以下の内容を先行して実施した。 ① GANの基本的な処理を実装し、昼夜逆転、凍結・非凍結逆転などの画像を生成 ② CCTV監視カメラの画像及びセンサーデータも提供いただき、凍結・非凍結の認識に関して検討 項目3に関しては、2021(令和3)年度は実施していない。項目1, 2の進行に応じて2022(令和4)年度以降に実施予定である。
研究成果の概要 ■項目1: 偏光画像の検証 路面に多用される材質として、アスファルト、石畳、金属に着目し、それぞれに対して散水してその様子を偏光カメラで撮影した。偏光カメラは、撮像素子の上に偏光子が装着され、偏光度・偏光角度といった偏光パラメータ及びRGB輝度情報を取得できる。 4方位の偏光を通すフィルタを通し、方位ごとに4つの画像が得られる (Fig. 1(a)(b))。得られた画像を合成し、偏光の強度(偏光度)と方向(偏光角度)をそれぞれ画像の輝度と色相で表現する(偏光画像) (Fig. 1(c)(d))。それぞれ

令和3年度 研究成果の概要(2/2)

ヒストグラムを求めて特徴を確認し、偏光度に関して合成画像に二値化処理を施した結果、湿潤領域の抽出可能性を確認した (Fig. 1(e)).

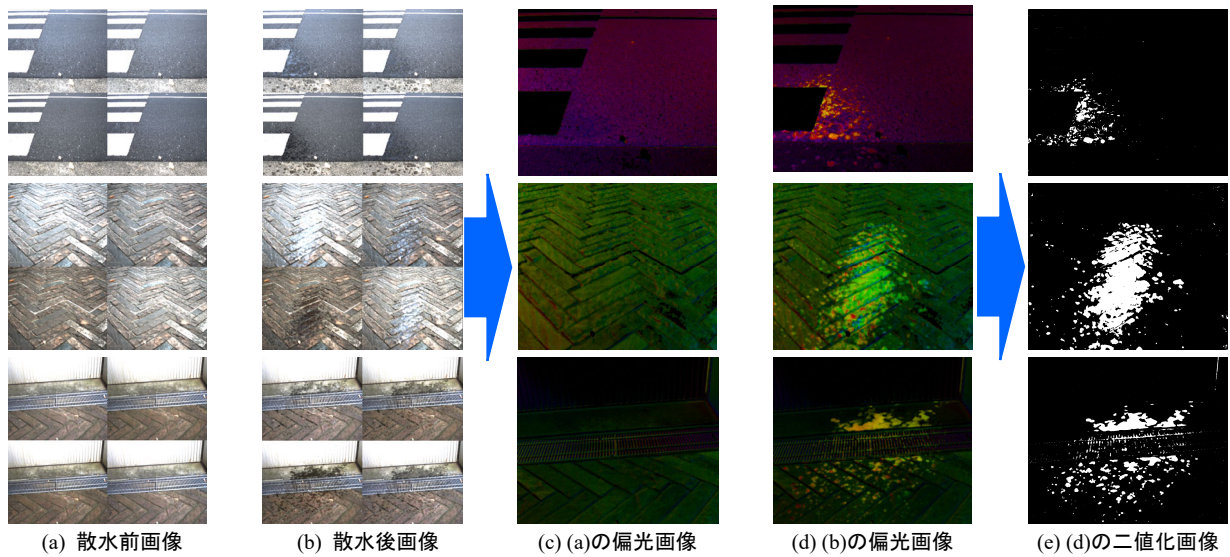


Fig. 1 三種類の路面に対する散水と偏光画像及び二値化画像

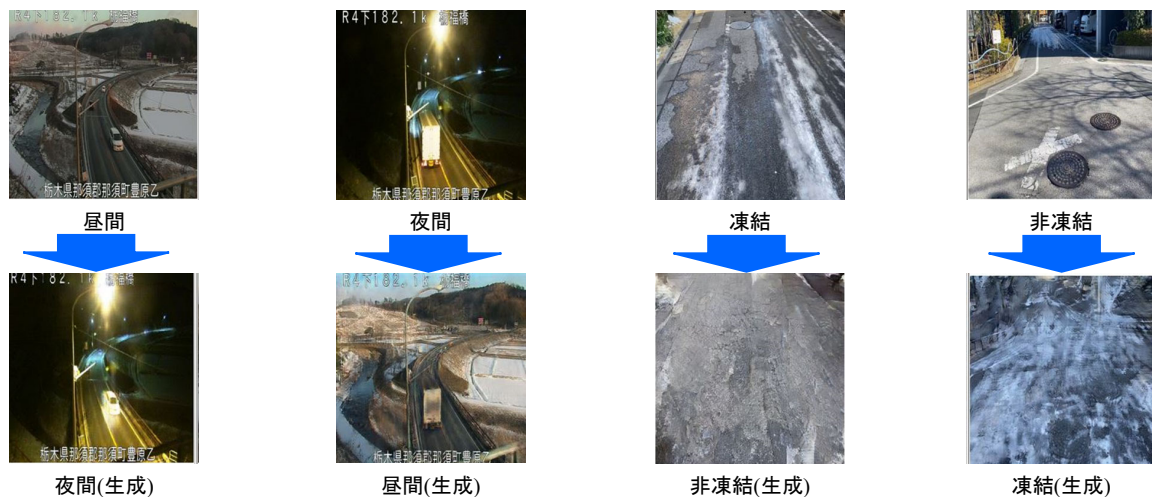
■項目 2: 深層学習の導入及び路面性状認識手法の提案

湿潤状態認識のため、深層学習手法の導入を検討しているが、時々刻々と変化する外部環境の中で、照明や湿潤状態の変化に対応する多様性を担保したデータセットを構成する適切な画像を準備することは簡単ではない。

基礎検討として、まず、栃木県内の一般国道4号のCCTVカメラ画像の提供を受け、昼間から夜間、夜間から昼間の双方向の画像をGANの発展型であるCycleGANで生成した。次に、降雪後の東京都内道路を撮影し、凍結状態から非凍結状態、非凍結状態から凍結状態の双方向の画像をCycleGANで生成した。

昼夜間の画像生成に関しては、見た目は成功している (Fig. 2(a)). 凍結・非凍結状態の画像生成に関しては、一概に成功したと言いき難く、引き続き要検討である (Fig. 2(b)).

また、CCTV監視カメラの画像及びセンサーデータに比較検討を加えたが、外観及び温度からの凍結状態の定量的な見極めが困難であることが分かった。



(a) (昼間 / 夜間)画像から(夜間 / 昼間)画像の生成 (b) (凍結 / 非凍結)画像から(非凍結 / 凍結)画像の生成

Fig. 2 CycleGANによる画像の生成