

車載カメラによる道路の奥行を考慮した夜間の路面状態判別

松浦 大樹[†] 柴 遼太^{††} 久世 達哉^{††} 柴田 啓司^{†††} 稲積 泰宏^{†††} 堀田 裕弘^{†††}

[†]富山大学工学部 ^{††}富山大学大学院理工学教育部 ^{†††}富山大学大学院理工学研究部

1 はじめに

冬季の積雪や凍結などの路面状態を把握する事は、自動車が安全に走行するために重要な技術である。そこで我々は、車載カメラ映像を用いた夜間の路面状態判別法を提案してきた [1]。しかし、従来法では、道路の奥と手前のテクスチャの粗さの影響を考慮せずに判別している問題があった。そこで、本稿では道路の領域を奥行に合わせて複数行に分割し、行ごとに判別する事によって判別率向上を目指した路面状態判別法を提案する。

2 提案法

夜間の道路では、ヘッドライトによる路面の反射特性を用いて判別を行う。その際、路面上の水分量や積雪量により、明るさや色情報、テクスチャ特徴量がそれぞれ変化するため、それらの反射特性を判別に用いる。本研究で判別に使用するデータは、太陽光の影響を受けない夜間で撮影した映像を使い、乾燥、湿潤、積雪の3状態の道路映像を用いる。

2.1 路面領域検出

Hough 変換を用いた直線検出により道路領域を推定し、局所的な小領域に分割して判別を行うため、 $48 \times 48[\text{pixel}]$ のブロックに分割する。分割したブロックごとで特徴量抽出や状態判別を行う。

2.2 特徴量抽出

抽出された個々のブロックから、明るさ、色情報、テクスチャ特徴量の3つの特徴量を算出する。明るさと色情報の特徴量は、それぞれ $CIEL^*a^*b^*$ 色空間の明るさ成分と色相成分を用いて算出する。テクスチャ特徴量は従来より提案されている輝度共起行列に基づく特徴量を算出する。

2.3 行ごとによる判別処理

従来法による判別領域と判別ブロックの最適サイズ [1] を利用して、道路の奥から手前にかけて、図1のように5行に分割する。また、それぞれの行ごとに算出した特徴量から、教師データとテストデータに分別する。行ごとの教師データを用いて SVM による判別器を作成する。その際、使用した教師データ数は、図1より行番号①～⑤はそれぞれ約1,100個、1,300個、1,500個、1,800個、2,100個とした。



図1 道路領域の5行分割

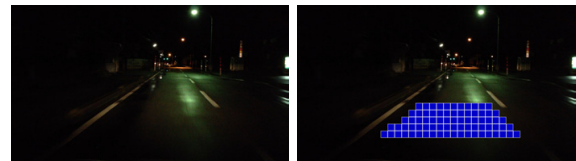
3 実験

iPhone4S(Apple 社製) で撮影した動画像を入力とする。カメラはルームミラー脇に設置し、路面状態が一樣であるとして実験を行った。乾燥、湿潤、積雪状態の入力フレームと判別結果を図2、図3、図4に示す。判別結果は乾燥、湿潤、積雪状態をそれぞれ緑色、青色、赤色のブロックで表す。表1に教師データを10分割した際の交差検定の判別精度の平均を、提案法と文献 [1] ごとに示す。



(a) 入力フレーム (b) 出力フレーム

図2 乾燥路面の画像の入出力



(a) 入力フレーム (b) 出力フレーム

図3 湿潤路面の画像の入出力



(a) 入力フレーム (b) 出力フレーム

図4 積雪路面の画像の入出力

表1 動画像における判別精度

	判別精度 [%]					全行	文献 [1]
	①	②	③	④	⑤		
乾燥	98.7	97.4	95.4	90.4	88.1	93.2	90.1
湿潤	88.8	88.3	88.6	89.2	89.3	88.9	91.0
積雪	98.7	98.3	98.0	98.6	99.5	98.6	97.9

4 考察

表1より、提案法と従来法を比べて、全体的に判別精度が向上した。また行ごとで判別精度を比較すると、行番号①、②、③は向上し、行番号④、⑤は低下した。向上した理由として、道路の奥と手前のテクスチャの粗さを考慮した結果であると考えられる。また、低下した理由として、道路の手前側のテクスチャが鮮明になるほど特徴量抽出したときの値がばらつきやすくなり、判別に影響が出ると考えられる。判別精度向上のためには、行ごとのテクスチャ特徴量の最適パラメータを選定する必要がある。

5 まとめ

本研究では、車載カメラ1台の映像から道路の領域を奥行に合わせて複数行に分割して夜間の路面状態を判別する方法の提案を行った。これにより、道路の遠方の道路領域は文献 [1] より高い結果を示し、全行の判別精度は、湿潤状態の場合を除いて従来法より向上した。今後は、精度向上のために、より高精度なテクスチャ解析が必要である。

参考文献

[1] S.Kawai, K.Takeuchi, K.Shibata, Y.hotita, "A Smart Method to Distinguish Road Surface Conditions at Night-time using a Car-Mounted Camera", IEEJ Trans. C, Vol.134, No.6,pp.878- 884(2014)