

雨天時における車両前方画像からの先行車両抽出

Extraction of Preceding Vehicle from Vehicle Front View Image at Rainy Condition

○松原一樹¹, 泉 隆², 高橋友彰²*Kazuki Matsubara¹, Takashi Izumi², Tomoaki Takahashi²

Abstract: In this study, we aim to prevent accidents by provision of the preceding vehicle information to the driver. For this, we have considered the extraction of the preceding vehicle focused on shadow under vehicle. This report describes about extraction of the preceding vehicle at rainy condition.

1. はじめに

近年、交通事故発生件数は減少傾向にあるものの平成 23 年において 69 万件と未だに多くの事故が発生している。発生した交通事故の多くは車両対車両であり、追突事故が一般道路で約 3 割、高速道路で約 7 割といずれも大きな割合を占めている。そこで、本研究では先行車両抽出し危険予測を行い、ドライバに情報を提供することで事故の未然防止を目的としている。

本研究では先行車両下影に着目する。車両下影は車両の下に必ず存在し、環境によらず輝度が常に低くばらつきが少ないため、車両の特徴として有用である。このことから本研究では車両下影を用いて先行車両抽出を行ってきた^[1]。しかし、雨天時においては雨滴やワイパー等が画像に映りこみ車両の抽出率が低下することが懸念される。

本報告では、雨天時における雨滴やワイパー等の影響を抑えた先行車両抽出について検討を行った。

2. 本研究における処理概要

白線抽出による処理領域の限定と、影の輝度が低いことを利用した車両下影抽出処理を基本とする。

2. 1. 処理領域の限定

抽出対象である先行車両下影は自車両の走行するレーン上に必ず存在する。影抽出の処理領域を自車両の走行するレーン上に限定することで、対向車の影や歩行者の影による誤抽出を抑制する。処理領域の限定にはマルチバッファを用いたエッジ重畳の後、連結画素走査を用いる。

2. 2. 車両下影抽出

限定した処理領域内に対して先行車両抽出処理を行う。先行車両下影は輝度が常に低いという特徴がある。そのため閾値未満の画素（輝度値）を影とみなし、影候補として抽出する。影補完を行うことで影候補を抽出した際に生じる影候補の分離と、先行車両下影以外

の雑音の抽出を防ぐ。

2. 3. 雨天時の処理

車両前方画像は車内から撮影しているため、雨天時にフロントガラスに付着した雨滴や駆動しているワイパーが車両前方画像に映りこむ。このまま車両下影抽出を行うと、雨滴とワイパーの存在により、白線抽出を行う際の連結画素走査と車両下影抽出処理が正しく行われぬ。そのため、本研究では雨滴とワイパーの除去の検討を行った。

3. 雨滴の除去

雨滴は雲の映り込みにより白色に近いという特徴により雨滴の除去を行う。しかし、この色特徴により雨滴の除去を行うと、除去されない雨滴画素や雨滴画素とされる道路上の画素が存在する。そのため、アンシャープマスキング処理を行う。

アンシャープマスキング処理とは画像のぼやけた輪郭を強調するフィルタ処理であり、元画像の輝度値の平滑化処理を行い、元画像の輝度値から平滑化後の輝度値を差し引き、差し引いた分を元画像の輝度値に上乘せしたものである。Fig. 1 にアンシャープマスキング処理後の輝度画像を示す。また、Fig. 2 にアンシャープマスキング処理後の雨滴と雨滴以外の輝度値を示す。

アンシャープマスキング処理を行うと雨滴の除去が容易に行えるが、雨滴以外の画素を雨滴画素とすることがある。そのため、雨滴画素とその 8 近傍画素の雨滴以外の画素の差を求め、最小差が小さい画素を雨滴以外とみなす。

本雨滴除去処理では、雨滴除去率が 91.8%であった^[2]。



Fig. 1. The processing image of unsharp masking (Left: Original image, Right: Processing image)

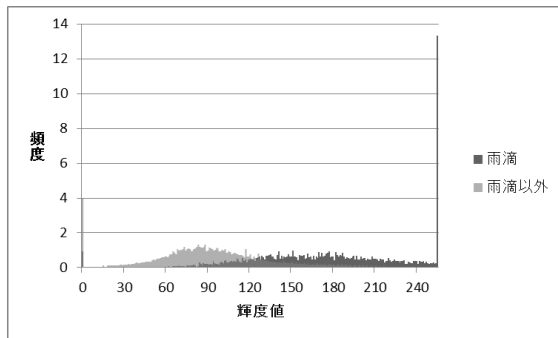


Fig. 2. The brightness value histogram of raindrops and others

4. ワイパーの除去

雨天時では、エッジ抽出の際にワイパーのエッジが抽出される。そのため、処理領域の限定における連結画素走査において、ワイパーのエッジを白線として誤抽出する可能性がある。

ワイパーは 1 フレームでの画像上の移動距離が大きいという特徴をもっており、前フレームと現フレームの両画像においてエッジが抽出された画素のみを重量することによってワイパーの影響を除去する。Fig. 3 にワイパーのエッジを除去した白線抽出例を示す。

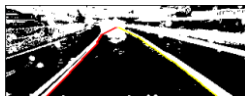


Fig. 3. The extraction of white line by removal wiper

5. 雨天時における車両抽出

雨天時の場合は、湿潤路面の光の反射により車両下影として抽出されることがある。そこで、車両下影候補の上部が車両かを識別することにより抽出率の向上を図る。車両抽出には EOH (Edge Orientation Histogram) 特徴量を用いる。

EOH 特徴とは、1 つの局所領域におけるエッジ勾配の関係に着目した特徴量であり、エッジ強度 $G(x,y)$ 、エッジ方向 $\theta(x,y)$ をあらかじめ算出しておき、エッジ方向ヒストグラム特徴量、支配的方向特徴量、左右対称特徴量の 3 つの特徴量を算出する。

6. 車両抽出実験

EOH 特徴量を AdaBoost により学習し、強識別器を生成し、車両識別への有効性を検証した。使用 PC の仕様は以下のとおりである。

CPU: IntelCore(TM)i5 CPU M520 @ 2.40GHz
メモリ:4.00[GB] OS: Windows 7 Professional

抽出した影が車両下のタイヤ間に存在する場合を正抽出、影が抽出できなかった場合を未抽出、それ以外を誤抽出とした。従来手法は晴天時の処理^[1]であり、EOH は従来手法に EOH 特徴量による車両識別を加えた処理である。また、EOH (除去) は EOH の手法に雨滴・ワイパー除去を加えた処理である。学習データは車両前方から切り出した 20×20 [pixel] の画像 (正解 100 枚, 不正解 100 枚) である。実験結果を Table. 1 に示す。

Table.1. The experimental result of extraction by vehicle bottom shadow at rainy condition

	従来手法	EOH	EOH (除去)
総フレーム数	310		
正抽出	240	239	246
未抽出	30	55	52
誤抽出	40	16	12
抽出率[%]	77.4	77.1	79.4

Table. 1 より、EOH を用いると従来手法と比べ抽出率が 0.3% 減少した。これは、車両下影抽出については正常であったが、EOH 特徴による車両識別において非車両となったためであると考えられる。次に雨滴・ワイパー除去手法では、従来手法に比べ抽出率が 2% 向上した。これは、雨滴・ワイパー除去により、処理領域の限定が改善された結果であると考えられる。

7. まとめ

雨天時における先行車両抽出に関連して、ワイパー除去手法を提案し、EOH 特徴量を用いた雨天時における車両下影抽出を検討した。雨天時における車両下影抽出実験の結果、従来手法について抽出率が 2% の改善されたが、未抽出が増加したため、車両識別器の精度向上が必要である。

今後は、車両識別器の精度向上や車両下影以外の特徴を用いた車両抽出を行い、車両抽出の精度を図る。

8. 参考文献

- [1] 堀江忠裕, 小野裕記, 泉隆: 「画像処理によるパーティクルフィルタを応用した先行車両追跡」, 平成 23 年電気学会交通・電気鉄道 ITS 合同研究会, TER-11-058 ITS-11-033, pp. 1-6, 2011.
- [2] 松原一樹, 泉隆: 「画像処理による雨天時における先行車両抽出」, 第 39 回ファジィ・ワークショップ, pp. 75-76, 2013.