

## 画像処理による雨天時における先行車両抽出 Preceding Vehicle Extraction at Rainy by Image Processing

○松原一樹<sup>1</sup>, 堀江忠裕<sup>1</sup>, 泉隆<sup>2</sup>Kazuki Matsubara<sup>1</sup>, Tadahiro Horie<sup>1</sup>, Takashi Izumi<sup>2</sup>

Abstract: Is intended to prevent accidents caused by this study to predict risk preceding vehicle extracted from the image ahead of the vehicle, providing information to the driver. I have considered the extraction of the preceding vehicle focused on shadow under vehicle ever. In this report we have investigated the extraction preceding vehicle in the rain.

### 1. まえがき

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, 車両前方画像から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による事故の未然防止を目的としている. 本研究は ITS(Intelligent Transport Systems:高度道路交通システム)の開発分野の一つである安全運転の支援に位置づけられる.

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. この特徴を用いてこれまで車両下影に着目した先行車両の抽出について検討してきた<sup>[1]</sup>.

本報告では雨天時における先行車両抽出について検討を行った.

### 2. 雨天時の処理

車両前方画像を車内から撮影する場合, 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写りこむ. このまま車両下影抽出を行おうとすると以下の問題が生ずる.

①処理領域の限定の際, 連結画素走査時に白線ではなく雨滴のエッジを走査することがあり, 白線が良好に抽出されない.

②車両下影抽出の際, 車両下影がワイパーと重なり車両下影抽出が行えない.

この問題に対して, ①は雨滴の除去, ②はワイパーの除去の処理を行う. 2.1 および 2.2 に詳細を記す.

#### 2. 1. 雨滴の除去

雨滴は車両前方画像上に点在しているため, 車両前方を遮断し, 先行車両下影抽出の妨げになっている. 雨滴の特徴を以下に記す.

(i) 雨滴は道路の映り込みにより上部が黒色, 雲の映り込みにより下部が白色となり, 一定の場所に留まる

(ii) 大きさがある程度決まっている

これらの特徴を用いることで, 雨滴を除去する. まず, 上記(i)より彩度値が低くなると考える. 彩度値を求める式を(1)式に記す.

$$S = \text{MAX}(R, G, B) - \text{MIN}(R, G, B) \quad (1)$$

ただし, 式(1)中の R,G,B は本研究で使用する BMP 画像の画素の R(赤), G(緑), B(青)のそれぞれの値を表す.

また, 着目画素とその 8 近傍における画素の輝度値の差が大きくなり, 雨滴は一定の場所に留まるため現フレームと過去数フレームの輝度値の分散が小さくなる と考える.

次に, ワイパーが拭き取った直後のフレームに着目する. このフレームは雨滴がないため現フレームとの差分をとり, 雨滴と思われる画素を雨滴領域候補とし, その雨滴領域候補のみで雨滴の除去を行う. また, 雨滴は粒状であり, 前述の特徴(ii)から画素の連結数が Ta(固定の閾値)以上の領域の場合は雨滴領域以外とみなし除去対象外とする. 以下の条件を満たす領域を雨滴領域とする<sup>[2]</sup>.

1. 彩度値 < Ts

2. 着目画素とその 8 近傍における輝度値の最大差 > Te

3. 着目画素と過去数フレームの輝度値の分散 < Tv

ただし, Ts, Te, Tv: はそれぞれの閾値を表す.

雨滴を除去した例を Fig.1 に示す.

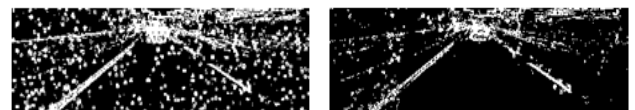


Fig.1. Raindrops removal cases(left:Processing before right: After treatment)

#### 2. 2. ワイパーの除去

ワイパーにより車両下影が見えなくなり, 車両下影抽出時に未抽出や誤抽出となる. そこで, ワイパーを

抽出することでワイパーの除去を行う。

ワイパーは「輝度が低い」、「1 フレームでの画像上での移動距離が大きい」という特徴を持つ。これらの特徴を用いてワイパーを抽出した例を Fig.2 に示す。

そして、抽出したワイパーの画素を前フレームの画素とすることによりワイパーで隠れていた画素の補完を行う。これは、1 フレームでは画像の変化が少ないということに基づく。



Fig.2. Extract Images wiper (left: Original image right: Extracted image)

### 3. 実験

これまで述べた雨天時の処理の有用性を検証するために白線抽出、車両下影抽出実験を行う。実験環境と使用 PC の仕様は以下のとおりである。

場所・天候：一般道路・雨天 動画サイズ：320×240[pixel]

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

#### 3. 1. 白線抽出実験

白線抽出実験結果を Table 1 に示す。連結画素走査により抽出した白線内に先行車両下影を含み、原画像の白線と大きく外れることがない場合を正抽出、抽出されなかった場合を未抽出、それ以外を誤抽出とした。提案手法とは従来手法<sup>[1]</sup>に雨滴の除去を加えたものである。

白線抽出率は、従来手法が 51.5%、提案手法では 65.0%と 13.5%向上した。誤抽出例を Fig.3 に示す。

Table1. White line extraction experimental results

	conventional method	proposed method
detection count[frame]	1062	1340
error count[frame]	1000	722
undiscovered count[frame]	0	0
extraction rate[%]	51.5	65.0
average processing time[ms]	3.34	9.20

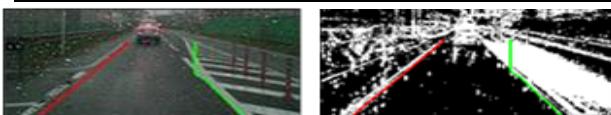


Fig.3. Cases error (left: Image extraction results right: Superimposed image)

Fig.3 は車両の振動により雨滴の位置がずれたため、現フレームの雨滴画素と過去数フレームの輝度値の分散が大きくなり、除去できなかった雨滴が存在したこ

とにより誤抽出となった。また、水たまりに映っている木などのエッジが白線として抽出されたことが原因として挙げられる。

#### 3. 2. 車両下影抽出実験

車両下影抽出実験結果を Table2 に示す。抽出した影が先行車両下のタイヤ間に存在し、大きさが車幅の場合を正抽出、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。ワイパーの補完の状況を確認するため白線抽出が正抽出のフレームのみ実験を行った。提案手法とは従来手法にワイパーの除去を加えたものである。

車両下影の抽出率は、従来手法が 63.6%、提案手法では 73.2%と 9.6%向上した。Fig.4 に未抽出例を示す。

Table2. Shadow extraction experiments under vehicle

	conventional method	proposed method
detection count[frame]	737	834
error count[frame]	73	70
undiscovered count[frame]	348	241
extraction rate[%]	63.6	73.2
average processing time[ms]	6.82	13.7



Fig.4. Cases undiscovered (left: Image extraction results right: Candidate extraction image shadow)

Fig.4 はワイパーの移動が少ない部分が抽出されず残り、影候補として抽出されたため、車両下影が影候補として抽出されず未抽出となった。その他、道路の水たまりに映った木などが影候補として抽出された。

### 4. まとめ

本報告では、雨天時における先行車両抽出について検討を行った。雨滴とワイパーの特徴を考慮したアルゴリズムを構成することにより白線抽出、車両下影抽出において抽出率が向上した。車両下影抽出においてはワイパーを除去できなかった部分があるため改善が必要である。

また、水たまりに対向車や木などが映ることで、白線抽出や車両下影抽出において誤抽出や未抽出の原因となるため、今後検討する。

### 5. 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(2011-11)
- [2] 稲葉洋,鎌田清一郎:「荒天時の車載カメラ映像におけるフロントガラスへの付着物による前方遮蔽部の修繕に関する一考察」,平成 21 年映像情報メディア学会技術報告 ME2009-199,pp.33- 38,(2009-11)