

車両前方画像における影に着目した先行車両抽出

-車両識別及び車両追跡に関する検討-

Detection of preceding vehicles based on shadow in the vehicle front view

-A study on vehicle identification and vehicle tracking -

○関 弘翔¹, 泉 隆²

*Hiroto Seki¹, Takashi Izumi²

Abstract : This research aims at prevention of a rear-end collision by performing dangerous prediction from the distance between two cars, and aiming at reduction in a human error by precedence vehicles detection by image processing. This report considered the vehicles identification by complex features and the vehicles tracking by particle filter.

1. まえがき

交通事故発生件数は平成 24 年において約 67 万件であり、依然として多く発生している。交通事故の事故類型別割合では、車両相互による事故が約 87[%]を占め、そのなかでも追突事故が約 40[%]と、最も多くを占めている。また、これらの追突事故の多くは脇見運転等のヒューマンエラーが原因といわれている。そこで本研究では、画像処理により先行車両の存在を検知し、その情報をドライバに提供することで、ヒューマンエラーによる追突事故の低減を目的としている。なお、対象とする画像は単眼視により取得した車両前方画像とする。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。

画像処理による先行車両抽出では車両特徴の抽出が必要となる。この車両特徴として車両下の影(車両下影)に着目すると、低輝度でばらつきが少ないため抽出が容易で、かつ路面上に拘束されるため単眼視による距離推定が可能という利点がある。これらのことから、本研究では車両下影に着目した先行車両抽出を検討している。

本研究の車両下影抽出には、建物等の影を車両下影として誤ることや、車両下影が複数抽出される問題(車両下影の誤抽出)があった。そこで、抽出された車両下影の上部領域が車両か非車両かを識別することで正しい車両下影の選別を行う、車両識別を検討している。

本報告では、車両下影抽出精度の向上を目的に、車両識別及び車両追跡に関する検討を行ったので述べる。

2. 車両識別の概要

本研究では Haar-like 特徴量^[1]および EOH 特徴量^[2]による車両識別について検討している。これらの特徴量は、局所特徴量と呼ばれるものの一種である。

局所特徴量とは、対象物体の局所的な情報を特徴として扱うもので、時刻、天候の変化や建物等の影による画

像上の輝度変化に対して頑健といわれている。そのなかでも、Haar-like 特徴量は領域間の輝度差に着目したものであり、EOH 特徴量はエッジの強度や方向の比に着目したものである。いずれの特徴量も高速な演算が可能で、かつ先行車両の画像特徴を表すのに適していることから、車両識別のための特徴量として用いた。

局所特徴量は、画像上で着目する領域の位置、スケール、形状等を変えることで大量に生成できることから、車両識別に有効な特徴量の選択が困難である。このため、本研究では特徴量を AdaBoost^[3]により学習し、車両・非車両の識別を行う識別器(車両識別器)を構築する。

本研究の Haar-like 特徴量および EOH 特徴量による車両識別には、車両識別精度の向上や処理時間の短縮といった、改善すべき課題が残っている。

3. 複合特徴量による車両識別

車両識別精度の向上を目的として、Haar-like 特徴量と EOH 特徴量を複合した特徴量(複合特徴量)による車両識別を検討する。これにより、それぞれの特徴量が苦手とするものを補い、識別精度が向上すると考えた。手法としては、特徴量を AdaBoost で学習する際に、Haar-like 特徴量と EOH 特徴量を同一の特徴量プールに入れて学習を行う。こうして構築された車両識別器を用いることで、複合特徴量による車両識別を実現する。

4. パーティクルフィルタによる車両追跡

本研究の車両識別は、車両下影の誤抽出抑制には有効であるが、車両下影の未抽出には対応できない。そこで、車両下影の未抽出抑制を目的として、パーティクルフィルタによる車両追跡を検討する。なお、本研究においては車両下影の追跡をもって車両追跡とする。

4. 1. パーティクルフィルタ

パーティクルフィルタとは時系列フィルタリングの一種であり、初期化、予測、重み付け、リサンプリングという処理を繰り返すことで、動画像中の物体追跡等を行う手法である。

1 : 日大理工・院(前)・情報 2 : 日大理工・教員・情報

4. 2. 車両追跡

パーティクルフィルタは尤度から算出する重みに基づいて物体追跡を行う。本研究での追跡対象は車両下影であるため、影の特徴である輝度の低さを尤度とする。また、輝度の低さのみでは建物等の影を誤って追跡する恐れがあるため、車両下影の上部には車両が存在するという特徴も尤度として用いる。以上のことを考慮して構成した車両追跡のアルゴリズムを Figure1. に示す。

- (1) 初期化: 数フレーム間、車両識別により安定して車両と識別された領域を車両テンプレート画像として取得する。同時に現フレームの車両下影位置に K 個 (数百から数千) のパーティクルを撒く。
 - (2) 予測: 次フレームで全パーティクルに正規乱数を加えて移動させる。
 - (3) 重み付け: 各パーティクルで、車両テンプレート画像とパーティクル上部の画像との類似度、および輝度値を尤度とし、尤度から重みを算出する。
 - (4) リサンプリング: 各パーティクルの重みを基に K 個のパーティクルを復元抽出する。ここで、復元抽出とは、重複を許したサンプル抽出法を言う。
 - (5) 重心算出: 全パーティクルの重心を算出する。重心位置で車両下影が存在しなければ、重心位置を横方向に走査し、車両下影の再抽出を行う。
- (1)~(5)のステップを繰り返すことで車両追跡を行う。

Figure 1. Algorithm of vehicle tracking

4. 3. 車両追跡を考慮した優先的車両識別

車両追跡の結果を車両識別に反映させることで、車両下影の誤抽出抑制も合わせて図る。手法としては、車両追跡によって算出した全パーティクルの重心位置に車両下影が存在する場合に、その車両下影に対して優先的に車両識別の走査を行う。

5. 車両下影抽出実験

複合特徴量による車両識別の有効性を検証するために、車両下影抽出実験 I を行う。車両識別器構築のための学習サンプルとしては、車両画像 1007[枚]、非車両画像 1007[枚]を用いる。実験環境を以下に示す。

動画: (画像サイズ 320×240[pixel], 30[fps], AVI 形式)

- ・ 高速道路日中晴天 1 シーン (2746[frame])

PC の仕様:

CPU : Intel(R)Core(TM) i7- 3770 CPU@ 3.40GHz

メモリ : 8.00GB OS : Windows 7 Home Premium(64bit)

先行車両下影のみを車両下影として抽出し、かつ車両識別結果が車幅程度のものを正抽出、車両下影が抽出されなかったものを未抽出、正抽出と未抽出以外のものを誤抽出とする。実験結果を Table 1. に示す。

Table 1. から、複合特徴量はその他の特徴量よりも誤抽出抑制に貢献し、抽出率 95.4[%]と、最も高くなっていることがわかる。また、処理時間においても 25.5[ms]となっており、約 6[ms]の短縮が実現できた。

車両下影抽出実験 I で抽出率、処理時間ともに最良であった複合特徴量を用いて、車両追跡の有効性を検証するために、車両下影抽出実験 II を行う。実験の各種条件、定義は、車両下影抽出実験 I と同様にして行った。実験結果を Table 2. に示す。

Table 2. から、車両追跡を行うことで、車両下影の未抽出を 100[%]抑制できたことがわかる。また、車両追跡の優先的車両識別により、車両下影の誤抽出を 97[%]抑制かつ、処理時間を 13.4[ms]短縮することができた。

Table 1. Result of experiments I

	Haar-like	EOH	Complex
Weak Learner	46	54	32
Detection count[frame]	2610	2614	2620
Undiscovered count[frame]	48	48	48
Error count[frame]	88	84	78
Detection rate[%]	95.0	95.2	95.4
Processing time[ms]	32.3	31.9	25.5

Table 2. Result of experiments II

	No tracking	Tracking
Detection count[frame]	2620	2744
Undiscovered count[frame]	48	0
Error count[frame]	78	2
Detection rate[%]	95.4	99.9
Processing time[ms]	25.5	12.1

6. まとめ

本報告では車両識別および車両追跡に関する検討を行った。複合特徴量による車両識別およびパーティクルフィルタによる車両追跡は、車両下影抽出の抽出率向上と処理時間短縮に貢献した。今後は、一般道路シーンにおける車両下影の抽出精度向上に関する検討を行う。

7. 参考文献

[1]P. Viola, M. Jones : “Rapid object detection using a boosted cascade of simple features,” Proc. IEEE Conf. CVPR, pp.511-518 (2001)

[2]Kobi Levi and Yair Weiss : “Learning Object Detection from a Small Number of Examples:the Importance of Good Features” ,IEEE CS Conf. CVPR,pp.55-60(2004)

[3]Yoav Freund and Robert E. Schapire : ”A decision-theoretic generalization of on-line learning and an application to boosting”, Journal of Computer and System Sciences, 55(1), pp.119-139 (1997)