

車両前方画像における影に着目した先行車両抽出 -白線抽出のためのエッジ抽出手法に関する検討-

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

- A study on edge extraction method for white line detection -

○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 motor vehicles, and aiming at reduction in a human error by precedence vehicle detection using image processing. This report examined the robust edge extraction technique for white line detection.

1. まえがき

交通事故発生件数は平成 25 年において約 63 万件と、依然として多く発生している。交通事故は高速道路で約 7 割、一般道で約 4 割が車両相互による追突事故であり、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、計算機を用いた画像処理により先行車両の存在を検知し、先行車両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する。

本研究は、車両を表す画像特徴として車両下の影(車両下影)に着目した先行車両抽出を検討している。車両下影は、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特徴がある。

本報告では、白線抽出精度の向上を目的に、白線エッジ以外の部分(雑音と呼ぶ)の抽出を抑制したエッジ抽出手法について検討したので述べる。

2. 処理領域限定のための白線抽出

2. 1. 白線抽出処理の概要^[1]

一般に、白線は路面上に目立つように描かれているため、画像上で白線と路面の境界(エッジ)部分における画素値の変化は急峻である。このことから、白線と路面とのエッジの情報を利用して白線抽出を行う。白線抽出は、輝度変換、エッジ抽出に加えマルチバッファを用いたエッジ重畳及び連結画素走査からなる。また、前のフレームにおいて抽出した白線の位置情報をログとして取得しておき、白線が未抽出となった場合に、その救済としてログを用いた白線抽出を行う。

2. 2. 白線抽出処理の問題点

マルチバッファを用いたエッジ重畳は、抽出したエッジを重ね合わせていく処理であるため、白線エッジ以外の雑音を抽出していた場合に、その影響が顕著である。雑音の抑制を図るために、これまでエッジ重畳

に用いるエッジは、水平方向成分を除去した、垂直方向成分のみを用いてきた。しかし、路面標示、あるいは建物等の影により路面に生じるエッジも、白線と同様に垂直方向のエッジを持つことがある。そのため、水平方向成分の除去のみでこれらの雑音に対応することは困難であり、このことは、一般道における白線抽出の正抽出率低下の要因となっている。路面標示を含む入力画像を Figure 1 に、入力画像に対する垂直方向エッジ抽出の画像例を Figure 2 に示す。

3. 報告内容

2 章で述べた白線抽出の問題点を解決するために、以下の検討を行った。

3. 1. 白線エッジの方向を考慮したエッジ抽出

横断歩道や路面標示等のエッジは、白線よりも垂直に近い方向成分をもつ。このことから、エッジの方向を算出し、エッジを抽出する方向成分をより細かく限定することで、雑音の抑制が期待できる。画像下端から見ると、左白線は右上に向かって伸びており、右白線は左上に向かって伸びているという特徴を持つ。これを利用して、画像中央より左側では右上方向のエッジを、右側では左上方向のエッジのみを抽出することで、雑音の抑制を図る。Figure 1 に対する、エッジ方向を考慮したエッジ抽出の画像例を Figure 3 に示す。

3. 2. 白線エッジのピークを考慮したエッジの選別

路面上に引かれた白線のエッジは、路面(暗)から白線(明)に向かう正のピークと、白線(明)から路面(暗)に向かう負のピークのペアを持つ^[2]。これを利用して、sobel フィルタを用いて正負のピーク情報を反映させたエッジ抽出を行い、白線エッジの正負のピーク(ペア)特性を考慮したエッジの選別を行うことで、雑音の抑制を図る。Figure 1 に対する、正負のピーク情報を反映させたエッジ抽出の画像例を Figure 4 に示す。さらに、白線エッジのピーク特性を考慮して

1 : 日大理工・院(前)・情報 2 : 日大理工・教員・情報

エッジ選別を行った画像例を Figure 5 に示す.

3. 3. 白線エッジの補正

白線エッジの方向や、ピーク特性を考慮しても、わずかな雑音が残ることがある. 一枚一枚ではわずかな雑音であっても、エッジ重畳を行うと大きなノイズとなることがあるため、この雑音の除去を行う. 除去したい雑音は孤立雑音であることが多いため、着目画素の周囲 8 近傍に対する収縮処理を行い、孤立雑音の除去を図る. さらに、左右白線の方向特徴を用いた膨張処理を行うことで、収縮処理により除去された白線エッジに対する補正を行う. Figure 5 の画像に対して、エッジ補正を行った画像例を Figure 6 に示す.

4. 実験

提案手法の有効性を検証するために、白線抽出実験を行う. 実験環境や条件を以下に示す.

- 動画 | QVGA, 30[fps], AVI 形式
- PC
 - CPU Intel Core i7 950 3.07GHz
 - メモリ 16GB
 - OS Windows 7 Professional 64bit
- 実験結果の判定条件

正抽出：先行車両のスケールが 20×20 [pixel] 以上の際に先行車両下影を半分以上白線内に捉え、かつ実際の白線との差が 10 [pixel] 程度の場合
未抽出：ログを用いた白線抽出が正抽出とならない場合

誤抽出：正抽出と未抽出以外の場合

白線抽出実験結果を Table 1~3 に示す.

高速道路昼の結果について、従来手法、提案手法ともに抽出率に変化はなく、処理時間にのみ差があった.

雨天時の結果について、従来手法ではワイパーのエッジ等が重畳され、それを誤って走査することが多くあり、誤抽出率 24.5 [%] となった. 提案手法では、それを改善し、誤抽出率 0.0 [%] とすることができた.

一般道の結果について、従来手法では建物等の影と重なった白線のエッジが抽出できないフレームが多くあり、未抽出率 35.0 [%] となった. 提案手法では、それを改善し、未抽出率 4.4 [%] とすることができた.

処理時間については、全てのシーンにおいて、提案手法は従来手法に比べて、平均で 3.4 [ms] 増加した.

5. まとめ

本報告は、白線抽出のためのロバストなエッジ抽出手法の検討を行った. 雨天時や一般道においても、雑音を抑えた白線エッジ抽出が可能となった. 今後は、一般道における車両下影抽出手法について検討する.



Figure 1. Input image



Figure 2. Extraction of vertical edge

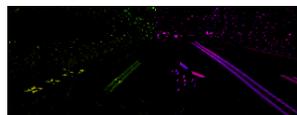


Figure 3. Extraction of specific edge direction

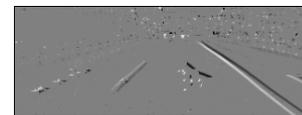


Figure 4. Extraction of edge peak



Figure 5. Selection of edge



Figure 6. Correction of edge

Table 1. Experimental results in the expressway (at daytime 1006 frames)

Method	Previous	Proposed
Detection rate[%]	97.9	97.9
Undetection rate[%]	2.1	2.1
False detection rate [%]	0.0	0.0
Processing time[ms]	0.8	4.0

Table 2. Experimental results in the rain (in the expressway 535 frames and the ordinary road 722 frames)

Method	Previous	Proposed
Detection rate[%]	66.5	94.4
Undetection rate[%]	9.0	5.6
False detection rate [%]	24.5	0.0
Processing time[ms]	1.0	4.8

Table 3. Experimental results in the ordinary road (at daytime 1120 frames, evening 790 frames and night 701 frames)

Method	Previous	Proposed
Detection rate[%]	39.5	93.5
Undetection rate[%]	35.0	4.4
False detection rate [%]	25.5	2.1
Processing time[ms]	0.8	4.0

6. 参考文献

- [1] 岡田友司, 泉隆:「車両下影に着目した前方車両抽出～レーン検出精度の改善～」, ITS 研究会, ITS-08-14, pp.1-4, 2008.
- [2] 大池達也:「モデルベースの認識手法による道路白線認識」, 信学技報, PRMU99-211, pp.53-60, 2000.