画像処理を用いた車両速度測定デバイスの開発

合田 佑司^a 陳 慎静^a 張 力峰^a

^a九州工業大学

1. はじめに

交通量の増加に伴い近年、交通事故が多発している。そのため、自動速度違反取り締まり装置が開発され、速度違反車両を取り締まり、事故を未然に防いでいる。日本では、ORBIS と言われているが、誤検出や未検出、また設置コストが高いという問題がある。さらに、日本の市内の中では、半分以上の ORBIS が故障のまま放置されているという実態もある。この原因にも、修理コストなどの問題がある。また、スピードガンと呼ばれる手持ちの車両速度測定装置がある。しかし、これは、レーダーを応用しており、正しい環境で測定しなければ誤差が出やすく、レーダーなどの専門的知識なしに使用することが難しい。

そこで、近年画像処理を用いた交通状況調査という試みがされている。画像処理はカメラのみ使用のため、装置のコストや設置コストが大幅に減少できる。さらに、違反の画像データが残るため装置の修理の際の誤差修正も容易に行える。しかし、画像処理を用いた方法にはデメリットもある。特に夜間時での精度、車両のヘッドライトの反射による誤作動や、雨天日では判別が困難であるなど課題が残っている。赤外線カメラを用いる方法もあるが、カメラ自体のコストが上がり、また常に動作させた場合のコストも問題になる。夜間でもコストを抑えて使用でき、さらに手持ちの低コストカメラでも測定可能なシステムが必要である。

本研究では、画像処理技術を用いた新たな車両速度測定装置の開発を目的とし、測定が困難な夜間を対象としたシステムを考案した。このシステムでは、必要なカメラは低コストのカメラのみでよい。道路の横や正面に設置し車両を撮影するだけで速度の測定が可能である。この装置のシステムは、カメラのシャッタースピードを利用する。カメラのシャッタースピードを任意に設定し、走行中の車両を撮影する。これによって、車両のヘッドライトが光の線となって画像に写る。この光の線の長さは、設定したシャッタースピードの時間車両が動いた距離になる。そこで、画像から光の線を抽出し長さを計算することで、車両の速度が測定できる。

2. システム詳細と方法

2.1 撮影システム

測定システムのプロセスについて、まず撮影場所の任意の範囲で長さを測定する。その測定範囲を測定装置に入力し、装置のカメラのシャッタースピードを設定する。そのカメラを用いて走行中の車両を測定する。撮影された画像の例を Fig. 1 に示す。この画像から光の線を抽出する。さらに、Fig. 1 の図内の赤枠で示しているように、任意の範囲をあらかじめ指定し長さを測る必要がある。

2.2 抽出と速度計算方法

抽出方法では、自動閾値決定システムを作成した。これによって、環境に合わせて閾値を設定し光の線を抽出することが可能である。抽出の流れを以下に示す。

- step.1 ヒストグラムの重み付き平均を計算
- step.2 ヒストグラムから閾値を決定
- step.3 閾値による 2 値化処理
- step.4 射影変換
- step.5 ラベリング処理
- step.6 光の線の実際の長さから車両速度を計算

この流れについて、Fig. 1 の Sample を用いて説明する。

(a) 重み付きヒストグラムと閾値

入力画像のヒストグラムを作成する。次に、ヒストグラムの値からノイズなどを消すために、ガウシアン関数を用いた重み付き平均を行う。

光の線は、他の場所より輝度値が高いため、ヒストグラムが上昇をはじめる場所を探す必要がある。そこで、ヒストグラムの変化を見るために微分処理を行う。これにより、どこから値が急激に上昇しているかを判断する。

Fig. 1. Sample

New Vehicle Speed Measurement System with Image Processing

Yuji Goda^a, Chen Shenjing^a, Lifeng Zhang^a

^aKyushu Institute of Technology

その場所の輝度値を閾値とする。

(b) 射影変換

光の線の長さから実際の距離を計算するために、光の線を含んだ範囲で射影変換を行う。この範囲は撮影前に長さを測定した任意の範囲である。この処理により、車両を斜めから撮影した際にも、画像の補正により光の線の長さを計算することが出来る。Fig. 2 の赤の範囲がその任意の範囲にあたる。射影変換を行うために、ホモグラフィ行列を求める必要がある。このホモグラフィ行列による射影変換の式が下記の式(1)になる。

$$\begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} H = \begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix}, H = \begin{pmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

ホモグラフィ行列を求める際の 4 つの座標点は、

$$(x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), (x_4, y_4)$$

になる。このとき、その任意の範囲の実際の長さを測定する。次に、射影変換後の 4 つの座標を決める。これらの座標は、

$$(x'_1, y'_1), (x'_2, y'_2), (x'_3, y'_3), (x'_4, y'_4) =$$

$$(0, 0), (image_width, 0),$$

$$(0, image_height), (image_width, image_height)$$

となる。ここで、 $image_width$ は画像の幅、 $image_height$ は画像の高さになる。これにより、任意の範囲の長さである $h[m]$ が射影変換後の画像の高さの実際の距離になり、光の線と画像の高さの比率から、光の線の実際の長さを計算することが出来る。

(c) ラベリング処理

ラベリング処理を行いそれぞれの抽出エリアの情報を取得する。ラベリング範囲が線になっている場所を光の線として抽出し、長さを計算する。この長さとシャッタースピードの時間から、車両の速度を測定することが可能である。

3. 検証

作成したシステムで Sample 画像を用いた検証を行ってみた。閾値から 2 値化した結果を Fig. 2 に、2 値化処理から射影変換し線を抽出した結果を Fig. 3 に示す。測定時の情報と測定結果を Table. 1 に示す。線の抽出結果は Fig. 3 のように上手く抽出できている。また、測定結果もでている。しかし、今回は公道での撮影のみで、実際の速度測定の比較を行うことができなかった。

4. 考察

今回は、公道で任意の車両の撮影をしたのみで実際の速度との検証を行うことができなかった。実際に速度の

検証を行うまでになると公道で行うことができないため、検証の方法を考える必要がある。しかし、斜めから撮影した光の線の長さを測定することができた。このシステムを小型デバイスに応用すれば、道路の横に簡単に設置して車両の速度を測定でき、さらにスピードガンとして使用することも可能になる。

文 献

- (1) 庭山英雄, "オービス III 事件の研究 (1)." 中京法學 13.4, 32-70, 1979.
- (2) C.Tomasi, R.Manduchi : "Bilateral Filtering for Gray and Color Image", Computer Vision 1998, pp. 839-846, 1998.
- (3) P.J.Burt, E.H.Adelson : "The Laplacian Pyramid as a Compact Image Code", Communications, IEE Transactions, Vol. 31, No. 4, pp. 532-540, 1983.
- (4) S.S.Patil, R.V.Kakade, P.M.Durgawale and S.V.Kakade : "Pattern of Road Traffic Injuries:A Study From Western Maharashtra", Indian J Community Med,Jan, Vol. 33, No. 1, pp. 56-57, 2008.
- (5) Projective Transformation,
http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/CVonline/LOCAL_COPIES/BEARD/SLEY/node3.html access data:2014.7.29

Table.1. Result

	Sample
Distance	36.0[m]
Vehicle Speed	73.0[km/h]

Fig. 2. Binarization Image

Fig. 3. Projective transformation