

距離画像センサを用いた車両感知器への適用に関する検討 Study on applying to the Vehicle Detector using Laser Ranging Image Sensor

○松崎 浩明¹, 田久保 伸一², 高橋 友彰², 泉 隆²

*Hiroaki Matsuzaki¹, Shinichi Takubo², Tomoaki Takahashi², Takashi Izumi²

Abstract: The Laser Ranging Image Sensor using a near infrared laser can get the three-dimensional images including distance without being affected by the external environment. We consider the vehicle detector using this sensor that must use under various environments. We think that vehicle detector using this sensor is a possibility of improve the precision of vehicle detection by distance information.

1. まえがき

道路交通の円滑・快適性を確保するため、道路利用者に提供する渋滞情報は重要である^[1]。

渋滞情報を作成するためには交通量を計測する車両感知器が重要であり、超音波式やループコイル式、画像式などがある。そのなかで画像式など広範囲を見ることができるセンサは、1個のセンサで交通量や速度、時間オキュパンシだけでなく車種など多くの情報を取得できると考えられるが、夜間による精度低下などの課題がある。そこで太陽光やヘッドライトなどの外乱光の影響を受けず、リアルタイムに物体との距離情報を含む画像を得ることができる、距離画像センサを用いた車両感知器を考える。

本稿では、距離画像センサを用いた交通量計測について検討を行ったので述べる。

2. 距離画像センサを用いた車両感知器

本研究では、距離画像センサとして日本信号株式会社製の 3D 距離画像センサ「アンフィニソレイユ FX8」^[2] (以下、3D センサ)を用いる。本センサでは、近赤外パルスレーザー光を物体に照射し、反射したレーザー光がセンサに戻ってくるまでの時間から距離を計測する光パルス飛行時間計測法を用いている。

本センサの仕様を Table 1 に示す。

Table 1. Specifications of Infini Soleil FX8

Detecting range	0m~15m	
	Horisontally	60°
	Vertically	50°
Frame rate	16fps	4fps
Resolution *1	About 53×33	About 100×60
Angular resolution	20×27mrad	11×15mrad
Ranging resolution	Min. 4mm	
Ranging accuracy	±20~±100[mm]	
Ambient light resistance *2	200,000 lx or more (performance guarantee)	
External interface	TCP/IP	

*1 Two types of frame rate are selectable from among four types.

*2 Direct solar light is 130,000lx in summer season.

3D センサを用いた、車両感知器としての流れを Figure 1 に示す。

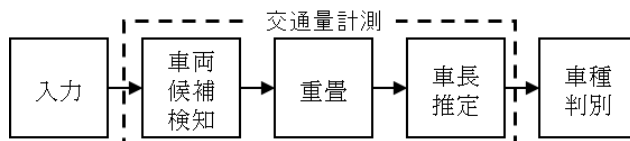


Figure 1. Flow chart of Vehicle Detector using 3D sensor

交通量計測を行うため、入力画像から差分処理等を用いて車両候補を検知する。次に車両候補から車長を推定し、車両と考えられる長さの物体を車両とし、交通量を計測する。これにより、人など車両以外が通過した場合の誤検知を抑制できる。しかし、1フレーム内に車両全体が映っていれば車長推定が容易であるが、トラックなど大きい車両などは、映りきらないことが多い。また車両全体の形状から車種判別もできると考え、車長推定の処理の前に1フレームごとの画像を重畳させ、車両全体画像を作成する。

3. 車両候補検知

取得した 3D センサのデータの入力から車両候補検知の流れを Figure 2 に示す。

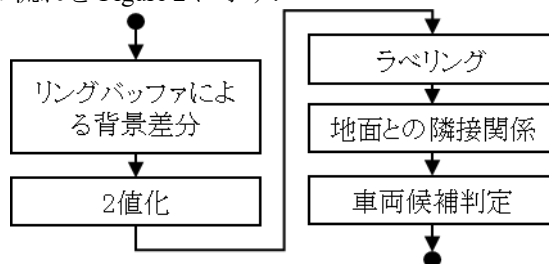


Figure 2. Flow chart of vehicle detection

(1) リングバッファによる背景差分処理

背景画像と入力画像の差分をとり、移動物体を抽出する^[3]。しかし、入力画像は設置する環境によって撮影状況が少しずつ変化する。そこで背景画像を複数用意することで、画像微妙な変化によるノイズの発生を低減させる。

この背景画像の保存領域を Figure 3 のようにリング状に用意し格納する。本稿ではこれをリングバッファと呼ぶ。

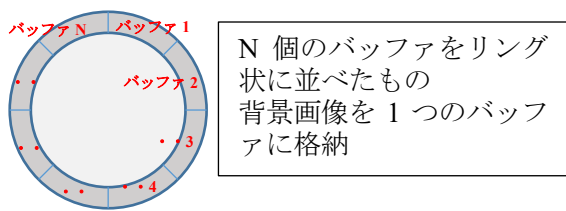


Figure 3. Image drawing of ring buffer

初期値として最初から N フレームの画像を背景として取得し、バッファに格納する。次に入力画像と各バッファの背景画像との差分処理を行い、ある閾値で 2 値化したものを移動物体候補画素とする。さらに各差分画像の各画素に対して AND 演算を行い、否定となった場合にその画素を移動物体画素とする。

リングバッファによる背景差分処理結果を Figure 4 に示す。



Figure 4. The result of background subtract using ring buffer

(2) 地面との隣接関係

車両は必ず路上を走行するため、移動物体と地面が隣接すると考えられる。そこで移動物体の最下端（タイヤ）と背景の地面の距離を比較することで、対象となる移動物体が路上を走行しているか判定をする。まずラベリングを行い、移動物体を 1 つの‘塊’として考え、その移動物体が地面に隣接しているかを判定する。

移動物体の地面との隣接判定のイメージを Figure 5 に示す。



Figure 5. Judgment of moving object on the ground

(3) 車両候補判定

移動物体が路上を走っている状態かつ、ラベリングによって求められたある閾値以上の移動物体の塊を車両候補と判定する。また逆走車両が来る可能性があるため、画像右半分と左半分で先に移動物体が侵入した領域で進行方向を判定する。

4. 重畳による車両全体画像

車両候補検知された複数の画像を用いて、車両全体の画像を作成する。まず車両先端及び後端を基準に車両の移動量を計算する。求めた移動量を用いて、連続する 2 枚の車両候補画像の車両同一箇所を重畳する。これを 1 つの車両の後端まで繰り返す。

重畳した車両全体の画像の結果を Figure 6 に示す。



Figure 6. The result of vehicle image using overlay method

5. 車長推定

(1) 正規化

重畳画像より、車両候補の各画素の距離値のヒストグラムを作成し、最頻値を 3D センサからその対象物体までの距離とする。その距離を用いて重畳画像の大きさを最近傍法により車両サイズを変更させ、車両を画像左下基準に正規化を行う。

(2) 車長推定

正規化後の得られた重畳画像から(1)で求めた距離と 3D センサの水平画角より、1 画素あたりの長さを算出し、重畳画像の車長画素数を乗じることでその車両の車長を推定する。この車長を用いて、車両以外と考えられる車両候補を除外し、交通量を得る。

6. 交通量計測実験

3D センサが車両感知器として利用できるか有効性を確認するため、交通量を計測する。人の横断による誤検知が考えられるため、車長推定 1[m]以下をノイズとする。以下に撮影環境を示す。

場所 : 千葉県船橋市習志野台路上 晴天時のみ
 検証台数:3268 台(進行方向:左 片側 1 車線のみ対象)

7. 交通量計測実験結果

実験結果を Table 2 に示す。

正検知[台]	誤検知[台]	未検知[台]
3255	0	13

Table 2 より晴天時であれば約 99%の検知率で交通量を計測できることがわかる。未検知となったのは、画面内に車両が 2 台同時に連続して映ったため、2 台を 1 台と検知してしまった。

8. まとめ

3D 距離画像センサを用いた交通量計測を行った結果、正検知率約 99%であり、晴天時であれば車両感知器の交通量計測は十分の精度であると考えられる。今後の方針は、さらに細かい車両検知及び車種判別の手法検討を行う。

9. 参考文献

[1] 泉隆, 草刈利彦ほか, “高速道路交通管制技術ハンドブック新編”, 電気書院 (2017-4).
 [2] 日本信号, “3D 距離画像センサ「アンフィニソレイユ」”, <http://www.signal.co.jp/vbc/mems/> (2017-9).
 [3] 奥富正敏 (ほか), “デジタル画像処理”, CG-ARTS 協会(2012-3)