

距離画像センサを用いた車両検知  
 — 奥側車線の車両検知の検討 —  
 Vehicle Detection using Laser Ranging Image Sensor  
 -Examination of vehicle detection of far side lane-

平林 直規<sup>†</sup> 泉 隆<sup>†</sup> 滕 琳<sup>†</sup> 田久保 伸一<sup>†</sup>  
 Naoki Hirabayashi Takashi Izumi Lin Teng Shinichi Takubo

### 1. はじめに

道路交通における交通管制システムは、道路利用者の安全、円滑、快適性を確保する役割を担っている[1]。交通管制システムでは、交通情報の取得方法として主に車両感知器を用いる。従来の車両感知器は外部環境の依存が大きい、設置個所の問題から保守管理が難しいといった問題が挙げられる。

そこで本研究では、3D 距離画像センサを用いた車両感知器を検討する。本稿では、路肩に設置した 3D 距離画像センサから奥側車線の車両検知について検討したので報告する。

### 2. 3D 距離画像センサ

本研究では、3D 距離画像センサとして日本信号株式会社製の「アンフィニソレイユ FX8」(以下、3D センサ)を用いる。3D 距離画像センサは、近赤外線パルスレーザー光を照射し、物体に衝突し反射してセンサに帰ってくるまでの時間差を用いることで距離を測定する。外乱光などの外部環境の影響を受け難いといった利点がある。なお、3D センサを図 1 に、取得画像例を図 2 に示す。また、3D センサの仕様を表 1 に示す。



図 1 3D センサ

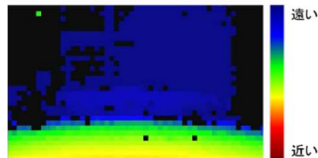


図 2 取得画像例

表 1 3D センサ仕様表

検出距離範囲	0m~15m	
画角	水平	60 度
	垂直	50 度
応答速度	16fps	4fps
測距点数	53×33	100×60
角度分解能	20×27mrad	11×15mrad
距離分解能	4mm	
距離精度	~±100[mm]	

本研究で用いる 3D 距離画像センサは距離情報を一定時間ごとに取得する。そのため、交通量やオキュパンシの計測など、車両感知器としての機能を実装できると考える。

<sup>†</sup> 日本大学 Nihon University

### 3. 3D 距離画像センサを用いた車両検知

3D 距離画像センサを用いた車両検知の流れを図 3 に示す。これから、車両検知の流れ順に説明する。

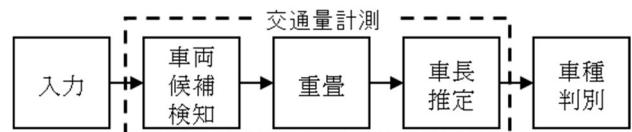


図 3 3D 距離画像センサを用いた車両検知の流れ

#### 3.1 車両候補検知

まず、背景画像と入力画像の差分をとり、移動物体を抽出する。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ので、背景画像を複数用意することで、微妙な変化によるノイズの発生を低減させる。複数背景画像を複数バッファに代入し、入力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。すべてのバッファの移動物体候補画素を AND 演算することで移動物体のみを抽出する。

次に、車両候補検知のための条件として、車両は必ず道路上に走行するため、抽出された移動物体と地面が隣接することを考慮する。移動物体の最下端(車両のタイヤ)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道路上に走行しているかを判定し、移動物体を車両候補として検知する。背景差分処理及び接地判定のイメージを図 4 に示す。

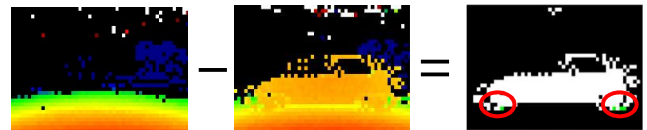


図 4 背景差分処理及び接地判定

#### 3.2 重畳による車両全体画像

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は映りきれないことがある。また、車両全体の形状から車種判別もできると考え、車両候補として検知した複数の画像を重畳し、車両全体の画像を作成する。

重畳した車両画像の例を図 5 に示す。なお、同じフレーム内では、車両後端より後ろの移動物体は別車両として新たな重畳処理を行う。



図5 重畳した車両画像の例

### 3.3 車長推定

重畳画像より、距離値のヒストグラムを作成し、最頻値をセンサから対象の車両候補までの距離とする。求めた距離を用いて車両候補画像の正規化を行い、センサの水平面角を用いて、画素ごとの長さを算出し、重畳画像の車長画素数を乗じることで車両候補の車長を推定する。車長を用いて人などの車両以外と考えられる車両候補を除外し、誤検知を抑制する。なお、車両候補の正規化例を図6に示す。

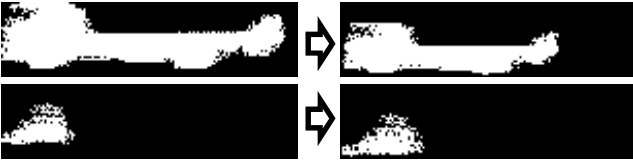


図6 距離による正規化の例

### 3.4 重なり車両

通過する車両の中には普通車の横にバイクなどが通過することがある。このとき背景差分により、普通車と重なる形で画像が出力される。重なり車両の例を図7に示す。



図7 重なり車両の例

車両候補判定は、2値化された画像より判定を行うため、重なったバイクが検知できない。そこで、3.3の距離ヒストグラムを用い、ピンの山の数で車両重りを判定する。図7の距離別ヒストグラムを図8に示す。なお、ピンの階級幅は、表1の距離精度により約10[cm]程度とする。

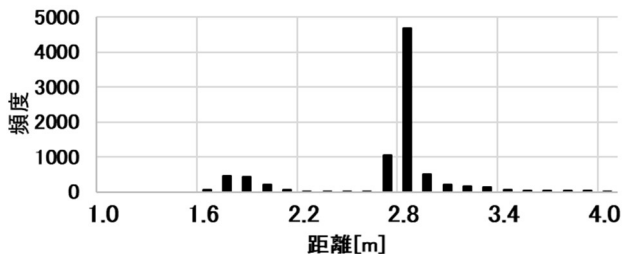


図8 図7の距離別ヒストグラム

図8の頻度がある閾値を超えたピンを見つけ、閾値以下になるまで1カウントとし、そのカウント数を重畳画像内の車両台数とする。

## 4. 奥側車線の車両検知

本研究での車両感知器は、道路の側面から車両を検知するため、手前側の車線に大型車両が通過する場合、奥側車線の車両が隠れてしまい、撮影ができなくなる。3Dセンサ設置イメージを図9に示す。

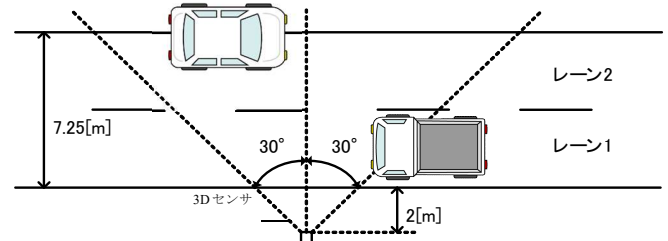


図9 3Dセンサの設置位置イメージ

大型車両がセンサの取得範囲全体を覆う時間  $T$  は、画面右側から出現した車両について、車両前端が画面左端に到達してから車両後端が画面右端に到達する時間で求めることができる。 $T$  の計算式を式(1)に示し、 $L$  は車長、 $D$  はセンサから車両までの距離、 $V$  は速度とする。

$$T = (L - D \times 2/\sqrt{3})/V \quad (1)$$

また、奥側車線の車両がセンサの取得範囲に存在する時間  $t$  は、画面左側から出現した車両について、車両前端が画面左端に到達してから車両後端が画面右端に到達する時間で求めることができる。 $t$  の計算式を式(2)に示す。

$$t = (L + D \times 2/\sqrt{3})/V \quad (2)$$

仮に手前側が大型車で車長 10m、センサまでの距離が 2.5m、奥側が普通車で車長 4m、センサまでの距離が 6.5m であり、速度が同じ場合、 $t$  は  $T$  の約 1.5 倍と計算でき、手前側車線の車両があっても奥側車線の車両検知はできると考える。また、重なり車両に対する処理により、車両台数のカウントも正確に行うことができる。

しかし、通過している間のすべてのフレームが取得できない場合があるため、接地判定の隣接候補点が1か所だけ取得する恐れがある。そのため、奥側車線の車両検知の際は、隣接候補点が1か所のみだった場合に車両候補として検知する方法や、その際車両以外をどのようにして取り除くかを検討する必要があると考えられる。

## 5. まとめ

3D 距離画像センサを用いた奥側車線の車両検知についての検討を行った。手前車線に車両が通過した場合でも奥側車線の車両は画面内に一部が映るので、その際車両候補を車両検知できるかどうかの問題があると考えられる。

今後の方針として、実際の撮影結果と比較し車両検知および車種判別手法の検討を行う。

### 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版”, 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).