

# ドライブレコーダ映像を用いた追突事故防止教育のための 車間距離計測法の開発

林政喜<sup>†</sup> 隅田康明<sup>†</sup> 合志和晃<sup>†</sup> 松永勝也<sup>‡</sup>

九州産業大学<sup>†</sup> 九州大学<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

自動車運転における一般道路での追突事故の約90%が駐停止中の車両、高速道路においては約60%が停止中の車両との衝突によって発生している[1]。追突事故は停止距離よりも車間距離が短い場合に発生するため、運転者は停止距離よりも長い車間距離を保持した運転を行う必要がある。そのような運転習慣は繰り返しの教育によって形成されることが分かっており[2]、広く普及しているドライブレコーダ映像をもとに安全運転教育を可能にすることで、低コストで教育可能となると考えられる。

映像から車間距離を推定する手法として、自動車登録番号標の既知幅を用いた計測法があるが、ドライブレコーダは水平画角が大きいため、長い距離を計測できない問題があった。そこで、我々は自動車の全幅を既知幅として車間距離を解析する方式の開発を行った。

## 2. 計測手法

映像に写る物体の大きさは、距離に反比例することが知られている。つまり、ある距離における物体の映像上の大きさ(以下、カメラ固有値と記す)が分かれば、その物体までの距離を推定することが可能となる。

日本においては自動車の全幅(ドアミラーを除く車体の幅)は、車種ごとに道路運送車両法施行規則と道路運送車両の保安基準によって規制されており、同規則と同基準におけるそれぞれの車種の全幅を既知サイズとして扱うことができれば、自動車登録番号標を既知サイズ物体とする場合よりも長い距離を測定できることになる。そこで、映像に写る車の種類を特定し、その車種の幅をもとに車間距離を計測する手法とした。表1は、車種ごとの全幅制限と調査した

全幅の平均値である。

映像に写る前方車両の認識と車種の特定には、YOLOv3(You only look once)[3]を採用した。YOLOv3モデルは、Darknet[4]を用いて事前に6車種(表1)の自動車の背面の画像を用いて学習させた。また、使用するドライブレコーダ(YUPITERU-ST2000C)の固有値は、50m離れた普通自動車(幅:1.75m)を撮影した時、42pixelであることを確認した。

車間距離の計算は次の通りに行った(図1)。まず、画像上の車両の位置と車種の特定をYOLOv3で行う。特定した車種の全幅調査平均値とカメラ固有値、画像上の車両の幅をもとに距離の計算を行う。

表1 車種ごとの全幅制限値と調査値

車種	全幅制限	全幅(調査平均値)
軽自動車 <sup>※1</sup>	1.48m以下	1.475m
小型自動車 <sup>※1</sup>	1.70m以下	1.695m
普通自動車 <sup>※1</sup>	2.50m以下	1.795m
小型トラック <sup>※2</sup>	1.70m以下	1.695m
中型トラック <sup>※2</sup>	2.50m以下	2.368m
大型トラック <sup>※2</sup>	2.50m以下	2.49m

※1 道路運送車両法施行規則

※2 道路運送車両の保安基準

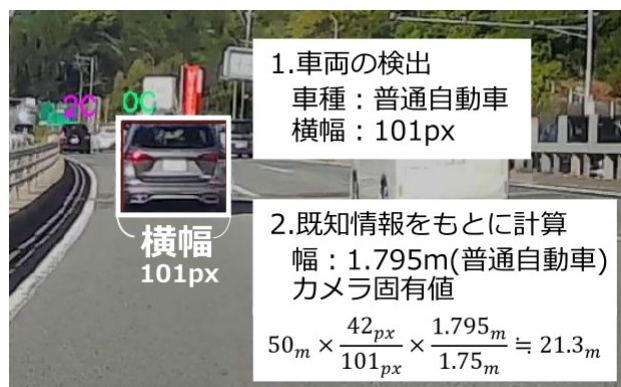


図1 車間距離の計算法

## 3. 精度検証実験

本手法の有効性と計測精度を確認するために、実験車両にレーザーレーダ(TrafficEye)とドライブレコーダ(YUPITERU-ST2000C)を搭載し、片側3

Development of the headway distance measurement method for education of rear-end collision prevention using dashboard camera images

<sup>†</sup> Masaki Hayashi <sup>†</sup> Yasuaki Sumida <sup>†</sup> Kazuaki Goshi

<sup>‡</sup> Katsuya Matsunaga

<sup>†</sup> Kyushu Sangyo University

<sup>‡</sup> Kyushu University

車線の国道3号線を合計120分走行した。

使用したドライブレコーダは、水平画角95度、1,920px×1,080px、フレームレートは10fpsで記録した。また、1秒ごと車両速度も記録される。

ドライブレコーダ映像をもとに、提案手法により1秒ごとの車間距離を算出した。また、レーザレーダとドライブレコーダの設置場所には約1mの差があるので、その差も除いて比較した。提案手法とレーザレーダによる計測を比較するため、次の条件によってフィルタした。

- ① 提案手法とレーザレーダの2手法で車間距離の計測が来ている
- ② 被計測物体が進行方向ベクトル上の車両
- ③ 車両速度が5km/h以上

レーザレーダは、車両の進行方向ベクトル上の物体との距離しか測定できず、比較する物体までの距離が異なった物体になる可能性があった。そのため、自車の進行方向ベクトル上に車両が存在した場合に車間距離を算出することにした。また、比較において、レーザレーダの計測値を基準とした。

比較対象データは2,845件であり、平均絶対誤差割合は10.2% (標準偏差:0.13)であった(図2)。全データの67%の計測で誤差割合は10%以下となった(図3)。誤差割合が最も大きいデータ(243%)を確認すると、明らかに異なる物体を計測した場合が存在した。他の誤差の原因として、車両の検出(車種判別、幅)に誤りがあった。

$$\text{絶対誤差割合} = \frac{\text{ABS}(\text{提案手法} - \text{レーザレーダ})}{\text{レーザレーダ}}$$

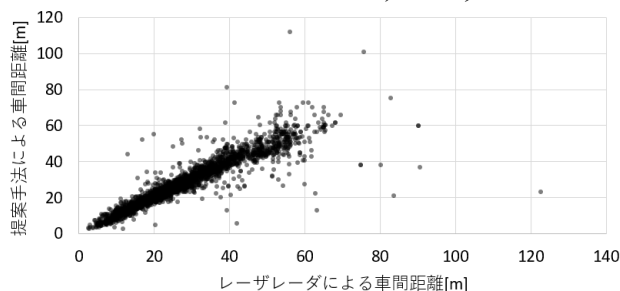


図2 車間距離の計測結果 (N=2,845)

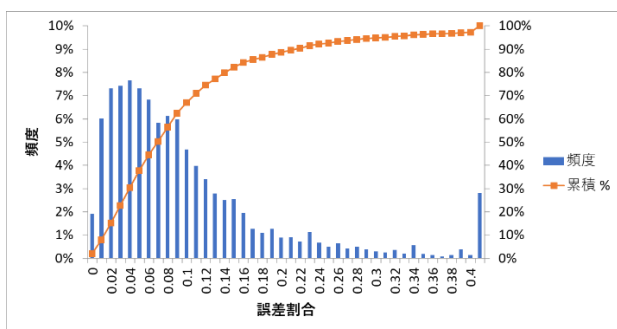


図3 絶対誤差割合のヒストグラム

#### 4. 考察

提案手法が安全運転教育に利用可能かについて検討する。安全運転教育においては、不安全な運転行動の事実を運転者へ指摘することが重要となる。車間距離データを利用して安全運転教育をする際には、車間距離データと速度を利用し、不安全行動を検索し、教育を行うことが考えられる。提案手法による計測値は、レーザレーダの計測値から20%以上乖離することもあるが、教育者が教育に利用するデータを確認し、取捨選択をすれば良いと考えられる。

また、レーザレーダなどの計測器は、車両でない物体との距離を計測するので、これがノイズとなる。これは幹線道路でない場所を走行する場合に、壁などを計測して発生することが多くなる。レーザレーダ計測器では、このノイズを除くことが困難である。また、機器の購入が必要となり、教育コストが大きくなる。

本計測法を利用することで、ドライブレコーダ映像をすべて確認して不安全行動を探す必要がなく、効率的に教育に必要なデータを収集することが可能となる。そのため、安全運転教育・訓練に有用であると考えられる。

#### 5. おわりに

広く普及しているドライブレコーダ映像から車間距離を計測できれば、低コストで安全運転教育可能となると考えられる。そこで、我々は、自動車の全幅をもとに車間距離を解析する方式の開発を行った。精度実験の結果、提案手法による車間距離は、平均絶対誤差割合は10.2% (標準偏差: 0.13)であった。計測値は10.2%程度の誤差が発生するが、本計測法を利用することで、ドライブレコーダ映像から不安全行動を検索可能となる利点大きい。そのため、安全運転教育に有用であると考えられる。

#### 参考文献

- [1] 警察庁, 令和元年交通事故統計, 2019.
- [2] 早見武人, 松永勝也, 志堂寺和則, 松木裕二, 車間距離情報の呈示による衝突事故防止法検討. 自動車技術会論文集, vol. 3, no. 1, p. 85-88, 2002.
- [3] J. Redmon and A. Farhadi. YOLOv3: An Incremental Improvement. arXiv, 2018.
- [4] J. Redmon. "Darknet: Open Source Neural Networks in C". <https://pjreddie.com/darknet/> (参照 2021-12-27).