

# マイクロ波ドップラーセンサを用いた自動車外からの車体振動計測及び Autoencoder による乗員有無判別手法の提案

川畑慶太<sup>†1</sup> 高尾郁也<sup>†2</sup> 鏑木崇史<sup>†3</sup> 栗原陽介<sup>†1</sup>

**概要:** 自動車の普及に伴い自動車に関わる事故が増えている。例えば、夏場において炎天下の駐車場にエアコンを切った駐車した場合、車内温度は急激に上昇していき、策無しでは、15 分後に 31 度近くまで車内温度が上がる。このとき、車内に乳幼児や高齢者が置き去りにされていると熱中症で亡くなるといった事例である。もし、車外に設置したセンサにより自動車車内の乗員の有無を自動的に検知する事が出来れば、これらの事故を未然に防ぐ事が可能となる。本研究では、車体の下の地面に設置したマイクロ波ドップラーセンサを用いて車内の乗員の有無を判別するシステムを提案する。

提案手法では、取得したマイクロ波ドップラーセンサの出力信号に対し、Autoencoder を用いて再構成された信号との RMSE を特徴量として算出する。この特徴量をサポートベクターマシンに入力することで、自動車内の乗員の有無を判別する。

検証実験として、4 名の 20 代男性を被験者として、在データを 40 データ取得した。また、不在データとして、40 データを取得した。全 80 データに対し、leave-one-data-out 交差検定を行い提案手法の精度を評価する。その結果、正答率が 93.7%になり、比較的高精度に自動車内の乗員の有無の判別が可能であることが確認された。

## 1. はじめに

今現在、日本では自家用乗用車の世帯当たりの普及台数は右肩上がりであり、自動車の普及は高まっている[1]。それと共に自動車に関わる事故が多く発生している。その中には、自動車車内の人間を検知する事が出来れば未然に防ぐ事が出来るものがある。例をあげると車内に置き去りにされた乳幼児や高齢者が、熱中症で亡くなるといった事例である。エアコン作動時間外において車内温度は急激に上昇していき、対策無しでエンジンを切った場合は、15 分後に 31 度近くまで車内温度が上がってしまう事が分かる[2]。したがって、車体外から車内の乗員の有無を検知することの重要性がわかる。そこで車体の重心近くにマイクロ波ドップラーセンサを設置して自動車の固有振動数を除去し、乗車している人の生体情報が伝わりやすくなるモデルを用いた手法[3]が提案されているが、駐車位置は毎回異なるためセンサの設置場所が重心近くでないといけないこの手法には実用性に課題があった。そのため、本研究では、Autoencoder を用い、より高精度に乗員有無を判別する手法を提案する。

## 2. 提案手法

図 1 に提案手法の概要図を示す。まず、車体下に設置した、マイクロ波ドップラーセンサから、アナログ信号  $I(t)$  を取得し、センサに接続された A/D コンバータによってデジタル信号  $I(k)$  に変換する。その後、取得したデータ  $I(k)$  のうち、不在データを Autoencoder によって学習させ、不在データ再構成モデルを構築する。そして、在データと不在データを不在データ再構成モデルに入力したときの入力信号  $I(k)$  と再構成信号  $R(k)$  の平均二乗誤差平方根(RMSE)の総和を特徴量とする。算出した特徴量をもとに、SVM によって在不在判

別を行う。

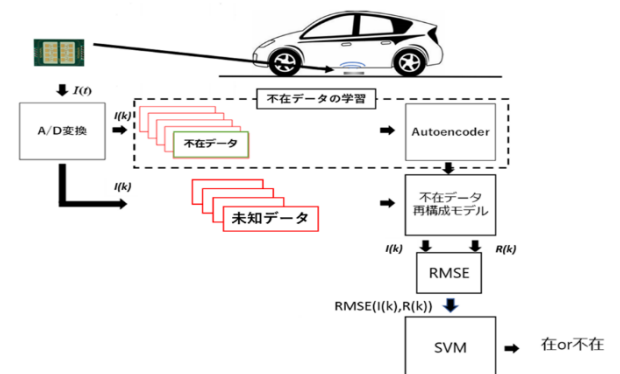


図 1 提案手法の概要図

## 3. 実験

提案手法の検証のため、車体の重心近くの下、車体の前後左右の下にマイクロ波ドップラーセンサをそれぞれ設置し、在データ（車の後部座席に座っている状態）、不在データ（誰も車に乗車していない状態）を被験者 1 名につき 10 データを得た。被験者は 20 代男性 4 名とし、在データ 40 データ、不在データ 40 データを取得した。Autoencoder から得た特徴量をもとに、カーネルを rbf として SVM を使用した。そして評価のために 79 分割交差検定により正答率を得た。

## 4. 結果と考察

表 1 に車体の重心近くの下に設置した時の提案手法正答率と先行研究[3]の正答率を示す。先行研究[3]と同じ設置

1 青山学院大学  
2 青山学院大学大学院

3 国際基督教大学

場所に対して手法を変えられたことより,提案手法の正答率が高いことより,Autoencoder の妥当性が示せる.

表 1 重心近く of 提案手法正答率と先行研究の正答率

	提案手法	先行研究[3]
正答率[%]	93.7%	89.0%

また表 2 に車体の前後左右の下にマイクロ波ドップラーセンサをそれぞれ設置した時の提案手法による正答率をそれぞれ示す.この結果より設置場所が車体下どこに設置してもほぼ同等の結果が得られることが分かった.これは不在データの潜在的特徴が Autoencoder により明らかになったためと考えられる.これにより先行研究[3]の課題であった実用性は解決することができたと考えられる.

表 2 前後左右それぞれの提案手法の正答率

	前	後	左	右
正答率[%]	92.5%	93.5%	93.1%	92.9%

## 5. 今後の展望

今回被験者は 20 代男性であったが実際に乳幼児を被験者としたデータを用いて本提案手法を検討する必要がある.

## 参考文献

- [1]一般財団法人 自動車検査登録情報協会 自動車保有台数 (2017)
- [2] “交通安全とエコ” 一般社団法人日本自動車連盟
- [3] 廣瀬雅嵩, 鎗木崇史, 栗原陽介: マイクロ波ドップラーセンサを用いた自動車外からの乗員有無計測システム, 情報処理学会 (2016 年)