

# 人工知能を利用した車両犯罪検知システムの検討

所沢北高等学校 2年 朝妻煌生

## 1. 概要

令和4年の日本において、車両盗難は5734件、車両部品盗難は13301件、車上荒らしは23289件も発生している[1]。そこで、機械学習を使い、車両犯罪をリアルタイムに検知しオーナーに通知するシステムを検討した。3つの機械学習を使ってみたがいずれも誤検出が多く正解率が低いため、これらの3つの機械学習を組み合わせることで誤検出を減らすアイデアを提案し実装した。実験の結果、正解率は9割以上、F値も0.9以上に向上した。

## 2. 既存技術の問題点

振動を検出してクラクションを鳴らすシステムや録画するシステムなどが存在する。しかし、これらは単純に振動のあり/なしで異常のあり/なしを判定するため、誤検出が多いという問題点がある。正常振動時は何もせず、異常時のみ検出しリアルタイムに通知したい。

## 3. 検討の方針

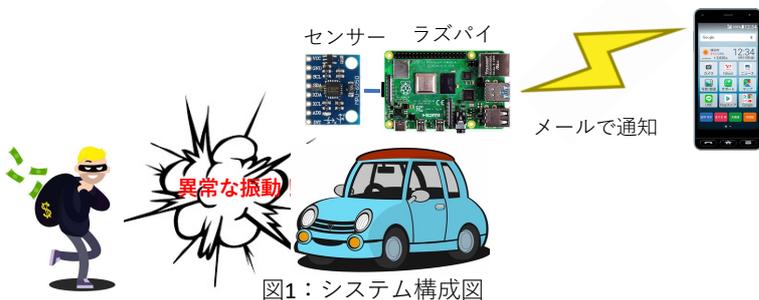
異常検出が得意な教師無し機械学習によって車のオーナーの通常利用の振動を学習したモデルを構築する。三軸センサを取り付けたラズベリーパイにこのモデルを搭載し車の振動を常時監視し、通常利用以外の振動を検知した場合は即座にメールでオーナーに警告を通知する。以下の3つの機械学習のアルゴリズムを使った。ドアの開閉の振動を正常として学習し、それ以外の振動を検出した場合は異常と判定するモデルを構築した。

- (1) OCSVM (One-Class SVM)
- (2) IsoFo (Isolation Forest)
- (3) LOF (Local Outlier Factor)

## 4. 実験環境

- (1) Raspberry Pi 4 Model B
- (2) MPU-6050 (三軸センサー)
- (3) MacBook (ラズパイ操作用)
- (4) 自家用車 (トヨタ、パッソ2022年モデル)
- (5) メールサーバ (smtp gmail)
- (6) Python 3.9.6 で動作するプログラムを作成した。機械学習のアルゴリズムはscikit-learn 1.2.2 を利用した。

## 5. システム構成



- 準備**
- (1) オーナーがドアの開閉を行う。
  - (2) センサーでデータを取得する。
  - (3) FFT (高速フーリエ変換) を使ってz軸の加速度の周波数と大きさを取り出す。
  - (4) 機械学習を使って周波数とその大きさを学習する。

- 本番**
- (a) 振動を常時監視する。
  - (b) 振動を検出したら、上記と同様、z軸の加速度の周波数と大きさを取り出す。
  - (c) 上記(4)で学習したモデルを使って通常利用の振動かどうかを推定する。
  - (d) 通常利用で無いと判定した場合、オーナーにメールで異常を知らせる。

## 6. 実験

正常データとしてドアの開閉データを100個、異常データとしてボンネットの開閉データを5個とトランクの開閉データを5個を使ってそれぞれのモデルで学習した。各モデルで使用したハイパーパラメータは以下の通りである。

- (1) OCSVM: nu=0.1, kernel="rbf", gamma='auto'
- (2) IsoFo: contamination=0.1
- (3) LOF: n\_neighbors=3, novelty=True

検証は45回行った。内訳は正常(ドア): 23回、異常(ボンネット): 11回、異常(トランク): 11回である。得られたデータの1例を図2に示す。大きな周波数の値が異なることがわかる。また、実際の正解に対して予測がどうであったを表1,2,3に示す。各モデルの成績を表4に示す。

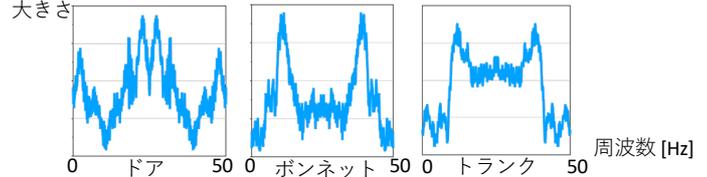


図2: Z軸方向の加速度のFFTの結果

	予測		予測		予測				
	正常	異常	正常	異常	正常	異常			
正解	正常	17	6	正常	22	1	正常	23	0
	異常	7	15	異常	8	14	異常	13	9

表1: OCSVM

表2: IsoFo

表3: LOF

	正解率	適合率	再現率	F値
OCSVM	71.1%	70.8%	73.9%	0.709
IsoFo	80.0%	73.3%	95.7%	0.765
LOF	71.1%	63.9%	100.0%	0.673

表4: 各モデルの成績

全てのモデルで20%以上も誤検出するため、あまり良くない。

## 7. 誤検出を減らす方式の提案

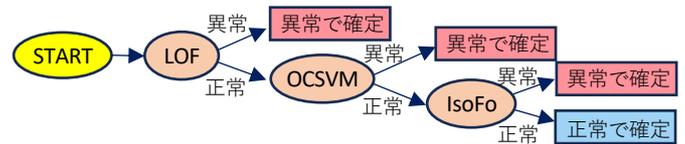


図3: 提案方式の流れ図

図3に提案方式の流れ図を示す。最初に正常を漏れなく検出できる(再現率100%) LOFで判定する。異常と判定された場合は即座にこれを最終結果として確定する。正常と判定された場合は異常も含まれている可能性があるため、OCSVM及びIsoFoを使って異常かどうかを再判定する。全て正常と判定された場合のみ、正常と最終的に確定する。表5に示す通り、正解率が93.3%、F値が0.939となり、かなり改善できることがわかる。

	正解率	適合率	再現率	F値
提案方式	93.3%	88.5%	100.0%	0.939

表5: 提案方式の成績

## 9. 結論と今後の課題

3つの機械学習はいずれも十分な精度ではなかったが、これらを組み合わせた提案方式では正解率は9割以上、F値も0.9以上に改善できた。

今回は、異常はボンネットとトランクの開閉のみを対象としているが、実際の犯罪には多種多様な振動がある。他の振動に対しても高い正解率を実現するために今後も実験を行いさらなる改善案を検討していきたい。

## 10. 参考文献

- [1] 警視庁、“令和4年犯罪統計資料”、[https://www.npa.go.jp/toukei/keiji35/new\\_hanzai04.htm](https://www.npa.go.jp/toukei/keiji35/new_hanzai04.htm)