

# 測域センサとSVMを用いた スマートインターチェンジにおける誤進入検知の検討

## D-4 Investigation of false entry detection at smart interchanges using laser scanner and SVM

太刀掛 彩希<sup>†</sup> 嶋地 直広<sup>††</sup> 小川 賀代<sup>†</sup>

Ayaki TACHIKAKE<sup>†</sup> Naohiro SHIMAJI<sup>††</sup> Kayo OGAWA<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 日本女子大学理学部 <sup>††</sup> 北陽電機株式会社

<sup>†</sup> Faculty of Science, Japan Women's University <sup>††</sup> Hokuyo Automatic Co., Ltd.

### 1. はじめに

近年、高速道路への進入が禁止されている歩行者や自転車による誤進入が増加傾向にある<sup>[1]</sup>。特に料金所の無人化や簡易化が実現できるスマートインターチェンジにおいては、誤進入の発見が遅れたり、高速道路と認識せず誤進入してしまう恐れがある。そこで誤進入を自動的に検知するシステムを実現するため、可視カメラを用いた検知手法の研究開発が行われてきた<sup>[2]</sup>。また、測域センサ(以下センサ)を用いて計測した検知対象物の幅で判別する検知手法も研究されてきた。センサは可視カメラに比べ処理コストが小さく、暗闇でも計測が可能である一方、幅の似ている自転車とバイクの判別が困難であった<sup>[3]</sup>。そこで本研究室では、センサの計測データから生成した検知対象物の特徴量を用いて判別する手法を検討してきた<sup>[4]</sup>。本研究では、新たに時間情報を含めた特徴量と、サポートベクターマシン(以下SVM)を用いた判別手法を検討する。

### 2. 特徴量の生成

検知対象物(自転車, 原付, バイク, 歩行者, 自動車)のデータに対して、フレームごとに中心と重心の距離を算出する。その概要を図1に示す。中心はデータ点群における中央の点, 重心は平均の座標となる点とする。先行研究では、距離の値の40フレーム和を特徴量とし、閾値によって判別していた<sup>[4]</sup>。しかし、自動車と歩行者の判別が困難であった。そこで本研究では、図2のように、30フレーム分の距離の値を1セットとし30次元の特徴量とする。距離の値の絶対値の特徴量と、距離の値に正負の符号を付与した正負ありの特徴量を生成する。付与する符号は、中心のほうがセンサに近い場合は正, 重心のほうがセンサに近い場合は負とする。

利用した検知対象物のデータは、センサによる計測実験により取得した。使用したセンサは北陽電機株式会社製のUTM-30LX-EW(測定範囲270度, 角度分解能0.25度, 計測周波数40Hz)である。道路脇にセンサを設置し、通過する検知対象物を計測した。センサは地面から高さ80cmを基準とし、高さ, 道路との距離, 傾きを変えて計6台設置した。検知対象物が各センサの手前4m地点に達した時刻を1フレーム目とし、30フレーム分を利用した。

### 3. 特徴量とSVMによる判別

生成した特徴量を用いて、進入不可(自転車, 原付, 125cc以下の小型バイク, 歩行者)または進入可(バイク, 自動車)の2クラス分類を行う。利用したデータは、自転車443個,

原付・小型バイク50個, 歩行者220個, バイク902個, 自動車1148個である。進入可クラスのデータは、実験データを用いてデータ拡張したものも含まれている。

特徴量の分類能力を評価するため、自己組織化マップを作成した。マップサイズは60×60, エポック数は1000回とした。その結果を図3に示す。絶対値の特徴量に比べ、正負ありの特徴量は各クラスがまとまっている傾向がみられたため、分類能力が高いと考えられる。

正負ありの特徴量を、RBFカーネルを用いた非線形SVMにより学習し、leave-one-out 交差検証を行った。ハイパーパラメータは $0.1 \leq C \leq 10000$ ,  $1.0 \leq \text{gamma} \leq 1.0 \times 10^{-9}$ の範囲で調整した。その結果、 $C = 1.0$ ,  $\text{gamma} = 1.0 \times 10^{-3}$ とした場合に最も高い判別率98.34%(進入不可96.91%, 進入可98.83%)を得られた。

### 4. まとめ

高速道路への誤進入検知手法として、中心と重心の距離を特徴量とし、非線形SVMによって検知対象物を判別する手法の有効性を確認した。今後はテストデータ数を増やして検証し、精度を向上させていく必要がある。

### 参考文献

- [1] <http://www.mlit.go.jp/common/001193181.pdf> (2020/01/14 閲覧)
- [2] 倉田亮一 他, 東芝レビュー, Vol.72, No.3 (2017)
- [3] 加藤慧 他, 第15回 ITS シンポジウム 2017 (2017)
- [4] 吉岡小織 他, 平成30年度電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会講演論文集, p103 (2019)

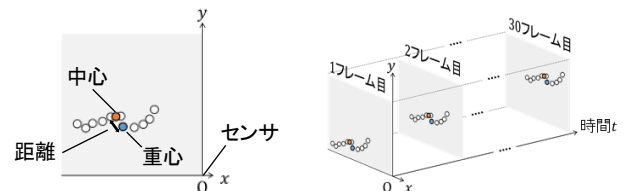


図1 検知対象物のデータ

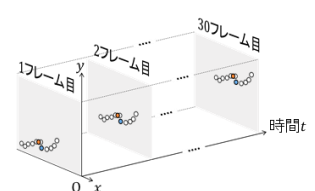
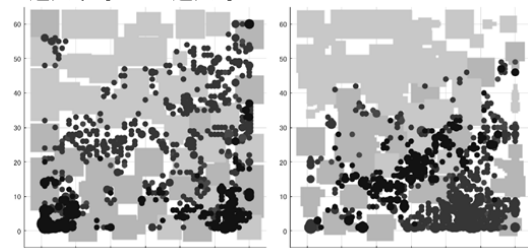


図2 特徴量の生成

● 進入不可 ■ 進入可



(a) 絶対値の特徴量 (b) 正負ありの特徴量

図3 自己組織化マップ