

# 逆走抑止のための注視制御アルゴリズムの開発

## Gaze Control Algorithm for Preventing Reverse Running

○松井悠馬, 佐藤和人, 間所洋和, 門脇さくら

○Yuma Matsui, Kazuhito Sato, Hirokazu Madokoro, Sakura Kadowaki

秋田県立大学大学院 システム科学技術研究科

Graduate School of Systems Science and Technology, Akita Prefectural University

キーワード： 逆走抑止 (Preventing reverse running), 注視制御アルゴリズム (Gaze Control Algorithm), 階層成長型リカレント SOM(GHR-SOM), 優先的注視対象 (High Priority Gazing Objects), 運転支援 (Driving support)

連絡先： 〒 015-0055 秋田県由利本荘市土谷字海老ノ口 84-4  
秋田県立大学 システム科学技術研究科 機械知能システム学専攻 脳情報工学研究室  
松井悠馬, E-mail: M20A024@akita-pu.ac.jp

### 1. はじめに

近年, 高速道路で様々な逆走対策が実施されているにも関わらず, 逆走の発生件数はほぼ横ばいで推移している<sup>1)</sup>. 身近な事例では, 2016年10月21日午前4時頃, 秋田県由利本荘市にある日本海東北自動車道と国道105号岩谷道路を接続する大内JCTでも高齢者による逆走事故が発生した<sup>2)</sup>. 事故後には, 進行方向を矢印で予告する看板を分岐部分の100メートル手前に新たに設け, さらに点滅合図の設置, 平面交差部には路面のカラー舗装, 標識や看板を増設して平面交差での直進を促すような対策が強化された<sup>3)</sup>. 中川ら<sup>4)</sup>の逆走対策における研究によると, 路上矢印, 標識, 案内看板が健常高齢者, 軽度認知障害者ともに逆走対策として有効であると報告されている.

一方, 特に大内JCTのように増設された看板や標識などによる視覚的な情報量が多くなるこ

とで, 運転者が混乱しやすくなるとの指摘がある. 飯田<sup>5)</sup>の逆走発生原因の推定における研究によると出口案内標識に表示される文字数が多いため, 運転者は注意していない情報を見落とすと述べている.

本研究では, 大内JCTの逆走が発生した要因を分析し, 逆走を抑止するための優先的に注視すべき対象(以後, 「優先的注視対象」と記す)を運転者に知らせる仕組みとして, 注視制御アルゴリズムの開発を試みる. 評価実験では, 本研究で提案する階層成長型リカレントSOMを用いて実車両で取得した大内JCTの運転シーンを自動分類, ラベル化することにより, 提案手法の有効性を検証する.

### 2. 逆走発生要因の分析

大内JCTで発生した逆走事故は, 逆走の様子を目撃した者がいなかったことから, 逆走に至

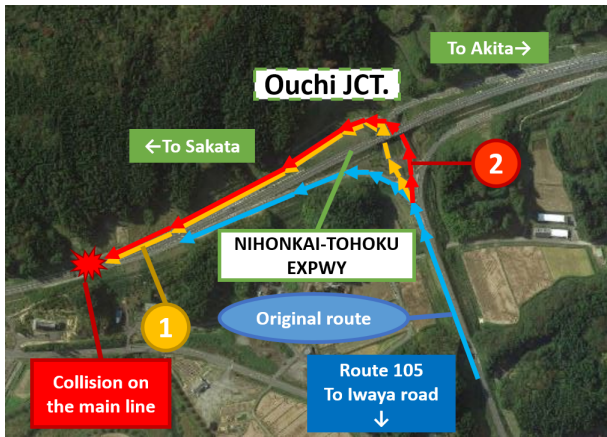


Fig. 1 Estimable traveling route

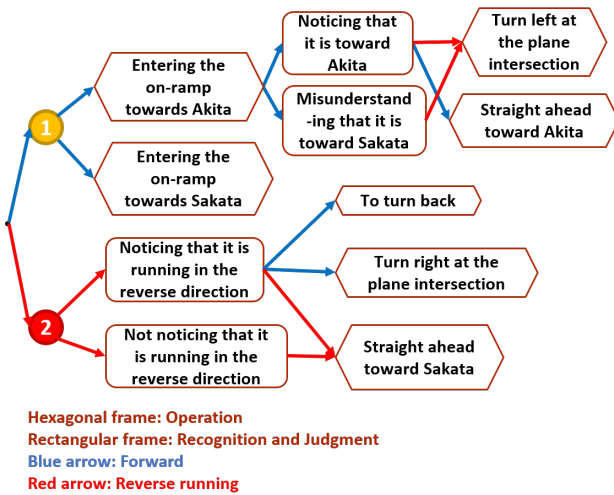


Fig. 2 The process of reverse run accident at Ouchi JCT.

る過程がわからない。そこで、推定できる走行ルートを Fig. 1 に示す。酒田方面側で衝突が起こっているため、方向的な観点から考慮し、逆走した車両の目的地は酒田方面であると仮定する。逆走に至るルートを2つ推定できることから、本研究ではルート1とルート2と定義する。推定できる走行ルートに、衝突した地点までの過程を組み合わせる。このような過程を本研究では逆走発生過程と呼ぶ。運転者の心理と交通環境を考慮し、全ての逆走発生過程における運転者挙動（認知・判断・操作）を段階的に推定する。酒田方面に進入する流入路と秋田方面に進入する流入路の分岐点から、酒田方面からの流出

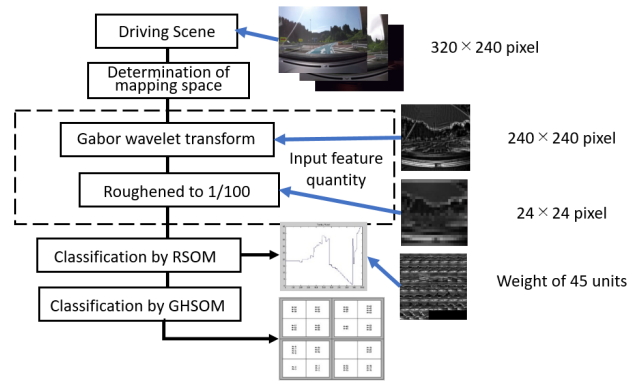


Fig. 3 Process flow of proposed method

路を逆走するまでの過程を Fig. 2 に示す。ルート1と定義した逆走発生過程から分析できる逆走発生要因(1-1), (1-2), (1-3)を以下に示す。

- (1-1) 目的地が酒田方面であるのにも関わらず、秋田方面の流入路に進入した
- (1-2) 秋田方面の流入路に進入してしまったと気づいたが、平面交差を左折すれば酒田方面行きの順行になると勘違いした
- (1-3) 進入した流入路が秋田方面であるのにも関わらず、酒田方面の流入路であると勘違いし、平面交差で左折した

次に、ルート2と定義した逆走発生過程から分析できる逆走発生要因(2-1), (2-2), (2-3)を以下に示す。

- (2-1) 誤ってセンターラインを越えて、酒田方面からの流出路に逆走して進入した
- (2-2) 酒田方面からの流出路を逆走しているのにも関わらず、逆走していることに気づかず、そのまま平面交差を直進した
- (2-3) 逆走に気付いたが、そのまま平面交差を直進すれば順行に戻ると勘違いした

### 3. 提案手法

本研究では、優先的注視対象を絞り込み、先読み、知らせる一連の運転支援の仕組みを注視制御アルゴリズムと定義する。優先的注視対象を抽出するため、2種類の教師なしニューラルネットワークを用いて運転シーンを自動分類し、意味付けとなるラベル化を行う。その結果から、逆走抑止に有効な優先的注視対象を分析する。

運転シーンのように、時系列的変化の特徴を捉えるため、リカレント SOM(Recurrent Self-Organizing Map) の特性<sup>6)</sup>を取り入れる。リカレント SOM のアルゴリズムには学習前にマップサイズを決定しておかなければならないという欠点を有する。一方、Dittenbach らの階層成長型 SOM(Growing Hierarchical Self-Organizing Map) の手法<sup>7)</sup>は、階層化だけでなくマップの成長も促すため、対象問題に最適なマップサイズを自動設定できるとともに、可視化特性にも優れる。このアルゴリズムは、各層の各マップは独立した SOM から構成されるため、学習も完全に独立で行われる。

本研究では、運転シーンをリカレント SOM によって近傍写像された重みを、階層成長型 SOM によって再分類する手法を提案し、ここでは階層成長型リカレント SOM と定義する。提案手法の処理フローを Fig. 3 に示す。運転シーンのデータセットは、実際に事故が発生した大内 JCT の天候と時間帯に着目し、異なる道路環境として Sunny(晴れ), Cloudy(くもり), Night(夜) の 3 種類を用意した。走行コースは、国道 105 号岩谷道路と大内 JCT を結ぶ丁字路から本荘市街方面手前 170 メートルをスタート地点とし、日本海東北自動車道秋田方面行きの流入路の平面交差通過後 40 メートルをゴール地点とした。

### 4. 実験結果

Fig. 4 に道路環境が Sunny の場合の運転シーンを階層成長型リカレント SOM によって分類し

W-34 W-35 W-36	W-37 W-38 W-39	W-25 W-26 W-27	W-42 W-43 W-44 W-45
W-31 W-32 W-33	W-28 W-29 W-30	W-40 W-41	W-22 W-23 W-24
W-6 W-7 W-8 W-9	W-10 W-11 W-12		W-19 W-20 W-21
W-4 W-5	W-1 W-2 W-3	W-13 W-14 W-15	W-16 W-17 W-18

Fig. 4 Classification result in case of Sunny by GHRMOM

Table 1 Label in case of Sunny

	(a)	視野が明るい直線		
		第2層	W-1,2,3	破線のある道
		W-4,5	破線のある道とない道	
		W-6,7,8,9	分岐ありの破線のない道	
		W-10,11,12	分岐のない破線のない道	
第1層	(b)	視野が明るく対向車もあり、カーブもある		
		第2層	W-13,14,15	破線のない道で路上に矢印あり
			W-16,17,18	破線のある道とない道
			W-19,20,21	破線のない道で路上に矢印なし
	(c)	視野が明るくカーブで対向車なしのゼブラエリアあり		
		第2層	W-22,23,24	破線のない道で左カーブ
			W-25,26,27	破線のある道
			W-40,41	破線のある道とない道
			W-42,43,44,45	破線のない道で右カーブ
	(d)	両側に林があり視野が悪い		
		第2層	W-28,29,30	路上に矢印ありでゼブラエリアもあり
			W-31,32,33	路上に矢印ありでゼブラエリアはなし
		W-34,35,36	路上に矢印なしでゼブラエリアはあり	
		W-37,38,39	路上に矢印なしでゼブラエリアもなし	

た結果を示す。これより、2層に階層化されていることがわかる。第1層目では、ユニット番号が小さい重みのある順に、各マップ (a), (b), (c), (d) と番号づけた。

次に、階層成長型リカレント SOM によって分類された各層各マップに対して意味付けとなるラベル化を行う。道路構造や標識、及び天候や交通流などの有無を、分類された各マップの運転シーンごとに判別する。マップ内で分類指標の有無が共通している指標があれば、その指標を用いてカテゴリ分けを行った。次に、マップの分類を決定している各分類指標を文章化して、各マップの全てラベルをまとめた。Tab. 1 には Sunny の場合の各ラベルを示す。

階層成長型リカレント SOM によって分類さ

Table 2 High priority gazing objects

Cause	Gazing objects	Road environment
(1-1)	Branch	Sunny, Cloudy
	Signboard	Cloudy
(1-2)	Street arrow	Sunny, Night
(1-3)	Branch	Sunny, Cloudy
	Signboard	Cloudy
(2-1)	Rubber pole	Night
(2-2)	Street arrow	Sunny, Cloudy
(2-3)	Branch	Sunny, Cloudy
	Signboard	Cloudy

れた運転シーンの各層各マップの分類指標こそが運転シーンの中で特徴的なものであることから、その各指標を、階層成長型リカレント SOM による注視対象と定義する。Tab. 2 に階層成長型リカレント SOM による注視対象の中から、2 章で分析したそれぞれの逆走発生要因を取り除く優先的注視対象を示す。これより、逆走発生要因 (2-1) 以外の要因全てにおいて Sunny の場合は、階層成長型リカレント SOM に用いて運転シーンを自動分類することで優先的注視対象を絞り込むことに成功したといえる。

## 5. むすび

本研究では、逆走を抑止するための注視対象を優先的に知らせる仕組みとなる注視制御アルゴリズムの開発の基礎的検討として、大内 JCT で発生した逆走事故の要因を分析した。その結果、6 つの逆走発生要因があることが明らかになった。次に、階層成長型リカレント SOM を用いて運転シーンの自動分類とラベル化を行うことで、逆走発生要因を取り除く、優先的注視対象を絞り込むことに成功した。今後は、自動分類によって得られた注視対象の中から優先的注視対象を自動的に絞り込むアルゴリズムの検討を行う。さらに、GPS(Global Positioning System) と連携した位置情報を組み合わせることにより、

その場面に合わせて絞り込む優先的注視対象を先読みする注視制御アルゴリズム構築を予定している。

## 参考文献

- 1) 国土交通省, “逆走事案のデータ分析結果”, (2017), <http://www.mlit.go.jp>.
- 2) 毎日新聞, 2016 年 10 月 21 日 記事, <https://mainichi.jp/articles/20161022/k00/00m/040/116000c>
- 3) 国土交通省 東北地方整備局, “秋田県内の高速道路の逆走事故とその対策について”, (2017), <http://www.thr.mlit.go.jp/akita/road/oouti-jct/index.html>
- 4) 中川浩, 玉井顯, 永見豊, 二瓶美里, 越塚友紀, 松下健介, “軽度認知障害有病者に対する逆走対策の効果”, 交通工学論文集, 第 3 巻, 第 2 号 (特集号 B), 2017. 2.
- 5) 飯田克弘, “高速道路における逆走発生プロセスに関する仮説構築”, 平成 26 年度 (本報告) タカタ財団助成研究論文, ISSN 2185-8950.
- 6) Ozge Yeloglu and A. Nur Zincir-Heywood, Malcolm I. Heywood, “Growing Recurrent Self Organizing Map,” Systems, Man and Cybernetics, 2007. ISIC. IEEE International Conference on, 7-10 Oct. 2007
- 7) Michael Dittenbach, Diester Merkl and Andreas Rauber, “The Growing Hierarchical Self-Organizing Map,” S. Amari and C. L. Giles and M. Gori and Puri, eds., Proceedings of the International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN 2000), vol. 6, pp. 15-19, July 24-27, 2000, Italy, IEEE Computer Society. 2000