

平成 30 年 6 月 1 日現在

機関番号：32660

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00247

研究課題名(和文) 運転時の視線および走行データを用いた散漫運転を検知するための動的推定法の研究

研究課題名(英文) Study on dynamic estimation method for detecting distracted driving using eye-movement and driving data during driving

研究代表者

西山 裕之(Nishiyama, Hiroyuki)

東京理科大学・理工学部経営工学科・教授

研究者番号：80328567

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では自動車運転時における散漫運転を検知するため推定方法を研究し、本推定方法を用いた動的な検知システムを開発した。具体的には、まず、眼球運動測定装置および三次元カメラセンサを用いた視線情報および表情情報を動的に収集するソフトウェアを開発した。次に、得られた情報から、論理型機械学習器を用いた居眠り状態を含む散漫状況を検知するための学習ルールの生成を実施した。また、地図情報上の危険位置特定ソフトウェアを開発するとともに、運転中に地図情報および散漫状況を動的に確認することで、危険位置における散漫が生じていないかを確認するためのソフトウェアおよびタブレットPC上のユーザインタフェースを開発した。

研究成果の概要(英文)：In this research, we have studied the estimation method to detect distracted driving during driving of the car and developed a dynamic detection system using this estimation method. First, we developed software that dynamically collects gaze information and facial expression information using eye movement measurement device and 3D camera sensor. Next, from the obtained information, we generated a learning rule to detect distracted situations including dozing status using a logical machine learning system. In addition, we developed dangerous location identification software on map information and developed a software and a graphical user interface on the tablet PC to confirm whether distraction in the dangerous position occurred by dynamically checking the map information and the distraction situation during driving.

研究分野：分散人工知能

キーワード：機械学習 帰納論理プログラミング 表情情報 眼球運動 自動車運転 散漫運転検知 居眠り運転検知

1. 研究開始当初の背景

自動車の散漫運転は The National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA)により視覚的散漫、認知的散漫、操作的散漫の三種類に分類および定義されている。この中で視覚的散漫と認知的散漫は運転中の不注意により生じる現象であるため、運転者の視線情報等を用いることで検知するための様々な研究が行われている。しかしながら、ほとんどの研究は運転シミュレータを用いた計測研究であるため、得られたデータには現実の運転との差異が問題とされていた。また、実車運転による研究も存在するが、位置情報および地図情報を散漫検知に考慮した研究は存在しない。そのため、散漫が生じ易い場所や、散漫が生じた場合に深刻な事故に繋がりにくい場所に対する研究は行われていない。

2. 研究の目的

本研究では自動車運転時における散漫運転を検知するため推定方法を研究し、本推定方法を用いた動的な検知システムを開発することを目的としている。本研究開発を介して明らかにすることは次の通りである。

- (1) 検知に基づく散漫運転時の位置情報と地図情報から、散漫の生じやすい位置や道路状況を明らかにする。
- (2) 運転中に散漫が生じた場合に、事故を起こす可能性のある位置や道路状況を、地図情報および運転時の位置と動画情報から明らかにする。
- (3) 運転中に散漫運転を動的に推定することで、(2)の位置や状況における、より危険な散漫運転を検知し、事故を未然に防げるかを明らかにする。

3. 研究の方法

以上の項目を明らかにするために、本研究では、次の項目に対する研究開発を実施する。

- 項目 1: 走行情報(車速・加速度・位置データ)と視線情報(眼球運動データ)を動的に収集するソフトウェアの開発
- 項目 2: 得られた情報から散漫状況を動的検知するための学習ルール生成に関する研究
- 項目 3: 地図情報上の危険性の高い位置を特定するための散漫時の危険位置特定ソフトウェアの開発
- 項目 4: 運転中に地図情報を動的に確認し、危険性の高い位置において散漫が生じていないかを確認するためのソフトウェアおよびユーザインタフェースの開発

本研究では、ハードウェアとして眼球運動測定装置、三次元カメラセンサ、およびタブレットPCを用いる。そして、タブレットPC上で実装可能なソフトウェア開発を行うことで、上記研究項目を実現する。

4. 研究成果

(1) 平成27年度研究成果

平成27年度(初年度)は、項目1: 走行・視線情報収集ソフトウェアの開発、および項目2: 散漫学習ルールの生成ソフトウェアの開発を実施した。

項目1の収集ソフトウェアに関しては、タブレットPC内で走行情報を収集可能にするソフトウェアを開発した他、当初予定の眼球運動測定装置(The Eye Tribe Tracker)だけでなく、三次元カメラセンサであるIntelのRealSenseに対する開発も実施した(図1参照)。これにより、運転者の眼球運動情報だけでなく、眉毛や口などの表情情報の収集も可能になった。なお、本研究成果は国際会議のAPIEMS2015にて「Design of a User-Support System for Drivers Based on Status Monitoring Using a Depth Sensor and a Smart Phone」というタイトルで発表を行った。



図1 RealSenseを用いた実車実験の様子

項目2の学習ルール生成ソフトウェアに関しては、通常運転と散漫運転時の運転データおよび眼球運動測定データに対し、帰納論理プログラミングに基づく並列機械学習システムを開発および利用することにより、散漫運転ルールの生成に成功している。本機械学習システムは共同研究者の大和田が開発した機械学習ツールを、西山が並列処理可能なシステムとして設計・実装を行ったものである。なお、本並列学習システム設計に関する研究成果は、国際会議のILP2015にて「Yet Another Parallel Hypothesis Search for Inverse Entailment」というタイトルで発表を行った。さらに、本システムを用いた散漫運転ルール生成に関しても、同ILP2015にて「Identifying Driver's Cognitive Distraction Using Inductive Logic Programming」というタイトルで発表を行い、その研究成果を報告している。なお、上記の2つの研究発表は、それぞれ国際会議ILP2015によりSelected Paperに選ばれるなど高い評価を受けた。この結果、2016年度に発表された論文誌「CEUR Workshop Proc. of the Late Breaking Papers of the 25th International Conference on Inductive

Logic Programming」に、掲載内容を拡張した論文がそれぞれ掲載された。

その他、顔情報に関する研究および位置情報収集方法に関する研究を実施し、複数の国際会議（AROB2016, CATA2016）にて研究報告も実施した。

(2) 平成28年度研究成果

平成28年度は、項目1：走行・視線情報収集ソフトウェアの改善およびデータ収集を行うとともに、項目2：散漫学習ルールの生成ソフトウェアの改善、及び、項目3：散漫時の危険位置特定ソフトウェアの開発を実施した。

項目1の改善内容として、使用するカメラセンサに三次元カメラセンサ（Intel RealSense）を用いることにより、視線情報だけでなく、運転者の表情情報も抽出できるように改善を実施した。また、シミュレーション運転環境を用意することで、複数の学生アルバイトを用いた運転・データ収集実験を可能にした。なお、得られた表情情報を用いることで疲労度検出を可能にするシステムの開発も実施した。本成果の一部は2017年電子情報通信学会総合大会で「顔の特徴点分析による自動的な疲労検出手法の提案」というタイトルにて発表を行った。

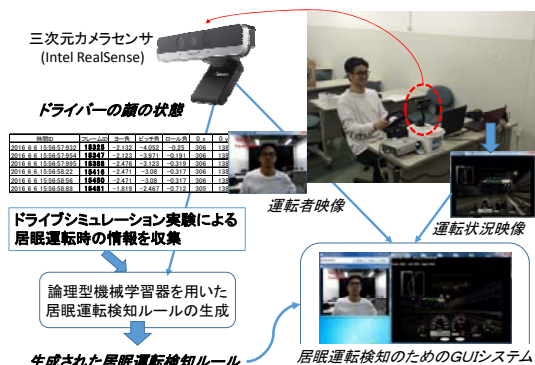


図2 居眠り運転を検知可能なルールを生成するシステムの構成図

項目2に関しては、上記の実験により得られた運転者の表情情報を用いることで、視覚的散漫、認知的散漫、そして、操作的散漫のすべての散漫状態を含む居眠り運転を検知可能なルールの生成を可能にするソフトウェアを開発した。図2は、本システムの構成図を表しており、本システムを用いることで、実験データに対する居眠り検知ルールの生成だけでなく、生成された居眠り検知ルールを用いた、実際の運転時における居眠り検知を可能にするGUIを持ちすることもできる。なお、得られたルールの中には10秒後の居眠りを検知可能な予知ルールも含まれるなど、今後の散漫運転検知に基づく運転者の安全性に大きく寄与できるものと期待できる。本研究成果は、台湾で実施された国際会議 ISMI2016 にて「Machine Learning to Detect Drowsy Driving by Inductive Logic

Programming using a 3D Camera」というタイトルで発表を行った。

その他、項目3の散漫時の危険位置特定ソフトウェアとして、警察庁と国土交通省のデータベースより得られる「自己危険個所」および人口密度情報を用いることで、交差点の危険度を推定する手法を開発した。

(3) 平成29年度研究成果

平成29年度は、項目2：散漫学習ルールの生成ソフトウェアの改善を継続するとともに、項目4：動的散漫検知ソフトウェアの開発を実施した。

項目2の改善内容としては2種類存在し、一つは、平成27年度にも実施した帰納論理プログラミングに基づく並列機械学習システムの改善を行い、台数効果超えを可能にした。帰納論理プログラミングは並列分散処理に適さないアルゴリズムであるため、その効率的な並列化は困難とされていたが、我々の分散人工知能の技術を活用することにより、世界初の台数効果超えを実現した。本研究成果は国際会議 ILP2017 で発表を行った。その結果、本研究成果が高く評価されたことにより、Selected Paper に採択され、2018年3月に刊行された論文誌「Logic Programming, Lecture Notes in Artificial Intelligence (LNAI), LNAI10759」に本研究内容の詳細情報を加筆した論文が掲載された。

もう一つの項目2の改善内容として、前年度に引き続き、三次元カメラから得られた表情データに加え脳波データを用いることで、動的に居眠りを含む散漫検知を可能にするルールを機械学習により生成した。本研究の過程において、居眠りに至る過程の表情の遷移を特定するために、運転時の表情だけでなく脳波情報も脳波測定器により収集し、脳波の変化状況と表情の変化状況から、居眠りに至る過程の推定を可能にした。本研究成果は、国際会議の AROB2018, および CATA2018 にて発表を行っている。特に CATA2018 では、発表した論文が Best Paper Award を受賞するなど、極めて高い評価を得ている。

その他、本年度は、タブレット PC 上で GPS を用いたマップ情報をリアルタイムに表示可能な GUI (図3参照) を作成し、項目4の散漫運転検知結果を通知可能なソフトウェアも作成した。

以上より、本研究では、初年度の平成27年度に項目1：走行・視線情報収集ソフトウェアを開発するとともに、平成28年度に項目2：散漫運転ルールの生成ソフトウェアとして並列型論理型機械学習器をベースに生成し、平成29年度に他の機械学習器と組み合わせ合わせた運用を可能にして居眠りを含む散漫運転検知可能なルール生成を実施した。また、平成28年度には項目3：散漫時の危険位置特定ソフトウェアをマップ情報上に危険位置を GPS で特定することにより可能にした。この情報を動的に用いることで、平成29年

度に項目 4 : 動的散漫検知ソフトウェアをタブレット PC 上で利用可能な GUI を開発し, 本研究目標を達成した.



図 3 タブレット PC 上の散漫運転検知 GUI

5. 主な発表論文等

(研究代表者, 研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 4 件)

- ① Hiroyuki Nishiyama and Hayato Ohwada: Parallel Inductive Logic Programming System for Superlinear Speedup, Inductive Logic Programming, Lecture Notes in Artificial Intelligence (LNAI), LNAI10759, pp. 112-123, 2018.3.
- ② Akira Yoshizawa, Hirotoishi Iwasaki, Hiroyuki Nishiyama, Fumio Mizoguchi: Estimation of Cognitive Distraction from Driver Gazing, International Journal of Software Science and Computational Intelligence, Vol. 9, Issue 2, pp. 50-60, 2017.4.
- ③ Hiroyuki Nishiyama and Hayato Ohwada: Yet Another Parallel Hypothesis Search for Inverse Entailment, CEUR Workshop Proc. of the Late Breaking Papers of the 25th International Conference on Inductive Logic Programming, Vol. 1636, pp. 86-94, 2016. 7.
- ④ Fumio Mizoguchi, Hayato Ohwada, Hiroyuki Nishiyama, Akira Yoshizawa and Hirotoishi Iwasaki: Extracting rules to detect cognitive distractions through driving simulation, CEUR Workshop Proc. of the Late Breaking Papers of the 25th International Conference on Inductive

Logic Programming, Vol. 1636, pp. 79-85, 2016. 7.

[学会発表] (計 15 件)

- ① Daichi Naito, Ryo Hatano and Hiroyuki Nishiyama: A Labeling Method Using EEG for Dozing Prediction by Facial Expression Recognition Technology, Proc. of the 33rd International Conference on Computers and Their Applications (CATA-2018), pp. 75-79, 2018. 3. (国際学会) (Best Paper Award 受賞)
- ② Takuma Shimada, Ryo Hatano and Hiroyuki Nishiyama: Server Failure Detection System Based on Inductive Logic Programming and Random Forest, Proc. of the 33rd International Conference on Computers and Their Applications (CATA-2018), pp. 158-162, 2018. 3. (国際学会)
- ③ Daichi Naito, Ryo Hatano and Hiroyuki Nishiyama: A method of Doze Detection by Machine Learning Using EEG, Proc. of the 23th International Symposium on Artificial Life and Robotics 2018, GS12-3, 2018. 1. (国際学会)
- ④ Takuma Shimada, Ryo Hatano and Hiroyuki Nishiyama: Server Failure Detection using Parallel Computation of Logic based Machine Learning, Proc. of the 23th International Symposium on Artificial Life and Robotics 2018, GS9-3, 2018. 1. (国際学会)
- ⑤ Hiroyuki Nishiyama and Hayato Ohwada: Parallel ILP System for Super Linear Speed up, 27th International Conference on Inductive Logic Programming (ILP2017), 2017. 9. (国際学会)
- ⑥ Akira Yoshizawa, Hiroyuki Nishiyama, Hirotoishi Iwasaki and Fumio Mizoguchi: Machine-Learning Approach to Analysis of Driving Simulation Data, The 15th IEEE International Conference on COGNITIVE INFORMATICS & COGNITIVE COMPUTING: ICCI*CC 2016, 2016. 8. (国際学会)
- ⑦ Hiroyuki Nishiyama, Yusuke Saito, and Hayato Ohwada, Machine Learning to Detect Drowsy Driving by Inductive Logic Programming using a 3D Camera, Proc. of the 2016 International Symposium on Semiconductor Manufacturing Intelligence (ISMI2016), PaperID42, 2016. 8. (国際学会)
- ⑧ Kei Takeuchi and Hiroyuki Nishiyama: Proposal and Implementation of a Navigation Map Generation Method Considering Barrier-free Stations, the 31th International Conference on

Computers and Their Applications (CATA-2016), pp. 71-74, 2016.4. (国際学会)

- ⑨ Yusuke Saito and Hiroyuki Nishiyama: Estimation Method of Mastication Ability with Human Action and Facial Expression, the 31th International Conference on Computers and Their Applications (CATA-2016), pp. 341-346, 2016. 4. (国際学会)
- ⑩ Kei Takeuchi and Hiroyuki Nishiyama: Research of guidance support system for physically handicapped person in the station, 22th International Symposium on Artificial Life and Robotics 2016, pp. 125-129, 2016. 1. (国際学会)
- ⑪ Hiroyuki Nishiyama, Yusuke Saito and Hayato Ohwada: Design of a User Support System for Drivers based on Status Monitoring using Depth Sensor and Smart Phone, the 16th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference (APIEMS 2015), pp. 2080-2084, 2015.12. (国際学会)
- ⑫ Yusuke Saito and Hiroyuki Nishiyama: Design of a Status-Monitoring System with Human Action and Facial Expression, the 16th Asia Pacific Industrial Engineering and Management Systems Conference (APIEMS 2015), pp. 675-681, 2015.12. (国際学会)
- ⑬ Hiroyuki Nishiyama and Hayato Ohwada: Yet Another Parallel Hypothesis Search for Inverse Entailment, ILP2015, S7-3, 2015.8. (国際学会)
- ⑭ Fumio Mizoguchi, Hayato Ohwada, Hiroyuki Nishiyama, Akira Yoshizawa and Hirotoshi Iwasaki: Identifying Driver's Cognitive Distraction Using Inductive Logic Programming, ILP2015, S10-2, 2015.8. (国際学会)
- ⑮ 今田 潤, 金盛克俊, 西山裕之: 顔の特徴点分析による自動的な疲労検出手法の提案, 2017 年電子情報通信学会総合大会講演論文集, H-2-4, 2017.3.23.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

西山 裕之 (NISHIYAMA, Hiroyuki)
東京理科大学・理工学部経営工学科・教授
研究者番号: 80328567

(2) 研究分担者

大和田 勇人 (OHWADA, Hayato)
東京理科大学・理工学部経営工学科・教授
研究者番号: 30203954