

科学研究費助成事業（基盤研究（S））公表用資料
〔平成30年度研究進捗評価用〕

平成27年度採択分
平成30年3月15日現在

人の認知・判断の特性と限界を考慮した自動走行システムと
法制度の設計

Design for Driving Automation and Legal Systems
Conforming to Characteristic Features and Limitations of
Cognition and/or Decision Making of Human Drivers



課題番号： 15H05716

稲垣 敏之 (INAGAKI TOSHIYUKI)

筑波大学・システム情報系（副学長）・副学長

研究の概要

本研究は、人の認知・判断の特性と限界を考慮した自動走行システムを設計するための基盤理論体系を「工学・法学・心理学の融合問題」と捉えることによって構築するとともに、自動運転の普及を想定した新しい法理論を開発し、それを具現化した法制度を提案する。

研究分野： 社会・安全システム科学

キーワード： 自動走行システム、ヒューマンファクター、権限と責任、過失責任、レジリエンス

1. 研究開始当初の背景

自動運転の実用化研究が推進されているが、技術開発が先行し、自動運転はどのようなものであるべきか、また法制度はどのようなものであるべきか等は明らかになっていない。

2. 研究の目的

本研究は、人の認知・判断特性と限界を考慮した自動走行システムを設計する基盤理論を構築するとともに、自動運転の普及に向けた新しい法理論と法制度を提案する。

3. 研究の方法

ヒューマンファクター(HF)、エンジニアリングデザイン(ED)、権限と責任(AR)の研究アスペクトを設け、各研究アスペクトの達成目標を次のように定めて研究を進める。

HF 研究アスペクト: 自動運転がもたらすヒューマンファクター課題の抽出と解決法の検討、自動運転のためのヒューマンマシンインタフェース(HMI)が満たすべき基本要件の明確化、想定外事象発生時のレジリエンス醸成プログラムの開発と評価

ED 研究アスペクト: 自動運転レベルの系統的発見、自動運転レベルに応じた権限共有・権限委譲機構の開発と評価、設計想定外事象下での安全制御機構の開発と評価

AR 研究アスペクト: 自動運転の現行法上の問題点抽出と法改正の必要性検討、自動運転における運転者過失とシステム欠陥の定義に関する新しい法理論の構築

4. これまでの成果

HF研究アスペクトでは、ヒューマンマシンシステムとしての利用者役割のみならず、他の非自動運転車両との関係性、社会の人々の自動運転車への信頼等、社会システムにおける自動運転車の位置づけ、人の位置づけのモデルを構築し、自動運転のためにHMIが満たすべき基本要件の検討を行った。また、レベル2の自動運転の運転者モニタリングとして会話を用いる方式を提案し、脳波の事象関連電位を用いる運転者状態評価法の可能性を検討した。さらに、レジリエンス行動の特性の理論的な検討を行い、人間のレジリエンス能力を高める手法の運転者教育への適用可能性を検

討した。

ED 研究アスペクトでは、システムから運転者への権限委譲が必要な場合に備えた運転者監視方策と HMI のあり方を検討し、システムから運転者への権限委譲の要請が行われる前に運転者が権限委譲要請を予期できるようにする HMI を提案した。これまでに、自動運転と手動運転の間に shared control を用いた権限共有モードを設け、安定的に操作権限委譲を行う手法のみならず、権限共有モード開始時に制御強度を調整できる手法を開発した。シミュレータ実験の結果、提案手法によって権限委譲時の操舵、車両運動安定性向上と、運転者負担軽減が両立できることを示した。

AR アスペクトでは、自動運転をめぐる法的整備の課題につき、道路交通に関する現行法の規律、事故責任に関する現行法の構造を検討し、法改正の必要性と論点を抽出した。特に民法の特別規定と自動車損害賠償保障法、製造物責任法の構造分析を試みた。また、レベル 3 の自動運転が想定している権限委譲のリスク評価を精密に行うことにより、2016 年 9 月に改訂された SAE J3016 の自動運転レベル定義には不備があることを数理的に証明した。これは、レベル 3 の自動運転において、システムが運転者に「運転を交代せよ」との要請である RTI (request to intervene) を発したときにシステムから運転者に権限を委譲する方式を網羅的に生成し、各方式のもとの期待効用 (本質は、リスク期待値と同等) を評価し、リスク期待値を最少化するという意味で最適な権限委譲方式を導出したとき、レベル 3 の自動運転に最適権限委譲方式を組合せた方策は、もはやレベル 3 の自動運転の範疇にはおさまらなくなることを証明することによって導かれる結論である。さらに、ここでいう「レベル 3 の自動運転に最適権限委譲方式を組合せた方策」は、実は、2014 年 1 月に発行された SAE J3016 の旧版におけるレベル 4 の自動運転と同一視できることも合わせて証明した。この結論は、2016 年 9 月に改訂された SAE J3016 を規範として国連において国際標準が定められようとしている動きに一定の影響を及ぼすものと考えられる。

5. 今後の計画

HF 研究アスペクトでは、システムが想定していない事象、あるいは運転者が遭遇すると想定していなかった事象に対してレジリエントに行動するための要件、教育・訓練手法、支援方法を検討する。また、操縦者 - 自動運転車両との関係性において、運転者の有すべき資質要件を検討する。

ED 研究アスペクトでは、過年度に提案した権限共有モードの有効性をより幅広いシナ

リオにて確認する。また、権限共有モードにおける自動運転システムに対する人間の信頼感向上効果についても検討する。

AR 研究アスペクトでは、運転者モニタリングによって「運転者は RTI に適切に対応不可の可能性が大」と判定された場合にその結果を権限委譲に反映させるしくみを構築する。

6. これまでの発表論文等 (受賞等も含む)

【雑誌論文】 (すべて査読あり)

1. # *T Inagaki, T B Sheridan: A critique of the SAE conditional driving automation definition, and analyses of options for improvement. *Cognition, Technology & Work*, 1-10, 2018, DOI <https://doi.org/10.1007/s10111-018-0471-5>
2. 中山幸二 : 模擬裁判を用いた自動走行車の事故の民事的責任の課題の考察. *New Business Law*, 1099, 42-52, 2017
3. # *T Saito, T Wada, K Sonoda: Control authority transfer method for automated-to-manual driving via shared authority mode, *IEEE Trans Intelligent Vehicles*, 2018 (accepted)
4. *Y Saito, M Itoh, T Inagaki: Driver assistance system with a dual control scheme: Effectiveness of identifying driver drowsiness and preventing lane departure accidents, *IEEE Trans Human-Machine Systems*, 46(5), 660-671, DOI 10.1109/THMS.2016.2549032, 2016
5. # *M Itoh, F Flemisch, D Abbink: A hierarchical framework to analyze shared control conflicts between human and machine, 13th IFAC Symp Analysis, Design, & Evaluation of Human-Machine Systems, 49, 96-101, DOI <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.10.468>, 2016

上記論文 4 は、IEEE SMC Society Andrew P Sage Best Paper Award 受賞 (2017 年 10 月)。他、受賞 2 件。

【ホームページ】

- http://css.risk.tsukuba.ac.jp/project/kake_nhiS.html
- <http://www.css.risk.tsukuba.ac.jp/>
- http://www.ritsumei.ac.jp/research/radiant/robot_ai/