

## 〈クルマ〉をもっとソーシャルに！

### 自動運転システムとドライバーのソーシャルなインタラクションに向けて Towards self-driving car as a social robot: A study on social interaction between driver and self-driving car

村田拓夢<sup>1\*</sup> 伏木ももこ<sup>1</sup> 大島直樹<sup>2</sup> 長谷川孔明<sup>1</sup> 岡田美智男<sup>1</sup>

Takumu Murata<sup>1\*</sup>, Momoko Fushiki<sup>1</sup>, Naoki Ohshima<sup>2</sup>, Komei Hasegawa<sup>1</sup>, Michio Okada<sup>1</sup>

<sup>1</sup>豊橋技術科学大学 情報・知能工学系

<sup>1</sup>Department of Computer Science and Engineering, Toyohashi University of Technology

<sup>2</sup>豊橋技術科学大学 エレクトロニクス先端融合研究所

<sup>2</sup>Electronics-Inspired Interdisciplinary Research Institute, Toyohashi University of Technology

**Abstract:** 自動運転システムの開発の進展に伴い、その安全を支える自律的な運転能力に加え、ドライバーとのインタラクションや安心感に向けた検討が進みつつある。ドライバーと〈もう一つの運転主体〉である自動運転システムが共存するレベル3の自動運転車において、クルマとドライバーとの関係はどうあるべきだろう。本論文では、自動運転システムをもっと〈ソーシャルな存在〉とすることを狙いとしたソーシャルインタフェース〈NAMIDA〉の基本コンセプトとそのソーシャルなインタラクションデザインについて紹介する。

## 1. はじめに

自動運転システムという言葉聞いて、どのような未来を想像するだろうか。「〇〇駅に行きたいなあ」とシステムに話しかけ、ドライバーがボタンを押すと、クルマは「目的地を〇〇駅に設定しました」と答えながら、目的地まで連れていってくれる。このとき〈人〉と〈クルマ〉の関係は、ただ目的地まで運ばれるだけの〈モノ〉とそれを運んでくれる〈システム〉の関係にあるといえる<sup>[1]</sup>。これではトラックに運ばれる宅配の荷物とあまり変わらないだろう。

一方で、次のような関係はどうだろうか。メールが来ていることに気づいたドライバーがボタンを押すと、そこに〈もう1つの運転主体〉が立ち現れ、ドライバーの代わりに運転をしてくれる。ドライバーはシステムを信頼してハンドルから手を離すことができ、そこでメール操作に集中することができた。しばらくすると道路状況が変わっており、システムはどこか自信なさげな仕草をしている。ドライバーはシステムの様子を察して、「仕方ないなあ」とつぶやきながら、その運転を代わってあげる。

このように2つの運転主体である〈自動運転シス



図1:NAMIDA

テム〉と〈ドライバー〉とが自らの状態をお互いに参照可能なように表示しあうことにより、お互いの弱さを補いながら、その強みを引き出すような関係を生み出すことができると考えられる。

本研究では、自動運転システムを〈ソーシャルなロボット〉にするプロジェクトの一環として、〈自動運転システム〉と〈ドライバー〉とのソーシャルなインタラクションを可能とするエージェント(NAMIDA)の構築を進めてきた(図1)。本稿では、ド

\*連絡先: 豊橋技術科学大学  
愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1  
Email: murata.takumu.by@tut.ac.jp

表 1：自動運転レベル

レベル	概要	主体
0	運転自動化なし	ドライバー
1	運転者支援	ドライバー
2	部分的運転自動化	ドライバー
3	条件付き運転自動化	ドライバー システム
4	高度運転自動化	システム
5	完全運転自動化	システム

ライビングエージェント〈NAMIDA〉が自動運転システムの内部状態を開示することで、ドライバーとの間でどのようなインタラクションが可能になるのかを議論する。

## 2. 研究背景

### 2.1 自動運転

自動運転システムを搭載したクルマが国内外で盛んに研究・開発されている。自動運転システムは、表 1 のようにレベルが定義されている<sup>[2]</sup>。高度な自動運転システムは、自動運転モードになった途端にセンサによって道路状況を的確に判断し自律的に運転動作をはじめ。すなわち、いままで運転をしていたドライバーとは違う〈もう 1 つの運転主体〉がそこに立ち現れることになる。しかし、いまシステムは何を考えているかが十分に伝わってこないことから、同乗するドライバーは不安を感じてしまう。

また、自動運転の継続が難しい場合にシステムがドライバーへ介入要求をするいわゆるレベル 3 の自動運転においては、ドライバーとシステムとの協調を必要とするが、従来のインターフェースではコミュニケーションの手段が限られてしまい、うまく協調できない。そのため、スムーズな交代動作が難しくなっている。

これらの問題を解決するために、ここでは自動運転システムそのものを〈ソーシャルなロボット〉とすることで、ドライバーとクルマとのソーシャルなインタラクションを実現することを考えている。

### 2.2 モノの振る舞いに対する姿勢

ダニエル・C・デネットによれば、人は目の前で動いているモノに対して

- モノの動きを物理法則に当てはめて解釈する物理的な構え
- モノの設計意図を考えようとする設計的な構え
- 何らかの意志を持った主体的なモノとしてとらえる志向的な構え

の 3 つの姿勢を取る<sup>[3]</sup>。



図 2：〈NAMIDA〉の外観

従来のクルマと人とのコミュニケーションは主に音や光などのシグナルによるものであり、これらは設計的な構えでとらえられやすい。例えばシートベルトをつけていないときになる音に対して、人は「そのように設計された物」としてとらえる。一方で複雑な自動運転システムを搭載したクルマに対しては、その設計意図が見えづらく、設計的な構えと志向的な構えとの境界があいまいで、ドライバーはどのようなものとして捉えていいのか、混乱を伴う可能性がある。

### 2.3 〈NAMIDA〉

ドライバーのアシストを行う目的で、いくつかのライビングエージェントが研究開発されてきた。Audi と MIT による AIDA(2009)、DENSO のコミュニケーションロボット Hana(2013)、TOYOTA の Kirobo mini(2016)などを中心に、国内外で多く研究されている。これらのエージェントはナビゲーションや天気など運転に必要な情報提供、及びエンタテインメントを目的としている。

本研究のライビングエージェント〈NAMIDA〉は、ダッシュボードに埋め込まれており、自動運転システムそのもののソーシャルなインターフェースとして機能させることを目的としている。

この〈NAMIDA〉が赤信号や歩行者に注意を向けながら減速することで、「ああ、歩行者に気づいたから、減速したんだな」というふうに、その背後にある意図を理解しやすくなるなど、自動運転システムの内部状態を適切に開示することで、その意図を探ったり、次の行動を予測しやすくなる。また、そのクルマに対して、ドライバーの志向的な構えを引き出すことができると考えられる。



図 3(a) : <NAMIDA> の底部



図 3(b) : 頭部の LED

## 3 プラットフォーム

### 3.1 ドライビングエージェント <NAMIDA>

<NAMIDA> はクルマ自体を主体性のあるエージェントとしてとらえ、クルマと人とのソーシャルなインタラクションをサポートするというコンセプトで構築されている。<NAMIDA> は 3 体が 1 組になったエージェントで、ロボットベース上に頭を模した 3 体のエージェントを有している。図 2 に <NAMIDA> の外観を示す。<NAMIDA> は、クルマのダッシュボードに設置することで、システムの内部状態をわかりやすく表示する。

<NAMIDA> のハードウェア構成を図 3 に示す。ベース内部に、各エージェントを動作させるために maxon 社製のブラシレス EC モータを 3 つ備えており、エージェントの視線方向を個別に制御することが可能である。また各エージェントの頭部に LED が組み込まれており、LED の発色や明滅を制御することができる。これにより、エージェントの目の色の変化や瞬きなどが表現できる。

### 3.2 ドライビングシミュレータ

本研究では、自動運転システムを搭載したクルマの代わりに、Forum8 社の提供する 3 次元リアルタイム・バーチャルリアリティソフト”UC-win road<sup>[4]</sup>”を使用してドライビングシミュレータを構成した。ドライビングシミュレータの外観を図 4 に示す。

<NAMIDA> はドライビングシミュレータから出力される、クルマや環境の情報を取得し、動作に反映させることができる。UC-win road プラグインを使用してマップ上のクルマや周囲の状態を出力し、<NAMIDA> の動作にリアルタイムで反映させることができる。

## 4. インタラクション

### 4.1 志向の表示

<NAMIDA> を通して自動運転のクルマの内部状態をドライバーに開示することで、志向的な構えを引き出す。ドライバーは、システムを志向的な構えで見ることで、「システムが次に何をしようとしているのか」を直感的に推し量ることができ、不安を抑制する。

志向的な構えを引き出すために、<NAMIDA> は例えば次のような動作をする。

1. 右左折時、その方向に注意を向けていることを示すために、すすむ方向を見る。
2. 障害物を避けるとき、その障害物を注視しながら進む。
3. 自分が苦手な状況下では、1 人でどうしようもなくなったように <NAMIDA> 同士で話し合いを始める。
4. <NAMIDA> が少し遅れてドライバーの視線を追従する<sup>[5]</sup>。

### 4.2 <弱さ> の開示

<NAMIDA> の動作により自動運転が正常に機能している状態とセンサーなどの信頼度が低下している状態をわかりやすく表現することで、必要な場面で自然にドライバーからの手助けを引き出す。その結果、協調しながらお互いの弱さを補いあい、両者の強みを引き出すような関係を築けると考えている。

一例として、図 5 のような場面を考えている。火災現場や事故現場などでは想定外の出来事が起こりやすい。そこで、それに気づいた <NAMIDA> が少し困惑したような仕草を表現することで、システムとして自信のないことをドライバーに伝え、スムーズなハンドルの交代を促すことができる。

## 5. まとめと今後の展望

本論文では、自動運転システムを〈ソーシャルなロボット〉と捉え、〈ドライバー〉と〈クルマ〉とのソーシャルなインタラクションを可能とするインタフェース〈NAMIDA〉のコンセプトとその概要を述べた。

4.1で提案したように、ドライバーのクルマに対する志向姿勢を引き出すことで、より安心して運転を任せられることができる。特に4.2で提案したように、システムの自信のなさなど内部状態を適度に開示することで、クルマとドライバーとの疎通しあう関係を作り出すことを狙いとする。

これまでの実装では作り込み動作も多いものの、今後は周りの環境と連動させて、より自然な形で志向的な構えを引き出すような振る舞いを検討・実装する予定である。また、〈NAMIDA〉を搭載したクルマとドライバーとのインタラクションに基づく実験を行い、本提案の効果を実証していく予定である。

## 謝辞

本研究は、科研費補助金(基盤研究 (B)18H03322)によって行われた。ここに記して感謝の意を表す。

## 参考文献

- [1] 岡田美智男: ロボットとしての自動運転システム — 〈もうひとりの運転主体〉とのソーシャルなインタラクションにむけて、「モビリティと人の未来」編集部編:『モビリティと人の未来 — 自動運転は人を幸せにするか』、pp. 110-123、平凡社 (2019)
- [2] 自動車用運転自動化システムのレベル分類及び定義, JASO TP 18004, 自動車技術会(2018)
- [3] ダニエル C. デネット著, 岩島正・河田学訳: 「志向姿勢」の哲学, 白楊社, pp23-45(1996)
- [4] 製品情報: UC-win/Road  
[<http://www.forum8.co.jp/product/ucwin/road/ucwin-road-1.htm>](2020. 2. 7)
- [5] Nihan Karatas, Shintaro Tamura, Momoko Fushiki and Michio Okada: Improving Human-Autonomous Car Interaction Through Gaze Following Behaviors of Driving Agents, Transactions of the Japanese Society for Artificial Intelligence, Vol. 34, No. 2, pp. 1-11 (2019)



図4: ドライビングシミュレータ



図5: 火災現場