

# オントロジーに基づく自動運転向け意思決定システムの Autoware への実装

三好 竜平<sup>†</sup> 石田 裕太郎<sup>†</sup> 橋本 康平<sup>†</sup> 渡辺 政彦<sup>††</sup>  
宇井 健一<sup>††</sup> 市瀬 龍太郎<sup>†††</sup> 我妻 広明<sup>†</sup> 田向 権<sup>†</sup>

† 九州工業大学大学院生命体工学研究科 †† キャッツ株式会社 ††† 国立情報学研究所

## 1. 緒言

完全自動運転では、システムが車両の運転行動における意思決定を行い、同時にその責任も負う。そのため判断に対する明確な根拠が提示可能であることが求められる。

そのようなシステムに、オントロジーやルールベースの推論に基づく論理知識型 AI(Artificial Intelligence)を用いたものが存在する。また、ロボットミドルウェアである ROS (Robot Operating System)上に構築された自動運転システムに、自動運転用の論理知識型 AI を実装し、その動作検証と実用性の検討を行った研究が存在する[1]。

本研究では、あらゆる車両に実用化することを想定して、論理知識型 AI を自動運転用オープンソースソフトウェアである Autoware[2]に実装することを提案する。

## 2. オントロジーに基づく論理知識型 AI を用いた運転行動における意思決定

システムが車両の運転行動における意思決定を行う際、その根拠を明確にするためには、まず自車の置かれた複雑な交通状況を形式化する必要がある。本研究では、形式化された交通状況を知識ベースと呼ぶ。知識ベースの構築を実現するために、自動運転用オントロジーに基づく手法がある。オントロジーとは、情報に概念を持たせ、各情報間の相互関係を整理するための表現手法である。オントロジーに基づく知識ベースの表現例を図 1 に示す。

オントロジーはクラス、インスタンス、プロパティによって構成される。図 1 中の太枠で囲まれた部分はクラスであり、情報の概念が階層構造で定義されている。着色された枠内はインスタンスであり、交通参加者や自車の位置情報を表す。そして、インスタンス間の関係性を表すのがプロパティである。オントロジーでは、インスタンスがクラスを継承することで、階層構造になっているクラスを同時に継承することができる。このことにより、幅広い情報の概念に基づいた汎用性の高い推論が可能となる。また構築された知識ベースに対して、道路交通法に基づいたルールベースの推論規則を用いることで、判断に対する明確な根拠を提示可能な推論を実現することができる。

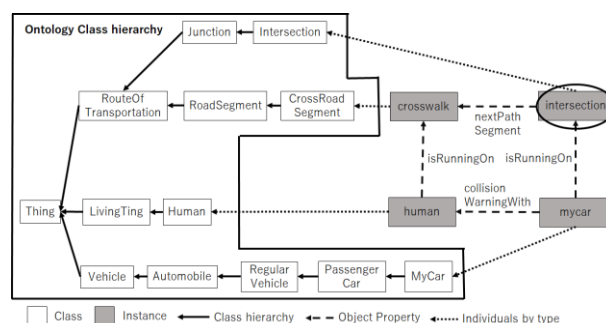


図1. オントロジーに基づいた知識ベース

## 3. Autoware への実装

本研究では、あらゆる車両で動作することを目指し、論理知識型 AI を Autoware へ実装した。Autoware とは、ROS をベースに構築した自動運転用オープンソースソフトウェアである。

本研究では GPS 情報を用いて、Autoware 上で論理知識型 AI による推論実験を行った。動作環境は Intel CPU Core i7-8700K 3.70GHz, SDRAM 32GB, Ubuntu16.04, ROS Kinetic である。実験シチュエーションは、自車が交差点に進入した際に横断歩道を通行している歩行者と鉢合わせするというものである。この場合、「前方に歩行者がいるため、停止して歩行者に道を譲る」といった意思決定が下されなければならない。本稿では所定の GPS 座標に自車が到達した際、図 1 中の丸で囲った部分が表す自車の位置情報を更新することで知識ベースの更新を行った。そして自車の位置情報が“intersection”に更新された時、推論規則に戻った推論を行う。推論規則とは、各インスタンスが継承したクラスやプロパティに基づいた論理式である。実験の結果、論理知識型 AI が Autoware 上でも動作可能であることが確認できた。

## 4. 結言

将来的に Autoware 上で車載センサから取得した車両周囲情報に基づいて、あらゆる車両で論理知識型 AI による運転行動における意思決定を行う。

## 謝辞

この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託業務の結果得られたものです。

## 参考文献

- [1] 橋本康平 他, “自動運転のための理論知識型 AI での危険予測における推論能力の基礎検討,” 第 61 回システム制御情報学会研究発表講演会, 324-1, 2017.
- [2] Hatem Darweesh et al. “Open source integrated planner for autonomous navigation in highly dynamic environments,” Journal of Robotics and Mechatronics (JRM), vol. 29, no. 4, pp. 668-684, 2017.