

人に自然な行動変容を促す情報提示技術に関する研究

○西浦 悠生 (九州大学), 山田 弘幸 (株式会社日立製作所), 倉爪 亮 (九州大学)

Research on the strategy of designing information presentation for changing people's behavior naturally.

○ Yuki NISHIURA (Kyushu University), Hiroyuki YAMADA (Hitachi, Ltd), and Ryo KURAZUME (Kyushu University)

Abstract : In a society where autonomous machines such as robots and self-driving cars coexist with humans, it is important to realize safety and efficiency for both autonomous machines and humans. In order to achieve this naturally without human awareness, this study proposes a head mount interface (HMI) system that supports communication between a user and autonomous machines. This system will present information to the user using AR technology to encourage the user to change their behavior so that both safety and efficiency can be achieved for both the autonomous machine and the user.

1. 緒言

近年、サービスロボットや産業用ロボットの普及により、人と自律機械が混在する環境が増加している。人が自律機械の振る舞いの特徴を理解することは、作業の効率化あるいは安全性向上に寄与するため重要である。本研究では、「人の自律機械への理解」を補助するための情報提示戦略を提案する。一般的な自律機械の行動は、経路計画アルゴリズムが従う自律機械の目標座標・計画経路・安全停止領域などの情報により特徴づけられる。よって、これらを必要に応じてユーザに提示することで、自律機械の行動を正しく予測できるようになり、自律機械に対する理解が促進されることを目指す。本研究では、人からの理解を促進するため、ユーザへ提示する情報の抽象度を段階的に増加させる情報提示戦略を提案する。さらに、実際に提案した情報提示戦略が有効であるかを検証するための、物流倉庫を模したシミュレーション環境を構築した。本論文では、それらの情報提示戦略および実験環境の構築結果について報告する。

2. 情報提示戦略について

本研究で提案する、情報提示戦略について説明する。一般的な自律機械の行動の特徴は、目標座標や計画経路、障害物に対する回避性など、様々な要素により決定される。しかし、図1に示すように、これらの要素は自律機械のモータ出力といったような一つの出力に経路計画アルゴリズムによってまとめられてしまう。そのため、ロボットと同一環境にいる人が自律機械の振る舞いの意図を行動のみから汲み取ることは困難である。また、被験者の行動へ強制介入することや、具体的な情報を見せ続けることは、被験者が思考する余地を減少させる恐れがある。よって、本

研究では、自律機械の行動を特徴づける要素に紐づいた情報を、ユーザの理解度に応じ提示情報の抽象度を変化させながら提示する方法を提案する。

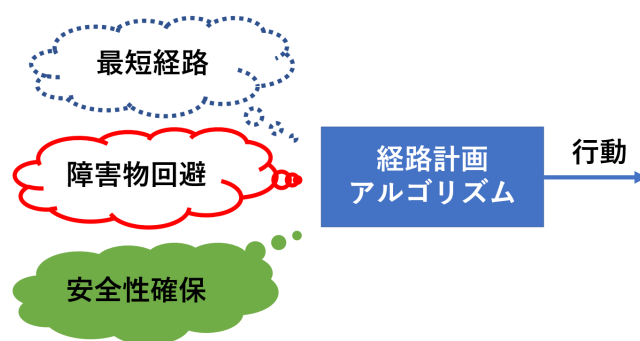


Fig. 1: The representative elements of robot motion planning.

3. 提案戦略の評価実験システム

本研究で提案する情報提示戦略の有効性を評価するため、情報提示インターフェースを用いた検証システムを開発した。本章では、このシステムの概要について説明する。現在、人と自律機械が混在する環境の例として、物流倉庫が挙げられる。物流倉庫内で使用される自律機械の代表例として無人搬送機 (AGV) がある [1]。本研究では、この無人搬送機と作業者が混在する物流倉庫内を再現したシミュレーション環境を構築した。また本検証システムにおいて被験者へ情報提示を行う際のインターフェースとして、Microsoft 製の Hololens2 を用いた。Hololens2 は現実世界へホログラムを重畳表示することが可能なデバイスである。構築したシミュレーション環境と情報提示システムの

概略図を図 2 に、実際にシミュレーション環境と同期したホログラムの様子を図 3 に示す。

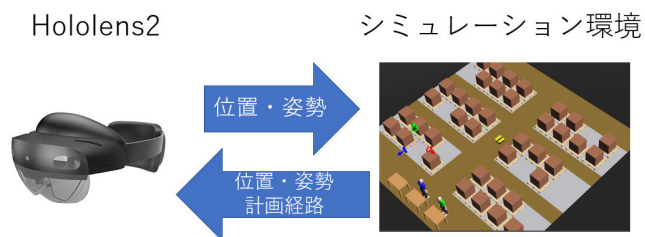


Fig. 2: System architecture of the experiment for validating our strategy.



Fig. 3: The simulation environment and holograms are synchronized.

4. ユーザへの提示情報

本研究で提案する情報提示戦略では、ユーザの自律機械の振る舞いに対する理解度に応じて、情報提示の抽象度を上げていく方法を提案した。これに従い、本研究では提示する情報を 4 段階に分けた。各段階で提示する情報の概要を表 1 に示す。また、すべての情報を表示している STEP1 において、物流倉庫内の作業者と自律機械のすれ違いを模した動作確認実験の様子を図 4 に示す。

ここで、ホログラムで表示している各情報の意味について説明する図 4 中の黄緑色の円板は、人が立ち入った場合に自律機械が停止する領域（安全停止領域）を示す。赤色の線は自律機械が近い将来通過すると計画している計画経路を示す。青色の点線は、自律機械が最終的にたどり着きたい目標座標と現在の自律機械を繋いでいる。本検証システムでは、これらの情報を段階的に減らすことで、提示情報の抽象度を上げ、ユーザの自律機械の振る舞いについての学習余地を常に与え続けるものになっている。

Table 1: The strategy of information presentation for assisting to understand autonomous robot's behavior.

STEP	Information to be presented
STEP1	自律機械の安全停止領域・目標座標・計画経路
STEP2	自律機械の安全停止領域・目標座標
STEP3	自律機械の安全停止領域
STEP4	提示情報なし

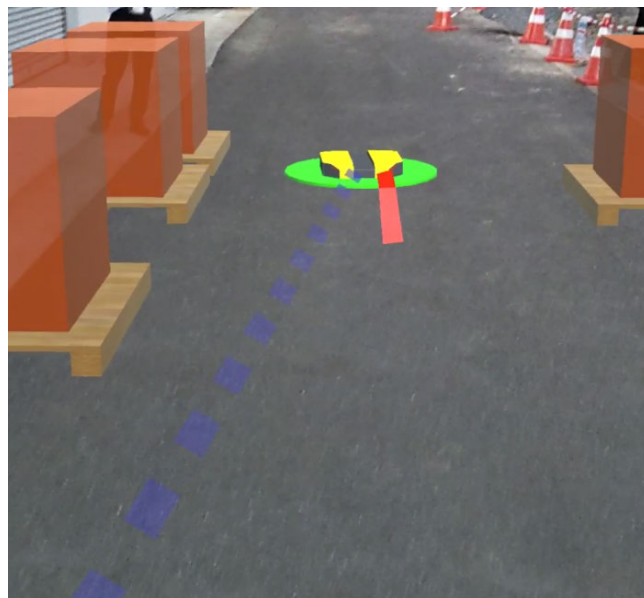


Fig. 4: An one scene of the information presentation in most elementary step (STEP1). The red line indicates the "path the autonomous machine will take in the near future," the blue dashed line indicates the "final destination of the autonomous machine," and the green area indicates the "safe stopping area where the autonomous machine will stop when it comes close to a person."

5. 動作確認実験

本研究では、情報提示戦略が有効であるかを検証するために構築した、物流倉庫内シミュレーションシステムの動作確認実験を行った。動作確認実験の様子を図 5 に示す。この動作確認実験の結果、物流倉庫内のシミュレーションおよび情報提示システムが問題なく動作することを確認した。今後、構築したシステムを用い、情報提示の抽象度を変更する実験を行う予定である。

6. 結言

本研究では、人が自律機械の振る舞いを理解すること促進するために、ユーザの習熟度に応じて提示する情報を変化させる情報提示戦略を提案した。また、この情報提示戦

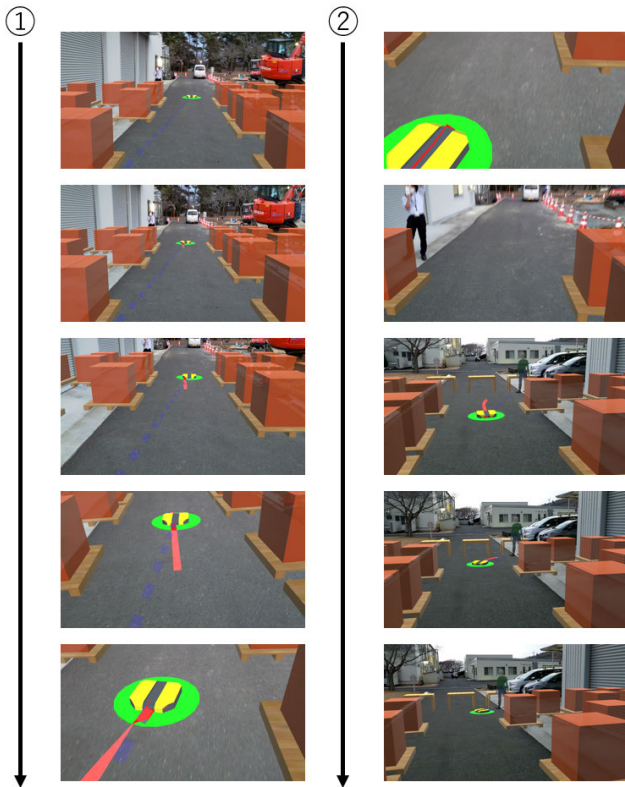


Fig. 5: An experiment to verify the operation of the system to confirm the effectiveness of the our information presentation strategy.

略の有効性を検証するための物流倉庫を模したシミュレーション環境及び、情報提示システムを開発した。今後はこのシステムを用いて実験を行い、提案した情報提示方法の有効性について検討する予定である。

参考文献

- [1] Nils Boysen, René de Koster, and Felix Weidinger. Warehousing in the e-commerce era: A survey. *European Journal of Operational Research*, 277(2):396–411, 2019.