

論文内容の要旨

申請者氏名 ZHANG RENJIE

Augmented Reality (AR) has long been expected to help users improve their working efficiency. However, due to the absence of intelligent systems, existing AR applications are greatly affected by the virtual content interference with real-world activities. Unlike existing work, which focuses more on hiding virtual content to reduce interference, in this work, we propose an innovative AR Task Support System where virtual contents actively guide users with task completion. During task execution, our system proactively searches for and tracks key objects in the scene, and uses this context information to automatically select appropriate virtual content and display positions. Through introducing open-world promptbased visual models, our system can effectively retrieve few-shot or even zero-shot objects that are uncommon in the dataset. This approach extends the use of AR Task Support System beyond controlled industrial settings to more uncontrolled daily scenarios, overcoming the limitations of existing systems. It also significantly reduces development costs for developers. We demonstrate the advantages of our system over traditional virtual content management systems through a series of experiments that are closer to users' real usage situations. Based on this system, we further improve the system from the system with enhanced object retrieval ability. We also discussed the possibility of using gaze data for solving the long-standing automatic instruction switching problem in the society of AR Task Support Systems.

氏 名	Renjie Zhang
-----	--------------

(論文審査結果の要旨)

令和6年8月29日に本博士論文の最終審査を行った。その結果、本博士論文は、提出者が独立した研究者として研究活動を続けていくための十分な素養を備えていることを示すものと認める。

Renjie Zhang 君は、本博士論文において、これまでにない画期的な拡張現実感 (AR: Augmented Reality) 技術について提案を行った。拡張現実感とは、産業分野における様々な作業支援において有効に活用されることが期待され、これまで多くの研究が実施されてきた。それらの応用においては、対象とする作業を支援するためのコンテンツを専門家が事前に作成し、それをシステムに実装しておくことで利用可能となる。また、拡張現実感技術の特性から作業環境が既知であるか、マーカを貼り付けるなどの特別な仕掛けを実装しておくことが前提となっていた。しかし、そのような方法では、作業環境を事前に想定できない場合には利用することができない。また、コンテンツの作成にも大きなコストを要する。そこで、コンテンツの作成が容易で、作業環境を事前に想定できない場合でも動作する作業支援システムの実現が望まれる。Renjie Zhang 君は、この課題に対して、プロンプトに基づく物体認識・検出技術と、新たに考案した視覚コンテンツ管理機能を用いることで、非常に柔軟性の高い AR 作業支援システムを開発し、評価実験を通じてその有効性を検証した。

本論文における彼の学術的貢献は、以下の4つである。

- 1) システムが表示する作業支援コンテンツに従ってユーザーが実施する作業の完了をシステムが自動的に検知し、続く作業の支援コンテンツに自動的に切り替える仕組みを考案した。
- 2) 作業環境内の主要な物体を自動的に検出・追跡し、その情報を使用して作業支援コンテンツを適切な位置に表示する方法を考案した。
- 3) プロンプトに基づく物体認識・検出技術を用いることで、作業対象物を作業環境内から特定する方法を AR 作業支援システムに導入した。この方法は、作業支援コンテンツの作成コストを軽減するために、少数の訓練画像で動作するものとなっている。
- 4) 提案する作業支援システムが、従来型の作業支援システムと比較し、有効性が高いことを評価実験を通じて明らかにした。

これらの成果は、拡張現実感という技術分野の発展に大きく貢献するとともに、その普及に向けて重要となる知見を有している。以上から、本論文は、博士(工学)の学位論文として、メディア情報学分野における十分な学術的価値を有することが認められると判断した。