

論文内容の要旨

博士論文題目

Visualization-method selection according to task and system characteristics for HMD-based AR task-support

氏 名

田井中溪志

(論文内容の要旨)

An Augmented Reality (AR) task-support using head-mounted displays (HMDs) improves human performance in maintenance, assembly, and disassembly tasks by intuitively showing the working procedure to the operator. However, to achieve the intended AR capability and to improve working efficiency, the application designer must fully understand the characteristics of AR and then, design how to visualize the information (visualization method) for operators. On the other hand, we believe that the procedure manual writers in factories will design those AR task-support applications in the future. Therefore, it will be difficult for these people who usually do not have AR expertise to design AR applications. To solve this problem, I propose a method to assist them by filtering and outputting suitable visualization methods. Firstly, I defined subtask-types with a certain granularity to compose general assembly tasks and defined tracking-types to classify the performance of AR hardware and software used. Then, I proposed a filtering method of possible visualization methods for the application by eliminating ones that cannot be used due to those types of the task and system. Secondly, I extended the subtask-types for maintenance, assembly, and disassembly tasks and I organized the many extant visualization methods in terms of task and system characteristics. Then, I proposed a filtering method of suitable visualization methods for more detailed task and system characteristics, such as working space, object, and HMDs. The evaluation of the proposed method resulted in the output of a small number of visualization method candidates, including at least of one which AR experts feel was suitable. Finally, I implemented the proposed method as a web tool and made it available to the public so that the target users can use it easily.

(論文審査結果の要旨)

令和5年2月6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が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。

田井中 溪志君は、本博士論文において、拡張現実感 (Augmented reality、以下 AR) を用いた組み立て・メンテナンス作業支援システムを設計する際に、その情報提示手法 (作業者を支援するための、文字/画像/ビデオ/3次元モデルなどの使用表現方法) を、作業内容やシステム要件に基づき、絞り込み推薦する手法に関して研究した。

組み立て作業やメンテナンス作業の AR による支援は、作業者の手順理解を容易にし、手順の誤りを減少させるなど効果などが、多くの研究により明らかになっている一方で、実社会に広く普及しているとは言い難い。この一因は、高品質な AR 作業支援システムを作る際に、作業環境や作業内容、使用可能な技術等を勘案しつつ、各作業状況において適切な情報提示方法を選択することが、一部の経験豊富な AR 研究者等を除いた多くの人にとって困難であることにある。本博士論文研究においては、これまで解決されていなかったこの問題に対し、以下の2段階で、豊富な AR の知識を有さない大多数のユーザに対して、プラクティカルな解決策を提案した点が評価できる。

1) 使用するデバイスのトラッキング自由度と作業工程の種類に基づく利用可能な情報提示方法の絞り込み

第一段階として、利用可能な情報提示方法が、用いるデバイスのトラッキング (デバイスや対象物の位置や姿勢を求める機能) 自由度と、対象となる作業工程の種類によって、大きく異なることに着目し、それらの情報を入力することで、利用可能な情報提示方法を、全情報提示方法群から絞り込む手法とツールを提案した。実験により、開発経験の少ない被験者が提案ツールを使用して、問題なく情報提示方法を選択できることを確かめた。さらに、被験者により設計された作業支援システムを実装し、他の被験者に使用させることで、その作業支援効果も明らかにした。

2) 作業者が理解すべき情報に基づく適切な情報提示方法の推薦

1に加え、各作業工程で作業者が理解すべき情報を基に、利用可能な情報提示方法から、さらに、作業支援効果が高い (可能性が高い) 方法を推薦する手法とツールを提案した。その課程で、詳細な論文調査や、多様な作業手順書・作業動画の分析、10名以上の AR 研究者への聞き取り調査を通して、ツール内で扱える作業工程の種類や情報提示方法の種類にも抜本的な改善を加えた。実験により、提案ツールが、AR 研究者が各状況において有効だと考える情報提示方法と概ね類似した方法を推薦できることを明らかにした。また、最終的に、これらのツールをサーバ上で公開することで、誰もが利用できるようまとめた。

以上の成果から、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。