

## 論文内容の要旨

博士論文題目 User Interaction for Handheld Augmented Reality in Task Support

氏名 Varunyu Fuvattanasilp

### (論文内容の要旨)

In this thesis, I investigate the aspect of user interaction in Augmented reality for task support in a handheld device. I focus on a handheld device as it becomes a promising platform for many AR applications due to accessibility and popularity nowadays. I divided the user interaction into two groups based on role in task supporting: 1) Input the virtual instruction by an expert user, and 2) Receive and follow the virtual instruction by a novice user. In Chapter 2, I address the problem of an expert user for inputting the virtual instruction. In the task support scenario, where the object placement and manipulation required to perform. Thus, an intuitive object manipulation technique is needed for this task. I present SlidAR+, a Gravity-Aware 3D Object Manipulation for Handheld Augmented Reality. SlidAR+ is a method for controlling the position and orientation of virtual objects in HAR. Next, I present the results of experiments by comparing SlidAR+ and a state-of-the-art method to evaluate the performance of SlidAR+. In Chapter 3, I investigate the effect of the latency of the handheld device's camera on task performance. As for the novice user, following the instruction correctly is fundamental. However, looking through a camera lens in the video-see through displays affects users' performance due to distortions in visual representation and hardware performance. The effect of latency has not much

been explored. To address this, I investigate the effect of the latency of the mobile phone's camera on task performance. I conducted two small studies: 1) To see which levels of latency users start to notice, and 2) How does latency affect the task performance. To summarize in this thesis, I present two works: 1) SlidAR+: Gravity-Aware 3D Object Manipulation for Handheld Augmented Reality and 2) an investigation of the effect of latency on 2D display for micro-task.

氏 名	Varunyu Fuvattanasilp
-----	-----------------------

### (論文審査結果の要旨)

令和3年2月12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。

Varunyu Fuvattanasilp 君は、本博士論文において、ハンドヘルド型拡張現実感による作業支援システムのユーザインタラクションに関する研究を行なった。近年、拡張現実感技術を用いて、スマートフォンやタブレットデバイスのカメラ映像に作業手順などを重ねて表示することで、作業者を支援するシステムが利用されている。このようなシステムは、一般的に、(1) 作業熟練者が、作業空間の各所に作業手順を示す支援情報を事前配置する準備工程を経て、(2) 不慣れな作業者がそれらの支援情報を参照するという、実際の作業工程にて利用される。本博士論文研究においては、この工程 (1) において、これまで解決されていなかった以下の問題の解決策を示し、また工程 (2) において、明らかでなかった以下の影響を実験によって検証した点が評価できる。

- 1) 2次元入力インタフェースであるタッチパネルによる、支援情報配置時の3次元姿勢制御が困難である問題。

これに対して、対象物の姿勢を表現する3自由度を独立的に制御する代わりに、操作自由度を意図的に減少させることで、タッチパネルにより無理なく操作が可能であるという着想を得た。具体的には、タブレットの加速度センサにより安定検出可能な重力加速度の方向を利用して、回転をその軸上に限定して操作する手法を考案した。これを最先端の既存手法と比較した実験により、提案手法が作業時間を大幅に減少させることを明らかにした。

- 2) ハンドヘルド型拡張現実感において、カメラ遅延が精密作業に与える影響。

ハンドヘルド型拡張現実感作業支援システムにおけるディスプレイ上のカメラ画像は、それが撮影されてから表示されるまでの処理時間により、実世界からの遅延が発生するが、特に、それが精密作業に与える影響はこれまで明らかになっていなかった。これに対して、二つの被験者実験を通して、作業者の感じる最小の遅延差と、異なる遅延が特定の精密作業の時間と精度に与える影響を明らかにした。

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。