

## 論文内容の要旨

博士論文題 Usefulness of Handheld Augmented Reality in  
Inspection Tasks

氏名 Polvi Jarkko Kalevi

### (論文内容の要旨)

Augmented Reality (AR) means the combination of real world and virtual objects that are registered in 3D and can be interacted in real-time. Handheld AR (HAR) refers to AR on handheld devices such as smartphones or tablet computers. Handhelds are affordable and provide easy means for information input and sharing. Thus, they have the potential to enable wide adaptation of AR. However, unlike AR in general, HAR is often not considered useful in goal-oriented tasks due to insufficient utility and usability.

In this thesis, we investigate the usefulness of HAR in inspection tasks. The essential part of these tasks is the inspection of targets in a workpiece via visual observation based on the information provided by a checklist. Adding information to a checklist is often also necessary. While conducting an inspection, users have to divide their attention between the checklist and the workpiece. With AR, we can reduce the workload and divided attention in inspection tasks by directly overlaying information from a checklist to a workpiece. Furthermore, handhelds enable us to can easily add information to a checklist and share it with other users.

Usefulness is a combination of utility and usability. In order for HAR to be consider useful in inspection, we have to confirm if HAR enables proper functionality for positioning virtual annotations accurately to a workpiece (utility). We also need to evaluate if HAR provides any benefits (usability) compare to non-AR interfaces in visual observation tasks. We have applied Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) based HAR prototypes to tasks that focus on 3D positioning of virtual annotations and to visual observation of the real world. We have conducted total of four user studies: two studies focus on 3D positioning and two to visual observation tasks.

This doctoral thesis has two main contributions: Firstly, we are the first to evaluate a ray-casting based AR 3D positioning method against a conventional device-centric method. We have confirmed the higher efficiency of a ray casting based method. Secondly, we are the first to apply HAR to complex visual observation tasks that require movement and viewpoint alignment. We have proven AR's higher efficiency over a non-AR picture interface. Even though we focus only on SLAM-based HAR, our findings can be applied to other types of AR systems as well.

氏名	Polvi Jarkko Kalevi
----	---------------------

(論文審査結果の要旨)

平成 28 年 1 月 20 日に公聴会を開催した後、平成 28 年 2 月 19 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、提案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。

Polvi Jarkko Kalevi 君は、本博士論文において、ハンドヘルド型拡張現実感技術の産業応用として、それを設備検査業務に導入した場合の有用性について評価した。本論文の具体的な貢献を以下に示す。

1. SLAM 技術に基づく拡張現実感システムにおいては、注釈情報を 3 次元空間内に配置するタスクの精度や時間が問題となっていた。このことが、ハンドヘルド型拡張現実感を設備検査業務に用いる際の大きな問題となることを指摘し、その解決策としてエピソード拘束を用いた簡便で高精度な注釈配置手法を提案した。その上で、評価実験を実施し、その手法が従来法と比較し、優れていることを示した。

2. ハンドヘルド型拡張現実感システムの設備点検業務での有用性を確認するために、模擬点検業務とその支援システムとして、ハンドヘルド型拡張現実感システムと、従来手法として写真に基づくシステムを構築し、その比較評価実験を実施した。その結果を分析することで、ハンドヘルド型拡張現実感システムが従来システムと比較して優れていること、特に、タスクの難易度が増すに従い、その傾向が強くなることを明らかにした。

以上の成果には、拡張現実感分野での学術的価値が認められるとともに、産業応用に向けた拡張現実感の新たな展開を切り拓く応用的価値も認められる。