

# 論文内容の要旨

博士論文題目

## Evaluation of Augmented Reality as a Memorization Aid and Projection Mapping onto Deformable Objects

(拡張現実感の記憶行為に対する有効性の検証と柔軟物体へのプロジェクションマッピング)

情報科学研究科情報科学専攻 藤本 雄一郎

### (論文内容の要旨)

拡張現実感の実世界上の特定の位置にあたかも存在するかのように仮想物体を重畳表示させる技術である。この技術は近年、ゲーム等のアミューズメント分野、商品の広告などに広く利用されるようになり、一般普及しつつある。一方、古くから特に活発に研究されているこの技術の他の応用分野として、工業に関する作業支援が挙げられるが、実際の工業作業の支援に拡張現実感が用いられているケースは現状極めて限られている。

本研究では、拡張現実感の工業作業支援への応用を妨げる具体的問題の解決に取り組む。この原因を探るため、拡張現実感の本質に立ち返ると、この技術を作業支援に用いることの特徴は以下の二つに大別できる。一つ目は仮想物体と実物体の関連付けが視覚的かつ直接的に行えるため、分かりやすい情報提示を可能とすることである。二つ目は実物体の一部を仮想物体で置き換えることで、実物感を損なわない、リアルな知覚を可能とすることである。

一つ目は工業製品の組み立て、廃棄、点検、およびそれらの作業のトレーニング工程に対し有効に働く特徴である。これらトレーニング工程では3次元的な作業をユーザに素早く、直感的に理解させることを主たる目的として今まで研究がなされているが、その他に、作業に必要な情報や作業工程の流れをユーザに記憶させる、という目的も存在する。そこで本研究では、トレーニング工程の後者の目的に関する拡張現実感技術の新たな有効性を発見するため、「提示情報が本質的に実世界上の位置という情報を含んでいる」という拡張現実感の特性と「位置に関連付けられた情報は記憶されやすく、また想起されやすい」という人間の記憶メカニズムの特性に着目した。以上の二つの特性を基に、拡張現実感による注釈表示において「対象物体の位置に関連付けて情報を表示した場合、無関係な位置に表示した場合と比較して、それを見たユーザの記憶に特定のポジティブな影響を及ぼす」という仮説を立てた。この仮説を示すことができれば、拡張現実感を用いた作業支援システムは、不慣れた作業者が作業工程を覚えるトレーニング工程においても有効であると示せる。複数の被験者実験を通して、対象物体の位置に関連付けた表示を行った場合とそうでない場合の記憶結果の間に上記仮説を立証するいくつかの有意な差が見られた。

二つ目は工業製品のデザイン作業等に対し有効に働く特徴であり、前者の特徴と比較するとこれを利用した研究例が少ない。このデザイン作業支援の重要な応用例の一つとして、無地白色の実物体を対象とし、拡張現実感を用いてテクスチャの重畳表示を行い短時間にその見た目を変化させることで、様々なデザインを試すことができるラピッドプロトタイプングが挙げられる。この応用の現状の大きな問題は、多くの既存技術が対象の形状変化を許容しないため、短時間での対象物体の形状変化が行えないことである。それゆえデザイン中に形状が容易に変化する衣類等の工業製品に対し、拡張現実感を用いた既存のラピッドプロトタイプングを導入することは困難であった。そこで本研究では衣類のような柔軟物体を対象とした形状の認識手法の提案、及び得られた形状情報を基にしたプロジェクタを用いたテクスチャ投影により、対象物体表面の見た目を変化させるシステムの構築を行った。

氏名	藤本 雄一郎
----	--------

(論文審査結果の要旨)

平成 26 年 12 月 18 日に開催した公聴会の審査結果を踏まえ、平成 27 年 2 月 16 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。

藤本雄一郎は、本博士論文において、拡張現実感の記憶行為に対する有効性の評価、及び投影型拡張現実感により柔軟物体表面に対して、模様を付与するための技術を提案し、その有効性を示した。本論文の具体的な貢献を以下に示す。

1. 認知科学の知見に基づき、拡張現実感と人間の記憶の特性の親和性に着目し、この技術が人間の記憶行為にポジティブな影響を与えることを検証した。具体的には、拡張現実感を用いて、対象物体近くに関連付けて情報の表示を行った場合、無関係な位置に表示した場合と比較して、記憶行為に有効に働くという仮説を立て、3種類の被験者実験により、仮説の妥当性を定量的に評価した。さらに実験により得られた知見を基に、拡張現実感による記憶行為に有効な情報提示手法に関する設計指針を与えた。

2. プロジェクタにより、3次元対象物体に対してあたかも表面に印刷されているかのように模様等を投影する投影型拡張現実感を実現するには、対象物体の表面形状と局所的な位置の推定を行う必要がある。この技術における従来手法の大きな制約は、随時形状が変化する変形自由度の高い布のような柔軟物体を対象として自由に扱えないことであった。そこで、半透明な再帰性反射材で作成した目に見えにくい独自のマーカを対象表面に貼り付け、それを赤外カメラにより認識することで、表面形状と局所位置を随時推定し、投影を安定して行うためのアルゴリズムを提案した。

このように、拡張現実感の新たな有効性の検証と柔軟物体を対象とした投影型拡張現実感に関する技術的な提案を行った本論文は、拡張現実感技術の分野に対して学術的に大きく貢献したものと評価できる。よって、本論文は、博士(工学)の学位論文として十分な価値があるものと認める。