

令和 5 年 6 月 26 日現在

機関番号：32689

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2017～2020

課題番号：17H01941

研究課題名（和文）Editable Reality技術を基盤とした実世界ベースデザイン環境の構築

研究課題名（英文）Development of a CAD System for Real Product-Based Design in Editable Reality Environment

研究代表者

福重 真一（Fukushige, Shinichi）

早稲田大学・理工学術院・教授

研究者番号：10432527

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 11,600,000円

研究成果の概要（和文）：本研究で提案した「実世界ベースデザイン」は、現実の工業製品や建築物を対象として、これらの3次元形状を仮想的に編集することで新しいデザインを生み出すためのアプローチである。この新しい設計プロセスを実現するため、ビデオ透過ディスプレイを通して見た現実世界の任意の物体（実物体）を、仮想オブジェクトと同様に自由に編集することを可能にするEditable Reality（編集可能現実）技術を開発し、検証実験として住空間のリノベーション設計に適用しその有効性を確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現実世界に存在する物体を、あたかも仮想物体のように自由に形状編集するための技術であるEditable Reality（ER）は、既存のXR技術の延長には無い新しい応用分野が期待される。実世界ベースデザインはその応用例の一つであり、既存の工業製品や建築物をベースとして、これらを改変した新しいデザイン案を、実物体のリアリティを維持したまま検討できるようになることの意義は大きい。

研究成果の概要（英文）：The 'Real world based design' proposed in this research is an approach for creating new designs over real industrial products and buildings by virtually editing these 3D shapes. To realize this new design process, we developed Editable Reality system, a technology for freely editing the shape of arbitrary objects in the real world as seen through a video see-through display, in the same way as virtual objects.

研究分野：設計工学

キーワード：Editable Reality XR CAD 実世界ベースデザイン

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

近年、インクルーシブデザインやオープンデザインなど、ユーザ参加型のデザイン活動が注目を集めている。こういった、専門家ではない人々によるデザイン活動を想定した時、工業製品や建築物のデザインの「場」は、それら人工物が設置され実際に使用される環境に近づくことが望ましいと言える。なぜならば、実環境における様々な利用シーンをリアルに体感しながら、生活者の視点から製品の機能や意匠、操作性などを検証し、自分の感性を即座にデザインに反映するというプロセスを何度も繰り返すことができるからである。

しかし、現実空間の精緻な 3 次元モデルを計算機内部に作成するには膨大な作業が必要となるため、製品を取り巻く実環境のパノラマ画像を撮影し、これを環境マップとして用いることで擬似的な現実空間を作り出す方法や、Mixed Reality (複合現実, MR) 技術によって現実の空間上に製品の仮想モデルを配置する方法などが主に用いられている。しかし、これらの方法では、形状の変更が可能なのは仮想オブジェクトのみであり、実物体を編集の対象とすることはできない。

### 2. 研究の目的

ビデオ透過型のヘッドマウントディスプレイを通して見た現実世界の製品の形状を、仮想モデルのように編集可能にする Editable Reality (ER) 技術を基盤とした、実世界ベースのデザイン支援環境を開発する。具体的には、3D-CAD と ER の機能を統合することで、製品の実物を、ディスプレイを通して CAD モデルと同様に編集するための形状モデリングシステムを開発し、これを用いて、製品の外観に様々な変更を加えながら新しいデザイン案を探索するためのデザイン支援環境 (図 1) を実現する。

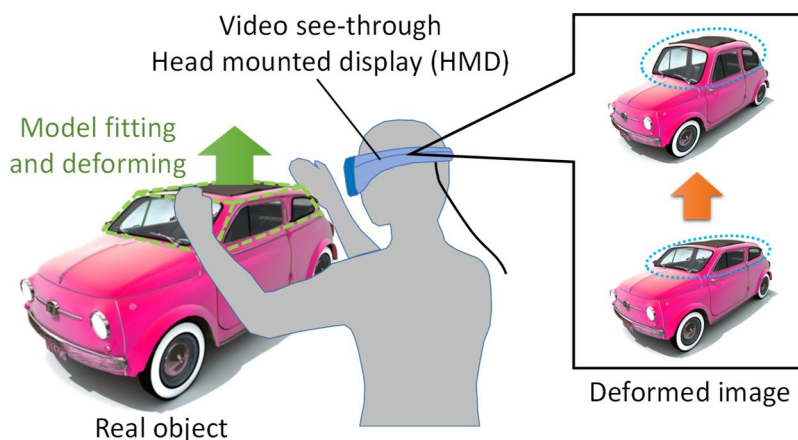


図 1 ER システムを用いた実製品の仮想的なデザイン変更

### 3. 研究の方法

ER 技術に基づく実世界ベースデザインの支援環境を構築するため、既存の MR システムに 3D-CAD のモデリング機能を統合し、さらに、製品の実物体の形状を仮想的に編集するための新しい実時間画像処理機能を実装した。本システムの基幹部分である CAD モデルの編集機能に対して、モデルの変形に合わせて実物体の映像をリアルタイムに変形・再合成する機能を統合することで、目的とする「ディスプレイを通して見た実製品の対話的なデザイン変更」を実現した (図 2)。最後に、いくつかの工業製品を例題に本システムを用いた新しいデザイン探索のケーススタディを実施し、その有効性を検証した。

### 4. 研究成果

本研究で開発したデザイン支援システムは、従来の CAD システムのように何も無いところから製品モデルを作成するのではなく、現実世界に存在する様々な人工物を素材にして、これに自分の要求やアイデアを加えていくという設計方法を実現するものである。その意味において、従来の仮想現実や複合現実とは異なる技術体系に基づく新しいデザインプロセスを提案することができたと言える。

これにより、既存製品の外観に様々な変更を加えながら新しいデザイン案を探索するための、実世界ベースデザイン環境を実現することができた。本システムの最大の特徴は、対象製品の3次元復元を行うことなく、周辺環境が映り込むような光沢面を持つ工業製品の(仮想的な)変形を可能にした点であり、デザインの変更に伴う実製品のリアルな変化を再現することができるようになった(図3)。

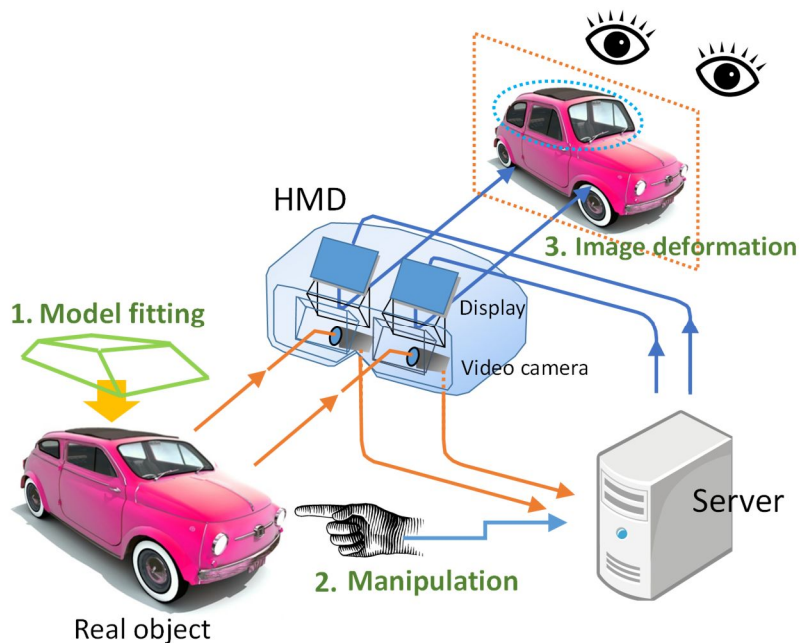
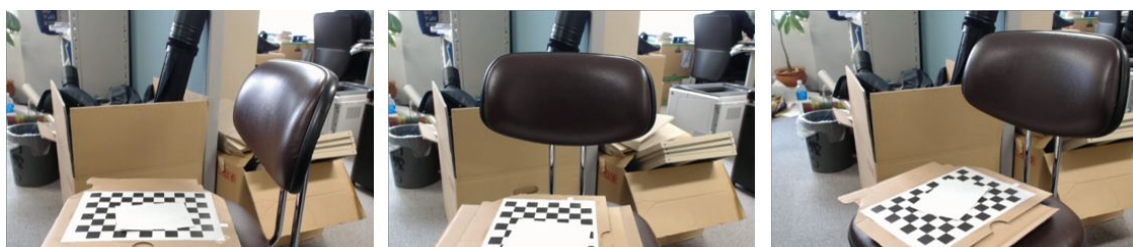
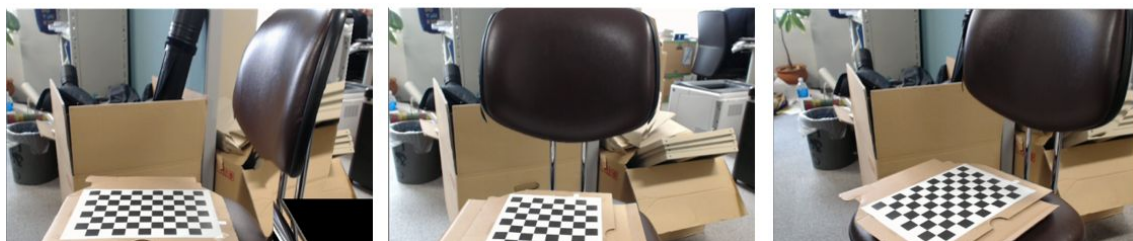


図2 ERシステムの構成



(a) Real images



(b) Deformed images (vertical extension)



(c) Deformed images (horizontal extension)

図3 実製品の仮想的な形状編集(オフィスチェア)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 H. Kobayashi, S. Fukushige, H. Murata	4. 巻 Vol. 25, No. 1&2
2. 論文標題 A Framework for Locally-oriented Product Design Using Extended Function-structure Analysis and Mixed Prototyping	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Global Environmental Research	6. 最初と最後の頁 43-50
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 福重 真一	4. 巻 83
2. 論文標題 実物体の仮想的な形状編集のための対話的イメージベースト・リモデリングシステム	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 日本機械学会論文集	6. 最初と最後の頁 17-00121
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1299/transjsme.17-00121	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計8件（うち招待講演 0件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 渡邊 悠悟, 福重 真一, 小林 英樹
2. 発表標題 生活圏アプローチに基づく仮想現実環境を用いた設計評価手法の提案
3. 学会等名 2019年度精密工学会春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Fukushige
2. 発表標題 Augmented Reality Based Tele-immersion System for Collaborative Design in a Real Space
3. 学会等名 Asian Conference on Digital and Design Engineering 2018（国際学会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 福重真一
2. 発表標題 空間共有によるコ・デザインのためのARをベースとしたテレプレゼンスシステム
3. 学会等名 第37回テレイメージング技術研究会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 S. Fukushige, R. Miyata, H. Kobayashi
2. 発表標題 A Virtualized Reality Environment for the Immersive Evaluation of Locally Oriented Product Design
3. 学会等名 10th International Symposium on Environmentally Conscious Design and Inverse Manufacturing
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 渡邊悠悟, 宮田理恵子, 福重真一, 小林英樹
2. 発表標題 全方位画像の多数合成による屋内仮想現実環境を用いた地域指向デザイン評価
3. 学会等名 日本機械学会第27回設計工学システム部門講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 宮田理恵子, 福重真一, 小林英樹
2. 発表標題 地域指向デザイン評価のための仮想化現実環境の構築
3. 学会等名 2017年度精密工学会春季大会学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Kohta Seki, Shinichi Fukushige
2. 発表標題 TeleGhost: Asymmetric Telepresence System Using AR and VR Avatars in a Shared Real Space
3. 学会等名 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC) 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 川田 万尋, 福重 真一, 小林 英樹
2. 発表標題 福祉住環境を対象としたリノベーションデザイン支援のための仮想編集技術の開発
3. 学会等名 日本機械学会 第32回 設計工学・システム部門講演会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	道川 隆士 (Michikawa Takashi) (60435683)	国立研究開発法人理化学研究所・光量子工学研究センター・ 上級研究員  (82401)	
研究分担者	小林 英樹 (Hideki Kobayashi) (60446903)	大阪大学・工学研究科・教授  (14401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------