

MR 技術に基づく壁紙リノベーション支援システムに関する基礎的研究

遠藤 広人^{†1} 阿部 亨^{†2,†3} 菅沼 拓夫^{†2,†3}

^{†1} 東北大学工学部 ^{†2} 東北大学大学院情報科学研究科

^{†3} 東北大学サイバーサイエンスセンター

1 はじめに

近年, Mixed Reality(MR) 技術が作業支援や共同デザイン支援などの分野で一般的に利用されつつある. MR は, 現実空間と仮想空間を高度に融合する「複合現実」を意味する. MR では, 現実世界の情報を取得し, それを仮想オブジェクトの配置や操作に反映することが可能である. この MR 技術を, 室内のデザインシミュレーションに活用する研究が行われており, 例えば文献 [1] の研究では, 現実空間内における仮想家具の設置を行ったイメージを生成することで室内のデザイン支援を行っている.

この MR 技術の室内デザイン支援応用の一つとして, 仮想的な壁紙を MR 空間に提示する研究がある. 文献 [2] では深度情報をもとに, 文献 [3] では画像の領域分割によって, 現実空間の壁領域に対応した仮想的な壁紙を提示している. しかしながら, 壁紙の表示の際に, 位置の調整やパノラマ映像の撮影などのユーザの作業を必要とする. また, 表示の際に現実空間の光源を考慮していないため, 壁紙の見え方に違和感が生じるという課題がある.

そこで本研究では, 上記のようなユーザの作業負担や, 表現上の違和感に関する課題を踏まえ, 現実空間の壁領域に対応した仮想壁紙の自動提示, およびユーザが設置した仮想光源に応じた仮想壁紙表面の明るさ調整を行う, MR 技術に基づく壁紙リノベーションシステムを提案する. 本発表では, 本提案システムの概念提案と, 基本機能の設計について述べる.

2 関連研究

MR を用いて室内に仮想的な壁紙を提示する既存研究として文献 [2], 文献 [3] がある.

文献 [2] では, 現実空間内で取得した深度情報をもとに仮想平面を計算し, そのテクスチャの変更を行う手法が提案されている. この研究における課題としては, 初期表示される壁紙が小さく, ユーザ自身がその大きさを現実空間に合わせて調整しなければならないこと, および現実空間の光源についての考慮がなされていないことが挙げられる.

文献 [3] では, 画像の領域分割によって切り出し

た壁領域に壁紙を提示する手法が提案されている. この手法では前景領域と背景領域の分割を行い, その後背景領域に仮想壁紙を重畳している. この研究における課題としては, ユーザが事前にパノラマ映像の撮影を行い, その後生成したパノラマ画像に対し, 領域分割に用いる入力を与えなければならないことが挙げられる. またこの研究でも, 現実空間の光源は考慮されていない.

3 提案

3.1 提案概要

2章で述べた課題を踏まえ, 本研究では以下に示す二つの提案を行う.

- (S1) 遮蔽を考慮した壁紙の自動重畳
- (S2) MR 空間内への仮想光源の挿入

以下の各節において提案の詳細について述べる. なお, 本研究では光学透過型 HMD の使用を想定している. これはカメラ映像を介したビデオ透過型 HMD と比較すると, ユーザが現実物体をそのまま認識できるため, 実際に現実空間内で壁紙を変更した際の見え方に近い環境をユーザに提供できる点で, デザイン支援のためには優れていると考えられる. また, 使用する HMD は, 深度センサによる空間マッピング, および仮想的な手で操作指示を行うハンドジェスチャが可能であることを前提とする.

3.2 (S1) 遮蔽を考慮した壁紙の自動重畳

現実空間の壁領域に対応した仮想壁紙を HMD に表示する. これにより, HMD 画面上では, そのまま透過されて見える現実物体に加え, 現実の壁に仮想壁紙が重畳された MR 空間が生成される. 本提案は HMD の一機能を利用し, 仮想壁紙を自動的に表示するため, ユーザの作業負担の低減が見込める. この際, 現実家具等の遮蔽の再現を行う必要があるため, 別途適切な処理を加える. 手順としては, 次の4つのステップにより構成する.

(step-1) 壁面の自動検出

現実空間内の壁の位置および形状を自動的に取得する. 具体的には, 空間マッピングデータを壁や床等に分類し, その位置・形状を平面で取得するという HMD の機能を使用する. ここでは壁の仮想平面 (仮想壁紙) を取得する.

(step-2) 仮想壁紙の HMD への表示

(step-1) により取得した仮想壁紙を HMD に

Basic study on wallpaper renovation support system based on MR technology

Hiroto ENDO^{†1}, Toru ABE^{†2,†3}, and Takuo SUGANUMA^{†2,†3}

^{†1}School of Engineering, Tohoku University

^{†2}Graduate School of Information Sciences, Tohoku University

^{†3}Cyberscience Center, Tohoku University

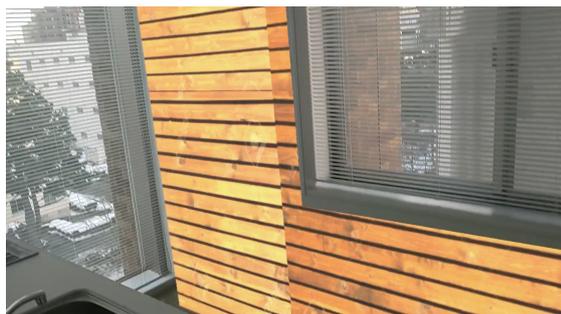


図 1: 仮想壁紙の表示イメージ

表示する。なお、ここで作成した仮想壁紙のテクスチャは、ハンドジェスチャによって容易に変更できる仕様とする。

(step-3) オクルージョン処理

表示された仮想壁紙に対し、空間マッピングデータによるオクルージョン処理を適用することで、ユーザと壁との間にある現実物体の遮蔽を再現する。

(step-4) 仮想壁紙の位置調整

生成した仮想壁紙を表示面に対して微量移動させる。これにより、(step-3)の処理における、空間マッピングデータ内の壁面メッシュ部分の仮想壁紙への被覆を軽減する。

以上の手順により、現実の壁領域に対し仮想壁紙の重畳を行った様子を図 1 に示す。

3.3 (S2) MR 空間内への仮想光源の挿入

ハンドジェスチャにより操作可能な仮想光源を MR 空間内に表示する。光源の種類は明るさ、色合い、形状に関して複数用意する。これにより、図 2 に示すような、仮想光源からの距離に応じて仮想壁紙表面の明るさが異なっている様子が再現できる。本機能を用い、現実空間に即した仮想光源の選択および設置を行うことで、仮想壁紙を MR 空間内に設置した際の表示上の違和感を軽減させる。

4 実装と評価

本研究では光学透過型 HMD として、Microsoft HoloLens2 を使用する。この HMD には複数のセ

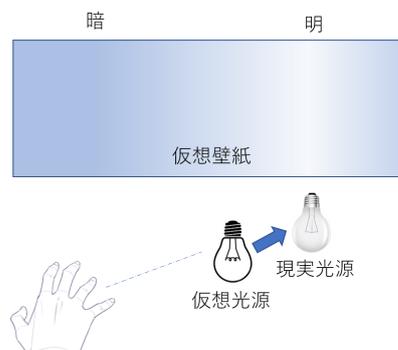


図 2: 仮想光源挿入の操作イメージ

ンサが搭載されており、ヘッドトラッキングやハンドジェスチャ認識、空間マッピングデータの取得などが可能である。

開発環境としては Unity を使用し、仮想壁紙の作成およびメインカメラ映像の HMD への表示等を行う。なお、メインカメラは HMD と位置・回転が連動しているため、HMD には壁とユーザの位置関係が正しく反映された映像が出力される。また使用するツールは主に下記の 3 つである。

• Scene Understanding SDK

空間マッピングデータを推論・計算によってシンプルな平面として抽出・分類するランタイムや、その平面を利用するためのデータ構造・API を提供する SDK。これを用い、壁領域の位置推定や仮想壁紙の作成を行う。

• sceneunderstanding-microsoft/unitysample

上記 SDK が導入された Unity サンプルプロジェクト。本研究ではこのプロジェクトの実装の一部を参考にして、壁紙リノベーションシステムを実装する。

• MRTKv2(Mixed Reality Tool Kit)

Mixed Reality アプリケーション向け開発キット。これを用い、壁紙テクスチャ変更機能や仮想光源の作成を行う。

評価については、ユーザの主観評価による本提案システムの有効性検証を検討している。ユーザ評価は、複数の項目に分けてのアンケートを実施する。具体的には、仮想壁紙の自然さや、UI の使用感、本システム利用における満足度等の調査を予定している。

5 おわりに

本稿では、MR を用いた室内デザイン支援において、従来の壁紙提示手法におけるユーザの事前作業の負担と、現実光源の未考慮による違和感の課題を解決する、仮想壁紙の自動提示、および仮想光源による仮想壁紙表面の明るさ調整が可能な壁紙リノベーションシステムを提案した。今後は、提案に基づきシステムの実装および評価を進める。

参考文献

[1] Lu, Y. et al.: Implementation and Evaluation of a High-presence Interior Layout Simulation System using Mixed Reality, *Journal of Internet Services and Information Security*, Vol.10, No.1, pp.50-63 (2020).

[2] Janusz, J.: Toward The New Mixed Reality Environment for Interior Design, *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Vol.471 (2019).

[3] 上田将司他: フリーハンド映像から切り出した壁領域に対する複合現実型壁紙シミュレーション, *日本バーチャルリアリティ学会論文誌*, Vol.19, No.2, pp.87-97 (2014).