

# 複合現実デバイスを用いた模様替え補助システムの開発

松元 香樹 安藤 崇央

本研究では MR デバイスを用いて、デバイス越しに見る複合現実空間に 3D モデルで表現された仮想的な家具の設置や、壁紙や床の模様を仮想的に変更が可能な模様替え補助システムを開発した。このシステムでは、MR デバイスとして HoloLens2 を用いることで、家具の設置や壁紙の変更などを直観的な操作で可能としている。加えて、Scene Understanding と呼ばれる HoloLens2 で利用できる拡張ツールを用いることで、リアルタイムでの部屋データの取得も可能としている。また、実際に本システムを体験してもらいアンケートにより意見を収集し、開発したシステムの評価を行った。

## 1 はじめに

一般的な模様替え補助システムではコンピューターの画面上で配置した家具やインテリアを観察することはできるが、利用者の部屋とのイメージを結びつけることはしづらい。また、あらかじめ間取りなどを調べ、設定することが必要なために手間がかかる部分が存在する。AR で表示できるシステムは、PC 上で動作するシステムよりは利用者の部屋に配置するイメージは取りやすい。しかし、それ以上に MR を用いることで、配置した家具やインテリアを実際の目線で様々な角度から観察が可能になり、よりイメージが取りやすくなるを考える。また、事前に部屋の間取りを設定することなく部屋データを取得することも可能であり、利用者にかかる手間を減らすことができる。本研究では、MR を用いた模様替え補助システムを作成することで、より現実に近いイメージが可能になるシステムを考える。それに加え、利用者の手の動きを使う直観的な操作や、リアルタイムな部屋データの取得などを用いて、より誰にでも使いやすいシステムを

考える。

## 2 関連技術

### 2.1 MR (Mixed Reality)

MR とは、図 1 のように、現実世界と仮想世界のオブジェクトが相互に影響しあう技術である。現実世界と仮想世界がリアルタイムで影響するため、仮想世界をより現実と近く感じられる。「複合現実感技術の歴史と今後の展望」[1] で述べられているように、MR デバイスには、ビデオシースルー方式と光学シースルー方式の 2 種類の MR デバイスが存在する。代表的な光学シースルー方式のデバイスには Microsoft HoloLens2 [2] が存在する。実際の活用例として、鉄道駅のホーム増設工事や線路上空に橋梁を架設する工事で利用されている。

### 2.2 Microsoft HoloLens2

HoloLens2 とは 2019 年から法人向けに販売が行われ 2020 年からは一般向けにも販売が開始された Microsoft 社製の MR デバイスである。HoloLens2 は 2016 年に発表された HoloLens の後継機と呼べるもので、その性能は表 1 で示す通りとなっている。また、HoloLens と比べて装着性が改善されたほかにも、アイトラッキング機能が追加されたことで操作性が

Development of a Room Redecorating Assistance System Using a Mixed Reality Device

Kouki Matsumoto, Takahiro Ando, 群馬大学理工学府, Graduate School of Science and Technology, Gunma University.

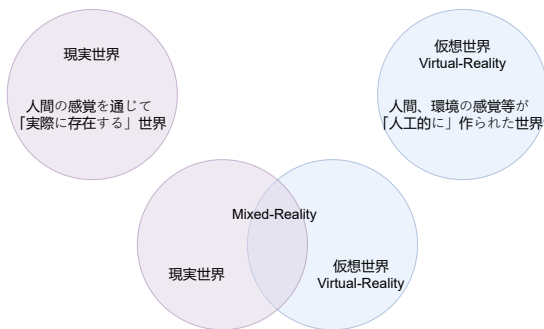


図 1 MR のイメージ図

表 1 Hololens2 の性能

OS Build	Windows10 20348.1535
Edision	Windows Holographics for Business
SoC	Qualcomm Snapdragon 850
メモリ	4.0GB RAM

向上し、視野角が 80 度程度まで広がったことで視認性の改善もされた。さらに、本体には Windows10 搭載の PC を内蔵しているため、HoloLens2 単体で動作することが可能となっている。

### 2.3 Scene Understanding

MRTK (Mixed Reality ToolKit) は、MR を用いた開発で利用されるツールキットであり、Scene Understanding [3] とは、その拡張ツールである。Scene Understanding は、壁や床などに対応する 3D オブジェクトで構造化されたデータをリアルタイムに生成できる。また、AI による推測により壁や床、天井などの識別と、欠けている部分の穴埋めや後処理がなされた部屋データを生成できる。図 3 と図 4 は、図 2 の現実の部屋を Scene Understanding を利用して推測を行う前と後の様子を示している。

### 2.4 模様替え補助システム

模様替え補助システムとは、引っ越しや模様替えの検討をしている人のイメージを補助する目的のシステムである。実際にインテリアを購入することなく、部屋に配置した時の色やサイズ、雰囲気などを確認す



図 2 現実の部屋の様子

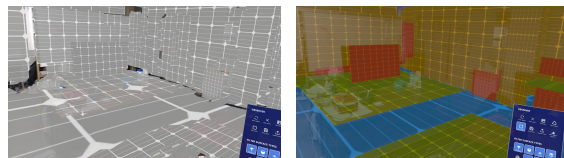


図 3 推測前

図 4 推測後



図 5 HoloLens2 を装着した様子

ることができる。これらのシステムは、家具の買い替えを検討している人や引っ越しや建築を検討している人、今の家具でレイアウトを変更する人の補助を目的としている。代表的なものに、PC からブラウザ上で間取りの作成や部屋のコーディネートができるカリモク家具の 3D シミュレーター「karimoku 3D Simulator」[4] や、タブレットやスマートフォンから操作できる AR アプリの「ルームプランナー」[5] などがある。しかし、どちらのシステムも現状では MR を利用したものではない。

## 3 システム概要

本研究では MR デバイスを用いた模様替え補助システムを開発する。本システムは MR デバイスを用いることで、呼び出したオブジェクトの大きさや位

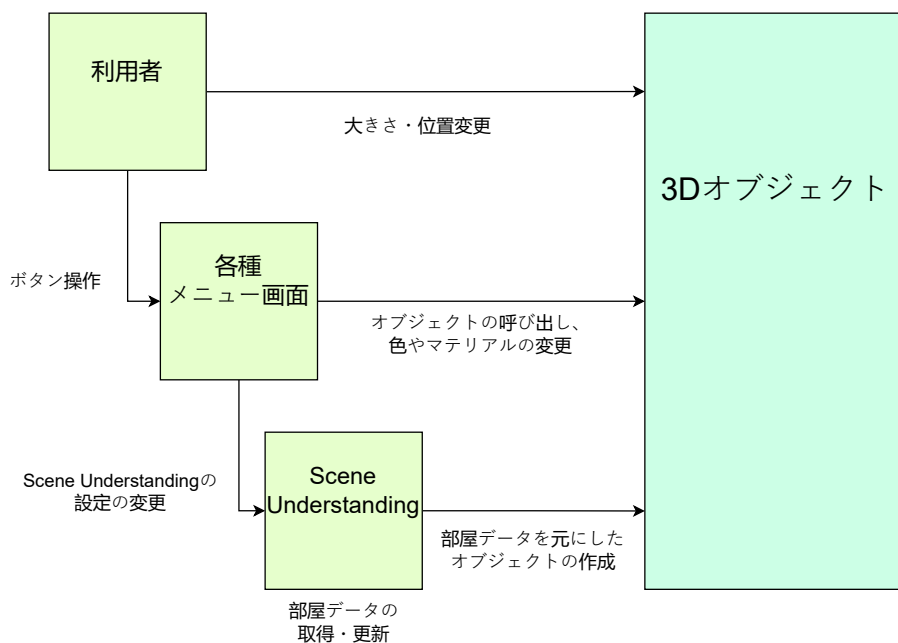


図 6 システム全体像

置を直観的に操作でき、様々な角度からの観察ができる。MR デバイスには、マイクロソフト社製 MR デバイス HoloLens2 を用いる。本デバイスは図 5 のように装着して使用する。システムのソフトウェア部分は Unity [6] を用いてアプリケーションを開発し、UWP (Universal Windows Platform) に変換し、Visual Studio 2019 [7] で Build 後、HoloLens2 に配置して使用する。

### 3.1 構成

本システムは図 6 のように構築されている。システムに実装している Scene Understanding によって部屋データを取得し、それを 3D オブジェクトで表現している。利用者はメニューパネルを通してあらかじめ登録されているオブジェクトの呼び出しや、設定の変更を行うことができる。部屋データに対しても、Scene Understanding によって分けられた分類ごとに、マテリアルの変更や表示および非表示の設定を行うことができる。利用者は呼び出したオブジェクトに対し、直観的な操作で大きさや位置を変えることができる。

### 3.2 使用デバイス

本システムでは、3D オブジェクトを現実空間上に投影するデバイスとして HoloLens2 を利用している。MR では観察者が 3D オブジェクトの周辺を現実空間上で動くことで、直観的に観察位置を変えることができる。また、オブジェクトの操作も直観的に行うことができる。さらに、現実空間の部屋のデータをリアルタイムで更新し続けることができ、あらかじめ別でデータの準備をする必要がない。これらの利点を生かし 3D オブジェクトを MR で表現することで、様々な視点から観察することができるため、現実に近い感覚での模様替え補助が可能となる。

## 4 システム詳細

### 4.1 操作画面

本システムでは、表示されるパネルのボタンを押すことにより、各種機能の呼び出しを行う。その使用例としてメニュー画面があり、メニュー画面は図 7 のようになっている。メニュー画面では実行する機能を選択し、それぞれの画面を表示するための機能を実装している。利用者は目的の機能に対応するボタン

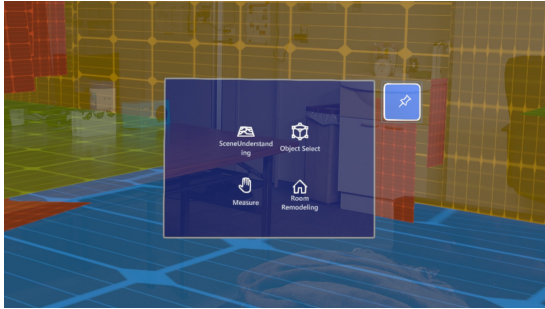


図7 メニュー画面

を押すことで、その画面を表示することができる。それぞれのボタンから移動できる機能については以後の節で説明する。

#### 4.2 部屋データの取り込み

本システムでは、Scene Understanding を使用して、現実空間上の部屋をリアルタイムに部屋データとして取得や生成ができる。また、ここで取得した部屋データに対して推測を行うことで壁や床、天井などの識別や、凹凸や欠けなどを修正することができる。

利用者は操作画面を通して、表示する部屋データから作られた壁や床を表す 3D オブジェクトの種類を選択や、推測を行う前のデータの表示を行うことができる。他にもデータの自動更新の切り替えやデータの保存や削除を行うこともできる。

#### 4.3 家具オブジェクト

家具オブジェクトは、椅子や机などの家具を模した 3D オブジェクトであり、本システムでは事前に登録したオブジェクトが利用可能となっている。本システムの家具オブジェクトは Unity Asset Store からダウンロードした Furniture FREE Pack [8] を使用している。家具オブジェクトを配置することで実際に現実空間上に配置しているように見え、より現実に近い利用者の視点から観察することができる。

利用者はパネル操作を通して家具オブジェクトを呼び出すことができる。パネルのボタンの前には、そのボタンに対応する家具オブジェクトがプレビューとして表示されており、利用者が呼び出すオブジェク



図8 システムの使用例

トを選択しやすくなっている。呼び出した家具オブジェクトに対して、利用者は人差し指と親指で直接家具をつまむように操作することも、ハンドレイと呼ばれる腕先から出るポインターを用いた操作をすることもできる。これらの操作により、利用者は直観的に家具オブジェクトを移動、回転、拡大縮小できる。実際に家具オブジェクトを配置して部屋の模様替えを行った例は図8のようになる。

その他にも、利用者は家具オブジェクトを呼び出した際に同時に呼び出されるパネルを通して家具オブジェクトの設定変更操作ができる。設定変更操作では、色の変更や座標の固定、オブジェクトの削除ができる。

#### 4.4 床や天井の模様替え

利用者はこの機能に対応する操作パネルを通して、壁や床などの Scene Understanding によって識別されたオブジェクトの模様替えができる。この模様替えは対象のオブジェクトのマテリアルを変更することによって行われる。操作パネルからマテリアルの表示されたボタンを押し、変更適用ボタンを押すことで、選択したマテリアルに模様替えされる。ここで張り替えできるマテリアルはあらかじめ登録したものになっている。床や壁を模様替えすると図8の背景のようになり、現実空間に上書きするように表示されるので、部屋の模様替えイメージが視覚的にわかりやすくなる。

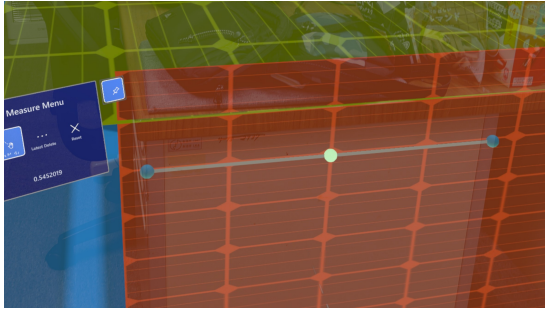


図 9 ポインター配置の様子

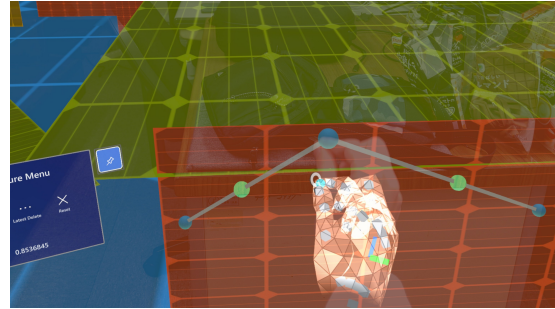


図 10 ポインターの操作

#### 4.5 配線設置を兼ねたメジャー機能

利用者は空間上にポインターを配置し、その間を繋ぐ線を空間上に表示できる。加えて、表示されている線の空間上での長さも確認できる。この機能によって、配置したオブジェクトや現実空間のスペースの幅などを測ることができる。また、LAN ケーブルや電源の延長ケーブルなどの配線の設置の観察にも利用できる。

操作パネル上のボタンを押すことで、ポインターを配置する機能のオン、オフを切り替えることができる。この機能がオンになっている時、右手でエアタップ（人差し指と親指を合わせて離す動作）を行うことでハンドレイの先端にポインターを配置できる。ポインターが2つ以上配置された場合に、図9のようにその間を順に繋ぐ線が引かれる。また、操作パネルの下の部分には描画した線の長さがメートル単位で表示され、そのほかにも、それぞれ最後部のポインターの削除、すべてのポインターの削除ができる。

配置したポインターは直接またはハンドレイを通して操作でき、直観的に任意の位置に移動できる。配置したポインターの間には線が引かれ、さらにその中間地点には中間点を後から追加するための色の異なるポインターが表示される。そのポインターに触れることで操作パネルが表示され、ボタンを押すことでその場にポインターを追加で配置できる。

### 5 評価

本システムは学生 12 人にアンケートを取り、評価を行った。アンケートでは、操作感や視認性、現実と

どれだけ近く感じたかなどを 11 の設問で回答を得た。

はじめの設問では、AR, VR, MR の利用経験と、既存の模様替えシステムの利用経験を問い、AR, VR, MR の利用経験は 7 名が有、模様替えシステムの利用経験は 1 名が有と回答した。残りの設問と回答をまとめると表 2 のようになった。設問の最後には自由記述形式で回答を得たため、すべての回答を乗せることができないので一部抜粋する。良かった点には、呼び出した家具を手を使って直観的に操作できることや、壁や天井を模様替えできることが多く挙げられた。改善点には、色や文字の視認性の悪さや操作パネルの使いづらさ、煩雑さが多く挙げられた。

今回のアンケート結果から、実装した機能は目的とした働きをある程度持つ一方で、改善の余地は多いことが分かった。特に操作パネル等の UI と色や文字の視認性に関する部分には改善点が多いことがわかった。

### 6 まとめと今後の課題

本研究では、MR デバイスを用いて、直観的に操作ができ、より現実に近いイメージができる模様替え補助システムの開発を行った。本システムでは、利用者自身の手を使ってオブジェクトを直観的に配置、操作でき、様々な角度から観察できる。また、事前に準備することなく、リアルタイムで部屋データの取得ができ、それを利用して壁や床などの模様替えができる。そのほかにも、配線設置と距離を計測するメジャーとの 2 つを働きを兼ねた機能を実装することで、実際に家具などの商品を購入する際の参考にできるよう

表 2 アンケート結果

設問	平均点 (1：低 ～5：高)
操作感	3.08
視認性	2.83
機能の多さ	3.75
現実との近さ	3.58
参考になるか	3.92
MR アプリの興味への影響	4.50
MR デバイスの興味への影響	4.67
よかった点	(自由記述)
改善点	(自由記述)

になった。

本システムの評価はアンケートで行い、その結果はおおむね良好で、MR デバイスに触れた経験の有無にかかわらず、全体的には模様替えの参考になりそうとの評価を受けた。また、本システムを利用することで、MR デバイスや MR を用いたほかのシステムやサービスにも興味が増したことが分かった。

一方、改善点も多く挙げられ、特にパネルによる操作などの UI の部分と、色や文字などの視認性の部分に関して多くの意見が得られた。このことから、機能自体はよい評価されているものの、その使いやすさに

関しては多くの改善点があることが分かった。今後は、アンケートで収集した改善点を中心に改良を加えていく必要があると考える。また、本システムを初見で利用する際に理解しづらいため、その部分を改善する必要もあると考える。今後はこれらの課題から対応していく。

#### 参考文献

- [1] 柴田史久. 複合現実感技術の歴史と今後の展望. システム/制御/情報, Vol. 64, No. 9, p. 343 348, 2020.
- [2] Microsoft. Microsoft HoloLens2. <https://www.microsoft.com/ja-jp/hololens/hardware>, 2023.
- [3] Microsoft. Scene Understanding. <https://learn.microsoft.com/ja-jp/windows/mixed-reality/design/scene-understanding>, 2023.
- [4] KARIMOKU FURNITURE. karimokui 3D Simulator. [https://www.karimoku.co.jp/3d\\_simulator/](https://www.karimoku.co.jp/3d_simulator/).
- [5] Oleksandr Rysenko. karimokui 3D Simulator. <https://apps.apple.com/jp/app/%E3%83%AB%E3%83%BC%E3%83%A0%E3%83%97%E3%83%A9%E3%83%B3%E3%83%8A%E3%83%BC-%E3%82%A4%E3%83%B3%E3%83%86%E3%83%AA%E3%82%A2%E3%83%87%E3%82%B6%E3%82%A4%E3%83%B3%E3%81%AE%E3%81%9F%E3%82%81%E3%81%AE3d%E9%96%93%E5%8F%96%E3%82%8A%E5%9B%B3/id1076159017>.
- [6] Unity Technologies. Unity 2020.3.34f1. <https://unity.com/ja>.
- [7] Microsoft. Visual Studio 2019. <https://learn.microsoft.com/ja-jp/visualstudio/windows/?view=vs-2019&preserve-view=true>, 2023.
- [8] DEXSOFT. Furniture FREE Pack. <https://assetstore.unity.com/packages/3d/props/furniture/furniture-free-pack-192628>, 2021.