

福岡工業大学 学術機関リポジトリ

Ultra-Realistic Japanese Traditional Craft System using Mixed Reality Technology

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2022-12-20 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 矢羽田, 玲哉, 石田, 智行 メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/11478/00001743

複合現実技術を用いた超臨場感伝統工芸システム

矢羽田 玲哉 (大学院工学研究科情報通信工学専攻)

石田 智行 (情報工学部情報通信工学科)

Ultra-Realistic Japanese Traditional Craft System using Mixed Reality Technology

YAHADA Reiya (Communication and Information Networking, Graduate School of Engineering)

ISHIDA Tomoyuki (Department of Information and Communication Engineering, Faculty of Information Engineering)

Abstract

In this study, we implemented a ultra-realistic Japanese traditional craft system using mixed reality technology. By using this system, the user can place any traditional craft object on the MR space. When placing a traditional craft object in MR space, the user marks spherical pointers by using the HandRay function. This calculates the center coordinates, distance, and placement angle between the two markers. Furthermore, the traditional craft object is placed in the MR space by calculating the coordinates and distance from the floor to the upper part of the door frame. In the future, in order to realize communication between users and traditional craft dealers, we aim to realize a MR space sharing function by multi-users.

Keywords : Japanese Traditional Craft, Mixed Reality, Microsoft HoloLens

1. はじめに

近年の情報通信技術の発展により、仮想現実技術や拡張現実技術、複合現実技術が注目されている。特に、スマートフォンなどのタブレット端末により、拡張現実是我々の生活において身近なものとなった。我々は従来研究において、拡張現実技術を使用したモバイル伝統工芸アプリケーション(図1)を開発した⁽¹⁻⁶⁾。このアプリケーションは、タブレット端末を介して現実空間上に伝統工芸品の3次元コンピュータグラフィックスを重畳表示する。これにより、ユーザは手軽に伝統工芸品を体験することができる。このアプリケーションはユーザに襖や障子などの3次元コンピュータグラフィックス化された伝統工芸品オブジェクトを提供する。ユーザは、現実空間上に重畳表示された伝統工芸品オブジェクトを、ボタン操作によりタブレット端末の画面上で任意に移動操作させることが可能となっており、また、ピンチイン・ピンアウト操作により、任意に伝統工芸品オブジェクトを拡大・縮小させることが可能となっている。しかしながら、このアプリケーションを使用して現実空間上のドアに伝統工芸品オブジェクトを重ねる場合は、タブレット端末の画面上で伝統工芸品オブジェクトを移動させ、ピンチイン・ピンアウト操作により伝統工芸品オブジェクトのサイズを調整しなければならない。

ここで、日本の伝統工芸品の普及・情報発信を目的としたシステムや海外におけるインテリアのシミュレーションシ

ステムに焦点を当てると、宮田ら⁽⁷⁾は、石川県の伝統工芸品を対象とした伝統工芸品デザイン支援システムを構築した。また、Seoら⁽⁸⁾は、WEB技術とVR技術を融合したインテリアデザインシステムを開発した。しかしながら、いずれのシステムも平面ディスプレイやスマートフォンを使用しているため、没入感に欠ける。

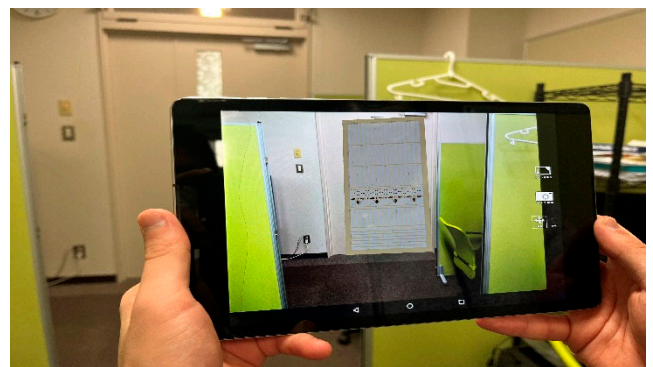


図1 モバイル伝統工芸アプリケーション

Fig. 1 Mobile Traditional Craft Application.

一方で、複合現実を体験するための様々なデバイスが普及している。我々は従来研究において、ヘッドマウントディスプレイをプラットフォームとした伝統工芸品提示システム(図2)を開発した⁽⁹⁻¹¹⁾。このシステムでは、複合現実技術を用いることにより、課題となっていたVR空間構築のた

めの作業コスト及び低臨場感という課題を克服し、臨場感の高いシミュレーション体験を提供することに成功した。伝統工芸品提示システムでは、HTC VIVE Pro を用いることにより、現実空間をスキャニングし、メッシュデータを作成することで、オクルージョン問題を解決した伝統工芸のシミュレーションを実現した。しかしながら、このシステムでは、評価実験において操作性に課題が残る結果となった。その理由として、VR システムを初めて利用するユーザにとっては、ヘッドマウントディスプレイ専用のコントローラを用いたボタン操作やトラックパッド操作が複雑に感じたようであり、約 3 割の被験者が操作が難しいと回答している。



図 2 MR 伝統工芸品提示システム

Fig. 2 MR Traditional Craft Presentation System.

そして現在、複合現実を実現するデバイスとしてマイクロソフト社の HoloLens⁽¹²⁾ が注目されている。2020 年には HoloLens よりも性能を向上させ、軽量化した HoloLens2 が一般向けに販売されている。HoloLens は、現実空間に仮想の物体を表示し、コントローラなどを使わずに素手で触れることができる。仮想の物体を現実空間に表示させることで、複合現実空間上で不動産の内見を体験したり、仮想の家具の配置を行ったりすることができる。我々は HoloLens を使用したプロトタイプシステムとして、MR 家具配置システム (図 3) を開発した⁽¹³⁾。このプロトタイプシステムを使用することにより、ユーザは現実空間上に重畳表示されたバーチャルメニューからジェスチャ操作により様々な家具を選択できる。また、選択した家具を現実空間上に配置することで、任意のインテリアレイアウトを楽しむことができる。しかしながら、このプロトタイプシステムでは、HoloLens のカメラにユーザの手を認識させ続ける必要があり、カメラの範囲から手が外れるとバーチャル家具が落ちてしまうという課題を抱えていた。

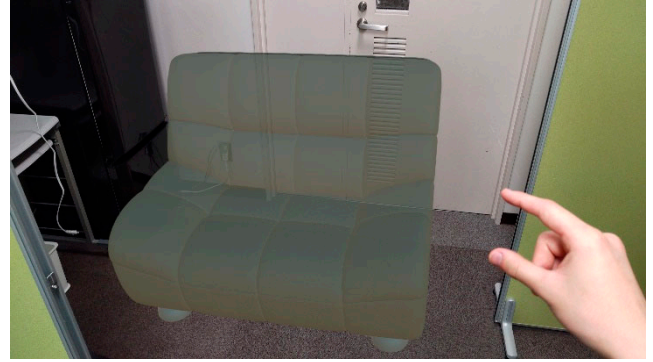


図 3 MR 家具配置システム

Fig. 3 MR Interior Layout Experience System.

そこで、本研究では、従来研究で開発した AR モバイル伝統工芸アプリケーション、MR 伝統工芸品提示システム及び MR 家具配置システムの課題を克服するため、現実空間上のドアを認識し、3 次元コンピュータグラフィックスの伝統工芸品オブジェクトを重畳表示する超臨場感伝統工芸システムを開発した。本システムは、HoloLens2 をプラットフォームとし、HoloLens2 のカメラから壁や床を認識することで、伝統工芸品オブジェクトの配置可能箇所を検出し、現実空間上に半自動で重畳配置する。

2. システム構成

図 4 にシステム構成を示す。本システムにおいては、HoloLens2 を装着したユーザが仮想オブジェクトである MR マーカを 2 つポインティングする。2 つのマーカの座標と角度をもとに伝統工芸品オブジェクトの座標と角度を決定し、MR 空間上に配置する。また、伝統工芸品オブジェクトの高さは、HoloLens2 で検知したドア枠上部の位置に合わせてサイズ変更される。さらに、アプリケーション起動時に空間マッピングが行われ、部屋の壁や床の空間情報が HoloLens2 に記録される。

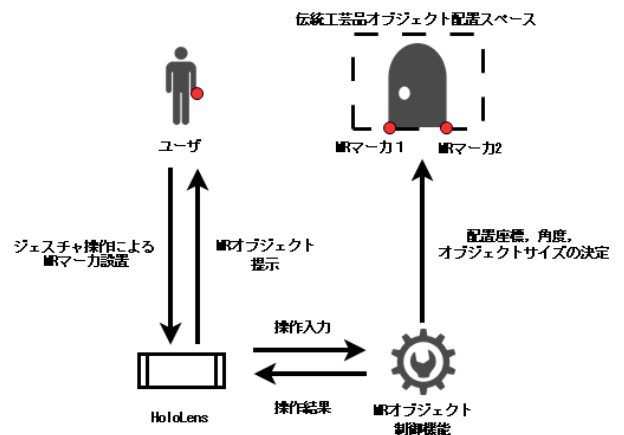


図 4 超臨場感伝統工芸システム構成

Fig. 4 Ultra-Realistic Japanese Traditional Craft System Configuration.

3. 伝統工芸品オブジェクトの配置想定位置へのマーキング

ユーザは、HoloLens2のジェスチャ機能によって手から仮想のレーザポインタを照射できるハンドレイ機能を利用する。ハンドレイ機能のレーザポインタの照射先には、赤色の球体ポインタが表示される。球体ポインタをマークする部分に合わせ、指先のタップジェスチャを行うことにより、マーキングが完了する。図5は、伝統工芸品オブジェクトを配置したい位置の左下端部と右下端部をマークすることで、球体ポインタが目印として配置されている様子である。



図5 球体ポインタでのマーキング
Fig. 5 Marking with Sphere Pointers.

4. マーカ2点間の中心座標と距離、配置角度の算出

マーカ1をM1、マーカ2をM2とすると、マーカ1の座標が(M1x, M1y, M1z)、マーカ2の座標が(M2x, M2y, M2z)となる。また、マーカ1とマーカ2の中心座標C(X, Z)は式(1)によって求められる。

$$C = \left(\frac{M2x+M1x}{2}, \frac{M2z+M1z}{2} \right) \dots\dots\dots (1)$$

また、マーカ1とマーカ2の距離Dxは式(2)によって求められる。

$$Dx = \sqrt{(M2x - M1x)^2 + (M2z - M1z)^2} \dots\dots\dots (2)$$

さらに、Unityの座標系を考慮した伝統工芸品オブジェクトの配置角度は式(3)によって求められる。

$$\theta \text{ [rad]} = -\text{atan2}(M2z - M1z, M2x - M1x) \dots\dots\dots (3)$$

5. 床面からドア枠上部までの座標と距離の算出

床面からドア枠上部までの座標と距離を求めるため、本研究ではUnityのRaycast機能を用いた。Raycastとは、指定した座標点と方向からRay(光線)を出し、衝突先のオブジェクトの情報を取得するものである。Raycastにより、空間マッピングされた床面からドア枠上部までの座標と距離が求められる。床面からドア枠上部までの距離が伝統工芸品オブジェクトの縦幅Hyとすると、伝統工芸品オブジェクトを配置するY座標Dyは式(4)となる。

$$Dy = Hy/2 \dots\dots\dots (4)$$

6. 伝統工芸品オブジェクトの配置

伝統工芸品オブジェクトは、重心がオブジェクトの原点座標として設計されている。そのため、図6に示すように、床面をy座標0としたとき、オブジェクトの重心より下の部分が床に埋まった状態で配置されてしまう。このことから、本研究では、式(1)で求めたマーカ2点間の中心座標と式(4)で求めた伝統工芸品オブジェクトを配置するY座標から、

$$\text{ドアオブジェクト配置座標} \left(\frac{M2x+M1x}{2}, Hy/2, \frac{M2z+M1z}{2} \right)$$

を決定する。さらに、オブジェクト配置角度はY軸に0[rad]回転させる。これにより、位置、向き、サイズが自動的に変更された伝統工芸品オブジェクトが配置される。マーカ2点の座標を参考に自動配置された伝統工芸品オブジェクトを図7に示すとともに、伝統工芸品オブジェクトをドア枠に沿って配置した様子を図8に示す。

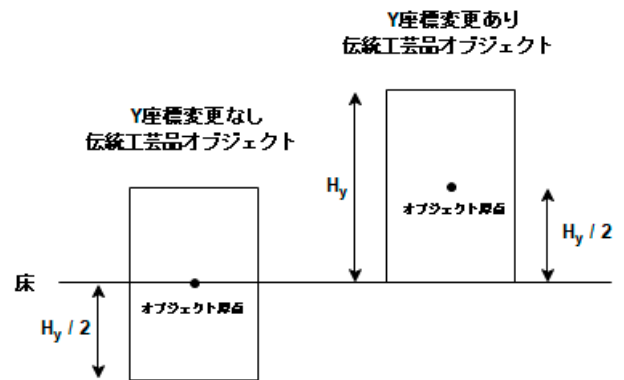


図6 伝統工芸品オブジェクトのY座標の変更
Fig. 6 Changing the Y Coordinate of Traditional Craft Object.

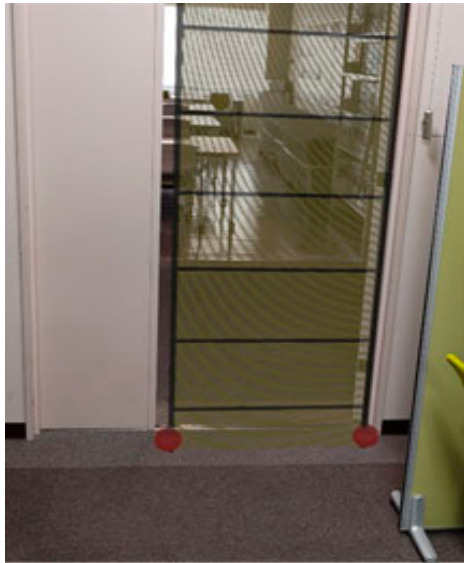


図7 マーカ2点の座標を参考に自動配置した伝統工芸品オブジェクト

Fig. 7 Traditional Craft Object Automatically Placed from the Coordinates of Two Markers.



図8 ドア枠に沿って配置した伝統工芸品オブジェクト
Fig. 8 Traditional Craft Object Placed along the Door Frame

7. まとめ

本研究では、現在注目されている複合現実技術を用いた超臨場感伝統工芸システムを開発した。このシステムでは、従来研究で課題となっていた手動による伝統工芸品オブジェクトの配置調整、ヘッドマウントディスプレイ付属のコントローラを用いることによる操作の難しさ、ジェスチャ操作によるバーチャルオブジェクト配置の柔軟性を克服した。本システムは、ユーザによるマーキング操作により、伝統工芸品オブジェクトを配置したい箇所の中心座標、距離、配置角度を算出し、さらには、床面からドア枠上部までの座標と距離を求めることにより、半自動的に伝統工芸品オブ

ジェクトを MR 空間上に重畳表示することを実現した。今後の作業として、我々は開発した超臨場感伝統工芸システムの評価実験を行う予定である。

8. 今後の展開

本研究の最終目標は、伝統工芸品の魅力をユーザに伝えるだけではなく、伝統工芸品の購買にまで繋げることである。そこで、伝統工芸品の実際の購買を想定し、ユーザと伝統工芸品販売業者とのコミュニケーションを実現するため、マルチユーザによる MR 空間共有機能の実現を目指す。この機能の実現により、ユーザが見ている MR 空間を遠隔地に存在する販売業者と共有することで、販売業者はユーザにお勧めする製品のプレゼンテーションを通して face-to-face に近いコミュニケーションを取ることが可能になると考えている。

また、本研究で取り扱った伝統工芸品オブジェクトは、石川県七尾市で生産されている襖や障子などの田鶴浜建具を 3 次元コンピュータグラフィックス化したコンテンツである。現在、日本には全国各地に様々な伝統工芸品が存在しており、それぞれ後継者不足や生活様式の変化、伝統工芸品に対する消費者の関心の薄れなど、多様な課題を抱えている。そのため、本研究で開発した超臨場感伝統工芸システムをプラットフォームとして、全国各地の伝統工芸品を取り扱えるようにすることで、伝統工芸産業界に一石を投じたいと考えている。

謝辞

本研究は本学 2021 年度若手卓越研究支援制度により実施したものである。

文 献

- (1) M. Iyobe, T. Ishida, A. Miyakawa, Y. Shibata : Kansei Retrieval Method by Principal Component Analysis of Japanese Traditional Crafts, Proc. of the 23rd International Symposium on Artificial Life and Robotics (Oita, Japan 2018), pp. 588-591.
- (2) 伊與部美咲, 石田智行, 宮川明大, 杉田薫, 柴田義孝 : 感性検索法による AR 伝統工芸プレゼンテーションシステムの構築, 日本バーチャリアリティ学会第 34 回レイマージョン技術研究会 (2018) TTS18-1-2.
- (3) M. Iyobe, T. Ishida, A. Miyakawa, K. Sugita, N. Uchida, Y. Shibata : Development of a Mobile Virtual Traditional Crafting Presentation System using Augmented Reality Technology, International Journal of Space-Based and Situated Computing (IJSSC), 6(4) (2017) pp. 239-251.
- (4) M. Iyobe, T. Ishida, A. Miyakawa, Y. Shibata : Implementation of a Mobile Traditional Crafting Application using Kansei Retrieval Method, IT CoNvergence PRActice (INPRA), 5(1) (2017) pp. 15-44.
- (5) M. Iyobe, T. Ishida, A. Miyakawa, K. Sugita, N. Uchida, Y. Shibata : Proposal of a Virtual Traditional Japanese Crafting Presentation System Mobile Edition, Proc. of the 10th International Conference on Innovative Mobile and Internet Services in Ubiquitous Computing (Fukuoka, Japan 2016), pp. 120-125.

- (6) 石田智行、伊與部美咲、宮川明大、杉田薫、柴田義孝：AR 伝統工芸モバイルシステムの構築、日本バーチャルリアリティ学会第 29 回テレレイマージョン技術研究会 (2016) TTS16-2-3.
- (7) 宮田一乗、梶井紀孝、餘久保優子、加藤直孝：工芸素材の質感表現手法を活用したデザイン支援システムの開発、子情報通信学会論文誌、96(10) (2013) pp.2351-2358.
- (8) D.Seo, J.Lee, B.Yoo : Webizing Virtual Reality-Based Interactive Interior Design System, Proc. of the 19th International Conference on Human-Computer Interaction (Vancouver, Canada 2017), pp.68-72.
- (9) R.Fuchigami, T.Ishida : Proposal of a Traditional Craft Simulation System using Mixed Reality, Proc. of the 15th International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing (Online, 2020), pp.321-329.
- (10) 瀧上理仁、石田智行：MR を使用した伝統工芸品提示システム、日本バーチャルリアリティ学会第 25 回大会 (2020) OS1-2.
- (11) 瀧上理仁、石田智行：MR 建具システムの構築と評価、日本バーチャルリアリティ学会第 41 回テレレイマージョン技術研究会 (2020) TTS20-2-1.
- (12) Microsoft : Microsoft HoloLens | ビジネスを支援する Mixed Reality テクノロジー、<https://www.microsoft.com/ja-jp/hololens>、(情報閲覧日：2022 年 4 月 1 日)。
- (13) R.Yahada, T.Ishida : Study on Interior Layout Experience System using Mixed Reality Technology, Proc. of the 16th International Conference on P2P, Parallel, Grid, Cloud and Internet Computing (Online, 2021), pp.263-268.