

空中映像による非接触インタラクティブ展示の検討

柴田基輝[†] 大路真耶[†] 渡部大輔[†] 亀山将誠[†] 脇田亮[†]
河北真宏[‡] 平山亮[‡]

^{† ‡}大阪工業大学情報科学部 〒573-0196 大阪府枚方市北山 1-79-1

E-mail: [†] {e1c19044, e1c19015, e1c19109, e1c19024, e1c19901}@st.oit.ac.jp,

[‡] {masahiro.kawakita, makoto.hirayama}@oit.ac.jp

あらまし 現在, 新型コロナウイルス感染拡大の影響により, 資料館や博物館では来館者が減少している傾向にあり, 資料館や博物館では新型コロナウイルスの感染予防対策を行いつつ来館者を増やしていかなければならないという課題を抱えている. 本稿では不特定多数の人間との間接的な接触を減らし, 安全に展示を鑑賞できる対策として空中映像を用いた非接触インタラクティブ体験型の展示方法を提案する. まず映像を反射させることで空間に光を結像させることの出来る特殊な光学プレートを用いて空中に映像を投影する. そしてその投影された像に触れる手の動きをモーションセンサで取得し, 映像に反映させることで, 非接触でありながらインタラクティブな操作感を疑似的に体験できる. これにより接触を気にすることなく文化や歴史を楽しんで体験できる動的なコンテンツとして集客にも繋がることを期待できる.

キーワード 展示システム・空中映像・非接触・パリティミラー・Leap Motion・Unity

Consideration of a non-contact interactive exhibition using aerial images

Motoki SHIBATA[†] Shinya OJI[†] Daisuke WATANABE[†] Masanari KAMEYAMA[†]
Ryo WAKITA[†] Masahiro KAWAKITA[‡] and Makoto J. HIRAYAMA[‡]

^{† ‡} Osaka Institute of Technology 1-79-1 Kitayama, Hirakata-City, Osaka, 573-0916, Japan

E-mail: [†] {e1c19044, e1c19015, e1c19109, e1c19024, e1c19901}@st.oit.ac.jp,

[‡] {masahiro.kawakita, makoto.hirayama}@oit.ac.jp

Abstract Currently, the number of visitors to museums and archives is decreasing due to the spread of the new coronavirus, and museums and archives are faced with the challenge of increasing the number of visitors while taking measures to prevent the spread of the coronavirus. In this paper, we propose a non-contact interactive exhibition method using aerial images as a measure to reduce indirect contact with an unspecified number of people and to enable safe viewing of exhibits. First, we project images in the air using a special optical plate that can form light in space by reflecting the images. Then, the motion sensor acquires the movement of the hand that touches the projected image and reflects it in the image, allowing the user to simulate the feeling of interactive operation without contact. This is expected to attract visitors as dynamic contents that allow them to enjoy experiencing culture and history without worrying about contact.

Keyword Exhibition system, aerial video, non-contact, parity mirror, Leap Motion, Unity

1. はじめに

現在, 新型コロナウイルス感染拡大の影響により資料館や博物館では来館者が減少している傾向にある. [1]そのため, 資料館や博物館では新型コロナウイルスの感染予防に配慮を行いつつ来館者の増加を目指すことが課題となっており, これは文化や歴史に触れる機会の喪失にも繋がっている.

そこで, 本稿では不特定多数の人間との間接的な接触を減らし, 安全に展示を鑑賞できる対策として空中映像を用いた非接触インタラクティブ体験型の展示方

法を提案する. 展示資料を動的なコンテンツとして最新の映像技術で魅力的に表現することで楽しみながら歴史や文化を体験でき集客にも繋がることを期待できる.

具体的には映像を反射させることで空間に光を結像させることの出来る特殊な光学プレート[2]を用いて空中に映像を投影する. そしてその投影された像に触れる手の動きをモーションセンサ[3]で取得し, 映像に反映させることで, 非接触でありながらインタラクティブな操作感を疑似的に体験できる.

以下では、提案手法とその問題点、既存の技術との比較を踏まえて今後の課題を示していく。

2.提案手法

人との接触を減らし文化や歴史を鑑賞する手法の先行研究としてバーチャルミュージアム^{[4][5]}などが挙げられる。本項の提案では、博物館や資料館の来館者数増加と文化や歴史に直接触れる機会の増加を目的とする。

空中映像投影は SF 映画のような未来感ある操作性から家電、アミューズメント、自動車コックピットなど今後も様々な用途での需要増加が見込まれる^[6]。また直接ディスプレイに触れることなく操作できる衛生的な利点から非接触タッチパネルとしての用途が拡大されており、先行研究として「さわらずめぐり^[7]」などがある。本項では空中映像投影を単に操作パネルのようなインターフェースとして用いるだけでなく博物館や資料館の展示に活かす手法を提案する。

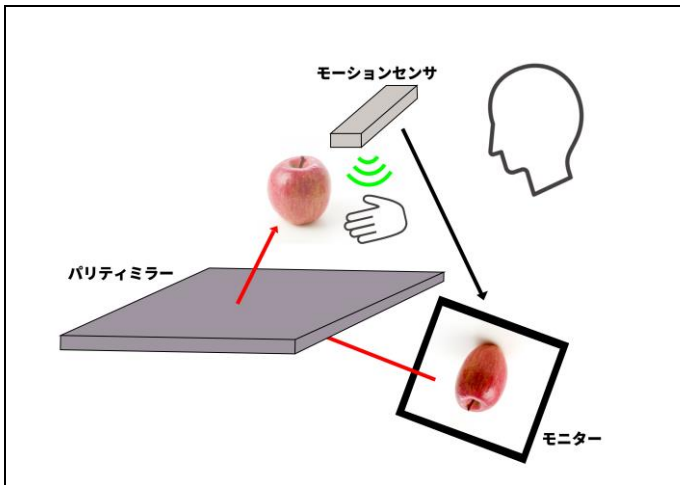


図 1：提案手法の概要

図 1 は今回の提案手法の概要を示した図である。本提案は光学プレートによる空中映像投影技術とモーションセンサによるインタラクション技術の 2 つの要素の組み合わせから構成されている。パリティ・イノベーションズが開発したパリティミラー^[2]とは板の表面に数十万個にも及ぶ大量の小さな鏡が規則正しく配列された特殊な光学プレートである。プレートに光源を反射させると光が複数の小さいミラーに反射し、その光が観測者の目の位置で結合することで像が空間に立体的に表示されている様に見える。そして空中に投影された像を触る手の動きをモーションセンサで読み取り、モニターの映像と連動させることでインタラクティブな操作が実現する。

2.1.パリティミラーによる空中投影

既存の展示映像技術では、透明な反射板を用いたペッパーズゴースト^[8]などがある。

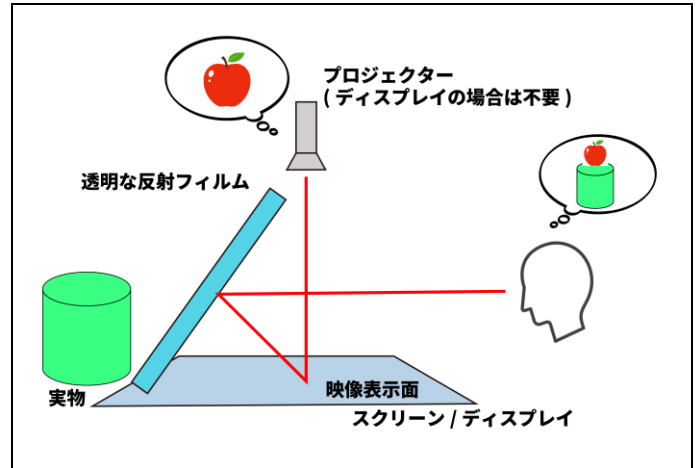


図 2：既存の展示方法

ペッパーズゴーストとは古くから劇場などで用いられていた手法で、隠し舞台に置かれた物体がライトに照らされることでガラスに反射され、客席からは舞台上に物体があるように見せかける技術である。

図 2 はペッパーズゴーストによって実際に存在している物体と反射した映像を組み合わせることで視覚的な効果を与える様子を示してあり、例として大阪城天守閣などではこのような展示方法が実際に使われている^[9]。また、このペッパーズゴーストによって得られる空中像は虚像であり、反射板を通してのみ確認することができるため像に直接触れることはできない。

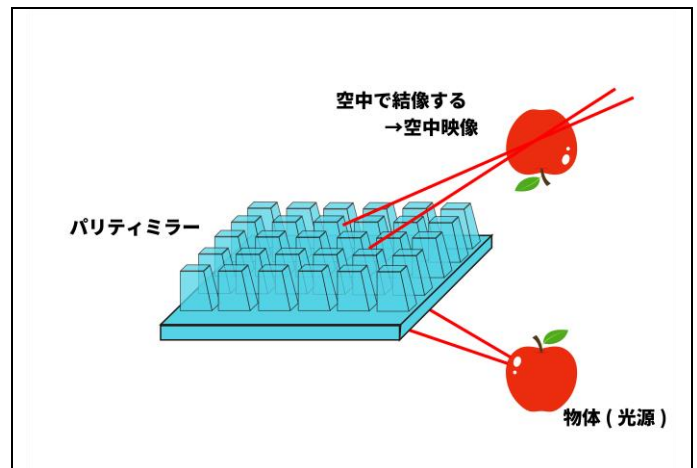


図 3：パリティミラーが空中投影する様子

今回使用するパリティミラーは図 3 の様に鏡映像を実像で結像させることが可能である。そのため、一般的な光学系では実現不可能な歪みの無い 3 次元像の結像が実現できる。これによって空間に投影された実態

のない像に触れることが可能となる。

原理としては樹脂製の板の表面に配列された大量のブロック状の鏡に光源から出た光が再帰的に反射し、光を1点に集めることで実現している^[10]。

ペッパーズゴーストとパリティミラーを利用した空間投影のどちらにも共通する欠点として、見る角度が制限されていることが挙げられる。今回の試作非接触な空中像に焦点を当てているため実像での投影が可能なパリティミラーを採用した。

2.2. モーションセンサによるインタラクション技術

インタラクション技術では、赤外線 LED に照らされた手や指を2基の赤外線カメラで撮影し、画像の解析により3D空間での手や指の位置を割り出す仕組みをすることができる「Leap Motion」^[3]というモーションセンサと、C#などのプログラム言語を用いたプログラミングでコンテンツを作成することが可能な「Unity」^[11]というゲームエンジンを利用した。

まず初めに、「Leap Motion」の赤外線により手の動きを検知する。この際、「Leap Motion」が検知可能な範囲が決められており、半径50センチ、中心角110度の空間でなければ検出できない。そのため、その範囲で手や指の動きを検知した。

次にその検知した手や指の動きを「Unity」で作成したシステムに反映させる。初めは「Unity」と「Leap Motion」は別々のものであるため、「Leap」から提供されている「Orion」^[12]というライブラリを利用し、「Unity」と「Leap Motion」を同期させる作業を行った。次に「Unity」の中にある「Core」という「Unity」のアセットを利用する。「Core」によって「Unity」上に「Leap Motion」で検出した手や指を表示させて動かすことや、オブジェクトを指で押すといった物理表現ができるようになる。そして、物理表現ができるようになったため、表示している物体に物理演算を利用して、物体に触れるようにする。その結果「Leap Motion」で検出した手や指を操作することによって、「Unity」内のシステムで触れるように変更し、あたかも自分の手で操作しているように見せることによって、インタラクション技術を作成する。

3. 実験

ここからは実際におこなった実験について述べていく。



図4：実験に使用した装置

図4は今回の実験で使用した空中映像装置のプロトタイプである。パリティミラーは30cm角のものを使用した。モニターに表示される映像をパリティミラーに反射させる装置だが、そのままでは像が見えづらかったので視認性を上げるために黒い板で外からの光を遮断している。

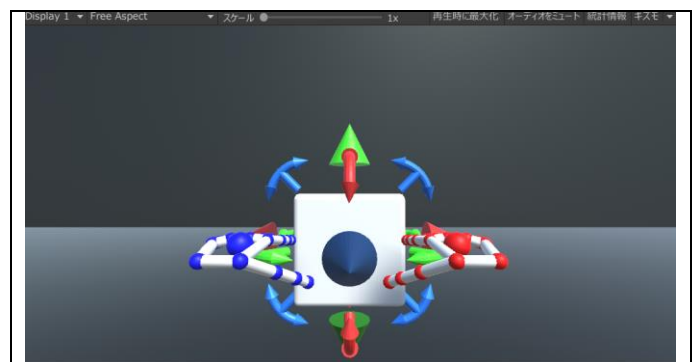


図5：実験で使用したシステム

本研究は枚方市と枚方市内の大学が連携して行っているHirathonプロジェクト^[13]の「市立枚方宿鍵屋資料館^[14]の来館者数増加を目指して」という課題に対して行ったものである。この非接触インタラクション展示システムは元々、鍵屋資料館の目玉展示である「く

らわんか舟」の3Dモデルを空中投影し、手で自由に動かせるようにすることを想定して作成していた。

図5は今回の実験で使用したシステムの様子である。空間に白いキューブを配置し、それぞれの面から伸びるハンドルを手で掴むことでキューブ全体が移動するというものである。システム内の手のモデルがセンサの検知した動きに対応して動く。空中映像が半透明であるため、より自然に背景と馴染ませるためにシステムの背景も暗い色にした。

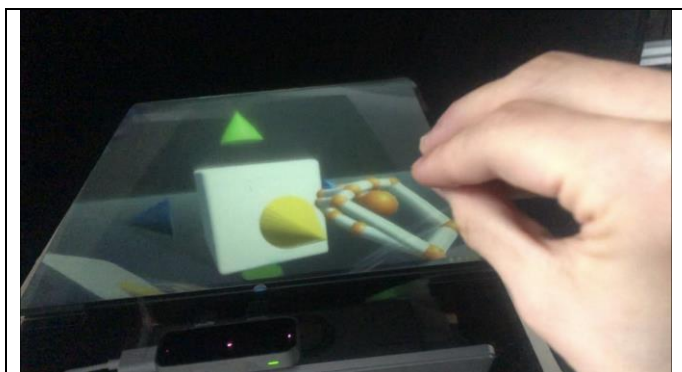


図6：キューブを移動させる様子

図6は実際に実験を行っている様子である。被験者手の動きに応じてシステム内の手のモデルが動き、キューブを移動させている。

4. 評価

既存の展示技術では空中映像はタッチパネル代わりに使用される例などはあったが本研究では展示そのものに使用する手法を提案した。

Leap Motionのインタラクション技術は実際に物体を動かしている様な感覚を得ることができた。しかし観測者の視点から見た現実とシステム内の手の位置を一致させることが難しいため、システム内の手を遠隔操作している様な感覚があった。今後はより実際に物体に触れている感覚を高める工夫として手のモデルが表示されなくとも違和感なく操作できる手法も検討する。

またパリティミラーは性質上、製造にレンズ並みの精度が求められるため大型化が困難^[15]であり、表示するコンテンツのサイズに制約がある。

パリティミラーによる空間投影はモニターの画面をそのまま半透明の状態で見えるようにする効果がある。そのため条件によっては暗い箱の中にモニター画面が浮かんでいるだけのように見えてしまう。今回の実験では、システムの背景と光を遮断する板の色を近づけることで画面の境界をより自然に感じられるようにし、オブジェクトとその他の背景の色の明度

差を大きくすることでより物体が浮かんでいる感覚が得られた。

5. むすび

本稿ではパリティミラーによる空中映像投影の技術とモーションセンサによって手の動作を検出する技術を組み合わせることで非接触でありながらインタラクティブに操作できる展示手法を提案した。

現段階では肉眼での鑑賞による視点の位置調整や、像を手で操作するときの没入感などの問題が挙げられるが、この手法を拡張することで、他人との接触を気にすることなく触れて学べる新しい資料展示の形となっていくことが期待できる。

6. 謝辞

アドバイスをいただいたステークホルダーである市立枚方宿鍵屋資料館さまに感謝いたします。

文 献

- [1] 文化庁：“わたしたちの直接鑑賞行動とコロナ禍の影響”，2022。
https://www.bunka.go.jp/prmagazine/rensai/news/news_008.html (2022年2月24日アクセス)
- [2] Evort：映像が空中に浮き上がる鏡「パリティミラー ①」。
<https://evort.jp/store/piq/product/paritymirror> (2022年2月24日アクセス)
- [3] ultraleap：“Leap Motion Controller”，2020。
<https://www.ultraleap.com/product/leap-motion-controller/> (2022年2月24日アクセス)
- [4] 竹内晃平，林正樹，Steven Bachelder，平山亮：“仮想美術館に今後求められる機能とその評価”，画像電子学会第1回デジタルミュージアム・人文学(DMH)研究会，pp.26-33，2021。
- [5] 林正樹，小林康雄，佐藤仁：“八景デジタルアートキューブ”，画像電子学会第1回デジタルミュージアム・人文学(DMH)研究会，pp.40-44，2021。
- [6] 富士経済グループ：“空中表示技術と構成部材市場の将来展望”，富士経済，2017。
- [7] 鈴木卓司：“非接触型めくり展示解説「さわらずめくり」の製作と企画展示への応用”，画像電子学会第1回デジタルミュージアム・人文学(DMH)研究会，pp.34-39，2021。
- [8] 水流添弘人，重野寛，岡田謙一：“ペッパーズゴーストを用いたMR組立作業支援システム”，情報処理学会論文誌，vol.59，no.1，pp61-68，2018。
- [9] 大阪城天守閣：“展示情報”。
<https://www.osakacastle.net/exhibition> (2022年2月24日アクセス)
- [10] 古寺博：“実在するかのように物が空中に浮かぶ3次元空中映像 ～ナノテクノロジーで作られた独創的光学素子によるインタラクティブな空中映像～”，NanotechJapan Bulletin，2014。
<https://www.nanonet.go.jp/magazine/feature/10-9-innovation/23.html> (2022年2月24日アクセス)

- [11]Unity : “Unity”.
<https://unity.com/ja> (2022年2月24日アクセス)
- [12]ultraleap : “Orion library”.
<https://developer.leapmotion.com/orion> (2022年2月24日アクセス)
- [13]大阪工業大学 : “「Hirathon (ヒラソン) 2021」のアイデアソンコンテストをオンラインで開催”, 2021.
<https://www.oit.ac.jp/japanese/topics/?i=7840> (2022年2月24日アクセス)
- [14]鍵屋資料館 : “NPO 法人枚方文化観光協会・指定管理 市立枚方宿鍵屋資料館”.
<https://kagiya.hirakata-kanko.org/> (2022年2月24日アクセス)
- [15]葭本隆太 : “何もない空中に触れる映像が浮かぶ…実用化近づく「鏡」の仕組み”, ニュースイッチ, 2019.
<https://newswitch.jp/p/20409> (2022年2月24日アクセス)