

複合現実空間における仮想オブジェクト受け渡し手法

赤星 俊平² 中西 聖¹ 安尾 萌² 松下 光範^{1,a)}

概要: 近年、複数人での協調作業に対して複合現実感の利用が進められている。しかし、複合現実感を用いた協調作業は各自の端末を通して作業を行うため互いの操作を把握しづらく、特定のオブジェクトを指示するような操作は難しい。本研究ではこの問題に対して、把持したハンディプロジェクタから現実空間に対してポインタを投影することで、互いの操作を把握することを可能にした。更に、投影したポインタをマーカとして利用することで、任意の仮想オブジェクトを意図した位置に重畳でき、ジェスチャによって操作することで受け渡すことができる。

Virtual Object Passing Method among Multiple Users in a Mixed Reality Space

SHUMPEI AKAHOSHI² SATOSHI NAKANISHI¹ MEGUMI YASUO² MITSUNORI MATSUSHITA^{1,a)}

Abstract: In recent years, the use of mixed reality has been advanced for cooperative work by multiple people. However, since cooperative work using mixed reality works through each terminal, it is difficult to grasp each other's operations, and it is difficult to instruct specific objects. In this research, we have been able to grasp the operation of each other by projecting a pointer to the real space from the grasped handy projector against this problem. Furthermore, by using the projected pointer as a marker, it is possible to superimpose an arbitrary virtual object at the intended position and to hand it by operating with a gesture.

1. はじめに

近年、その場に物理的に存在しないものを仮想オブジェクトとして配置することによって、現実空間の物理的な制約を受けずに利用することができる複合現実感が注目されている [1]。複合現実感を用いた作業は、実用、エンタテインメント問わず様々な分野で利用され^{*1*}^{*2}、オフィスでの会議や協力ゲームのような複数人での協調作業への活用も期待されている [5]。しかし、現在実現されている複合現実感とは、Microsoft 社の HoloLens^{*3} のような HMD や、

Google 社の Tango^{*4} のようなタブレット端末を用いる必要があり、ユーザがそれぞれの端末で個別に仮想オブジェクトを視認することが多い。そのため、端末に表示されている特定の空間座標や仮想オブジェクトを相互に確認する必要がある場合、大まかな位置を指で示したり、相手の画面を覗き込んだりすることになり、複合現実感の没入感を損ってしまう [2]。あるいは、深度センサを用いて現実空間を認識し、仮想のポインタやオブジェクトなどの視覚的な手がかりを配置すること操作を可視化する手法があるが、特別な機器や膨大な処理計算が必要となる。

この問題に対して本研究では、ユーザが HMD に加えてハンディプロジェクタを腕に装着し、ポインタとなる画像を現実空間に投影する手法を提案する。これにより、他のユーザに空間座標を直接的に示すことができるほか、投影したポインタをマーカとして利用することで、任意の位置に仮想オブジェクトを重畳できる。重畳されたオブジェクトはジェスチャを用いて選択し、取得できる。

¹ 関西大学
〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町 2-1-1

² 関西大学大学院
〒569-1095 大阪府高槻市霊仙寺町 2-1-1

a) m_mat@kansai-u.ac.jp

*1 <https://wired.jp/2013/08/23/a-new-ikea-app-lets-you-place-3d-furniture-in-your-home/> (2017/07/10 確認)

*2 <http://japanese.engadget.com/2015/06/15/hololens-minecraft/> (2017/07/10 確認)

*3 <https://www.microsoft.com/microsoft-hololens/en-us> (2017/07/06 確認)

*4 <https://get.google.com/intl/ja/tango/> (2017/07/06 確認)

2. 複合現実空間における協調作業

現実空間に対して仮想的な表現を作り出すことができる複合現実感、オフィスでの会議や協力ゲームのような対面協調作業への活用が期待できる。しかし、複合現実空間での協調作業には、通常の協調作業とは異なる手間や制約が発生するため、ユーザが円滑に作業を行うことは容易ではない。本稿では、以下のような協調作業を想定する。

- 仮想オブジェクトを認識するための端末の所持
複合現実空間での協調作業では、HMD やタブレット端末を装着または把持し、それぞれの端末で仮想オブジェクトを個別に視認する。
- 現実空間に対する仮想オブジェクトの提示と視認
協調作業においては、任意の仮想オブジェクトを現実空間に提示し、相手と共有しながら作業を行えることが望ましい。そのためには、仮想オブジェクトを重畳する起点となるマーカを設置する手法がある。しかし、重畳できる範囲が固定されてしまう上、仮想オブジェクトの種類を変更するためには設置したマーカを差し替える必要がある。
- ユーザ間での仮想オブジェクトの選択と受け渡し
協調作業の遂行中、ユーザは相手と複数の仮想オブジェクトを提示し合うため、その中から特定のものを選択し受け取りたい場面が想定される。

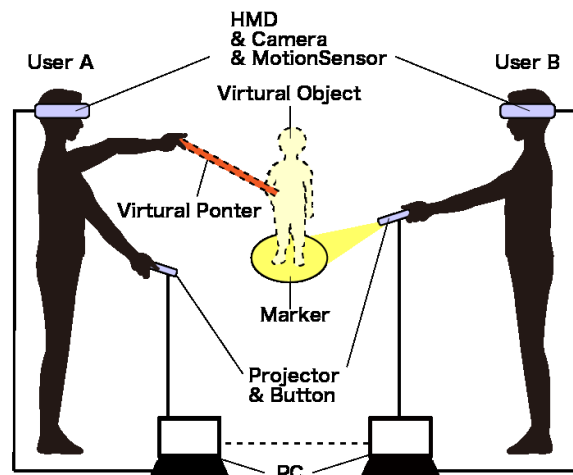


図 1 システム構成図

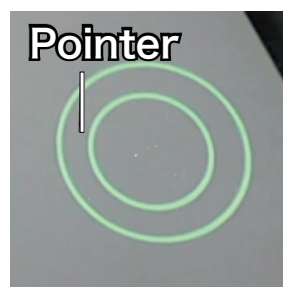


図 2 ポインタ図

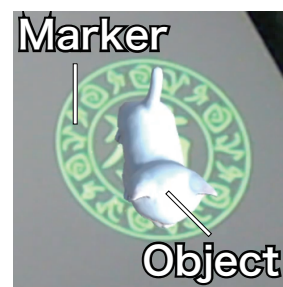


図 3 マーカ図

3. デザイン指針

本研究では、同一場に存在する複数のユーザが複合現実空間にて協調作業を円滑に行うことを目指す。本システムが満たすべき要件を 2 章で挙げた場面に元に、(1)他のユーザに自分の操作や注視点を示すことができる、(2)任意の位置に仮想オブジェクトを重畳できる、(3)他のユーザが重畳した仮想オブジェクトの中から、任意のものを選択して受け取ることができる、の 3 点とする。本研究では、HMD を装着して体験する複合現実感を対象とする。

まず(1)を実現するために、ハンディプロジェクタを用いる。ユーザはハンディプロジェクタを把持することで、現実空間に対して自由にポインタを投影することができる。これにより、自分の指したい空間座標を光によってポインティングし、他のユーザに伝えることが可能になる。

(2)を実現するために、投影したポインタをマーカとして利用する。これにより、ポインティングした位置に仮想オブジェクトを重畳できる。映像を切り替えることでマーカを変更できるため、複数種の仮想オブジェクトから任意のものを選択して重畳することが可能になる。

(3)を実現するためにジェスチャ操作を用いる。ユーザの手に仮想のレーザーポインタを重畳し、これを任意の仮想オブジェクトを当てることで選択できる。選択した仮想オブジェクトはピンチ操作によって取得できる。

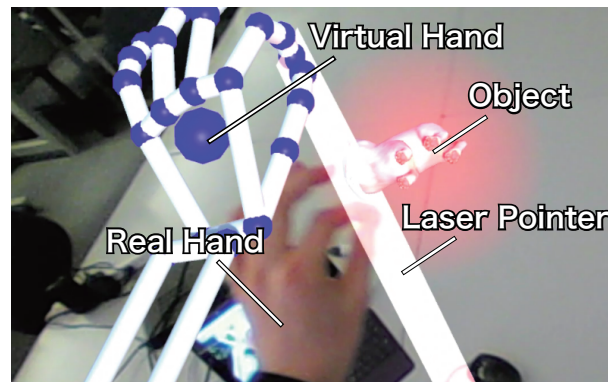


図 4 ジェスチャ操作

4. 実装

本システムは Unity (ver.5.4.0f3)*⁵ を用いて実装している。Web カメラ、モーションセンサを搭載した HMD と、物理ボタンを搭載したハンディプロジェクタを PC に接続して構成している。これらを複数台用意することで複数人での使用に対応している。システム構成図を図 1 に示す。

HMD は 非透過 HMD (SONY HMZ-T2, HTC Vive) に Web カメラ (Buffolo BSW200MBK, Vive 内蔵カメラ) を取り付けたものを使用しており、擬似シースルー HMD の役割と、マーカの認識を行う。Web カメラはユーザの負

*⁵ <http://japan.unity3d.com/> (2017/07/10 確認)

担としないよう軽量で小型のもの、HMD の視野を広く確保することが可能な広視野角のものを選定した。

ハンディプロジェクトには Canon の C-10W を使用している。ユーザが腕に装着できるもので、離れた位置にもできるだけ鮮明にマーカが投影できる高輝度のものを採用した。マーカを切り替えるための物理ボタンとして Wii リモコンを搭載している。マーカの認識には Vuforia SDK (ver.6.0.114)*⁶ を用いた。

モーションセンサには LeapMotion センサを使用している。本システムではユーザが様々な方向に仮想オブジェクトを重畳するため、ユーザの向きが限定されてしまう設置型センサは適さない。そのため小型の赤外線センサである LeapMotion を HMD の前面に取り付ける手法を採用した。また、ジェスチャ操作の実装には LeapMotion SDK (Orion Beta)*⁷ を用いており、仮想オブジェクトを受け取る際のピンチ操作を認識する。

5. 本研究の位置付け

これまでの研究においても、複数人が個別の端末を用いて行う対面協調作業において、情報の送受信は重要視されている。塩見らの研究 [3] では各ユーザの端末の方向をカメラとセンサによって認識することで、画面をスワイプした方向の端末に情報を送信することを実現している。萩原らの研究 [4] では、協調作業の処理を一つのサーバで管理し、各ユーザの端末をコントローラとしている。端末のモバイルカメラで他のユーザの画面を撮影するだけで、各端末の操作がサーバに随時同期されるように登録される。

複数人のユーザが各自の端末でコンテンツを閲覧する際の問題も、これまでの研究で指摘されている。Tang らの研究 [2] では、複数人のユーザが同じ 360 度動画を各自の端末で視聴しながら会話を行う場合、自分の画面に映っている特徴的な物体を視覚的な手がかりとしたり、相手の身体の向きから画面を推測しながら会話を行うことが観察された。Müller らの研究 [5] では、複合現実空間を利用した遠隔協調作業を行う際に、ユーザが仮想オブジェクトを自由に配置できるシステムを開発した。配置した仮想オブジェクトは相手の作業環境を推測するための視覚的な手がかりとなり、互いの状況を理解しながら作業を行うことを可能にした。若林らの研究 [6] では、VR 空間内外に存在するユーザが作業を行う際、特定のコンテンツや座標を示す POI (Point of Interest) を VR 空間外から空間内に提示するインタフェースを提案している。

本研究では、こうした同一の作業を行う相手の視点を円滑に推測するために、ハンディプロジェクトから視覚的な手がかりとなるポイントを投影する手法を実現した。

6. おわりに

本研究では、複合現実空間における協調作業を対象に、複合現実空間上の座標や仮想オブジェクトを他のユーザに提示することや、提示した仮想オブジェクトを他のユーザが選択して受け取ることを可能にした。今後は、実装したシステムが複合現実空間での対面協調作業において実際に有効であるかの検証を行う。また、本稿では HMD を対象に実装を行ったが、タブレット端末での利用や、HMD を装着したユーザとタブレット端末を把持したユーザ同士の作業も対象として検討する。

参考文献

- [1] Rod, F.: The future of augmented reality: Hololens-Microsoft's AR headset shines despite rough edges, *IEEE Spectrum*, Vol. 53, p. 21 (2016).
- [2] Tang, A. and Fakourfar, O.: Watching 360° Videos Together, *In Proc of CHI'17. ACM*, pp. 4501–4506 (2017).
- [3] 塩見和則, 高田秀志: 情報共有をともなうアドホックな対面協調作業のための近接端末間方向認識, *情報処理学会論文誌*, Vol. 58, No. 1, pp. 143–152 (2017).
- [4] 萩原拓真, 高嶋和毅, モンテンフィールド, 北村喜文: モバイルカメラを用いたデバイス間アドホックアプリケーション共有, *インタラクション 2017 論文集*, pp. 1–9 (2017).
- [5] Müller, J., Rädle, R. and Reiterer, H.: Remote Collaboration With Mixed Reality Displays: How Shared Virtual Landmarks Facilitate Spatial Referencing, *In Proc of CHI'17. ACM*, pp. 6481–6486 (2017).
- [6] 若林裕太, 宮下芳明: 説明員がヘッドマウントディスプレイ体験者を誘導するための支援システム, *研究報告エンタテインメントコンピューティング (EC)*, Vol. 2017-EC-43, No. 1, pp. 1–7 (2017).

*⁶ <https://developer.vuforia.com/> (2017/07/10 確認)

*⁷ <https://developer.leapmotion.com/orion/> (2017/07/10 確認)