

頭部搭載プロジェクタによる 軽量広視野ウェアラブル AR システム

湯田 遥季^{1,a)} 飯盛 正慶¹ 小室 孝¹

概要: 本論文では、ユーザが頭部にプロジェクタと単眼カメラを搭載することで、ユーザの視線の先に情報を提示することが可能で、実空間の平面に情報を重畳表示することができる軽量広視野ウェアラブル AR システムを提案する。提案するシステムでは、カメラによる SLAM を用いて頭部の位置姿勢の推定を行い、ユーザのしている場所によって映像を変化させることにより、疑似的な大画面を可能にする。また SLAM から得られた点群情報による平面検出を行い、実空間の平面に仮想物体の配置することで AR 重畳表示が可能になる。眼鏡にプロジェクタとカメラを固定した試作システムを開発し、検出した平面に仮想物体を配置することで、AR 重畳表示が可能であることを確認した。また仮想物体を異なる位置から観察することで、運動視差による立体視を確認した。

1. はじめに

作業支援の分野では眼鏡型のウェアラブルデバイスであるスマートグラスを用いたシステムが導入され始めている。このようなウェアラブルデバイスは従来のスマホやタブレットに比べると、より直感的な指示が可能であり、場所の制約なく、両手がふさがらずに作業ができるといった利点がある。しかし現在のスマートグラスでは視野角が狭くユーザに十分な情報が提示できないという問題がある。

透過型 HMD を用いて実空間に情報を表示する AR 技術に関する研究がある [1]。実空間に仮想物体を重畳表示することができるため、広い範囲に多くの情報を提示することが可能である。しかし装置自体が大きく重いためユーザの負担になり、長時間の使用は難しいといった課題がある。

これに対して、頭部や肩にプロジェクタを装着するウェアラブル AR システムの研究がある [2], [3]。これらの研究では、実空間に直接映像を投影するため、軽量で視界をふさがず、ユーザの負担を軽減することが可能である。しかしこれらのシステムでは実空間に仮想物体の固定を行っていない。

本研究ではユーザが頭部に小型プロジェクタと小型単眼カメラを装着するウェアラブル AR システムを提案する。単眼カメラによる SLAM を行い、ユーザの頭部の位置姿勢を推定して実空間に仮想物体を固定することで疑似的な大画面を実現し、ユーザに多くの情報を提示可能にする。

また平面検出を行うことで、実空間上の平面に情報の重畳表示を可能にする。

2. 頭部搭載プロジェクタと単眼カメラを用いたウェアラブル AR システム

2.1 システムデザイン

提案するウェアラブル AR システムでは、ユーザは頭部に小型プロジェクタと単眼カメラを装着する。システムは単眼カメラによる SLAM を行い、頭部の位置姿勢を推定、地図情報の作成を行う。そこから得られた情報をもとに、頭部の位置姿勢と仮想空間上のカメラの位置姿勢を反映させる。ユーザの頭の動きに応じて仮想空間上のカメラを動かすことで、仮想空間上に配置している仮想物体が実空間上に固定される見え方ができる。これにより疑似的な画面の拡大を実現する。

2.2 平面検出による重畳表示

提案するシステムでは、SLAM から得られた点群情報により平面検出を行う。検出した平面情報を仮想空間上に反映させて、その平面上に仮想物体を配置する。これによって実空間上の平面上に仮想物体を重畳表示することが可能になる。

2.3 運動視差による立体表現

提案するシステムでは、ユーザの頭の動きに応じて映像を変化させるため、運動視差による立体視が可能になる。SLAM から得られた頭部の位置姿勢を、仮想空間上のカメ

¹ 埼玉大学

^{a)} h.yuda.629@ms.saitama-u.ac.jp

ラに反映させることで、ユーザの視線の先に応じて映像を変化させる。実空間に投影された仮想物体をユーザが異なる位置から見ることで運動視差が生まれ、仮想物体を立体的に見ることが可能になる。

3. 実装結果

小型プロジェクタと単眼カメラを眼鏡に固定し、ウェアラブル AR システムを試作した。プロジェクタは MiniRay, カメラは UCAM-C750FBBK を使用した。プロジェクタは $44 \times 44 \times 14\text{mm}/27\text{g}$, カメラは $53 \times 15 \times 1\text{mm}/3\text{g}$ と小型で軽量なものとなっている。また演算のためデスクトップ PC に接続している。試作したシステムの外観を図 1 に示す。

頭部の位置姿勢推定のための SLAM は特徴点ベースの ORB-SLAM を使用した [4]。仮想空間の描画には Unity を用いた。

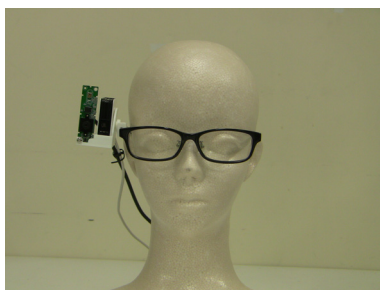
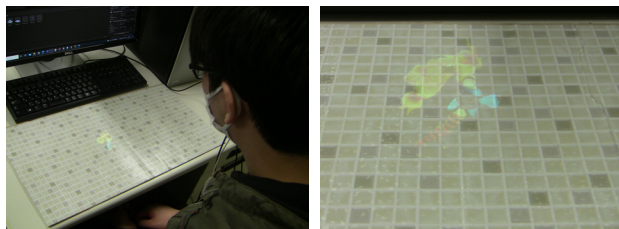


図 1: 試作システム外観

3.1 平面検出による AR 重畳表示

SLAM から得られた点群情報による平面検出を行い、検出した平面上に仮想物体を配置することで AR 重畳表示を行った。図 2 に第三者視点でのユーザと映像の様子と、ユーザ視点での映像の見え方を示す。3D モデルは Unity-Chan を使用した。



(a) 第三者視点

(b) ユーザ視点

図 2: AR 重畳表示

3.2 運動視差による立体視

図 3 に実空間に仮想物体を固定して、異なる角度からユーザ視点の仮想物体の見え方を示す。ユーザの位置に

じて見え方が変化するため運動視差が生まれ、映像が立体的に見えることを確認した。3D モデルには MMD モデルを使用した。

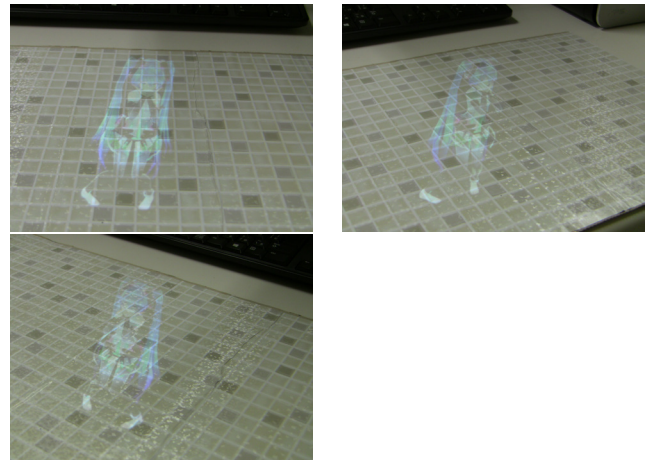


図 3: 運動視差による立体視

4. おわりに

4.1 まとめ

本論文では、ユーザが頭部に小型プロジェクタと小型カメラを装着し、頭部の位置姿勢の推定を行い、実空間上に仮想物体を固定することで疑似的な大画面を実現した軽量広視野ウェアラブル AR システムを提案した。平面検出を行うことで、実空間上の平面に情報を重畳表示することが可能にした。仮想物体を異なる位置から観察することが可能であるため、運動視差による立体視を実現した。

4.2 今後の課題

今後の課題として、プロジェクタの映像範囲の拡大の検討が考えられる。本研究ではユーザの見ている場所によって映像を変化させることで疑似的な大画面を実現したが、プロジェクタの映像自体は小さくユーザの中心視野を網羅できていないため、広角レンズを使用するなどしてプロジェクタの投影映像を拡大する必要がある。

参考文献

- [1] 松本 紀子ほか. 物流における拡張現実技術を用いたピッキング作業支援システムの開発, 情報処理学会研究報告, Vol. 2019-CDS-25, No. 10, pp. 1 - 8, 2019.
- [2] Pranav Mistry. *Sixthsense: a wearable gestural interface*, In ACM SIGGRAPH ASIA 2009, p. 85, 2009.
- [3] Chris Harrison. *Omnitouch: wearable multitouch interaction everywhere*, In UIST'11, p. 4, 2008.
- [4] Raúl Mur-Artal, Jose Maria Martinez Montiel and Juan Domingo Tardós. *ORB-SLAM: A Versatile and Accurate Monocular SLAM System*, IEEE Transactions on Robotics, Vol. 31, No. 5, pp. 1147-1163, 2015.