

LensTouch+: スマートグラスのレンズ面を使った入力手法の拡張

川崎 竜也* 真鍋 宏幸*

概要. Hololens や XREAL Air などのスマートグラスと呼ばれる光学シースルーなディスプレイを備えた眼鏡型デバイスが発売されている。スマートグラスは、大画面で映画を映したり、ユーザの周囲の物理オブジェクトを認識し、選択することが可能である。我々は、スマートグラスのレンズ面を用いた入力手法である LensTouch[4] を提案してきた。しかし、スマートグラスの強みである周囲の環境に対するインタラクションが未実装であった。本論文では、スマートグラスのレンズ面を使った周囲の環境への入力手法の拡張を行う LensTouch+ を提案し、実装した。また、複数のアプリケーションを作成し、提案手法の有用性を確認した。

1 はじめに

現在、Hololens や XREAL Air などのスマートグラスと呼ばれる光学シースルーなディスプレイを備えた眼鏡型デバイスが発売されている。スマートグラスは、大画面で映画を映したり、周囲の環境のオブジェクトに情報を重ね合わせることができる。また、Hololens ではユーザの周囲の物理オブジェクトを認識し、選択することも可能である [1]。それらの機能を円滑に実行するために、XREAL Air ではスマートフォンをコントローラとして使用していたり、Hololens では視線入力とハンドジェスチャ入力が使用されている。しかしこれらの入力手法は、満員電車のような混雑して目の前にハンドジェスチャ入力ができるスペースがない状況などでは適していない。これらの状況でも使用可能な手法として我々は、スマートグラスのレンズ面を用いた入力手法である LensTouch[4] を提案してきた。しかし、スマートグラスの強みである周囲の環境に対するインタラクションが未実装であった。そこで本論文では、スマートグラスのレンズ面を使った周囲の環境への入力手法の拡張を行う LensTouch+ を提案する。

2 関連研究

スマートグラスの入力機能を拡張するために、様々な研究が試みられてきた。例えば、Google Glass の temple 部に装着されているタッチパッドを利用した入力手法が提案されている [6]。また、VRHMD の前面にタッチパッドを取り付けた手法もある [3]。いずれもタッチ入力を用いているが、ユーザ自身の指を直接見ることができないため操作が難しい。一方、本研究では、自身の指を直接見ながら入力する

ことができる。

視線入力やハンドジェスチャ入力に関する研究も多く行われてきており [5]、すでに Hololens では、視線入力とハンドジェスチャ入力が可能である。視線入力は、ミダスタッチの問題を回避する必要があるが、ハンドジェスチャ入力を組み合わせることで解消することができる。しかし、ハンドジェスチャ入力には触覚フィードバックがなく、さらに目の前にある程度のスペースが必要である。一方、本研究では、レンズ面でタッチ入力を行うため触覚フィードバックがあり、目の前にスペースがない状況であっても使用することができる。

スマートグラスを使って周囲の物理オブジェクトを選択する研究がすでに行われている [2]。この研究では、環境中に配置された AR マーカーを選択する複数の手法の比較を行っている。選択対象であるマーカーをスマートグラスのカメラが認識すると、マーカーの上に仮想のボタンが表示される。その表示されたボタンを、(1) 空中でのハンドジェスチャ入力、(2) スマートグラスのフレームでのダブルタップ入力、(3) 手元のコントローラでの入力の 3 つの手法で選択する。この研究では、(3) コントローラでの入力が最も素早く操作ができ、最適であると結論づけている。しかし、コントローラでの入力は両手が塞がってしまい、必ずしも最適であるとは言えない。

3 提案手法

先行研究である LensTouch[4] を、ユーザの周囲の環境に対してインタラクションできるよう拡張した LensTouch+ を提案する。LensTouch が、スマートグラスのディスプレイ上に対してレンズ面で入力を行う手法であったのに対し、LensTouch+ では、さらに周囲の物理オブジェクトに対して入力や操作を行うことができる。例えばスマートグラスのレンズ面でテレビを選択する場合、ユーザは視界に映るテ

レビと、自身の指をレンズ面上で重ね合わせタッチする。また、選択するだけでなくそのオブジェクトの操作もレンズ面を用いて行うことができる。

LensTouchとLensTouch+には、ユーザの指と選択対象の位置関係に大きな違いがある。LensTouchでは、ユーザの目と指の間に表示画面があるため、指によるオクルージョンは発生しない。しかし、LensTouch+では、選択したいオブジェクトが自身の指によって隠れてしまう。この問題は、タッチ入力を行っている一方のレンズ面でのみ発生する。そのため、タッチ入力を行わない他方のレンズ面では指で視界が遮られることはなく、対象のオブジェクトを目視することが可能である。つまり、LensTouchとLensTouch+には入力手法にも違いがある。

4 実装

実装では、スマートグラスにXREAL Airを使用した。図1(a)のようにスマートグラスの両眼のレンズ面に、2.8インチの静電容量方式の透明タッチパッドを紫外線硬化樹脂を使って貼り付けた。スマートグラスの左右のテンプルには、タッチパッドと接続されているESP32が設置してある。ESP32は入力情報の処理を行い、PCに結果を伝達する。スマートグラスのブリッジ部分には、小型のカメラが設置されており、周囲の環境情報を取得することができる。スマートグラスには、PCの画面がユーザから4mの距離に130インチサイズ相当で表示される。

本来の認識対象はテレビやエアコンなどの物理オブジェクトであるが、今回実装したシステムでは、簡略化のためそれぞれのデバイスに貼付したQRコードを認識対象としている。ユーザがスマートグラスのレンズ面をタッチすると、図1(b)のようにタッチした位置に×印が表示され、その周囲には、画像認識を行う範囲を示す括弧が表示される。ユーザは、この括弧の中に選択したいQRコードを収め、次にタッチしている指を離す。その後、システムは括弧の範囲の画像認識を行う。認識したQRコードに応じて、ディスプレイ上に画像や操作画面が表示される。どちらの場合でもレンズ面上でのタッチ入力による操作が可能である。

5 アプリケーション

提案手法の有用性を確認するため、複数のアプリケーションの実装を行った。

5.1 情報の読取

ユーザがQRコードを選択すると、それに対応した画像がスマートグラス上で表示され、ユーザはそれを閲覧することができる。レンズ面でピンチイン・ピンチアウトすることで画像を拡大縮小することもできる。ハンドジェスチャ入力、あるいはそれと視

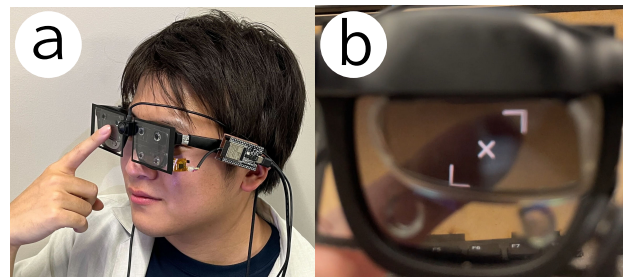


図 1. (a) ブリッジ部分に小型のカメラを取り付けた LensTouch+. (b) ユーザの視点.

線入力を組み合わせても同様の操作は可能ではあるが、満員電車のような混雑している状況では入力は難しい。しかし、この手法ではレンズ面でタッチ入力を行うため混雑している状況でも情報の閲覧ができる。

5.2 デバイスの操作

このアプリケーションでは、周囲のデバイスをレンズ面上で選択し、さらにそのデバイスの操作を行うことができる。液晶ディスプレイが備わっており、文字や画像などを表示することができるM5Stackを選択対象のデバイスとして使用した。M5Stackの画面上には起動するためのQRコードが表示されており、ユーザは前述のアプリケーションのようにQRコードをレンズ面上で選択することができる。選択されると、M5Stack内のアプリケーションが起動し、音楽や映像が再生される。再度そのデバイスを選択することで、再生は停止する。視界内に複数のデバイスがある場合でも、ユーザはレンズ面上で特定のデバイスを選択することができる。

また、選択したデバイスをレンズ面上で操作することもできる。今回は例としてラジコンの操作を行う。ラジコンにはQRコードが貼り付けられており、ユーザは前述と同様に特定のラジコンを選択する。選択されるとスマートグラスの画面上には直進、右回転、左回転の3つのボタンが表示され、選択されたラジコンが動作する。選択した後は、QRコードを読み込むことなくデバイスを操作することが可能である。

6 まとめ

本論文では、スマートグラスのレンズ面を使った周囲の環境への入力手法の拡張を行うLensTouch+の提案と実装を行った。提案手法を用いれば、テレビやエアコンのような周囲の物理オブジェクトに対して入力や操作を行うことができる。複数のアプリケーションを作成し、本提案手法の有用性を確認した。

参考文献

- [1] A. Farasin, F. Peciarolo, M. Grangetto, E. Gianaria, and P. Garza. Real-time Object Detection and Tracking in Mixed Reality using Microsoft HoloLens. In *Proceedings of the 15th International Joint Conference on Computer Vision, Imaging and Computer Graphics Theory and Applications (VISIGRAPP 2020) - Volume 4: VISAPP*, pp. 165–172. INSTICC, SciTePress, 2020.
- [2] J. Franco and D. Cabral. Augmented object selection through smart glasses. In *Proceedings of the 18th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia, MUM '19*, New York, NY, USA, 2019. Association for Computing Machinery.
- [3] J. Gugenheimer, D. Dobbstein, C. Winkler, G. Haas, and E. Rukzio. FaceTouch: Enabling Touch Interaction in Display Fixed UIs for Mobile Virtual Reality. In *Proceedings of the 29th Annual Symposium on User Interface Software and Technology, UIST '16*, p. 49–60, New York, NY, USA, 2016. Association for Computing Machinery.
- [4] T. Kawasaki and H. Manabe. LensTouch: Touch Input on Lens Surfaces of Smart Glasses. In *Adjunct Proceedings of the 36th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, UIST '23 Adjunct*, New York, NY, USA, 2023. Association for Computing Machinery.
- [5] T. Kim, A. Karlson, A. Gupta, T. Grossman, J. Wu, P. Abtahi, C. Collins, M. Glueck, and H. B. Surale. STAR: Smartphone-analogous Typing in Augmented Reality. In *Proceedings of the 36th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, UIST '23*, New York, NY, USA, 2023. Association for Computing Machinery.
- [6] C. Yu, K. Sun, M. Zhong, X. Li, P. Zhao, and Y. Shi. One-Dimensional Handwriting: Inputting Letters and Words on Smart Glasses. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '16*, p. 71–82, New York, NY, USA, 2016. Association for Computing Machinery.