

コンテンツ閲覧のためのヘッドマウントディスプレイ向け視線操作インタフェースの試作

今村 翔太* Lee Jieun† 齊藤 裕一* 伊藤 誠*

概要. 本研究では、コンテンツ閲覧の際に必要な選択操作とスクロール操作を視線の滞留時間に基づいて行うヘッドマウントディスプレイ向けインタフェースを試作した。ヘッドマウントディスプレイは、コンテンツ一覧から興味のあるものを選択して詳細を見るといった情報収集用途にも活用できる。この場合の操作手法としては、レイキャスト方式やハントラッキングが一般的である。しかし、手をオブジェクトに向けることが必要となり、長時間または多用途で使用する場合、ユーザの身体的負担が大きい。そこで、視線によるハンズフリーな操作手法を提案する。視線選択操作では、意図せず操作されてしまうミダタッチ問題の解消が課題であり、従来はミダタッチを誘発する情報量の多いものを操作対象にするのが難しかった。提案手法では視線移動により容易に他の対象に移れるようにし、閲覧行動への影響を抑えつつ、視線操作をコンテンツ閲覧時の操作に適用できるようにすることを旨とする。

1 はじめに

近年、ヘッドマウントディスプレイ（以降、HMD）が急速に普及している。HMDは、今後、既存のスマホやPCで行われている、コンテンツ一覧から興味のあるものを選択して詳細を見るといった情報収集用途に活用することも提案されている[1]。こうしたHMDの操作インタフェースには、コントローラを用いてオブジェクトを操作するレイキャスト方式やハントラッキングで操作する手法がある。しかしながら、手をオブジェクトに向けることが必要となり、長時間または多用途で使用する場合、ユーザの身体的負担が大きい。

HMDでは、アイトラッカーを標準で搭載した機種[1, 2, 3]があり、視行動に基づいたハンズフリー手法も用いられるようになってきている。本研究では、HMDでのコンテンツ閲覧タスクのための視行動に基づく操作インタフェースの開発を行い、手によるHMD操作の負担低減を目指す。

ニュースアプリや通知一覧の閲覧時にはスクロール操作と選択操作を繰り返し行うことになる。そこで、選択操作とスクロール操作を視線の滞留時間に基づいて行うインタフェースを試作した。

2 関連研究

2.1 視線による選択操作

これまで、視線により選択操作を行う研究では、目

に入るものすべてが意図せず選択されるミダタッチ問題[4]の解消が課題となってきた。ミダタッチ回避のために操作判定に必要な視線の滞留時間を延ばすことは、利便性が失われるという問題を引き起こす。ミダタッチ回避と利便性の両立のために、判定の精度と判定に要する時間のトレードオフを調整するための研究が多く行われてきた。

Nayyar et al. [5]は、ボタンの大きさや人に合わせて操作判定に用いる視線滞留時間の調整を行ない判定精度の向上と時間短縮を行った。Isomoto et al. [6]は、対象領域への移動時間が移動距離と対象の大きさに依存することをモデル化したフィッツの法則を視線に適用し、移動を考慮して視線滞留時間を短縮できることを示した。Ishiguro and Rekimoto [7]は、HMD上で周辺視野にアイコンを提示し、アイコンへの視線移動により詳細情報を表示する手法を提案した。

2.2 視線によるスクロール操作

視線によるスクロール操作の研究では、スクロール領域を区切って判定領域を設けて自動スクロールを行うことが提案されてきた。Kumar and Winogorad [8]は、テキストの垂直スクロール領域にスクロール開始ライン、スクロール加速ライン、スクロール停止ラインを設け、視線の位置に応じて自動スクロールを加えることでユーザーの操作意図に合わせてスクロール操作をできることを示した。また、Turner et al. [9]は、テキストスクロールの際に、文章の段落に合わせてスクロールが行われる傾向があることを明らかにし、文章の段落構造を自動スクロールの実行に応用することを提案した。

Copyright is held by the author(s). This paper is nonrefereed and non-archival. Hence it may later appear in any journals, conferences, symposia, etc.

* 筑波大学, † 岡山大学

一方、先行研究で対象としているのはテキストの垂直スクロールのみであり、水平スクロールや垂直スクロール、選択操作を組み合わせる行うことについては検証されていない。

3 提案手法

3.1 インタフェースデザイン

視線による選択操作の先行研究では、閲覧と操作のための視線行動との区別が難しいことから、選択対象の知覚に要する時間が短くなるよう情報量を抑えている。提案手法では、HMDの表示視野角の広さを活かすことで、意図していない展開操作であっても、他のコンテンツへ視線を容易に移動させられるようにし、閲覧への影響を抑える。これにより、ミダタッチ回避と利便性の両立をしつつ、視線操作対象をより情報量の多い対象へと広げられることが期待できる。

試作したインタフェースのレイアウトはVirtual Reality (以降、VR) の空間中に、写真とタイトル、リードテキストをセットにしたコンテンツを横に並べたレイアウト (図1) とした。このインタフェースはコンテンツを選択することで本文の開閉が可能なものとなっている。コンテンツ一覧は横にスクロール操作を行い、各コンテンツの本文は縦にスクロール操作を行う。



図 1. 実装しているインタフェースのレイアウト

3.2 操作ロジック

視線操作インタフェースの操作の実行は、各判定領域への視線の滞留時間をもとに行う。実装した視線行動による操作は、スクロール操作 (コンテンツ一覧の水平スクロールと各コンテンツの本文の垂直スクロール)、各コンテンツの本文の展開操作、各コンテンツの本文の縮小操作の3種類である。

3.2.1 スクロール操作の実行

両端 (コンテンツ一覧の水平スクロールの場合) や上下 (各コンテンツの本文の垂直スクロールの場合) の判定領域A (図2) への累積視線滞留時間

(一定時間連続して滞留がない場合は初期化) が閾値を超えるとスクロール操作を行う。

3.2.2 コンテンツの本文展開操作の実行

各コンテンツの判定領域B (図2) への累積視線滞留時間 (一定時間連続して滞留がない場合は初期化) が閾値を超えると視線の滞留しているコンテンツの本文の展開操作を行う。

3.2.3 コンテンツの本文縮小操作の実行

展開しているコンテンツの判定領域C (図2) から一定時間視線が離れた場合には本文の展開を終了する操作を行う。

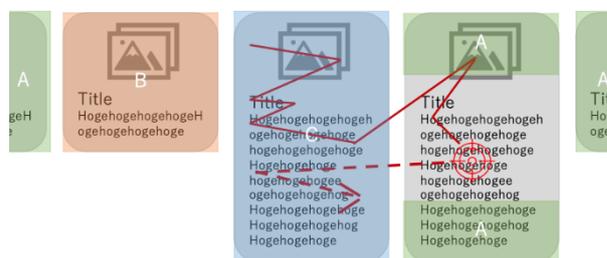


図 2. 提案するインタフェース上の判定領域 A,B,C とそれらの上を動く視線の移動を示すイメージ図

4 実装

本研究において用いたHMDはアイトラッカを標準で搭載している HTC VIVE Pro Eye [2]であり、コンピュータは Alienware m15 R7 (Intel® 12th Gen Intel(R) Core(TM) i7-12700H 2.30GHz, 32GB RAM, Windows 11 Pro) である。また、Unity 環境において C#を用いてアプリケーションを実装した。

試作したインタフェースでは、日本の世界遺産の画像と Wikipedia の抜粋をコンテンツとした。

5 おわりに

試作した視線操作インタフェースでは、判定に用いる視線滞留時間の閾値は手動で設定されている。今後、提案する視線インタフェースと同じレイアウトのインタフェースをハンドコントローラによるレイキャスト方式で操作してもらった視線行動収集のための実験を行う。操作過程の視線行動を元により適切な視線滞留時間の閾値を設定する。また、閾値調整後、被験者内実験によりハンドコントローラと視線操作インタフェースの場合のユーザビリティ評価、ワークロード評価、所要時間の比較を行い、HMDでのコンテンツ閲覧における視線操作の有用性を検証していきたい。

参考文献

- [1] Meta Quest Pro 製品概要ページ.
<https://www.meta.com/jp/quest/quest-pro/> (2022年11月19日確認)
- [2] HTC VIVE Pro Eye 製品概要ページ.
<https://www.vive.com/jp/product/vive-pro-eye/overview/> (2022年11月19日確認)
- [3] Microsoft HoloLens2 機能詳細ページ.
<https://www.microsoft.com/ja-jp/hololens/hardware> (2022年11月19日確認)
- [4] Robert J. K. Jacob. 1990. What you look at is what you get: eye movement-based interaction techniques. In Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '90). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 11–18.
<https://doi.org/10.1145/97243.97246>
- [5] Aanand Nayyar, Utkarsh Dwivedi, Karan Ahuja, Nitendra Rajput, Seema Nagar, and Kuntal Dey. 2017. OptiDwell: Intelligent Adjustment of Dwell Click Time. In Proceedings of the 22nd International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI '17). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 193–204.
<https://doi.org/10.1145/3025171.3025202>
- [6] Toshiya Isomoto, Toshiyuki Ando, Buntarou Shizuki, and Shin Takahashi. 2018. Dwell time reduction technique using Fitts' law for gaze-based target acquisition. In Proceedings of the 2018 ACM Symposium on Eye Tracking Research & Applications (ETRA '18). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 26, 1–7. <https://doi.org/10.1145/3204493.3204532>
- [7] Yoshio Ishiguro and Jun Rekimoto. 2011. Peripheral vision annotation: noninterference information presentation method for mobile augmented reality. In Proceedings of the 2nd Augmented Human International Conference (AH '11). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 8, 1–5.
<https://doi.org/10.1145/1959826.1959834>
- [8] Manu Kumar and Terry Winograd. 2007. Gaze-enhanced scrolling techniques. In Proceedings of the 20th annual ACM symposium on User interface software and technology (UIST '07). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 213–216.
<https://doi.org/10.1145/1294211.1294249>
- [9] Jayson Turner, Shamsi Iqbal, and Susan Dumais. 2015. Understanding gaze and scrolling strategies in text consumption tasks. In Adjunct Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2015 ACM International Symposium on Wearable Computers (UbiComp/ISWC'15 Adjunct). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 829–838. <https://doi.org/10.1145/2800835.2804331>