

VR環境におけるフリック入力を利用した低オクルージョンな QWERTY キーボードの実装

折居 篤* 小西 智樹† 志築 文太郎‡

概要. 近年, HMD を用いた VR システムが普及してきている. ユーザは VR 環境内でユーザ情報の登録やアプリケーションの検索を行う際に文字入力を行う必要がある. しかし, HMD を装着した状態における文字入力には, 現実世界の視認や入力デバイスの制限が生じる. そのため仮想キーボードとレイを用いた文字入力が行われているが, 画面上にレイを当てやすい大きさの仮想キーボードを表示する必要であるため, 画面遮蔽が生じてしまう. そこで本研究では, QWERTY 配列の仮想キーボードにフリック入力機能を実装し, フリックの起点となるキーのみを表示することにより, 低オクルージョンな仮想キーボードを実装した. また本研究では, フリックにより選択できるキーの数とフリックの方向の異なる複数の仮想キーボードを実装することにより, それらの条件が文字入力の性能にどのように影響するのか調査する.

1 はじめに

近年, Head-Mounted Display (以降, HMD) を用いて視覚に働きかける VR システムが普及してきている. HMD とは, ユーザの視界を物理的に遮蔽し, 仮想的な視覚情報をユーザに提示するデバイスである. このデバイスはユーザが両手に持つ独立したコントローラによって操作される. そのため HMD を装着した状態において, アプリケーションの検索やユーザ登録などの文字入力を行う際は, 現実世界の視認や入力デバイスに制限が生じる. そこで, HMD を用いた VR 空間における文字入力には一般的に仮想キーボードが用いられる. 仮想キーボードは実世界のキーボードの形状を模したソフトウェアキーボードであり, レイと呼ばれるコントローラから伸びる光の線によってキーが決定される. しかし, VR 空間に表示された仮想キーボードによって, 奥のものが見えなくなってしまうオクルージョン問題が発生する. 一方で, Huawei ら [11] のキーの大きさを小さくすると文字入力性能が低下してしまうという指摘, および Regis ら [5] のコントローラから伸びるレイを用いて小さなキーを選択することは手の震えや支持面の欠如のため難しいという結果から, 仮想キーボードはレイを用いてキーを指すことが容易なサイズである必要がある. そこで本研究では, フリックの起点となるキーのみを表示することにより, 仮想キーボードによる画面遮蔽を減らす手法を実装し調査を行う. また, フリックの起点となるキー

とフリックの方向の組み合わせを複数実装し, ユーザにとって適切な条件を調査する.

2 関連研究

本節ではキーボードによるオクルージョンを対象とした研究について述べる. キーボードによるオクルージョンは, VR 環境だけでなくタブレット端末においても頻繁に議論されている. Scott ら [8] の研究で提案された H4-Writer はキーボードのキーを4つに絞る, 複数のキーを組み合わせることで入力を行った. この研究のようにキーの組み合わせによりキー数を減少させる研究がいくつかあるが, キーの組み合わせの習得が難しく, タイピングの速度が遅い [9, 10]. また QWERTY 配列のキーの一部を残すことにより, レイアウトを保ちオクルージョンを減少させる研究がある [4, 6]. 本研究で実装した手法の一部は Chun ら [6] の研究を参考にした. また, キーボードを透明もしくは半透明にする研究 [1, 7] や, 一部のキーのみを表示する研究 [3] も行われており, ユーザーはより多くの情報を提供する部分的に隠されたキーボード入力方式を好むことがわかっている. そのため, 本研究ではユーザにキーボードの位置に関する情報を提示するキーを一部残しつつ, フリックによってその周囲のキーを選択することができるよう設計した.

3 実装

本研究で用いた HMD は Meta Quest 2 であり, ユーザは HMD を装着し両手にコントローラを持った状態で文字入力を行う. システムの開発は Unity を用いて行い, Meta Quest 2 の Oculus Link 機能を用いて, HMD 上に実験環境を構築する.

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

* 筑波大学 情報学群知識情報・図書館学類

† 筑波大学 情報理工学位プログラム

‡ 筑波大学 システム情報系

3.1 フリック機能の実装

VR 空間内のフリックの起点となるキーにレイを当ててトリガを押し込むことにより、フリックによって選択可能なキーが表示される。レイがキーに当たっている場合はそのキーが選択され、そうではない場合は、レイと仮想キーボードのある平面との接触位置とフリックの起点となるキーの中心との角度を取り、最も近い方向にキーの中心があるキーが選択される。選択可能なキーのレイアウトは条件ごとに設定され、以下で本研究で実装するフリックの方向、選択可能なキーの数が異なるキーボードについて説明する。

3.2 Aroundflick キーボード

Aroundflick キーボードはフリックの起点となるキーを3つに絞り、その周辺のキーをすべてフリックにより選択可能にしたキーボードである。この手法はキーボードによるオクルージョンが最も少なく、フリックによって選択可能なキーが最も多い(図1)。

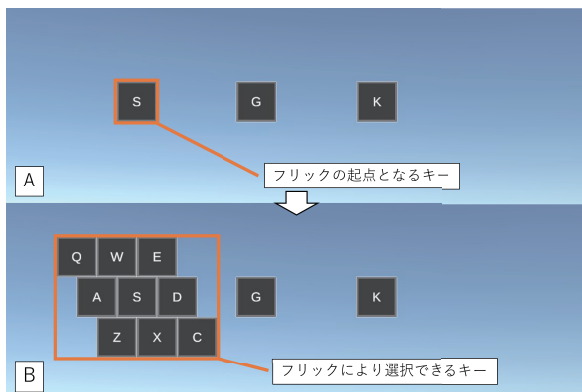


図 1. A：Aroundflick キーボードのレイアウト。B：フリックの起点となるキーが選択されたとき、フリックによって選択可能なキーが表示される様子。

3.3 Verticalflick キーボード

Verticalflick キーボードはフリックの起点となるキーを横列に残し、その上下のキーをフリックにより選択可能にしたキーボードである。このレイアウトは 1linekeyboard[6] を参考に設計されており、ユーザは上下方向へのフリックにより、フリックの起点となるキーの上段、または下段のキーを選択できる(図2)。

3.4 Horizontalflick キーボード

Horizontalflick キーボードはフリックの起点となるキーを縦列に残し、その左右のキーをフリックにより選択可能にしたキーボードである。このレイアウトは swipeboard[2] を参考に設計されており、ユー

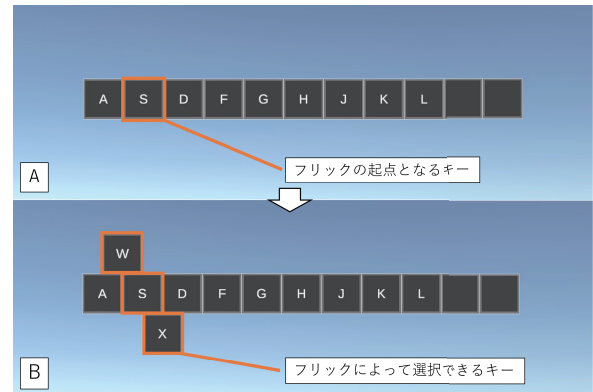


図 2. A：Verticalflick キーボードのレイアウト。B：フリックの起点となるキーが選択されたとき、フリックによって選択可能なキーが表示される様子。

ザは左右方向へのフリックにより、フリックの起点となるキーの左右のキーを選択できる(図3)。

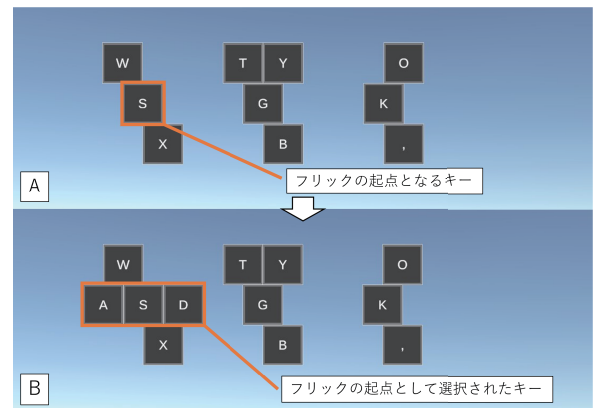


図 3. A：Horizontalflick キーボードのレイアウト。B：フリックの起点となるキーが選択されたとき、フリックによって選択可能なキーが表示される様子。

4 まとめ

VR 環境における仮想キーボードによるオクルージョン問題を解決するために、フリックの起点となるキーのみを表示した QWERTY 配列の仮想キーボードを実装した。さらにフリックの起点となるキーおよびフリックによって選択可能なキーの数の条件の異なる仮想キーボードを複数作成し、入力性能について調査する。今後は、キーの選択にフリックが有用であるかという予備調査を行ったのち、3種類の仮想キーボードに標準的な仮想キーボードを加えた4条件で入力性能についての比較を行い、フリックを利用したキーボードの有用性と、フリックの候補キーの数、方向が入力に与える影響について調査する。

参考文献

- [1] A. S. Arif, B. Iltisberger, and W. Stuerzlinger. Extending Mobile User Ambient Awareness for Nomadic Text Entry. In *Proceedings of the 23rd Australian Computer-Human Interaction Conference, OzCHI '11*, pp. 21–30, New York, NY, USA, 2011. Association for Computing Machinery.
- [2] X. A. Chen, T. Grossman, and G. Fitzmaurice. Swipeboard: A Text Entry Technique for Ultra-Small Interfaces That Supports Novice to Expert Transitions. In *Proceedings of the 27th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, UIST '14*, pp. 615–620, New York, NY, USA, 2014. Association for Computing Machinery.
- [3] G. Feng, X. Guo, M. Ren, S. Zhang, and J. Liu. NaviKey: An Invisible Keyboard with Navigation Keys. In *The Eighth International Workshop of Chinese CHI*, Chinese CHI 2020, pp. 61–64, New York, NY, USA, 2020. Association for Computing Machinery.
- [4] N. Green, J. Kruger, C. Faldu, and R. St. Amant. A Reduced QWERTY Keyboard for Mobile Text Entry. In *CHI '04 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, CHI EA '04*, pp. 1429–1432, New York, NY, USA, 2004. Association for Computing Machinery.
- [5] R. Kopper, D. Bowman, M. Silva, and R. McMahan. A Human Motor Behavior Model for Distal Pointing Tasks. *Int. J. Hum.-Comput. Stud.*, 68(10):603–615, oct 2010.
- [6] F. C. Y. Li, R. T. Guy, K. Yatani, and K. N. Truong. The 1line Keyboard: A QWERTY Layout in a Single Line. In *Proceedings of the 24th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, UIST '11*, pp. 461–470, New York, NY, USA, 2011. Association for Computing Machinery.
- [7] Z. Li, C. Yu, Y. Gu, and Y. Shi. ResType: Invisible and Adaptive Tablet Keyboard Leveraging Resting Fingers. In *Proceedings of the 2023 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '23*, pp. 61–64, New York, NY, USA, 2023. Association for Computing Machinery.
- [8] S. MacKenzie, W. Soukoreff, and J. Helga. 1 Thumb, 4 Buttons, 20 Words per Minute: Design and Evaluation of H4-Writer. In *Proceedings of the 24th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, UIST '11*, pp. 471–480, New York, NY, USA, 2011. Association for Computing Machinery.
- [9] G. Rakhmetulla and A. S. Arif. Senorita: A Chorded Keyboard for Sighted, Low Vision, and Blind Mobile Users. In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '20*, pp. 1–13, New York, NY, USA, 2020. Association for Computing Machinery.
- [10] C. Southern, J. Clawson, B. Frey, G. Abowd, and M. Romero. An Evaluation of BrailleTouch: Mobile Touchscreen Text Entry for the Visually Impaired. In *Proceedings of the 14th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services, MobileHCI '12*, pp. 317–326, New York, NY, USA, 2012. Association for Computing Machinery.
- [11] H. Tu, S. Huang, J. Yuan, X. Ren, and F. Tian. Crossing-Based Selection with Virtual Reality Head-Mounted Displays. In *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '19*, pp. 1–14, New York, NY, USA, 2019. Association for Computing Machinery.