

# 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.** HMD を用いた VR システムのユーザは、頭部に HMD を装着するため、現実世界を視認できない。また、ユーザは、両手にコントローラを把持するため、他のデバイスを用いることができない。そのため、仮想キーボードおよびレイを用いた文字入力が行われている。その場合、レイを当てやすい大きさの仮想キーボードを画面上に表示する必要があるため、オクルージョン問題が生じる。そこで、我々は、QWERTY 配列の仮想キーボードにフリック入力機能を追加し、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。今後、フリックにより選択できるキーの数、および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、それらのキーボードが文字入力の性能にどのように影響を与えるのかを調査する。

## 1 はじめに

近年、Head-Mounted Display (以降、HMD) を用いた VR システムが普及しつつある。HMD とは、ユーザの視界を物理的に遮蔽し、仮想的な空間に関する情報をユーザに提示するデバイスである。ユーザは両手に持つ独立したコントローラによって HMD を操作する。ユーザは、頭部に HMD を装着するため、現実世界を視認できない。また、ユーザは、両手にコントローラを把持するため、他のデバイスを用いることができない。そのため、HMD を用いた VR 空間において文字入力を行う際は、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る。ユーザはコントローラから伸びる光の線 (以降、レイ) によってキーを決定する。しかし、VR 空間に表示された仮想キーボードによって、キーボードの奥のものが見えなくなってしまうというオクルージョン問題が発生する。また、キーの大きさを小さくすることは、文字入力性能が低下してしまうという問題 [11]、およびレイを用いて小さなキーを選択することは手の震えおよび支えがないため難しいという問題 [5] から難しい。そのため、仮想キーボードを、レイを用いてキーを指すことが容易なサイズにする必要がある。我々は、QWERTY 配列の仮想キーボードにフリック入力機能を追加し、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。

## 2 関連研究

本節では、キーボードによるオクルージョン問題を対象とした研究を述べる。キーボードによるオクルージョンは、VR 環境だけではなくタブレット端末においても議論されている。Scott ら [8] は、4つのキーを組み合わせるにより文字入力を行う手法である H4-Writer を実装した。このようにキーの組み合わせによりキーの数を減少させる手法が複数研究されているが、キーの組み合わせの習得が難しい [9, 10]。そのため、キーの位置を容易に習得するために QWERTY 配列のレイアウトを保ち、かつ、キーの一部のみを表示することにより、オクルージョンを減少させる研究がある [4, 6]。本手法は、Chun ら [6] の研究を参考にキー配列のレイアウトを一部残した。また、キーボードを透明もしくは半透明にする研究 [1, 7] および、一部のキーのみを表示する研究 [3] も行われている。これらの研究から、ユーザ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、我々は、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できるような仮想キーボードを実装した。

## 3 実装

本研究にて用いた HMD は Meta Quest 2 である。ユーザは、HMD を装着し、かつ両手にコントローラを持った状態にて文字入力を行う。我々は、Unity を用いて本システムを実装した。また、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

VR空間内にて、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には、そのキーが選択される。そうではない場合には、レイが当たっている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、最も近い方向のキーが選択される。選択可能なキーのレイアウトは条件ごとに設定される。以下に、本研究において実装するフリックの方向、および選択可能なキーの数が異なるキーボードを説明する。

### 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つ残し、かつ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(図1)。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、かつフリックによって選択可能なキーが最も多い。

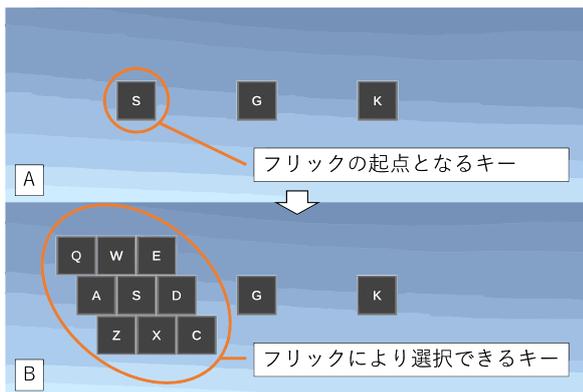


図 1. A : AroundFlick キーボードのレイアウト. B : フリックの起点となるキーが選択されたとき、フリックによって選択可能なキー。

### 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、かつ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(図2)。このレイアウトは、the 1Line keyboard [6]を参考にした。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下のキーを選択できる。

### 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、かつ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(図3)。このレイアウトは、Swipeboard [2]を参考にした。ユーザは、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。

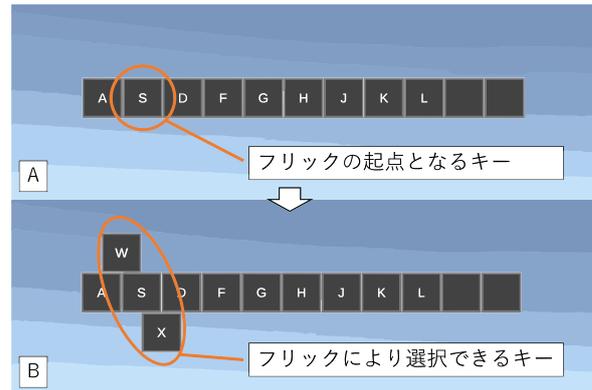


図 2. A : VerticalFlick キーボードのレイアウト. B : フリックの起点となるキーが選択されたとき、フリックによって選択可能なキー。

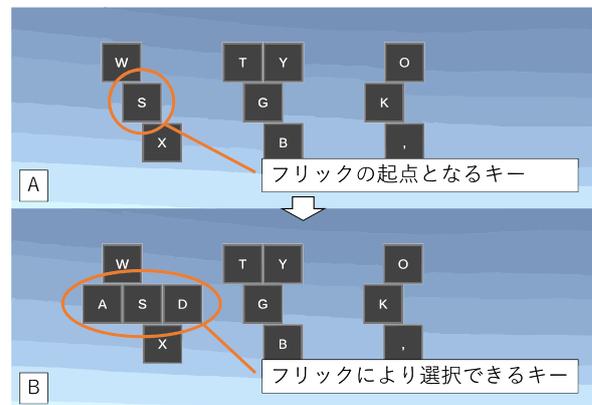


図 3. A : HorizontalFlick キーボードのレイアウト. B : フリックの起点となるキーが選択されたとき、フリックによって選択可能なキー。

## 4 まとめおよび今後の予定

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。今後、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が異なる仮想キーボードの入力性能を計測するために実験を行う。さらに、3種類の仮想キーボードの入力性能の差について比較、および分析を行う。分析結果から、フリックを利用したキーボードの有用性、およびフリックの候補キーの数ならびに方向が入力性能に与える影響を調査する。

### 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 Con-*

- ference, 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. *International Journal of Human-Computer Studies*, 68(10):603–615, 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. 1–14, 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.