

VR 空間における複数ページを同時提示する文書閲覧環境

吉井 健紘[†] 高橋 克郎[†] 大島 裕明[†]
Takehiro YOSHII Katsurou TAKAHASHI Hiroaki OHSHIMA

概要

本研究では、VR 空間において文書を読む環境を提案する。紙や電子書籍、PDF ファイルなどでは紙面やタブレット、パソコンのディスプレイの大きさに文書の表示領域が制限される。VR を利用する大きな利点として、VR は上記のような文書の表示領域の制限がなく、「全視野角に文書を表示が可能」である点が挙げられる。この性質により、一度に表示できる情報が多くなり、文書の可読性を高めることが期待される。VR による文書閲覧環境の実例として、論文の PDF ファイルの閲覧環境を実装した。論文は通常、専門的な内容を取り扱っており、内容を適切に理解するためには、複数回にわたる精読や図の参照が不可欠である。VR を用いることで、ページの枠に縛られずに論文を読むことができるので、ユーザが論文の内容を効率的に理解することができると期待できる。我々は、実装した VR による文書閲覧環境と紙面、タブレットそれぞれの閲覧環境の比較実験と評価を行う。

1. はじめに

高性能なパーソナルコンピュータ、ヘッドマウントディスプレイ（以下、HMD と表記）の普及が追い風となり、近年の VR 分野の発展は目覚ましいものがある。現在は、ゲームを中心としたエンターテインメント分野での利用が主であるが、医療や教育分野における活用例も増え、VR を利用する分野は今後も増え続けると予測される。しかし、今後 VR がどのような分野で利用されるかについては、まだその可能性が不明瞭であり、研究の余地が多分に存在する。そこで、本研究では文書閲覧環境としての VR の利用法に着目した。

現在、ほとんどのスマートフォンやタブレットには、アプリケーションによる文書閲覧機能が備わっており、主に電子書籍を閲覧するために広く利用されている。しかし多くの場合で、それらの機器の文書閲覧機能は、紙面を画面上で再現することが目的の、書籍の代替としての意味合いが強い。書籍の代替を目的としている都合上、紙の書籍が持つ以上の機能は多く備わっておらず、電子機器ならではの利点に乏しい。

VR 文書閲覧環境を利用する利点の具体例を挙げる。紙や電子書籍、PDF ファイルなどでは紙面やタブレット、パソコンのディスプレイの大きさに文書の表示領域

が制限される。VR を利用する大きな利点として、VR は上記のような文書の表示領域の制限がなく、「全視野角に文書を表示が可能」である点が挙げられる。この性質により、一度に表示できる情報が多くなり、文書の可読性を高めることが期待される。VR を用いたアプリケーションでは、これらの文書閲覧機能を拡張された、紙の書籍とは異なる読書体験が可能となる。つまり VR を用いることによって、より快適に文書閲覧が可能なアプリケーションが開発可能であると考えられる。

VR による文書閲覧環境は、これ以外にも利点がある。それは、ページの内容の表示を本のように固定した位置に表示しなくても良いということである。通常、文書を表示する際はページや字数など、本特有の制限によるまともごとに表示している。これに対して VR による文書閲覧環境は、図表のみをクローズアップしたり、節ごとや章ごとなど内容に関してのまともごとに表示が可能である。この性質は、通常の紙面などによる文書閲覧環境の大きな負担となる姿勢が固定される制約もユーザにはなくなる。このため、ユーザは自由な姿勢で論文の閲覧をすることができ、体にかかる負担を最小限に抑えることが可能となる。

2. 関連研究

2.1 VR による検索インタフェース

仮想現実を用いた検索インタフェースに関するの先行研究は以下の通り行われてきた ([1],[2],[3],[4])。仮想世界を検索空間とした文字の検索速度に関して、Pausch らは仮想世界内で文字列の検索の研究を行っている [1]。Johnson らは科学論文の VR インタフェースを提示している [2]。Jacobsen らは Johnson らのシステムを Web ベースのデータベースに改良した VRML を提示した [3]。これらのインタフェースは基本的には仮想世界内のポインタのみを使用したものであり、音声やジェスチャーなどの入力には考慮されていない。Bolt はより自然なジェスチャーや発話などのインタラクティブインタフェースが仮想世界のインタフェースとして有効であると主張している [4]。現在は Oculus Rift* などより自然な仮想現実のデバイスが普及している。

[†] 兵庫県立大学 応用情報科学研究科, Graduate School of Applied Informatics, University of Hyogo

*Oculus Rift: <https://www.oculus.com/rift/>



図 1: VR による文書閲覧環境

2.2 VR による閲覧インタフェース

VR による閲覧インタフェースに関しての先行研究は以下の通り行われてきた。Grout らは HMD 装着時における文字の可読性について検証を行った [5]。Dingler らは Grout らの先行研究をもとに、より詳細に HMD 装着時の文字可読性の検証を行っている [6]。Curcio らは VR, AR, MR 技術を学校教育に導入する事例研究を行った [7]。fMRI で収集された人体の断面図を VR で閲覧するインタフェースの提案も行われている [8]。Mallaro らは歩行シミュレータに用いるインタフェースについて、HMD と大画面ディスプレイとで比較検討を行った [9]。Krokos らは通常のディスプレイと HMD を用いる場合とで、情報を記憶および想起する際に差があるかの検証を行っている [10]。He らは、ライブパフォーマンスを視聴する際に VR と TV とで、ユーザの得られる体験について比較を行っている [11]。Hong らは HMD を用いて 360 度の映像を視聴する際に、椅子による影響がどの程度あるかについて検証を行っている [12]。

3. VR による文書閲覧環境と評価実験

3.1 VR による文書閲覧環境

VR による文書閲覧環境の様子を図 1 に示す。読む対象となる論文のすべてのページは、ユーザの周囲を取り囲むように配置する。現在のところ、8 ページまでの論文を提示することができるようにしている。

ユーザは論文に近寄ったり、見上げたりすることで、論文に表示されている文字や図表の大きさを実世界で看板を読むような感覚で調整可能である。

3.2 タスクの設定

VR による文書閲覧環境が、ユーザに受け入れられるためには、ユーザが VR 環境において文書を読む際の快

適さが重要となる。そこで本研究では文書閲覧の快適さを「1つの論文を読み終えるまでの早さ」とした。実装した VR による文書閲覧環境と紙面、タブレット、パソコンのディスプレイそれぞれの文書閲覧環境での論文の閲覧に要した時間を計測し、計測時間が最小の環境を文書閲覧環境として最も快適であると判断する。

3.3 実験

以下で評価実験に関して説明する。

システムの実装には Unity[†] を使用し、HMD は Oculus Rift[‡] を使用した。Unity の空間上に、論文の PDF ファイルを JPG 画像に変換して配置し、ユーザは HMD に付属のコントローラを用いて、表示の拡大および縮小が行えるようになっている。コントローラは Unity 上でも表示されており、ユーザの手の動きに追従する。

4 ページの論文を 2 種類用意し（以下論文 A, B とする）、4 人のユーザが論文を閲覧している様子をそれぞれ閲覧の様子を動画撮影する。2 人のユーザには論文 A を提案システムで、論文 B を紙媒体で閲覧してもらい、残り 2 人のユーザには論文 A を紙媒体で、論文 B を提案システムで閲覧してもらう。この 2 つのグループがそれぞれの文書閲覧環境での論文の閲覧に要した時間の平均を論文閲覧時間として計測する。論文を読み終えるまでの時間を計測し、論文閲覧における快適さの指標とする。

また、文書閲覧のうち、撮影した動画を見ながら文書の閲覧内容がどれだけ快適であったかについてのインタビューと主観評価を実施する。これにより、読む時間だけでなく、読んだ内容の理解や疲労度合いも評価することができる。論文閲覧に対して、目や腰など、書籍やスマートフォン、タブレットを使用した場合に疲労すると

[†]Unity: <https://unity3d.com/>

[‡]Oculus Rift: <https://www.oculus.com/rift/>

言われる部位の疲労度合いを通常の文書閲覧環境と VR 文書閲覧環境それぞれに対して 5 段階評価する。

4. まとめと今後の課題

本研究では、VR 空間において文書を読む環境を提案した。VR を利用する大きな利点として、VR は上記のような文書の表示領域の制限がなく、「全視野角に文書を表示が可能」である点が挙げられる。この性質により、一度に表示できる情報が多くなり、文書の可読性を高めることが期待される。VR による文書閲覧環境の実例として、論文の PDF ファイルの閲覧環境を実装した。論文は通常、専門的な内容を取り扱っており、内容を適切に理解するためには、複数回にわたる精読や図の参照が不可欠である。VR を用いることで、ページの枠に縛られずに論文を読むことができるので、ユーザが論文の内容を効率的に理解することができると期待できる。我々は、実装した VR による文書閲覧環境と紙面、タブレットそれぞれの閲覧環境の比較実験と評価を行う。

謝辞

本研究は JSPS 科学研究費助成事業 JP16H02906, JP16H01756, JP18H03243 による助成を受けたものです。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- [1] R. Pausch, D. Proffitt, and G. Williams, “Quantifying immersion in virtual reality,” Proceedings of the 24th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques (SIGGRAPH 1997), pp.13–18, 1997.
- [2] A. Johnson and F. Fotouhi, “Sandbox: Scientists assessing necessary data based on experimentation,” Interactions, vol.2, no.3, pp.34–45, 1995.
- [3] C. Jacobsen, S. Kaugher, F. Fotouhi, A. Narula, and N. Jadhav, “A distributed web-based virtual reality interface to database systems,” Proceedings of the Working Conference on Advanced Visual Interfaces (AVI 1998), pp.267–269, 1998.
- [4] R.A. Bolt, “Put-that-there: Voice and gesture at the graphics interface,” In Proceedings of the 7th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques (ACM 1980), p.262270, 1980.
- [5] C. Grout, W. Rogers, M. Apperley, and S. Jones, “Reading text in an immersive head-mounted display: An investigation into displaying desktop interfaces in a 3d virtual environment,” Proceedings of the 15th New Zealand Conference on Human-Computer Interaction, pp.9–16, 2015.
- [6] T. Dingler, K. Kunze, and B. Outram, “Vr reading us: Assessing text parameters for reading in vr,” Extended Abstracts of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp.LBW094:1–LBW094:6, 2018.
- [7] I. D.D. Curcio, A. Dipace, and A. Norlund, “Virtual realities and education,” Research on Education and Media, vol.8, pp.60–68, 2016.
- [8] M. Sousa, D. Mendes, S. Paulo, N. Matela, J. Jorge, and D.S.o. Lopes, “Vrrrroom: Virtual reality for radiologists in the reading room,” Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, pp.4057–4062, 2017.
- [9] S. Mallaro, P. Rahimian, E.E. O’Neal, J.M. Plumert, and J.K. Kearney, “A comparison of head-mounted displays vs. large-screen displays for an interactive pedestrian simulator,” Proceedings of the 23rd ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology, pp.6:1–6:4, 2017.
- [10] E. Krokos, C. Plaisant, and A. Varshney, “Virtual memory palaces: immersion aids recall,” Virtual Reality, pp.1–15, 2018.
- [11] L. He, H. Li, T. Xue, D. Sun, S. Zhu, and G. Ding, “Am i in the theater?: Usability study of live performance based virtual reality,” Proceedings of the 24th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology, pp.28:1–28:11, 2018.
- [12] Y. Hong, A. MacQuarrie, and A. Steed, “The effect of chair type on users’ viewing experience for 360-degree video,” Proceedings of the 24th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology, pp.30:1–30:11, 2018.