

MixedReality 空間における仮想書齋システムの開発

電気通信大学大学院 情報理工学研究科 情報・通信工学専攻 成見哲研究室 1431024 大和田 瑛美華

1 背景と目的

電子書籍は登場した年代から現在まで技術の発展と共に主流となる電子書籍閲覧端末は推移してきており、現在の主流はスマートフォン、タブレット、タブレット型専用端末であるが前述の HMD の登場によって主流となる端末はこれからも推移すると考えられる。また日本において電子書籍が登場してから 10 年以上経っているが、電子書籍と紙書籍のどちらも異なった利点があり、機能として優れているか結論となる研究結果は出ていない。

仮想現実世界とは CG で構築する世界である。近年、Oculus Rift[1] や GoogleGlass[2] といった HMD（装着型ディスプレイ）や HMD 用のコントローラ、Kinect[3] や LeapMoiton[4] といった製品が市場に登場し、仮想現実を用いた技術の研究や技術開発が発展してきており、物事の効率化・必要最低限の情報伝達のみ利用されるだけでなく、ユーザに楽しさを与える、ユーザの関心を引き付ける手段として利用することが可能になった。仮想現実を用いた技術には完全に視界を仮想現実のみにした VR（Virtual Reality, 仮想現実）、現実に加付情報として仮想現実の一部だけ表示した AR（Augmented Reality, 拡張現実）、現実に加付情報に加え仮想現実に触れることが出来る MR（Mixed Reality, 複合現実）が存在する。

本研究の目的は、大規模な装置を使用せず直感的な操作と歩行が可能な MR 空間の構築と、MR 空間を用いた仮想書齋システムの開発である。仮想書齋システムの電子書籍は、紙書籍の利点である立体的なページの厚みや動きを取り入れることを目標とした。このシステムにより、読書の楽しさを与える仮想書齋を目指す。

2 既存研究・技術

2.1 MR Plug-in for Unity : MREAL[5]

MR 技術に関連した既存技術として MREAL があげられる。MREAL は Unity で制作した高精細 3 D グラフィックスを、ユーザの自由な視点で体験できるというものである。MREAL は企業向け製品であり価格も個人開発を行っているユーザにとっては手を出すが難しいものとなっている。また、基準マーカの設置は不可欠であり、前準備が必要なシステムとなっている。本研究では、個人でシステムが使えるように手に入りやすいデバイスを用いて、大がかりな前準備が必要のないシステムの構築を目指した。

2.2 Virtuix Omni[6]

仮想現実の中を歩行する既存技術として、Virtuix Omni があげられる。Omni は VR で使用できる HMD を装着して使用する。実際にユーザが歩行すると VR の中を歩行出来、歩行しても装置の中央に戻る。装置は大きく、個人での入手と所有が難しいことがデメリットとしてあげられる。

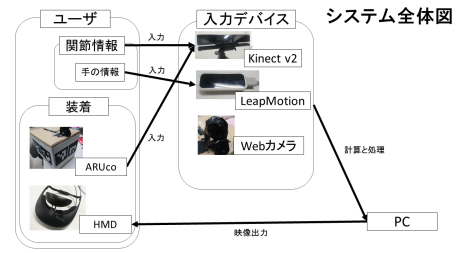


図 1 システムの全体図

2.3 Variable Reality II[7]

電子書籍に関連した研究で Variable Reality II があげられる。モーションセンサを取り付けた HMD を利用して使用するもので、実際の紙書籍を使用した AR と紙書籍を使用しない VR の 2 つを利用できる。ジェスチャーなどで操作を行い、読書のみに特化した研究である。本研究では、ユーザが直感的に操作が行えるようにジェスチャー操作は用いない。

3 システム

3.1 システムの全体図

図 1 はシステムの全体図である。ユーザは ARUco[8] を用いて作成した箱面と HMD を装着。ユーザ情報を入力デバイスが取得し、PC が処理をする。

3.2 デバイスの説明

3.2.1 Kinect v2

Kinect v2(以下 Kinect) の特徴はボタン入力ではなく、予め記憶させたジェスチャー入力をするところである。最大 6 人までユーザを検知し、ジェスチャーや画面上での位置座標を取得する。Color 情報は RGB カメラから得られた映像であり、Depth（深度）情報は Kinect からの距離である。

3.2.2 LeapMotion

LeapMotion は机上に置き、手首から先の動きを認識するジェスチャー入力デバイスである。手の詳細なトラッキングの他にキーボードを叩くような動作(KeyTap)や 1 本の指の円運動(Circle)といったジェスチャーの認識も可能である。体全体を認識する Kinect とは違い、手に特化して詳細な手の情報を得ることが可能である。

4 MR 空間を用いた仮想書齋システムの機能

システムの概要は次のとおりである。

MR 空間を歩いて見回せる

- 一定の空間を構築
- Kinect によってユーザの位置を検出
- 前後左右の視点移動
- 視線移動
- 装飾：写真、イラストの展示

手を動かして本棚から取り出し、ページを捲れる

- 手のモデリングによる接触による操作（接触判定：分離軸

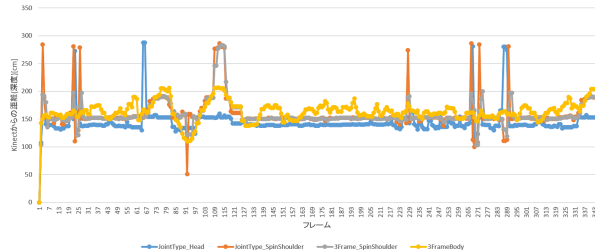


図 2 ユーザ位置の補正に対する比較グラフ

判定を利用

- 本棚から本を選ぶ
- ページを捲って閲覧

ページの厚みや捲れる途中を 3 次元的に見える

- ページの厚みと立体的な動きの描画

4.1 視線移動：箱面

ARUco は基準マーカの作成と基準マーカの検出が行える。OpenCV ベースで開発されており，Kinect で検出する場合に実装が容易である。本システムで基準マーカの種類と姿勢から，ユーザの視線の向きを検出するため箱面を作成し，利用した。

4.2 手のモデリング

LeapMotion を用いる場合，メリットとして指先の衝突判定により「握る」「摘まむ」という操作が可能である。しかし，デメリットとして本システムの起動・動作が不安定になってしまった。安定性を優先するため本研究の最終的なシステム，評価は Kinect のみで行った。今後，LeapMotion を繋げ，範囲調節を行えば利用可能である。

4.3 ユーザ位置の補正

Kinect の単体関節検出のデータの利用だけでは，ノイズが入りユーザ位置が大きくぶれる。また両手を使って操作を行うので，関節が重なり関節の深度情報が正しく得られない。そこで条件を設定し，過去 3 フレーム分の値の平均でユーザ位置の補正を行った。前準備は，Color 情報をマス目に分割，取得した関節がどのマスに所属するか記録，取得関節の座標データを記録である。条件は，関節情報が両手ではない，両手が所属するマスと同じマスではない，最新フレームで検出された関節である，の 3 つである。

4.4 ユーザ位置補正の比較

ユーザ位置の補正について評価を行った。比較対象は頭のみ (JointType.Head)，肩の中央のみ (JointType.SpinShoulder)，過去 3 フレーム分の肩の中央 (3Frame.SpinShoulder)，本システムの実装 (3FrameBody) で，結果は図 2 である。本システムで実装した場合は細かな値の動きはあるものの大きな変化はない。つまり，本システムの実装でユーザ位置の補正が出来たといえる。

5 システムの評価

5.0.1 デモンストレーション

EC2015 と 2015 年度調布祭にてデモンストレーションを行った。体験者の意見としては，(LeapMotion を利用時) 手がうまく動かしにくい，箱面を被ることに戸惑いがある，体を動かすのが楽しいなどがあった。

デモンストレーションをもとに，システムの改善を行った。

システム名	項目	正答率 [%]
本研究システム	猫に混じった写真	26.67
	ショートストーリーからの出題	62.00
Kindle for PC	犬に混じった写真	20.00
	ショートストーリーからの出題	64.00

5.0.2 被験者実験

本システムと Kindle for PC[9] との無意識の記憶量の差を確かめる。体を動かす、本が立体的に捲れる・見えることにより読書内容について無意識の記憶が増えると仮定した。

実験手順は 5 人の被験者に対し，テーマとは明らかに違う写真を混ぜた本とショートストーリーを閲覧し，1 時間後に記憶量を調べる問題を解いて貰うことと，システムを使用している間，被験者の感想や反応を観察する，ことである。

実験後の問題の正答率は表 1 であり，記憶量に差は出なかった。原因としてはシステムの完成度が低かったため，「本が読みづらい」と感じる被験者が多かったためである。

本の見た目に対して，システムの目的は達成出来たが，MR 空間の見た目は被験者が「宙に浮いている」「距離感と奥行きがわかりにくい」と発言しており改善が必要である。また画面が細かく揺れて本が読みづらいという問題点があった。操作方法については，想定した方法と被験者の動きには差異はなかった。本システムは直感的操作のために，ジェスチャ入力を用いなかったが特定の操作に関してはジェスチャの実装や，視界の追加固定などの追加機能の要望があった。

6 まとめと今後の課題

本研究では，ユーザの実際の歩行により移動，衝突判定により操作できる MR 空間の構築，MR 空間を用いた仮想書齋システムの開発を行った。仮想書齋の電子書籍は，立体的なページの厚みの動きの実装を行った。今後の課題として，視界のブレとなるノイズの除去，LeapMotion の安定実装などのシステムの安定化と，ユーザが使いやすくなる機能の追加があげられる。

参考文献

- [1] Oculus Rift, Oculus VR, LLC, <https://www.oculus.com>
- [2] Google Glass, Google, <https://developers.google.com/glass/>
- [3] Xbox 360, Microsoft, <http://www.xbox.com/ja-JP/kinect>
- [4] LeapMotion, <https://www.leapmotion.com/>
- [5] MREAL・キャノン IT ソリューションズ株式会社 (2013), <http://www.canon-its.co.jp/company/news/20130618mr01.html>
- [6] Virtuix Omni, Virtuix, 2016 年 1 月 28 日最終アクセス <http://www.virtuix.com/>
- [7] Variable Reality II, HYE SOO YANG, <http://www.hyesoo.com/varreality2>
- [8] Automatic generation and detection of highly reliable fiducial markers under occlusion・S. Garrido-Jurado, R. Munoz-Salinas, F.J Madrid-Cuevas, M.J. Marín-Jiménez, <http://www.uco.es/investiga/grupos/ava/sites/default/files/GarridoJurado2014.pdf>
- [9] Kindle for PC, 2016 年 1 月 28 日最終アクセス, <http://www.amazon.co.jp/gp/feature.html?docId=3078592246>