

拡張現実を用いた紙の触感を持つ 電子書籍閲覧手法の検討

山本 泰士
Taishi YAMAMOTO

1 はじめに

現在、書籍には印刷書籍と電子書籍の 2 種類がある。印刷書籍は紙や布などに、文字、記号、図画を印刷し、製本したものである。一方、電子書籍は電磁的に記録された書籍データをスマートフォンやタブレットなどの電子端末を用いて閲覧する書籍である。印刷書籍と比較して、電子書籍は 1 つの端末で複数の書籍を読める、暗い場所でも読める、普段から持ち歩いているスマートフォンで読むことができるといった利点がある。しかし、印刷書籍の利用率は 83.0% に対して、電子書籍は 22.9% であり印刷書籍よりも電子書籍の方が利用率が低いことがわかっている^{?)}。また、ユーザが電子書籍を利用しない原因として、電子書籍にはページをめくる感覚がない、本の重みやにおいが無い、読後の達成感が薄い、印刷書籍に愛着があるなどが挙げられる^{?)}。

そこで本稿では、拡張現実を用いて印刷書籍に電子書籍のページを重畳表示することで、本の重みと紙の触感を持つ電子書籍閲覧手法を提案する。提案手法は、全てのページにマーカを印刷した印刷書籍（以下 ARbook と呼ぶ）に電子書籍のページを重畳表示する電子書籍の閲覧手法である。また、ユーザの持ち方によって ARbook の紙面の形状は変化する。紙面の変化に合わせて電子書籍を重畳表示すると、視覚情報と触覚情報に差が生じ、ユーザに違和感を与える。したがって、本稿では ARbook 曲がり具合に応じて、重畳表示する電子書籍のページも曲げて表示することで、ユーザに違和感を与えないことを実現する。

2 紙の触感を持つ電子書籍閲覧手法

2.1 概要

紙の触感や本の重みがないという電子書籍の問題点を解決するために、本研究では拡張現実を用いた紙の触感を持つ電子書籍閲覧手法を提案する。提案手法の構成を図??に示す。紙の触感を持つ電子書籍閲覧手法はステレオカメラ、HMD（ヘッドマウントディスプレイ）、PC、ARbook で構成する。ユーザはステレオカメラを取り付けた HMD を装着し、印刷書籍と同じように、ARbook のページをめくり電子書籍を読む。ステレオカメラで ARbook のマーカ画像を取得し、PC はステレオカメラから取り入れたユーザの視界映像に、マーカ画像を基準にして電子書籍のページを重畳し、HMD に出力する。

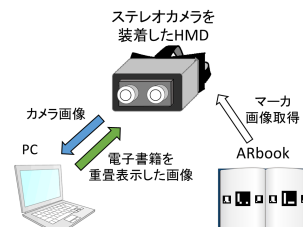


Fig.1 システム構成図

2.2 ARbook の紙面に合わせた電子書籍の重畳表示

ARbook は全てのページにマーカを印刷した印刷書籍である。よって、曲がる、ひねるといった形状変化が発生する。ユーザの持ち方によって変化した ARbook の紙面の形状に合わせずに、電子書籍を重畳表示すると、HMD から取得する視覚情報と ARbook を持つ手から取得する触覚情報に差が生じ、ユーザに違和感を与える。本稿では、書籍の曲げに合わせて重畳表示する電子書籍のページを変化させる。

図??に示すように、ARbook には、1 ページあたりに重畳表示するためのメインマーカが 1 つと、ARbook の曲がり具合の推定のためのサブマーカが 2 つある。2 つのサブマーカが、それぞれどのの方角を向いているかを測定し、ARbook の曲がり具合を推定する。ARbook の曲がり具合は、紙面の曲がり方が円柱の側面に類似した曲面を描くと考え、重畳表示する電子書籍のページを円柱に沿う形で形状変化させる。平面が円柱に沿う形に変化する際の座標の移動を図??に示す。2 箇所のサブマーカがそれぞれ向いている方向を測定し、それぞれの角度の差 α rad を求める。サブマーカ間の距離を L とし、紙面を巻き付ける円柱の半径を R すると、 R を求める計算式を式 1 に示す。

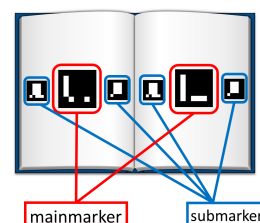


Fig.2 メインマーカとサブマーカの配置

$$R = \frac{L}{\alpha} \quad (1)$$

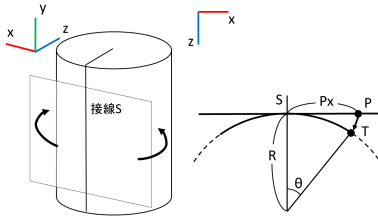


Fig.3 平面が円柱に沿う形に変化する際の座標の移動

曲げる前の紙面上の任意の点を P とし、曲げた後に点 P が点 T に移動するとする。点 P の座標を $P = (P_x, P_y, P_z)$ とし、点 T の座標を $T = (T_x, T_y, T_z)$ とする。点 T の各座標は式 3, 4, 5 の計算式で求める。

$$\theta = \frac{R}{P_x} \quad (2)$$

$$T_x = R \sin \theta \quad (3)$$

$$T_y = P_y \quad (4)$$

$$T_z = R - R \cos \theta \quad (5)$$

電子書籍のページを構成する頂点に対して、式 2, 3, 4, 5 の計算式を利用して座標変換を行いページを曲げる。

3 検証実験

3.1 重畳表示するページの曲げによる有効性の検証

紙の触感を持つ電子書籍閲覧手法の、重畳表示する電子書籍のページの曲げの有効性を検証するために、重畳表示するページを曲げる場合と曲げない場合で被験者実験を行い比較を行う。実験は屋内で椅子に座って読書を行う状況を想定して実施した。被験者は 22 歳～23 歳の男性 6 人で、2 つのグループに分けた。1 つ目のグループは先に曲げがある場合で電子書籍を読む。2 つ目のグループは先に曲げがない場合で電子書籍を読む。実験開始後、被験者は HMD を着用し、著者から重畳表示の仕組みについて 3 分説明を受け、電子書籍を読み、アンケートに回答した。電子書籍の題材として漫画を用いた。実装には HMD として Oculus Rift DK2, HMD に装着するステレオカメラとして Ovrvision Pro を用いた。実験時における提案手法の利用風景を図??に、被験者に提示する映像を図??に示す。



Fig.4 紙の触感を持つ電子書籍閲覧手法の利用風景



Fig.5 被験者に提示する映像

3.2 重畳表示するページの曲げによる有効性の検証の結果と考察

電子書籍のページの曲げがある場合の意見を以下に示す。「曲げがある場合の方が印刷書籍の感覚に近い」、「ページをめくりやすい」、「見開きのページのつなぎ目が切れているのが目立った」などがあった。電子書籍のページの曲げがない場合の意見として、「曲げが無い方が読みやすかった」があった。

肯定的な意見としては、曲げがない場合よりも曲げがある場合の方が印刷書籍と同じ感覚で読め、操作性も良かったという回答があった。これは、曲げがある方が実際の ARbook と重畳表示する電子書籍のページに差がなく、操作性が向上したと考えられる。一方、曲げがない場合の方が、電子書籍のページを読みやすかったという回答もあった。これは、曲げがない場合は電子書籍のページをまっすぐ表示しているため読みやすくなると思われる。また、見開きのページでつなぎ目が切れていることに関しては、左右のページを別々のマークで認識して重畳表示するため、つなぎ目が切れている。また、表示するページを曲げるときに、現在の使用している計算式では、ページの端の部分で ARbook との誤差があるため、曲げがある場合の方がよりつなぎ目が目立つのである。

4 結論および今後の展望

本研究において、拡張現実を用いることで、電子書籍の紙の触感や本の重みがないという問題点を解決できた。しかし、重畳表示するページが不安定といった問題点もある。

今後の展望としては、本稿において確認できた問題点を解決するため、メインマークの数を増やし、安定したページの表示を実現する。重畳表示するページの曲げに関しては、計算式を改良することで、より ARbook の形状に沿ったページの変化を実現する。また、電子書籍を読んでいるときは電子書籍のページを曲げず、操作するときは曲げるなど、状況に応じて、ページの曲げるか曲げないかを使いわけの機能の構築することでより操作性や電子書籍の読みやすさを向上する。

参考文献

- 1) MMD 研究所：2016 年電子書籍および紙書籍に関する調査。(2016)
- 2) 菅谷 克行：読書媒体の違いが読解方略に及ぼす影響，茨城大学人文学部紀要。人文コミュニケーション学科論集，20: 101-120, (2016)