

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め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¹⁾。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なく、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²⁾。

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 Markerbook と呼ぶ）に電子書籍のページを重畳表示する。また、ユーザの持ち方によって Markerbook 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 Markerbook の紙面の曲率に応じて、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、ユーザに違和感を軽減する。重畳表示する電子書籍のページを曲げるために、従来は 2 つのマーカを用いた重畳表示するページの曲率補正を行った。2 つのマーカを用いた重畳表示するページの曲率補正は、重畳表示するページの曲率を、Markerbook の紙面の曲率に合わせて変化することを実現できた。しかし、重畳表示するページと Markerbook の紙面との誤差が大きく、補正精度が十分ではなかった。よって、本稿では重畳表示するページの曲率補正の補正精度を向上するために、3 つのマーカを用いた重畳表示するページの曲率補正を提案し、補正精度の向上を実現する。

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、本稿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 Fig1 に示す。提案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、Markerbook 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

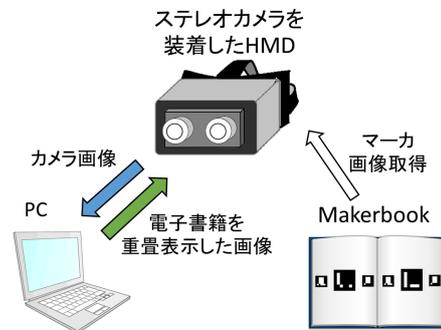


Fig.1 システム構成図

と同じように、Markerbook のページを見る。ステレオカメラで Markerbook 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。

2.2 3 つのマーカを用いた重畳表示するページの曲率補正

Markerbook 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、Markerbook はユーザの持ち方に合わせて紙面が曲がる、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 Markerbook の紙面の形状に合わせて電子書籍を重畳表示すると、HMD から取得する視覚情報と Markerbook 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。提案手法では、書籍の形状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。

Fig2 に示すように、Markerbook には 1 ページあたりに横一列に 3 つのマーカを配置する。

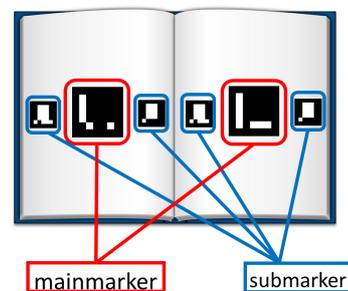


Fig.2 メインマーカとサブマーカの配置

中央に配置するマーカをメインマーカと呼び、メインマーカの左右に配置するマーカをサブマーカと呼ぶ。メインマーカは電子書籍のページの重畳表示及び Markerbook

の紙面の曲率推定に使用し、サブマーカは Markerbook の紙面の曲率推定に使用する。

Markerbook の紙面の曲率推定は、3つのマーカがそれぞれの方向を向いているかを測定することで行う。マーカを用いた Markerbook の紙面の曲率推定の概要を Fig3 に示す。3箇所のマーカがそれぞれ向いている方向を測定し、左右のサブマーカとメインマーカそれぞれの角度の差 α 度と β 度を求める。この角度の差 α 度と β 度によって曲率を推定する。Markerbook の紙面の曲率推定の後、本の曲がり方が円に類似していることに着目し、曲率半径を求めて重畳表示するページの曲率補正を行う。

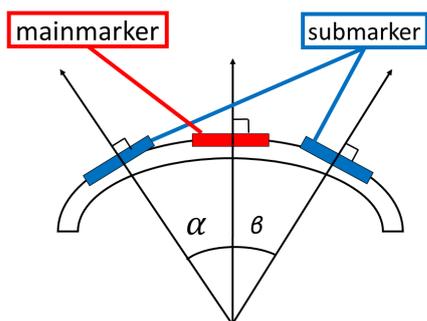


Fig.3 3つのマーカを用いた Markerbook の紙面の曲率推定の概要

3 重畳表示するページの曲率補正の精度の検証実験

3.1 実験概要

3つのマーカを用いた重畳表示するページの曲率補正の精度の検証を行うために、Markerbook をひらいた状態で固定し、重畳表示するページの曲率補正を行い、実際の Markerbook の曲率との誤差を測定する。実験環境を Fig4 に示す。実験環境には Fig4 に示すように、Markerbook を開いた状態で地面に対して垂直に固定し、Markerbook の紙面に平行な位置に Markerbook 曲率測定用カメラを置き、Markerbook の紙面の垂直な位置に Markerbook のマーカ用認識カメラを置く。実験では、まず Markerbook を開いて固定し、Markerbook 曲率測定用カメラを用いて、Markerbook の紙面の形状を記録する。次に Markerbook の紙面のマーカをマーカ用認識カメラを使用して、各マーカの向いている方向を測定し、重畳表示するページの曲率補正を行う。最後に記録した Markerbook の紙面の形状と曲率補正を行った重畳表示するページを比較し誤差を測定する。Markerbook の固定は、Fig3 の $\alpha + \beta$ の角度が 10 度、30 度、50 度となるときの 3 パターンで固定し実験を行う。

3.2 実験結果と考察

実験結果を Fig5 に示す。Fig5 の実験結果は、2つのマーカを用いた重畳表示するページの曲率補正と3つのマーカを用いた重畳表示するページの曲率補正の2つの補正手法を用いたときの、それぞれの重畳表示するページと



Fig.4 実験環境

Markerbook の紙面を比較したときの平均誤差と標準誤差である。従来の補正手法である、2つのマーカを用いた重畳表示するページの曲率補正よりも、本稿で提案した3つのマーカを用いた重畳表示するページの曲率補正の方が、平均誤差が小さく、標準誤差の範囲も小さい。そのため、従来の補正手法よりも、本稿で提案した補正手法の方が、Markerbook の紙面に合った重畳表示するページの曲率補正を実現できている。

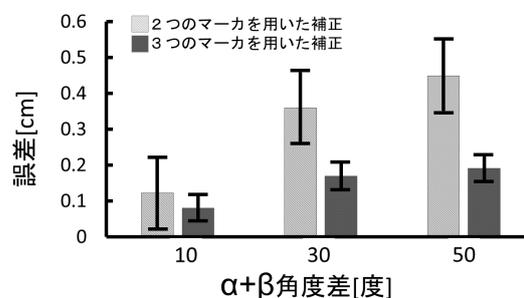


Fig.5 実験結果

4 結論および今後の展望

3つのマーカがそれぞれの方向を向いているかを測定することによって、Markerbook の曲率に合わせた重畳表示するページの曲率補正を実現できた。今後は、被験者実験によって、今回の重畳表示するページの曲率補正を用いることで視覚情報と触覚情報の差が減少し、ユーザに与える違和感が減少するか調査を行う。さらに、被験者が提案手法で電子書籍を閲覧する場合、タブレットで電子書籍を閲覧する場合、印刷書籍で閲覧する場合での、読後の満足度、内容の理解度、目的とするページの検索時間などを比較し提案手法が他の書籍の閲覧方法よりも優れている部分の調査を行う。

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)