

紙面の形状を考慮した拡張現実による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%であるのに対して、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⁾。

そこで本論文では、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実現する。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。ユーザの持ち方によって Markerbook の紙面の形状は変化する。紙面の変化と重畳表示した電子書籍のページが異なると、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、Markerbook の紙面の曲がり具合（以下、紙面の曲がり具合を曲率と書く）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、ユーザに与える違和感の軽減を目指す。本論文では重畳表示する電子書籍のページを曲げるために、マーカを用いた Markerbook の紙面の曲率推定及び重畳表示するページの曲率補正を提案する。

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。本稿では重畳表示した電子書籍のページを重畳紙面と呼ぶ。

2.2 重畳紙面の曲率補正

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重畳紙面を表示すると、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紙面を変化させる。

Fig1 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。

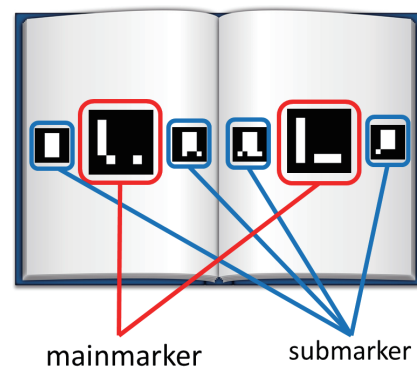


Fig. 1 メインマーカとサブマーカの配置

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。メインマーカは重畳紙面の表示及び 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ど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 Fig2 に示す。3箇所 of 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紙面の曲率補正を行う。

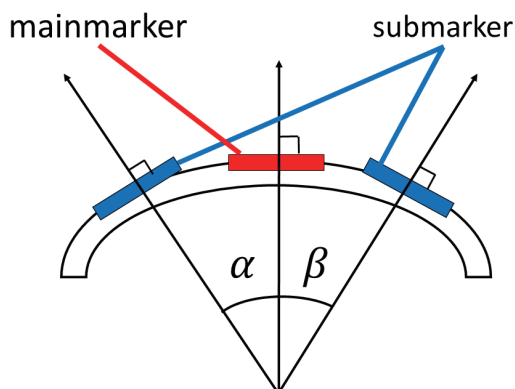


Fig. 2 Markerbook の紙面の曲率推定の概要

3 曲率補正の精度検証実験

3.1 実験概要

重畳紙面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、重畳紙面の曲率補正を行い、実際の Markerbook の紙面との誤差を測定する。実験では Markerbook をひら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 のマーカ認識用カメラを置く。Markerbook の固定するときの紙面の曲率は、Fig2 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 曲率補正の精度の計測結果と考察

実験結果を Fig3 に示す。Fig3 の実験結果は、重畳紙面の曲率補正がある場合とない場合、それぞれの重畳紙面と Markerbook の紙面を比較したときの平均誤差と標準誤差である。重畳紙面の曲率補正を行うことで、平均誤差が小さくなり標準誤差の範囲も小さくなる。よって、提案した曲率補正手法を用いることで、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。

4 曲率補正のユーザビリティ評価の比較検証実験

4.1 実験概要

重畳紙面の曲率補正の有効性を比較検証するために、補正がない場合、重畳紙面の曲率補正を用いた場合で被験者実験を行いユーザビリティ評価の比較を行う。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する。被験者は 22 歳～23 歳の男性 6 人である。被験者は補正がない場合、重畳紙面の曲率補正を用いた場合、そ

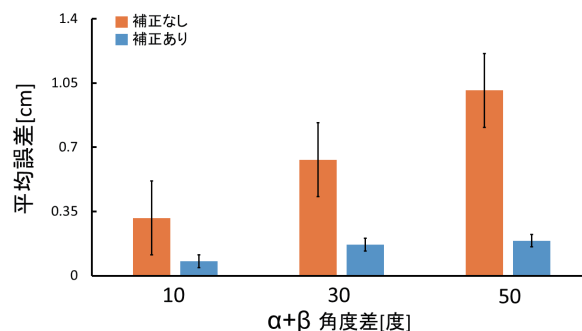


Fig. 3 曲率補正の精度の計測結果

れぞれで重畳表示したページを閲覧する。閲覧後、違和感と重畳紙面と Markerbook の一致度の印象を 5 段階で評価する。違和感の評価は、評価値が低いほど評価が良い。重畳紙面と Markerbook の一致度の印象の評価は、評価値が高いほど評価が良い。閲覧時は、Markerbook の曲率を固定した場合と固定しなかった場合の 2 通りで行う。

4.2 実験結果と考察

実験結果を Fig4 に示す。Markerbook の曲率を固定した場合と固定しなかった場合とともに、違和感が減少し、重畳紙面と Markerbook の一致度の印象が向上している。よって、重畳紙面を Markerbook の紙面の形状に合わせて重畳表示することで、違和感の軽減が可能であることが確認できる。

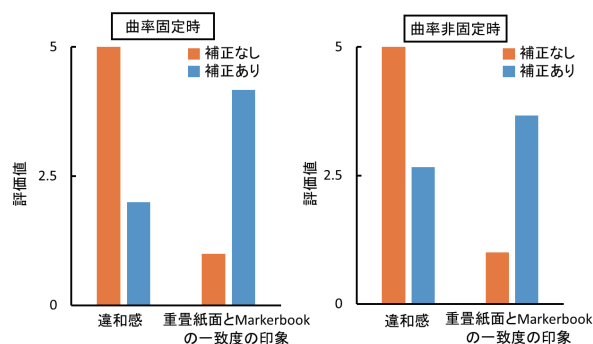


Fig. 4 ユーザビリティ評価の結果

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)