Vol.2010-HCI-140 No.2
Vol.2010-UBI-28 No.2
2010/10/29

電子ブックリーダーにおける物理的ページング操作を可能にしたセンシング装置の開発

王 允龍† 羽山 徹彩† 國藤 進†

現在の電子ブックリーダーではボタン操作でページングを実現しており，紙媒体での文章の読みで行っているような物理的なページング操作が備わっていない．我々は既存の電子ブックリーダーに透明シートとそれに磁力センサを付与することで，読み手のページング動作を感知し，視覚的なページング表現と連動するシステムを構築した．それによって，電子ブックリーダーからの文章の読み易さが改善されることを期待する．

A development of a new e-book with a physical paging manipulation function

Yunlong WANG† Tesai HAYAMA† Kunifuji SUSUMU†

For e-book reader, turning over the pages is achieved by button operation at the present time. Physical paging operation which is performed by paper medium in reading sentences is not equipped. We constructed the system which can perceive the reader's paging operation and synchronize with visual paging expression by sticking transparent sheet and magnetism sensor on existing e- book reader. As a result, reading from e-book reader is expected to be easier.

1 はじめに

近年，インターネットから電子書籍がオンラインで閲読可能となり，モバイル端末からそれら書籍を通勤・通学などいつでも閲覧できる環境が整いつつある．そのようなモバイル端末として，ipad[1]や Kindle（第 1 世代、第 2 世代、DX、第 3 世代）[2]、iriver[3]、LIBRIe[4]などといった軽量で表示領域が比較的大きい電子ブックリーダーが期待されており，今後も更に読み易い電子ブックリーダーの開発が求められている．



図.1 ipad と kindle[第 2 世代]

全体的にそれらの電子ブックリーダーは以下の特徴がある．
・美しい文字表示
・薄くて軽い，片手でらくらく操作
・辞書が引ける
・音声が再生できる
・しおりをはさめる
・手書き対応
・読む姿勢が自由…

ⓒ2010 Information Processing Society of Japan

Vol.2010-HCI-140 No.2
Vol.2010-UBI-28 No.2
2010/10/29

これらの電子ブックリーダーは使いやすさに工夫した，そして，確かにいろいろな機能を電子ブックリーダーに追加したが，ページの切り替えについて、これらの電子ブックリーダーはすべてボタン操作で実現している。確かに，ボタン操作は便利で，動作も俊敏である．しかし，便利な操作だからこそ，紙媒体の物理性を失ってしまった．それにより，

・安心感
　ページを触れながら捲るという実感覚．
・理解度
　前後ページの同時閲覧による参照，比較。

が影響を受けている．

最近話題になった ipad の読書機能は大好評を受けている．既存の電子ブックリーダーが持っている機能の上で，ページの切り替え操作に工夫をした．指さしでページの切り替えを実現している．既存の電子ブックリーダーより，操作性を高めている．

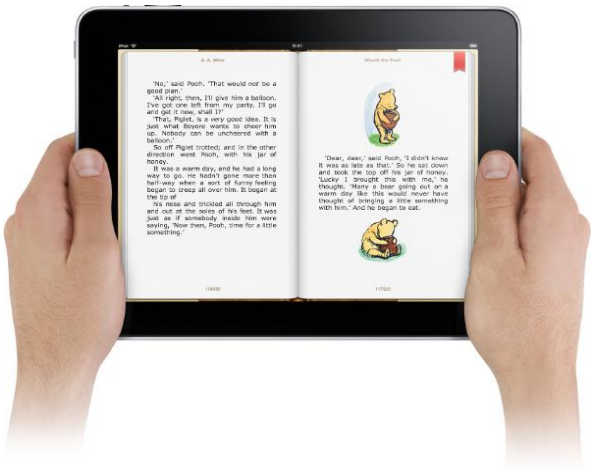


図　2　ipad の読書機能

図　2 の示すように，ipad で強大な読書機能が実現されている．既存の電子ブックリーダーの機能が全部揃っているうえで，特にページング操作に独自の機能が開発されている．

「前のページに戻ったり，次のページに進む時は，画面の右側または左側をタップするだけ．右から左にドラッグすると，ページをゆっくりとめくることができます．目次を開いて，章をタップすれば，その章まで一瞬でジャンプします．」[6]

物理的操作を実現しているが．ボタン操作と違い、期待できる効果は明らかにしていない．

これまで電子ブックリーダーの読み易さを改良する研究としては，インタフェース分野において紙媒体の本が持つ物理的な操作，特にページング操作に着目したいくつかの研究がある．Chen ら[5]は電子ブックリーダーにモーションセンサーを取り付けることで，その回転によってページング操作を実現している．図 3 に示す．しかしながら，このシステムではページを捲るといった物理的なページング操作機能を満たしていない．

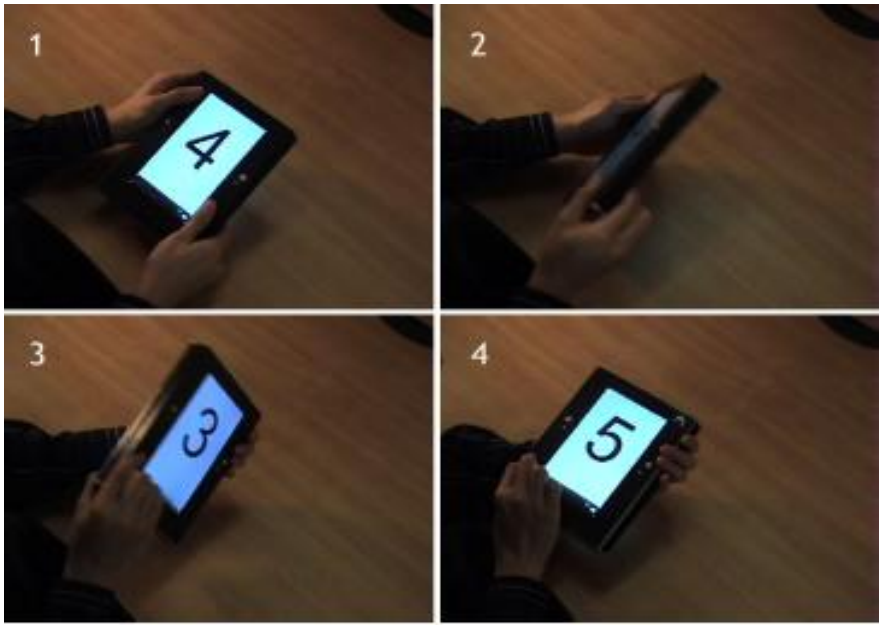


図　3　Chen らの回転によるページング操作

Watanabe ら[7]はマウスやキーボードに代わる電子ブックインタフェースを開発している．図 4 に示す．本と類似する形状のシートに対して圧力センサーとディペンディングセンサーを付与することで，ページング操作を可能としている．しかしながら，電子ペーパーへの適用を想定しており，電子ブックリーダーに適用することは考慮されていない．また，これまでの研究では物理的なページング操作を装備す

ⓒ2010 Information Processing Society of Japan

Vol.2010-HCI-140 No.2
Vol.2010-UBI-28 No.2
2010/10/29

ることで，その読み易さや使用感については明らかにされていない．

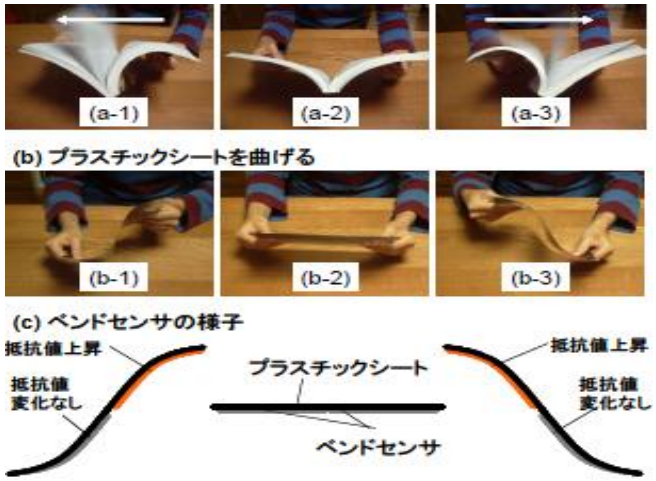


図　4
Watanabe らのベンドセンサーによるページング操作

そこで本研究では，電子ブックリーダーにおいて物理的なページング操作を可能にするセンシング装置を開発し，その試用実験を行った．その結果，開発したシステムは電子ブックに対し，物理的なページング操作するための装置として動作することを確認した．また，アンケートからこれまでのボタン操作によるページングよりも，他のページの情報と対照、比較することが容易であるといった操作性が良いとの評価が得られた．

2 物理的なページング操作

2.1　紙媒体の読書

紙媒体の本で行っているような物理的なページングは文章の読み易さに対して，現状の電子ブックリーダーに備わっていない以下の実感覚を与えていると考えた．

・ ページを触れながら捲るという実感覚が，ページの切り替わりをより実感させる．そのことで，1ページずつ読み進めているという安心感を与えることができる．

・ ページを少し捲ることで，前後ページの内容を簡便に確認することができる．そのことで文章内容の振り返りや先読みを容易にし，複数ページに渡る内容の理解を促進させる．異なるページの内容を正確に対照と比較が容易になる．

2.2　対照と比較

本を読む時、前後ページを同時に読む必要な時もある。主に二つの目的がある。図　5に示す.

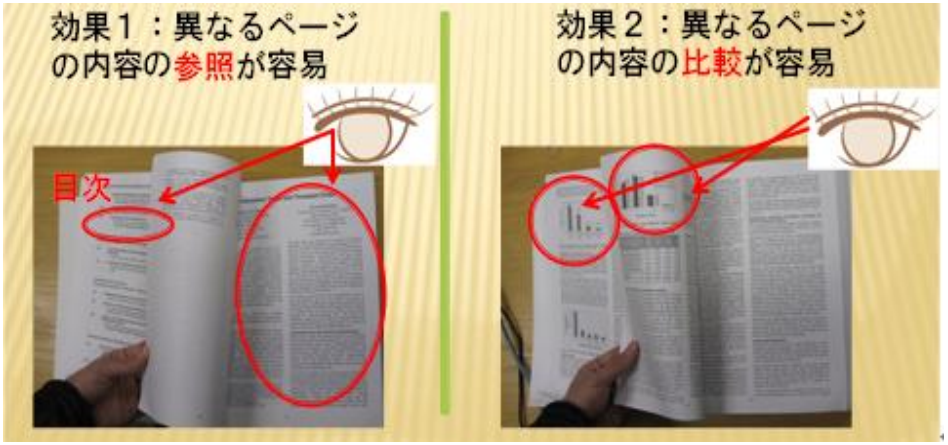


図　5　対象と比較

・対照効果

本を読む時，関連内容は同じページにないことよくある．既存の電子ブックリーダーはボタン操作で，ボタンを押せばページが完全に切り替える．同時に関連内容が見られないから、対照が不便になる．

・比較効果

もうひとつは比較したい内容が同じページにない場合、前後ページの同時閲覧も重要になる。

3 提案システム

3.1 概要

物理的なページング操作を可能にした電子ブックリーダーを開発した．

提案システムでは電子ブックリーダーに対し，ディスプレイ部分の周囲に磁力センサーを付与し，透明なプラスチックシートを表面に乗せている．その透明シートには各磁力センサーと対応する位置に磁石が張り付けられている．ユーザは透明シートを捲ることで，その捲れた部分に次のページの一部分が表示されるため，次のページの部分的な内容と現在のページの内容とを同時に閲覧し，参照することと比較すること

ⓒ2010 Information Processing Society of Japan

Vol.2010-HCI-140 No.2
Vol.2010-UBI-28 No.2
2010/10/29

ができる．

ここで用いている磁力センサーとは磁気の強さを検知する装置である．提案システムでは透明シートが電子ブックリーダーから離れると，磁力センサーの値がその距離に応じて変化する．そのため，それら複数点の磁力センサーの値の変化を同時に検知し複合的に判断することで，ページが捲れる程度とその捲れ方を判断することができる． システム動作を図 6に示す．

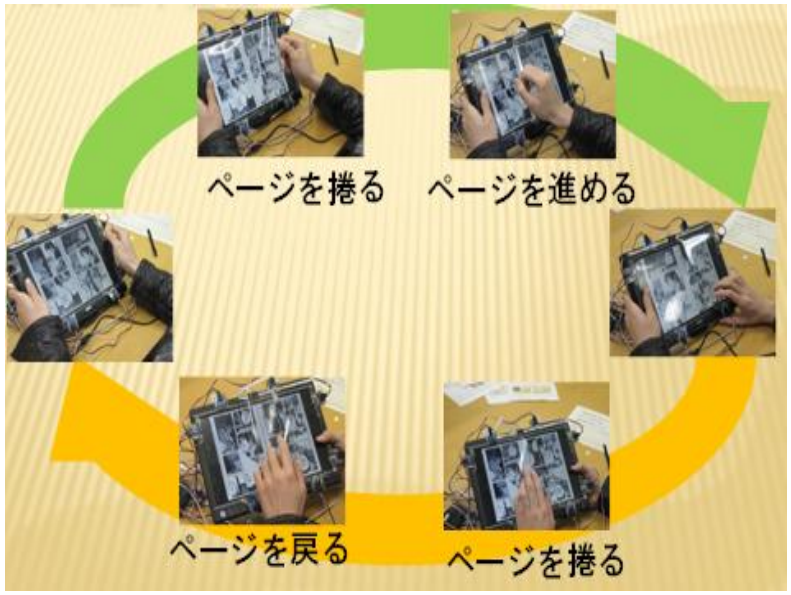


図 6 システム動作

3.2 透明シートの捲れの判定

透明シートの捲れを判定するために，複数の磁力センサーの検出値から判定を行う．そのために，本研究ではページングの位置とその捲れ方を判定する必要がある．
現在は経験則にもとづき各センサー位置の組合せとその値の設定を行っている．しかしながら，多様なページの捲り方へ対応するために，今後はSupport Vector Machineなどの機械学習を使用し，自動化させていく必要があると考える．

センサーの値の変化は図 7に示す．

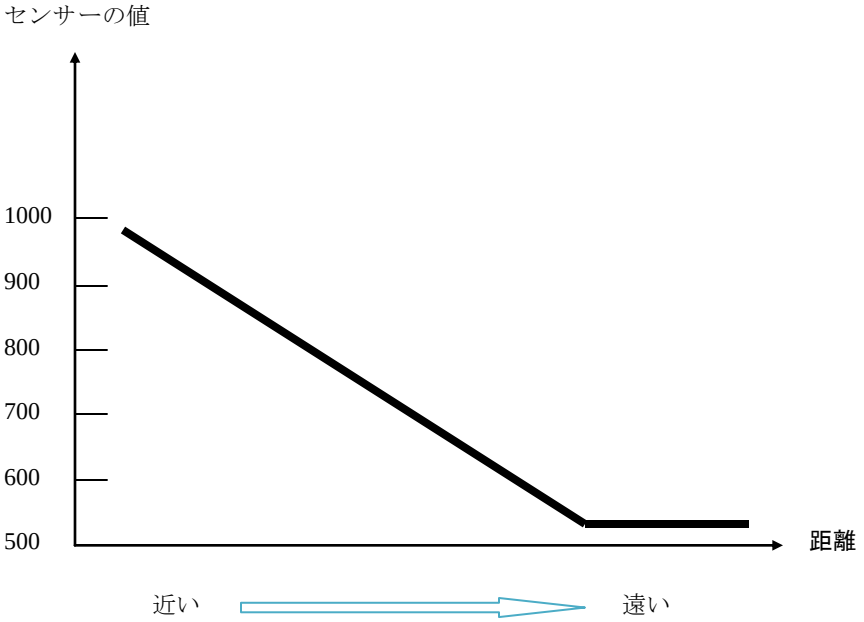


図 7 センサーの値の変化

センサーの値は図 7のように変化する．磁石が磁気センサーと貼り付ける時、即ち初データは1000あたりで、磁石の離れにより、遠ければ遠いほど、センサーの値は、500のちょっと上まで小さくなる。磁気センサーが磁石を感知できない時は値はそのまま変わらない。

3.3 構成

現在のシステムでは，コンテンツ閲覧表示部とページング操作インタフェース部から構成されている．システム全体はプログラミング言語C#で開発されており，磁気センサーはセンサーツールキットphidgetsを利用している． システム構成を図 8に示す．

ⓒ2010 Information Processing Society of Japan

Vol.2010-HCI-140 No.2
Vol.2010-UBI-28 No.2
2010/10/29

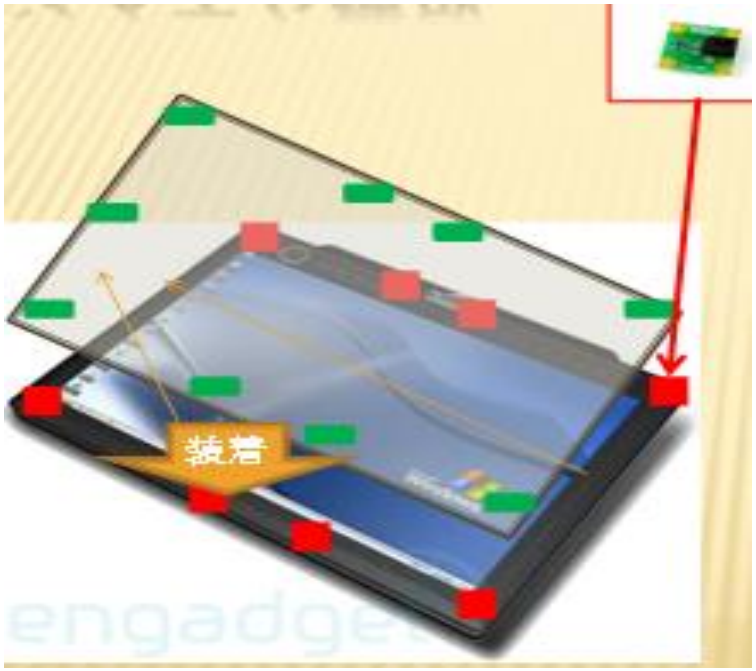


図　8　システム構成

電子ブックリーダーの上に透明プラスチックを付け，真ん中の部分が固定している．

緑の８か所に小さくて薄い強力磁石を付け，緑の位置と対応する赤の８か所に磁気センサーを付ける．

・磁気センサーを利用する理由：磁石以外の物体を感知しない．
　・接近センサーだと，手が邪魔になる．
　・ベンドセンサーだと，折り曲げの角度が限定される．
・透明プラスチック製シートを利用する理由：
　・透明性があり，ある程度弾力性がある．
　・既存の電子ブックリーダーのタッチパネルがそのまま使用できる．
　・寿命長い．

また現在の電子ブックリーダーは機能的にプログラムが動作できる環境でないため，ノートPCを代替品として用いているが，今後の電子ブックリーダーのスペックが向上することで，電子ブックリーダーにも適用可能であると考える．

4 試用実験

4.1 概要

提案システムがページング動作を適切に行っているかどうかを確認するとともに，透明シートによる物理的なページング操作を用いた読みがどのような感覚を与えているのかを試用実験により，大学院生16人を集めて調査した．

実験1では，異なるページの内容を正確に結びつけることができるかどうかを検証した．国家の名前、国家の国旗の２ページからなる教材を用意し，規定時間にこの２ページの中で国家の国旗を覚えるといった対照タスクを用意した．図　9に示す



図　9　実験１

評価では現状の電子ブックのページング操作であるボタン操作と比較することで，その対照のための操作履歴を計測した．

実験２では、異なるページの内容を正確に比較できるかどうかを検証した．比較的煩雑なデザインの絵本1ページとそれに小さな修正点10か所を含むページを用意し，この2ページの中で異なる部分を発見するといった間違い探しのタスクを用意した．図10に示す．

ⓒ2010 Information Processing Society of Japan

Vol.2010-HCI-140 No.2
Vol.2010-UBI-28 No.2
2010/10/29



図　10　実験２

評価では現状の電子ブックのページング操作であるボタン操作と比較することで，その間違い探しのための操作履歴を計測した．

また二つの実験終了後には使用感に関するアンケート調査を行った．

4.2 結果と考察

実験１の結果としては，16人中12人が，提案システム「捲る」操作のほうが，正しく照合できた．16人中13人が，提案システムの「捲る」操作のほうがページ切り替えが多かった．それに，ほとんどの被験者は切り替えが多ければ多いほど、覚えられた国旗の数が多い．

実験２の結果としては，16人中13人が，提案システムの「捲る」操作のほうが，正確に違い探せた．16人中13人が，提案システムの「捲る」操作のほうが，ページ切り替えが多かった．間違い探しの正解数とページ切り替えの回数の関係は明らかにしていない。

アンケートの結果により，ページングの切り替えの操作性に関しては，二つの実験で，5段階中，有用性は平均3.5と平均3.67で，良好であった． 透明シートを捲る際の切り替え速度の適切度は3.67で，良好であった．

また提案システムの物理的なページング操作の使用感は従来のボタン操作と比較し，以下の利点・不利点に関する主なコメントが得られた．

利点：

・比較領域が狭いため，違いを記憶し易い．
・操作が直感的で分かり易い．
・全体でなく見たい部分だけの表示がよかった．

不利点：

・ページの連続切替が面倒であった．
・操作の遅さを感じた．

5 まとめ

本研究では現状の電子ブックリーダーでのコンテンツの閲覧し易さを向上させるために，物理的なページング操作を可能にする装置を開発した．開発システムでは，ディスプレイの表面に付与した透明シートを捲ることで，磁気センサーによってページングの位置と程度を検知し，次のページを部分的に閲覧可能にしている．また試用実験ではアンケートにより，物理的なページング操作に有用性を確認した．

今後は読書作業性[8]や電子ブックリーダーに求められる形態的特性[9]などの研究をしながら、定性的な評価により，電子ブックリーダーによる物理的操作の有効性を示すとともに，さらなる拡張を目指したい．

参考文献

[1]ipad: http://www.apple.com/jp/ipad/
[2] Kindle: Amazon’s New Wireless Reading Device, http://www.kindle.com .
[3] iriver’s E-BOOK reader: http://www.engadget. com/2007/01/08/irivers-e-book-reader/
[4]e-Bookリーダー「リブリエ」: http://www. sony.jp/products/Consumer/LIBRIE/
[5] J. Watanabe , and et al.: Bookisheet: bendable device for browsing content using the metaphor of leafing through the pages, Procs. the 10th international conference on Ubiquitous computing, 2008.
[6]ipad: http://www.apple.com/jp/ipad/features/ibooks.html
[7] N. Chen, and et. al.: Navigation techniques for dual-display e-book readers, Proc. the twenty-sixth annual SIGCHI conference on Human factors in computing systems, 2008.
[8]岡野翔，面谷信，中田将裕，前田秀一：読書作業性に対する電子媒体提示条件の影響評価，電子情報通信学会，EID2004-80（2005）
[9]小清水実，津田大介，馬場和夫：電子ペーパーに求められる形態的特性の研究，IDY2001－75，MMS2001－14（2001）

ⓒ2010 Information Processing Society of Japan