

一枚の紙束 (TAB A): 電子ペーパーの未来に向けたフリップインタフェース

光 永 法 明[†] 米 澤 朋 子[†] 田 近 太 一[†]

TABA(sheaf) on a Sheet: Intuitive Flipping Interface toward Electronic Paper

NORIAKI MITSUNAGA,[†] TOMOKO YONEZAWA[†] and TAICHI TAJIKA[†]

1. はじめに

情報処理技術やハードウェアが進化中、ディスプレイ装置の発展も目覚ましい。最近では有機 EL や電子ペーパーなどポータビリティに加えディスプレイメディアの概念を変える薄さ・柔軟性により曲げが可能なハードウェアも試作レベルであるが登場しつつある。このような柔軟な性質は、今までの電子表示デバイスにない曲げによる直感的な操作を可能にする。表面は表示部でありつつ同時に接触や曲げなどの操作が可能なことに着目し、本稿では一枚の電子ペーパーの上で紙の本と同様にページをめくる操作を物理的に実装したフリップインタフェースを提案する。

PC 上のソフトウェアで実現された PDF を始めとする様々な電子書籍表示システムは、Web 表示のような巻物型ではなくページ型の表示概念に基づいている。しかし現状では、マウスまたはキーボードに依存したユーザインタフェースとなっている。本などの実際の紙束を扱うかのような電子書籍の表示専用の LIBRIe⁽¹⁾、Book⁽²⁾、Kindle⁽³⁾ などのハードウェアは、いまだボタン操作にとらわれている。iPod Touch⁽⁴⁾ では全面タッチパネルにより Tactile Interface と表示を一体型にすることで物理的操作と表示の没入感を導入しているが、曲げは不可能であり、従来の紙の物理的インタラクションが十分導入できない。

人は、小説やノート、論文などを読むとき、ページをパラパラとめくりながら、横方向に縮んだ表示を複数同時に斜め読みをし探索することがある。また、子供に話し聞かせながら絵本のページをゆっくりめくるなど、紙とのインタラクションがコンテンツの説明事態に影響するケースもある。そこで本稿では、将来の電子ペーパーに向けたフリップインタフェースとして、フリッピング (1 ページのめくり) とフリップブラウジング (複数ページの連続しためくり) に注目し、従

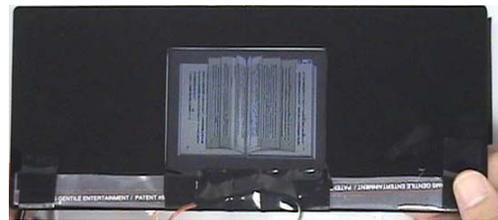


図 1 コンセプト評価モデルの外観
Fig. 1 Outlook of evaluation model of proposing concept

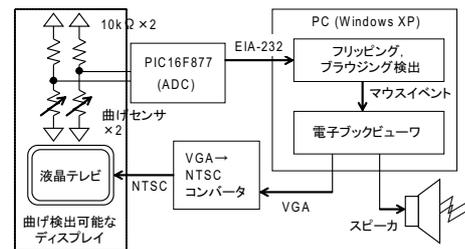


図 2 コンセプト評価モデルのブロックダイアグラム
Fig. 2 Diagram of evaluation model of proposing concept

来の物理的な紙束インタラクションにより近いフリップインタフェースを実現したコンセプト評価モデルの開発について報告する。

2. コンセプト評価モデル

現在の表示装置を利用してコンセプトを示すため、平面の表示装置の周辺に曲げられる領域を用意し、これを曲げ検出可能なディスプレイとした (図 1)。曲げられる領域の下部 2 箇所曲げセンサ (浅草ギ研) を設置し、フリッピングを検出する。フリッピングの検出から表示までの流れを図 2 に示す。曲げセンサの抵抗値変化を電圧変化として検出し、マイコン (PIC16F877 (Microchip)) の 10bit A/D コンバータで読み、シリアルで PC へ送る。サンプリング周期は 100 [Hz] である。PC では曲げセンサの値を処理し、フリッピングとフリップブラウジングを検出する。いずれかを検出した場合にはマウスイベントに変換し、ページめくり式の電子ブックビューワ (FlipViewer⁽⁵⁾、

[†] ATR 知能ロボティクス研究所
ATR Intelligent Robotics and Communication Labs.

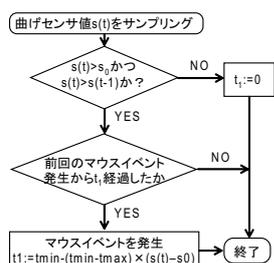


図 3 フリップングとフリップブラウジングを検出しマウスイベントへ変換するアルゴリズム
Fig. 3 Algorithm for detecting flipping and flip-browsing

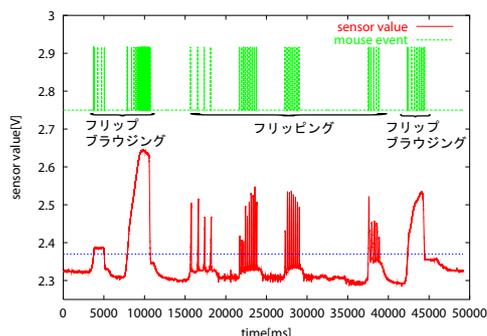


図 4 フリップングとフリップブラウジングを検出しマウスイベントへ変換する例 (サンプリングレートは 1000Hz)
Fig. 4 An example of detecting flipping and flip-browsing by the proposed algorithm

窓の中の物語⁶⁾、楽 2 ライブラリ⁷⁾ など) へ送る。電子ブックビューワの出力するめくり音は PC のスピーカから、画像は VGA-NTSC コンバータを通して表示装置 (4 インチ液晶テレビ CASIO SY-4000WE) によって提示される。

フリップングとフリップブラウジングは図 3 のように検出しマウスイベントへ変換する。検出例を図 4 に示す。曲げセンサ出力 (電圧値) を $s(t)$ とし、曲げを検出する閾値を s_0 とする (図では $s_0 = 2.37[V]$)。 $s(t) > s_0$ かつ $s(t) > s(t-1)$ のとき、曲げセンサが反応しているとする。センサが反応し、前回マウスイベントを出力してから t_1 を経過していれば、マウスイベントを出力し、 t_1 を以下で更新する。

$$t_1 = T_{min} - (T_{min} - T_{max}) \times (s(t) - s_0) \quad (1)$$

T_{min} は曲げが最小のときにページをめくる間隔、 T_{max} は曲げが最大のときにページをめくる間隔である。図では、 $T_{min} = 0.5[s]$ 、 $T_{max} = 0.03[s]$ である。また t_1 の初期値は 0 である。この処理により、曲げ検出直後にマウスイベントが発生するため、フリップング、フリップブラウジング操作に対して検出の遅延が少ない。

3. インタラクシオンの実例

開発したコンセプト評価モデルによるインタラクシオン例を図 5 に示す。フリップング操作では紙媒体を扱っているかのような没入感を与え、フリップブラウ

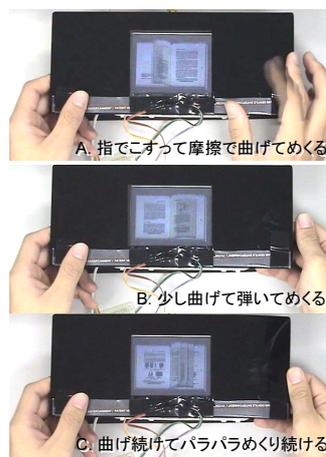


図 5 フリップングとフリップブラウジングの操作例
Fig. 5 Examples of flipping and flip-browsing

ウジングではディスプレイ部分のページをパラパラとめくり探索しているような感覚を与えることを確認した。ここでは、冊子の端を曲げながらパラパラとめくる操作感や、指をページに摩擦し紙を引きずるようなフリップング操作感といった様々なページめくり操作が、曲げ検出により実現されている。

4. 今後の展望

本稿で紹介したコンセプト評価モデルではあくまでフリップインタフェースの一端を実装したに過ぎない。残念ながら、現在は曲げ可能な電子ペーパーなどの媒体が十分な表示速度ではないが、操作部分と表示部分の一体化が実現したときに、コンピュータのインタフェースに慣れていないユーザでも自然に操作できるような工夫や、曲がる表示装置独特の様々な没入インタラクシオン (例えばフリップング時のポツとした触覚フィードバックなど) を展開して未来の紙束インタラクシオンを構築したい。

謝辞 本研究は情報通信研究機構 (NICT) の研究委託により実施したものである。研究の機会をくださった安部伸治氏、宮下敬宏氏、他 ATR の皆様に感謝する。

参考文献

- 1) Sony, "LIBRIé," <http://www.sony.jp/products/Consumer/LIBRIE/>
- 2) Panasonic, "book," <http://www.sigmapbook.jp/>
- 3) amazon.com, "Kindle," <http://www.amazon.com/Kindle-Amazon-Wireless-Reading-Device/dp/B000FI73MA>
- 4) Apple, "iPod Touch," <http://www.apple.com/jp/ipodtouch/>
- 5) FlipViewer, E-Book Systems, <http://www.ebooksystems.co.jp/products/FV.php>
- 6) 窓の中の物語, BE-i, <http://www.forest.impress.co.jp/article/2000/09/12/aozorabunko.html>
- 7) PFU Fujitsu, 楽 2 ライブラリ パーソナル V4.0, <http://plusd.itmedia.co.jp/pcuser/articles/0702/20/news001.2.html>, 2007.