

Reversible Display: 両面ディスプレイによるコンテンツ閲覧

中村 聡史[†]

園山 隆輔[‡]

[†] 情報通信研究機構

[‡] T-D-F/Robot Interaction

あらまし 本稿で提案するReversible Displayシステムは、2つのディスプレイを板状コンピュータの表面、裏面の両面に備え、物理的なひっくり返し操作によりコンテンツを閲覧できるシステムである。両ディスプレイは独自の役割を持ち、連携を取りながらコンテンツを提示する。Reversible Displayシステムは、その両面性という特徴から、二面性をもつコンテンツの閲覧に適している。本稿では、Reversible Displayシステムの設計および実装を行い、本システムを利用したコンテンツ閲覧の可能性について議論する。

Reversible Display: Content Browsing by Double Sided Display

Satoshi NAKAMURA[†] and Takasuke SONOYAMA[‡]

[†] National Institute of Information and Communications Technology, Japan

[‡] T-D-F/Robot Interaction

Abstract In this paper, we propose and implement the reversible display system which is constructed with two displays. One is on the front surface and the other is on the back surface. In the reversible display system, the display on the observer's side and the display on the reverse side have different roles. The images shown on each display are synchronized. The reversible display system is better suited to showing the bilateral character of things. For example, when one display shows the front face of the digital content, another display shows the rear face of digital content. The user can change the face of the digital content just by reversing the display. We believe that these physical interactions are easy to understand, and are intuitive, natural and enjoyable for users.

1. はじめに

近年、コンピュータの低価格化、高性能化に伴い、コンピュータの所有者数は飛躍的に増加している。しかし、コンピュータを利用する際には、マウスやキーボード、グラフィカルユーザインタフェース (GUI) などを使いこなす必要があるため、十分に習熟していない人には操作がわかりにくく難しいことが多い。

例えば、GUIを利用してアプリケーションの設定をする場合、まずツールメニューを選択する。次にポップアップされたサブメニューからオプションメニューを選択して設定ウインドウを表示し、各種の設定項目を編集する必要がある。また、デジタルオブジェクトの現在表示されていない背面の部分を見ようとする場合、仮想の3次元オブジェクトを3次元空間の中で選

択し、マウスのドラッグ・アンド・ドロップやキーボード操作などで回転操作を行う必要がある。例えば、デジタルオブジェクトの詳細情報を調べる場合、まず始めにマウス及びマウスカーソルでそのオブジェクトをポイントし、マウスの右クリックによりコンテキストメニューを表示。その後、メニューの中からプロパティに関するメニューを選択し、表示されるウインドウから詳細情報を読み取る必要がある。こうした操作は自然ではなく、理解しにくい。また、操作も楽しいとは言い難いため、コンピュータに対するハードルを高くしている。結果として、コンピュータを購入したものの使いこなせず、電源も入れられずに放置されていることが多い。

コンピュータの操作を直感的かつ楽しいものにするため、コンピュータ上のデジタルオブ

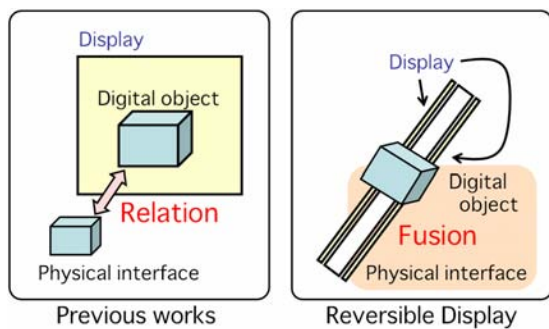


図 1: 従来システムと提案システム

デジタルオブジェクトと実オブジェクトを関連付け、実オブジェクトの動きに応じてデジタルオブジェクトを操作可能にする研究が多くなされている[1,2]。これらはデジタルオブジェクトの操作における直感性を向上させるとともに、触れるインタフェースにより操作自体を楽しいものに行っている。しかし、こうした研究においては、デジタルオブジェクトと実オブジェクトに関係性はあるものの、一体となっているわけではないため、自然さという点で十分であるとは言いがたいものであった。また、投影したりデバイスを利用して動きを取得したりする必要があるため、システムとして大掛かりになってしまい、一般ユーザが使うものとしては相応しくない。さらに、デジタルオブジェクトは一面の上に表示されているか、プロジェクタを利用して机や壁などに投影されているだけであったため、背面や裏面というものが存在しなかった。

我々は、ユーザとコンピュータ間のインタラクションをより自然にするには、デジタルオブジェクトと実オブジェクトを融合することが重要であると考えている。つまり、コンピュータの中のデジタルオブジェクトに対して入力デバイスを利用して働きかけるのではなく、実オブジェクト（コンピュータ）自体に働きかけることでデジタルオブジェクトをあたかも操作しているような感覚が重要であると考えている。また、実オブジェクトとデジタルオブジェクトの融合による触れるインタフェースおよびインタラクションは、コンピュータ自体の操作を楽しいものにできると考えている。

そこで本稿では、デジタルオブジェクトと実オブジェクトを融合し、利用しているユーザに両者が融合されているかのような感覚を与えるシステムを実現することを目的とする。融合感を与えるため、ここでは東洋的な自然観におけ

る万物の二面性（陰と陽など）に注目し、デジタルオブジェクトの二面性を、二面性をもつ実デバイスで提示する。ここでは、二面性を持つデバイスとして、板状のコンピュータの表面と裏面の両面にディスプレイを備え、各面で対象とする事象の二面性を分担して提示するシステムを実現する。物理的なひっくり返し操作でユーザから見えている側のディスプレイを切り替えることにより、対象となる事象の二面性を切り替えることができる。例えば、片方のディスプレイに上着の前側が表示されている場合、他方のディスプレイには上着の背面が表示される。例えば、片方のディスプレイにワインのラベルが表示されている場合、他方のディスプレイにはワインに関する説明書きが表示される。この物理的にひっくり返すだけで簡単に二面性を閲覧できる仕組みは、自然で直感的なインタラクションであると考えられる。本稿ではこのシステムを、**Reversible Display** システムと呼ぶ。

本稿では、まず2章で万物がもつ二面性と二面性のための閲覧手法について議論を行い、3章で **Reversible Display** システムおよびコンテンツ閲覧方法について述べる。4章で考察を行い、最後に5章で本稿のまとめ及び今後の課題について述べる。

2. 二面性

東洋（特に中国や日本など）には、全ての事象は「陰」と「陽」の二面性をもち、対立した関係で互いを支えるという自然観がある。二面性には光と影、明と暗、前と後、表と裏、上と下、左と右、内と外、オンとオフ、真と偽、正と負、静と動、生と死、老と若、男と女、早いと遅い、大と小、東洋と西洋などさまざまなものがある。

二面性を提示する手法としては、まず、コンピュータ上に2つのウィンドウを作成し、2つのウィンドウで二面性を分担して提示することが考えられる。同時に2つのものを並べて提示するという手法は比較を行う際に適している。**Comparative Web Browser** [3] は2つのブラウザウィンドウが並んで1つになったシステムであり、一方のブラウザで表示しているウェブページの内容に同期して、他方のブラウザで表示されているウェブページが変更されたり、スクロールされたりする。簡単に関連情報を開

覧できるため、ニュース記事の発信サイトによる比較などを行うのに適している。

しかし、ある事象の二面性を見る（観察する）場合、必ずしもその両者を同時に見ることは好ましくないと考えられる。例えば、物理的に表と裏の関係にあるものを一平面上で見ると、物理的特性を無視しているため空間把握という点では好ましくないだろう。また、問題と答えというセットを同時に提示するのは、つい答えが目に入ってしまうという危険性があるため好ましくないだろう。さらに、ある映画に関する人々の評価を閲覧するとき、良い評価と悪い評価が並べて提示されるのは、見たくもない悪い評価を見てしまい、気分が悪くなるという可能性がある。そこにあるのだけれど、見えていない。見たいときだけ見るというインタラクションが重要となってくるであろう。

ある事象の二面性を提示するとき、両者ともに提示はするものの同時には見えないようにしておく。見たいというユーザの意図によりユーザがシステムを物理的にひっくり返すことで、他方の面を閲覧できるようにしておくこと、こうした問題が解決できるのではないかと考えられる。物理的にひっくり返さなければ、二面性の対の関係にあるその情報に間違っアクセスしてしまうという心配がない。また、ひっくり返せば対の関係にある情報があるという安心感と手軽さも提供できる。

3. Reversible Display

Reversible Display システムのコンセプトは非常にシンプルである。板状のコンピュータの表面、裏面の両面にディスプレイを備え、両ディスプレイは連携してデジタルオブジェクトの二面性の表示を行う。二面は物理的に逆の方向を向いているため、鏡などを利用しなければ同時に見ることができない。ユーザはシステムを物理的にひっくり返すことで、対の関係にある情報へとアクセスする。二面性の提示及び閲覧スタイルは下記の4つに分類される。

- 全く同一のもの
 - 反転しているもの
 - 物理的な二面性
 - 意味的な二面性
- それぞれについて説明する。

Front display



Back display



図 2. 反転コピー

3.1. 全く同一のもの

両面のディスプレイとも同一のもの（事象）を表示する。この機能は、2人の人が向かい合っていて、会話しながらプレゼンテーションするのに向いている。従来コンピュータを利用して議論する場合、1つのコンピュータディスプレイに注目するため、横に並ぶようにしてディスプレイを眺めつつ会話する必要があったが、本システムを利用することで両者は、お互いに向き合いながら、あまり視線をそらすことなくコンピュータに表示された内容を閲覧したりコンピュータに対して書き込み操作などを行ったりすることができるようになる。

3.2. 反転しているもの

多くのデザイナーはキャラクタなどを描画するとき、デッサンのゆがみがないかチェックするために、描いているものをしばしば左右反転し確認している。

図2のように Reversible Display の一方のディスプレイで、デジタルオブジェクトを普通に表示し、他方のディスプレイはそのオブジェクトを左右反転して表示する。また、どちらの面からでもペンを利用して描画操作を行えるようにする。この機能により、デザイナーはディスプレイをひっくり返すだけで簡単に左右反転された姿を確認し、デッサンの乱れをチェックしつつ、修正を行うことができるようになる。

3.3. 物理的な二面性

一方のディスプレイはオブジェクトの前面を表示し、他方のディスプレイはオブジェクトの背面を表示する。これは、物理的な空間性とデジタルな空間性をきれいに融合したものであり、特に理解が容易であると考えられる。

Front display



Back display



図 3: 表面は上着の前面, 裏面は上着の背面

Front display



Back display



図 4: 表面はお酒のボトルのラベル, 裏面はお酒に関する説明

Front display



Back display



図 5: 表面は携帯電話の外装, 裏面は携帯電話の内装 (ボタンと液晶)

この機能は、多くのタイプの二面性に利用することができる。図 3 はコートの前と背面を表示している例であり、図 4 は酒のボトルの前面 (ラベル) と背面 (説明) を表示している例である。図 5 は、携帯電話を閉じた状態と、携帯電話を開いてボタンやディスプレイを表示している例である。これらの表示スタイルは多くのコンテンツ閲覧に適していると考えられる。

3.4. 意味的な二面性

一方のディスプレイは、あるコンテンツ (事

Front display

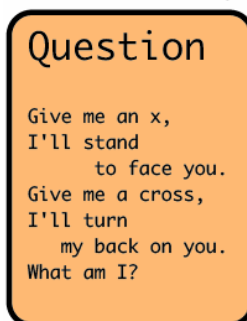


Back display



図 6: 表面は昼の写真, 裏面は夜の写真

Front display



Back display

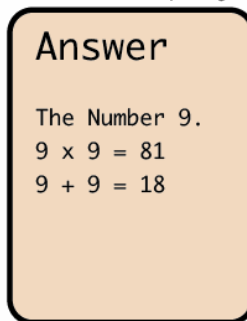
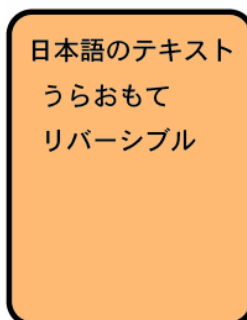


図 7: 表面は問題, 裏面は問題の答え

Front display



Back display

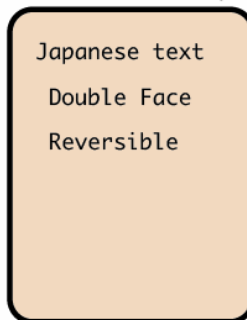


図 8: 表面は日本語, 裏面は英語

象) の一つの様相を表示し、他方のディスプレイはそのコンテンツの持つ他方の様相を表示する。両者の関係性についてはさまざまなものが考えられる。

図 6 は、ある城の昼と夜の写真を表面と裏面に適応した例である。図 7 は、片方のディスプレイに問題を表示し、他方のディスプレイに問題の答えを表示している例である。ユーザはディスプレイをひっくり返すだけで問題の答えをチェックすることができる。図 8 は一方のディスプレイに日本語のテキストを表示し、他方のディスプレイにそれに対応する英語のテキストを表示している例である。図 9 は一方のディス

プレイに建前のテキストを、他方のディスプレイに本音のテキストを表示している例である。

意味的な二面性の機能割り当てのバリエーションは豊富で、他にもさまざまなものに適用できる。

3.5. 実装

Reversible Display システムの実現のため、本稿では2つのタブレット PC(NEC 社製 VersaPro VY11F/GL-R) を利用した。図 10 のようにタブレット PC はそれぞれの背面でくっつけられており、無線 LAN および TCP/IP を利用してサーバ・クライアント通信を行うことで、現在表示されている画像の情報や、ユーザからの操作などのやり取りを行う。

図 11 は Reversible Display システムが動作している様子である。上着の表面および裏面をひっくり返し操作により確認している。

4. 考察

Reversible Display システムの簡易的な利用者テストから、物理的な表裏の関係にあるオブジェクトの閲覧が特に直感的になったとのコメントを得た。また、万物のもつ二面性を両ディスプレイに適用し、実オブジェクトに対する物理的なひっくり返し操作で、デジタルオブジェクト自体をひっくり返しているような感覚を得ることができており、実オブジェクトとデジタルオブジェクトがあたかも融合しているかのように感じたとのコメントを得た。

Reversible Display システムは、GUI も変える可能性がある。例えば、あるアプリケーションの設定を行うとき、従来であればアプリケーションウインドウ上に設定ウインドウを表示し、設定を変更する必要があった。Reversible Display システムを利用すると、一方のディスプレイに通常通りアプリケーションのウインドウを表示し、他方のディスプレイに設定用のアプリケーションウインドウを表示し、設定部分を直接変更できるようになるかもしれない。これは、現実においてテレビやビデオの調子が悪いときに、そのテレビやビデオの背面にある配線などをチェックし、問題がないかを確認するというタスクに似たものであり、直感的であると考えられる。他にもさまざまな適用が考えられる。

Reversible Display システムでは、二面性をもつコンテンツの閲覧において、同時に両面を確

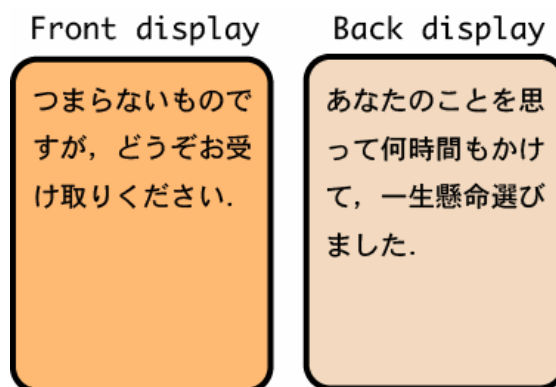


図 9: 建前と本音

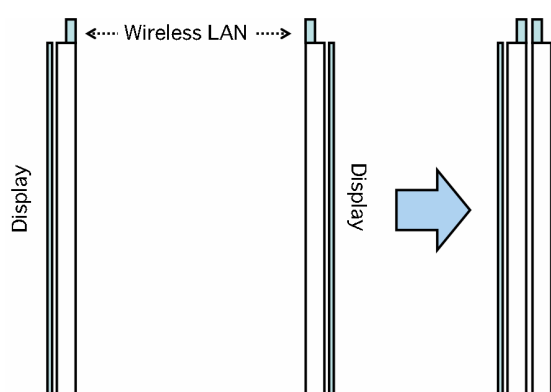


図 10: Reversible Display システムの構成



図 11: Reversible Display システムの例

認できない。そのため、表面を見た後で裏面を見るときに、ユーザのひっくり返すという物理的なインタラクションが必要となる。この物理的なインタラクションは、裏面を見たいというユーザの明確な動機なくしては発生しない。そのため、興味のないコンテンツにアクセスしないですむという特徴がある。

Reversible Display システムのユーザは、表面を見ているときに裏面を確認することができるため、裏面に何か表示されているかというこ

とを、表面から推測するしかない。そのため、裏面に表示されているものはしばしばユーザの期待を裏切る。期待に沿った場合は純粋なうれしさを、期待に反した場合でも納得できるものであれば、「そうきたか」といった楽しさを味わうことができるということがわかった。

表面及び裏面に対する役割のマッピングについては、多くのものが考えられる。このマッピングについては、アプリケーションによって一意に定められていることもあるが、ユーザによって指定されることもあるだろう。例えば、あるカメラの写真を見たときユーザによってはそのカメラの裏面にある操作部分を見たいと思うかもしれない。他のユーザは、そのカメラの値段や機能など詳細な情報を知りたいと思うかもしれない。また他のユーザは、カメラの内部機械的な構造を見たいと思うかもしれない。このように人によって望むことが異なると考えられる。こうした要求の違いをカバーするために、ある1つのコンテンツに対して各種の二面性情報を用意し、それぞれについて対応するコンテンツを用意し、ユーザがマッピングの種類を選択できるような仕組みが必要となってくるであろう。ユーザのプロファイルやシステムの回転方向などで自動切り替えることも可能かもしれない。

Reversible Display システム本体に回転を取得する機構を導入すると、ユーザの回転操作を認識することができるようになり、回転方向を利用したコンテンツの閲覧も可能となる。図 12 は Reversible Display システムを前方へ、後方へ、左方向へ、右方向へといったように回転させている様子である。この回転を空間的な広がりや時間的な広がり適用し、回転方向へと空間を広げるといった仕組みを導入すると、図 13 のようにデジタルブックを閲覧する際に左回転で前のページへ、右回転で後のページへ移動することができるようになるだろう。また、図 14 のように地図を閲覧する際に、北を上として考える場合、前方への回転により北へ、後方への回転に夜南へ、左方向への回転で西へ、右方向への回転により東へといったように表示位置を変え、閲覧できるようになる。回転操作によりステップ移動するため、ページ単位の閲覧などに特に適していると考えられる。この空間的、時間的広がりへの適用については今後の課題である。

Reversible Display の大きさとしては様々なも

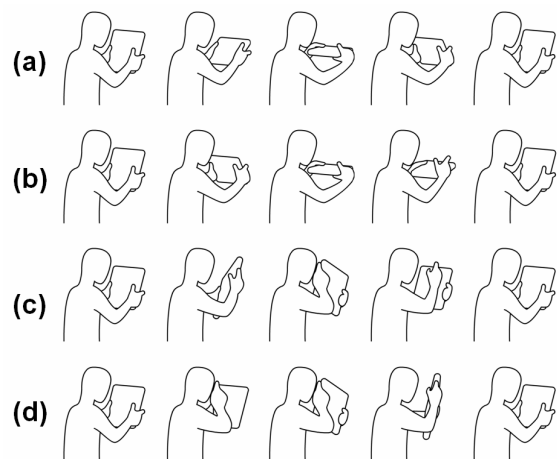


図 12. 回転操作 (a)前方へ (b)後方へ (c)左へ (d)右へ

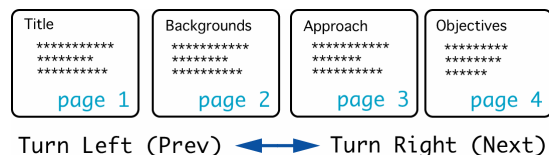


図 13: デジタルブックの閲覧

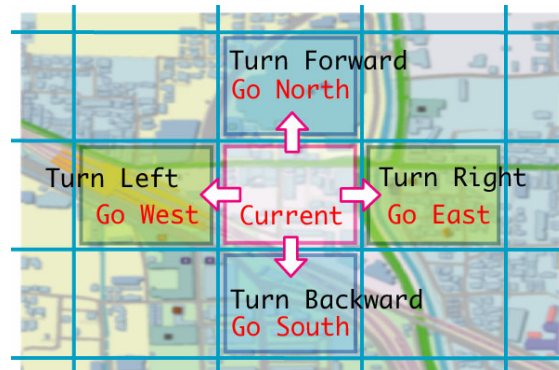


図 14: 地図ナビゲーション。上回転で北へ移動、下回転で南へ移動、右回転で東へ移動、左回転で西へ移動

のが想定される。携帯電話サイズや PDA サイズの場合は、片手で持って利用することができるため、片手のみで回転操作を行う。B5 サイズや A4 サイズのように両手で持って利用するような場合は、両手で利用して回転操作を行う。ホワイトボードのように大画面ディスプレイの場合は、体全体の利用や、ディスプレイ自体に回転する機構が必要となるであろう。

5. まとめ

本稿では、二面性を表現するのに適したシステムとして、板状のコンピュータの両面にディスプレイを備えたReversible Displayシステムを提案および実装した。また、Reversible Displayシステム利用した各種のアプリケーションについて議論を行い、Reversible Displayシステムの可能性を明らかにした。

今後は、提案したReversible Displayシステムを実装し、各種のアプリケーションに適用することでその有用性を明らかにする予定である。また、実際に多くのコンテンツを作成し利用してもらうことにより、どのようなコンテンツが適しているかといったことを探っていく予定である。さらに、評価実験を実施することにより、その有用性を明らかにする予定である。

文 献

- [1] Hinckley, K., Pausch, R., Goble, J. and Kassell, N: Passive real-world interface props for neurosurgical visualization. In Proceedings of CHI'94 Human Factors in Computing Systems, 1994, pp. 452-458.
- [2] Ishii, H. and Ullmer, B: Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms, In Proceedings of CHI'97, 1997 pp. 234-241.
- [3] Nadamoto, A. and Tanaka, K. A Comparative Web Browser (CWB) for Browsing and Comparing Web Pages. In Proceedings of the 12th International World Wide Web Conference (WWW2003), pp. 727-735.