

人間の空間情報処理能力を活用した ユーザインタフェース: BookWindow

工藤 正人 岡田 謙一 松下 温

慶應義塾大学

我々人間は空間的記憶を得意としているが、現状のスクリーンでは人間の空間的なアクセスを支援できずにいる。そこで、人間の空間的なアクセスを効果的に支援するためのアプローチとして「本」のもつ空間性に注目した。

本稿では、この「本」をスクリーン上に継承しメタファ化したウィンドウインタフェースである BookWindow の考え方とその実装、及び評価について述べている。

その評価では、本メタファによるウィンドウインタフェースシステムは、人間の空間に基づくアクセスを強力に支援するに留まらず、コンピュータの習熟度に関らず、あらゆる利用者にとって親しみ易く安心感を与える力を持っていることが明らかになった。

Flexible User Interface for Accessing Information Spatially: BookWindow

Masato Kudo Ken-ichi Okada Yutaka Matsushita

Dept. of Science and Technology, Keio University
3-14-1, Hiyoshi, Kouhoku-ku, Yokohama, JAPAN
E-mail: kudo@myo.inst.keio.ac.jp

Generally, we human beings have no difficulties to manage and memorize objects spatially in our daily lives. In this paper, we propose a new window interface named the "BookWindow" utilizing a book metaphor, and supporting user's spatial access by a lot of "page information" spatially like thickness of book. Since the BookWindow shows information stored in a computer by the animation of leafing through pages, a user can browse in the book metaphor and get required data using his spatial memories. Furthermore, he can use the functions like bookmarks, memopads, underline which we do on real books, moreover, he can search strings, copy pages, and display movies on any pages.

1 はじめに

ハードウェアのめざましい発展につれ、そのサポートする機能は急激に増大し、その入出力部であるインタフェースも改善を余儀なくされてきた。次第にインタフェースに対する認識が深まり、多くのコンピュータ資源をインタフェースに当てようとする動きも見られるようになってきた。

このような流れの中で、現在多くのワークステーション、一部のパーソナルコンピュータではグラフィカルなユーザインタフェース (GUI) が提供され、マルチウィンドウによる情報の表示が行なわれるようになってきている。

ここで、個々のウィンドウにおける情報の提示形態に注目すると、スクロールやページングといった方式が用いられているが、これらの方式では一度に情報全体を見渡せないことによる参照箇所の不明確さ、再参照の難しさといった問題点を抱えている [5]。

我々はこの問題点を解決するためのアプローチとして人間の持つ空間的記憶に注目し、これを支援するために我々人間が日常慣れ親しんでいる本をメタファとしてウィンドウ上に継承した。このウィンドウ上では本の厚みを利用することにより、情報の全体量や現在の参照箇所の位置を明確にすることができる。またページめくりのアニメーションにより情報の進行方向を示すことができる。

本稿では、この本メタファを用いた新しいウィンドウインタフェース「BookWindow」の考え方と、その実装の詳細、及び評価について述べる。

2 BookWindow

BookWindow は、以下に述べる空間的記憶の活用と本メタファの利用という基本的なコンセプトのもとに、より人間指向な新しいウィンドウインタフェースを実現するものである。

まず、この2つの基本コンセプトについて論じてゆく。

2.1 空間的記憶

我々人間は、情報を整理するために実にうまく空間を用いている [1]。

例えばスーパーに買い物に行く時のことを考えてみるとよいだろう。初めて訪れた店では、どこにどのようなものが陳列されているのかが分からず、欲しいものを探すのに店内を歩き回ることが多いが、馴染みの店であればこのようなことはなく、すぐに欲しいものが陳列されているところにたどり着くことができる。このように、人間は即座にしかも努力することなく、空間中の物の所在を記憶する能力を持っている。このような人間の記憶を空間的記憶と呼んでいるが、我々人間はこの空間的記憶を用いることで、検索作業を非常に高速に行っている。

現状のコンピュータでは、今作業しているところへの事細かな支援はしてくれるが、作業の全体を見渡すことができない。言わば、人間が生まれながらに持っている空間的記憶を十分に活用したインタフェースを備えているとは言いがたいのである [4], [5]。

例えばコンピュータを用いて文書やプログラムを作成するといった場合には、我々は改行やインデントを用いて、それらの論理構造を空間に反映させるといった形でそれを利用してはいるが、文書やプログラムが大きく複雑なものになると、コンピュータの小さなディスプレイ上では、表示されている部分が果たして全体の中でどの部分なのかといったことや、全体の論理構造の中でどの部分に位置するのかといったことを、ユーザが直感的に把握することができなくなる。つまり、現在のコンピュータではせっかく論理構造を反映させた入力を行っても、スペースが限られるために全体を見渡すことができず、その構造が有効に生かされないのである [2]。

従って、人間が生まれながらに持つ空間を利用した情報の整理・記憶能力を、コンピュータ上で有効に活用することができるようなインタフェースが必要なのである。

2.2 本メタファ

前節では、人間の持つ空間的記憶とコンピュータのインタフェースの関係を述べた。ここで提示された問題点に対する解決策としての「本の活用」についてここで論じる。

2.2.1 本

本は「人間の文化」と言われるほどに普及し、我々の生活に深く浸透している。その特徴として、

- 高速ブラウジング(ばらばらめくり)が可能であること
- ページや章、本の厚みにより、読み手に全体の中でどこを読んでいるのかを明確に把握させることができること
- しおり等の物理的な非線形アクセス手段を利用しうること
- 空間を利用したドキュメント管理ができること

など、本の持つ空間性による様々な利点を挙げることができる。しかし一方で、メディアの制限や編集の手間などの欠点もある [3]。

2.2.2 本メタファのもたらすもの

本メタファは、本の持つ空間性に注目しそれをコンピュータのスクリーン上に継承したものであり、先に述べた空間的記憶を利用したユーザインタフェースを実現することができる。そして以下に挙げるような効果を得ることができる。

- アニメーションがもたらす「目にみえる楽しさ」。ページめくりのアニメーションは一見非効率的で負荷の大きいものであるが、利用者に対し情報の進行方向を暗黙のうちに伝えることができる。また、ページめくりの一瞬の時間が、情報の読解にリズムを持たせる役割を果たす。
- 擬似的3次元世界が与える安心感。本の厚みにより、利用者に全体の情報量を直感的に示すことができる。また両側の厚みによってどこを読んでいるのかを示すことができる。
- 紙の本を超越したメディア。紙の本の欠点であったメディアの制限が取り払われ、動画、静止画を効果的に用いることができる。

3 BookWindow System Library

以下では、SUN社のSPARC Station上で実装を行ったBookWindow System Libraryの詳細と技術的指針について論じてゆく。

3.1 メタファの追求

本メタファを実装する上で、深く考慮すべきことは「どこまで本を真似ればよいか」という問題であろう。メタファはイミテーションとは違うものであるから、ただひたすら紙の本を真似ればよいというものではないのである。機械との巧みな融合をはかることによってメタファとしての価値が生まれるのである。

本では情報がページ毎にブロック化されて記述されており、次のブロック情報にアクセスするには、ページめくりという動作が必要である。また、そのブロックの数や現在アクセスしているブロックの位置は本の両側の厚みによって推し量ることができる。また、本には目次や索引がついている。このような本の特徴をメタファとしてどう生かすのかを考える必要がある。

3.1.1 ページめくりと厚み

今回の実装では以下に挙げるような特徴を持たせた(図1)。

- ページめくりのアニメーションが6種類(両方向について単ページめくり、複数ページめくり、連続ページめくりの3モード)ある。
- 左右各々のページに厚みがある。
- 画面サイズや解像度の問題により、情報が表示されるのが右側のページのみである。
- 本のサイズは生成時に自由に設定できる。

3.1.2 索引と単語検索

本にはほとんどの場合索引がついている。索引は利用者の立場からみると非常に利用価値の高いものであるが、作成者の立場からみると作成にかなり手間がかかってしまうものである。

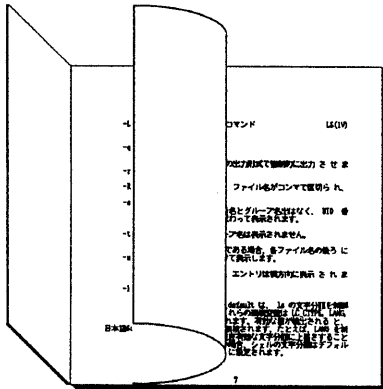


図 1: BookWindow のアニメーション

電子本の場合はどうであろうか。索引を付けようとするとは紙の本と同様の作業が必要になってしまう。この作成を自動化させる方法もあるが、作成者の意図するものができるとは限らない。

ここで索引の機能に注目すると、主にデータ検索に用いられるものであると言える。このデータ検索は、まさに機械の得意とするものの1つである。従って BookWindow では、文字列検索ツールを提供することとし、読者の文字列入力により本上の該当文字列をサーチするようになっている(図2)。

このツールでは文字列入力は、キーボードによる入力、あるいは本上に表示された文字列を(マウスドラッグなどにより)選択することが可能となっている。またサーチされた文字列は該当ページ迄ページがめくられ、反転表示により示される。

ここでは自動的なページ変化があるが、ページめくりや厚みといったものにより、利用者にその変化を可視的にフィードバックしているため、ハイパーテキストの抱えているような「迷子」問題と同様な不安を利用者に与えない。

3.1.3 異なるページを同時にみる

本を読んでいる時に幾つかのページを見比べてみたいことが良くある。このような時我々は、複写機を用いるなどの手段をとるのが普通である。

BookWindow ではこのような場合のため、見比

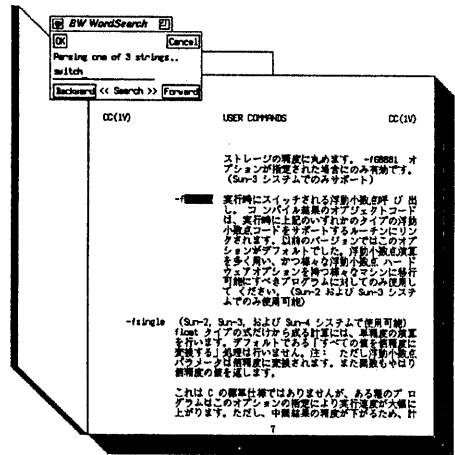


図 2: 単語検索(ワードサーチ) ツール

べたいと思うページの一方を別ウィンドウにコピーする機能を提供しており、複数ページの同時参照を可能にしている。このようなツールも紙の本にはない、電子メディアの恩恵とも言えるツールの1つである(図3)。

3.2 共有と個人の差別

ここで図書館に保存されている文書の参照について考えてみる。図書館にある文書は個人の所有物ではなくいわゆる共有のものである。従って、利用者は文書に対するアクセスは許されているが、

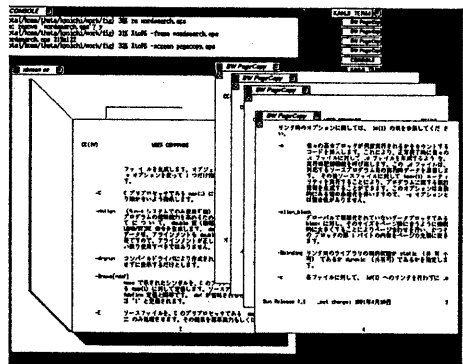


図 3: ページコピーツール

汚したり、傷を付けたり、書き込みをしたりといったことは禁じられている。しかし、利用者にとってみれば、書き込みや強調などによる付加情報は、その文書を理解し利用する上で大きな助けとなるものである。また、付加情報の付け方などは利用者により千差万別である。

このようなジレンマを解消するため、BookWindow では本メタファであることを生かし、電子的な技術により利用者なりのカスタマイズができる手段を提供している。以下では、その手段について説明する。

3.2.1 下線と強調

改めていうまでもなく、下線やハイライトは特定箇所を再び参照し易くするための強調の印である。

BookWindow では、その情報は個人別、更に読んでいる本別に保存されているために、全く同じ本を他の人が開いたり、またそのユーザが別の本を開いたりした時にそこにそのアンダーラインやハイライトが現れるようなことはない。

また、一度引いたアンダーラインやハイライトを後で消すこともできる。

ここでは、下線のみが引かれているが、設定を変更することで「強調(ハイライト)」にすることが簡単にできる。

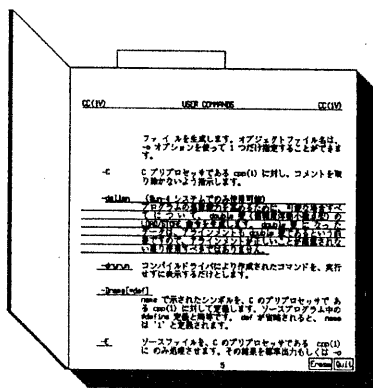


図 4: BookWindow のアンダーラインツール

3.2.2 付箋

読者が行うカスタマイジングの方法は、何も下線やハイライトのみではなく、メモを貼ったり、しおりやインデックスを付けたりと様々な方法がある。

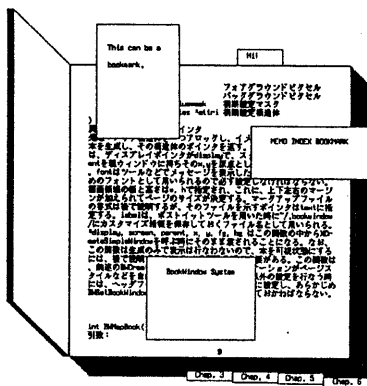


図 5: BookWindow のポストイットメタファ

BookWindow では、このような方法を1つのツールで実現した。住友3M社のPost-itのメタファを用いたツールである。このPost-itを本のページの外にはみ出るように貼ればしおりのかわりとなるし、そこにコメントを書いておけばインデックスのかわりとなる。また、単にメモ用紙としてページに貼り付けておくこともできるなど、Post-itは自由度が非常に高く、様々な「本グッズ」の代用になる。

このPost-itメタファでは大きさがいつでも自由に調節できる。また、はみ出ている部分をマウスでクリックすることにより、そのPost-itが貼られているページに(ページめくりのアニメーションを介して)ジャンプすることもできる。

また、その情報はアンダーラインと同様に個人別、更に読んでいる本別に保存されているために、全く同じ本を他の人が開いたり、そのユーザが別の本を開いたりした時にそこにそのPost-itが現れるようなことはない。

3.3 マルチメディア化への対応

本にかかっているものはテキストだけではない。日常我々が読んでいる本の中には何等かの絵が挿

入されていることが多い。このような絵があることにより、その文章の理解の助けになるだけでなく、読者に楽しみを与えたり、一息つかせたりする。また、「空間に基づいた情報へのアクセス」に非常に有効な手助けとなるのである。

BookWindow ではテキストのみでなく、静止画や動画をページ上に配置することができる。この静止画や動画はマークアップファイルに記述することで、希望のページに表示させることができる。この際、テキストは配置された画像を避けるように禁則処理が行われ表示される。また、動画が存在するページが開かれた場合、動画の再生を行うためのリモコンウィンドウが現れる。

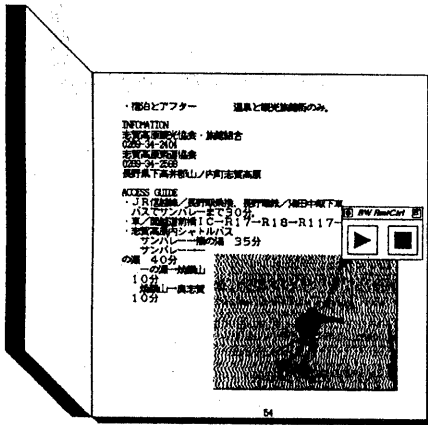


図 6: 動画の搭載とリモコンウィンドウ

3.4 汎用性

我々が日常使用している多くのアプリケーションは、インタフェースはそのアプリケーション固有のものとなっていることが多い。これではどんなに優れたインタフェースを作成しても、そのインタフェースの価値や効果は半減してしまうであろう。

BookWindow のシステムは、UNIX 上で Xlib と C 言語を用いて作成され、X-Window のライブラリの形で実装されている [6]。これにより、様々なウィンドウアプリケーションでこのインタフェースライブラリを使用することができる。また、X-

Window の低レベルな機能を用いることで、ページめくりなど速度が要求される部分においても、高速にその処理が行われる。

4 BookWindow の評価

4.1 コンセプトの評価

本節では、本メタファの有効性の確認のための比較実験の結果を述べ、評価を行っていく。

まず、この評価のための 4 つの比較対象を以下に挙げる。

1. UNIX の less コマンドを起動させたウィンドウ
2. ページ記述方式のウィンドウ (アニメーションや厚みが無い)
3. 紙の本
4. BookWindow

人間がドキュメントにアクセスする場合、「内容の読解」を目的とする場合と「情報の検索」を目的とする場合の 2 種類のアクセスが考えられる。今回の比較実験においても、対象によってタスクのアクセス方法を 2 通りに設定した。

実験 1

対象 1 では、文書が画面におさまらない場合、テキストをスクロールさせることにより視点を移動させている。この対象 1 と BookWindow について、出力方式の違いによる文検索の比較を行った。

方法: まず、被験者にそれぞれを用いて作成した文書を斜め読みしてもらい、文書の雰囲気や構成を把握してもらう。文書はテキストで質、量ともほぼ同じものを用意し、章などの論理構造を持ったものである。次にその文書内の章のタイトルを検索してもらい、その時間を測定した。

考察: 表 1 をみると、BookWindow によるシークンシャルな検索が less コマンドによるものより上回っている。しかし図 7 をみてみると、全ての被験者がそうであったとは言えないこと

表 1: 再参照の速度比較

出力形式	less コマンド	BookWindow
参照速度 _[sec]	16.56	9.21

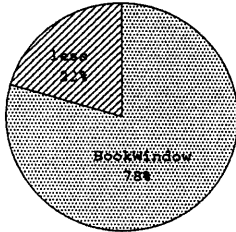


図 7: 速度に差が出た割合

が分かる。これは、今回の被験者はほとんどが UNIX 経験者であり、less コマンドに慣れていたのであろうが、それにもかかわらず 78% の人が BookWindow による検索でより良い結果を出しており、非常に大きな成果であると言える。我々は被験者を一般に拡大すればより顕著な結果を得られることを確信している。本にはだれでも親しみがあるからである。

実験 2

対象 2 は情報を全てページ単位に区切って表示する方式であるが、BookWindow と違いページめくりのアニメーションや本の厚みといったものが表現されていない。ここではこの対象 2 と BookWindow でアニメーションと厚みの存在が被験者にとってどのように感じられるのかを知る比較実験を行った。

方法: まず、被験者にそれぞれを用いて作成した文書をじっくり読解してもらい、各対象ごとに 10 段階評価を行ってもらい、印象に対する意見を聞いた。文書はテキストで質、量ともほぼ同じもので、被験者に対する負荷を考えて読み易い簡潔なものを選んだ。

考察: ユーザインタフェースの評価において、客観的な尺度と主観的な尺度があるが、その善

表 2: アニメーション、厚みの有無による読解の印象

アニメーションの有無	無し	有り
評価 _[pts]	5.0	7.4

し悪しの総合評価は、最終的には使用する人間が感じる使い心地という主観的な評価により定まり、客観的な評価はあくまでも従属的な関係にある。この実験では比較にあたって主観的な評価を求めてみた。

表 2 を見るとアニメーション+厚みの印象は良好であることがわかる。また、BookWindow の方に低い評価を与えた被験者はいなかった。この事から BookWindow の有効性が確認されたと確信している。

実験 3

対象 3 はまさに紙の本であり、BookWindow とは電子化されているか否かの違いである。ここでは、電子化のメリットを見るために、「単語検索」のスピードを比較する実験を行った。

方法: 第 3 章では紙の本の索引に変わるものとして BookWindow のワードサーチツールを紹介したが、ここではテキストからなる同一の文書を用意し、ランダムな単語を紙の本の索引と BookWindow のワードサーチツールを用いて各々検索してもらい、その時間を測定した。

表 3: アニメーション、厚みの有無による読解の印象

メディア	紙の本	電子本
平均検索時間 _[sec]	17.8	8.3

考察: ある程度予想できたが、ワードサーチツールを用いた方が検索は速かった(表 3)。このようなクリスピーなデータ検索は機械にかなわないと述べた仮説を裏付けする結果となった。しかし、このワードサーチツールには欠点

がある。連想的な検索ができない点である。我々が索引を用いて検索を行う場合、対象とする単語を確実に把握していない場合もあり、索引のページをシーケンシャルに検索し、その単語を見つけだすといったこともある。このような方法の場合、我々の用意したワードサーチツールは無力であり、その問題に対する最適な解決法を研究する必要がある。

4.2 ページめくりのスピード

本の大きさをパラメータとしてデータをとった結果を以下に示す。この際測定したのは白紙の状態のページ(幅=高さ)を100ページめくった時間で、図8ではこれを1ページあたりの速度に換算してある。なお、使用したマシンはSun Microsystems社のWSであるSPARC Station SLCである。

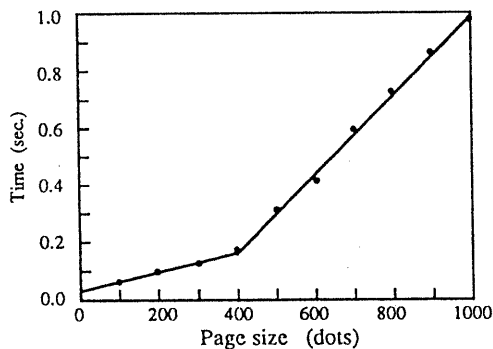


図8: 本のサイズによるめくりスピードの変化

ページサイズにほぼ比例した速度が得られているが400ドットを境に傾きが変わっていることが分かる。これは描画ハードウェアによるものではないかと推測している。速度に関しては、ほぼ500ドット以下ならば毎秒3ページ以上となり、実用に耐え得るレベルにある。

5 おわりに

現在もなお、ユーザインタフェース技術は“ユーザフレンドリ”であることを目指して、着実な進歩を遂げている。

BookWindow という本メタファを活用したコンセプトは、平面的で小さなディスプレイスクリーンの中に、我々の世界の中で文化とも言える「本」を持ち込み、人間の空間的記憶を有効に利用することのできる、また、利用者の機械習熟度に関らないユーザフレンドリなヒューマンインタフェースを構築する役割を果たした。

参考文献

- [1] Richard A. Bolt, “マン-マシン・インタフェース進化論”, パーソナルメディア, 1986.
- [2] William P. Jones, and Susan T. Dumais, “The Spatial Metaphor for User Interfaces: Experimental Tests of Reference by Location Versus Name”, *ACM TOIS '86* vol.4, No.1, pp.42-63.
- [3] 浜野 保樹, “ハイパーメディア・ギャラクシー”, 福武書店, 1988.
- [4] K. Arai, T. Yokoyama, and Y. Matshita, “Window System With Laefing Through Mode: BookWindow”, *ACM CHI'92*, May 1992.
- [5] 荒井、佐藤、木下、横山、松下, “ページめくり機能を持ったウィンドウインタフェース: BookWindow”, 情報処理学会研究会 HI-36-3, May 1991.
- [6] 荒井、工藤、菰田、岡田、松下, “BookWindow: 本メディアによって支援される電子情報の提供形態”, 情報処理学会 第45回全国大会論文集 4T-1, October 1992.
- [7] 菰田、荒井、工藤、岡田、松下, “情報を提供するツールとしての電子ブックライブラリとその評価”, 情報処理学会 第46回全国大会論文集 8H-7, March 1993.