インタラクティブシステムとソフトウェア VI
日本ソフトウェア科学会 WISS'98
pp. 105-114, 1998.12.20, 近代科学社 ISBN4-7649-0271-0

IconSticker: 実世界に取り出した紙アイコン

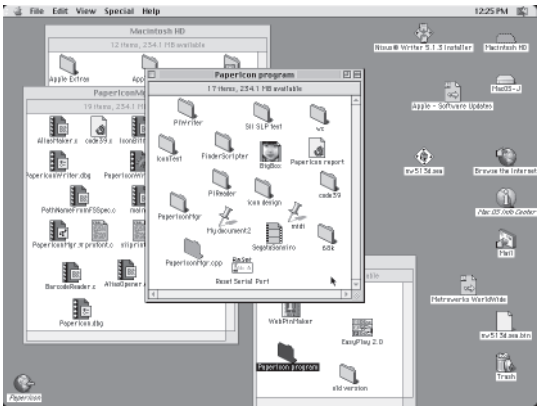
IconSticker: Converting Icons into Paper Icons in the Real World

椎尾一郎　　美馬義亮*

Summary. In this paper, we propose paper icons called IconStickers that support seamless information management between the computer screen and the real world. An IconSticker is a real-world representation of a computer icon, consisting of a piece of paper on which an icon image and machine-readable information (bar code) are printed. It is printed by dragging-and-dropping a computer icon over an "Exit" icon as if taking it off the computer screen. When an IconSticker is scanned with a bar-code reader, the original computer icon is accessed. IconStickers allow a user to arrange icons in the real world. They can be stuck on desks, walls, bulletin boards, and pieces of paper to create links with computer information. A prototype version of an IconSticker system is also reported.

1　はじめに

デスクトップメタファーを採用したパーソナルコンピュータが普及し、アイコンで表現された情報をコンピュータ画面の中に配置して整理することが一般的になった。人々はデスクトップメタファーの画面が、実際のオフィス空間の延長であるかのようにアイコンを配置している。コンピュータ画面の大きさの制限を克服するために、アイコンをフォルダに格納して見えなくして一度に扱わなくてはならないアイコンを減らす工夫もされている。とはいえ、多くのユーザは「デスクトップ」(画面の地の部分)や浅い階層のディレクトリを、場所に基づいた情報整理が便利だという理由で、好んで使っている。対応を迫られている情報、やりかけの仕事、一時的なメモ書きは、デスクトップの目に付く場所に置かれることが多い[1][3]。しかし、コンピュータ画面は有限であるので、一等地はすぐに使い尽くしてしまう[2]。



では、実際に人々が生活している空間を、コンピュータ画面の延長として利用したらどうだろうか。アイコンを

*Itiro Siio,玉川大学工学部 , Yoshiaki Mima,日本アイ・ビー・エム (株) 東京基礎研究所

図 1. IconSticker の例。アイコンの図柄、名前、バーコードが 28 x 89 mm のラベル用紙に印刷される。アイコンの図柄が印刷されるので、画面の中のアイコンとの対応が容易である。バーコード部分には、コンピュータ内のアイコンへのポインター情報が記録されている。

図2. IconStickerを使って画面の外にもアイコンを並べた様子。

コンピュータ画面の外へ取り出したり、取り出したアイコンに簡単にアクセスする手段を提供すれば、実世界にもアイコンを配置して整理することができる。

本論文では、実世界にアイコンを取り出す仕組みであるIconStickerを提案する。また、IconStickerの試作システムを紹介し、その応用について述べる。

2 IconSticker

デスクトップメタファー方式のコンピュータの利用者は、アイコンを画面の中に並べて情報を整理している。しかし、アイコンを画面の外にとりだす手段がないので、実世界に並べることはできない。アイコンを実世界に取り出すことが出来れば、画面の中だけでなく、実世界にアイコンを並べて整理することができる。また、コンピュータネットワークによって情報を受け渡す仕組みを用意しておけば、実世界に取り出したアイコンを、掲示板や回覧板などに貼って情報を公開したり、他人に手渡して情報交換することもできるであろう。

そこで筆者らは、アイコンを紙のアイコンとしてコンピュータ画面から取り出して、実世界に配置する仕組みを提案する。この紙アイコンをIconStickerと呼ぶ。

IconStickerはアイコンの図柄、アイコンの名前、機械が読める識別符号を印刷した紙片である。図1にIconStickerの例を示す。コンピュータ画面に表示されているアイコンと、全く同じ図柄と名前が印刷されているので、画面のアイコンに対応するものであることが容易に認識できる。この例では、機械可読な符号としてバーコードを用いている。このバーコード部分には、元になったアイコンを特定するための識別情報が含まれている。バーコードリーダーで走査すれば、コンピュータ画面でアイコンの情報を閲覧することもできる。

画面の中のアイコンをIconStickerとして印刷することで、アイコンを画面の外に取り出し、実世界に配置することが可能になる。IconStickerは、糊付きのラベル用紙に印刷されるので、図2のように、ディスプレイ、プリンタ、キーボード、電話機、印刷物、CD-ROM など、実世界の物に簡単に貼りつけることができる。

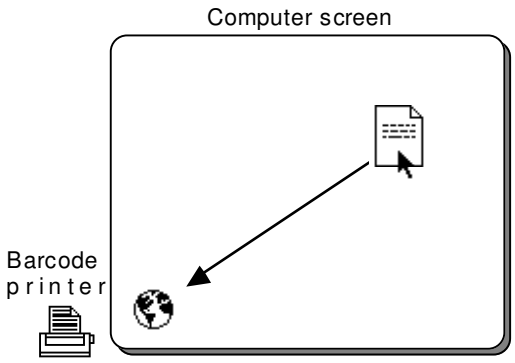


図3. 画面内のアイコンを、「実世界への出口」アイコンにドラッグ＆ドロップすると、このアイコンに対応する IconSticker が印刷される。

図4. IconSticker は、ディスプレイ脇に置かれたラベルプリンタで印刷される。

3. 試作

試作したシステムの概要を図2に示す。パーソナルコンピュータ(Macintosh 6100)のシリアルポートに、ラベルプリンタとバーコードリーダが、ADB (Apple Desktop Bus) ポートにペン型マウスが接続されている。ラベルプリンタは Seiko Instruments の SLP2000[4]（図４）、バーコードリーダは AIMEX の BR-330/RS[5]、ペン型マウスは、APPOINT の Computer Crayon である（図６）。

試作システムのプログラムは、Mac OS 上で Metrowerks 社の開発システム CodeWarrior を用いて、C++ 言語で開発した。プログラムには二つの機能があり、一つはドラッグ＆ドロップされた Mac OS のアイコンから IconSticker を生成して印刷すること、もう一つは、バーコードリーダからの入力を受け取ってオリジナルアイコンを Mac OS 上で開く機能である。以下でこれらの機能について説明する。

本プログラムは、画面の左下に、「実世界への出口」アイコンとして存在する（図３）。利用者がここに書類やアプリケーションのアイコンをドラッグ＆ドロップすると、ディスプレイの脇のラベルプリンタが IconSticker を印刷する（図４）。このことで、あたかもアイコンを実世界に取り出すかのような操作を実現する。この操作が直接的であることと、また印刷された IconSticker に画面のアイコンの図柄が印刷されていることから、IconSticker が、ドラッグ＆ドロップされたアイコンに対応する存在であることの認識は容易であろう。

実際には、ドラッグ＆ドロップされたアイコンが取り出されることはなく、画面の中に存在し続ける。ドラッグ＆ドロップにより、アイコンの「エイリアス」が作られて、これが IconSticker として取り出されるように動作する。エイリアスはオリジナルのアイコンへのポインター情報だけを持つアイコンで、エイリアスへの操作は自動的にオリジナルアイコンに適用される[6]。エイリアスは、Windows のショートカット、UNIX のシンボリックリンクに相当する Mac OS の機能であるが、オリジナルアイコンの改名、ディレクトリー間での移動、ネットワーク上での移動に対しても確実に対応している点で、他の OS よりも優れている。

試作システムは、ドラッグ＆ドロップされたアイコンのエイリアスを実際に内部で

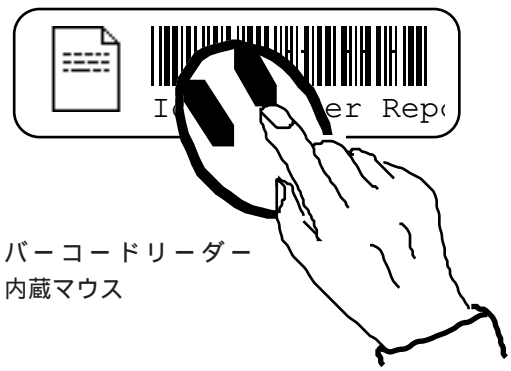


図5. IconStickerのバーコード部分を読み取ると、元のアイコンがコンピュータディスプレイ内で開く。

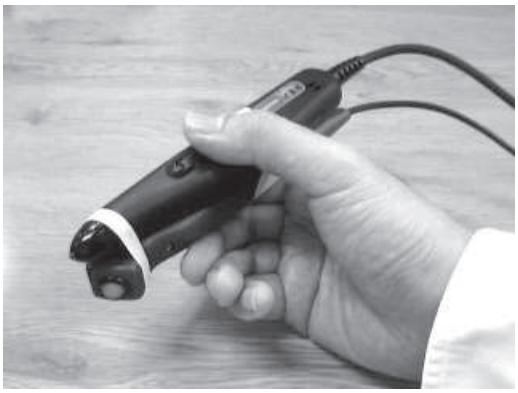


図6. 試作機では、バーコードリーダーとメカニカルマウスが組み合わされたペン型デバイスを用いた。

作成して、これを特定のディレクトリーに格納している。エイリアスの名前には、作成されたタイムスタンプを使用して識別している。タイムスタンプは、Mac OSが用意している1秒単位の32bitタイムスタンプで、これを16進数表記した、8文字の英数字がエイリアスの名前になる。印刷を含むIconStickerの作成には1秒以上の処理時間を要するので、特別な遅延処理を行わなくても、この方式でユニークなエイリアス名を得られる。

IconStickerには、図1に示すように、ドラッグ&ドロップされたアイコンのビットマップイメージ、名前および機械可読の識別符号が印刷される。識別には、生成されたエイリアスの名前を使用する。符号化する情報が少ないことと、認識装置を安価で小型にしたいことから、機械可読の符号としてバーコードを採用した。採用したバーコードは、可変長の英数字を符号化できるCODE-39である[7]。8文字のエイリアス名に、スタート、ストップ、チェックディジットを加えた合計11文字長のバーコードが印刷される。

デスクトップメタファーでは、画面のアイコンを指示してダブルクリックすると、その内容が表示される。アイコンがアプリケーションの場合は、アプリケーションが起動する。これと同様に、IconStickerのバーコードを読み取った時に、オリジナルのアイコンの内容を閲覧したり、起動することが、試作システムのプログラムの第二の機能である。バーコードリーダから入力があると、その名前のエイリアスを「開く」ためのOS機能呼び出しを行う。

実際にIconStickerに対応したエイリアスが作られているので、IconStickerのバーコードを走査した結果は、エイリアスをダブルクリックで開いた結果と同一である。OSの標準機能をそのまま利用したので、操作に慣れたユーザなら、IconStickerの動作結果を容易に理解できる。

さらに、画面の中のアイコンとIconStickerの操作を同じデバイスで行うことができれば、両者の存在を同列のものとするメンタルモデルの構築に役立つであろう。また、バーコードの走査とマウス操作に連続性があり、デバイスを持ち替える手間が不要という利点もある。そこで、図5のように、バーコード読み取り装置を内蔵したマウスの試作を計画している。

現在の試作機では、バーコードリーダー内蔵マウスの代わりに、ペン型マウスと、ペン型バーコードリーダーを組み合わせたデバイスを用いている（図6）。

4. 共有機能の実現

IconStickerを掲示板や回覧板などに貼って情報を公開したり、他人に渡して情報交換するためには、ネットワークでファイルの実体を配送する仕組みが必要である。前節で紹介した最初の試作は、一台のコンピュータで稼働するシステムであったので、次に、ネットワーク対応版の試作もおこなった。

まず、複数のコンピュータでIconStickerの情報を共有するため、エイリアスを格納するための専用のファイルサーバを用意した。次に先のプログラムで、エイリアスの格納場所をローカルなファイルシステムとしていた部分を、ファイルサーバに変更した。Mac OSのエイリアスは、ネットワーク上のマシン名情報を保持している。このため、IconStickerを作成したマシンとは別のマシンでIconStickerを読み込み、サーバ上のエイリアスを開こうとすると、ネットワーク経由でオリジナルのファイルを開くことができる。オリジナルファイルの所有者はOSの機能を用いて、ユーザ名、グループ名、パスワード等により、アクセス制限を設定しておくこともできる。

共有機能の実現方法として、エイリアスをサーバに置く他に、ファイルの実体をサーバに置く設計も可能である。しかし、実体を置く方式は、サーバにコピーされたファイルと手元のマシンに残されたファイルとの整合性の問題があり、アクセス制限の設定や変更の操作がファイル所有者にとって面倒である。このことから、エイリアスをサーバに置く設計が使いやすいと判断した。

現在の試作版では、複数のクライアントが同時（1秒未満）にIconStickerを作成した時に、名前が重複する問題を解決していない。実用段階では、固有の名前を生成する、または、同じ名前の場合に変更するなどの仕組みを取り入れる必要がある。

5. 応用

IconStickerにより、アイコンを生活に密着した実世界に配置することができるので、ディスプレイの中に比べて、はるかに変化に富んだ多様な配置が可能である。たとえば、頻繁に使われるアプリケーションや書類のIconStickerは身近な場所、たとえばディスプレイの枠や、キーボードに貼りつけておけば、素早くアクセスできる。また、物に貼りつけることで、その物と特別な関係の情報と結びつけたり、単なる日用品の機能を増幅することもできる。たとえば、IconStickerを:

(1)印刷結果に貼って、オリジナルのファイルにアクセスできるようにする、

(2)電話機に貼って、電話番号データベースにアクセスできるようにする、

(3)ディスプレイやキーボードに貼って、解像度、色数、キーボード設定などを行なう、制御パネルプログラムにアクセスできるようにする、

(4)プリンターに貼って、印刷キュー表示プログラムにアクセスできるようにする、

(5)マニュアルや製品に製造会社WWW ページのURL アイコンを貼って、製品情報にアクセスできるようにする、

などの応用が可能である。以上の利用例を、図7に示す。

IconStickerは紙そのものであるので、我々が長年紙に対して行なってきた数々の情報整理の手段が適用できる。たとえば、紙の書類と同様にクリップに挟んだり、他の

(a) 印刷結果に貼って、オリジナルのファイルを開く

(b) 電話機に貼って、電話番号データベースを開く

(c) ディスプレイなど周辺機器に貼って、制御パネルプログラムを起動する

(d) 製造会社 WWW ページの URL アイコンを貼って、製品情報ページを開く

図 7. IconSticker の利用例

書類やスクラップブックに貼りつけて整理することができる。またこれらをフォルダー、引き出し、書庫にしまって整理することで、紙の書類と同じように、重要度にしたがって分類整理して、アーカイブすることもできる。

従来、紙で行っていた情報の配布や共有もIconStickerで行なうことが出来る。たとえば、掲示板にIconStickerを貼りつけたり、葉書に貼って郵送したり、紙用コピー機によって大量のコピーを配布したりできる。先に説明したネットワーク対応版の試作システムを用いれば、このような配布・共有が可能である。

博物館、美術館などで展示物 (の近辺) に IconStickerを貼れば、音声、動画、ハイパーリンクを持つマルチメディア情報を提供することができる。従来の博物館情報提供システムと比較したIconStickerの利点は、コンテンツの作成に特別なアプリケーションが不要で、安価で使い慣れた通常のアプリケーションが使えることである。たとえば市販のサウンド編集プログラム、動画編集プログラム、HTML エディターで作成した文書ファイルを、ファイルサーバーに置いて、このアイコンをIconStickerにして展示物に貼りつければ良い。

6. 関連研究・製品

InfoBinder[8]は、机上にデスクトップ画面を投影するシステムで使われる小型の箱形デバイスである。これでウィンドウを閉じてアイコンにすると、アイコンがInfoBinderに張り付くように投影される。これもアイコンを実世界に手ごたえのある存在として具現化する試みであった。IconStickerはこの考えを発展させたものである。

MetaDeskシステム[9]では、机上に投影された地図に対して、建物をかたどったミニチュア模型などのPhiconを使って、スクロール、回転、拡大縮小などの操作ができる。IconStickerとは、手に持って扱える物理的なアイコンであるという点で似ている。しかし、形状、目的、機能の点ではかなり異なる。IconStickerは、デスクトップメタファーのアイコンに対応する存在であり、オリジナルのアイコンへの結びつけ機能を提供している。

バーコードを使って、実世界からコンピュータ情報への結びつけを行なうシステムに、NaviCamがある[10][11]。二次元バーコードとその周辺の場所をビデオカメラを通して見ると、あらかじめ用意された文字、画像、三次元映像などが表示される。この他にも、バーコード[12][13]、RFID (Radio Frequency Identification)タグ[14]、任意の文字や筆跡[15]などの機械可読のラベルを、コンピュータ情報への結びつけようとしているシステムがある。これらのシステムと比較して、IconStickerは、デスクトップメタファーでのアイコンが、そのまま機械可読のラベルとなって実世界に現れるので、オーサリングが容易であるという特徴がある。

SonyのCyberCode[16]は、NaviCamで開発された技術が製品化されたもので、カメラ搭載コンピュータに二次元バーコードが印刷された紙片をかざすと、あらかじめ登録されたコマンドが実行されたりファイルが開く。これと比較してIconStickerは、コンピュータアイコンを実世界に取り出すかのようなドラッグ＆ドロップ操作で作成できること、またアイコンの図柄と名前が紙片に印刷されていることから、紙アイコン作成時の使い勝手が良く、認識が容易であるという特徴がある。

7. 考察

紙を用いた文書の扱いに関しては長い歴史があり、これらを扱う洗練された数々の手法が存在する。IconStickerは、コンピュータのアイコンを紙の形に簡単に変換できるので、紙に対して発明された様々な情報処理の技術を利用して、アイコンの機能を拡張することができる。

7.1 情報表示の空間

コンピュータユーザがデスクトップメタファー画面を利用して作業するとき、一つの仕事に関係するデータを、アイコンとして画面にまとめて配置する。ユーザが複数の仕事を切り替えながら遂行しているとき、中断している仕事に関するアイコンの状態は、安定した状態で保存されていることが望ましい。しかしながら画面の物理的な面積の制約から、ある作業に用いられたアイコンの集まりが他の作業に用いられるアイコンによって置き換えられるということが簡単に起こってしまう。アイコンの置き場所がスクリーン上に限定されたデスクトップにくらべて、実世界上にアイコンを置くシステムは、より大きく、また永続性を兼ね備えた認知的空間をユーザに提供しているといえる。

図8. パイルキャビネットの例。進行中の仕事の書類やフォルダーを重ねて棚に収納する。素早いアクセスが可能なので、仕事の切り替えが円滑になる。

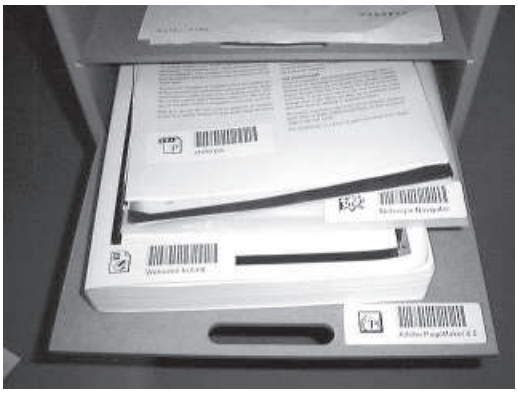


図9. パイルキャビネットから書類を引き出したところ。IconStickerにより、ソフトコピー、コンピュータアプリケーションなども収納でき、電子的な作業環境も切り替えることができる。

IconStickerはデスクトップ上における仮想的な空間上のアイコンの配置をごく自然な形で現実の空間上のアイコンの配置へと拡張するものである。さらに、既存の文房具や家具、掲示板といった紙の文書を存するのに役立つ道具を、アイコンの整理そのものにも使うことができるようになるというメリットをもたらす。アイコンを紙として出力したならば、それらの情報はまさに紙の情報として、ペーパーホルダー、引き出し、書類入れなどを利用して管理することができるようになる。

7.2 書類データの整理

一般的に、データ量が増加すると、限られた空間でデータを扱うことがますます困難になる。Normanは著書[17]の中で書類に関するこの問題について論じ、深い階層的な構造の整理を行なうためにファイルキャビネットを、また、浅く平坦な構造の、素早いアクセスを必要とする整理のためにパイルキャビネットを紹介している。パイルキャビネットは書類の山を格納する棚である(図8)。進行中の仕事の書類を積み上げて格納しておけば、中断した作業を再開するための手間を軽減することができる。ファイルキャビネットは大量の情報を効率的に分類整理する道具であり、パイルキャビネットは少量の情報から効率的に検索する道具である。一長一短があってどちらを選ぶかというのはデザイントレードオフとなる。

IconStickerは紙であるので、書類と同じ道具を利用することができ、ファイルキャビネットにも、パイルキャビネットにも格納することができる。大量の電子的な情報を、ファイルキャビネットを利用して、紙の書類と一緒に効率的に分類整理することもできる。また、パイルキャビネットに格納する進行中の仕事の書類と一緒に、ソフトコピーや、その仕事で使用しているアプリケーションなどのIconStickerを格納すれば、机上の書類情報と同様に、電子的な情報にも素早くアクセスできる(図9)。

7.3 情報空間の共有

デスクトップメタファの歴史は紙の文書の持つ歴史に比べると非常に短いものである。この空間におけるアイコンの配置にどういう意味付けを行うかについて、人々の

間で共通の認識があるわけではない。たとえば、あるユーザーは、すぐに廃棄する一時的な情報のアイコンを「ごみ箱」アイコン(ここにアイコンを移動すると消去される)の近くに並べている[1]が、筆者の場合は長い期間にわたって頻繁に使うアプリケーションのアイコンを、アクセスが楽な「ごみ箱」アイコンの近くに並べている。

これに対して、紙の文書の扱いの場合は長い歴史をもっている。さらに、文書の扱いは、作業のコンテキストの中に存在し、文書を読んだり、書いたり、並び替えたりという作業が他者との共有作業として成立している。たとえば、掲示板、壁、あるいは机の上で行う作業は、同じ場所で仕事を行なう人々によって共有されている。この視点から、紙の形状をした電子情報ポインターを用いることで、情報の共有化を促進させる効果を期待できる。

IconStickerを含めた、実世界での情報の配置は他人にもわかりやすいので、実世界に配置した情報を共有することは、画面の中の情報を共有するより容易である。例えば著者の一人はIconStickerのプロトタイプを家族がたまに共用するパーソナルコンピュータで使用していたが、よく利用するアプリケーションのIconStickerを、キーボードやディスプレイ脇の目立つところに貼り付けられるということで好評であった。

7.4 リマインダー機能

次に何をすべきかを想起させるためにモノを配置しておくことは有効である。デスクトップメタファのアイコンはこのような想起を起こすためにも使われている[3]。しかし、コンピュータのスクリーン上に現れるアイコンは長期間、もしくは他者との共有を目的としたリマインダー用途には適しているとはいえない[2]。これらのアイコンはそのオーナーによってすぐに変更されたり移動されたりするためである。

これに対してIconStickerは視覚的であり永続的、物理的なオブジェクトであるため長期的なリマインダーとして適している。たとえば、カレンダーに貼ったり掲示板に貼ったりすることにより、関連した作業をタイミング良く想起させることが可能になる。

7.5 マジック

デスクトップメタファーは、実際の作業空間を模しているように見えるが、デスクトップ上のオブジェクトに対する強力なサーチを行ったり、デスクトップ上に存在するオブジェクトを一時的に目に見えなくしてしまうという事が簡単にできる。このような機能は、マジックと呼ばれている[18]。

IconStickerを用いることにより、実世界に手ごたえを持って存在する紙や文房具にも、コンピュータのマジックを導入し、人の作業空間を強化することができる。たとえば、簡素なデザインの電話に電子的な電話番号検索機能をつけたり、プリンターにキューをコントロールする機能をつけることが可能になる。

8. まとめと今後の予定

人と機械が読み取り可能なイメージをそれぞれ印刷したステッカー状の紙片、IconStickerを提案して、この試作を行った。

今後はバーコードリーダ内蔵マウスの開発や、ネットワーク機能の拡充を予定している。また、個人向けの応用だけでなく、複数の人による情報の交換・共有や、博物館案内システムや機器へのメモ書きなどの応用も検討したい。

参考文献

[1] Barreau, D. and Nardi, B. A.: Finding and Reminding: File Organization from the Desktop, *ACM SIGCHI Bulletin,* Vol.27, No.3, July 1995.

[2] Fertig, S., Freeman, E. and Gelernter, D.: "Finding and Reminding" Reconsidered, *ACM SIGCHI Bulletin,* Vol.28, No.1, January 1996.

[3] Nardi, B. and Barreau, D. K.: Finding and Reminding Revisited: Appropriate Metaphors for File Organization at the Desktop, ACM SIGCHI Bulletin, Vol.29, No.1, January 1997.

[4] Seiko Instruments USA Inc.: http://seikosmart.com/products/slp.htm.

[5] AIMEX Corporation: http://aimex.co.jp/.

[6] Apple Computer, Inc.: Inside Macintosh CD-ROM, Addison-Wesley, ISBN 0-201-94611-4, 1995.

[7] JIS (Japanese Industrial Standard): Bar Code Symbols - NW-7 and CODE39 - Basic Specifications, Document Number: X0503, JIS.

[8] Siio, I.: InfoBinder: A Pointing Device for Virtual Desktop System, *Proceedings of HCI International '95*, pp. 261-264, Elsevier Science, July 1995.

[9] Ishii, H. and Ullmer, B.: Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces between People, Bits and Atoms, *Proceedings of CHI '97,* pp. 234-241, ACM Press, March 1997.

[10] Rekimoto, J. and Nagao, K.: The World through the Computer: Computer Augmented Interaction with Real World Environments, *Proceedings of UIST '95,* pp. 29-36, ACM Press, November 1995.

[11] Rekimoto, J.: Matrix: A Realtime Object Identification and Registration Method for Augmented Reality, *Asia Pacific Computer Human Interaction 1998,* pp. 63-68, IEEE Computer Society, July 1998.

[12] 脇田敏裕 , 長屋隆之 , 寺嶌立太: 二次元コードを用いた WWW と紙メディアとの融合の試み , 情報処理学会研究会報告 98-HI-76, 1998.

[13] Lange, B. M., Jones, M. A., and Meyers, J. L.: Insight Lab: An Immersive Team Environment Linking Paper, Display, and Data, *Proceedings of CHI '98,* pp. 550-557, ACM Press, April 1998.

[14] 綾塚祐二 , 暦本純一 , 松岡聡: UbiquitousLinks実世界環境に埋め込まれたハイパーメディアリンク , 報処理学会研究会報告 96-HI-67, 1996.

[15] Arai, T., Aust, D., and Hudson, S. E.: PaperLink: A Technique for Hyperlinking from Real Paper to Electronic Content, *Proceedings of CHI '97,* pp. 327-334, ACM Press, March 1997.

[16] http://vaio.sony.co.jp/C1/cyber.html

[17] Norman, D. A.: Things That Make Us Smart: Defending Human Attributes in the Age of the Machine, ISBN0201626950, Addison-Wesley, 1993.

[18] Smith, R. B.: Experiences with the Alternate Reality Kit: An example of the Tension between Literalism and Magic, IEEE CG&A, pp. 42-50, September, 1987.