情報処理学会研究報告 99-HI-82, 1999.1.29, pp. 17-22. ISSN 0919-6072

Scroll Browser: 簡易型拡張現実システム

椎尾一郎
siio@eng.tamagawa.ac.jp
玉川大学工学部電子工学科 〒194-8410東京都町田市玉川学園 6-1-1
http://siio.ele.eng.tamagawa.ac.jp/projects/scrollbrowser/

機械式マウスとバーコードリーダーを組み合わせたデバイスにより、簡易型の拡張現実システム Scroll Browserを作成した。Scroll Browserは、バーコード付きマウスを動かすことで、携帯ディスプレイの表示内容をスクロールできる情報表示装置である。ユーザはまず、壁などの上に貼られたステッカーに印刷されたバーコードを読み取る。このステッカーには、アイコンの絵、名前と、バーコードが印刷されている。つぎにユーザは、このバーコード付きマウスを、ステッカーを始点にして、壁の上を移動させる。すると、あらかじめ用意された画像が、手元のディスプレイに表示され、スクロールする。このようにして、例えば、壁の中の電気配線や、配管の様子を見るような拡張現実アプリケーションを安価に実現できる。

Scroll Browser: A Simple Augmented Reality System

Itiro Siio
Faculty of Engineering, Tamagawa University
6-1-1 Tamagawagakuen, Machidashi, Tokyo 194-8610, Japan

The Scroll Browser is an information browser equipping a hand-held display which scrolls with movement of a mouse. A combination of a mechanical pen-mouse and a bar-code wand is used to detect a position on a wall. First, a user scans a sticker with bar-code on a wall, on which icon image, name, and bar-code is printed. Second, a user moves the pen-mouse on the wall, starting from the sticker. Image contents prepared in the computer is displayed and scrolled on the hand-held display. A user can observe images, for examples, electronic wiring or piping work behind the wall.

By using Scroll Browser, we can provide virtual images pasted on a real wall, in less expensive way than using conventional augmented-reality equipments.

1. はじめに

拡張現実(Augmented reality, AR)は、実世界に計算機の情報を貼りつけて見せることで、人の認知能力を増大させるシステムである。多くのAR システム (たとえば KARMA [2]) では、透過型ヘッドマウントディスプレイ(HMD) を通して見た実世界の情景に、計算機情報を合成して提示する手法が使われている。HMDを通して実世界を見ると、たとえば、壁の中の配管や、装置の中の構造を見ることができ、機器の保守作業などをサポートするアプリケーションが可能になる。しかし、このようなシステムで拡張現実感を得るためには、対象物と人の正確な三次元位置の把握が必要であり、実世界の構造に関する大量の情報や、位置を得るための多数の

マーカーやセンサーが必要になる。安価で、簡単な準備で、どこでも使えるARシステムにするためには、簡略化が必要であろう。

2. 簡易型 AR システム

HMD の代用に、軽快な携帯型ディスプレイを用いることでも、拡張現実感を得られる。たとえば、NaviCam [6], [5]では、携帯型ディスプレイと小型カメラを一体化して、実世界の映像と計算機情報を重ねあわせて表示している。これを通して実世界をのぞき見ることで、情報を付加する機能を持つ窓 (情報虫眼鏡) を通して実世界を見ているかのような感覚を実現している。

小型の携帯型ディスプレイを用いる場合、実世界の映像を合成して表示しなくても、拡張現実感を得られることがある。小型ディスプレイは視野の一部しか占有せず、実世界の状況のほとんどを同時に見ることができるからである。たとえばChameleon [3]では、携帯型ディスプレイの三次元位置を検出することで、その場所の物に関連した情報を表示している。

壁の中の配線を見せたり、床下の配管を表示するようなARのアプリケーションの場合、二次元の位置検出で十分な場合も多い。平面上の二次元位置を検出する目的であれば、たとえば機械式マウスやトラックボールのような安価な装置を採用することも可能である。

以上のように、携帯型ディスプレイを使用すること、実世界映像を合成しないこと、物体表面上の二次元位置に応じた表示を行うアプリケーションに限定すること、などを前提に設計すれば、安価で簡単に使える簡易型ARシステムを実現できると考えた。

3. Scroll Browser

前節で述べた設計方針で簡易型ARシステムを考案し、Scroll Browserと名づけた。図1に本システムの概要を示す。本システムは、手に持って携帯する小型の液晶ディスプレイ(LCD)と、壁の上の二次元位置を測定できる指示装置で構成される。LCD と指示装置は、コンピュータに接続されている。コンピュータ部が十分小型に設計できれば、LCD 部の内部に組み込むべきである。コンピュータ部には、指示装置の真下の情報(例えば壁の中の配線・配管の画像)がいつもLCDの中央に表示されるプログラムを用意してある。この結果、指示装置を動かすと壁の中の様子がつぎつぎと現れるので、あたかも壁の中を透視できるセンサーを当ててのぞき込んでいるような拡張現実感を得ることができる。

指示装置を図2に示す。指示装置は、ペン型機械式マウスと、バーコードリーダーを組み合わせたデバイスである。マウスは相対的な移動量を測定する装置であるので、絶対位置を知ることはできない。本装置では、バーコードと組み合わせることで壁などの表面の絶対座標を測定できるよう工夫した。まず、壁などに貼付されたバーコードを使用者が読み取る。次に、このバーコードを起点に、マウスを移動すると、バーコードの位置を原点とした二次元座標が得られる。従来のARシステムで採用されている位置検出の装置に比べて、安価で簡便な装置である。

4. 試作

Scroll Browseの実用性を検証する目的で、壁の中の様子を閲覧するためのデモシステムを試作した。図3に完成したシステムの全体図を示す。

4.1 壁

デモシステムで内部を閲覧するためのダミーの壁を作成した。90cm x 90cmの大きさ、厚さ12mmのラワン合板を用意して、壁紙を貼った。一般的な内装工事で用いられる再湿壁紙の一つ、H-8704(東急ハンズ) を用いた。壁の中央には壁スイッチを埋め込んだ。壁の裏側には、壁スイッチからの配線と、壁の固定に用いる角材を取りつけた。いずれも実用性はなく、ダミーである。壁の裏側から見た様子を図6に示す。

壁の表側、スイッチの周辺には、6枚のバーコードステッカーを貼りつけた (図4)。ステッ

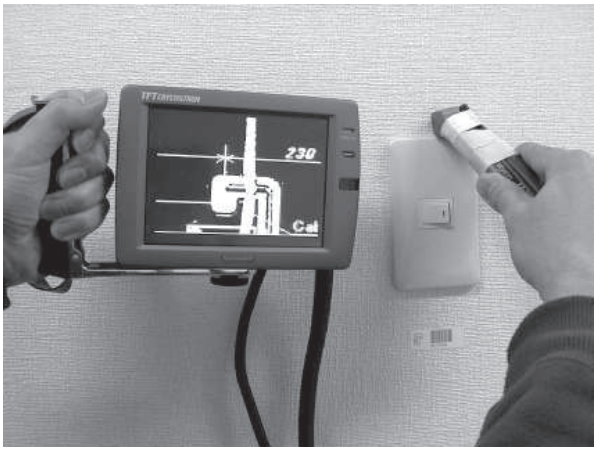

図1. Scroll Browseの全景。LCD と指示装置部で構成される。指示装置を壁に当てて動かすと、その場所の情報が LCD に表示される。

図2. Scroll Browseの指示装置部。ペン型マウスとバーコードリーダーが一体となった構造をしている。壁のバーコードを原点とした二次元位置を検出する。

カーは、アイコンと名前 (説明) とバーコードをレーザープリンターで印刷した紙片を、透明のプラスティックシートで保護し、両面テープを貼付して作成した。各ステッカーのバーコード部分には、Code-39方式 [4] で 2桁の異なる文字がエンコードされている (図5)。デモシステムでは、最初に読み取ったバーコードに従って、それぞれ別の絵を切り替えて表示する。出発点のバーコードが違うと、同じ壁の上でも、異なる絵を見ることになる。

4.2 LCD と指示装置

図2にLCD と指示装置を示す。LCD には、5.6インチ TFT 液晶テレビ 6E-A5 (SHARP) を用いた。指示装置は、バーコードリーダー BR-530AV (AIMEX) [1] と、ペン型マウス Computer Crayon (APPOINT) を組み合わせたデバイスである。

マウスの正負の方向への移動の対称性は良好で、80cmの往復で、1% のカウント (マウスの中のロータリーエンコーダーのカウント値) 誤差が生じる程度であった。一方、水平・垂直方向に対して、斜めの移動では、同じ距離を移動してもカウント値が減少する (45度方向で30% 減)。しかしこの傾向の再現性が良いので、カウント値の補正を施すことで全体の誤差を 3% 未満に押さえることができた。

マウスの移動量の誤差は、原点のバーコードからの移動量と共に累積する。そこで、長い探索の末に目標物を見つけた場合は、一旦原点のバーコードに戻って、そこから最短距離で目標位置まで移動すれば、目標物の位置をより正確に特定できるであろう。また、バーコードを複数、別の場所に貼りつければ、補正の機会が増えるので、精度の改善につながる。

4.3 制御用コンピュータ

図1のLCD と指示装置は、デモシステム全体を制御するパーソナルコンピュータ(PC) に接続されている。PC は、Pentium II 450MHz搭載の IBM PC-AT 互換機である。

LCD (液晶テレビ) の NTSC 入力端子は、PC に搭載したビデオ出力可能なディスプレイカード Viper V330 (Diamond Multimedia Systems) に接続した。また、指示装置の、バーコードリーダーは、PC のキーボード端子へ、ペン型マウスはシリアルポートへ接続した。

PC のプログラムは、Windows 98上の Visual Basic 6.0で開発した。プログラムは、用意された画像ファイルの一部をLCD の画面一杯に表示する。のぞき込んでいる感覚が自然に得られる効果を期待して、LCD 上での表示は実物大とした。シリアルポートにマウスからの信号が来るイベントで、この画像をマウスの移動方向と逆に、マウスの移動量だけスクロールする。これ

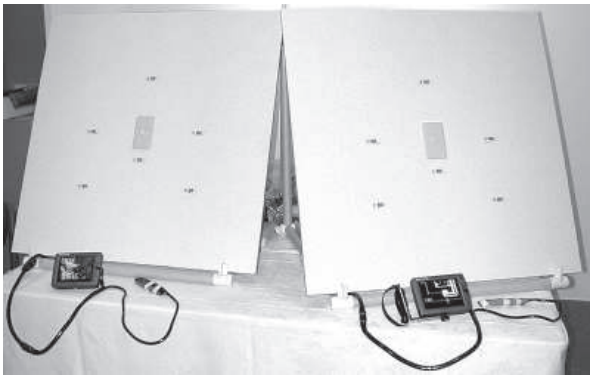

図 3. 試作した Scroll Browserと壁 (2組)。

により、マウスを動かしながらその場所の情報を閲覧する機能を実現している。さらに、キーボード端子にバーコードリーダーからの読み取り結果が入力されると、このコード値に対応した画像ファイルに切り替えて表示する。

5. 応用

5.1 AR システムへの応用

図6は、Scroll Browserのデモシステムのために用意された画像ファイルの一例である。壁の中 (裏) の様子を撮影した1024 x 1024画素の写真である。図 1 の例では、この写真を処理してコントラストを上げ、寸法情報を書き加えたイメージを表示している。これらをScroll Browserでのぞき見ることで、スイッチ周りの配線の様子、壁を固定する角材の形状や位置を知ることができる。

実際の応用では、次のような手順が考えられる。まず、壁の工事の際に、壁をふさぐ前に中の写真を撮影して、このデータをファイルサーバーに保管しておく[†1]。また、その壁上の撮影位置に、写真データへのポインターを記したバーコードステッカーを貼っておく。後日、この壁を再度工事する必要が生じたときに、Scroll Browserでバーコードを読み取ると、サーバーから写真データが呼び出されて、裏側の情報を閲

†1 後の工事の資料のために、壁をふさぐ工程の前に、内側を写真撮影する作業は、一部の工務店で実際に行なわれている。

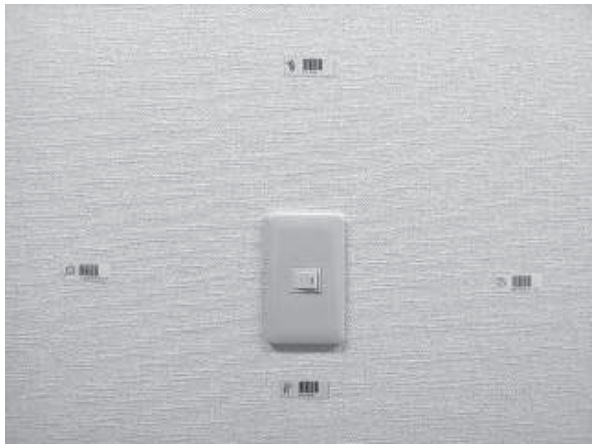

図4. 壁の中央部。ダミーのスイッチを埋め込んだ。バーコードラベルを数枚貼りつけた。それぞれのバーコードには別のイメージが割り当てられている。

図5. バーコードラベルの一例。アイコンと説明も印刷されている。

覧することが可能になる。写真の他に、壁の中の状態を記録した設計図、CAD のデータなどがあれば、これをサーバーに置き、バーコードで記しておいても良い。従来の AR システムと違い、どこの壁でも、バーコードを貼るだけで、拡張現実感を利用した情報の取得が可能になるので、実用性は高いと考える。

大きな機械 (例えばコンピュータ) の筐体にバーコードを貼り、筐体のふたを開けないで中を閲覧する装置や、中の異常箇所が点滅などして表示される装置も実現可能である。

また、台車の移動により表示をスクロールする構成のScroll Browserを作れば、壁の中以外に、床の下や、道路の下の構造物や配管を見せる用途にも応用できるであろう。

5.2 エンターテイメントへの応用

図7も、やはりScroll Browserのデモシステムのために用意された画像ファイルの一例である。これは、壁の中の実際の状況とは全く無関係な、ねずみのイラストである。これをScroll Browserで閲覧することで、イラストの一部をスクロー

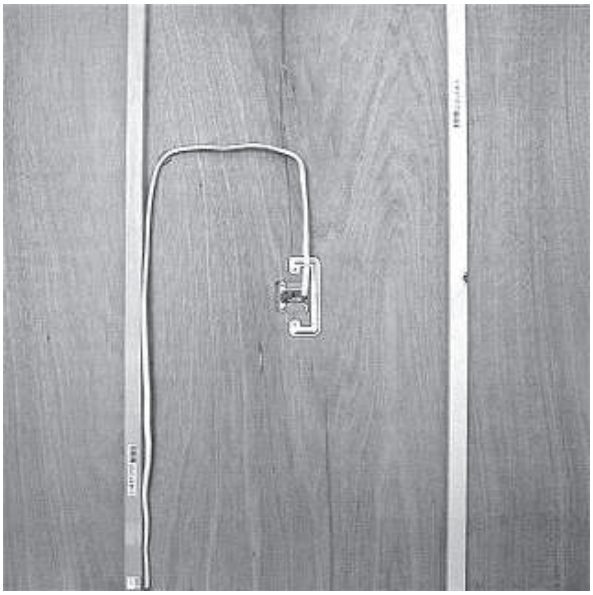

図 6. Scroll Displayで見せる絵の全体図。壁の裏側を撮影した写真。スイッチ部分の周りの配線が写っている。

図 7. Scroll Displayで見せる絵の全体図。ねずみが描かれたイラスト。一部分をディスプレイで覗き見ながら鑑賞する。

ルして鑑賞し、意外な情景を発見しながら楽しむタイプのエンターテイメントへの応用が可能である。たとえば、大きな壁を使っての間違い探し、宝探しなども考えられる。

このほか、壁以外に、たとえば人体や機械にバーコードを貼り、Scroll Browserで閲覧することで、内臓の位置や形、内部の仕組みなどを見せるような、教育分野への応用も可能とと考える。

6. 評価と課題

本システムを2セット試作して、AMCP’98に併設されたDynamic Media Contest (DMC)に出展した [8]。コンテスト会場には三日間にわたってのべ374名の見学者が訪れた (図8)。彼らに試用してもらうことで、さまざまな評価を得ることができた。

まず、Scroll Browserのマウスの機構は、試作で想定した用途(壁の中の配線の絵を90cm四方の壁の上で閲覧する) に対して十分な精度を持っていたので、安価なデバイスにも関わらず効果的な拡張現実感が得られたことが評価された[†2]。

一方、ペン型マウスの壁に対する角度の許容範囲が狭かったため、ペン型マウスに慣れていない使用者は、角度を一定に保てずスクロールに失敗することがあった。接地角度が保たれるような形状(たとえば3点以上で接地する箱形) の検討が必要である。

本装置では、マウスの傾きを計測していないので、正しい座標値を得るためには、マウスをまっすぐに持つ (マウスの水平・垂直軸を壁の軸に合わる) 必要がある。しかし、このことを操作上の注意として説明することで、試用したほとんどの見学者は、問題なく操作することができた。

長時間展示しているうちに、スクロール動作が不安定になる現象が現れた。マウスボールを取り外して水洗いすると、すぐに正常に戻った。壁紙表面の汚れ (壁紙の繊維または糊と思われる) をマウスボールが巻き込んで、内部のローラーとの接触が不良になる事が原因と考えている。実際の壁は、デモで使ったダミーの壁以上に汚れているであろう。本装置の実用化においては、汚れにくいボール素材、光学センサーなどによりローラーを使用しない回転検出機構、

†2 Scroll Browserはこのコンテストで二位 (New Insight Award)に入賞した。

図8. DMC でのデモの様子。3 日間で延べ374人の入場者があり、フィードバックを得た。

クリーニング機構などを検討する必要がある。

7. 関連研究

NaviCam [5]や、その一部の機能を商品化したCyberCode [9]システムでは、紙に印刷された白黒の二次元コードをカメラで認識することで、実世界の貼付位置を基準とした三次元情報を表示するAR システムを実現している。この方式では、カメラの視野の中にコードが写っている範囲においてのみ、コンピュータ情報を提示することができる。本方式では、二次元である制限はあるものの、マウスを移動できる平面が続いている限り、一つのバーコードを起点に情報提示すことができる。

IconSticker [10]は、デスクトップメタファーにおけるアイコンを、紙のアイコンとして画面の中から取り出して、実世界に貼りつけるシステムである。Scroll Browserのバーコードステッカーのレイアウトと同じく、アイコンの図形、名前、バーコードで構成されている。IconSticker システムと本システムを組み合わせることで、ファイルサーバーに置いたデータを直接操作で取り出して壁に貼ることが可能になり、情報の貼付作業が容易になるであろう。

Scroll Display [7]は、小型のディスプレイを持つ小型計算機でも、大きな書類（地図、新聞など）を直感的にスクロールしながら閲覧できる装置である。小型LCD の裏面にマウス装置を取りつけ、装置の机上での移動と反対方向に表示内容をスクロールすることで、あたかも大きな書類の一部をのぞき込む窓枠を手に持って移動しているかのような操作を実現している。この操作がスムーズであったことが、IconSticker と組み合わせて簡易 AR に発展させる動機となった。

8. 謝辞

本学卒業研究生の有田宜弘氏が、Scroll Browserの試作とプログラム開発の一部を担当した。

Scroll DisplayをAR 分野に応用するアイディアは、University of South Australiaの Bruce Thomas氏とのディスカッションがきっかけとなった。

本研究の一部は、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)「新規産業創造型提案公募事業」の助成を受けた。

参考文献

1. AIMEX Corporation: http://aimex.co.jp/.
2. Feiner, S., MacIntyre, B., and Seligmann, D.: Knowledge-based augmented reality, Communic. ACM, 36(7): pp. 52-62, ACM Press, July 1993.
3. Fitzmaurice, G. W., Zhai, S., and Chignell, M. H.: Virtual reality for palmtop computers: ACM Transactions on Information Systems, Vol.11, No.3, pp.197-218, July (1993)
4. JIS (Japanese Industrial Standard): Bar Code Symbols - NW-7 and CODE39 - Basic Specifications, Document Number: X0503, JIS.
5. 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.
6. 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.
7. Siio, I.: Scroll Display: Pointing Device for Palmtop Computers, Asia Pacific Computer Human Interaction 1998, pp. 243-248, IEEE Computer Society, July 1998.
8. http://aries.ise.eng.osaka-u.ac.jp/AMCP/
9. Sony Corporation: http://vaio.sony.co.jp/C1/cyber.html
10. 椎尾一郎, 美馬義亮: IconSticker:実世界に取り出した紙アイコン，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,近代科学社 , 1998.