

オブジェクト指向型ディスプレイの研究(第2報) —投影型オーグメンテッドリアリティへの応用—

稲見 昌彦・川上 直樹・柳田 康幸・前田 太郎・舘 暲
(東京大学工学系研究科)

Study and Implementation of the Object Oriented Display (II)

Masahiko INAMI, Naoki KAWAKAMI, Yasuyuki YANAGIDA,
Taro MAEDA, Susumu TACHI
School of Engineering, University of Tokyo
7-3-1, Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo, 113-8656 Japan
email: {minami, kawakami, yanagida, maeda, tachi}@star.t.u-tokyo.ac.jp

Abstract: In this paper we propose the new type Augmented Reality system using optical projection type Object Oriented Display. This system allows any objects painted retroreflector to display virtual images. And this system can display with correct occlusion between real image and virtual image.

keyword : augmented reality ; object oriented display ; stereoscopic display ; virtual reality ; occlusion

1.はじめに

バーチャルリアリティにおける視覚提示デバイスとして、HMDやCAVE[4](CABIN[5])などさまざまなタイプの画像提示デバイスが提案されてきた。

これらのディスプレイシステムは「環境」の提示に主眼を置いているのに対し、われわれは「物体」の提示に主眼をおいた「オブジェクト指向型ディスプレイ」の概念を提案してきた。

[10][11][12]

オブジェクト指向型ディスプレイとは情報環境の可視化デバイスとして、ディスプレイ自身を仮想物体のメタファーとして手に持ち操作可能なデバイスとも換言できる。

実装例として過去に3タイプのオブジェクト指向型ディスプレイを試作した。第1の実装例は小型液晶ディスプレイに位置・姿勢センサを取り付けたMEDIA-A (MEDIA-Ace)。第2の実装例は4台の液晶ディスプレイを立方体状に構成したMEDIA³ (MEDIA-Cube)。第3の実装例は投影型オブジェクト指向ディスプレイとなるME-

DIA X'tal (MEDIA-Crystal)である。

一方、現実空間にCG等による映像を重畳する事により、現実空間での行動の支援をおこなうことを目指した拡張現実感(Augmented Reality 以下AR)に関する研究が近年活発に進められてきている。

われわれが過去に試作したオブジェクト指向型ディスプレイは、自分の手でディスプレイ自体を持ち、取り扱うということをしてきた。しかし、実装方式の一つである投影式オブジェクト指向型ディスプレイ「MEDIA X'tal」の手法が、自分の手の届く範囲以外にも積極的に映像を投影することにより、AR分野においても効果的に適用可能であると考えられる。そこで、以下現在のAR構築システムの問題点を述べた後にシステム構成及び適用例について述べる。

2.従来のARシステムの問題点

従来のARシステムとして、頭部搭載シースルーディスプレイを用いる手法[6]、小型モニタとカ

メラを組み合わせる手法[7][8]、プロジェクタを用いデスクトップに投影する手法[9]などをあげることができる。

しかし、頭部搭載型シースルーディスプレイを用いた場合、広い見回し範囲を実現することができるが、現実空間に virtual 物体を重畳させようとした場合、焦点距離のずれや、遮蔽関係の不一致等の問題点が原理的に存在してしまう。それぞれの問題を解決する方法として、マクスウエル光学系を用いる手法 [13] や、ビデオシースルーディスプレイにレンジファインダを組み合わせる手法[14]が提案されているが、それぞれ問題の一部改善にとどまっている。

カメラ付きの小型モニタの位置・姿勢を計測することによりモニタに提示した物体を操作したり、プロパティを表示されたりする装置もあるが、従来の一般的なモニタ提示面の形状は平面、円筒面もしくは球面等であり自由な形状とは言い難く、人間の空間認知の重要な手がかりの一つとされる視空間と触空間の融合をはかることが困難であった。また、モニタ自体が一定の体積を占めてしまうことが、適用範囲を著しく狭めていた。

プロジェクタを用いデスクトップに映像を投影する従来の投影型の AR システムは同時に複数人に映像を観察させることが可能であるが、投影面としては、投影光学系の焦点深度を満たす形状として平面、円筒面、球面等の形に制約されてしまっていた。特殊形状スクリーンに映像を投影しようとした場合、映像に著しい歪み及び結像の問題が生じてしまい、その形状もしくは、観察者の視点に応じて映像に適切な処理を行う必要があった。

プロジェクタに小絞りを設けることにより焦点深度を大きくとることで結像範囲を広くすることが可能であるが、通常のスクリンに投影した場合光量が著しく低下してしまい、実用に耐えうるシステムを作ることは困難であると考えられる。

また、ディスプレイに手を触れて扱うことを考えた場合、スクリーン上の画像だけでなく、手に投影された映像も同時に観察されてしまうため、物体提示時の遮蔽関係に矛盾が生じるといった問題が生じ、頭部搭載型光学シースルーディスプレイ同様、提示物の現実感を著しく損なってしまう。

3. システム構成

以上従来型の AR システムの抱える問題点を解決するために、MEDIA X'tal の手法を適用することを提案する。

MEDIA X'tal とは

- (1) ディスプレイ面として再帰性反射材(リトロリフレクタ)を利用する
- (2) 観察者の目と光学的に共役な位置より画像を投影する
- (3) 画像投影部の開口径を光量の許す限り絞り込む

ことにより、それぞれ、(1) 高い輝度、指向性反射を有し、また図 1 に示すように再帰性反射材が塗布可能なすべての物体をスクリーンとして利用可能なため非常に軽量なディスプレイ部を実現可能であり、スクリーン部の形状も自在かつ材質も発泡スチロールや布、壁などかなりの自由度があり(2)スクリーン形状に起因する像の歪みが生じず、(3)大きな焦点深度を持ち、任意形状、任意位置のスクリーンに対し、広い範囲で結像可能。

といった特長を有することになる。さらに、それぞれの要素を融合することで、スクリーン輝度の距離依存性の減少(1)+(2)、手などの物体とスクリーン面との大きな輝度差による適切な遮蔽関係(1)+(3)、両眼像の空間的分離による裸眼立体視(1)+(2)+(3)といったような各要素を同時に満たすことにより、単独では生まれ得ない効果も発生するオブジェクト指向型のディスプレイである。

手元物体を操作するための従来の研究では図 2 に示すような構成としていたが、今回は手元物体の操作だけではなく、AR システムとしてへの適用であるため、図 3 で示すようにハープミラーを配置する構成とした。

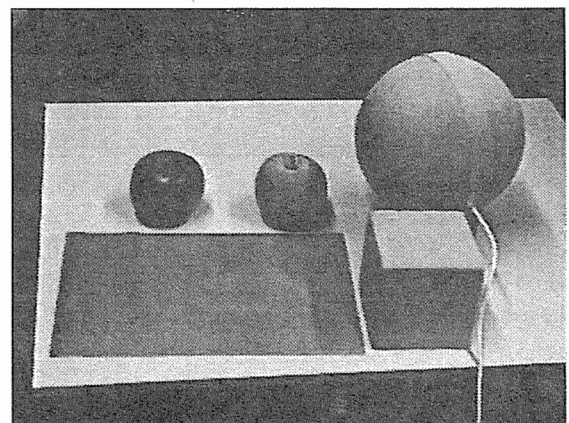


図 1 様々な形状の投影式オブジェクト指向型ディスプレイ

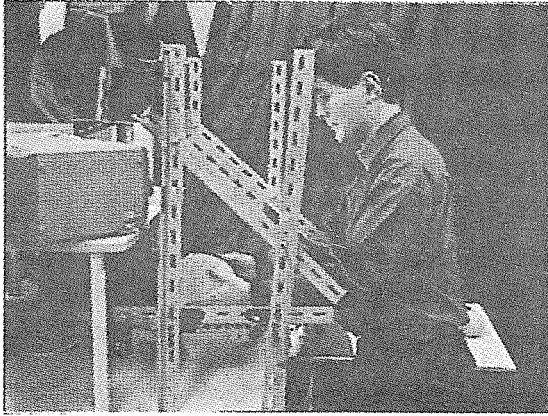


図 2 手元物体を操作するための MEDIA X'tal の構成

まず、小開口径単眼プロジェクタをハーフミラーにより目と共役な位置に配置する。ディスプレイ面は再帰性反射材を塗布しプロジェクタから映像を投影した。

今回の実験ではプロジェクタにはは単板式液晶プロジェクタを用い、開口径の径は 1mm とした。

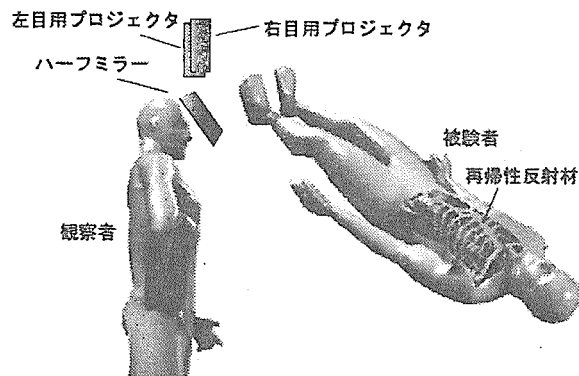


図 3 AR のための MEDIA X'tal 構成

(バーチャル診察システムイメージ)

4. 結果・考察

今回は図 3 に示すように指向性反射材を被験者に装着し、骨格映像を投影することにより、あたかも、被験者の体内を透視するがごとく映像を観察できるシステムを構築した。

図 4, 5 が観察者の視点から撮影した映像であり、本システムにより

- 被験者を観察可能な明るさの下でも十分な明るさの投影画像を観察でき
- 正面から画像を投影しているにも関わらず、あたかも背面投影の画像であるかのように提示画像が被験者の手や衣服によって遮蔽され
- 図 6 に示すように平面に対してだけでなく球面のスクリーンに対してもゆがみ無く映像を投影する

ことができ、あたかも現実空間に仮想的な窓を作ったかのごとき効果を生み出すことができた。

本手法よりの的確に患部位置を把握することができ、治療や内視鏡手術時の手術部位の特定に利用することが可能である。また、博物館での展示等一般への科学教育にも効果的であろう。

また、ディスプレイ自体を自由な形状にできるため、たとえばコンピュータのキーボード等各種入力装置にも再帰性反射材を塗布することにより、キーボード自体を表示装置とすることが可能となり、例えばキーを自由な配列にカスタマイズする事や、タッチパネルのごとく利用することもできると考えられる。

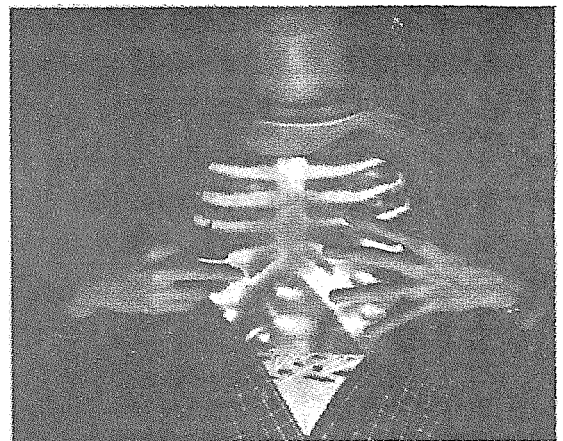


図 4 被験者への骨格イメージ投影

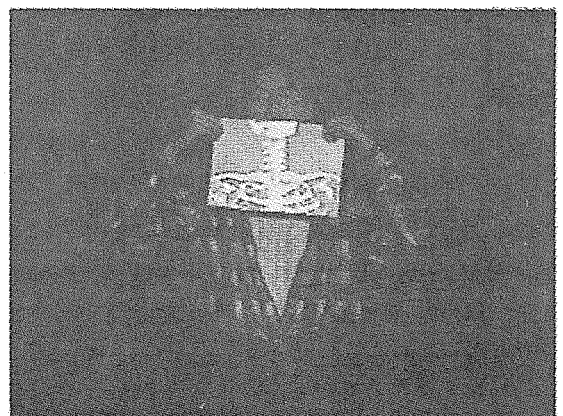


図 5 スクリーン移動による提示範囲の変化

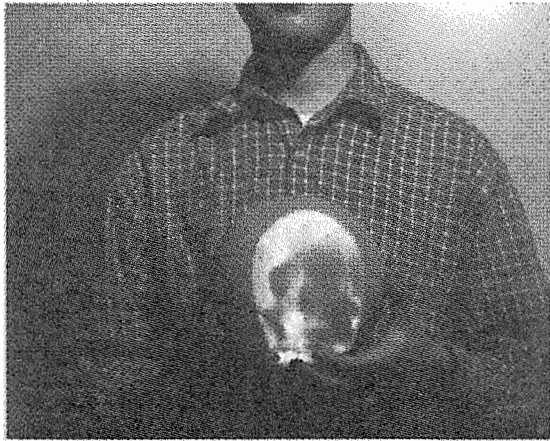


図 4 球面スクリーンへの投影

5.まとめ

本報告において、既存の AR システムの問題点を考察し、投影式オブジェクト指向型ディスプレイ「MEDIA X'tal」を AR に適用することにより従来の AR システムの問題点を解決可能であることを示した。また、試作したシステムによりあたかも現実空間に仮想的なのぞき窓が生成したかのような効果を生み出すことができた。

なお本研究は東京大学 IML (インテリジェント・モデリング・ラボラトリー) のプロジェクトの一環として行われたものである。

参考文献

- [1] 舘 暲：人工現実感、日刊工業新聞社、1992
- [2] 大越 孝敬：三次元画像工学、朝倉書店、1991
- [3] 舘暲, 広瀬通孝 ほか：バーチャル・テック・ラボ, 工業調査会, 1992
- [4] Carolina Cruz-Neira, Daniel J. Sandin, Thomas A. DeFanti: Surround-Screen Projection-Based Virtual Reality: The Design and Implementation of the CAVE, COMPUTER GRAPHICS Proceedings, Annual Conference Series, pp. 135-142, 1993
- [5] 廣瀬通孝, 小木哲郎, 石綿昌平, 山田俊郎：没入型多面ディスプレイ (CABIN) の開発, 日本バーチャルリアリティ学会第 2 回大会論文集, pp. 137-140, 1997
- [6] 佐藤清秀, 山本裕之, 田村秀行：複合現実感における現実空間と仮想空間の融合に関する検討, 日本バーチャルリアリティ学会第 2 回

大会論文集, pp. 161-164, 1997

- [7] Jun REKIMOTO : The Magnifying Glass Approach to Augmented Reality Systems, ICAT/VRST '95 proceedings, pp. 123-132, 1995
- [8] Y. Yokokohji, R. L. Hollis, and T. Kanade : What You can See Is What You can Feel - Development of a Visual/Haptic Interface to Virtual Environment, In Proc., VRAIS '96, pp. 46-53, 1996
- [9] 岩田, 市ヶ谷：ハプティックスクリーン, 日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, Vol. 1, pp. 7-10, 1996
- [10] 稲見昌彦, 川上直樹, 前田太郎, 舘暲：物体近傍映像提示ディスプレイ「バーチャルホログラム」の提案, 日本バーチャルリアリティ学会第 1 回大会論文集, pp. 139-142, 1996
- [11] 川上直樹, 稲見昌彦, 前田太郎, 舘暲：オブジェクト指向型デバイスの評価法の検討, 日本バーチャルリアリティ学会第 2 回大会論文集, pp. 340-341, 1997
- [12] 川上, 稲見, 柳田, 前田, 舘：オブジェクト指向型ディスプレイの研究, 情報処理学会ヒューマンインタフェース研究会予稿集, Vol. 76, No. 14, pp. 79-83, 1998
- [13] 稲見, 川上, 柳田, 前田, 舘：マクスウエル光学系による広視野立体ディスプレイ(第 2 報), 日本バーチャルリアリティ学会第 2 回大会論文集, pp. 129-130, 1997
- [14] 董, 柳田, 前田, 舘：RGB 信号による実時間オーグメンテッドリアリティシステムの構築, 日本バーチャルリアリティ学会第 2 回大会論文集, pp. 169-170, 1997