

# オブジェクト指向型ディスプレイの研究

川上直樹、稲見昌彦、柳田康幸、前田太郎、舘 暉  
東京大学 工学系研究科

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「オブジェクト指向型ディスプレイ」の概念について提案するとともに、実装例として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 MEDIA<sup>3</sup> (MEDIA-Cube)。第3の実装例は投写型オブジェクト指向ディスプレイとなる MEDIA X'tal (MEDIA-Crystal) である。本稿は視覚情報提示装置としてこれら3種のオブジェクト指向型ディスプレイ実装手法を論じる。

## Study and Implementation of the Object Oriented Display

Naoki KAWAKAMI, Masahiko INAMI, Yasuyuki YANAGIDA, Taro MAEDA  
and Susumu Tachi

School of Engineering, University of Tokyo

### Abstract

In this paper we propose the concept of "Object Oriented Display", which enables an operator to perceive and to operate the virtual object as if it is real object. And in this paper we also describes design and implementation of three types of object oriented display, (i)The MEDIA-A (MEDIA-Ace), (ii)The MEDIA<sup>3</sup> (MEDIA-Cube) and (iii)The MEDIA X'tal (MEDIA-Crystal). The MEDIA-A consists of a LCD (liquid crystal display) and position sensor. The MEDIA<sup>3</sup> consists of position sensor and four LCDs which arranged in the shape of cubic body. The MEDIA X'tal is a type of object oriented display which uses optical projection.

### 1. はじめに

近年、バーチャルリアリティ技術の進展はめざましくさまざまな分野への応用が期待されている。その中でも仮想空間の視覚情報提示デバイス

は特筆される研究であり、HMD や CAVE[4] (CABIN[5])などさまざまな新しい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「仮想空間」の提示に主眼を置いている。しかし、仮想空間における作業を考慮

したとき、「仮想物体」の提示に主眼が置かれるべきである。そこでわれわれは仮想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」の概念を提案した[6][7]。本稿では「オブジェクト指向型ディスプレイ」の実施例として3タイプのディスプレイシステム的设计・試作を行った。

## 2. オブジェクト指向型ディスプレイの提案

現在、バーチャルリアリティあるいはコンピュータビジュアルライゼーションの分野で利用されているディスプレイシステムは次の3種に大別してされる。

- CRTやスクリーンなどの一般的な平面型ディスプレイ
- HMDに代表される頭部搭載型ディスプレイ
- CAVE(CABIN)に代表される没入型ディスプレイ

われわれの提案するオブジェクト指向型ディスプレイは4番目の種類のディスプレイシステムである。オブジェクト指向型ディスプレイとは提示する仮想物体を取り囲み、仮想物体近傍の映像を観察位置に応じて実時間で提示する特徴がある。

図1はこれらのディスプレイシステムにおける仮想物体と観察者とディスプレイの位置関係を示す。HMDは観察者の頭部を囲む位置にディスプレイがあり、CAVE(CABIN)は観察者の身体を囲む位置にディスプレイが配置されている。また、一般の平面型ディスプレイは観察者と仮想物体の間に位置し仮想空間を覗く窓として機能している。オブジェクト指向型ディスプレイの場合はディスプレイが仮想物体を取り囲む形で配置され、観察者は、ディスプレイ自体を仮想物体を閉じ込めた「かご」として観察、あるいは操作する。

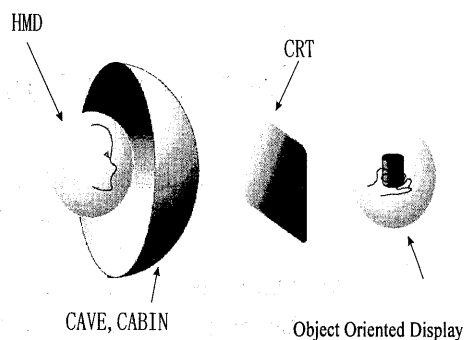


図1 観察者と仮想物体とディスプレイシステムの位置関係

本稿においてオブジェクト指向型ディスプレイは次の各条件を満たすデバイスと定義する。

- 仮想物体を提示する機能を持つ。
- デバイス自体に作用することでデバイスが提示している仮想物体に対して作用できる機能を持つ。
- デバイスに対する作用と仮想物体に対する作用に投射性がある。

これを換言すると「実際には存在しない仮想物体をあたかも実際の物体のような感覚を持って知覚し、かつ作用することを可能としたデバイス」となる。

次にオブジェクト指向型ディスプレイの利点を述べる。第一はデバイスに対する作用と仮想物体に対する作用との間に投射性があるため仮想物体に対する操作に人間の既得学習スキルを利用でき、操作が直感的で容易なものとなる。また、第二に提示装置と入力装置が同一のものとなるため視空間と触空間の一致が図れ、そのため仮想物体のプロパティの迅速かつ的確な知覚が可能となる。また、HMD、CAVE等の環境提示に適した装置と共存できるためこれらのデバイスに背景あるいは環境を提示させることも

可能である。

### 3. オブジェクト指向型ディスプレイの実施例

今回、我々はオブジェクト指向型ディスプレイの実施例として3種の実装法を提示する。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 MEDIA<sup>3</sup> (MEDIA-Cube)。第3の実装例は投写型オブジェクト指向ディスプレイとなる MEDIA X'tal (MEDIA Crystal)である。

#### 3.1 MEDIA-A

MEDIA-A は小型携帯液晶ディスプレイに位置センサあるいは傾斜センサを取り付けることで構成される。図2で示されるようにコントロール部でLCDおよび観察者の位置・姿勢を計測し、LCDの姿勢および観測者の視線に応じグラフィックエンジン部で画像を生成する。

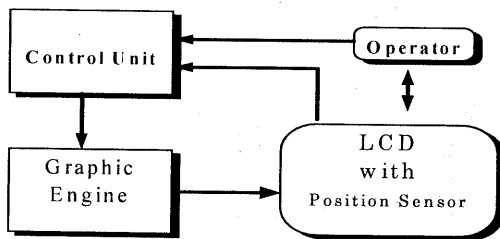


図2 MEDIA-A システム図



図3 MEDIA-A

#### 3.1 MEDIA<sup>3</sup>[8][9]

MEDIA<sup>3</sup> は図4で示されるように液晶ディスプレイを立方体状に配置し上面に位置センサ (ポヒマスセンサ) のトランスミッタコイルを装着する (図5)。

また、観察者はポヒマスセンサのレーシーバコイルを頭部に装着する。図6で示されるように、このコイルの対で MEDIA<sup>3</sup> に対する視点の相対位置を計測し、グラフィックエンジン部で各面に視点位置に応じた適切な透視変換画像を生成し各面に提示する。位置の計測と画像の生成を実時間で行うことによってオブジェクト指向型ディスプレイの機能を実現する。

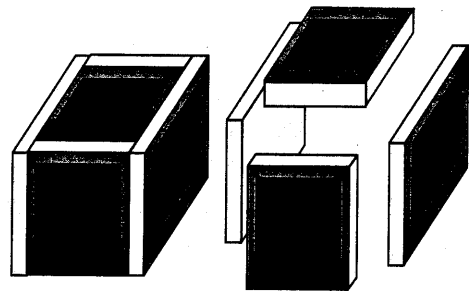


図4 MEDIA<sup>3</sup>の構造

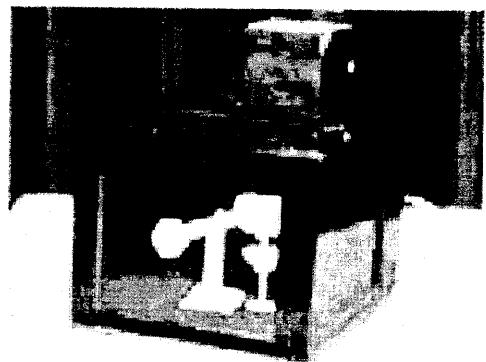


図5 MEDIA<sup>3</sup>

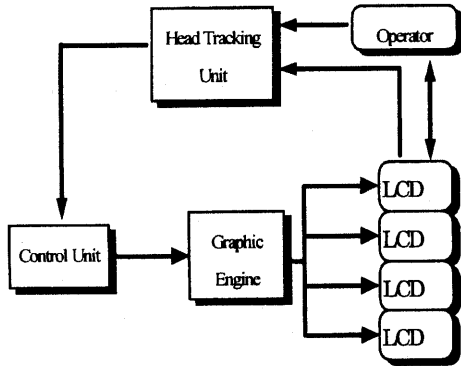


図6 MEDIA<sup>3</sup>システム図

### 3.3 MEDIA X'tal

第3の実施手法として投写式のオブジェクト指向型ディスプレイ MEDIA X'tal を提案する。投写式オブジェクト指向型ディスプレイの構成例の一つとして我々は過去に半球型バーチャルホログラムを提案している[6]。半球の内部からの投写によるものであり、筆者らが物体の形状認識に重要であると考えている手に持ち見回すという動作が困難となっている。また、物体に直接映像を投写する手法としては、ハプティックスクリーン等が研究されているが、ディスプレイに手を触れて扱うことを考えた場合、手に投写された映像も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、提示物の現実感を著しく損なっている。

その他投写式の物体提示ディスプレイの例として、頭部搭載型プロジェクタ等によるものが提案されている[10]。この手法は天井をスクリーンとして用いるという巧妙な手法を用いることにより広い見回し範囲を実現しているが、現実空間に virtual 物体を重量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従来の光学式シースルー型 HMD が原理的に抱えていた欠点を解決するまでには至っていない。

以上の点をふまえ MEDIA X'tal は図8で示す構成とした。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、さらに位置センサを取り付ける。計測したディスプレイ部の位置情報を基にグラフィックエンジン部で画像を生成する。



図7 MEDIA X'tal

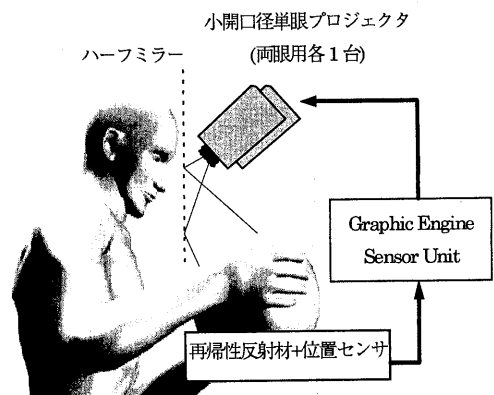


図8 MEDIA X'tal の構成

再帰性反射材とは図9に示すような光源方向に高い指向性を持ち反射する性質を持つ素材であり、自転車の反射板や交通標識等に用いられている。コーナーキューブアレイやガラスビーズ等を用いて実現している。

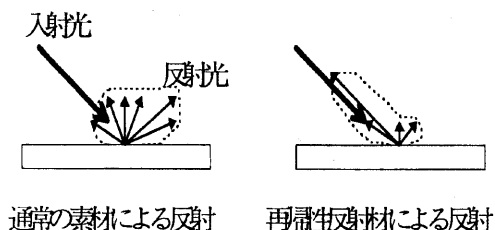


図9 再帰性反射材

MEDIA X'tal の技術的なポイントは以下の3点である

- (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写する
- (3) 画像投写部の開口径を光量の許す限り絞り込む

以上のポイントによってそれぞれ、(1) 高い輝度、指向性反射を有し、また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の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つ、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)、手とスクリーン面との大きな輝度差によるオクルージョン効果(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。

また、実用的な小型軽量の頭部搭載型プロジェクタが利用可能となると、頭部を動かすことによる見回し動作、あるいは部屋内の自由な移動などが可能なシステムを構築できる。プロジェクタは一般に重量が大きくなりがちである。この原因の一つとして、大光量が必要であることがあげられ

るであろう。しかし、本構成の場合光量的には通常の投写方式に比べきわめて有利となっているため小型化の可能性は極めて高いと考えられる。

頭部搭載型プロジェクタと併せて用いることにより複数人で共通のオブジェクト指向型ディスプレイを操作したり、オブジェクト指向型ディスプレイとしてのみならず周辺環境の提示にも用いることが可能になる。本稿で述べた手法はキーとなる部位に再帰性反射材を塗布するなどの方法であったかも実世界におけるクロマキ的な用途に用いることが可能である。

また、バーチャルリアリティの実現において視触覚融合環境が注目され、さまざまな力覚・触覚融合出力装置が開発されている[11]。視触覚融合環境を既存のフォースディスプレイを用いて実現しようとした場合、どうしてもフォースディスプレイ自体の存在が視覚提示効果を阻害する遮蔽物となってしまう、フォースディスプレイと視覚提示ディスプレイとの融合は困難であった。

しかし、例えば遭遇型フォースディスプレイ[12]に本手法を組み合わせることにより直接肉眼の映像で WYSIWYF[13]ディスプレイを実現することも可能になる。

#### 4. おわりに

本稿においてバーチャルリアリティ、コンピュータ・ビジュアライゼーションなどの分野で有効な新概念に基づいた「オブジェクト指向型ディスプレイ」の提案を行い、実装例として

1. 1面ディスプレイ型
2. 多面ディスプレイ型
3. 投写ディスプレイ型

の3タイプを設計・試作した。今後、今回開発したディスプレイ等を用い「オブジェクト指向型ディスプレイ」の有効性および「オブジェクト指向」という概念の心理物理的な実験・研究を進めていく予定である。

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) 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 暉：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] 舘暉, 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] 稲見昌彦, 川上直樹, 前田太郎, 舘暉: 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
- [7] 川上直樹, 稲見昌彦, 前田太郎, 舘暉: 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
- [8] 川上直樹, 稲見昌彦, 前田太郎, 舘暉: バーチャルホログラムの手法によるメディアキューブの試作, 日本バーチャルリアリティ学会第1回大会論文集, pp. 99-100, 1996
- [9] Naoki KAWAKAMI, Masahiko INAMI, Taro MAEDA and Susumu TACHI: Proposal for the Object Oriented Display The Design and Implementation of the MEDIA<sup>3</sup>, in Proc. ICAT'97, pp. 57-62, 1997
- [10] 木島竜吾, 廣瀬通孝, 「頭部搭載型ディスプレイを用いた仮想環境とデスクトップ環境の融合」, 第10回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム論文集, pp.399-404, 計測自動制御学会, 1994
- [11] 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
- [12] 舘, 前田, 平田, 安田: バーチャルハプティックスペースの研究(i), 第33回計測自動制御学会学術講演会予稿集, pp. 203-204, 1994
- [13] 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