

## ● 研究室紹介



岐阜大学  
電気電子・情報工学科

木島研究室

木島竜吾

### 1. はじめに

岐阜大学木島研究室では、特に視覚ディスプレイの分野で新しいデバイスやシステムモジュールの考案、開発を通じて、感覚や体験の生成方法について研究を進めています。

研究室の規模は比較的小さく、2014 年度の構成員は教員 1、博士前期課程 8、学部 4 年次 4、3 年次 4 です。

### 2. 再帰透過材を用いた HMD

メガネとさほど変わらない大きさで同様の視野を持ち外界に画像を重畳させることができる頭部搭載型ディスプレイ (HMD)、つまり「電腦メガネ」レベルの HMD を目指そうとすれば、従来の構成を一度見直す必要があるでしょう。

HMD は、虫眼鏡でディスプレイを覗く構成を取るものがほとんどです。凸レンズを用いると、広い視野のためには大きなディスプレイか、複雑なレンズ構成が必要で、光学シースルーには向きません。曲面鏡の場合、光学シースルーも可能ですが、鏡内側の光路のため大型になります。

光を曲げ結像させる素子として、レンズのような透過材、凹面鏡のような反射鏡に加え、再帰反射材を並べて考えると、透過材は光をそのまま通し、鏡は面对称、再帰反射は点对称に光を折り返すことに気づきました。このマトリクスに欠けている軸対称の光の折り返しを、新たに再帰透過と名付けました。再帰透過は、開散光と収束光を相互に変換する性質を持ち、実物を実像に、プロジェクタからの実像を虚像に結像させます。これを眼前に装着し、顔側に向かってプロジェクタで実像を投影すれば、収束光は開散光に変わり、目には虚像が見えます。広角プロジェクタは比較的作りやすく、この再帰透

過材ができれば広角の光学シースルー HMD が実現できると考えています。

現在までに原理確認用の大型プロトタイプ、対向リバーサルミラーメッシュ構造や、コーナーキューブアレイと半透過鏡を用いた素子等を製作してきました。虚像プロジェクタの原理は証明され、大きな構造を使ってその特性を調べることは出来ましたが、目標は数百  $\mu\text{m}$  ピッチで離散した百  $\mu\text{m}$  程度の光学素子を作り、高い透過性と簡易な光学系を持つ広角光学シースルー HMD を実現することであり、微細かつ精度の良い素子を製作する方法を探求しています。

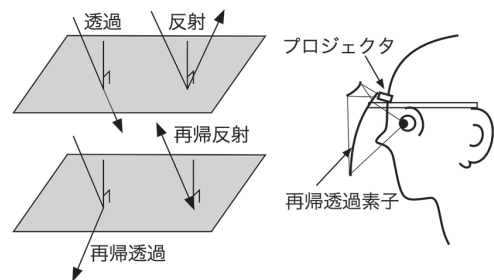


図 1 (左)4つの光学素子(右)虚像プロジェクタの構成例

### 3. HMD における時間と視知覚

頭部運動が表示に反映されるまでの時間遅れは、作業効率の悪化や酔いの原因として指摘され、HMD の大きな欠点でありました。当研究室では、遅れの原因を取り除くことや、頭部運動の予測を行う方法ではなく、表示直前の頭の姿勢を用いてレンダリング後に画像を修正する方法を反射的補償と称して提案し、FPGA を手段として、画像信号を受け取り修正して出力することで実現、実証して来ました。これにより遅れはミリ秒単位で

は計測不能なレベルにまで下がっています。現在ではOculus社のRift DK2が同様な方式をグラフィクスボードのドライバレベルまでを用い、高いレベルの遅れ補償を実用化しています。

ところで、時間遅れ量を小さくすると、それまで気づかなかった画面内での時間差が知覚に影響を及ぼすことがわかりました。画面を表示走査するには、60 frame/sでも約17msかかり、この表示タイミングの違いにより、例えば垂直線を固視したまま前庭動眼反射を行うと、線は斜めに傾いて見え、その傾きはおおむね頭の回転角速度と走査角速度の比であること、さらに、液晶や有機ELのように継続表示型のデバイスでは線のブレ(ボケ)や複数本への分離などが知覚されることを実験により示しました。

このように、実現精度が向上するとそれまではマスクされていた問題が現れることはままあります。臨場感という意味でディスプレイをもう一段高いレベルに持ち上げるためには、このような速い現象と頭部/眼球運動の相互作用や、眼球運動そのものをもたらす運動視差など、新たなレイヤーの知覚研究が必要であろうと考えています。

副産物の一つとして、LEDアレーを頭部に固定し、実物体を固視して頭を振り、前庭動眼反射を起こすことで、LEDアレーを眼球が走査することにより画像を知覚する、単列自己走査型のディスプレイを試作しています。これは簡単な文字や記号などの情報を表示する用途に使えるのではないかと考えています。

#### 4. 自由曲面投影ディスプレイ

一方で、現実的な立体ディスプレイの構成として、プロジェクタで任意の曲面を持つ物体に画像を投影し、物体形状や位置姿勢、視点位置で決まる画像の歪みを実時間で解消することで、自己/物体運動視が可能な自由曲面投影ディスプレイを取り上げてきました。計測誤差や遅れが知覚の歪みを引き起こしにくいので、より近い段階での実用可能性があると考えたからです。このディスプレイは、例えば人体形状を模擬したマネキンに画像を投影することで、体表が透明化し内部に3次元の臓器のコンピュータグラフィクスが埋め込まれたような視覚状況を生成します。

プロジェクタの投影空間とセンサの計測空間、センサとスクリーン物体の位置関係を整合させる校正方法が中核技術であり、また、マルチプロジェクタシステムへの展開、スクリーンのBRDFを考慮したレンダリングなどへ高度化してきています。

アプリケーションとして、当学医学部との共同研究に

より、医学部レベルの初等教育のための仮想解剖模型を開発し、(株)URIMINAから製品化を果たしています。また、(株)シンテックホズミとの共同研究により、自動車分野での訓練やマニュアル用途で開発を行いました。

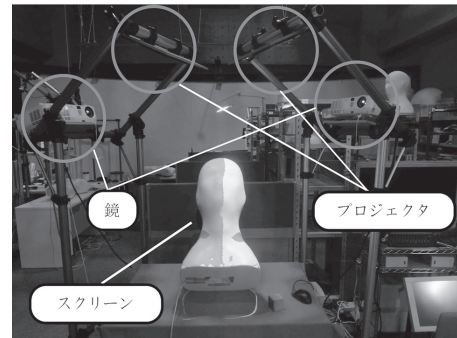


図2 マルチプロジェクタ型自由曲面投影ディスプレイ

\*口絵にカラー版掲載

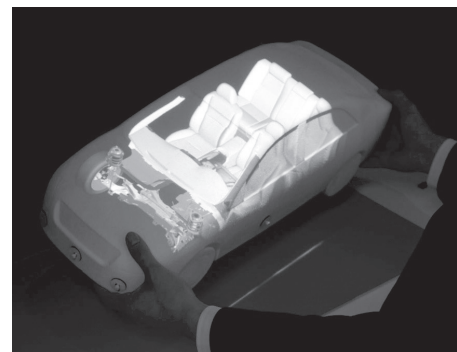


図3 自動車領域におけるアプリケーション(VREAM:(株)シンテックホズミ)

\*口絵にカラー版掲載

#### 5. おわりに

当研究室では、コンパクトでインパクトのある目標を、新しい原理と実用化の両極に設定するよう心がけています。そこから逆算して必要な技術が決まるので、その結果、ナノ切削の工場に行ったり、薬品とビーカーが並ぶ机が出来たり、ヘリの試験飛行に参加したり、解剖学の講義を立ち上げ医学部解剖実習の見学に通ったり、VHDLの集中講義を立ち上げるなどの活動を行っています。

##### 【連絡先】

岐阜大学 工学部 電気電子・情報工学科  
木島研究室

〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1

TEL: 058-293-3146 FAX 058-293-3148

E-Mail: kijima@gifu-u.ac.jp

URL: <http://www.kzm.info.gifu-u.ac.jp>