

## 網膜投影型表示システムの一方式

## An approach to a retinal projection system

江泉 清隆                      高橋 秀也                      志水 英二  
 Kiyotaka Eizumi      Hideya Takahashi      Eiji Simizu

大阪市立大学 大学院 工学研究科

Department of Electrical Engineering, Osaka City University

## 1. はじめに

複合現実感 (Mixed Reality : MR) を得るための表示装置として、シースルー型のヘッドマウントディスプレイ (HMD) がある。一般的なシースルー型 HMD の構成では、ハーフミラーなどを使用することにより、ディスプレイの表示画像 (仮想映像) と観察者の周囲の風景 (現実映像) を重ね合わせている。そのため、仮想映像の表示位置が固定となり、仮想映像と現実映像の両方に同時に目の焦点を合わせることが出来ないという問題が生じる。この問題を解決する表示システムとして、網膜投影型映像表示システムがある。しかし、マクスウェル視の原理を応用した、網膜投影型映像表示システムでは、光の収束点が、観察者の瞳孔からずれてしまうと映像を観察することができないという欠点がある。この欠点を克服するために、本稿では、ディスプレイの視域を広げる手法を提案する。

2. マクスウェル視<sup>[1]</sup>

通常、物体を観察する時、図 1(a) のように対象物体からくる拡散光を水晶体で収束して網膜上で結像している。したがって、物体の位置が変化すれば、水晶体の厚みが変わり、再び対象物体の像が網膜上に結像するようになっている。

一方、マクスウェル視は、同図 (b) のように物体から出た光を一旦瞳孔の中心で収束させてから網膜上に投影して像を観察する方法である。レン

ズの中心を通る光は、レンズの屈折の影響を受けずに直進する。そのため、瞳孔の中心を通る光は、水晶体の厚みの変化には関係なく網膜に達する。したがって、マクスウェル視で物体を見た場合、眼の水晶体の調節機能を使用せず、映像を直接網膜に投影しているため、現実世界のどの位置に焦点を合わせても仮想映像を鮮明に観察することができる。

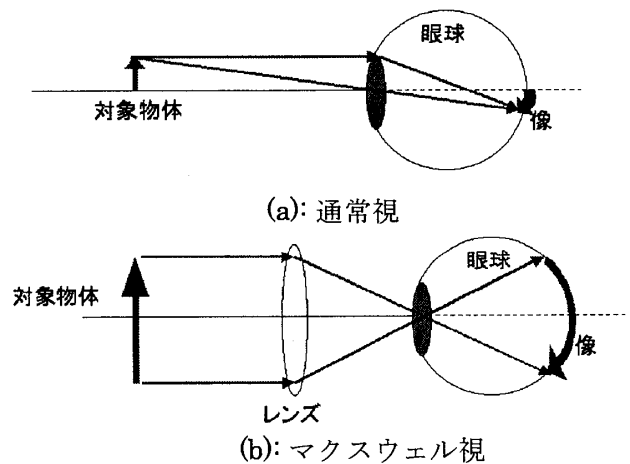


図 1. 通常視とマクスウェル視の比較

しかし、マクスウェル視の特性上、光の収束点が瞳孔上になければ像を観察できないという欠点を持っている。マクスウェル視を用いたシステムは、光源および光学系の異なる組み合わせで、いくつかのシステムが研究されている。<sup>[2][3][4]</sup> 本研究では、LED光源を複数用いた光学系と拡散光源を用いた光学系を構成することにより、マクスウェル視の欠点の改善を目的としている。

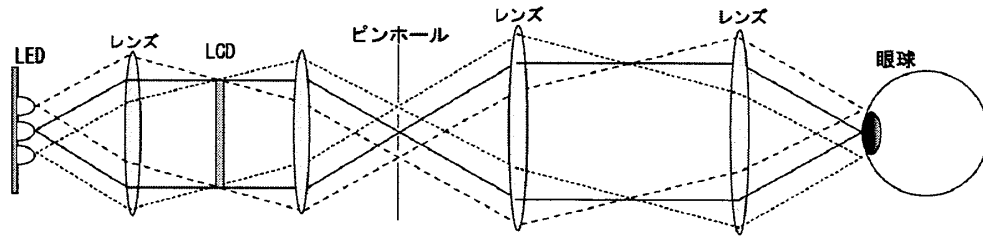


図 2. 複数 LED 光源を用いた表示システムの光学系

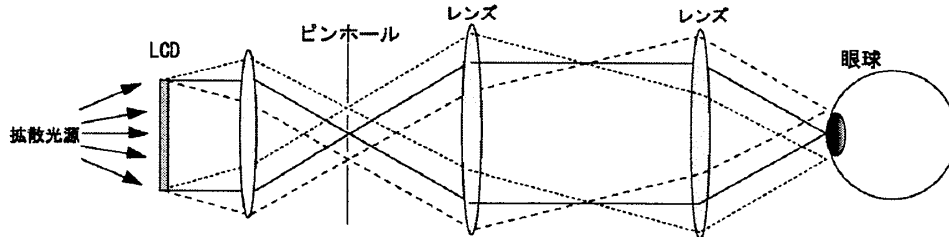


図 3. 拡散光源を用いた表示システムの光学系

### 3. 複数 LED 光源と拡散光源を用いた網膜投影型表示システム

通常のマクスウェル視では、収束点の位置はシステムの設計時に決定されるある 1 点に固定されている。この収束点の位置を可変して拡大できるようにシステムを工夫できれば、眼球の移動によって瞳孔の位置が変化した場合でも、収束点と瞳孔が重なった状態を保つことができる。そうすることで、観察者に対し、常に網膜投影方式の画像を与えることができる。つまり、ディスプレイの視域が広がる。

図 2、図 3 に、LED 光源を用いたシステムと拡散光源を用いたシステムの概要を示す。試作する表示システムでは、画像の表示に液晶ディスプレイ (LCD) を用いている。図 2 の光学系では、1 つの LED 光源から発せられる光が、レンズを通り、平行光となり LCD に入射される。ピンホールは、高次回折成分を除去するために用いられている。この光学系に、複数の光源を用いることにより図 2 の様に、収束点が複数個できる。

図 3 では、拡散光源を LCD に入射し、レンズの焦点距離の位置にピンホールを置いている。このピンホールの数を調節する事により、図 3 の様に、観察者の目に入射する収束光を必要な数だけ

取り出す事ができる。

### 4. まとめ

本研究では、複数の LED 光源と拡散光源による網膜投影型表示システムを構築した。これにより、収束点の存在する範囲内では、観察者が目の位置変えても映像が観察できた。

今回、試作したシステムでは、現実映像を観察できないが、観察者の目に入射する収束光を作るレンズを、ホログラフィック光学素子のレンズに置き換えることにより、シースルー型のディスプレイも可能となる。

### 【参考文献】

- [1] G. Westheimer, "The Maxwellian view", *Vision Res.* vol. 6, pp. 669-682, 1966
- [2] Tidwell, M., Johnston, R.S., Melville, D. and Furness, T.A. "The Virtual Retinal Display - A Retinal Scanning Imaging System". In *Proceedings of Virtual Reality World '95*, pp. 325-333. 1995
- [3] 安東, 岡本, 山崎, 松本, 志水, "網膜投影ディスプレイの試作", *日本VR学会第4回論文集*, pp53-54, 1999
- [4] 石井, 高橋, 志水, "ホログラフィック光学素子を用いた広視域網膜投影ディスプレイ", *電気関係学会関西支部連合大会論文集*, G373, 2000