

半反射コーティング付きフレネルレンズと 偏光変調 AIRR の組み合わせによる凹面空中像の形成

Forming an Concave Aerial Images by Use of Half-Mirror-Coated Fresnel Lens and polarized Aerial Imaging by Retro-Reflection (AIRR)

宇都宮大学¹, JST,ACCEL² ○(B)初見 洲人¹, 下瀬 主揮¹, 八杉 公基^{1,2}, 山本 裕紹^{1,2}

Utsunomiya Univ.¹, JST,ACCEL²,

[○]Shuto Hatsumi¹, Kazuki Shimose¹, Masaki Yasugi^{1,2}, Hirotsugu Yamamoto^{1,2}

E-mail: hirotsugu@yamamotolab.science

1. はじめに

空中映像表示の一つとして再帰反射による空中結像 (AIRR: Aerial Imaging by Retoro-Reflection)[1]が提案されている。また AIRR に偏光変調を利用することでより明るい空中像の形成を実現する polarized AIRR[2]が提案されている。本研究では、空中像を両眼で観察した際でも hollow face 錯視[3]が生じることが報告されていること[4]から、これを利用した 1 対多のインタフェースへの応用として凹型の空中像を形成する方法を提案する。先行研究においてフレネルレンズの収差によって生じる像の湾曲[5]と AIRR を用いた光学系では光の利用効率が悪く、輝度の低下が課題であった。

そこで、今回、偏光変調を利用した光学系を考案し、空中像の輝度を上げる手法を提案する。偏光変調を用いることで光利用効率が向上するため、新たに曲面形状を持つ空中多重像を形成する可能性を見出したので報告する。

2. 原理

提案手法では、光源、ハーフミラーコーティング付きフレネルレンズ、反射型偏光板、1/4 波長シート、及び再帰反射シートを用いる。提案する空中ディスプレイの原理を図 1 に示す。光源から出た光が 1/4 波長シートを通りフレネルレンズで屈折する。その屈折光が 1/4 波長シートを通り反射型偏光板により反射され、その反射光が再び 1/4 波長シートを通りフレネルレンズに蒸着されたハーフミラーコートにより再び反射される。この反射光がさらに 1/4 波長シートを通り、反射型偏光板に反射され、再帰反射シートに反射されて空中で結像することで空中像が形成される。再帰反射シートの前には 1/4 波長シートを 2 回通することで偏光状態が変化し、反射型偏光板に反射されることなく通り抜ける。

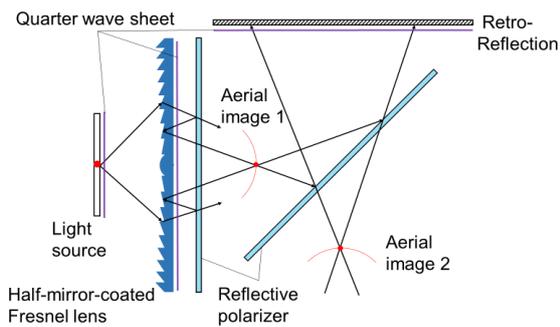


図 1 提案する空中ディスプレイの構成。

3. 実験

図 1 に示されている空中像 2 の位置にスクリーンを設置し、スクリーンを前後に動かすことで、表示された空中像が凹型になっているか確認した。ここで、空中像は白円と緑円の同心円の画像を表示させた。2 つの円の、奥行きは約 10cm であった。図 2 に外側の緑の円にスクリーンを合わせた場合、図 3 に内側にスクリーンを合わせた場合の画像を示す。図 2 で外側の緑の円にスクリーンを合わせたとき内側の白円でボケが発生していて、図 3 の内側の白円にスクリーンを合わせたとき外側の緑円が大幅にボケていることが分かる。スクリーンを移動させた時に起こる円の白円と緑円の状態から凹面の空中像が形成されていることを確認した。さらに、複数の反射面の間の多重反射により、異なる奥行きに複数の空中像が同軸上に形成されていることを確認した。

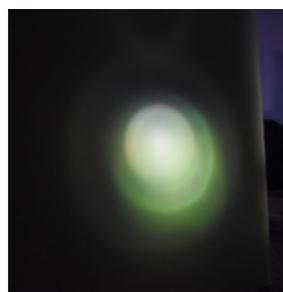


図 2 外側の円にスクリーンを合わせた場合。

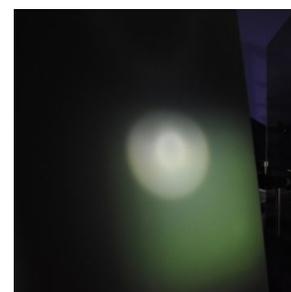


図 3 内側の円にスクリーンを合わせた場合。

4. おわりに

本研究では凹型の空中像をフレネルレンズの収差と AIRR を組み合わせて、さらに偏光変調を利用して鮮明に表示させるための手法を提案した。同軸上に多数の空中像の形成ができることを初めて確認することができた。

参考文献

1. H. Yamamoto, Y. Tomiyama, and S. Suyama, *Opt. Exp.* 22, 26919 (2014)
2. M. Nakajima, et al., *Proc. IDW '15*, FMC5-3(2015).
3. R. Gregory, *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 352, 1121 (1997).
4. N. Kurokawa, K. Fujii, S. Ito, and H. Yamamoto, *Proc. IDW'17*, 3Dp2-1 (2017).
5. K. Shimose, M. Yasugi, T. Iwane, M. Nakajima, and H. Yamamoto, *Proc. IDW'18*, FMC3-3 (2018).