

AIRRにおける多様な再帰反射素子のタイリングを比較する実験系

Experimental System to Compare Tiling of a Variety of Retro-Reflectors in AIRR

宇都宮大学 ◯西山高瑠, 永禮翔太郎, 藤井賢吾, 八杉公基, 陶山史朗, 石川智治, 山本裕紹

Utsunomiya Univ., ◯Takeru Nishiyama, Shotaro Nagare, Kengo Fujii, Masaki Yasugi,

Shiro Suyama, Tomoharu Ishikawa, Hirotsugu Yamamoto

E-mail: hirotsugu@yamamotolab.science

1. はじめに

空中像を形成する手法の一つとして、再帰反射による空中結像(AIRR: Aerial Imaging by Retro-Reflection)がある[1]。AIRRはその空中結像の原理から、サイズの大きな像を映すためには再帰反射素子も大型のものを使用する必要がある。ここで、1つの再帰反射素子の大きさには限りがあることから、複数の再帰反射素子を継ぎ合わせて、すなわちタイリングして、使用する場面が多くある。この時、再帰反射素子間の継ぎ目からは光が届かないため、空中像の視認性を損なうという課題がある[2]。

本研究の目的は、再帰反射素子のタイリングによる見え方への影響を比較検証によって明らかにすることである。そのため、本研究ではタイリングで生じる継ぎ目パターンを印刷した OHP シートを用いて、再帰反射素子のタイリングで生じる遮光パターンを模擬した。これを使用して空中像の見えやすさを比較するための実験システムを新しく設計し、その有効性を明らかにする。

2. 比較実験システムの構成

Fig.1(a) に AIRR の原理を、Fig.1(b) に OHP シートを用いて再帰反射素子上に任意の継ぎ目を再現する光学系を示す。継ぎ目のない1枚の再帰反射素子の上に Fig.2 に示すような模様を印刷した OHP シートを重ねることで、再帰反射素子の継ぎ目を表現する。Fig. 1(a) の AIRR では再帰反射素子が観察者の正面にあるが、この構成では OHP シートを密着させるために再帰反射素子に固定しなければならず、継ぎ目を変更する度に再帰反射素子ごと交換する必要がある。そこで、本実験ではシースルー型の AIRR[3]を応用した Fig. 1(b) の構成を使用し、OHP シートのみを差し替えることで継ぎ目の変更を可能とした。再帰反射素子および OHP シートに印刷する継ぎ目のサイズは縦横18cmであり、継ぎ目パターンの線幅は0.7mmとして印刷した。

また、再帰反射素子の保護面による表面反射によって形成される像が空中像に被ることを防ぐため、再帰反射素子には角度をつけて配置した。Fig.3 に実験のイメージ図を示す。実験光学系を2台用意し、観察者の正面と左側にそれぞれ配置した。空中像の視認距離は50cmとし、観察者と像の間には顎台を置くことで像を見る環境を一定とした。また、OHP シートを再帰反射素子に重ねることで空中像の輝度が落ちる問題があるが、光源として使用したディスプレイの輝度は実測値2996cd/m²、AIRRによる空中像は881cd/m²、再帰反射素子に OHP シートを重ねた場合は540cd/m²であり、視認性に大きな問題は生じないことを確認した。

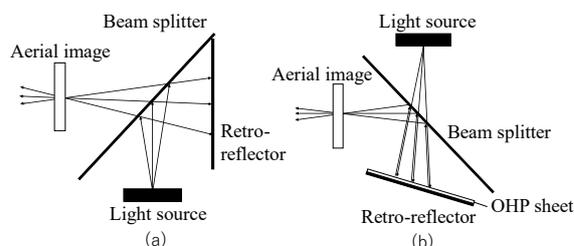


Fig. 1 Principle of (a) AIRR and (b) AIRR given a seam by OHP sheet.

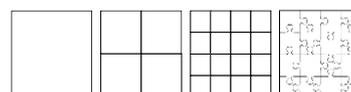


Fig. 2 Examples of tiling patterns to print on OHP sheets.

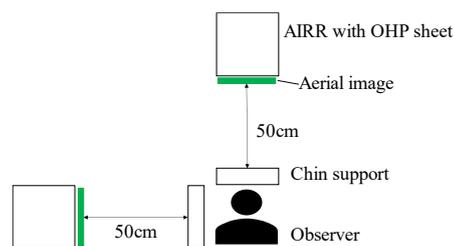


Fig. 3 Diagram of the experimental system.

同一の画像に対して Fig.2 で示したタイリング模様を再帰反射素子に付加した場合の空中像表示の一例を Fig.4 に示す。被験者は前述の環境でこれらの像を見比べ、どちらがより見えやすいかを比較評価する。

予備的な被験者実験により、構築したシステムの有効性を確認した。

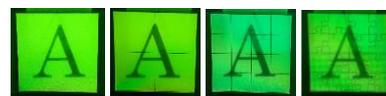


Fig. 4 Aerial image with seam by OHP sheets.

3. おわりに

OHP シートを用いて再帰反射素子上にタイリングで生じる遮光分を付加して空中映像を表示する光学設計を行った。タイリングのパターンによる空中像の見え方を比較するための実験システムを構築してその有効性を確認した。

参考文献

- [1] H. Yamamoto, Y. Tomiyama, and S. Suyama, *Opt. Express* **22**, 26919–26924 (2014).
- [2] 藤井賢吾他, OPJ 2022 講演予稿集, 16aD9 (2022).
- [3] 柿沼遼太, 山本裕紹, 第 66 回応用物理学会春季学術講演会, 10a-PA1-4 (2019).