

光路長が再帰反射による空中結像(AIRR)の 変調伝達関数(MTF)に及ぼす影響

Influence of Optical Path Length on Modulation Transfer Function (MTF) of Aerial Imaging by Retro-Reflection (AIRR)

宇都宮大学 ○滝山 和晃, 八杉 公基, 陶山 史朗, 山本 裕紹

Utsunomiya Univ. Kazuaki Takiyama, Masaki Yasugi, Shiro Suyama, Hirotugu Yamamoto

E-mail: hirotugu@yamamotolab.science

1. はじめに

再帰反射による空中結像 (AIRR: aerial imaging by retro-reflection) は広い範囲から見える空中像を形成する手法であり [1], 先行研究において AIRR 光学系での浮遊距離, すなわち, ビームスプリッターから空中像までの距離が結像光学系の変調伝達関数 (MTF) に影響を与えることがわかっている [2]. しかし, AIRR 光学系を構成するビームスプリッターと再帰反射素子までの距離が結像性能にどのような影響を与えるかはわかっていない. この距離が浮遊距離と同様に, 空中像の MTF に影響を与えると仮定すると, AIRR 光学系全体の光路長が等しい場合には MTF は変わらないと考えられる.

本研究では AIRR 光学系において構成素子間の距離を変化させ, 光路長が MTF に及ぼす影響について明らかにする.

2. 原理

AIRR の原理及び実験で用いた光学系を Fig. 1 に示す. 光源から出た光はビームスプリッターで反射し, 再帰反射素子に入射する. 光は再帰反射素子で入射方向に反射し, 再びビームスプリッターを通過後, 空中像が形成される.

3. 実験

本実験では再帰反射素子にプリズム型の再帰反射素子 (日本カーバイド工業: RF-Ax), 空中像の撮影には 2D LMD (light measuring device) であるイメージング輝度計 (Radiant Vision Systems: IP-PMY29) を使用した. Fig. 1 で示される浮遊距離 ZC 及び, ビームスプリッターから再帰反射素子までの距離 ZD を変化させた. そして形成された空中像を撮影し, 斜めナイフエッジ法 [3] で MTF を測定した.

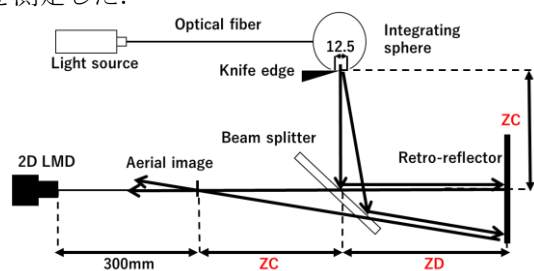


Fig. 1 Experimental setups for MTF measurements.

測定された空中像の MTF を Fig. 2 および 3 に示す. Fig. 2 より, 浮遊距離が同一であっても, ビームスプリッターから再帰反射素子までの距離が長くなるにつれ MTF が低下することがわかる. さらに, Fig. 3 より再帰反射素子から空中像までの距離が等しければ MTF は変わらないことが明らかとなった.

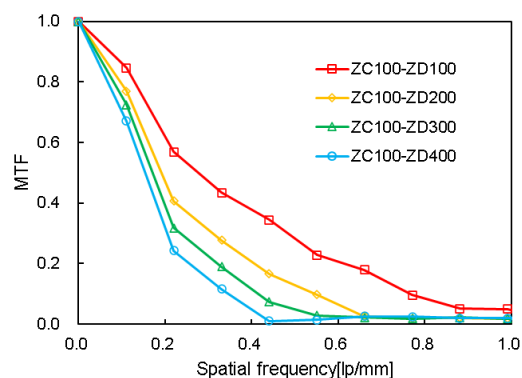


Fig. 2 MTF changes with the distance from the beam splitter to the retro-reflective element.

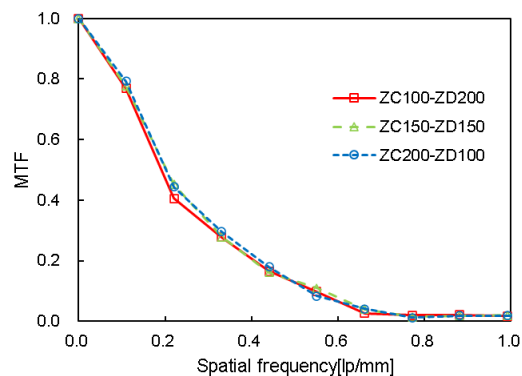


Fig. 3 MTF for equal optical path lengths.

4. おわりに

AIRR 光学系において光路長が長くなるにつれて MTF が低下し, 再帰反射素子からの光路長が等しければ MTF は等しくなることがわかった.

本研究の一部は JSPS 科研費 20H05702, 19H04155 の助成を受けたものである.

参考文献

- [1] H. Yamamoto, *et al.*, *Opt. Express* **22**, 26919 (2014).
- [2] R. Kakinuma, *et al.*, *OSA Continuum* **4**, 865 (2021).
- [3] N. Kawagishi, *et al.*, *Opt. Express* **28**, 35518 (2020).