

スペックルコントラスト測定におけるスペックル粒径の影響について

The Effect of Speckle Size in Speckle Contrast Measurement

株式会社オキサイド °鈴木 幸司, 福井 達雄, 久保田 重夫

Oxide Corporation, °Koji Suzuki, Tatsuo Fukui, Shigeo Kubota,

E-mail: suzuki_k@opt-oxide.com

近年レーザディスプレイの実用化が進んでいる。レーザを光源とした場合、多くの利点がある反面、そのコヒーレント性に特有のスペックルが発生し、画質を大きく劣化させる可能性がある。従って、スペックルコントラスト ($C_S = \sigma / \bar{I}$, σ と $\bar{I}$ はそれぞれ画像輝度分布の標準偏差および平均) を定量的に測定することは、レーザディスプレイの性能評価において非常に重要である。筆者らは、ヒトの眼の光学特性をシミュレートするスペックルコントラスト測定装置を既に開発している[1]。本装置では、収差を伴うヒトの眼の点像強度分布をカメラ前に配置したピンホールの回折像点像強度分布で再現している。ピンホールを Westheimer の眼の解像度モデルから求めた点像強度分布に対して最適化した場合、ピンホール径は 1.2mm になることが理論的に示されている[2]。

スペックルは散乱光が眼の瞳孔で回折して網膜上に形成される干渉パターンである。Goodman が導出したコヒーレント面積から本装置の撮像素子上のスペックル粒径を換算すると、

$$S = (4/\pi)(\lambda f/D), \quad (1)$$

になる[3]。ここで、 λ は波長、 D はピンホール径、 f は撮影レンズの焦点距離である。スペックルコントラストを正確に測定するためには、撮像時にスペックル粒径を十分に解像する必要がある。そこで、今回は観測系のピンホール径がスペックルコントラストに与える影響について検証した。

Fig. 1 に実験配置を示す。被験試料として市販の光線走査型レーザプロジェクタ (Microvision 社 SHOWXX) を使用した。測定には当社のスペックルコントラスト測定装置(SM01VS09)と等価な光

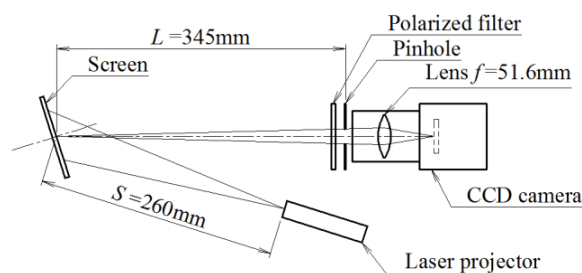


Fig. 1 Schematics of experimental system.

学系を用いた。ピンホール径は 0.4mm から 4.0mm まで変化させた。

Fig. 2 に実験結果を示す。測定結果は式(1)の理論曲線と良く一致した。一方、スペックルコントラストは開口数(= $D/2L$)の平方根に比例することが分かっている[4]。ピンホール径の小さいところではスペックルコントラストは単調増加するが、 $D = 2\text{mm}$ を越えた辺りで極大をもち、それ以降は低下する。これは、撮像素子の画素ピッチ($6.45\mu\text{m}$)と比較してスペックル粒径が小さくなり、撮像画素でスペックル粒の形状が平均化されて正確な輝度分布が観測できないためであると推測する。

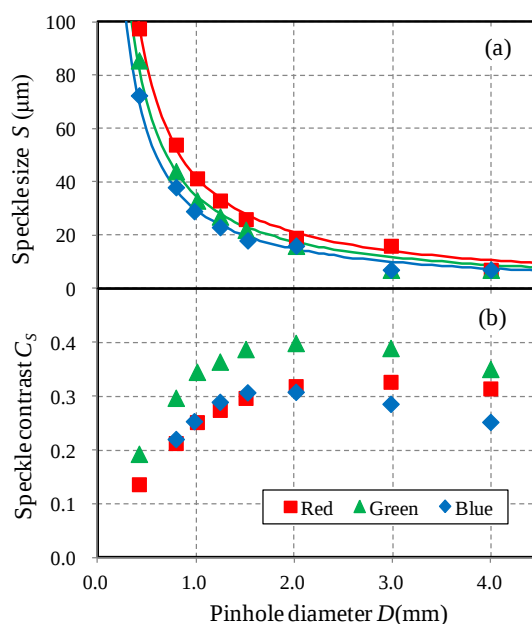


Fig.2. Experimental results at various pinhole diameters: (a) measured speckle size and theoretical curve, (b) measured speckle contrast.

参考文献

- [1] S. Kubota and J. W. Goodman, Appl. Opt. **49**(2010) 4385.
- [2] 久保田、第 74 回応用物理学会秋季学術講演会、18p-A8-4 (2013).
- [3] J. W. Goodman, *Speckle Phenomena in Optics*, (Roberts & Co., 2007).
- [4] K. Suzuki, et al., 2nd Laser Display Conf. Dig. Tech. Pap., 2013, LDCp4-2.