

スペックル測定の理論的背景

Speckle Phenomena in Laser Display

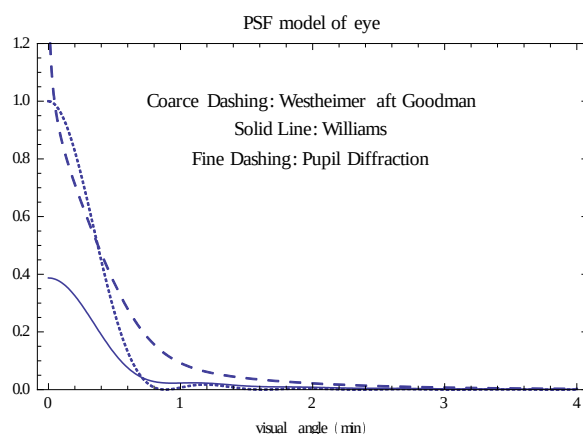
オキサイド¹, °久保田 重夫¹,

Oxide Corp.¹, °Shigeo Kubota¹

E-mail: kubota@opt-oxide.com

レーザーディスプレイは、当初モバイルプロジェクター、次にリアプロジェクション TV、現在、ラージ・ベニューフロントプロジェクターが盛んに研究されているが、レーザー光源がスクリーンで散乱され、瞳によって網膜に結像されるとき、散乱光の干渉によって、スペックルが発生し、画質を損ねることが問題である。

本講演では、まずスペックルパターン光強度分布の平均値 $\bar{I}$ で除した標準偏差 σ で定義されるコントラスト $C = \sigma / \bar{I}$ を CCD カメラで測定する際に、収差を伴う人の目の点像強度分布を、カメラの前に置いた円形開口の回折像点像強度分布で等価する手法につき述べる。



つぎに、とくに零平均円形複素ガウス統計に従うスペックルに対して体系化された、スペックルの空間的多重度 K と時間的多重度 M を用いたスペックルコントラスト C の予測式¹⁾

$$C = \sqrt{\frac{M + K \pm 1}{MK}} \quad (1)$$

に従って、 C を低減する手法につき論ずる。式

(1)において $M \gg K$ のとき $C = \sqrt{1/K}$ であるから、 C は K のみ関数になり、 C を低減するには M が十分大きいことが望ましい。われわれは Q ファクターの高い正弦波駆動振動拡散板によって、従来に比べ飛躍的に高い M を実現してきた。²⁾ 一方、van Cittert Zernike 定理に Zernike 近似を適用できる条件下で、 K は投射系開口数 NA_p と検出系開口数 NA_s の比の 2 乗になるから、 $NA_p \gg NA_s$ の条件の下で、

$$C = NA_s / NA_p \quad (2)$$

で近似される。式(1)で二重符号は、瞳一様照明の over fill (+)と、just fill(-)を表し、瞳照明が under fill あるいは不均一の場合はこの限りでない。我々は透過拡散板ではレンズ瞳の不均一照明が発生して、実効 NA_p が小さくなり、 C が増加することを報告し、逆に NA_s を変化したときの式(2)の正当性も報告してきた。³⁻⁴⁾

結論として、スペックルコントラスト測定や制御の基礎となる開口数比依存性は、一定の制限の下に、精度よく実現されることを確認した。最適測定開口径の算出と併せて、スペックル測定の標準化に向けて大きな前進である。

文献

- 1) J. W. Goodman, Speckle Phenomena in Optics, (Roberts 2007).
- 2) S. Kubota and J. W. Goodman, Appl. Opt. **49** 4385(2010).
- 3) Y. Tomita et. al., LDC13 講演予稿集, LDC8-2.
- 4) K. Suzuki et. al., LDC13 講演予稿集, LDCp4-2.