

非冗長配列スリットと時間光変調を利用した高速かつ信頼性の高い空間的コヒーレンス測定法

Fast and Reliable Spatial Coherence Measurement Using a Nonredundant Array of Slits and Temporal Light Modulation

産業技術総合研究所¹, 東フィンランド大学² ○白井 智宏¹, Ari T. Friberg²

AIST¹, Univ. Eastern Finland², °Tomohiro Shirai¹, Ari T. Friberg²

E-mail: t.shirai@aist.go.jp

光の空間的コヒーレンスの概念は、光を利用した多様な技術において、それらの性能を理解し制御する上で重要な役割を果たしている。これまでに筆者らは、光の空間的コヒーレンス度を測定する新しい原理として、デジタルマイクロミラーデバイス (DMD) 上に表示した複スリットを時間変調するロバストで利便性に優れた手法を提案した[1, 2]。本研究では、当該原理の拡張として複スリットの代わりに非冗長配列スリットを利用することで、高速かつ背景光に不感な信頼性の高い空間的コヒーレンス測定が可能となることを明らかにした[3]。

本研究で提案する空間的コヒーレンスの測定光学系を Fig. 1 に示す。DMD 上に表示した非冗長配列スリットを時間的に変調し、それによって形成される干渉縞を同期検出する。ここで、非冗長配列スリットとは、異なる 2 つのスリットが全て異なる間隔になるように配列されたスリット群である。同期検出した信号から再構成された干渉縞は、背景光の影響を受けない特徴を持っている。その干渉縞に対して空間的なフーリエ解析を行うと、異なる複数の 2 点間隔に対する空間的コヒーレンス度を同時に取得することができる。

検証実験では、空間的にインコヒーレントな LED 光を多モード光ファイバ経由でコリメータレンズに接続し、その出射光を 6 本のスリットで構成される非冗長配列スリットに照射した。このとき、背景光が無視できない場合でも、15 個の異なるスリット間隔に対応する空間的コヒーレンス度を、1 回の測定で正確に評価することができた。結果の一例を Fig. 2 に示す。

本研究の一部は、JSPS 科研費 JP20K05376 の助成を受けた。

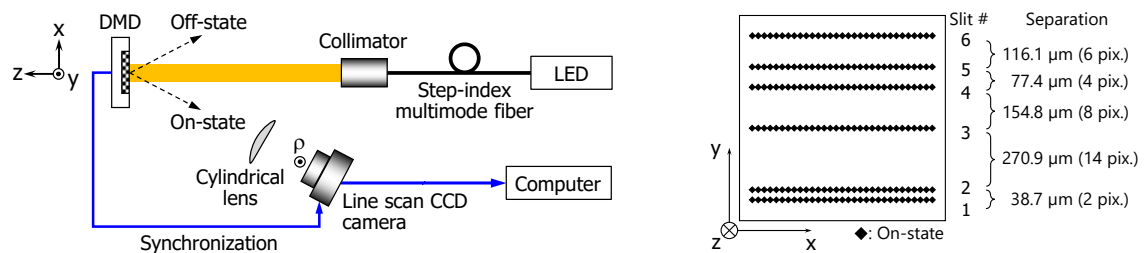


Fig. 1. Experimental setup (left) and a nonredundant array of six slits on a DMD (right).

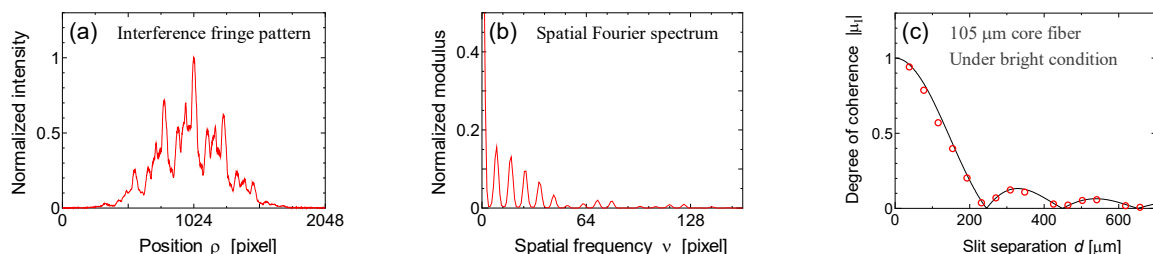


Fig. 2. (a) Interference fringe pattern produced by the slit array, (b) modulus of its spatial Fourier spectrum, and (c) modulus of the spectral degree of coherence. The curves in (a) and (b) are normalized by their maximum values. The curve in (c) shows the theoretical results based on the van Cittert-Zernike theorem.

[1] T. Shirai and A. T. Friberg, Opt. Lett. **46**, 4160-4163 (2021).

[2] 白井智宏, 第 69 回応用物理学会春季学術講演会 講演予稿集 23a-D315-1 (2022).

[3] T. Shirai and A. T. Friberg, J. Opt. Soc. Am. A **39**, C105-C115 (2022).