

# Sensor frontu falowego z wykorzystaniem nieciągłości fazowych

**M. Łukowicz<sup>†1</sup>, A. Korzeniewska<sup>1</sup>, K. Kalinowski<sup>1</sup>, M. Szatkowski<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Katedra Optyki i Fotoniki, Wydział Podstawowych Problemów Techniki, Politechnika Wrocławska, Wybrzeże Stanisława Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

<sup>†</sup>email: [magdalena.lukowicz@pwr.edu.pl](mailto:magdalena.lukowicz@pwr.edu.pl)

W metrologii optycznej wyróżniamy dwa rodzaje urządzeń służących do pomiaru frontu falowego wiązki. Pierwsze z nich oparte są na pomiarze interferometrycznym [1], natomiast drugie analizują kąt nachylenia padającej fali. Jednym z najbardziej znanych przykładów drugiej grupy jest czujnik Shack'a-Hartmann'a [2], który wykorzystuje macierz mikrosoczewek do rekonstrukcji kształtu czoła fali poprzez analizę przemieszczenia każdego zogniskowanego poprzez mikrosoczewkę punktu, względem jego pozycji referencyjnej. Istotnym elementem tej metody jest precyzyjna lokalizacja zogniskowanych plamek, ponieważ wszelkie niedokładności mogą prowadzić do powstawania błędów fazowych.

W niniejszej pracy proponujemy zmianę geometrii wiązki próbującej front falowy na geometrię Laguerre'a-Gauss'a [3] bazując na architekturze sensora Shack'a-Hartmann'a. Wiązki Laguerre'a-Gauss'a zawierają nieciągłości fazowe, które wykazują wysoką wrażliwość na zaburzenia fazowe, co więcej stwarzają nowe możliwości lokalizacyjne analizujące położenie punktów nieciągłości fazowych.

Zaproponowana przez nas nowa metoda lokalizacyjna, wyznacza położenie tego punktu, korzystając z informacji a priori o istnieniu nieciągłości i tworząc pseudo-zespoloną amplitudę [4].

W pracy porównujemy skuteczność detekcji pozycji wiązki dla klasycznej wiązki gaussowskiej, lokalizowanej metodą ważonego środka ciężkości [5] oraz wiązki Laguerre'a-Gauss'a, której lokalizacja opiera się na zaproponowanej metodzie. Przeprowadzamy symulacje numeryczne, jak i weryfikację eksperymentalną, analizując skuteczność sensora w obecności kontrolowanego szumu śrutowego.

## Podziękowania i źródła finansowania

Badania zostały sfinansowane ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, 0230/L-13/2022.

## Literatura

- [1] K. L. Baker, "Interferometric wavefront sensors for high contrast imaging," *Opt. Express* 14, 10970-10975 (2006).
- [2] A. Aghajani, F. D. Kashani, and M. Yousefi, "Laboratory study of aberration calculation in underwater turbulence using Shack-Hartmann wavefront sensor and Zernike polynomials," *Opt. Express* 32, 15978-15992 (2024).
- [3] G. J. Gbur, *Singular Optics* (1st ed.). CRC Press (2016).
- [4] M. Szatkowski, E. Burnecka, H. Dyla, and J. Masajada, "Optical vortex tracking algorithm based on the Laguerre-Gaussian transform," *Opt. Express* 30, 17451-17464 (2022).
- [5] J. Antonello, "Optimisation-based wavefront sensorless adaptive optics for microscopy," Ph.D. thesis, Delft University of Technology (2014).