

Trajektorie wirów optycznych jako marker aberracji

Aleksandra K. Korzeniewska^{1, †}, Magdalena Łukowicz¹, Kamil Kalinowski¹, Karolina Gemza¹, Mateusz Szatkowski¹

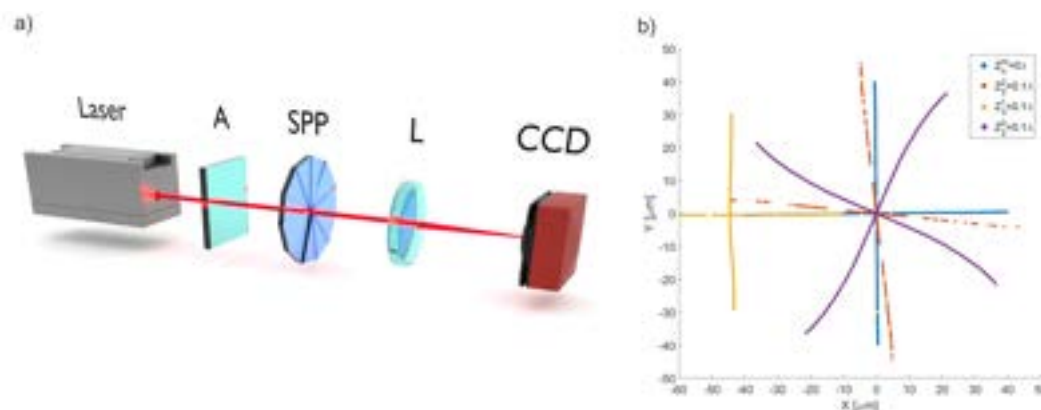
¹ Katedra Optyki i Fotoniki, Politechnika Wrocławska, Wyb. Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

†email: aleksandra.korzeniewska@pwr.edu.pl

Wir optyczny to termin określający punkt w polu optycznym, gdzie faza fali jest nieokreślona, a intensywność wiązki jest zerowa. Położenie punktu osobliwego podczas propagacji wiązki jest wrażliwe na zewnętrzne zaburzenia, co prowadzi do decentralizacji położenia wiru [1]. Trajektorią wiru nazywane jest przemieszczenie punktu nieciągłości fazowej w płaszczyźnie detektora przy przemieszczaniu elementu generującego wir [2]. Jak pokazano w [3] trajektorie wirów są obiektywną metodą oceny jakości wiązki. Każdy układ optyczny wyposażony w przestrzenny modulator światła lub matrycę mikrozwierciadeł ma możliwość oceny stanu wiązki stosując proponowaną metodę.

W naszej pracy przeprowadziliśmy numeryczną analizę wpływu poszczególnych aberracji (astygmatyzmu Z_2^2 , rozogniskowania Z_2^0 oraz komy Z_3^1) na trajektorie wirów. Układ pomiarowy przedstawiony jest na rys. 1a). Wiązka z aberracją wprowadzaną przez element A propaguje przez spiralną płytkę fazową SPP, która jest wysuwana poza oś optyczną układu w dwóch ortogonalnych kierunkach, prostopadłe do kierunku propagacji wiązki. Badane było położenie punktu osobliwego na nieruchomym detektorze CCD. Rys. 1b) przedstawia wpływ badanych aberracji na rejestrowane trajektorie. W pracy powiązane zostały ilościowo unikalne cechy trajektorii z określonymi aberracjami.

Wykorzystując cechy rozogniskowania proponujemy system detekcji położenia ogniska. Opiera się on na analizie położenia punktu nieciągłości fazowej, który jest parametrem obiektywnym. Wiązka propagowała przez spiralną płytkę fazową SPP o stałym wysunięciu. Rejestrowana była trajektoria ciemnego promienia (położenie punktu nieciągłości wzdłuż osi optycznej) przez przemieszczanie detektora w pobliżu ogniska układu. Otrzymane wyniki numeryczne zostały potwierdzone w układzie eksperymentalnym.



Rysunek 1: a) Schemat układu do pomiaru trajektorii wiru optycznego: A - refrakcyjny element wprowadzający aberrację, SPP - spiralna płytkę fazową generująca wir, L - soczewka, CCD - detektor b) trajektorie wiru optycznego dla różnych aberracji przy przemieszczaniu płytki fazowej w dwóch ortogonalnych kierunkach prostopadłe do kierunku propagacji wiązki.

Podziękowania i źródła finansowania

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

Literatura

- [1] A. Popiołek-Masajada, J. Masajada, M. Szatkowski, *Opt. Lasers Eng.* **105**, 201-208 (2018)
- [2] Ł. Płociniczak, A. Popiołek-Masajada, J. Masajada, and M. Szatkowski, *Appl. Opt.* **55**, B20-B27 (2016)
- [3] M. Szatkowski, A. Popiołek-Masajada, and J. Masajad, *Opt. Lasers Eng* **118**, 1-6 (2019)