

Kompaktowy Fourierowski Mikroskop Ptychograficzny

M. Chlipala^{1,†}, M. Rogalski¹, P. Arcab¹, P. Zdańkowski¹

¹Wydział Mechatroniki, Politechnika Warszawska, Św. A. Boboli 8, 05-525 Warszawa

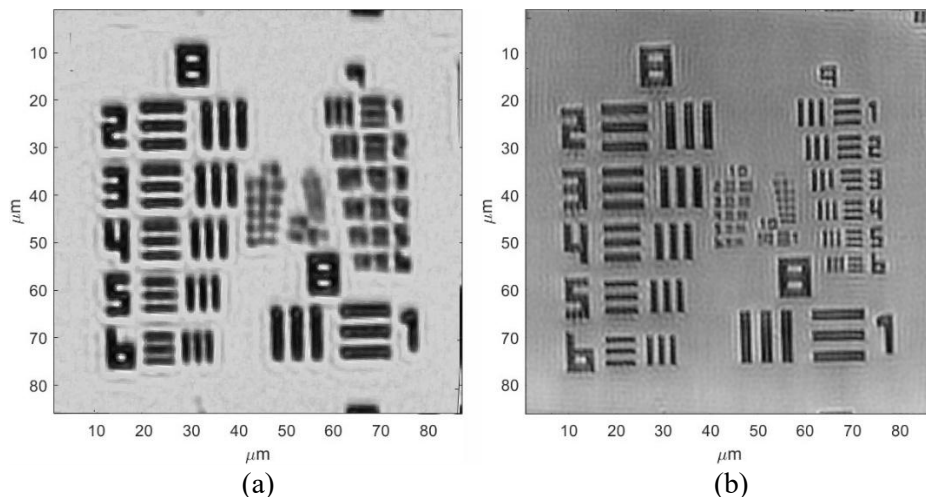
†email: maksymilian.chlipala@pw.edu.pl

Fourierowska mikroskopia ptychograficzna [1] to nowoczesna technika obliczeniowej mikroskopii, umożliwiająca uzyskanie obrazów o podwyższonej rozdzielczości przestrzennej poprzez syntetyzowanie apertury numerycznej (NA) z wielu obrazów zarejestrowanych przy różnym kącie padania oświetlenia. Metoda ta pozwala na uzyskanie dużego pola widzenia przy jednoczesnym zachowaniu submikronowej rozdzielczości, co czyni ją atrakcyjną w biologii, medycynie i materiałoznawstwie.

Kluczową rolę systemu pełni źródło światła. Zwykle jest to macierz LED lub inny mechanizm kierunkowego oświetlenia, który musi zapewniać kontrolowany kąt padania światła. Dotychczasowe rozwiązania obejmują zarówno statyczne matryce LED [2], jak i dynamiczne układy z modulacją fazy [3] czy cyfrowymi mikrolustrami [4]. Mimo wysokiej jakości rekonstrukcji, wiele z tych systemów cechuje się znacznymi rozmiarami, złożonością oraz trudnością integracji z kompaktowymi urządzeniami.

W odpowiedzi na rosnące zapotrzebowanie na miniaturowe systemy obrazowania opracowano i zbudowano kompaktowy system oświetlacza LED przeznaczony do zastosowań w Fourierowskiej mikroskopii ptychograficznej. Zaprojektowany system pozwala na szybkie przełączanie kierunku oświetlenia, minimalizując czas akwizycji, co jest szczególnie istotne przy obrazowaniu dynamicznych próbek. Kalibracja układu realizowana jest z wykorzystaniem prostej metody, bazującej na odwzorowaniu źródeł na kamerze.

W przeprowadzonych eksperymentach z użyciem obiektywu o powiększeniu $\times 10$ i aperturze numerycznej $NA = 0.25$ uzyskano rekonstrukcje obrazów odpowiadające efektywnemu $NA = 0.61$, co potwierdza skuteczność proponowanego rozwiązania. Oznacza to ponad dwukrotne zwiększenie rozdzielczości przestrzennej przy zachowaniu kompaktowej konstrukcji oświetlacza. Wyniki rekonstrukcji zamieszczone zostały na Rysunku 1.



Rysunek 1: Obraz amplitudowego testu USAF a) zarejestrowany z użyciem diody centralnej, b) zrekonstruowany z danych zarejestrowanych w zaproponowanym układzie.

Podziękowania i źródła finansowania

Niniejsza praca jest finansowana w ramach projektu Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (LIDER14/0352/2023).

Literatura

- [1] Zheng, G., Horstmeyer, R. & Yang, C. Nature Photonics, 7, 739–745 (2013).
- [2] Zheng, G., Horstmeyer, R., Yang, C., Nature Photonics 7, 739–745, 2013.
- [3] Sun, J., Chen, Q., Zhang, J., Fan, Y., Zuo, C., Optics Letters 43, 3365–3368, 2018.
- [4] Kuang, C., Wang, T., Zhu, H., Liu, X., Optics Express 23, 26999–27010, 2015.