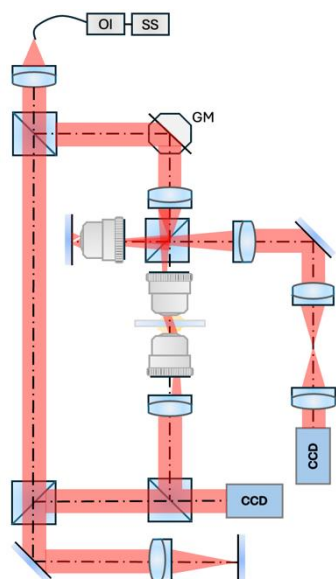


Multimodalny system do pomiaru rozkładu oraz gradientu współczynnika załamania z wykorzystaniem optycznej tomografii dyfrakcyjnej oraz koherencyjnej

A. Piekarska[†], A. Kuś, W. Krauze, M. Mazur, M. Kujawińska

Politechnika Warszawska, Instytut Mikromechaniki i Fotoniki, św. Andrzeja Boboli 8, 02-525 Warszawa

[†]email: aleksandra.piekarska.stud@pw.edu.pl



Rysunek 1: Schemat układu OCDT

W niniejszej pracy zaprezentowany został system łączący optyczną tomografię dyfrakcyjną oraz koherencyjną (OCDT) opierający się na pomiarze gradientu współczynnika załamania w odbiciu (OCT) i jego przestrzennego rozkładu w transmisji (ODT) [1]. Dzięki temu w systemie możliwe jest badanie próbek słabo rozpraszających, zgodnych z teorią ODT, jak również wykraczających poza to przybliżenie – w odbiciu, za pomocą polowej metody OCT ze źródłem przemiatającym.

Gałąź OCT pracuje w konfiguracji interferometru Linnika i wykorzystuje źródło światła, umożliwiające przemiatanie długością fali w zakresie długości fal 803-878nm. Z kolei gałąź ODT pracuje w konfiguracji interferometru Mach-Zehndera przy wykorzystaniu tego samego źródła w trybie pojedynczej długości fali. Ze względu na ograniczoną długość drogi koherencji zastosowano moduł wyrównujący drogi optyczne (Rys. 1). W przypadku techniki ODT zamiast skanowania długością fali wykonywane jest skanowanie kątowe wiązką oświetlającą.

W układzie zastosowano obiektywy Plan-Apochromat 40x/1.3 oraz dwie kamery o matrycy CMV4000 z pikselem 5,5 μm .

Ponieważ w systemie możliwe jest badanie próbek zarówno mocno jak i słabo rozpraszających, opracowano również metodę wymiany immersji wokół obiektu badanego bez zmiany położenia próbki, co w przypadku niektórych obiektów pomiarowych umożliwia kontrolę rozpraszania (Rys. 2b).

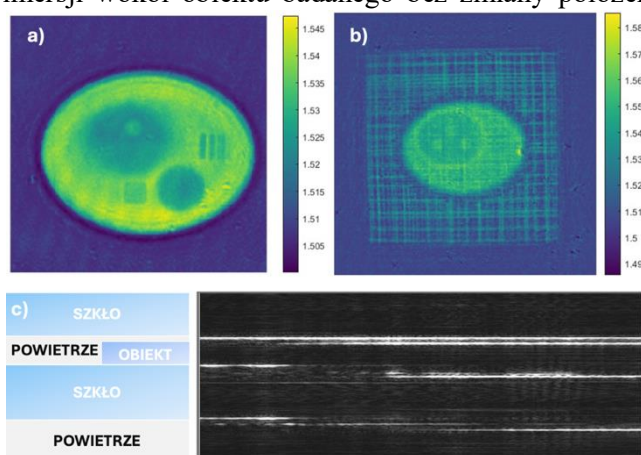
Z uwagi na fakt, iż podstawy teoretyczne obu technik wywodzą się ze wspólnego formalizmu, jakim jest twierdzenie Fouriera o dyfrakcji [2], możliwa jest dalsza integracja danych pozyskanych z systemu. Każda z technik pozwala zarejestrować inną część zespolonej amplitudy pola optycznego oddziałującego z próbką i wypełnić inny fragment widma częstości przestrzennych, co stwarza potencjał do ich komplementarnego wykorzystania. Użycie danych uzyskanych obiema metodami gwarantuje lepsze pokrycie widma, a tym samym – większą ilość informacji o obiekcie. W ramach dalszych prac planowane jest zastosowanie tego podejścia do rekonstrukcji wewnętrznej struktury obiektów biologicznych (komórki, tkanki), co może pozwolić na uzyskanie obrazów o podwyższonej rozdzielczości.

Podziękowania i źródła finansowania

Badania zostały sfinansowane przez POB Photonics of Warsaw University of Technology w ramach programu Inicjatywa Doskonałości: Uczelnia Badawcza (IDUB).

Literatura

- [1] Ossowski, P., Kuś, A., Krauze, W., Tamborski, S., Ziemczonok, M., Kuźbicki, Ł., Szkulmowski, M., Kujawińska, M. *Near-infrared, wavelength, and illumination scanning holographic tomography*, *Biomed. Opt. Express* **13**, 5971-5988 (2022)
- [2] Zhou, K. C., Qian, R., Dhalla, A.-H., Farsiu, S., & Izatt, J. A., *Unified k-space theory of optical coherence tomography*, *Advances in Optics and Photonics*, **13**(2), 462, (2021).
- [3] Krauze, W., Kuś, A., Ziemczonok, M. *3D scattering microphantom sample to assess quantitative accuracy in tomographic phase microscopy techniques*. *Sci Rep* **12**, 19586 (2022).



Rysunek 2: Wyniki rekonstrukcji pomiarów a) fantom komórki biologicznej, wytworzony w druku dwufotonowym [3] – pomiar ODT, b) fantom otoczony strukturami zwiększającymi rozpraszanie – pomiar ODT, c) struktura wielowarstwowa i jej rekonstrukcja – tryb OCT.