

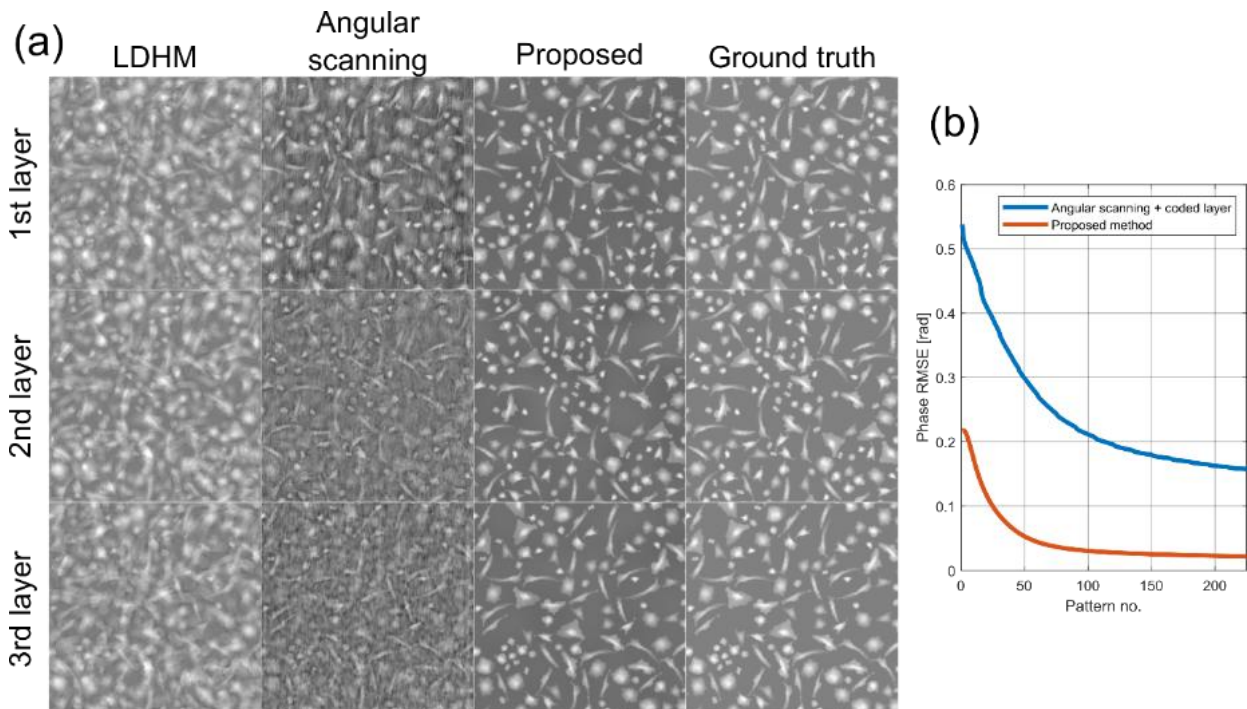
[PHOT-OS] Bezsoczewkowa cyfrowa mikroskopia holograficzna z optycznym sekcjonowaniem i chemiczną specyficznością do obrazowania grubych i silnie rozpraszających próbek

Kierownik projektu: dr hab. inż. Maciej Trusiak, prof. uczelni, Instytut Mikromechaniki i Fotoniki, Wydział Mechatroniki Politechniki Warszawskiej

Opracujemy nowy rodzaj mikroskopu, który łączy prostotę i wysoką przepustowość (ogromne pole widzenia równe matrycy sensora) „bezsoczewkowej” holografii z możliwością zagłębienia w głąb tkanek i rozróżniania ich składu chemicznego - bez barwienia i bez skomplikowanej optyki. W projekcie PHOT-OS zespół z Politechniki Warszawskiej stworzy platformę LDHM (ang. lensless digital holographic microscopy), która po raz pierwszy połączy dwie cechy uznawane dotąd za nieosiągalne w tej technologii: optyczne sekcjonowanie (wielowarstwowe obrazowanie próbek 3D) oraz swoistość chemiczną (kontrast molekularny) opartą na molekularnie selektywnym fototermałnym pobudzaniu w średniej podczerwieni (MIR). Dzięki temu będzie można uzyskiwać trójwymiarowe „mapy” dużych obszarów tkanek, jednocześnie widząc strukturę i skład chemiczny, np. rozkład lipidów w skrawku tkanki wątroby. To byłby przełom w wielkoskalowym obrazowaniu biomedycznym in vitro, diagnozowaniu chorób i badaniach histopatologicznych.

Klucz do sukcesu polega na połączeniu sprytniej akwizycji i rekonstrukcji wielu „kodowanych” hologramów (specjalne wzory oświetlenia) z delikatnym „podgrzewaniem” badanych miejsc światłem MIR o wysokiej selektywności chemicznej (dopasowaniu pasma do absorpcji wibracyjnej badanych związków chemicznych). To podgrzanie zmniejsza lokalnie współczynnik załamania (efekt fototermałny), a nasz system precyzyjnie rejestruje te zmiany wykorzystując holografię w świetle widzialnym. W efekcie uzyskujemy obrazowanie wolumetryczne o bardzo dużym polu widzenia - porównywalnym ze skanami całych szkiełek z próbkami - bez konieczności żmudnego przygotowania próbek (znakowania). Dodatkowo, nasz algorytm rekonstrukcji będzie umiał poradzić sobie z efektem wielokrotnego rozpraszania światła w grubych skrawkach tkanek, co do tej pory było czynnikiem mocno ograniczającym dostępną głębokość obrazowania w trybie bezsoczewkowym (tylko słabo rozpraszające cienkie próbki np. pojedyncza warstwa komórek na szkiełku).

W przypadku powodzenia planu badawczego, PHOT-OS przesunie granice obrazowania bez znaczników: umożliwi cyfrową histopatologię bez barwienia, precyzyjne badania procesów neurodegeneracyjnych w dużych skrawkach mózgu oraz szybkie, niskokosztowe analizy organoidów i hodowli komórkowych we współpracy z krajowymi i międzynarodowymi partnerami-ekspertami. Niespotykana duża objętość obrazowania i selektywność chemiczna w jednym, zarejestrowane na prostej w przygotowaniu i zamontowaniu próbce, mogą przełożyć się na lepszą diagnostykę (np. chorób stłuszczenia wątroby) i bardziej dostępne narzędzia badawcze w laboratoriach na całym świecie.



Rys. 1. (a) Przykładowa zasymulowana rekonstrukcja próbki składającej się z trzech warstw komórek. Klasyczna metoda LDHM zupełnie nie odróżnia poszczególnych warstw, dostępne rozwiązanie ze skanowaniem kątów oświetlenia (Angular scanning) radzi sobie niewiele lepiej, wstępnie proponowane podejście (Proposed) pozwala bardzo zbliżyć się do oczekiwanego wyniku idealnego (Ground truth); (b) krzywe zbieżności dostępnego algorytmu i proponowanego rozwiązania ukazujące jego ilościową przewagę.