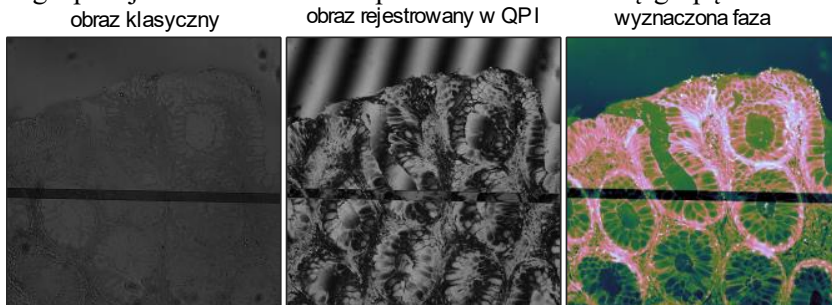


Tytuł projektu DeepSee to *“Zastosowania uczenia głębokiego w jednoramkowych, poosiowych technikach ilościowego obrazowania fazowego”*. Aby w pełni zrozumieć znaczenie proponowanych przez nas rozwiązań przeanalizujemy tytuł fraza po frazie.

Co oznaczają techniki ilościowego obrazowania fazowego? Zobaczyć znaczy uwierzyć. To krótkie zdanie oddaje istotę trwających na całym świecie gigantycznych wysiłków skoncentrowanych na rozwoju nowych technik obrazowania. Pytanie brzmi, czy możemy zobaczyć coś więcej niż to, co oferuje nam klasyczne obrazowanie. Klasyczne detektory światła (w tym ludzkie oko) reagują wyłącznie na intensywność padającego na nie światła. W rezultacie cała gama obiektów modulujących jedynie (lub głównie) fazę światła nie może być obrazowana przy użyciu klasycznego podejścia bez barwienia próbki. Bardzo ważną grupą obiektów modulujących fazę są komórki biologiczne i fragmenty tkanek (patrz przykładowy obiekt na rys. 1). Mapa fazowa zawiera kluczową ilościową informację o grubości obiektu i współczynniku załamania światła, co z kolei może dostarczyć wiedzy na temat gęstości fizycznej, składu chemicznego i procesach biologicznych. Aby

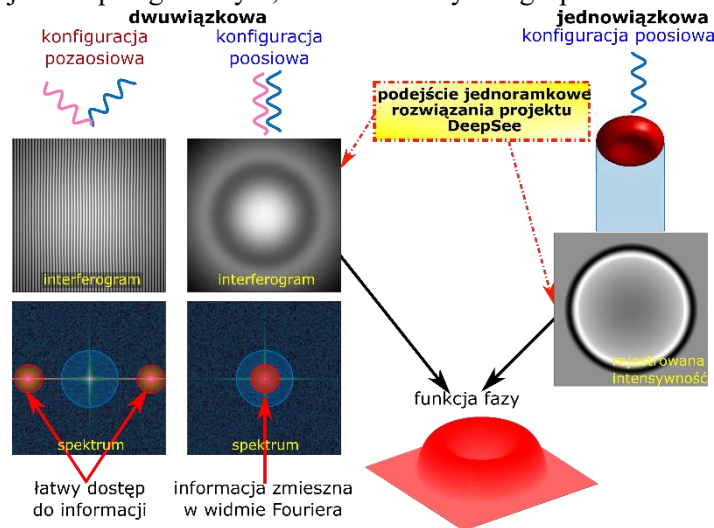


Rys. 3. Różnica między obrazowaniem klasycznym i fazowym.

zobrazować klasycznie niewidoczne obiekty, należy odwołać się do metod ilościowego obrazowania fazowego (QPI), tj. interferometrii, mikroskopii holograficznej, techniki mory czy projekcji prążków. We wszystkich tych metodach wynik pomiaru nie jest uzyskiwany bezpośrednio, ale jest zakodowany w zarejestrowanym intensywnościowym obrazie prążkowym i wymaga specjalnej metody demodulacji fazy.

Jakie są zalety układów poosiowych? „Poosiowy” oznacza, że dwie wiązki (obiektowa i referencyjna) są do siebie równoległe lub pojedyncza wiązka jest używana do rejestracji obrazu intensywnościowego. Oczywistą zaletą takiego podejścia jest kompaktowość systemu (patrz rys. 2). Dodatkowo, konfiguracja poosiowa minimalizuje wpływ czynników zewnętrznych (wibracji, aberracji, itp.), co obniża koszty i wymagania nakładane na komponenty optyczne. Ponadto konfiguracja poosiowa w pełni wykorzystuje potencjał systemu poprzez jednoczesną maksymalizację rozdzielczości i pola widzenia. Jednak w przypadku konfiguracji poosiowej mamy do czynienia z rejestracją w polu jednorodnym (nieskończony okres prążków), co ogranicza zakres możliwych do zastosowania algorytmów estymacji fazy do algorytmów wieloramkowych.

Dlaczego zabiegamy o analizę jednoramkową? Analiza jednoramkowa jest bardzo atrakcyjna w przypadku pomiarów obiektów dynamicznych i w niestabilnym środowisku (np. żywe komórki biologiczne). Problem jednak polega na tym, że z matematycznego punktu widzenia, demodulacja fazy z pojedynczej ramki jest



Rys. 4. Zakres projektu DeepSee.

przykładem źle postawionego problemu odwrotnego, co komplikuje analizę i podkreśla potrzebę opracowania niezawodnych i wydajnych algorytmów odzyskiwania fazy. Dodatkowo, w przypadku interferogramów poosiowych, tło, amplituda i faza zarejestrowanego obrazu są ze sobą powiązane w dziedzinie Fouriera (patrz rys. 2), co sprawia, że proces estymacji fazy jest nietrywialny.

Co możemy zyskać wykorzystując uczenie głębokie? Algorytmy oparte na sieciach neuronowych przejmują zadanie odnalezienia zależności między danymi wejściowymi a pożądanym wynikiem. Poszukiwana relacja jest znajdowana w procesie uczenia poprzez modyfikację i dostrajanie parametrów sieci przy użyciu podstawowych operacji

matematycznych zgrupowanych w strukturze określonej przez architekturę sieci. W projekcie DeepSee po raz pierwszy zastosowane zostaną wyjątkowe możliwości obliczeniowe konwulucyjnych sieci neuronowych i rozwiązań opartych na optymalizacyjnym wnioskowaniu bayesowskim w celu zaproponowania niezależnych od układu pomiarowego i próbki rozwiązań dla jednoramkowego, poosiowego QPI.

Celem projektu DeepSee jest przesunięcie granic jednoramkowych algorytmów dla poosiowego QPI. Projekt wpisuje się w naturalny, nowoczesny trend przenoszenia złożoności zadania z rozwiązań sprzętowych na oprogramowanie. DeepSee koncentruje się na rozwoju algorytmów, jednak pośrednio może również wpłynąć na pojawienie się uproszczonych i niezawodnych układów optycznych.