

Metody obrazowania optycznego wykorzystują światło do wizualizacji drobnych szczegółów obiektów i jednocześnie nie prowadzą do ich degradacji, jak to ma miejsce w mikroskopii elektronowej czy krystalografii rentgenowskiej. Obrazowanie przy użyciu światła cały czas ewoluuje nawet pomimo tego że czasami wydaje się, że sięgnęło już swoich fundamentalnych granic. Na przykład jeszcze niedawno mikroskopia świetlna wydawała się nie pozwalać na wizualizację szczegółów mniejszych niż jedna szczegółna miara światła. Jednak niektórzy naukowcy nie zgodzili się z takim stanem rzeczy i w rezultacie narodziła się nagrodzona nagrodą Nobla mikroskopia superrozdzielcza. Oczywiście nie łamała ona fundamentalnych ograniczeń, ponieważ ograniczeń tych, będących podstawami fizyki, złamać się nie da. Zamiast tego ominęła je w bardzo niekonwencjonalny, a czasem po prostu genialny sposób, "wiążąc" generację obrazu z mniej restrykcyjnymi obszarami.

W naszym projekcie zajmiemy się szczególnym rodzajem obrazowania zwanym tomografią. Tomografia jest unikalną techniką wizualizacji: pozwala dostarczyć dwuwymiarowe obrazy podobne do mikroskopowych odpowiadające różnym głębokościom w obiekcie. Aby rozróżnić warstwy obiektu, wprowadza się specjalne mechanizmy, które wykorzystują jedną ze stron dwoistej natury światła: falową lub cząsteczkową. Duży wysiłek został włożony w rozwój metod tomograficznych opierających się o falową naturę światła. W rezultacie opracowano optyczną tomografię koherentną (OCT), która w wyjątkowo krótkim czasie osiągnęła niemalże swoje fundamentalne granice. Natomiast metody tomograficzne wykorzystujące korpuskularną naturę światła zostały w dużym stopniu zaniedbane, choć zasadniczo są znacznie korzystniejsze. Kwantowe OCT – "cząsteczkowy" odpowiednik "falowego" OCT – jest lepszy pod wieloma względami: zapewnia dwukrotnie lepszą rozdzielczość, jest odporny na efekty pogarszające jakość obrazu i ma większą czułość.

Niesamowite właściwości kwantowego OCT mają swoją cenę. Ilość światła wytwarzanego w wyniku zjawisk kwantowych jest często zbyt mała, aby umożliwić wizualizację struktur biologicznych, a te same zachowania kwantowe światła, które skutkują poprawą rozdzielczości i lepszą jakością obrazu, prowadzą do powstawania pasożytniczych, niszczących obraz elementów, zwanych artefaktami, i nie pozwalają na uzyskanie absolutnej odporności na efekty pogarszające jakość obrazu. Podobnie jak kiedyś w mikroskopii, i tutaj bariery wydają się nieprzekraczalne, i podobnie jak w mikroskopii, taki stan rzeczy nie zostanie zaakceptowany. W projekcie skupimy się na generacji obrazu w kwantowym OCT i "powiążemy" go z mniej restrykcyjnymi obszarami. Po pierwsze, sztuczne sieci neuronowe zostaną wytrenowane tak, aby "rozumieć" fizyczny proces stojący za tworzeniem się obrazu kwantowego i na podstawie zdobytej wiedzy będą usuwać artefakty i efekty pogarszające jakość obrazu. Zjawisko kwantowe prowadzące do podwojenia się rozdzielczości będzie imitowane za pomocą algorytmu, który umożliwi dalszą poprawę rozdzielczości. Kwantowe OCT będzie przeprowadzane w bardziej optycznie intensywnych konfiguracjach eksperymentalnych, wykorzystujących nowatorskie, ultraszybkie źródła światła laserowego.

Nasz projekt w znacznym stopniu przyczyni się do rozwoju kwantowego OCT, ponieważ rozwiąże największe problemy związane z jego wydajnością. Nasze rozwiązania, wykorzystujące przede wszystkim zalety obliczeniowe sztucznej inteligencji, zapewnią nowy i oryginalny zestaw narzędzi, które w przyszłości będzie można zaadaptować w innych dziedzinach obrazowania optycznego i nieoptycznego.