

## **Popularnonaukowe streszczenie projektu**

Techniki obrazowania biomedycznego - czyli metody fotografowania wewnętrznych i zewnętrznych struktur komórek, tkanek czy złożonych układów biologicznych na żywo - są jednym z głównych źródeł pozyskiwania informacji we współczesnej biologii i medycynie. W przypadku gdy używamy światła, struktura tkanek biologicznych silnie deformuje oświetlającą wiązkę. Dlatego obrazowanie optyczne jest dużym wyzwaniem gdy chcemy zobaczyć żywą komórkę lub strukturę tkankową, które znajdują się głęboko pod skórą w ich naturalnym otoczeniu (in-vivo, z łac. „na żywym”). Struktura biologiczna, z punktu widzenia fali światła, jest bardzo nieuporządkowana. W przybliżeniu to tak, jakby wiązka światła podróżowała przez folię bąbelkową, stosowaną przy pakowaniu kruchych przedmiotów. Taką deformację fali światła można, do pewnej granicy „wygniecenia”, skorygować za pomocą znanej techniki optyki adaptacyjnej. W metodzie tej zaburzenie fali światła musi być bardzo dokładnie zmierzone i odtworzone w pamięci komputera. Następnie, posługując się już fizycznymi urządzeniami tzw. zwierciadłami deformowalnymi i znając skalę deformacji, możemy to zaburzenie skorygować. Niestety, w przypadku obiektów biologicznych skala zaburzeń fali światła jest znacznie większa i bezpośrednio ich zmierzenie i skorygowanie staje się niemożliwe.

W 2007 roku, grupa profesora Vellekoopa doświadczalnie potwierdziła teoretyczne przypuszczenia Freunda opisane w publikacji z 1990 roku, że możliwe jest tak skomplikowane przygotowanie kształtu fali światła padającej na obiekt, żeby niejako był on odporny na działanie warstw rozpraszających. Wyniki Vellekoopa zapoczątkowały nadejście nowej ery optyki adaptacyjnej. Niemal dziesięcioletni rozwój tej gałęzi obrazowania, zaowocował wieloma technikami, które do pewnych granic radzą sobie z odtwarzaniem informacji o obiekcie przykrytym warstwami rozpraszacza. Wspólnym mianownikiem tych technik jest żmudne „dopasowywanie” kształtu fali światła do zastanej struktury obiektu deformującego lub też mozolna charakterystyka właściwości danego ośrodka. Idzie za tym konieczność stosowania systemu sygnału zwrotnego, skomplikowanych algorytmów matematycznych lub najczęściej konkretnego umiejscowienia kamery względem badanej próbki. Niestety większość z tych technik nie może być stosowana w aranżacji układu mikroskopu w tzw. ”podwójnym przejściu”, co bardzo ogranicza ich stosowalność w metodach obrazowania biomedycznego.

Proponowana przez nas metoda polega na szybkim i wielokrotnym modyfikowaniu kształtu fali światła. Każdy kształt fali wiązki oświetlającej to inna możliwa droga przechodzenia światła przez próbkę. Wysyłając w kierunku próbki dużą ilość takich fal o dobrze zadanych kształtach powodujemy to, że w efekcie ich interakcji z warstwami rozpraszającymi i deformującymi, efekty psucia wiązki światła znoszą się nawzajem pozostawiając tylko oryginalną, niezaburzoną informację pochodząca od obiektu. W efekcie uzyskujemy niezdeformowany obraz interesującego nas miejsca w próbce, czyli efektywnie pozbywamy się wszelkich zakłóceń wpływających na jakość odwzorowania. W naszej metodzie nie musimy znać własności rozpraszających lub deformujących próbki biologicznej, nie musimy wiedzieć również w jakim stopniu zdeformowana jest fala świetlna, nie wykorzystujemy techniki pętli sprzężenia zwrotnego a optyczny układ obrazujący może pracować w aranżacji typowej dla klasycznego mikroskopu.

Zaproponowana metoda, poprzez całkowicie nowe podejście do problemu obrazowania żywych obiektów biologicznych w ich naturalnym otoczeniu, ma szansę stać się wydajnym, alternatywnym rozwiązaniem dla istniejących urządzeń obrazujących. Nasze prace powinny dać istotny wkład w rozwój nowej ery optyki adaptacyjnej jako nieodzownego składnika obszaru nowoczesnych technik obrazowania biomedycznego.