

Celem projektu jest opracowanie nowego typu mikroskopu optycznego, który zapewni istotny postęp w dziedzinie optyki biomedycznej i umożliwi odkrycia naukowe w biologii i medycynie klinicznej. Podczas gdy większość mikroskopów tworzy obrazy właściwości optycznych próbki, tutaj jako źródło kontrastu wykorzystane zostaną właściwości mechaniczne próbki, takie jak na przykład jej sztywność. Właściwości mechaniczne tkanki w skali mikroskopowej odgrywają ważną rolę w jej funkcjonowaniu i często są modyfikowane przez chorobę, dlatego widzimy potrzebę realizacji przedstawianego przez nas nowatorskiego podejścia. W związku z tym nasz nowatorski mikroskop może pomóc w lepszym zrozumieniu i diagnozowaniu chorób, w tym nowotworów i chorób układu krążenia.

Przez stulecia lekarze wykorzystywali związek między właściwościami mechanicznymi a chorobą poprzez badanie palpacyjne, podczas którego podejrzany obszar badany był za pomocą zmysłu dotyku. Chociaż badanie palpacyjne dostarcza przydatnych informacji diagnostycznych i jest nadal stosowane w szeregu scenariuszy klinicznych, takich jak identyfikacja guzów raka piersi i ocena blizn pooparzeniowych, jest ono bardzo subiektywne i nie umożliwia wykrycia małych obszarów choroby. Aby rozwiązać ten problem, naukowcy opracowali nowy rodzaj obrazowania medycznego zwany elastografią. W tym sposobie badania tworzone są obrazy, w których każdy piksel reprezentuje sztywność tkanki w tym miejscu. Aby wykonać elastografię, tkankę poddaje się działaniu siły mechanicznej, zwykle za pomocą zewnętrznego siłownika, a powstałe odkształcenie mierzy się za pomocą określonej techniki obrazowania. Algorytmy oparte na modelach matematycznych opisujących odkształcenia tkanki w odpowiedzi na przyłożoną siłę są następnie wykorzystywane do przekształcania wielkości zmierzonego odkształcenia na wartość liczbową właściwości mechanicznej, taką jak sztywność.

Początkowo jako podstawową metodę obrazowania w elastografii stosowano ultrasonografię lub rezonans magnetyczny (MRI). Podejścia te okazały się bardzo skuteczne i są obecnie rutynowo stosowane w szpitalach do wykrywania chorób, takich jak rak piersi i choroby wątroby. Jednak chociaż techniki te dostarczają znacznie więcej informacji niż zwykłe badanie palpacyjne, nie są w stanie wykryć mikroskopijnych zmian we właściwościach mechanicznych tkanki. Co ważne, właśnie w tej skali zmiany chorobowe rozwijają się jako pierwsze. Z tego powodu badacze zaczęli szukać sposobów opracowania technik elastograficznych, które mogłyby wizualizować te mikroskopijne zmiany właściwości mechanicznych. Doprowadziło to do rozwoju elastografii optycznej, czyli wykorzystania obrazowania optycznego do pomiaru mechaniki tkanek.

W elastografii optycznej na przestrzeni ostatnich lat dokonał się duży postęp, jednak wciąż aktualne pozostają zasadnicze problemy związane ze stosowaną metodologią. Ich źródłem są niedoskonałości algorytmów stosowanych do generowania wartości opisujących właściwości mechaniczne tkanek. Algorytmy te opierają się na zbyt uproszczonych założeniach dotyczących modelu mechaniki tkanek w skali mikroskopowej, co powoduje istotne błędy w wynikach. Na przykład często zakłada się, że tkanka jest jednorodna mechanicznie, tj. że nie ma żadnego zróżnicowania właściwości mechanicznych w objętości tkanki. Ponadto obecne modele zawodzą w obszarach tkanki o obniżonej sztywności, na przykład w naczyniach krwionośnych. Z tego powodu w wielu przypadkach techniki elastografii optycznej są zawodne i tym samym nieodpowiednie do stosowania przez lekarzy. Usunięcie tych założeń poprzez wdrożenie bardziej realistycznych algorytmów deformacji tkanek i poprawienie dokładności uzyskiwanych pomiarów, pozwoli nam opracować nową metodę wykrywania i diagnozowania chorób, co stanowi główny cel niniejszego projektu. Wykorzystamy najnowsze osiągnięcia w obrazowaniu optycznym, szczególnie w optycznej tomografii koherencyjnej, aby radykalnie ulepszyć eksperymentalne wdrożenie elastografii optycznej i zwiększyć skuteczność algorytmów stosowanych do obliczania właściwości mechanicznych.

Po pomyślnym opracowaniu proponowanych rozwiązań z zakresu elastografii optycznej, w kolejnym kroku podejmiemy współpracę z lekarzami, zwłaszcza patologami i chirurgami, w celu przetestowania systemu obrazowania w zastosowaniu do analizy właściwości tkanki ludzkiej wyciętej podczas operacji onkologicznej. Dla każdej zeskanowanej próbki sprawdzimy uzyskany kontrast obrazu poprzez porównanie naszych obrazów z obrazami będącymi wynikiem standardowych procedur histopatologicznych, będących obecnie złotym standardem w charakteryzowaniu zmian nowotworowych. Skoncentrujemy się na tkankach pobranych podczas operacji raka piersi, prostaty i jelita grubego, czyli w ramach trzech obszarów chirurgii, w których szczególnie potrzebne jest innowacyjne instrumentarium diagnostyczne.

Osiągnięcie pomyślnego wyniku w naszym projekcie wymaga szeregu różnych kompetencji naukowych, m.in. z zakresu optyki, mechaniki, informatyki i nauk klinicznych. Stworzymy zespół, którego członkowie będą posiadać wymaganą wiedzę i umiejętności. Zespół będą tworzyć badacze, będący sprawdzonymi ekspertami w swoich dziedzinach. Wierzimy, że nasz projekt znacząco przyspieszy rozwój elastografii optycznej, stawiając Polskę w gronie światowych liderów w tej technologii i torując drogę nowym narzędziom diagnostycznym, które będą wykorzystywane do poprawy wyników zdrowotnych ludzi w Polsce i na świecie.