

## Tomografia z wykorzystaniem czasowo-rozdzielczej dyfuzyjnej spektroskopii korelacyjnej

Krew pełni istotną rolę w prawidłowym funkcjonowaniu organizmu. Dostarcza tlen i składniki odżywcze do wszystkich organów i usuwa resztki metaboliczne. Nieprawidłowości w perfuzji krwi są kluczowym elementem w różnych schorzeniach takich jak: nowotwór, udar mózgu, urazowe uszkodzenia mózgu, choroba tętnic obwodowych oraz chorobach sercowo-naczyniowych. Monitorowanie układu krążenia (układ sercowo-naczyniowy) poprzez pomiar przepływu krwi pozwala na zrozumienie normalnych warunków zaopatrzenia tkanek w tlen i jego konsumpcji, ponadto pełni istotną rolę w praktyce klinicznej. Jednak prawidłowa i nieinwazyjna analiza przepływu krwi stanowi duże wyzwanie, w szczególności w mózgu lub innych układach, które są ukryte pod wieloma warstwami różnych tkanek biologicznych.

Jedną z obiecujących nieinwazyjnych metod kwantyfikacji przepływu krwi w mózgu jest optyka dyfuzyjna. Dyfuzyjna spektroskopia korelacyjna (ang. diffuse correlation spectroscopy, DCS) umożliwia oszacowanie przepływu krwi w tkance wykorzystując światło laserowe o stałej amplitudzie i częstotliwości (ang. continuous wave, CW). Światło z zakresu podczerwieni jest dostarczane do próbki za pomocą światłowodu (emitera). Promieniowanie emitera propaguje wgląd próbki, a następnie jest rejestrowane przez inny światłowód, zlokalizowany w odległości  $\rho$  od emitera. Fluktuacje natężenia na detektorze umożliwiają oszacowanie czasu dekorrelacji, z którego estymuje się przepływ krwi. Jednakże, ta metoda działa poprawnie wyłącznie dla jednorodnych próbek. Zawodzi dla układów o mieszanej dynamice, z którymi spotykamy się w praktyce klinicznej.

W celu rozwiązania tego problemu w 2016 grupa naukowców z Harvard Medical School opracowała czasowo-rozdzielczą wersję DCS (TD-DCS). W ogólności metoda ta umożliwia badanie dynamiki próbki dla różnych głębokości, co powinno umożliwiać kwantyfikację przepływu krwi w różnych warstwach próbki. Jednakże, TD-DCS wymaga laserów impulsowych o długiej spójności czasowej (wąskiej linii spektralnej). Tego typu moduły nie są jeszcze dobrze rozwinięte, i z tego powodu rozdzielczość czasowa w TD-DCS jest niewystarczająca i przekłada się na rozdzielczość osiową (w głąb próbki) rzędu 50 mm. W efekcie, obecne instrumenty TD-DCS nie umożliwiają kwantyfikacji przepływu krwi w ośrodkach o mieszanej dynamice, spotykanych w tkankach biologicznych.

W ramach tego projektu rozwiązujemy powyższy problem poprzez zastosowanie nowatorskiego sposobu modelowania funkcji dekorrelacji próbki. Rozwijamy standardowy model o dodatkowe, niewykorzystywane do tej pory, człony wykładnicze. Pozwalają one rozdzielić różne składniki dynamiczne: stały, wolno-zmienny i szybko-zmienny. W efekcie jesteśmy w stanie zdecydowanie lepiej estymować dynamikę próbki bo odrzucamy składniki związane warstwami, pod którymi jest ukryty właściwy obiekt. To podejście zostało już zweryfikowane na fantomach do prawidłowego oszacowania dynamiki w układzie ukrytym pod silnie rozpraszającą statyczną warstwą o grubości 5 mm. W kolejnym kroku zbadamy czy wydzielenie stałej statycznej umożliwi nam obrazowanie obiektów zanurzonych w silnie rozpraszających tkankach biologicznych np. kości stawów, itp. W efekcie, uzyskamy kompleksowe narzędzie do badania zarówno dynamiki, jak i struktury obiektów biologicznych z wykorzystaniem optyki dyfuzyjnej.