

Streszczenie

Obrazowanie biomedyczne, w tym MRI, CT, zdjęcia rentgenowskie, USG i mikroskopia, ma kluczowe znaczenie dla diagnozowania i leczenia schorzeń. Postęp w dziedzinie obrazowania i technologii obliczeniowej znacznie zwiększył ilość danych, prowadząc do wyzwań związanych z analizą i zarządzaniem danymi. Tradycyjne metody są powolne i wymagają specjalistów, co prowadzi do opóźnień, a wraz ze wzrostem popytu potrzebne są wydajne rozwiązania. Uczenie głębokie, wykorzystujące techniki takie jak konwolucyjne sieci neuronowe i transformery, oferuje sposoby na automatyzację i przyspieszenie analizy obrazu, osiągając dokładność na poziomie ludzkim w wykrywaniu i diagnozowaniu nieprawidłowości.

Doktorat zagłębia się w adaptację głębokiego uczenia do dwóch obszarów obrazowania biomedycznego, mikroskopii świetlnej i fluorescencyjnej. Prezentuje potencjał uczenia głębokiego w celu zwiększenia dokładności, szybkości i wydajności diagnostyki przy jednoczesnym obniżeniu kosztów. Ponadto praca ta podkreśla znaczenie wyjaśnialności w prezentowanych metodach, co jest niezbędne do zapewnienia dokładnych diagnoz medycznych i skutecznego przekazywania wyników lekarzom i pacjentom. Wyjaśnienia odgrywają kluczową rolę w weryfikacji decyzji modelu i budowaniu zaufania między systemem a użytkownikiem.

W kontekście mikroskopii świetlnej rozprawa ta obejmuje multi-MIL, nowatorskie podejście do klasyfikacji wielu klas oparte na uczeniu wieloinstancyjnym w celu identyfikacji gatunków bakterii na obrazach polikultur. Ta metoda znacznie skraca czas potrzebny na diagnostykę mikrobiologiczną, poprzez usunięcie potrzeby uzyskiwania obrazów monokulturowych. Ponadto zaproponowano innowacyjną adaptację technik uczenia głębokiego w celu rozróżniania klonów bakterii przy użyciu wyłącznie obrazów mikroskopowych, co wcześniej uznawano za niemożliwe ze względu na ich duże podobieństwo wizualne.

W dziedzinie mikroskopii fluorescencyjnej doktorat przedstawia słabo nadzorowaną metodę wykorzystującą uczenie wieloinstancyjne z uczeniem samonadzorowanym, SSMIL, w celu klasyfikowania aktywnych i nieaktywnych komórek mikrogleju, co jest kluczowe dla zrozumienia neurozapalenia. To podejście zmniejsza potrzebę ręcznego oznaczania komórek, co czyni je bardziej opłacalnym i mniej pracochłonnym. Ponadto badania obejmują także opracowanie uniwersalnego modelu reprezentacji obrazu fluorescencyjnego, porównując różne techniki uczenia nadzorowanego i samonadzorowanego w celu zidentyfikowania najskuteczniejszych strategii. Wyniki oferują cenne spostrzeżenia dotyczące wykorzystania uczenia głębokiego w analizie morfologii komórek i procesie odkrywania leków.

Ten doktorat jest częścią programu Doktorat Wdrożeniowy przeprowadzonego we współpracy z Ardigen SA, gdzie doktorantka jest zatrudniona jako Senior Data Scientist. Ułatwiło to przeniesienie wyników badań do przemysłu, czego dowodem jest rozwój usług i produktów firmy i ich prezentacja na pięciu wydarzeniach branżowych. W rezultacie firma rozszerzyła swoją ofertę, zwiększyła bazę klientów i nawiązała współpracę z wiodącymi firmami farmaceutycznymi Janssen R&D i Merck KGaA, a także znanymi grupami badawczymi, takimi jak The Carpenter-Singh Lab, część Imaging Platform z siedzibą w Broad Institute of MIT and Harvard. Ponadto badania doktoranta doprowadziły do złożenia wniosku patentowego do Europejskiego Urzędu Patentowego. Dzięki doświadczeniu zdobytemu w trakcie studiów doktoranckich, doktorantce zostało powierzone zadanie nadzorowania

platformy Ardigen phenAID do badań fenotypowych.

Podsumowując, niniejszy doktorat koncentruje się na analizie obrazów mikroskopii świetlnej i fluorescencyjnej przy użyciu metod uczenia głębokiego. Składa się z czterech publikacji, dwóch na konferencjach A według rankingu CORE i dwóch w renomowanych czasopismach o Impact Factor 7,7 i 4,4. Doktorantka jest pierwszą autorką wszystkich wyżej wymienionych publikacji, co podkreśla jej znaczący wkład. Ponieważ niniejsza rozprawa jest częścią programu Doktorat Wdrożeniowy, podkreślone są także znaczące osiągnięcia w zakresie rozwoju produktu, przenoszenia badań do przemysłu i nawiązywania relacji biznesowych.

Słowa kluczowe: uczenie głębokie, mikroskopia świetlna, mikroskopia fluorescencyjna, uczenie samonadzorowane.