

Wprowadzenie teoretyczne

Choroby naczyń mózgowych, zwłaszcza tętnicznych, mogą prowadzić do zaburzeń przepływu krwi w mózgu, zwiększając ryzyko udaru niedokrwiennego. Zwężenie naczyń krwionośnych ogranicza przepływ krwi lub osłabia mechanizmy kompensacyjne, które zwiększają przepływ podczas wzmożonego zapotrzebowania energetycznego. W każdym przypadku konieczna jest szczegółowa ocena, czy procesy naturalne lub leczenie farmakologiczne są wystarczające do stabilizacji stanu pacjenta, czy też konieczna jest interwencja chirurgiczna. Zarówno w trakcie leczenia, jak i po jego zakończeniu kluczowe jest monitorowanie zmian w naczyniach, które mogą wskazywać na poprawę lub progresję choroby. Dotyczy to zwłaszcza pacjentów dotkniętych chorobą moyamoya.

Obecnie stosowane metody obrazowania naczyń krwionośnych, takie jak tomografia komputerowa (CT), dostarczają szczegółowych, ale jedynie okresowych danych diagnostycznych. Dodatkowo, są to procedury inwazyjne, które narażają pacjentów na promieniowanie, co ogranicza możliwość ich częstego stosowania w długoterminowym monitorowaniu pacjentów.

Cel projektu

Epidemia chorób cywilizacyjnych pozostaje jednym z najważniejszych globalnych problemów zdrowotnych, ekonomicznych i finansowych w krajach rozwiniętych, w tym w Unii Europejskiej. Proces ten będzie się nasilać wraz ze starzeniem się społeczeństwa. Obecny system opieki zdrowotnej jest coraz bardziej obciążony wzrastającą liczbą pacjentów wymagających zaawansowanego leczenia szpitalnego. Jednym z kluczowych elementów rozwiązania tego problemu jest szybka, dokładna, dostępna i niedroga diagnostyka wczesnych stadiów chorób naczyniowych. Pozwoliłoby to na przesunięcie punktu ciężkości w kierunku profilaktyki oraz leczenia ambulatoryjnego, domowego lub hybrydowego. W dłuższej perspektywie czasowej takie podejście mogłoby zmniejszyć liczbę ciężkich przypadków wymagających hospitalizacji, co ograniczyłoby obciążenie szpitali i systemów opieki zdrowotnej.

Niniejszy projekt koncentruje się na wykorzystaniu narzędzi opartych o sztuczną inteligencję (AI) do monitorowania krążenia krwi u pacjentów z chorobami naczyń mózgowych. Kluczowym elementem tego podejścia jest implementacja nieinwazyjnej metody obrazowania, jaką jest funkcjonalna spektroskopia w bliskiej podczerwieni (fNIRS). Zastosowanie AI w analizie danych z fNIRS może znacząco usprawnić i przyspieszyć wykrywanie oraz interpretację wzorców przepływu krwi w mózgu. Dzięki temu możliwe będzie lepsze diagnozowanie, monitorowanie oraz personalizacja leczenia pacjentów z chorobami naczyń mózgowych. W zależności od ilości zgromadzonych danych sztuczna inteligencja może pełnić rolę „drugiej opinii”, wspomagając lekarzy w podejmowaniu decyzji diagnostycznych i terapeutycznych, a także przewidywać możliwe scenariusze rozwoju choroby. Natomiast integracja metody fNIRS oferuje nowoczesne, mobilne i efektywne narzędzie do monitorowania hemodynamicznych odpowiedzi mózgu. To innowacyjne i nieinwazyjne podejście ma potencjał, aby zrewolucjonizować opiekę nad pacjentami z chorobami naczyń mózgowych, umożliwiając bardziej precyzyjną, dynamiczną i dostępną diagnostykę oraz monitoring pacjentów zarówno w warunkach szpitalnych, jak i ambulatoryjnych.

Metodologia badań

W ramach niniejszego projektu zamierzamy wykorzystać sztuczną inteligencję w sposób dostosowany do założonych celów badawczych. Zazwyczaj sieci neuronowe (ANNs) mogą przyjmować architekturę MIMO (Multi Input Multi Output) lub MISO (Multi Input Single Output), co ma istotny wpływ na ich dokładność. W przypadku architektury MISO, dane wejściowe są wykorzystywane do określenia jednego wyniku (choć o różnych wartościach), co pozwala na zastosowanie prostszych modeli sieci neuronowych, które można trenować w sposób bardziej precyzyjny. Natomiast w przypadku MIMO, jeden złożony model musiałby jednocześnie rozróżniać zarówno typy wyników, jak i ich wartości, co prowadzi do większej złożoności systemu i niższej dokładności. Ponieważ nasz projekt dąży do realizacji trzech kluczowych celów o zasadniczo różnym charakterze, każdy z nich będzie wymagał osobnego modelu ANN, trenowanego na odmiennych danych wejściowych i dostarczającego różne wyniki wyjściowe. Zamiast więc opracowywać jedną, kompleksową sieć neuronową, zdecydowaliśmy się na stworzenie oddzielnych modeli, z których każdy będzie zoptymalizowany pod kątem konkretnego zadania.

Kluczowym elementem naszego podejścia jest także wykorzystanie funkcjonalnej spektroskopii w bliskiej podczerwieni (fNIRS) jako nieinwazyjnej metody obrazowania hemodynamicznych zmian w mózgu. fNIRS to nowoczesna technologia, która umożliwia ocenę przepływu krwi i utlenowania tkanek mózgowych w czasie rzeczywistym, bez konieczności stosowania promieniowania jonizującego czy kosztownych i mało dostępnych badań, takich jak MRI czy CT.

Podsumowanie

Projekt dotyczy zastosowania narzędzi opartych na sztucznej inteligencji do monitorowania krążenia krwi u pacjentów z chorobami naczyń mózgowych przy użyciu funkcjonalnej spektroskopii w bliskiej podczerwieni (fNIRS) stanowi uzupełnienie innych działań Unii Europejskiej, wspierających rozwój precyzyjnej opieki zdrowotnej oraz realizację kluczowych priorytetów w zakresie zdrowia i transformacji cyfrowej. Jest on zgodny z inicjatywami UE, takimi jak Horyzont Europa, kładącymi nacisk na interdyscyplinarne i współpracujące badania nad innowacyjnymi technologiami medycznymi.

Integracja sztucznej inteligencji i technologii fNIRS pozwala na synergię z innymi projektami koncentrującymi się na big data, uczeniu maszynowym i opiece zorientowanej na pacjenta, co zwiększa dokładność diagnostyczną oraz skuteczność monitorowania leczenia. Poprzez wkład w rozwój medycyny spersonalizowanej, projekt wspiera działania UE mające na celu redukcję nierówności w dostępie do opieki zdrowotnej oraz poprawę wyników leczenia chorób.

Ponadto, koncentracja na nieinwazyjnym i prowadzonym w czasie rzeczywistym monitorowaniu pacjentów wpisuje się w szersze cele Unii Europejskiej, związane z opracowywaniem zrównoważonych i efektywnych kosztowo technologii medycznych, szczególnie istotnych w kontekście starzejącego się społeczeństwa.