



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego

Zadanie publiczne współfinansowane ze środków
otrzymanych w 2025 r. od Ministra Nauki i Szkolnictwa
Wyższego w ramach konkursu „Organizowanie i animowanie
działań na rzecz środowiska akademickiego”.



KOKON

Konkurs Kół Naukowych

Cyfryzacja

NeuroGuard

Neuron

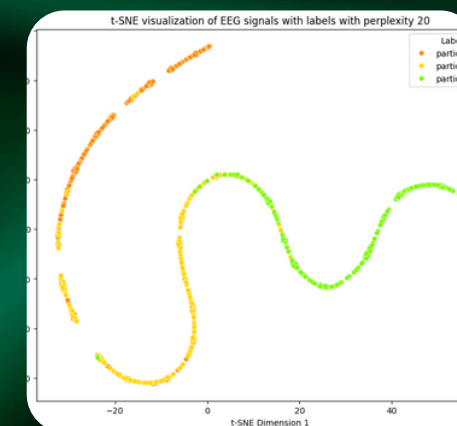
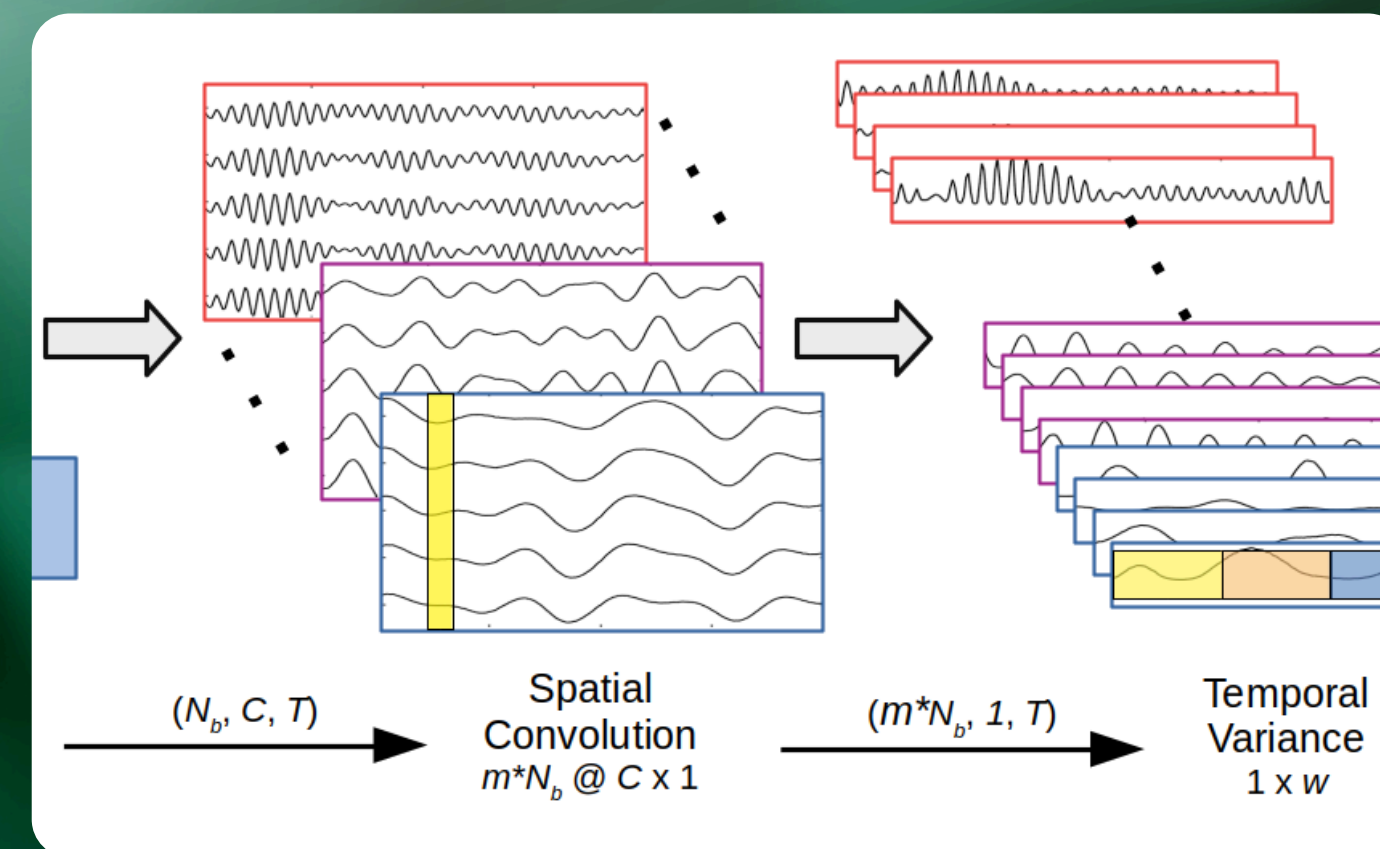
Politechnika Wrocławska



FORUM UCZELNI
TECHNICZNYCH

NeuroGuard

Celem sztandarowego projektu koła - NeuroGuarda, jest stworzenie innowacyjnego systemu autoryzacji i autentykacji użytkownika na podstawie fal EEG. Cele poboczne projektu obejmują m.in. analizę wpływu podobieństwa i synchronizacji neuronalnej na proces autoryzacji, a także testowanie wpływu zmienności aktywności mózgu (np. wpływu czasu czy stanu emocjonalnego) na skuteczność systemu.



Ważne informacje o projekcie

W projekt jest obecnie zaangażowane są obecnie 22 osoby, które pracują równolegle ze sobą w 4 mniejszych zespołach, które zajmują się utworzeniem zintegrowanego frameworka do zbierania danych, stworzeniem modeli sztucznej inteligencji do weryfikacji użytkowników, przeprowadzaniem eksperymentów, oraz praktyczną implementacją w fullstackowej aplikacji webowej.

Sposób Przeprowadzania Badań

Na podstawie przedstawionego protokołu, dane EEG zbierane są podczas dwóch kluczowych faz eksperymentu. W fazie aktywnej, sygnał rejestrowany jest podczas cichego czytania zdań przez uczestnika - każda z 300 prób (6 bloków po 50 zdań) poprzedzona jest krzyżykiem fiksacji wyświetlanym przez 500-1000 ms, a uczestnik samodzielnie kontroluje tempo przechodzenia między zdaniami za pomocą klawisza spacji. W fazie spoczynkowej, dane zbierane są podczas 60-sekundowych przerw relaksacyjnych następujących bezpośrednio po każdym bloku językowym, gdy uczestnik nie myśli o niczym konkretnym. Badanie opiera się na naprzemiennej prezentacji bloków w języku polskim i angielskim, a jakość sygnału z elektrod monitorowana jest przed rozpoczęciem za pomocą funkcji wbudowanych w aplikację. Dane automatycznie zapisywane są na dysk po zakończeniu każdego bloku, zapewniając ochronę przed utratą informacji w przypadku przerwania badania.



Data Acquisition Framework

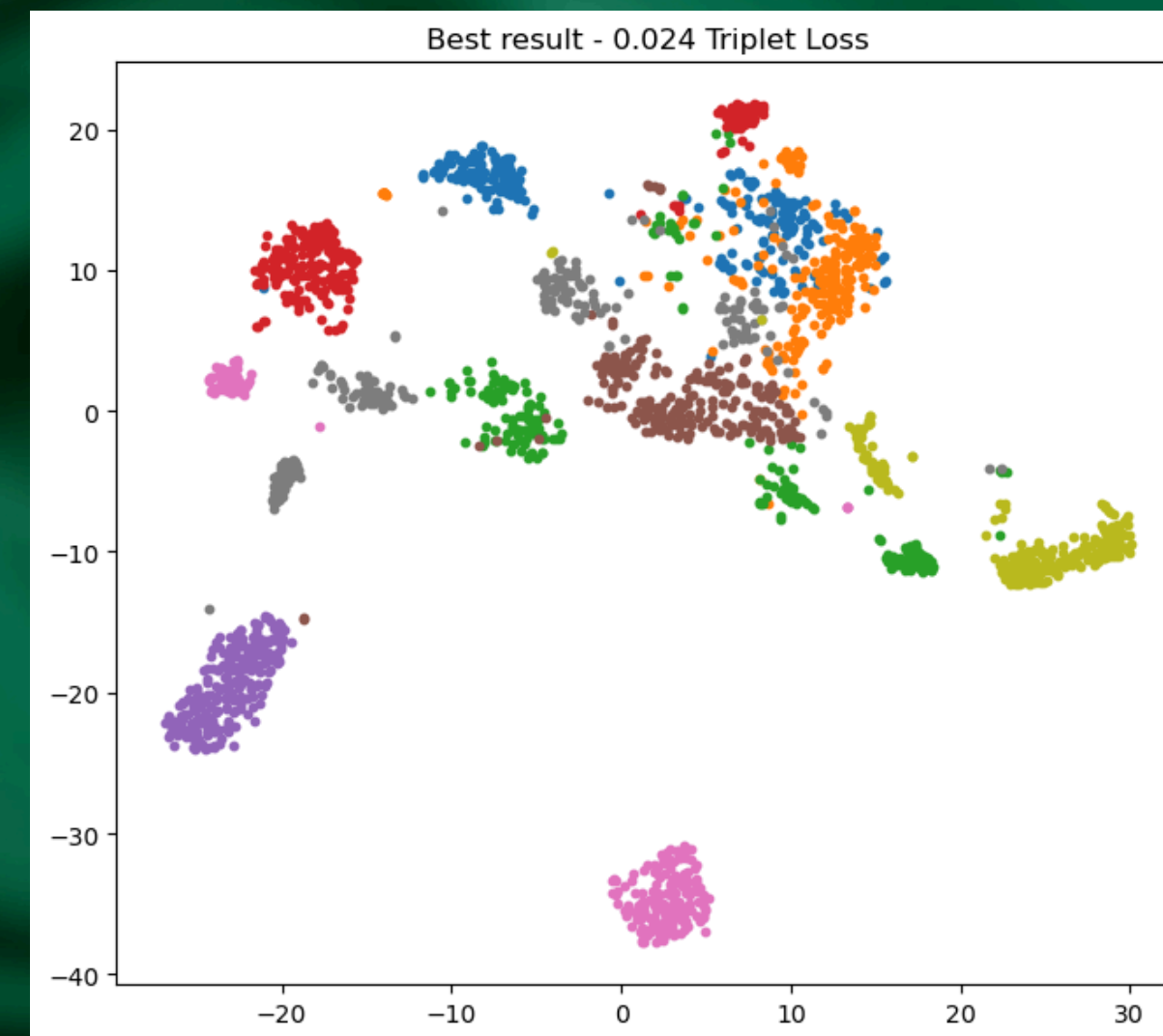
Na podstawie dostępnych informacji oraz kontekstu protokołu badawczego, Data Acquisition Framework to oprogramowanie opracowane przez KN Neuron (Koło Naukowe Neuron Politechniki Wrocławskiej) do gromadzenia danych neurofizjologicznych w czasie rzeczywistym. Framework zapewnia kompleksową obsługę procesu badawczego - od zarządzania sprzętem EEG (połączenie przez Bluetooth, monitorowanie baterii i jakości sygnału elektrod) po kontrolę przebiegu eksperymentu z precyzyjnym timerem stymulacji. System umożliwia automatyczne zarządzanie prezentacją bodźców, synchronizację czasową między wydarzeniami eksperymentalnymi a rejestracją sygnału, oraz automatyczny zapis danych po każdym bloku badania. Framework wspiera szablony konfiguracji czepka (np. dla konkretnego sprzętu co czyni go łatwym do użycia przy różnych urządzeniach), identyfikację uczestników przez UUID, oraz mechanizmy ochrony danych - umożliwiając pauzowanie badania bez utraty postępu. Całość zbudowana jako rozszerzalna platforma, która może być adaptowana do różnych paradygmatów badawczych w neurotechnologii.

Algorytmy Sztucznej Inteligencji

Sekcja sztucznej inteligencji w projekcie NeuroGuard stanowi kluczowy element badawczy, którego celem jest opracowanie zaawansowanych modeli uczenia maszynowego do biometrycznej weryfikacji tożsamości użytkowników na podstawie sygnałów EEG. Zespół prowadzi kompleksowe badania porównawcze architektur neuronowych - od specjalistycznych modeli EEGNet i FBCNet, przez sieci rekurencyjne, po nowoczesne architektury transformerowe - poszukując optymalnego rozwiązania dla zadania uwierzytelniania biometrycznego.

Sednem prac badawczych jest implementacja technik uczenia metrycznego (metric learning), które pozwalają na maksymalizację odległości między reprezentacjami sygnałów różnych użytkowników przy jednoczesnej minimalizacji dystansu między próbkami tego samego użytkownika. To podejście umożliwia tworzenie unikalnych "odcisków palców neuronalnych", które charakteryzują się wysoką odpornością na fałszywe dopasowania.

Finalnym produktem prac sekcji ma być biblioteka programistyczna wzorowana na popularnym frameworku DeepFace - uniwersalne narzędzie do weryfikacji tożsamości bazujące na sygnałach mózgowych zamiast obrazów twarzy. Obok gotowych architektur, zespół eksperymentuje z autorskimi rozwiązaniami, łącząc domain knowledge z dziedziny neurofizjologii z najnowszymi osiągnięciami deep learningu.



Praktyczna Implementacja

Projekt wyszedł poza teoretyczne opracowanie modelu autentykacji użytkownika i zaprojektował kompletny system Identity Provider gotowy do praktycznego wdrożenia w środowiskach informatycznych. System wykorzystuje standard OpenID Connect (OIDC) i oferuje innowacyjną metodę uwierzytelniania opartą na sygnałach EEG, co stanowi przełom w dziedzinie bezpieczeństwa biometrycznego.

Opracowane rozwiązanie obejmuje pełen cykl zarządzania tożsamością - od rejestracji nowych użytkowników, przez zarządzanie wektorami cech biometrycznych, po zaawansowane mechanizmy uwierzytelniania z konfigurowalnymi zasadami bezpieczeństwa. System umożliwia administratorom ustawienie progu akceptacji wektora cech, limitów prób logowania, wymagań dotyczących uwierzytelniania dwuetapowego oraz weryfikacji sprzętu EEG, co zapewnia elastyczność dostosowania do różnych wymagań bezpieczeństwa.

Prezentacja procesu logowania

