



Rodzaj pracy: magisterska

Dyplomant: mgr inż. Dominik MAŁY

Promotor: prof. dr hab. inż. Andrzej DOBROWOLSKI

EKSTRAKCYJA DANYCH LICZBOWYCH Z WYKRESÓW SŁUCHOWYCH POTENCJAŁÓW WYWOŁANYCH

Wprowadzenie

Układ nerwowy człowieka to zbiór komórek, które odpowiedzialne są za sterowanie całą aktywnością organizmu. Struktura ta pracuje przetwarzając informacje odbierane z otoczenia, dzięki receptorom zmysłowym (elementy sensoryczne) i przekazując wypracowane „rozkazy” zwrotne do narządów wykonawczych czyli efektorów. Działanie tej skomplikowanej sieci neuronów opiera się na interakcji organizmu człowieka z otaczającym go środowiskiem oraz wytwarzaniu i przesłaniu do odpowiednich komórek nerwowych impulsów elektrycznych. Jednym z rodzajów bodźców, które rejestruje człowiek są informacje słuchowe. Wszelki dźwięk docierający do narządu słuchu przekazywany jest odpowiednią drogą nerwową do kory słuchowej, gdzie odebrane informacje są odpowiednio przetwarzane i interpretowane, co prowadzi do percepcji dźwięku. Badanie układu nerwowego pacjenta jest przedmiotem badań neurologii. Rozwój techniki pozwolił na ewolucję neurologicznych metod badawczych, co zaowocowało powstaniem współczesnych sposobów obserwacji czynności elektrycznej mózgu. Jedną z nich jest elektroencefalografia, a w szczególności tzw. potencjały wywołane, czyli sygnały powstające w reakcji na określony bodziec. Słuchowe potencjały wywołane (ang. auditory evoked potentials – AEPs), to sygnały elektryczne z elektrod przymocowanych do czaszki, rejestrowane synchronicznie z bodźcem akustycznym odtwarzanym w słuchawce pacjenta.

Celem autora było opracowanie aplikacji, która poprzez przetworzenie obrazów zawierających przebiegi słuchowych potencjałów wywołanych dokona ekstrakcji danych liczbowych do postaci wektora, co umożliwi jego dalsze przetwarzanie z użyciem dowolnych procedur cyfrowego przetwarzania sygnałów. Głównym zadaniem było opracowanie skryptu w środowisku Matlab, który po wprowadzeniu odpowiednio przygotowanego skanu, przetworzy go i prawidłowo wykryje punkty leżące na krzywej odwzorowującej słuchowy potencjał wywołany. Umożliwi to obserwację reprezentacji graficznej przebiegu potencjału, a po wprowadzeniu odpowiedniej czułości i podstawy czasu, otrzymanie wszelkich danych liczbowych związanych z konkretnym wykresem.

Badania

Aplikacja została wykonana w środowisku Matlab. Jej działanie polega na odpowiednim przetwarzaniu obrazów zawierających zanonimizowane przebiegi słuchowych potencjałów wywołanych.

Przygotowanie i testowanie aplikacji przebiegało w kilku etapach:

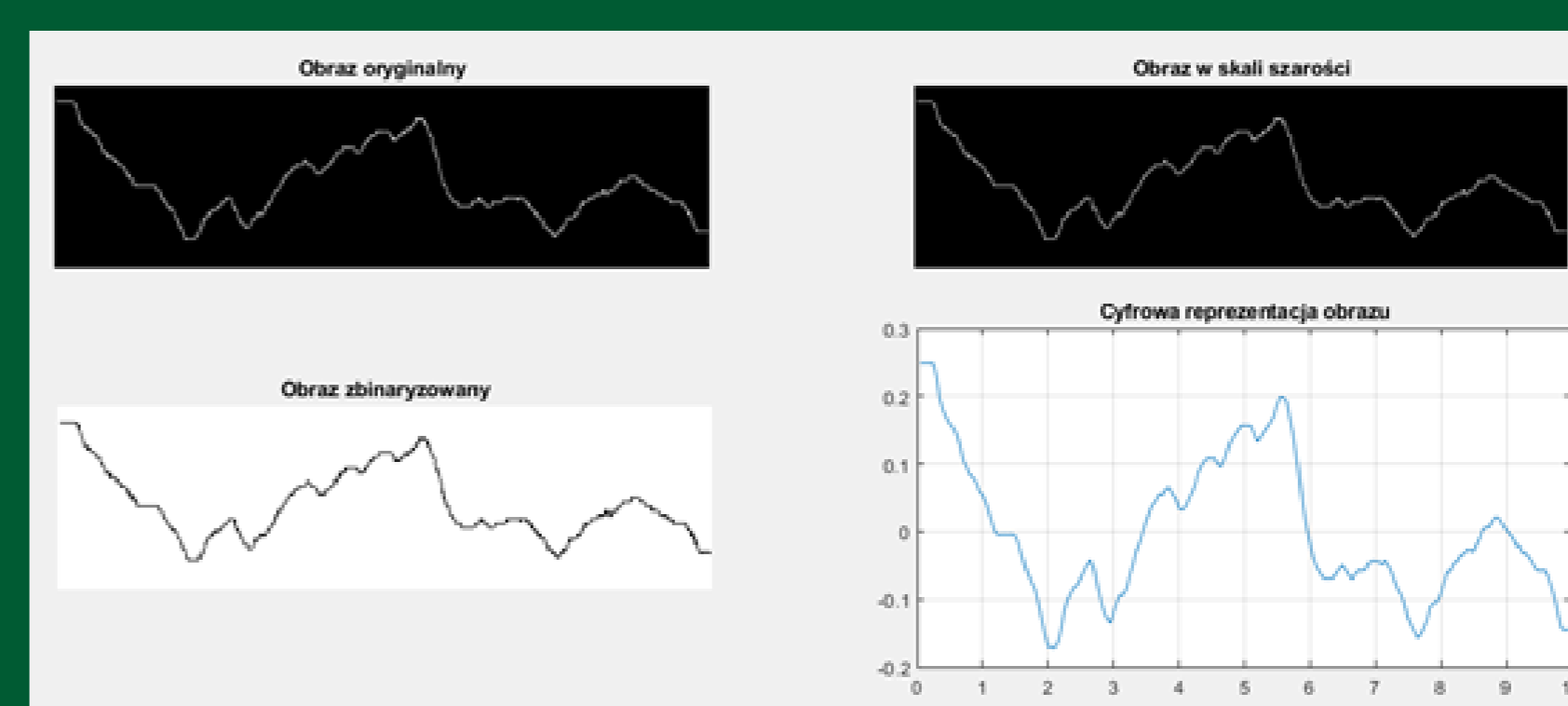
- przygotowanie bazy słuchowych potencjałów wywołanych,
- opracowanie metodyki wyznaczenia czułości i podstawy czasu z wykresu AEP,
- opracowanie procedur pobrania obrazu do przestrzeni roboczej środowiska Matlab i jego wstępnego przetwarzania
- opracowanie procedur skalowania i przetworzenia do postaci sygnału cyfrowego z zadaną częstotliwością próbkowania,
- reprezentacja wyniku przetwarzania wraz z zapisem wszelkich wartości do odpowiednich plików wyjściowych (tekstowych, graficznych i środowiskowych – pliki *.mat).

Proces przetwarzania obrazu składał się z kilku kroków. Pierwszym etapem była konwersja obrazu na obraz w skali szarości. Następnie poprzez wbudowane funkcje „zbinaryzowano” wczytany plik w oparciu o „intensywność szarości” na zdjęciu po konwersji.

Z tak przygotowanego obrazu wyekstrahowano współrzędne odpowiadające miejscom występowania punktów leżących na krzywej. Utworzono nową macierz, której zawartość odpowiadała przetworzanemu rzutowi wykresowi AEP. Odbiło się to w oparciu o wykrycie pierwszych i ostatnich komórek w każdej kolumnie macierzy reprezentującej wczytany przebieg. Elementy te zawierały „1”. Następnie na podstawie wcześniej wyznaczonych indeksów obliczano miejsce środkowej komórki, tak aby nowopowstały przebieg był wypadkową ekstrahowanych danych. Wartości te były zaokrąglane i konwertowane do typu całkowitoliczbowego i interpretowane jako współrzędne poszczególnych komórek.

Kolejny krok to skalowanie otrzymanych miejsc w macierzy poprzez odjęcie wartości obliczonych indeksów od pozycji ostatniego wiersza zawierającego „1”. Ostatni etap to przypisanie do nowoutworzonej macierzy obliczonych wcześniej współrzędnych jako komórek niosących informacje o przetwarzanym przebiegu. W ostatnim kroku tej fazy dokonano „przycięcia” rozmiaru tak, aby początek i koniec macierzy, był powiązany z punktami początkowym i końcowym krzywej. Kolejny etap to skalowanie przebiegu, które oparte było o informację o podziałkach osi O_x oraz O_y , a także wartości liczbowe poszczególnych załamek. Wykorzystano wartość międzyszczytową, która zawarta jest w każdym wykresie AEP tak samo jak czułość przypadająca na jedną działkę oraz czas trwania. Przy pomocy linijki dokonano pomiaru długości wcześniej wspomnianych parametrów, a następnie zaimplementowano możliwość ich wprowadzenia do aplikacji. W oparciu o wprowadzane odległości możliwe stało się skalowanie wszelkiego rodzaju krzywych słuchowych potencjałów wywołanych w zakresie wartości i czasu.

Po prawidłowym przetworzeniu i wygenerowaniu przebiegu AEP przystąpiono do zapisu odpowiednich informacji służących do ekstrakcji danych w formie kilku plików. Informację wartę zapisania to wartości długości w milimetrach, które służyły do skalowania, macierz odpowiadająca wyekstrahowanym danym, a także sam wykres przebiegu AEP utworzony w Matlabie. Dane te zapisane zostały w trzech plikach o odpowiednim rozszerzeniu.



Rys. 1. Etapy przetwarzania obrazu przez algorytm

Wnioski

Aplikacja poprawnie dokonuje ekstrakcji danych liczbowych z wykresów słuchowych potencjałów wywołanych jeśli możliwe jest dokonanie pomiaru opisanych wyżej długości, tj. podziałki osi O_x , O_y oraz wartości międzyszczytowej. Aplikacja może też służyć do konwersji archiwalnych wydruków AEPs do postaci cyfrowej, którą dalej można przetwarzać i odpowiednio interpretować.