



Państwowa Uczelnia im. Stefana Batorego

Kolegium Medyczno-Przyrodniczo-Techniczne

Instytut Nauk Informatyczno-Technicznych

Kierunek: **Informatyka**

Specjalność: **PRZETWARZANIE I WIZUALIZACJA DANYCH**

**Michał Kujawa**

Nr indeksu: **5985**

Praca dyplomowa nt.:

***Odtwarzacz plików audio i wideo  
wykorzystujący interfejs mózg komputer***

Promotorzy:

dr hab. inż. Janusz Dudczyk, prof. PUSB

mgr inż. Łukasz Rybak

Pracę przyjmuję

.....  
(data i podpis)

Skierniewice, 2021

## **Streszczenie**

Celem pracy było stworzenie odtwarzacza plików multimedialnych, który przy wykorzystaniu MindWave Mobile 2 daje możliwość sterowania programem. Urządzenie pozwala m. in. na odczyt spektrum fal mózgowych czy siły mrugnięcia, co daje ogromne możliwości rozwoju projektu czy poszerzenia wiedzy o działaniu mózgu. Aplikacja paruje się automatycznie z interfejsem mózg-komputer przy wykorzystaniu wtyczki udostępnianej przez firmę NeuroSky, dzięki czemu użytkownik posiada możliwość sterowania odtwarzaczem będąc w niedalekiej odległości od komputera słuchając dowolnego pliku audio bądź przełączać filmy bez potrzeby wstawiania.

W pracy została omówiona tematyka zagadnienia jakim jest interfejs mózg-komputer, jego działanie, zastosowanie oraz wprowadzenie do testów użyteczności, które miały na celu przetestowania odtwarzacza. Następnie zaprezentowano etapy powstawania projektu, jak na przestrzeni czasu były dodawane kolejne elementy. Warto wspomnieć, że aplikacja zawiera graficzny interfejs użytkownika, gdzie prototyp był jego pozbawiony. Pokazana jest m. in. implementacja szaty graficznej projektu, ekranów dialogowych oraz przesyłanie uzyskanych danych z urządzenia MindWave Mobile 2 do odtwarzacza, a na ich podstawie są podejmowane akcje związane ze sterowaniem.

Na koniec przedstawiona została m.in. charakterystyka przeprowadzonych testów użyteczności odtwarzacza plików multimedialnych, uzyskane wyniki oraz ich analiza. Również znajdują się podsumowanie, które zawiera wnioski, napotkane problemy w trakcie tworzenia projektu oraz sugestie dalszego rozwoju projektu.

**Słowa kluczowe: EEG, MindWave Mobile 2, C#, Visual Studio 2019, Spektrum fal mózgowych, Graficzny interfejs użytkownika, GUI, Sygnał mózgowy.**

## **Summary**

The purpose of the work was to create a multimedia file player which, using MindWave Mobile 2, enables program control. The device allows, among others to read the spectrum of brain waves or the strength of the blink, which gives great opportunities to develop a project or expand the knowledge about how the brain works. The application automatically pairs with the brain-computer interface using the plug provided by NeuroSky, thanks to which the user has the ability to control the player being in the vicinity of the computer, listening to any audio file or switching movies without having to get up.

The paper discusses the subject of the brain-computer interface, its operation, application and introduction to usability tests, which were to test the player. Then, the stages of creating the project are presented, as well as how new elements were added over time. It is worth mentioning that the application contains a graphical user interface, where the prototype was devoid of it. It is shown, among others. implementation of the project's graphic design, dialogue screens and transfer of the obtained data from the MindWave Mobile 2 device to the player, and on their basis, actions related to the control are taken.

At the end it was introduced characteristics of the conducted usability tests of the multimedia file player, the obtained results and their analysis. There is also a summary that includes conclusions, problems encountered during the creation of the project and suggestions for further development of the project.

**Keywords: EEG, MindWave Mobile 2, C#, Visual Studio 2019, Brain wave spectrum, Graphic User Interface, GUI, Brain wave.**

## Spis treści

Lista zastosowanych skrótów .....	6
1. Wstęp .....	7
1.1. Cel pracy .....	7
1.2. Założenia projektowe .....	7
1.3. Zakres pracy .....	8
2. Geneza, użyteczność i zastosowanie interfejsu mózg-komputer.....	9
2.1 Działanie i specyfikacja urządzenia MindWave Mobile 2 .....	9
2.2 Zastosowanie interfejsu mózg-komputer w aplikacjach i grach komputerowych .....	9
2.3 Środowisko programistyczne obsługujące interfejs mózg-komputer.....	13
2.4 Testy użyteczności odtwarzacza audio/video z interfejsem mózg-komputer .....	14
3. Implementacja aplikacji do sterowania odtwarzaczem audio i video za pośrednictwem interfejsu mózg – komputer .....	15
3.1. Implementacja Graficznego Interfejsu Użytkownika .....	15
3.1.1. Projekt i implementacja szaty graficznej ekranu głównego.....	16
3.1.2. Projekt i implementacja szaty graficznej ekranu dialogowego .....	20
3.2. Implementacja algorytmów przetwarzania danych .....	22
3.2.1. Parowanie aplikacji z urządzeniem MindWave Mobile2.....	22
3.2.2. Transmisja danych z zestawu słuchawkowego EEG do aplikacji .....	24
3.2.3. Filtracja fal mózgowych.....	24
3.2.4. Algorytm sterowania odtwarzaczem audio i video na podstawie uzyskanych danych.....	25
3.2.5. Funkcje odtwarzacza plików audio i video .....	27
4. Prezentacja aplikacji i wyników testów .....	29
4.1. Charakterystyka przeprowadzonych testów.....	29
4.2. Wyniki i analiza testów .....	31
4.3. Rezultaty stworzenia aplikacji.....	32
5. Podsumowanie.....	33
5.1. Wnioski.....	33
5.2. Kluczowe problemy i ich rozwiązania .....	33
5.3. Możliwe kierunki rozwoju projektu .....	33
6. Literatura .....	35
Spis rysunków .....	37
Spis tabel .....	38
Zawartość dysku .....	39

Załącznik 1 .....40

### Lista zastosowanych skrótów

**GUI** – przedstawienie informacji przez komputer w formie graficznej oraz umożliwienie interakcji z użytkownikiem.

**PC** - komputer ogólnego przeznaczenia którego rozmiar, możliwości i cena predysponują go do indywidualnego użytku.

**EEG** – metoda badania bioelektrycznej czynności mózgu.

**Mac** – komputer osobisty produkowany przez firmę Apple

**Sygnal mózgowy** – zmiany potencjału elektrycznego na powierzchni skóry głowy, pochodzące od aktywności neuronów kory mózgowej.

**Bluetooth** - standard bezprzewodowej komunikacji krótkiego zasięgu pomiędzy różnymi urządzeniami elektronicznymi, takimi jak klawiatura, komputer, laptop, palmtop, smartfon i wieloma innymi.

**ICT** - rodzina technologii przetwarzających, gromadzących i przesyłających informacje w formie elektronicznej.

**iOS** – system operacyjny Apple Inc. dla urządzeń mobilnych iPhone, iPod touch oraz iPad.

**Android** - system operacyjny z jądrem Linux dla urządzeń mobilnych takich jak telefony komórkowe, smartfony, tablety (tablety PC) i netbooki.

## 1. Wstęp

Rozwój technologiczny pozwala na coraz to bardziej innowacyjne rozwiązania dotyczące m. in. wspierania działań człowieka w codziennym życiu [9], badania człowieka pod kątem złych nawyków odżywiania [10], budowanie przewagi informacyjnej na współczesnym polu walki [16][17] czy szeroko pojętej dziedzinie neurologii [11]. Dzięki temu na Świecie pojawia się coraz więcej technologii, która ma na celu wsparcie człowieka, ale również opracowywanie coraz to nowszych metod leczenia i diagnozy [12].

Nawiązując do wspomnianego w pierwszych zdaniach rozdziału rozwoju technologii informacyjno-komunikacyjnych można dostrzec rosnącą popularność zastosowań interfejsu mózg-komputer, stanowiących obszar problematyki sektora ICT.

Przedmiotem niniejszej pracy inżynierskiej było zaprojektowanie, implementacja oraz przeprowadzenie testów użyteczności aplikacji umożliwiającej słuchania audio oraz oglądania wideo, z którą interakcja odbywa się za pośrednictwem interfejsu mózg-komputer. Praca omawia całościowy rezultat nad tworzeniem aplikacji, pokazuje złożoność sterowania za pomocą fal mózgowych, przy wykorzystaniu urządzenia MindWave Mobile 2 oraz wskazuje możliwe kierunki rozwoju aplikacji.

### 1.1. Cel pracy

Celem pracy było zaprojektowanie i implementacja aplikacji do odtwarzania materiałów audio i wideo sterowanej za pośrednictwem interfejsu mózg-komputer.

### 1.2. Założenia projektowe

Założeniami projektowymi są:

1. Umożliwienie połączenia się z wybranym odtwarzaczem plików multimedialnych;
2. Umożliwienie sterowania podstawowymi funkcjami odtwarzacza plików multimedialnych, poprzez wykorzystanie urządzenia MindWave Mobile 2.

Za podstawowe funkcje należy rozumieć:

- a. Uruchomienie wybranego pliku multimedialnego
- b. Wstrzymanie odtwarzania aktualnie odtwarzanego pliku multimedialnego
- c. Zatrzymanie odtwarzania aktualnie odtwarzanego pliku multimedialnego
- d. Wybranie następnego pliku multimedialnego z listy, jeżeli jest ich więcej niż 1
- e. Wybranie poprzedniego pliku multimedialnego z listy, jeżeli jest ich więcej niż 1
- f. Zwiększenie poziomu głośności aktualnie odtwarzanego pliku multimedialnego
- g. Zmniejszenie poziomu głośności aktualnie odtwarzanego pliku multimedialnego

Wyżej wymienione podstawowe funkcje odtwarzacza plików multimedialnych pozwalają na swobodne zarządzanie wczytanymi danymi. Umożliwienie odtwarzaczowi

plików multimedialnych analizowanie sygnałów i określania, w jakim stanie emocjonalnym użytkownik się znajduje.

### 1.3. Zakres pracy

Do osiągnięcia zdefiniowanego celu jakim jest stworzenie odtwarzacza plików multimedialnych wykorzystujący interfejs mózg-komputer, należy wypełnić poniższe zadania:

1. Zapoznać się z dokumentacją urządzenia MindWave Mobile 2 oraz danymi technicznymi.
2. Zapoznać się z dostępnymi aplikacjami na rynku firmy NeuroSky w celu zebrania doświadczenia, w obsłudze oraz używaniu urządzenia.
3. Pobrać narzędzia dla developerów oraz dokumentację, a następnie dokonać wnikliwej analizy dokumentacji.
4. Stworzyć prototypy, które da możliwość odczytywania spektrum fal mózgowych.
5. Stworzyć odtwarzacz plików multimedialnych wykorzystujący MindWave Mobile 2.

Praca podzielona jest na 6 rozdziałów.



## 2. Geneza, użyteczność i zastosowanie interfejsu mózg-komputer

### 2.1 Działanie i specyfikacja urządzenia MindWave Mobile 2

Urządzenie MindWave Mobile 2 firmy NeuroSky pozwala na bezpiecznie, nieinwazyjne pozyskiwanie i wyprowadzanie pomiarów spektrum mocy fal EEG. Przekazywanie pomiarów do podłączonego urządzenia jest wykonywane poprzez wykorzystanie interfejsu Bluetooth. Posiada również wbudowane specjalne moduły zwane NeuroSky eSense, które pozwalają mierzyć stan koncentracji, medytacji oraz siłę mrugnięcia okiem[1].

Specyfikacja urządzenia MindWave Mobile 2 [1]:

- Automatyczne parowanie z urządzeniem bluetooth;
- Pojedyncza bateria AAA;
- 8 godzin pracy na jednej baterii,
- Bluetooth v2.1 Class 2 (zasięg 10 metrów);
- Statyczny identyfikator urządzenia nagłownego;
- Obsługiwane systemy mobilne: iOS i Android;
- Zgodność z komputerami PC oraz Mac;
- Pomiary EEG;
- Waga: 90g.

Tabela 1 pokazuje, jakie rodzaje fal EEG urządzenie MindWave Mobile 2 potrafi odczytać oraz jakie stany towarzyszą danym częstotliwościom

*Tabela 1 Rodzaje fal EEG, (Źródło: [2])*

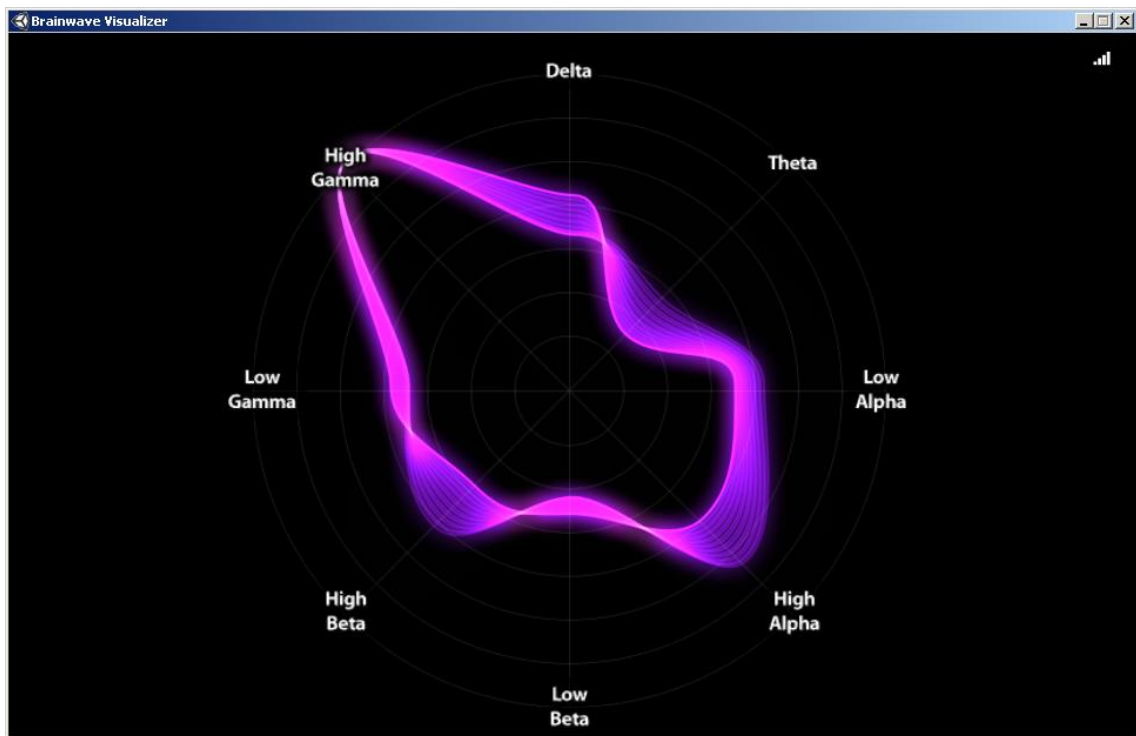
Rodzaj fali	Częstotliwość	Status
Delta	0.1Hz to 3Hz	Nieprzytomny, głęboki sen
Theta	4Hz to 7Hz	Bujanie w obłokach, rozluźnienie, myśli kreatywne
Alpha	8Hz to 12Hz	Wyciszony, Zrelaksowany, Przytomny
Beta	12Hz to 30Hz	Logiczne myślenie, czuwanie, czujność
Gamma	30Hz to 100Hz	Wysoki odbiór bodźców, Wysoka świadomość postrzegania

### 2.2 Zastosowanie interfejsu mózg-komputer w aplikacjach i grach komputerowych

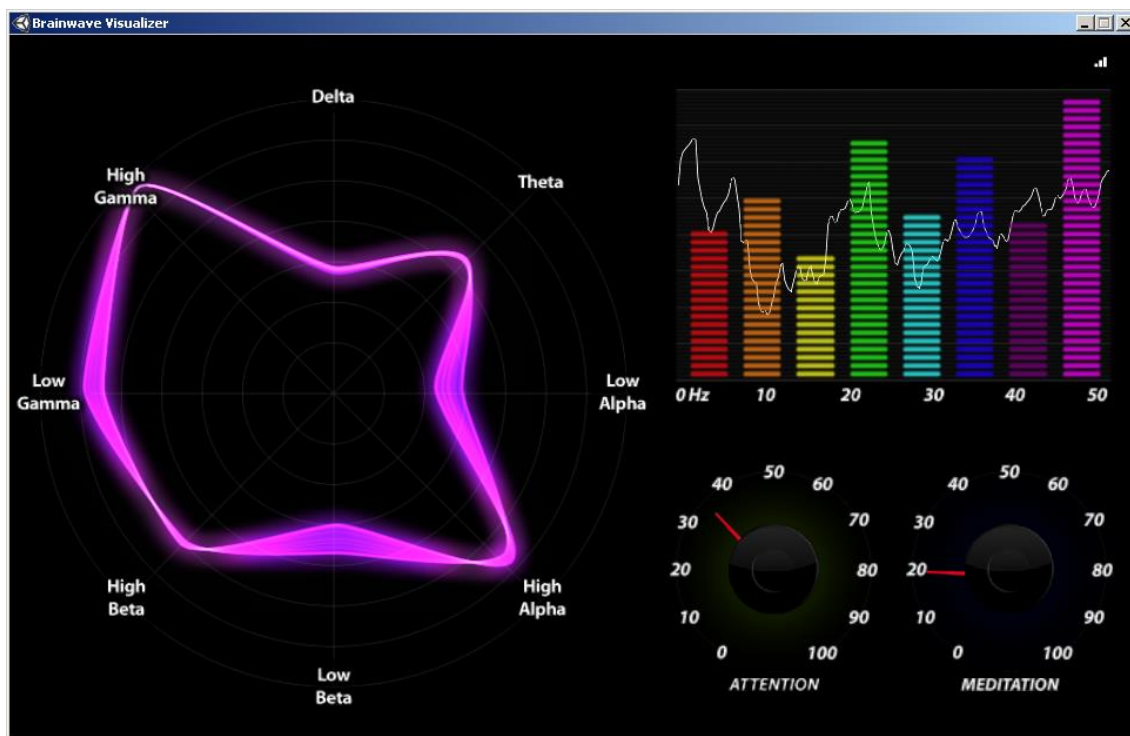
Urządzenie MindWave Mobile 2 ze względu na udostępnienie narzędzi deweloperskich przyczyniło się do stworzenia niezliczonej ilości aplikacji i gier, monitorujących jego aktywności bazując na wykonywanych czynnościach ruchowych czy graniu w gry komputerowe stworzone,

aby wykorzystywać spektrum fal mózgowych. Poniżej przedstawiono tylko kilka takich rozwiązań.

Brainwave Visualizer to aplikacja, dzięki której istnieje możliwość reprezentacji graficznej aktywności mózgu poprzez kolorową wizualizację, ale również pozwala zaobserwować wykres widma mocy fal mózgowych czy dwa mierniki uwagi i medytacji eSense. Graficzna wizualizacja zmienia swój kształt i kolor w zależności od stanu aktywności widma fal mózgowych (Rys. 2.1, Rys. 2.2) [3].



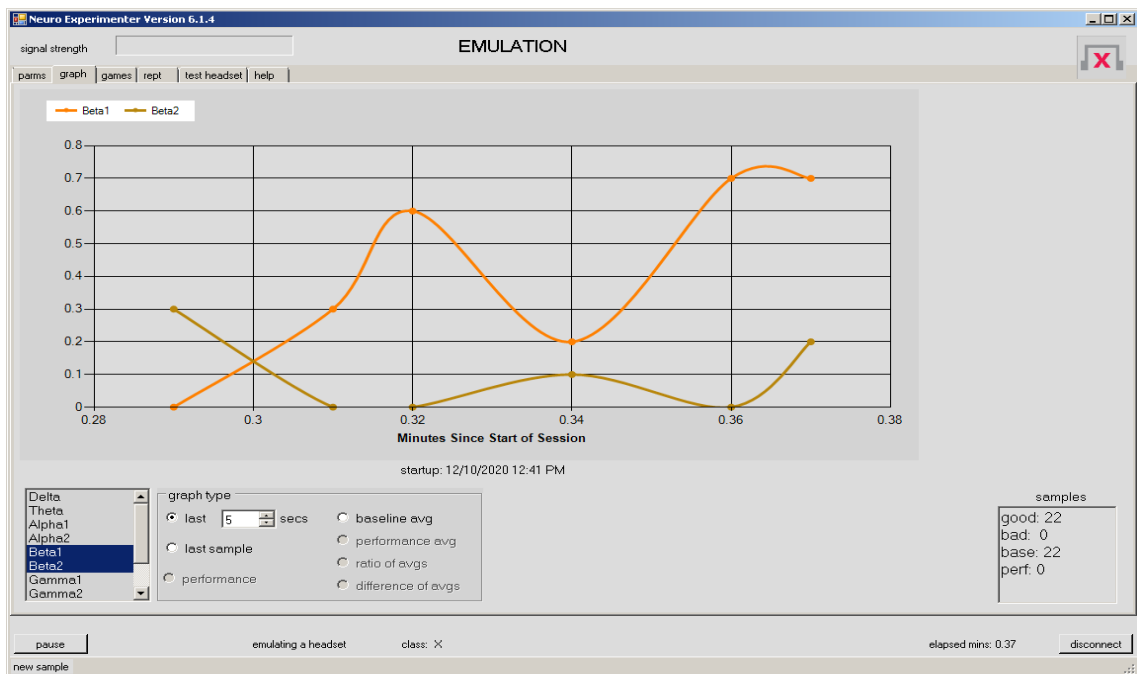
*Rysunek 2.1 Przykład graficznej wizualizacji fal mózgowych przez aplikację Brainwave Visualize (Źródło: Opracowanie własne)*



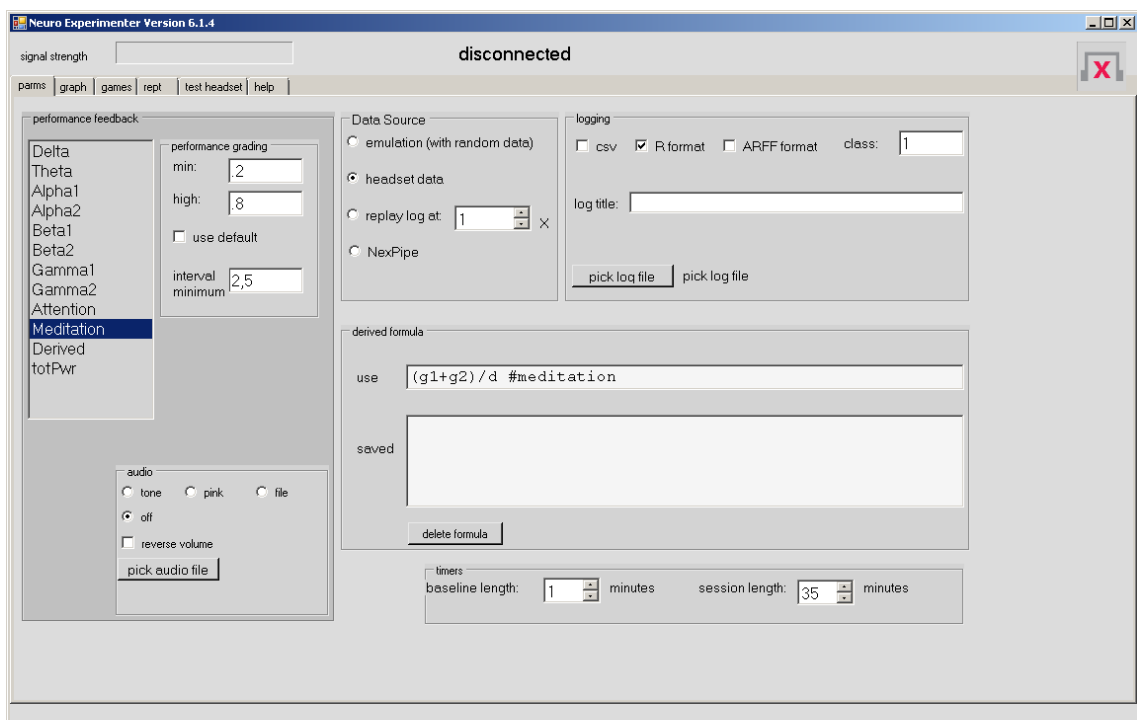
*Rysunek 2.2 Przykład graficznej wizualizacji fal mózgowych (Źródło: Opracowanie własne)*

NeuroExperimenter to aplikacja która umożliwia oglądanie i słuchanie spektrum mocy fal mózgowych podczas różnych stanów naszego mózgu. Program poprzez wyświetlanie oraz monitorowanie wszystkich lub wybranych fal mózgowych na grafie generowanym w czasie rzeczywistym (Rys. 2.3), pozwala na:

1. Rozpoznanie, jakie czynności generują konkretne fale.
2. Wprowadzanie własnych formuł (Rys. 2.4).
3. Rejestrowanie dzienników i ich zapis.
4. Wprowadzanie danych do programów statystycznych [4].



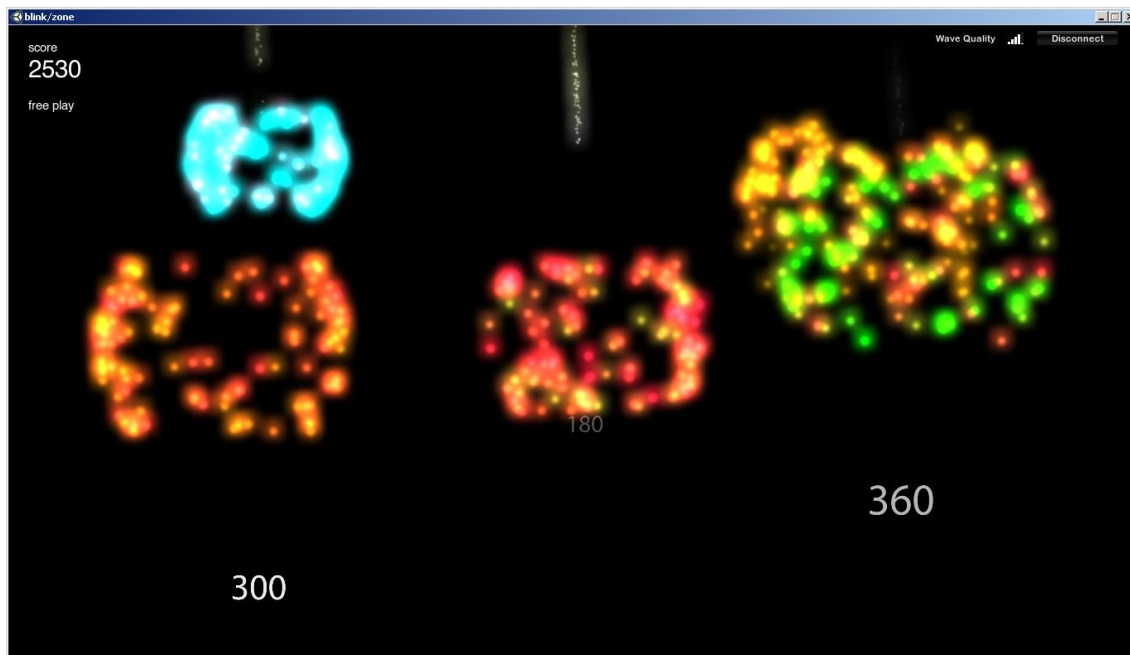
Rysunek 2.3 Przykład grafu generowanego w czasie rzeczywistym z wyświetlaniem fal gamma (Źródło: Opracowanie własne)



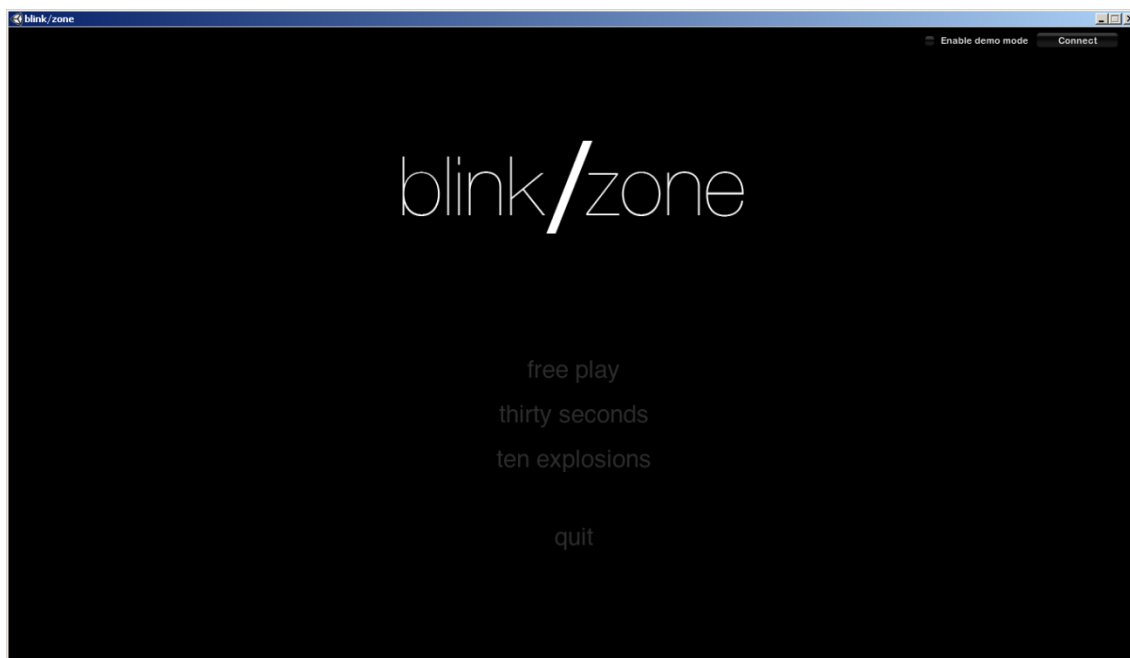
Rysunek 2.4 Okno główne aplikacji umożliwiające m.in. wprowadzenie własnych formuł (Źródło: Opracowanie własne)

Blink/zone jest grą, która opiera się na sile mrugnięcia przechwytywane przez urządzenie mózg-komputer. Im silniejsze mrugnięcie tym silniejszy wybuch fajerwerków (Rys.

2.5). Gra posiada trzy tryby: Free play, thirty seconds, ten explosions (Rys.2.6). Wysokość i kolor fajerwerków uzależniona jest od aktywności mózgu [5].



Rysunek 2.6 Gra w trakcie trybu Free play (Źródło: Opracowanie własne)



Rysunek 2.5 Menu główne gry (Źródło: Opracowanie własne)

## 2.3 Środowisko programistyczne obsługujące interfejs mózg-komputer

Z pośród wielu dostępnych w sieci Internet środowisk programistycznych, które obsługują interfejs mózg-komputer, na potrzeby tworzenia aplikacji został wybrany program Visual Studio 2019.

Program Visual Studio 2019 jest zintegrowanym środowiskiem programistycznym, które służy w wielu aspektach tworzenia oprogramowania, a dzięki narzędziom do uzupełniania kodu, kompilatorom, możliwości projektowania graficznego interfejsu i wielu innych funkcji wyróżnia się na tle innych programów [11].

Poniżej przedstawiono tylko kilka funkcji programu Visual Studio 2019, które wspierają tworzenie aplikacji:

- „Zygzaki” są to wizualne wskazówki dzięki którym istnieje natychmiastowa możliwość poprawiania popełnianych błędów lub potencjalnych problemów w kodzie, który jest wprowadzany, bez oczekiwania na etap kompilowania projektu.
- „Szybkie akcje” są to akcje, które pozwalają na szybką modyfikację lub generowanie kodu. Warto zaznaczyć, że są dostępne dla projektów, które są tworzone w języku programowania C#, C++ i Visual Basic [12].
- „IntelliSense” jest to technologia, która jest zestawem funkcji umożliwiających wyświetlanie informacji, w wybranym miejscu kodu, o możliwościach zastosowania metod, zmiennych czy wydarzeń.
- „Przejdź do definicji” jest funkcją, która umożliwia przejście do miejsca, gdzie zdefiniowany jest dany typ lub funkcja.

## 2.4 Testy użyteczności odtwarzacza audio/video z interfejsem mózg-komputer

Testy użyteczności przeprowadza się w celu zweryfikowania działania wybranego produktu, w tym przypadku aplikacji audio/video przy wykorzystaniu urządzenia MindWave Mobile 2. Przewodnim celem przeprowadzania testów użyteczności jest sprawdzenie użytkowników aplikacji pod względem radzenia sobie z obsługą przy wykonywaniu określonych zadań. Przeprowadza się je osobiście poprzez wykonanie przez uczestnika lub grupy uczestników wcześniej zaplanowanych zadań. Należy mieć na uwadze, że poprawnie zrealizowane testy użyteczności pozwalają na wdrożenie zmian zwiększających użyteczność produktu.

Warto zaznaczyć, że podczas przeprowadzania testów użyteczności wykorzystuje się dodatkowe narzędzia, są to m.in.:

- Kamera;
- Lustro weneckie;
- Rejestrator obrazu ekranu użytkownika;
- Eye-tracker.

W przeprowadzanych testach użyteczności zgromadzono następujące dane:

- Czas wykonania zadania;
- Rodzaj i ilość popełnionych błędów;
- Satysfakcja z wykonywanych zadań;
- Ograniczenia przy wykorzystaniu nowoczesnych technologii;
- Ograniczenia wiekowe;
- Odczucia uczestnika w trakcie wykonywania zadań;

### 3. Implementacja aplikacji do sterowania odtwarzaczem audio i video za pośrednictwem interfejsu mózg – komputer

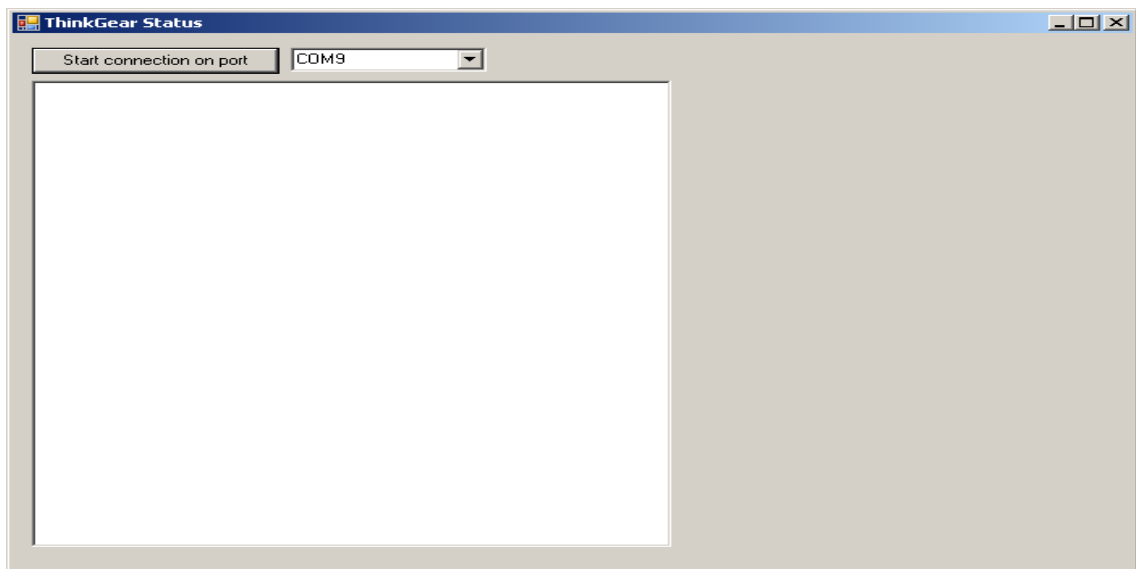
#### 3.1. Implementacja Graficznego Interfejsu Użytkownika

Graficzny interfejs użytkownika w odtwarzaczu plików multimedialnych został zaimplementowany w środowisku deweloperskim Visual Studio 2019 z wykorzystaniem języka programowania C# oraz interfejsu programowania aplikacji graficznych Windows Forms. W trakcie tworzenia szaty graficznej aplikacji starano się, aby był ona prosta w użyciu.

Prototyp był pozbawiony części graficznej, wykorzystywał tylko konsolę (Rys. 3.1). Na rysunkach (Rys. 3.1, 3.2, 3.3) przedstawiono wygląd GUI w kolejnych iteracjach cyklu jego powstawania.



*Rysunek 3.1 Pierwszy projekt odtwarzacza audio i video przy użyciu MindWave Mobile2  
(Źródło: opracowanie własne)*



*Rysunek 3.2 Drugi projekt odtwarzacza audio i video przy użyciu MindWave Mobile2  
(Źródło: opracowanie własne)*



*Rysunek 3.3 Trzeci projekt odtwarzacza audio i video przy użyciu MindWave Mobile2  
(Źródło: opracowanie własne)*

### 3.1.1. Projekt i implementacja szaty graficznej ekranu głównego

Projekt uruchamiany jest w oknie o rozmiarze 800x533 pikseli. W każdej chwili ekran wyświetlania filmu można powiększyć do maksymalnej rozdzielczości monitora. Ponadto istnieją możliwości zminimalizowania lub zamknięcia odtwarzacza.





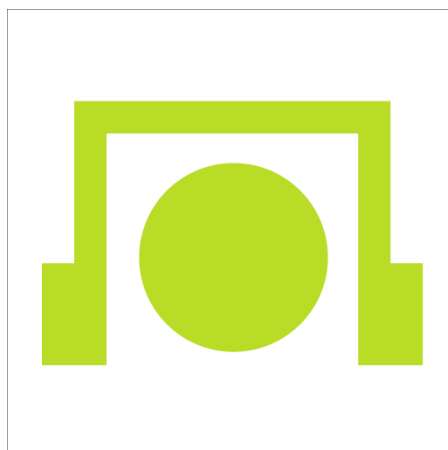
*Rysunek 3.2 Główny ekran projektu (Źródło: opracowanie własne)*

Główne okno projektu (Rys. 3.4) zawiera:

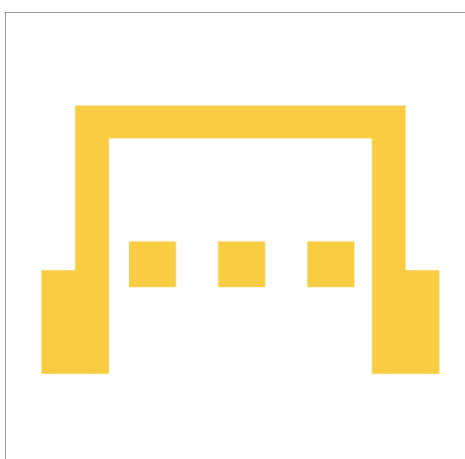
1. Tytuł odtwarzacza;
2. Przycisk minimalizacji odtwarzacza;
3. Przycisk zamykania odtwarzacza;
4. Status odtwarzacza;
5. Status połączenia z urządzeniem MindWave Mobile 2;
6. Obszar wyświetlania multimedialnych;
7. Listę wczytanych plików multimedialnych;
8. Oś czasu odtwarzanego pliku multimedialnego;
9. Grupę przycisków sterujących:
  - a. Play – rozpoczyna odtwarzanie wybranego z listy pliku multimedialnego;
  - b. Pause – wstrzymuje odtwarzanie;
  - c. Stop – zatrzymuje odtwarzanie;
  - d. Previous – wybranie poprzedniego pliku multimedialnego z listy;
  - e. Next – wybranie następnego pliku multimedialnego z listy;
  - f. Open – dodawanie wielu plików multimedialnych do listy odtwarzacza;
  - g. – (minus) – zmniejszenie poziomu głośności o 5 procent;
  - h. + (plus) – zwiększenie poziomu głośności o 5 procent.
10. Suwak poziomu głośności.

Odtwarzacz od chwili uruchomienia rozpoczyna łączenie się z urządzeniem MindWave Mobile 2, świadczy o tym status połączenia, który znajduje się po prawej stronie napisu tytułowego odtwarzacza. Status przyjmując trzy stany:

- Połączony – zielona ikona (Rys. 3.5);
- Łączenie – żółta ikona (Rys. 3.6);
- Rozłączony – czerwona ikona (Rys. 3.7).



*Rysunek 3. 3 Ikona statusu informująca o sparowaniu urządzeń  
(Źródło: Opracowanie własne)*



*Rysunek 3. 7 Ikona statusu informująca o parowaniu urządzeń  
(Źródło: Opracowanie własne)*



*Rysunek 3. 6 Ikona statusu informująca o braku połączenia  
pomiędzy urządzeniami (Źródło: Opracowanie własne)*

Status odtwarzacza, który znajduje się w lewym górnym rogu, zmienia się w zależności od akcji jakie użytkownik podejmuje i przyjmuje następujące statusy:

- Playing... - odtwarza plik multimedialny;
- Paused... - wstrzymanie odtwarzania;
- Stopped... - zatrzymanie odtwarzania.

Poprzez dwukrotne kliknięcie lewym przyciskiem myszy w poniżej wybrane miejsca odtwarzacza plików multimedialnych skutkują różnymi szybkimi akcjami:

- Dowolny plik multimedialny znajdujący się na liście powoduje odtworzenie go;
- Obszar wyświetlania multimedii powoduje zmaksymalizowanie aktualnie odtwarzanego pliku multimedialnego.

Główny ekran składa się z jednego formularza Windows Forms, w którym zawarte są wszystkie pola oraz funkcje odpowiadające za poprawne działanie odtwarzacza plików multimedialnych.

Kod źródłowy został podzielony na 5 różnych kategorii przy wykorzystaniu funkcji #region, umożliwiające tworzenie bloków oraz nazywanie ich. Dzięki czemu pozwala na proste zarządzanie kodem zawartym w projekcie i dbanie o przejrzystość (List. 3.1):

- Global Vars – globalne pola;
- Read Packets as BackgroundWorker – funkcje odpowiadające za połączenie oraz odczyt spektrum fal mózgowych z MindWave Mobile 2;
- Functions – funkcje odpowiadające za wykonywanie różnych zadań m.in. zmiana zaznaczenia przycisku, przejście w tryb ustawień czy odtwarzanie dźwięku przycisku, gdy użytkownik jest w odpowiednim trybie;
- Buttons Functionality – różnego rodzaju zdarzenia odpowiadające przyciskom umieszczonym w odtwarzaczu;
- Timers – czasomierze.

```
public partial class AudioVideoPlayer : Form
{
    Global Vars

    public AudioVideoPlayer() [...]

    Read Packets as BackgroundWorker

    Functions

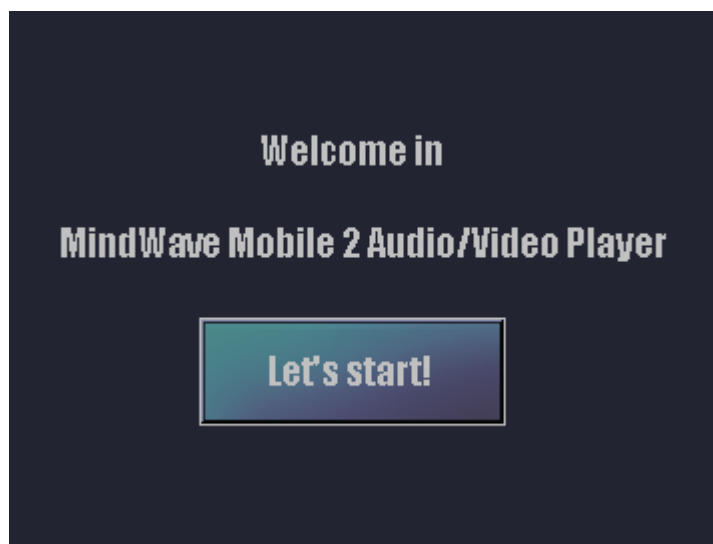
    Buttons Functionality

    Timers
}
```

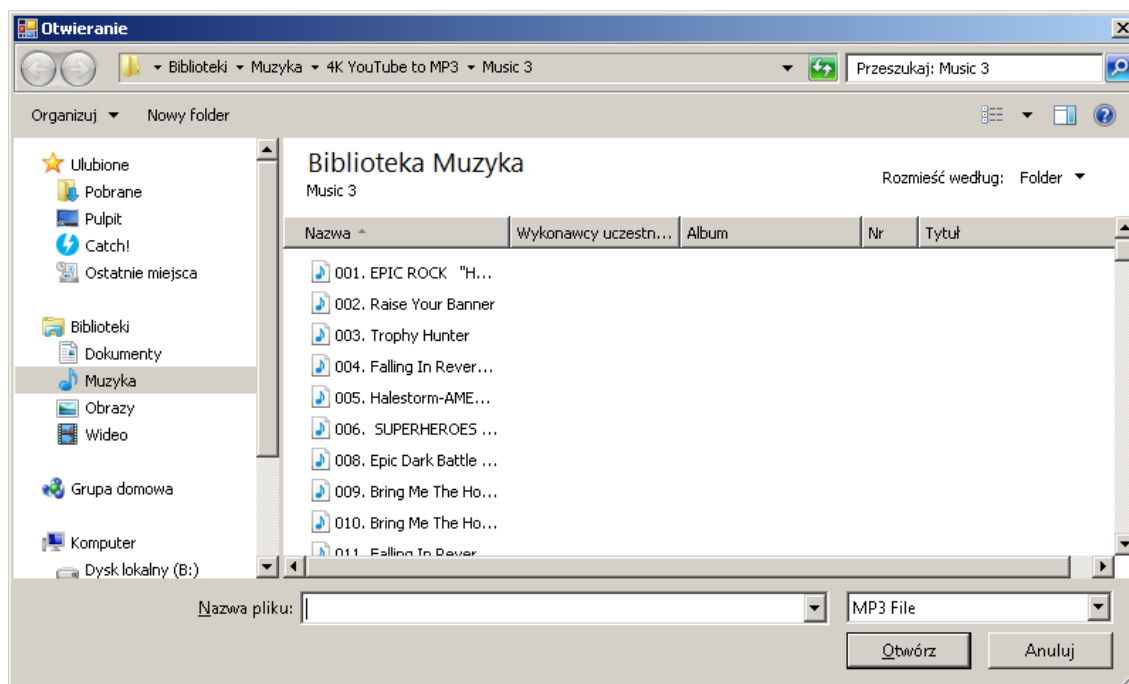
*Listing 3.1 Podział kodu na bloki w odtwarzaczu plików multimedialnych  
(Źródło: opracowanie własne)*

### 3.1.2. Projekt i implementacja szaty graficznej ekranu dialogowego

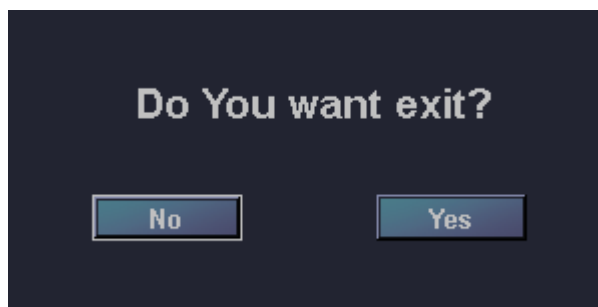
Projekt zawiera kilka okien dialogowych (Rys. 3.8, 3.9, 3.10), które służą do informowania użytkownika odtwarzacza plików multimedialnych o podejmowanych akcjach. W celu zapewnienia komfortowego użytkownika odtwarzacza konieczne było stworzenie własnych okien modalnych, zapewniających podobną funkcjonalność. Wygląd większości ekranów dialogowych został dopasowany do całości projektu, aby różna tonacja kolorów nie przeszkadzała w użytkowaniu.



Rysunek 3.8 Okno dialogowe po uruchomieniu projektu odtwarzacza plików multimedialnych  
(Źródło: opracowanie własne)



Rysunek 3.9 Okno dialogowe przy wyborze plików multimedialnych  
(Źródło: opracowanie własne)



*Rysunek 3.10 Okno dialogowe przy próbie wyłączenia odtwarzacza plików multimedialnych (Źródło: Opracowanie własne)*

Okno dialogowe odpowiadające za wybór plików multimedialnych jest dostępną klasą w języku C# (Listing 3.2). Pozostałe okna dialogowe zostały utworzone przy pomocy formularzy Windows Forms (Listing 3.3, 3.4).

```
private void btnOpen_Click(object sender, EventArgs e)
{
    btnStop_Click(sender, e);
    if (!IsSettingsMode)
    {
        IsSettingsMode = true;
        SetSettingsMode();
    }
    ltbFiles.Items.Clear();
    OpenFileDialog openFileDialog = new OpenFileDialog();
    openFileDialog.Multiselect = true;
    openFileDialog.Filter = "MP3 File|*.mp3|MP4 File|*.mp4|All
file|*.*";
    if (openFileDialog.ShowDialog() ==
System.Windows.Forms.DialogResult.OK)
    {
        Paths = openFileDialog.FileNames;
        Files = openFileDialog.SafeFileNames;
        for(int i = 0; i < Files.Length; i++)
        {
            Files[i] = i + ". " + Files[i];
        }
        foreach(string file in Files)
        {
            ltbFiles.Items.Add(file);
        }
        ltbFiles.SelectedIndex = 0;
    }
}
```

*Listing 3.2 Implementacja okna dialogowego odpowiadającego za wybór plików multimedialnych (Źródło: Opracowanie własne)*

```
public partial class Exit : Form
{
```

```

AudioVideoPlayer AUdioVideoPlayer;

public Exit(AudioVideoPlayer audioVideoPlayer)
{
    AUdioVideoPlayer = audioVideoPlayer;
    InitializeComponent();
}

private void btnNo_Click(object sender, EventArgs e)
{
    this.Close();
}

private void btnYes_Click(object sender, EventArgs e)
{
    AUdioVideoPlayer.ApplicationExitChoose(true);
    this.Close();
}
}

```

*Listing 3.3 Implementacja okna dialogowego odpowiadającego za zapytanie użytkownika czy chce opuścić odtwarzacz (Źródło: Opracowanie własne)*

```

public partial class Welcome : Form
{
    public Welcome()
    {
        InitializeComponent();
    }
    private void Button1_Click(object sender, EventArgs e)
    {
        this.Hide();
        Thread.Sleep(500);
        AudioVideoPlayer audioVideoGUI = new AudioVideoPlayer();
        audioVideoGUI.ShowDialog();
        this.Close();
    }
}

```

*Listing 3.4 Implementacja okna dialogowego pojawiającego się przy uruchomieniu odtwarzacza plików multimedialnych (Źródło: Opracowanie własne)*

## 3.2. Implementacja algorytmów przetwarzania danych

### 3.2.1. Parowanie aplikacji z urządzeniem MindWave Mobile2

Za parowanie aplikacji z urządzeniem MindWave Mobile 2 odpowiada wtyczka ThinkGear Connector, która pełni również rolę serwera. Serwer uruchamiany jest jako proces w tle, co umożliwia bezpośredni odczyt danych z urządzeń NeuroSky. Platforma programistyczna ThinkGear oparta jest na .NET, a sam kod jest napisany w języku programowania C++ przy wykorzystaniu formatu plików JSON.

Interfejs oferuje bardzo dużą gamę właściwości, dzięki którym istnieje możliwość badania, analizowania oraz odczytu spektrum wybranych fal mózgowych. Poniżej przedstawiono listę, gdzie przedstawiono wybrane właściwości wraz z krótkim opisem:

- POOR SIGNAL (jakość sygnału) jest to jedno bajtowa zmienna, typu integer wartość z przedziału liczb 0 – 255, która opisuje jak bardzo duże zakłócenia

znajdują się w przesyłanym sygnale. Im większa wartość, tym większe zakłócenia są w sygnale. Dla wartości 200 jest specjalny zapis, który świadczy, że elektrody urządzenia NeuroSky nie dotykają skóry użytkownika;

- Meditation (medytacja) jest to jedno bajtowa zmienna, z przedziału liczb 0 – 100, która określa poziom naszej aktywności mózgu w zakresie jego relaksu i wyciszenia. Trzeba zaznaczyć, że jest to wartość mentalna, nie fizyczna, osoby wykorzystująca interfejs mózg-komputer, więc rozluźnienie wszystkich partii mięśniowych może nie przynieść natychmiastowego wzrostu współczynnika medytacji;
- Attention (skupienie) jest to jedno bajtowa zmienna, z przedziału liczb 0 – 100, która określa poziom skupienia mózgu osoby, która korzysta z interfejsu mózg-komputer.
- EEG Power jest to szereg ośmiu wartości, które reprezentują konkretne spektrum mocy fal mózgowych. Wartości reprezentowane są w 4 bitach typu float, odpowiadającym kolejno falom:
  - Delta (0.5 - 2.75Hz) ;
  - Theta (3.5 - 6.75Hz);
  - Low-alpha (7.5 - 9.25Hz);
  - High-alpha (10 - 11.75Hz);
  - Low-beta (13 - 16.75Hz);
  - High-beta (18 - 29.75Hz);
  - Low-gamma (31 - 39.75Hz);
  - Mid-gamma (41 - 49.75Hz).
- Eye Blink Strenght jest to wartość reprezentująca z jaką mocą użytkownik urządzenia mrugnął [7].

Projekt zawiera odwołania do bibliotek ThinkGear, NLog oraz JSON dołączonych do narzędzi developerskich, które umożliwiają aplikacjom połączenie się z wtyczką. Wykorzystywana jest klasa BackgroundWorker, która pozwala na wykonywanie operacji asynchronicznie [13] (Rys. 3.12). Przy wykorzystaniu wbudowanej klasy Connector w dołączonych bibliotekach istnieje możliwość sparowania odtwarzacza plików multimedialnych z wtyczką ThnkGear (Rys. 3.13).

```
BackgroundWorker backgroundWorker = new BackgroundWorker();  
backgroundWorker.DoWork += ConnectTGAsync;  
backgroundWorker.WorkerSupportsCancellation = true;  
backgroundWorker.RunWorkerAsync();
```

*Listing 3.5 Utworzenie klasy BackGroundWorker w celu utrzymania połączenia z wtyczką ThinkGear. (Źródło: Opracowanie własne)*

```

void ConnectTGAsync(object sender, DoWorkEventArgs e)
{
    connector = new Connector();
    connector.DeviceConnected += new EventHandler(OnDeviceConnectedAsync);
    connector.DeviceConnectFail += new EventHandler(OnDeviceFailAsync);
    connector.DeviceValidating += new EventHandler(OnDeviceValidatingAsync);
    connector.ConnectScan("COM9");
    connector.setBlinkDetectionEnabled(true);
}

```

*Listing 3.6 Zdarzenie odpowiadające za parowanie odtwarzacza plików multimedialnych z urządzeniem MindWave Mobile 2. (Źródło: Opracowanie własne)*

### 3.2.2. Transmisja danych z zestawu słuchawkowego EEG do aplikacji

Aplikacja w momencie pozytywnego połączenia się z urządzeniem w zdarzeniu OnDeviceConnectedAsync (Listing 3.7), zostaje uruchomione nowe zdarzenie OnDataReceivedAsync (Listing 3.8), odpowiedzialne za transmisję danych do aplikacji jakim jest odtwarzacz plików multimedialnych.

```

void OnDeviceConnectedAsync(object sender, EventArgs e)
{
    Connector.DeviceEventArgs deviceEventArgs = (Connector.DeviceEventArgs)e;

    picConnectionStatus.Invoke((Action<int>)ChangeImageConnectionStatus, 0);

    deviceEventArgs.Device.DataReceived += new EventHandler(OnDataReceivedAsync);
}

```

*Listing 3.7 Implementacja zdarzenia odpowiedzialnego za pozytywne połączenie aplikacji z MindWave Mobile 2 (Źródło: Opracowanie własne)*

```

void OnDataReceivedAsync(object sender, EventArgs e)
{
    Device d = (Device)sender;
    Device.DataEventArgs dataEventArgs = (Device.DataEventArgs)e;
    TGParser tGParser = new TGParser();
    tGParser.Read(dataEventArgs.DataRowArray);
}

```

*Listing 3.8 Implementacja zdarzenia odpowiedzialnego za transmisję danych z zestawu słuchawkowego EEG do aplikacji. (Źródło: Opracowanie własne)*

### 3.2.3. Filtracja fal mózgowych

Filtracja fal mózgowych jest wykonywana za każdym razem, gdy zdarzenie OnDataReceivedAsync otrzyma dane. Filtracja rozpoczyna się za pośrednictwem pętli for,



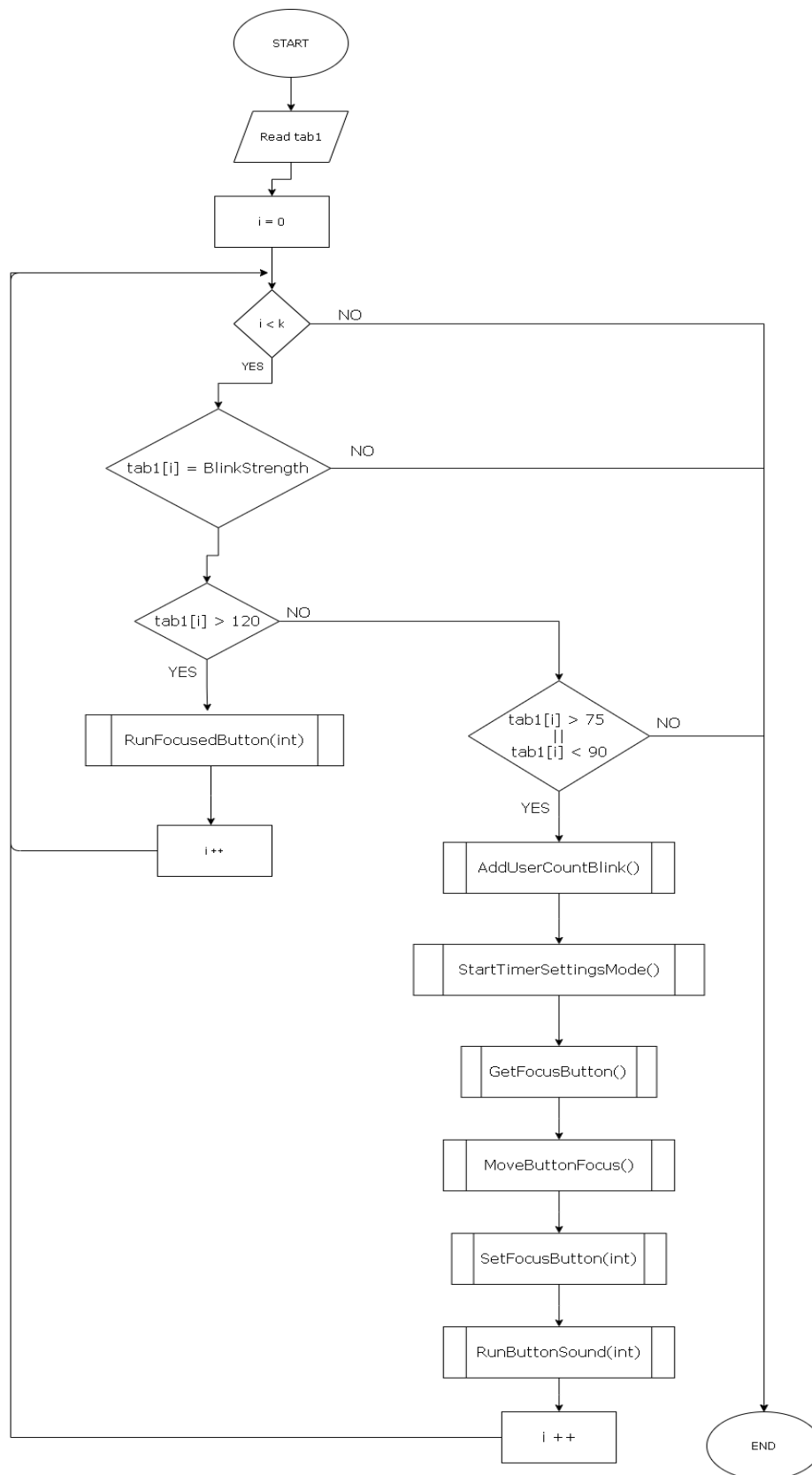
która iteruje po każdym polu przez każde pole otrzymanej tablicy danych, w celu wyszukania słów kluczowych (Listing 3.9), a następnie wykonanie zaimplementowanych akcji. Informacje dotyczące słów kluczowych można znaleźć w dokumentacji dla developerów urządzenia MindWave Mobile 2 [15].

```
for (int i = 0; i < tGParser.ParsedData.Length; i++)  
{  
    if (tGParser.ParsedData[i].ContainsKey("BlinkStrength"))  
    {
```

*Listing 3.9 Implementacja filtracji fal mózgowych. (Źródło: Opracowanie własne)*

### 3.2.4. Algorytm sterowania odtwarzaczem audio i video na podstawie uzyskanych danych

Przedstawiony schemat blokowy algorytmu sterowania odtwarzaczem audio i video na podstawie uzyskanych danych (Rys. 3.8) jest jedną z kilku form reprezentacji. Stworzony został w taki sposób, aby jego rozbudowa była możliwa i nie stwarzała większych problemów.



Rysunek 3.9 Algorytm sterowania odtwarzaczem plików multimedialnych na podstawie uzyskanych danych z MindWave Mobile 2 (Źródło: Opracowanie własne)

Algorytm pobiera tablicę danych (Listing 3.8), która przy wykorzystaniu pętli for (Listing 3.9) przechodzi po każdym elemencie tablicy w poszukiwaniu słów kluczowych. W tym przypadku jest to słowo BlinkStrenght, które odpowiada za siłę mrugnięcia przez użytkownika urządzenia MindWave Mobile 2. Następnie jest sprawdzana liczba zawarta w tablicy. Jeżeli wartość przekracza liczbę 120, która symbolizuje silne mrugnięcie przez użytkownika, wywoływana jest metoda RunFocusedButton, która przyjmuje argument typu int. Odpowiada ona za uruchomienie aktualnie zaznaczonego przycisku w odtwarzaczu plików audio i video. W przeciwnym wypadku jest sprawdzana czy liczba mieści się w przedziałach od 75 do 90, co odpowiada lekkiemu mrugnięciu. Jeżeli jest to prawdą, to zostaje uruchomiony szereg metod:

- AddUserCountBlink – metoda odpowiadająca za dodawanie mrugnięć wykonanych przez użytkownika;
- StartTimerSettingsMode – metoda odpowiadająca za zmianę trybu odtwarzacza na podstawie ilości mrugnięć w przedziale półtorej sekundy;
- GetFocusButton – metoda pobierająca numer aktualnie zaznaczonego przycisku w odtwarzaczu;
- MoveButtonFocus – metoda odpowiadająca za przesunięcie zaznaczenia przycisku o jeden w prawo;
- SetFocusButton – metoda odpowiadająca za ustalenie zaznaczenia na podstawie przesyłanego argumentu;
- RunButtonSound – metoda odpowiadająca za dźwięk zaznaczonego przycisku, na podstawie przesyłanego argumentu;

Wszystkie wyżej wymienione liczby oraz przedziały liczbowe zostały ustalone w wyniku przeprowadzanych testów nad algorytmem sterowania.

### 3.2.5. Funkcje odtwarzacza plików audio i video

Algorytm sterowania odtwarzaczem plików multimedialnych na podstawie uzyskanych danych z MindWave Mobile 2 jest uruchamiany za każdym razem, gdy zostanie wychwycone słowo kluczowe „BlinkStrenght”, które odpowiada za siłę z jaką użytkownik mrugnął. W oparciu o uzyskaną wartość, algorytm podejmuje odpowiednie kroki:

- Jeżeli wartość siły mrugnięcia przekracza liczbę 120, algorytm rozpoznaje to jako „wciśnięcie” wybranego przycisku;
- Jeżeli wartość siły mrugnięcia mieści się pomiędzy liczbami 75 a 90, algorytm rozpoznaje to jako „wybranie następnego” przycisku. W tym momencie istnieje możliwość uruchomienia trybu ustawień lub odtwarzania naprzemiennie poprzez trzy mrugnięcia, mieszczące się w czasie półtorej sekundy. Czas ten został ustalony na podstawie przeprowadzanych testów przy tworzeniu projektu i jest to optymalny czas, aby móc swobodnie zmieniać dostępne tryby:
  - użytkownik uruchamiając odtwarzacz jest w trybie ustawień - wszystkie przyciski są dostępne, dźwięk jest odtwarzany przy przełączaniu się pomiędzy przyciskami;
  - użytkownik może wyjść z trybu ustawień na dwa sposoby:
    - poprzez naciśnięcie przycisku Play;

- poprzez trzy mrugnięcia, mieszczące się w czasie półtorej sekundy.
- w przypadku, gdy użytkownik wyszedł do trybu ustawień, a odtwarzany jest plik audio/video, wtedy aktualny grany plik audio/video jest zatrzymywany;
- w przypadku wyjścia z trybu ustawień, a plik audio/video jest zatrzymany, zostaje on wznowiony;
- użytkownik w trybie uruchomienia ma dostępne dwa przyciski odpowiadające zwiększeniu/zmniejszeniu poziomu głośności, przyciski nie wydają dźwięku, który informuje na jakim przycisku użytkownik aktualnie się znajduje;

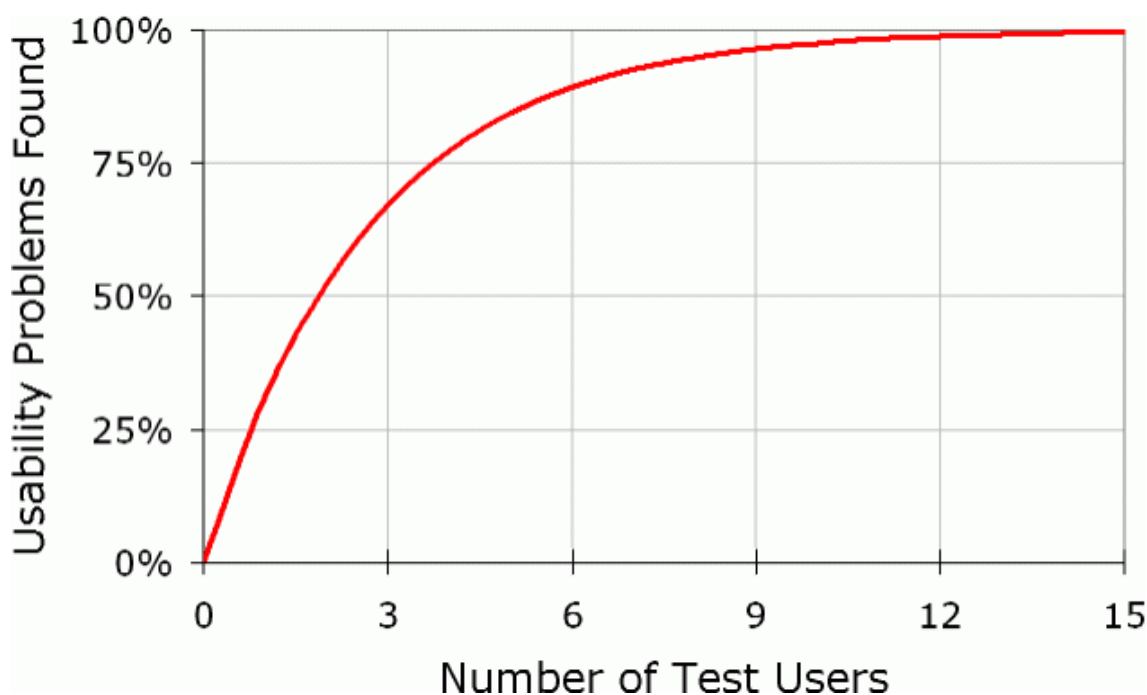
## 4. Prezentacja aplikacji i wyników testów

### 4.1. Charakterystyka przeprowadzonych testów

Głównym celem testów dla odtwarzacza audio/video z wykorzystaniem interfejsu mózg-komputer było znalezienie odpowiedzi na pytania:

- Czy obsługa aplikacji sprawia problemy?
- Czy aplikacja przyjełaby się w codziennym użytkowaniu?
- W jaki sposób rozbudować aplikację, aby zainteresowanie wzrosło?

W badaniach przeprowadzonych przez Nielsen Norman Group [6], wysoki procent efektywności testów można uzyskać przeprowadzając je na co najmniej pięciorgu uczestnikach (Rys. 4.1).



*Rysunek 4.1 Wykres użyteczności przeprowadzonych testów do ilości osób biorących w nich udział [6]*

W tym celu zdefiniowano trzy zadania polegające na obsłudze odtwarzacza audio/video przy wykorzystaniu urządzenia MindWave Mobile 2:

1. Wybranie przez użytkownika dowolnej ilości plików multimedialnych. Następnie uruchomienie odtwarzania na trzy różne sposoby:
  - Dwukrotne naciśnięcie lewym przyciskiem myszy na dowolny plik multimedialny z listy;
  - Naciśnięcie przycisku Play;
  - Trzykrotne mrugnięcie w czasie półtorej sekundy.

2. W trakcie odtwarzania zmieniać naprzemiennie poziom głośności oraz dostępne tryby przy wykorzystaniu MindWave Mobile 2;
3. Przy pomocy dostępnych przycisków wykonać oraz MindWave Mobile 2:
  - Uruchomić tryb ustawień;
  - Zmienić na kolejny plik multimedialny z listy;
  - Zmniejszyć poziom głośności;
  - Ponownie uruchomić tryb ustawień;
  - Wznović odtwarzanie pliku.
4. Przy pomocy dostępnych przycisków wykonać oraz MindWave Mobile 2:
  - Uruchomić tryb odtwarzania;
  - Wybrać dowolne pliki multimedialne;
  - Uruchomić dowolny plik multimedialny;
  - Wstrzymać odtwarzanie pliku;
  - Zatrzymać odtwarzanie pliku;
  - Wybrać następny plik multimedialny z listy.

Każdy z uczestników został zapytany, które rozwiązania podlegają zmianie, jakie odczucia towarzyszyły w trakcie korzystania z aplikacji oraz wykorzystywania programu w codziennych obowiązkach.

Dla każdego zadania mierzono:

- Efektywność wykonania zadania (Z) jako stosunek liczby wykonanych akcji (W) do minimalnej ilości akcji wymaganej do zrobienia powierzonego zadania (A)

$$Z = 100\% \frac{W}{A} \quad (4.1)$$

- Czas wykonania zadania (C), który mierzony był przez prowadzącego testy w skali:
  - 0 – zadanie nie zostało wykonane
  - 1 – zadanie wykonane poniżej akceptowalnego czasu
  - 2 – zadanie wykonane w akceptowalnym czasie
  - 3 – zadanie wykonane powyżej akceptowalnego czasu

Po zakończonych testach, użytkownik proszony był o wypowiedzenie się na temat:

- Ogólnej oceny działania aplikacji
- Jakości przeprowadzonych testów

W testach wzięło udział 5 osób. Dokładne dane znajdują się w załączniku 1.

## 4.2. Wyniki i analiza testów

Każde z zadań musiało mieć określony próg, którego przekroczenie warunkowało uzyskanie pozytywnego wyniku. Próg dla efektywności wykonania zadania został ustalony na podstawie wartości współczynnika Z, gdzie 3/5 musiało przyjmować następujące wartości:

- Zadanie 1 – 80%;
- Zadanie 2 – 60%;
- Zadanie 3 – 50%;
- Zadanie 4 – 50%.

W przypadku progu dla czasu wykonania zadania został ustalony na podstawie współczynnika C, gdzie każde zadanie musiało zostać wykonane w następującym czasie:

- Zadanie 1 – 20 sekund;
- Zadanie 2 – 30 sekund;
- Zadanie 3 – 50 sekund;
- Zadanie 4 – 50 sekund.

*Tabela 2 Efektywność wykonania zadania (próg 60%) (Źródło: opracowanie własne)*

Zadanie 1	80%	+
Zadanie 2	80%	+
Zadanie 3	40%	-
Zadanie 4	40%	-
Średnia	60%	+

W pierwszych dwóch zadaniach uzyskano wynik wyższy niż ustalony próg. Ostatnie dwa zadania zawierały szereg różnego rodzaju czynności, stąd nie udało się osiągnąć wymaganej efektywności wykonania zadania. Grupa pomimo napotkanych trudności uzyskała pozytywną średnią z przeprowadzonych zadań.

*Tabela 3 Czas wykonania zadania (próg 2) (Źródło: opracowanie własne)*

Zadanie 1	2.4	+
Zadanie 2	2.8	+
Zadanie 3	1.8	-
Zadanie 4	1.6	-
Średnia	2.15	+

Zbliżona sytuacja jak w przypadku tabeli 2.

Przeprowadzone testy pokazały, że pomimo zastosowania urządzenia MindWave Mobile 2, które nie jest powszechnie używane w codziennym życiu i obsługa jego jest dla większości czymś nowym, to zadania zostały wykonane, a średnia wyników testów przekracza założony próg.

Użytkownicy ocenili aplikację na ocenę dobrą, lecz zwracali dość często uwagę, że główne okno aplikacji powinno być w większej rozdzielczości oraz interesowałyby ich dane uzyskiwane z urządzenia MindWave Mobile 2 zobrazowane w formie graficznej. Użytkownicy podkreślili również komfort zorganizowanych testów użyteczności zwracając uwagę na zachowanie standardów sanitarnych w czasie pandemii oraz na jasne i klarowne zadania.

#### 4.3. Rezultaty stworzenia aplikacji

Stworzenie aplikacji którą jest odtwarzacz plików audio i video przy wykorzystaniu interfejsu mózg-komputer, rozszerzyło wiedzę autora w obszarach:

- Programowanie wielowątkowe;
- Neurologia dotycząca mózgu, badań nad jego działaniem oraz wpływ działań człowieka na jego rozwój;
- Tworzenie graficznego interfejsu użytkownika;
- Programowanie obiektowe.



## 5.Podsumowanie

### 5.1.Wnioski

Celem niniejszej pracy inżynierskiej było zaprojektowanie oraz implementacja aplikacji, jaką jest odtwarzacz plików audio i video, przy wykorzystaniu interfejsu mózg-komputer. Aplikacja umożliwia podstawowe działanie odtwarzacza przy zastosowaniu urządzenia MindWave Mobile 2. Założone cele projektu zostały zrealizowane. Zaimplementowana aplikacja pozwala na użytkowanie odtwarzacza plików audio i video przy wykorzystywaniu urządzenia MindWave Mobile 2 tj.:

- odtworzenie interesowanego pliku multimedialnego z listy;
- wstrzymanie odtwarzanego pliku multimedialnego z listy;
- zatrzymanie odtwarzanego pliku multimedialnego z listy;
- wybranie następnego/poprzedniego pliku multimedialnego z listy;
- zmiana poziomu głośności.

### 5.2.Kluczowe problemy i ich rozwiązania

Zawieszanie się graficznego interfejsu użytkownika było spowodowane próbą wyświetlania go przy jednoczesnej próbie parowania się urządzenia MindWave Mobile 2 z komputerem. Powodem było wykonywanie tych dwóch operacji na jednym wątku. Wykonywanie tego typu operacji jak pobieranie danych z interfejsu mózg-komputer wymaga zastosowania wielowątkowości. Tutaj pomocna okazała się klasa BackgroundWorker, która umożliwia wykonywanie wielu zadań przy wykorzystaniu wielu wątków oferowanych przez urządzenie.

Więcej problemów nie zostało zidentyfikowanych.

### 5.3.Możliwe kierunki rozwoju projektu

Dzięki urządzeniu MindWave Mobile 2, które oferuje m.in. odczyt spektrum fal mózgowych czy siły mrugnięcia użytkownika, pozwala to na ukierunkowanie projektu na kilka ścieżek:

1. Adaptacyjność - rozpoznanie stanów emocjonalnych użytkownika i na tej podstawie proponowanie zmiany utworów w przypadku odtwarzania plików audio;
2. Kreatywny odtwarzacz multimedialny – odtwarzacz na podstawie wybranej kategorii pracy jaką użytkownik wykonuje dostosowuje się i wyszukuje w różnych serwisach internetowych plików multimedialnych o wybranej tematyce;
3. Rozrywkowy odtwarzacz multimedialny – odtwarzacz współpracuje z mikrofonem wbudowanym w urządzenie, które paruje się z MindWave Mobile 2 lub mikrofonem dołączonym do słuchawek multimedialnych, pozwala na przeprowadzenie sesji karaoke, po której na podstawie uzyskiwanych danych ze spektrum fal mózgowych, są reprezentowane dane na temat użytkownika m. in. stan skupienia, medytacji, emocjonalne.

Wyżej wymienione kierunki rozwoju projektu są opcjonalne i stanowią pewien drogowskaz - w jaki sposób można rozszerzyć działanie opracowanego odtwarzacza plików multimedialnych.

## 6. Literatura

1. Specyfikacja i opis urządzenia MindWave Mobile 2, Strona główna NeuroSky, [dostęp: 12.09.2020]  
<https://store.neurosky.com/pages/mindwave>
2. S. Paszkiel: „Akwizycja sygnału EEG przy użyciu Neurosky Mindwave Mobile na potrzeby procesów sterowania realizowanych z poziomu systemu android”, Academic Journals Poznan University of Technology, 2015, nr. 84, s. 161-168;
3. Sklep aplikacji NeuroSky, [dostęp: 10.12.2020];  
[https://store.neurosky.com/products/brainwave-visualizer?\\_pos=1&\\_sid=6d27eda18&\\_ss=r](https://store.neurosky.com/products/brainwave-visualizer?_pos=1&_sid=6d27eda18&_ss=r)
4. Sklep aplikacji Neurosky, [dostęp: 10.12.2020];  
<https://store.neurosky.com/products/neuroexperimenter>
5. Sklep aplikacji Neurosky, [dostęp: 10.12.2020];  
[https://store.neurosky.com/products/blink-zone?\\_pos=1&\\_sid=620ddff1c&\\_ss=r](https://store.neurosky.com/products/blink-zone?_pos=1&_sid=620ddff1c&_ss=r)
6. Jacob Nielsen; „Why You Only Need to Test With 5 Users”; Jacob Nielsen’s Alertbox, March 19, 2000, [dostęp: 12.12.2020]  
<http://www.useit.com/alertbox/20000319.html>
7. Sekcja developerska na głównej stronie NeuroSky, [dostęp: 10.12.2020];  
[http://developer.neurosky.com/docs/doku.php?id=thinkgear\\_communications\\_protocol#thinkgear\\_data\\_values](http://developer.neurosky.com/docs/doku.php?id=thinkgear_communications_protocol#thinkgear_data_values)
8. Łukasz Lysik, Piotr Machura: „Rola i znaczenie technologii mobilnych w codziennym życiu człowieka XXI wieku”, Uniwersytet Ekonomiczny, Wrocław;
9. Marta Łaszek, Ewa Nowacka, Anna Gawron-Skarbek, Franciszek Szatko: „Negatywne wzorce zachowań zdrowotnych studentów. Część II. Aktywność ruchowa i nawyki żywieniowe”, Zakład Higieny i Promocji Zdrowia, Katedra Higieny i Epidemiologii Uniwersytetu Medycznego w Łodzi;
10. Bartosz Chaber, Robert Szmurło, Bartosz Sawicki: „Realistyczny model MES centralnego układu nerwowego człowieka w analizie pola elektromagnetycznego”, Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Elektrotechniki;
11. Andrzej Hebzda, Dorota Szczepłowska, Dariusz Serwin, Stanisław Wojtuń, Zbigniew Hebzda, Iwon Grys: „Choroba Leśniowskiego-Crohna – diagnostyka i leczenie”;
12. Dokumentacja programu Visual Studio, [dostęp: 29.12.2020];  
<https://docs.microsoft.com/pl-pl/visualstudio/get-started/visual-studio-ide?view=vs-2019>
13. Dokumentacja programu Visual Studio, [dostęp: 29.12.2020];  
<https://docs.microsoft.com/pl-pl/visualstudio/ide/quick-actions?view=vs-2019>
14. Dokumentacja platformy programistycznej .NET, [dostęp: 06.01.2021];  
<https://docs.microsoft.com/pl-pl/dotnet/api/system.componentmodel.backgroundworker?view=net-5.0>
15. Sekcja developerska, [dostęp: 30.12.2020];  
[http://developer.neurosky.com/docs/doku.php?id=thinkgear.net\\_sdk\\_dev\\_guide\\_and\\_api\\_reference](http://developer.neurosky.com/docs/doku.php?id=thinkgear.net_sdk_dev_guide_and_api_reference)

16. Łukasz Rybak, Janusz Dudczyk, „Increasing the information superiority on the modern battlefield through the use of virtual reality systems”, Security and Defence Quarterly ISSN 2300-8741 eISSN 2544-994X, 2019 June Volume 25 Number 3;
17. Janusz Dudczyk, Łukasz Rybak, “Adaptive Decision Support System in Network Centric Warfare Process”, Czasopismo ELEKTRONIKA - KONSTRUKCJE, TECHNOLOGIE, ZASTOSOWANIA, Rocznik 2018 - zeszyt 7;

## Spis rysunków

Rysunek 2.1 Przykład graficznej wizualizacji fal mózgowych przez aplikację Brainwave Visualizer (Źródło: Opracowanie własne) .....	10
Rysunek 2.2 Przykład graficznej wizualizacji fal mózgowych (Źródło: Opracowanie własne) .....	11
Rysunek 2.3 Przykład grafu generowanego w czasie rzeczywistym z wyświetlaniem fal gamma (Źródło: Opracowanie własne) .....	12
Rysunek 2.4 Okno główne aplikacji umożliwiające m.in. wprowadzenie własnych formuł (Źródło: Opracowanie własne) .....	12
Rysunek 2.6 Menu główne gry (Źródło: Opracowanie własne) .....	13
Rysunek 2.5 Gra w trakcie trybu Free play (Źródło: Opracowanie własne) .....	13
Rysunek 3.1 Pierwszy projekt odtwarzacza audio i video przy użyciu MindWave Mobile 2 (Źródło: opracowanie własne) .....	15
Rysunek 3.2 Główny ekran projektu (Źródło: opracowanie własne) .....	17
Rysunek 3.3 Ikona statusu informująca o sparowaniu urządzeń (Źródło: Opracowanie własne) .....	18
Rysunek 3.6 Ikona statusu informująca o braku połączenia pomiędzy urządzeniami (Źródło: Opracowanie własne) .....	18
Rysunek 3.7 Ikona statusu informująca o parowaniu urządzeń (Źródło: Opracowanie własne) .....	18
Rysunek 3.8 Okno dialogowe po uruchomieniu projektu odtwarzacza plików multimedialnych (Źródło: opracowanie własne) .....	20
Rysunek 3.9 Okno dialogowe przy wyborze plików multimedialnych (Źródło: Opracowanie własne) .....	20
Rysunek 3.10 Okno dialogowe przy próbie wyłączenia odtwarzacza plików multimedialnych (Źródło: Opracowanie własne) .....	21
Rysunek 3.11 Algorytm sterowania odtwarzaczem plików multimedialnych na podstawie uzyskanych danych z MindWave Mobile 2 (Źródło: Opracowanie własne) .....	26

## Spis tabel

<a href="#">Tabela 1 Rodzaje fal EEG [2]</a> .....	9
<a href="#">Tabela 2 Efektywność wykonania zadania (próg 60%)</a> .....	31
<a href="#">Tabela 3 Czas wykonania zadania (próg 2)</a> .....	31

## Zawartość dysku

1. Odtwarzacz plików audio i wideo wykorzystujący interfejs mózg komputer
2. Pliki źródłowe aplikacji "Odtwarzacz plików audio i wideo wykorzystujący interfejs mózg komputer"
3. Instrukcja instalacji i obsługa programu
4. Tekst pracy w formacie PDF

## Załącznik 1

Grupa osób, które podjęły wykonania testów użyteczności została złożona z pięciu osób w wieku od 23 do 26 lat. Do badania przystąpiła grupa składająca się tylko z mężczyzn. Każda z osób miała za zadanie wykonać poszczególne, wcześniej określone zadania, gdzie żadne z osób nie miało możliwości zapoznania się z aplikacją oraz nie posiadali wiedzy na temat zadań.

Dla poszczególnych kolumn zostały zdefiniowane następujące wartości:

- Poziom obsługi komputer;
  - 1 – niski
  - 2 – średni
  - 3 – wysoki
- Wiedza na temat MindWave Mobile 2;
  - 1 – brak
  - 2 – umiarkowana
  - 3 – duża

Szczegółowe dane pięciu osób biorących udział w testach:

Płeć	Wiek	Poziom obsługi komputera	Wiedza na temat MindWave Mobile 2
M	23	3	1
M	24	3	1
M	26	2	1
M	24	2	1
M	23	2	1



# Państwowa Uczelnia im. Stefana Batorego

Imię i nazwisko: Michał Kujawa

Numer albumu: 5985

Kierunek: Informatyka

## OŚWIADCZENIE

Świadomy odpowiedzialności oświadczam, że złożona przeze mnie praca dyplomowa/projekt dyplomowy inżynierski pt.

*Odtwarzacz plików audio i wideo wykorzystujący interfejs mierz komputer*

został/a napisana samodzielnie w oparciu o zgromadzoną literaturę ujętą w bibliografii. Jednocześnie oświadczam, że w/w praca nie narusza praw autorskich w rozumieniu Ustawy z dnia 4.02.1994 r. o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz.U. nr 24 poz. 83 z późn. zm.) oraz dóbr osobistych chronionych prawem cywilnym, a także nie zawiera danych i informacji, które uzyskałem/am w sposób niedozwolony.

Wyżej wymieniona praca nie była także wcześniej podstawą żadnej urzędowej procedury nadania dyplomu wyższej uczelni lub tytułu zawodowego.

Skierniewice, dnia *24.02.2021*

*Michał Kujawa*  
własnoręczny podpis

## OŚWIADCZENIE

Wyrażam zgodę na udostępnienie mojej pracy dyplomowej/projektu dyplomowego pt.

*Odtwarzacz plików audio i wideo wykorzystujący interfejs mierz komputer*

Skierniewice, dnia *24.02.2021*

*Michał Kujawa*  
własnoręczny podpis