

Analiza czasowo-częstotliwościowa dowolnego nagranych przez siebie sygnału audio

Kod wraz z nagraniami audio znajduje się także pod tym linkiem na githubie:

<https://github.com/granovskyyy/MATLAB-PROJEKT.git>

1.Kod:

```
[x, fs] = audioread('czapus.m4a'); %freestyle kolegi
[x1,fs1] = audioread("testaudio.m4a"); %głosowka z dyktafonu
[x2,fs2] = audioread("20hztest.mp3"); %test dzwieku o niskiej czestotliwosci
[x3,fs3] = audioread("20khztest.mp3"); %test dziweku o wysokiej
czestotliwosci
N = length(x); %długosc wektora x
t = (0:N-1) / fs; %wektor czasu
N1= length(x1);
t1 = (0:N1-1) / fs1;
N2= length(x2);
t2 = (0:N2-1) / fs2;
x2=x2(:,1); %bierzemy jeden kanał (dźwięk stereo)
N3= length(x3);
t3 = (0:N3-1) / fs3;
x3=x3(:,1);
S = fft(x);
Stest = S(1:N/2);
f = fs * (0:N/2-1) / N;
s = 2 * abs(Stest) / N;
S1 = fft(x1);
S1test = S1(1:N1/2);
f1 = fs1 * (0:N1/2-1) / N1;
s1 = 2 * abs(S1test) / N1;
S2 = fft(x2);
S2test = S2(1:N2/2);
f2 = fs2 * (0:N2/2-1) / N2;
s2 = 2 * abs(S2test) / N2;
S3 = fft(x3);
S3test = S3(1:N3/2);
f3 = fs3 * (0:N3/2-1) / N3;
s3 = 2 * abs(S3test) / N3;
%wykresy dla dzwieku numer 1
figure
subplot(4,1,1);
plot(t, x, 'g'); %dziedzina czasu
xlabel('Czas (s)');
ylabel('Amplituda');
title('Sygnał audio w domenie czasu');
subplot(4,1,2);
plot(f, s, 'b'); %dziedzina czestotliwosci
xlabel('Częstotliwość (kHz)');
ylabel('Amplituda');
```

```

title('Sygnał audio w domenie częstotliwości');
subplot(4,1,3);
spectrogram(x, 1024, 512, 1024, fs, 'yaxis'); %spektrogram
title("Spektrogram sygnału");
xlabel("Czas (s)");
ylabel("Częstotliwość (kHz)");
subplot(4,1,4);
histogram(x); %histogram
title("histogram sygnału audio")
figure
subplot(4,1,1);
plot(t1, x1, 'g');
xlabel('Czas (s)');
ylabel('Amplituda');
title('Sygnał audio w domenie czasu');
subplot(4,1,2);
plot(f1, s1, 'b');
xlabel('Częstotliwość (kHz)');
ylabel('Amplituda');
title('Sygnał audio w domenie częstotliwości');
subplot(4,1,3);
spectrogram(x1, 1024, 512, 1024, fs1, 'yaxis');
title("Spektrogram sygnału");
xlabel("Czas (s)");
ylabel("Częstotliwość (kHz)");
subplot(4,1,4);
histogram(x1);
title("histogram sygnału audio")
figure
subplot(4,1,1);
plot(t2, x2, 'g');
xlabel('Czas (s)');
ylabel('Amplituda');
title('Sygnał audio w domenie czasu');
subplot(4,1,2);
plot(f2, s2, 'b');
xlabel('Częstotliwość (kHz)');
ylabel('Amplituda');
title('Sygnał audio w domenie częstotliwości');
subplot(4,1,3);
spectrogram(x2, 1024, 512, 1024, fs2, 'yaxis');
title("Spektrogram sygnału");
xlabel("Czas (s)");
ylabel("Częstotliwość (kHz)");
subplot(4,1,4);
histogram(x2);
title("histogram sygnału audio")
figure
subplot(4,1,1);
plot(t3, x3, 'g');
xlabel('Czas (s)');
ylabel('Amplituda');
title('Sygnał audio - dźwięk o częstotliwości 20kHz w domenie czasu');

```

```

subplot(4,1,2);
plot(f3, s3, 'b');
xlabel('Częstotliwość (kHz)');
ylabel('Amplituda');
title('Sygnał audio - dźwięk o częstotliwości 20kHz w domenie
częstotliwości');
subplot(4,1,3);
spectrogram(x3, 1024, 512, 1024, fs3, 'yaxis');
title("Spektrogram sygnału");
xlabel("Czas (s)");
ylabel("Częstotliwość (kHz)");
subplot(4,1,4);
histogram(x3);
title("Histogram sygnału audio")

```

2. Użyte funkcje:

audioread('plik') – Wczytuje dane audio z pliku, zwraca próbki i częstotliwość próbkowania.

length(x) – Zwraca długość wektora **x** (liczbę próbek).

(0:N-1) / fs – Tworzy wektor czasu na podstawie liczby próbek i częstotliwości próbkowania.

fft(x) – Oblicza transformatę Fouriera sygnału **x** (przemiana z dziedziny czasu na częstotliwość).

abs() – Zwraca moduł liczby zespolonej (amplitudę).

subplot(m, n, p) – Tworzy wykres w układzie o wymiarach m na n, rysując w pozycji p.

plot(x, y) – Rysuje wykres 2D dla danych **x** i **y**.

xlabel() – Ustawia opis osi X.

ylabel() – Ustawia opis osi Y.

title() – Ustawia tytuł wykresu.

spectrogram(x, nfft, noverlap, nfft, fs, 'yaxis') – Oblicza spektrogram sygnału.

histogram(x) – Tworzy histogram rozkładu próbek **x**.

figure – Tworzy nowe okno wykresu.

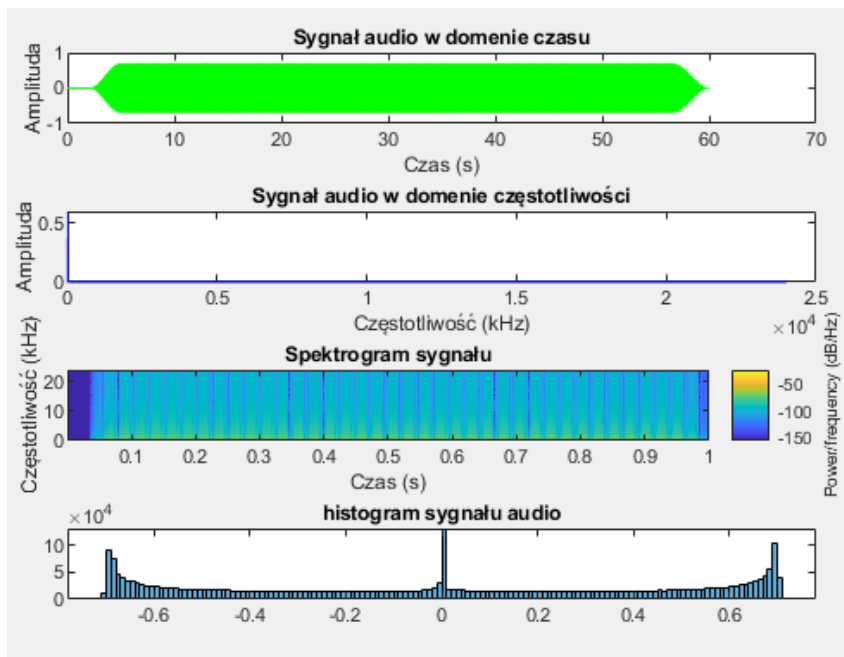
abs(S) / N – Normalizuje amplitudy widma w FFT przez liczbę próbek

3. Opis działania kodu:

- Kod wczytuje cztery różne pliki audio.
- Każdy sygnał jest analizowany:
 - Rysowane są wykresy w domenie czasu.
 - Obliczana jest FFT i rysowany wykres w domenie częstotliwości.
 - Generowany jest spektrogram.
 - Tworzony jest histogram amplitudy.
- Wykresy są grupowane w czterech podwykresach dla każdego sygnału.

4. Wykresy:

a) test dźwięku o niskiej częstotliwości



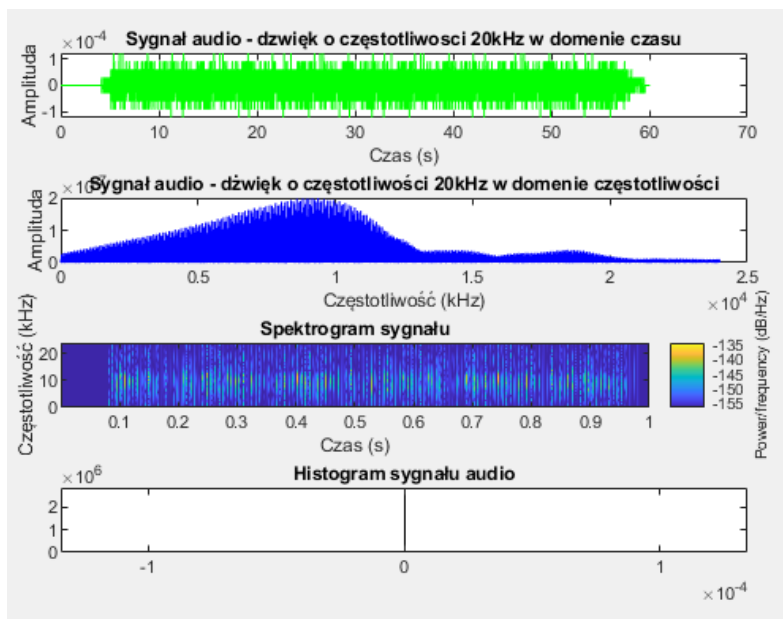
Dziedzina czasu: Wykres może pokazywać regularne oscylacje, co jest charakterystyczne dla czystego tonu.

Dziedzina częstotliwości: Skupienie na bardzo niskich częstotliwościach, z wyraźnym szczytem przy 20 Hz.

Spektrogram: Bardzo jednolity, pokazujący stałą obecność niskiej częstotliwości przez cały czas.

Histogram: Wąski rozkład amplitud, odpowiadający jednorodności tonu.

b) test dźwięku o wysokiej częstotliwości



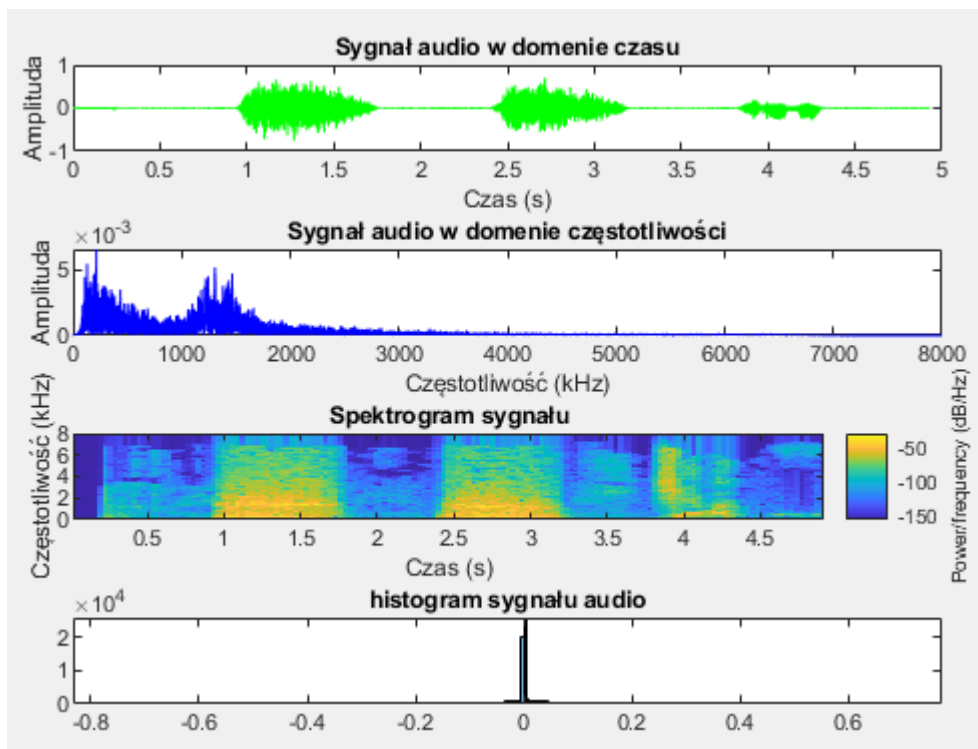
Dziedzina czasu: Podobnie jak w przypadku niskiej częstotliwości, może wykazywać regularność oscylacji, lecz trudno widoczne ze względu na wysoką częstotliwość.

Dziedzina częstotliwości: Dominacja w bardzo wysokim zakresie, z głównym szczytem przy 20 kHz.

Spektrogram: Wykazuje równomierną obecność wysokiej częstotliwości, niezmienną w czasie.

Histogram: Podobnie jak niski ton, pokazuje wąski rozkład, który jest konsekwencją jednorodności dźwięku.

c) głosowka z dyktafonu



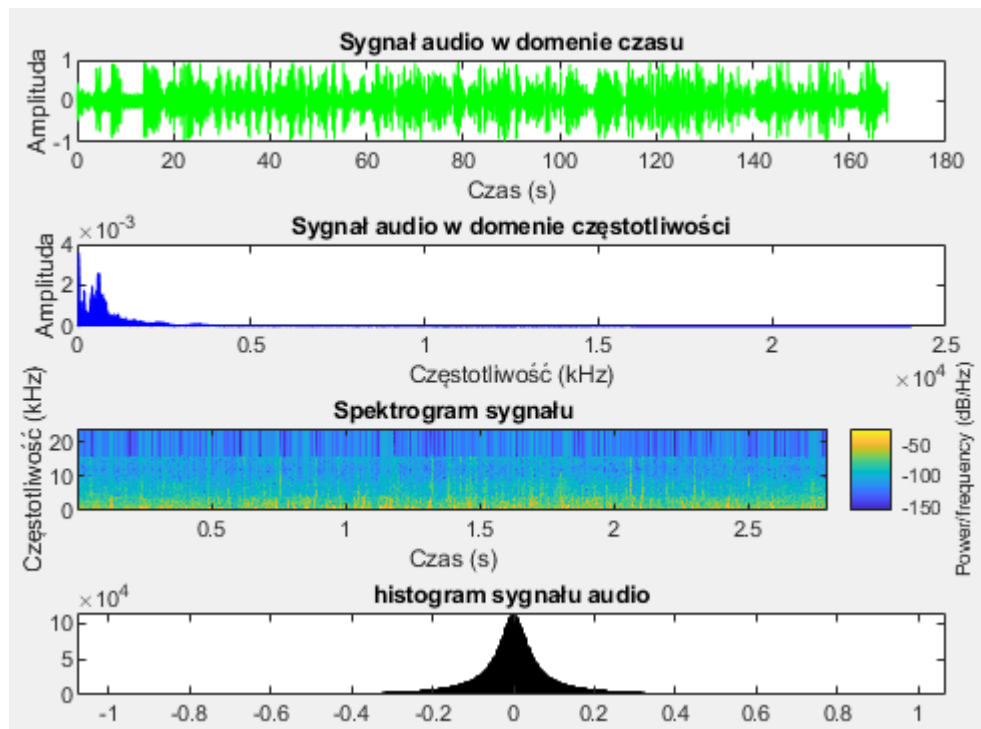
Dziedzina czasu: Pokazuje potencjalnie bardziej stałą amplitudę, typową dla zwykłej mowy bez tła muzycznego.

Dziedzina częstotliwości: Ograniczony zakres częstotliwości, co jest typowe dla nagrania głosowego.

Spektrogram: Mniej złożoności wizualnej w porównaniu do nagrania muzycznego, z wyraźnymi pasmami odpowiadającymi mowie.

Histogram: Może wykazywać bardziej skoncentrowany rozkład amplitud.

d) freestyle kolegi



Dziedzina czasu: Może wykazywać bardziej złożoną i zmienną amplitudę ze względu na naturę ludzkiego głosu w kontekście freestyle'u.

Dziedzina częstotliwości: Pokazuje szerszy zakres częstotliwości, typowy dla mowy z dodatkowymi tonami muzycznymi.

Spektrogram: Zawiera bardziej zróżnicowane intensywności w różnych częstotliwościach, odzwierciedlające dynamikę i zmienność wykonania.

Histogram: Rozkład amplitudy może być bardziej równomierny z pewnymi szczytami, pokazując zmienność amplitudy głosu.

5.Wnioski

Analiza pokazała, jak różne są charakterystyki audio w zależności od rodzaju źródła dźwięku. Projekt skutecznie demonstruje, jak techniki przetwarzania sygnałów mogą być użyte do wizualizacji i analizy właściwości sygnałów audio, co jest kluczowe w różnych zastosowaniach inżynierskich i technologicznych.