

PROIECT ACHIZIȚIA ȘI PRELUCRAREA DATELOR

Student: Papă Teodora

Grupa: 1311B

Profesor: Tudorache Alexandru-Gabriel

Prelucrarea și analiza semnalelor în domeniul timp și frecvență

Proiectul APD constă în realizarea unei aplicații pentru analiza semnalelor audio în domeniul timp și frecvență, utilizând mediul de dezvoltare LabWindows/CVI pe sistem de operare Windows. Aplicația permite încărcarea unui fișier audio de tip WAV și afișarea semnalului pe un control grafic.

În domeniul timp, aplicația realizează filtrarea semnalului prin mediere și prin filtru de ordinul I, cu parametru alpha ajustabil din interfață, afișând semnalul filtrat și anvelopa acestuia. Analiza se efectuează pe ferestre de câte o secundă, pentru care se calculează skewness și kurtosis.

În domeniul frecvență, aplicația calculează spectrul de putere utilizând funcțiile LabWindows/CVI. Graficele obținute sunt salvate automat ca imagini JPEG, evidențiind eficiența metodelor de prelucrare a semnalelor audio.

Cerințele proiectului, fișierul utilizat și mediul de dezvoltare

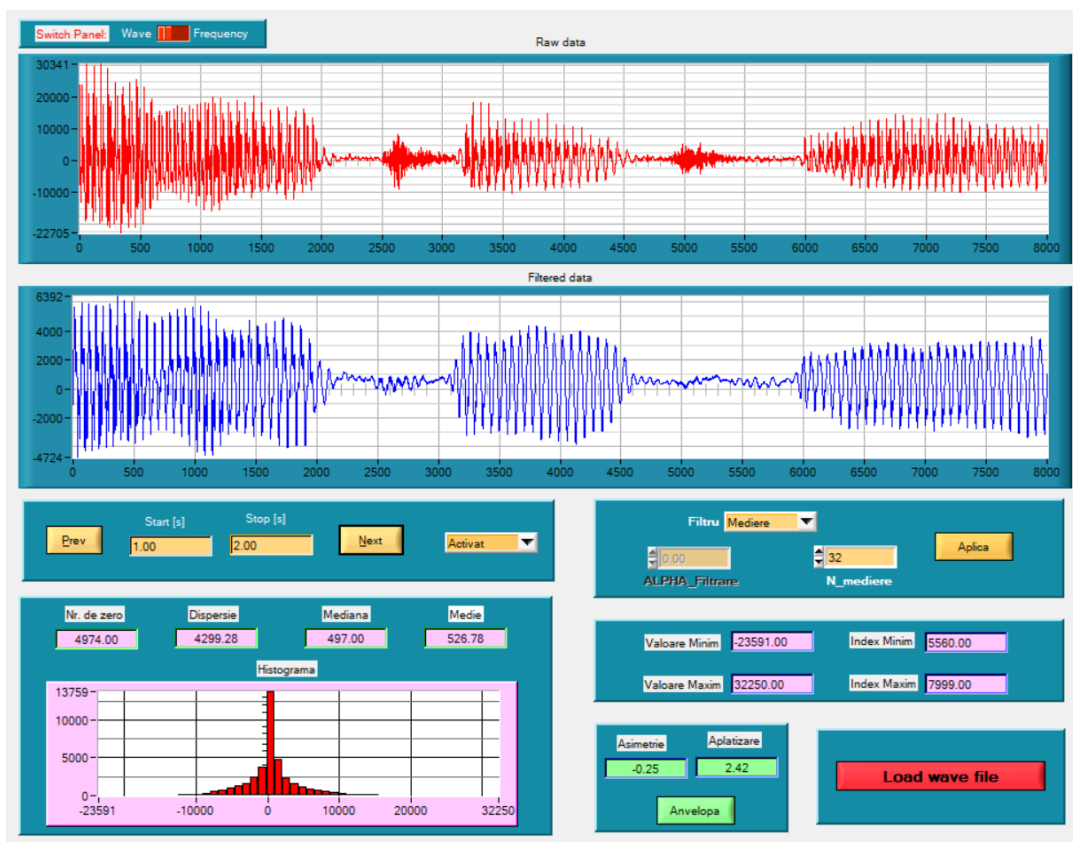
Prezentul proiect are ca obiectiv principal proiectarea și implementarea unei aplicații de instrumentație virtuală dedicate analizei complexe a semnalelor audio. Cerințele tehnice au impus dezvoltarea unei interfețe grafice capabile să gestioneze două etape de procesare: o etapă de analiză în domeniul timp și o etapă de analiză spectrală

Fișierul utilizat în cadrul experimentelor este un semnal audio în format .wav, corespunzător numărului de ordine alocat (27.wav), de 4 secunde. La apăsarea butonului “load”, convertesc fișierul .wav în doua fișiere text: waveInfo.txt (conține rata de eșantionare și numărul total de puncte) și waveData.txt(conține eșantioanele propriu-zise ale semnalului).

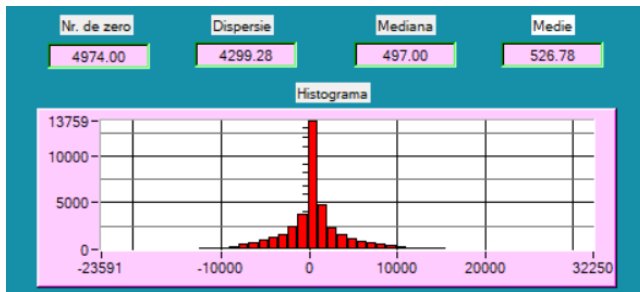
Mediul de dezvoltare principal este NI LabWindows/CVI de la National Instruments, utilizat pentru programarea logicii în limbaj C ANSI și designul interfeței utilizator, asistat de biblioteci specializate de procesare a semnalelor. Suplimentar, s-a utilizat și limbajul Python 3.8.

Etapa 1: Analiza în domeniul timp

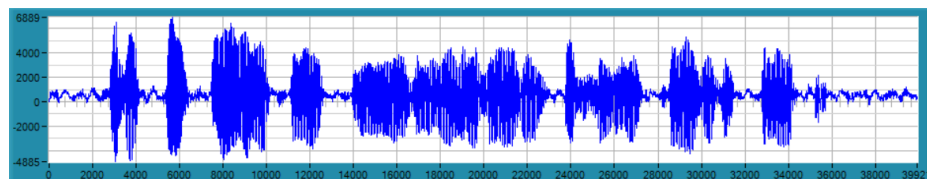
În această primă etapă a proiectului, am dezvoltat infrastructura necesară pentru procesarea primară a semnalului audio.



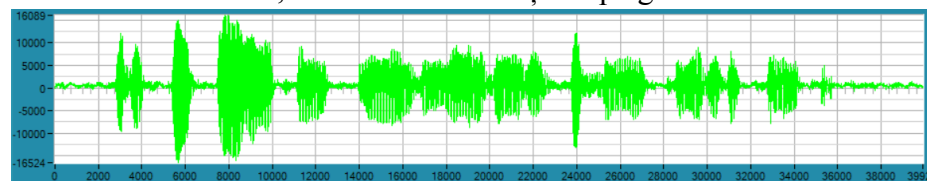
- **Încărcarea și Vizualizarea Datelor** -pentru a procesa fișierul .wav, am utilizat o soluție hibridă: un script Python (main.py) convertește datele binare. Interfața permite vizualizarea întregului semnal sau a unor intervale de o secundă, utilizând butoanele *Next/Prev*.
- **Analiza Statistică și Histogramă** -am implementat calculul automat al parametrilor statistici imediat după încărcarea fișierului. Rata de trecere prin zero se obține prin numărarea schimbărilor de semn între eșantioane consecutive, iar distribuția amplitudinilor se observă prin reprezentarea grafică a histogramei.
- **Skewness și Kurtosis** -pentru primele 256 de eșantioane calculez asimetria și aplatizarea.



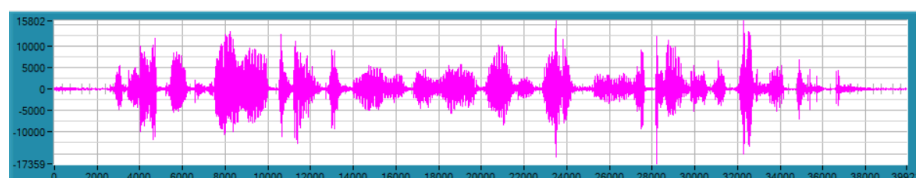
- **Filtrarea Semnalului și Derivata** -am creat un sistem flexibil de filtrare selectabil dintr-un control tip Ring:
 - **Filtru de Mediere** : Calculează media aritmetică pe 16/32 puncte. În timpul testării, am observat că utilizarea unei ferestre de 32 de elemente netezește semnalul mult mai agresiv decât cea de 16.



- **Filtru de Ordinul I**: Implementat conform relației recursivitate: $\text{filt}[i] = (1-\alpha) * \text{filt}[i-1] + \alpha * \text{signal}[i]$. Am observat că pentru semnale audio cu variații rapide, filtrul de ordinul I cu un α de aproximativ 0.1-0.2 s-a dovedit a fi mai eficient în păstrarea formei semnalului, eliminând în același timp zgomotul de fond.

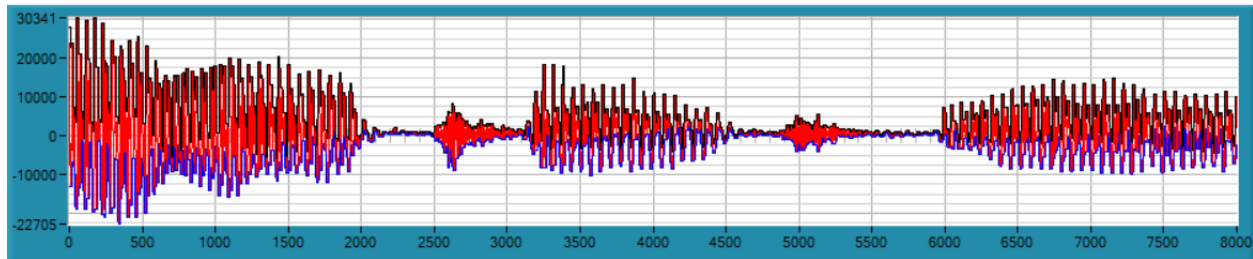


- **Derivata** -calculează diferența de ordinul I între eșantioane succesive, evidențiind variațiile bruște de amplitudine.



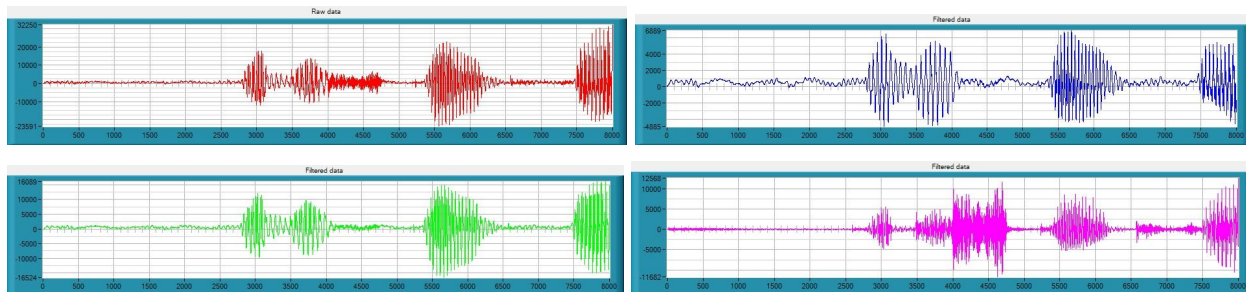
- **Extracția Anvelopei**

- Algoritmul parcurge semnalul și extrage valorile de localMax și localMin în fiecare fereastră.
- Rezultatul este afișat peste semnalul original (cu negru pentru anvelopa superioară și albastru pentru cea inferioară), oferind o imagine clară a evoluției amplitudinii globale a sunetului.



- **Salvarea Rezultatelor**

Aplicația salvează automat fiecare cadru analizat (1 secundă) folosind SaveBitmapToJPEGFile. Numele fișierelor sunt generate dinamic (ex: signal_raw_001.jpg), permițând o arhivare organizată a analizei pentru documentația finală.



Etapă 2: Analiza în frecvență

Cea de-a doua etapă a proiectului s-a concentrat pe analiza spectrală a semnalului audio, utilizând un panou care permite vizualizarea în timp real a conținutului de frecvență și efectele filtrelor digitale avansate asupra spectrului de putere.

- **Implementarea Analizei Spectrale**

Pentru transformarea semnalului din domeniul timp în domeniul frecvență, am utilizat funcțiile native din *Advanced Analysis Library*. Procesul este automatizat printr-un control de tip Timer, care procesează succesiv ferestre de dimensiune n (selectabilă de utilizator: 1024, 2048 etc.).

Fluxul de procesare implementat:

- Ferestruire: Am aplicat ferestre de tip Hanning sau Hamming. S-a observat că fereastra Hamming reduce nivelul zgomotului de fond din jurul peak-ului principal în comparație cu o fereastră rectangulară

● Filtrarea Digitală în Frecvență

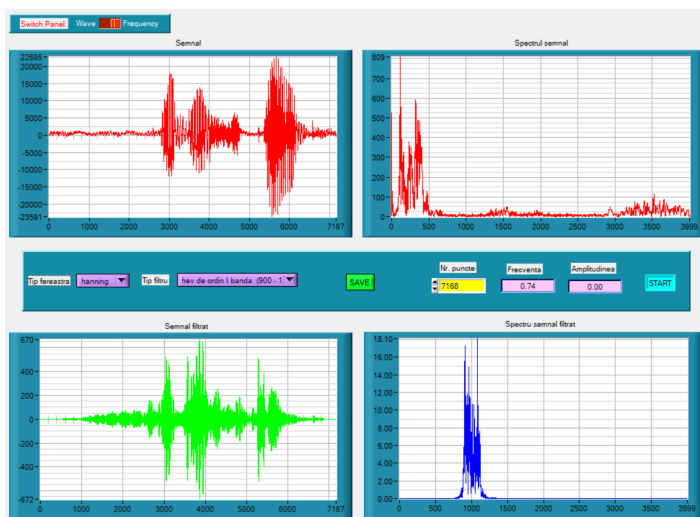
Spre deosebire de prima etapă, aici am implementat filtre de tip Band-Pass (Trece-Bandă) pentru a izola o regiune specifică a spectrului (900 Hz - 1100 Hz):

- **Filtrul Chebyshev Ordin I (Ch_BPF):** Oferă o pantă de tăiere abruptă, dar introduce ondulații în banda de trecere.
- **Filtrul Chebyshev Ordin II (InvCh_BPF):** Menține banda de trecere plată, dar prezintă ondulații în banda de stopare.

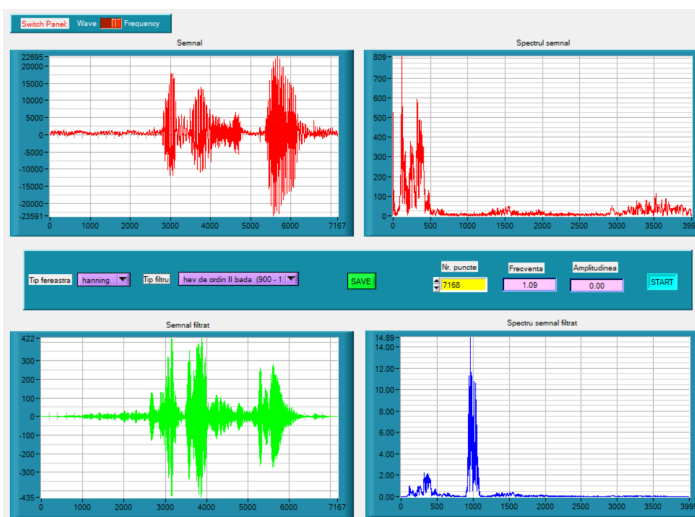
Comparație: Rezultatele sunt afișate simultan (Semnal Original vs. Semnal Filtrat și Spectru Original vs. Spectru Filtrat), permițând observarea clară a modului în care componentele din afara benzii [900, 1100] Hz sunt atenuate.

Salvare Date: Am implementat o funcție de screenshot care capturează toate cele patru grafice simultan, generând nume de fișiere care conțin data și ora exactă (zi-lună-an_oră-minut-secundă).

Ordin 1



Ordin 2



Concluzii

Aplicația dezvoltată este stabilă, permite navigarea secundă cu secundă prin semnal și oferă feedback vizual instantaneu prin grafice și indicatori numerici. Funcția de salvare automată a graficelor sub formă de imagini JPEG constituie un modul util pentru documentarea rapidă a oricărui set de date audio.