



UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GH ASACHI" IAȘI
FACULTATEA DE AUTOMATICĂ ȘI CALCULATOARE
SPECIALIZAREA: CALCULATOARE ȘI TEHNOLOGIA
INFORMAȚIEI

ACHIZIȚIA ȘI PRELUCRAREA DATELOR - PROIECT

Analiza unui sunet în domeniul timp și în domeniul frecvență

Student,

Marian Tudor-Constantin

Grupa 1310B

Coordonator,

Prof. Ungureanu Florina

Iași, 2024

➤ Descrierea proiectului

Proiectul presupune analiza și prelucrarea datelor dintr-un semnal audio în domeniul timp și în domeniul frecvență.

Analiza în domeniul timp constă în calcularea valorilor de minim, maxim, indexul acestora, dispersia, media, mediana, numărul de treceri prin zero (zero-crossing), dar și realizarea histogramei semnalului. Aceasta mai presupune și filtrarea semnalului prin mediere (pe 16 sau 32 de elemente) sau filtrare cu filtru de ordin I, cu α în intervalul $(0,1)$, precum și aplicarea anvelopei semnalului pe un grafic deja utilizat, pentru o vizualizare mai în detaliu și în perspectivă. De asemenea, derivata va fi afișată pe un alt grafic.

Analiza în domeniul frecvență constă în aplicarea a două tipuri de ferestre (Hanning și Hamming) și a două tipuri de filtre (Eliptic și Chebyshev II, trece sus cu frecvența de tăiere de 800 Hz). În urma aplicării se poate vizualiza și spectrul semnalului, atât nefiltrat, cât și filtrat.

➤ Cerințele proiectului

Etapa I

Pentru Etapa I a proiectului s-a utilizat un script în Python cu ajutorul căruia s-a făcut reprezentarea grafică a fișierului audio .wav. Fișierul conține sunetul/semnalul care va fi prelucrat și asupra căruia se va face analiza în domeniul timp și în domeniul frecvență.

Se realizează reprezentarea pe grafice a semnalului, dar și a histogramei. Se calculează valorile de minim, maxim, indexul acestora, dispersia, media, mediana, numărul de treceri prin zero (zero-crossing) și se afișează pe interfață. Pe un alt grafic se va afișa semnalul filtrat în domeniul timp, fie prin filtrare prin mediere, fie prin filtrare cu element de ordin I. Se va reprezenta anvelopa semnalului, dar și derivata acestuia.

Graficele obținute în urma analizei se salvează ca imagini jpg.

Etapa II

În etapa II a proiectului se va face switch către un nou panou inclus în aplicație. Noul panou va fi pentru reprezentarea în domeniul frecvență a semnalului audio. Se utilizează două tipuri de ferestre (Hanning și Hamming) și două tipuri de filtre (Eliptic și Chebyshev II, trece sus cu frecvența de tăiere de 800 Hz) pentru a realiza analiza spectrală a semnalului.

Reprezentarea semnalului se face atât înainte, cât și după filtrare, iar același principiu se aplică spectrului.

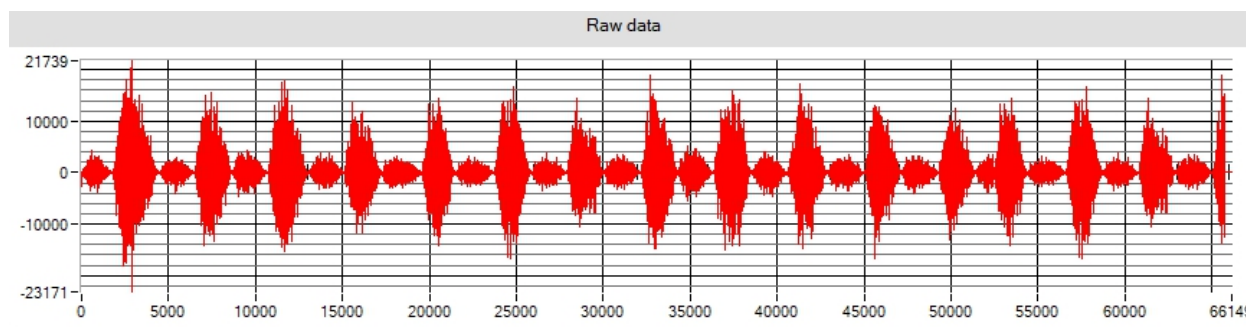
➤ Mediu de dezvoltare

În realizarea proiectului a fost folosit mediul de dezvoltare NI LabWindows/CVI 2020 (mediu de programare ANSI C, dezvoltat de National Instruments), dar și Python cu bibliotecile NumPy și SciPy pentru conversia semnalului.

➤ Analiza în domeniul timp

Execuția scriptului Python realizează conversia fișierului „54.wav” în două fișiere cu extensia .txt. Fișierele conțin informații referitoare la frecvența de eșantionare și numărul de valori/eșantioane ale semnalului.

Se realizează afișarea pe un control de tip Graph a semnalului audio inițial. Se dorește calcularea și afișarea valorilor: minim, maxim, indexul acestora, medie, dispersie, mediana, numărul de treceri prin zero, precum calcularea și afișarea histogrammei.



Se implementează funcțiile pentru filtrarea semnalului după două metode:

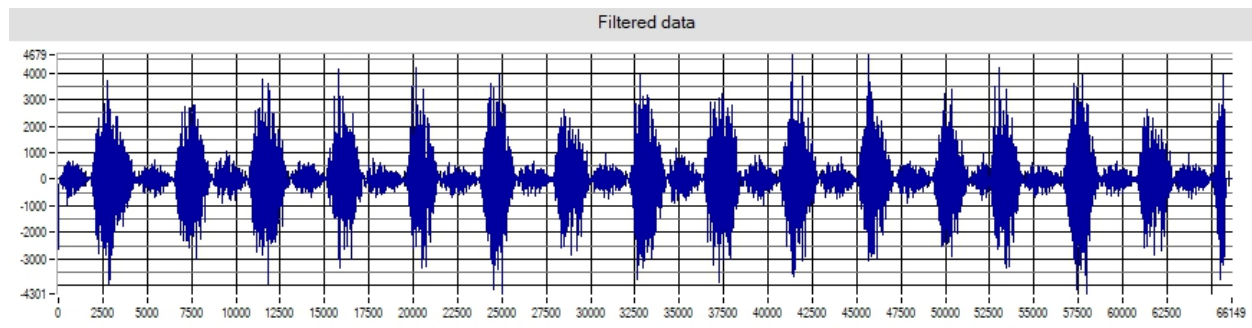
- **Cu un element de ordin I**

conform relației: $\text{filt}[i] = (1-\alpha) * \text{filt}[i-1] + \alpha * \text{signal}[i]$

-*signal* -este vectorul care contine valorile semnalului audio

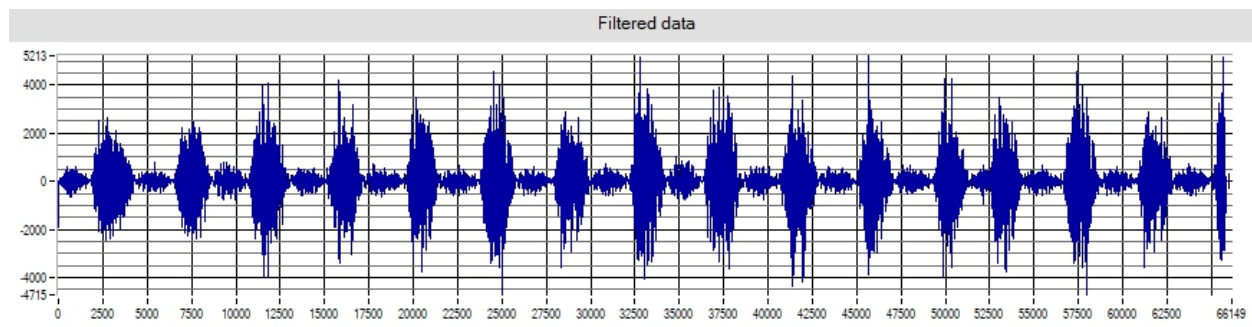
-*filt*- sunt valorile filtrate.

Pentru filtrul de ordin I, valorile parametrului alpha se vor afla în intervalul (0,1). Amplitudinea semnalului este mult mai mică față de cea a semnalului inițial. Cu cât valoarea lui alpha este mai aproape de 0 se observă mai bine rezultatul filtrării, iar dacă parametrul alpha are valori apropiate de 1, semnalul filtrat are o amplitudine apropiată de cea a semnalului inițial.



$\alpha = 0.1$

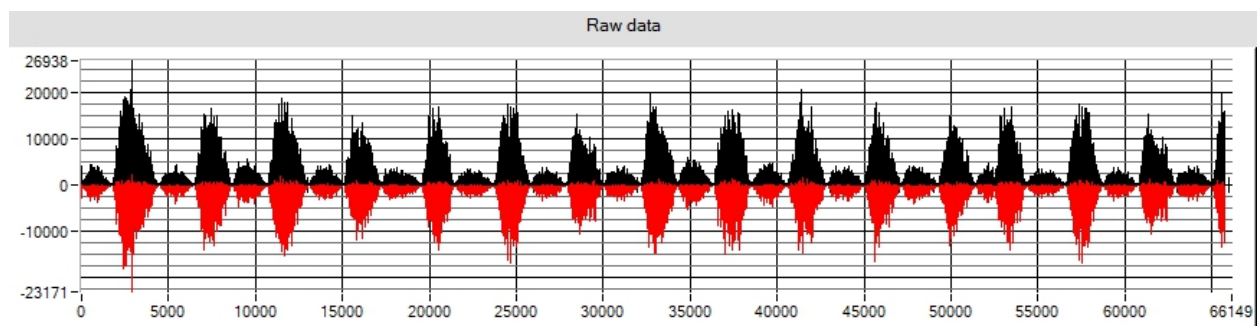
- Mediere (16 sau 32 de elemente)



16 elemente

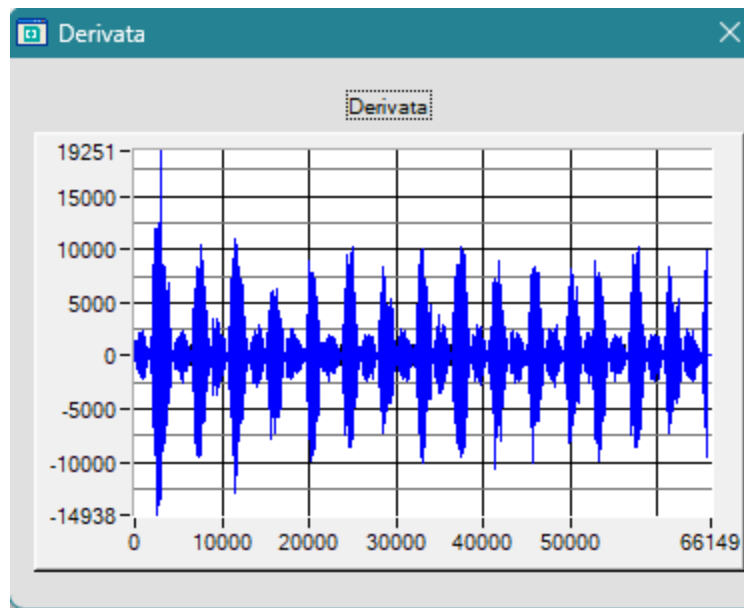
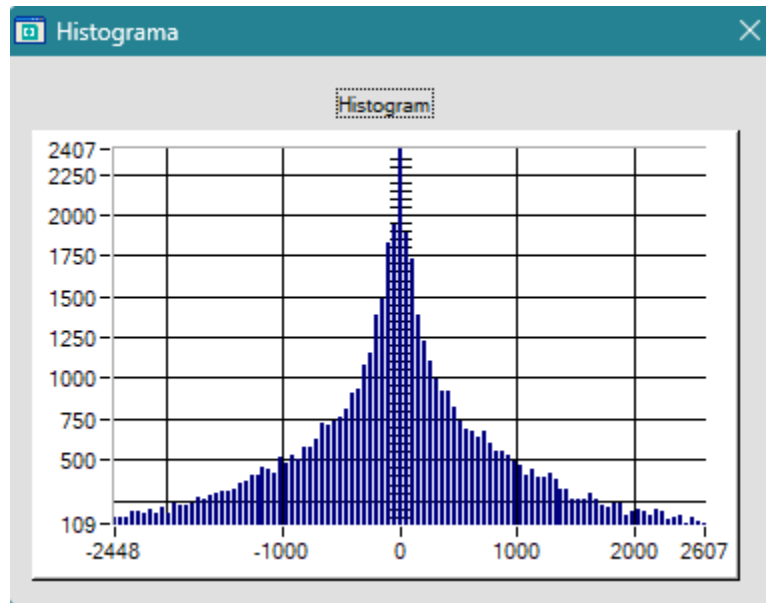
Anvelopa semnalului

Se afișează anvelopa semnalului pe același grafic unde s-a reprezentat semnalul audio inițial.



Histograma și derivata

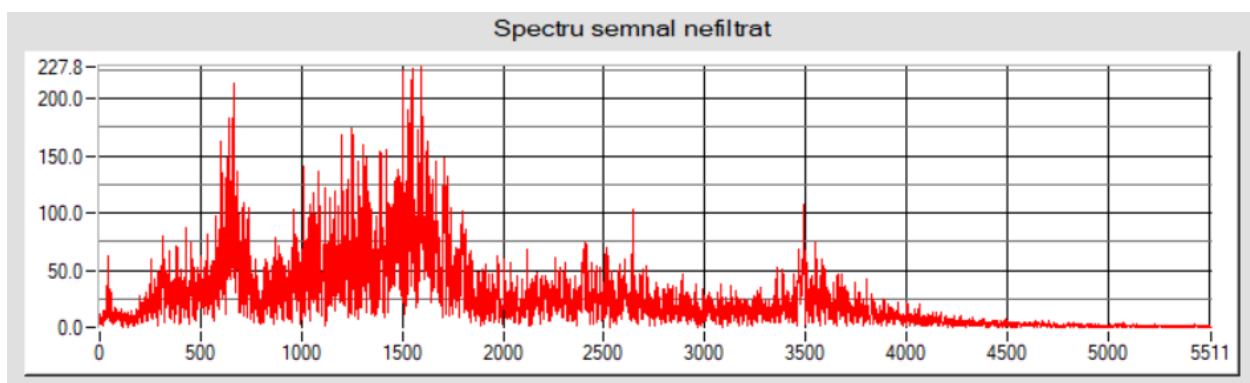
Histograma semnalului și derivata acestuia se afișează în panouri create separat.



➤ Analiza în domeniul frecvență

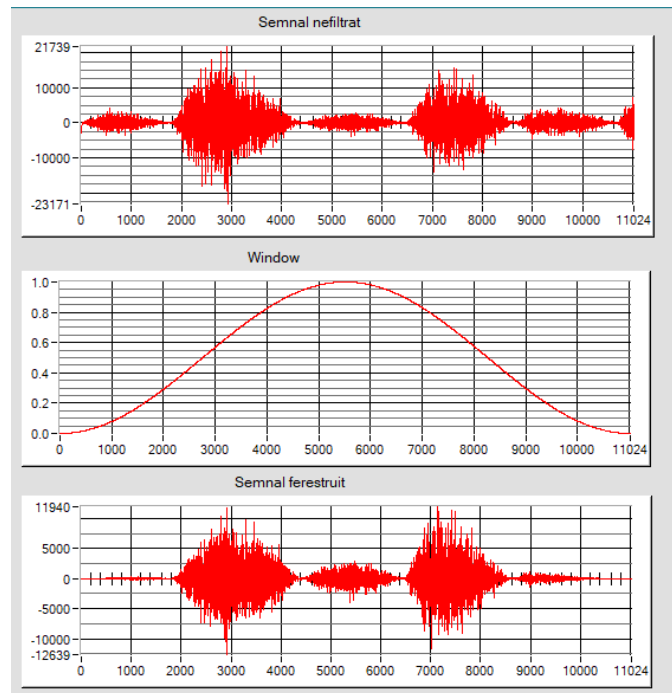
Analiza în domeniul frecvență constă în crearea unui nou panou pe care se va realiza afișarea spectrului semnalului pe un control de tip Graph. Pentru realizarea spectrului se aplică inițial o fereastră cu scopul de a aplatiza forma semnalului la capetele intervalului de eșantioane analizat. În acest fel, fiecare buffer de eșantioane va fi asimilat cu o perioadă a semnalului. Apoi se calculează partea pozitivă a spectrului scalat de putere pentru un semnal eșantionat, se generează FrequencyPeak-frecvența pentru spectrul de putere și PowerPeak- valoarea maximă din spectru de putere. Din cauza numărului mare de puncte pe care îl are semnalul inițial reprezentarea spectrului s-a realizat prin împărțirea semnalului pe mai multe ferestre care conțin N puncte ($N = 1024$ sau 2048 sau 4096), pentru Transformata Fourier. Se vor aplica două tipuri de ferestre (Hanning și Hamming) și două tipuri de filtre (Chebyshev II și Eliptic, trece sus cu frecvența de tăiere de 800 Hz), pentru reprezentarea pe o secundă la alegere din semnalul inițial.

Vom analiza mai întâi efectul ferestruirii semnalului cu fiecare tip de fereastră pus la dispoziție în interfața grafică.



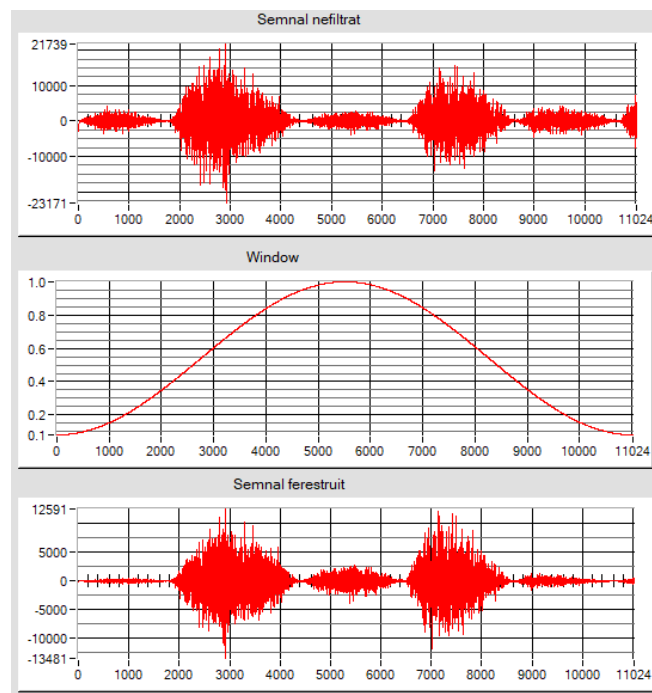
Transformata Fourier calculată în $N = 1024$ de puncte

Fereastra Hanning

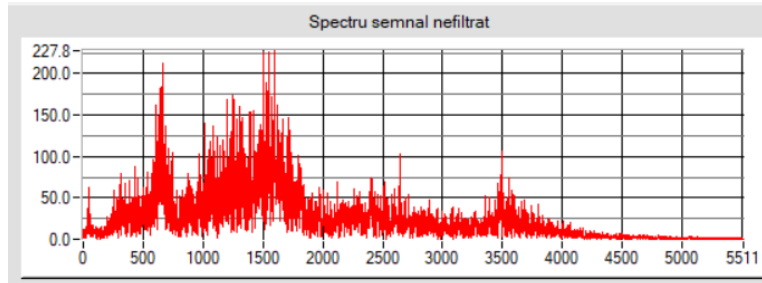


Se poate observa că fereastra Hanning aplatizează semnalul la capete și îl bombează la mijloc.

Fereastra Hamming

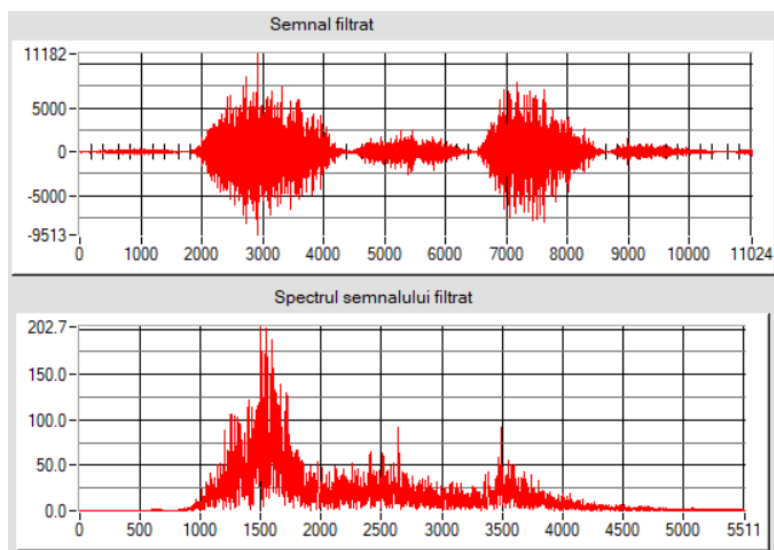


Se poate observa că fereastra Hamming are aproximativ același efect ca Hanning, doar că nu la fel de intens.



Reprezentarea spectrului are o dimensiune egală cu jumătate din frecvența de eșantionare a semnalului.

Filtru Chebyshev II, trece sus cu frecvența de tăiere $f_{cut} = 800$



Filtru Eliptic, trece sus cu frecvența de tăiere $f_{cut} = 800$

