



UNIVERSITATEA TEHNICĂ "GH ASACHI" IAȘI

FACULTATEA DE AUTOMATICĂ ȘI CALCULATOARE

SPECIALIZAREA: CALCULATOARE ȘI TEHNOLOGIA INFORMAȚIEI

DISCIPLINA ACHIZIȚIA ȘI PRELUCRAREA DATELOR - PROIECT

Analiza unui sunet în domeniul timp și frecvență

Coordonator,

Prof. Lupu Robert Gabriel

Student Curuliuc Cosmin-Ștefan,

Grupa 1306A

Iași, 2024

Descrierea proiectului

Proiectul își propune aprofundarea cunoștințelor privind achiziția și prelucrarea datelor dintr-un fișier audio utilizând drept mediu de dezvoltare LabWindows/CVI 2020. Analiza datelor din fișierul audio se va efectua în domeniile timp și frecvență. Analiza în domeniul timp va consta în calcularea valorilor de minim, medie, maxim, indexul minim, indexul maxim, dispersie, mediană, skewness și kurtosis, derivata, totalul de zero-crossing și totodată filtrarea semnalului prin mediere, respectiv filtru cu element de ordin I. Analiza în domeniul frecvență va consta în reprezentarea spectrului întregului semnal și în aplicarea a două tipuri de ferestre (Dreptunghiular și Blackman) și a două tipuri de filtre (filtru SavitzkyGolay și Notch pentru frecvență de amplitudine maximă din spectru) asupra unei perioade definite de timp din semnal.

Descrierea cerințelor proiectului

În prima etapă a proiectului se va utiliza un script python cu ajutorul căruia se va realiza reprezentarea grafică a fișierului cu extensia .wav care conține sunetul pentru care se va realiza analiză în domeniul timp și frecvență. După ce a fost realizată reprezentarea grafică a sunetului, cât și a histogramei acestuia, urmează afișarea parametrilor în domeniul timp (valorile minim/maxim, indexul minim/indexul maxim, medie, dispersie, mediană, skewness și kurtosis, numărul de treceri prin zero, semnalul derivat) precum și filtrarea acestuia (filtrare prin mediere și cu element de ordin I). Se realizează afișarea semnalului filtrat pe fiecare secundă în parte, cât și anvelopa acestuia.

În a doua etapă a proiectului se dorește implementarea unui nou panou, pentru reprezentarea semnalului audio în frecvență. Se urmărește realizarea unei analize spectrale în funcție de numărul de puncte. De asemenea se dorește și utilizarea a două tipuri de ferestre (Dreptunghiulară și Blackman) și a două tipuri de filtre (filtru SavitzkyGolay și Notch pentru frecvență de amplitudine maximă din spectru) asupra unei perioade din semnalul inițial.

Totodată, graficile obținute se vor putea vizualiza sub formă de imagini cu extensia .jpg.

Se reprezintă semnalul și spectrul după filtrare. În realizarea aplicației a fost folosit mediul de dezvoltare LabWindows/CVI 2020 (mediu de programare ANSI C pentru testare și măsurare dezvoltat de Național Instruments) dar și Python 3.9.

Analiza în domeniul timp

Analiza în domeniul timp constă în primă fază în execuția scriptului Python care realizează conversia fișierului wav2.wav (fișierul audio asupra căruia se realizează analiza) în două fișiere cu extensia .txt (waveData.txt și waveInfo.txt) care conțin informații referitoare la rata de eșantionare și numărul de valori ale semnalului. Se dorește calcularea și afișarea valorilor minim/maxim, indexul minim/indexul maxim, medie, dispersie, derivata semnalului, skewness și kurtosis, mediana, numărul de treceri prin zero precum calcularea și afișarea histogrammei.

Se implementează funcțiile pentru filtrare prin doua metode: mediere (pe 16 sau 32 de elemente) și element de ordin I conform relației: $\text{filt}[i] = (1 - \alpha) * \text{filt}[i-1] + \alpha * \text{signal}[i]$, unde signal este vectorul care conține valorile semnalului audio iar filt este un vector care conține valorile filtrate. Tipul filtrului dar și valorile pentru acestea pot fi alese de pe interfață. Pentru filtrul de ordin I, valoarea parametrului alpha se va fixa prin intermediul unui control numeric în intervalul $(0 \div 1)$.

Se poate vizualiza semnalul filtrat și pe secunde. Controalele Prev și Next realizează trecerea la secunda anterioară sau la cea următoare.

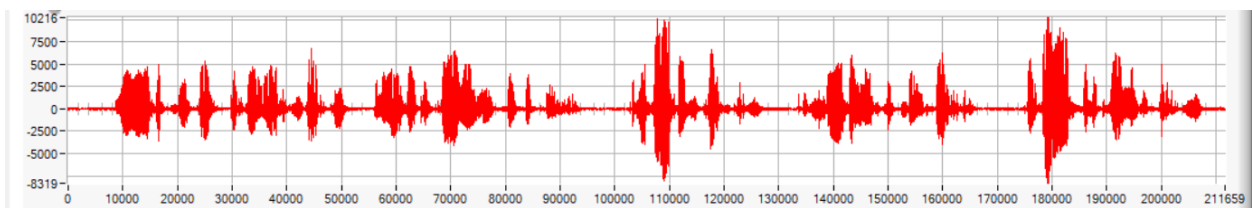


Fig 1. Reprezentarea semnalului inițial

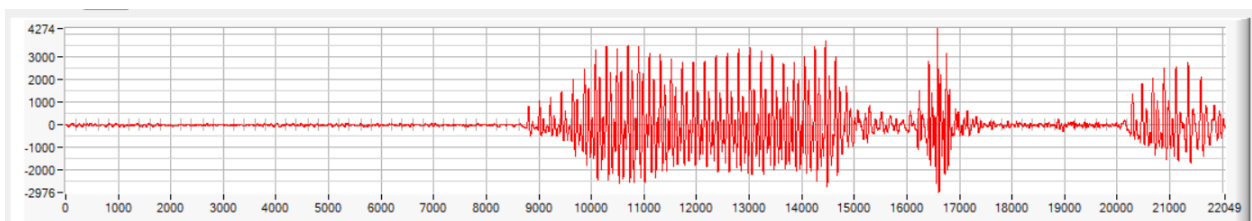


Fig 2 . Reprezentarea secunde 0-1 a semnalului , filtrată cu filtrul de mediere pe 16 elemente

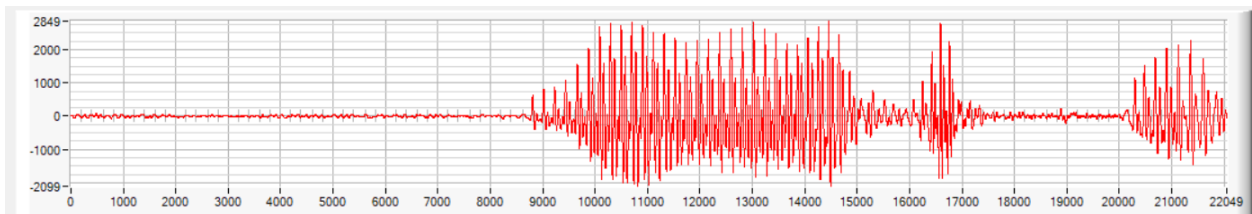


Fig 3 . Reprezentarea secunde 0-1 a semnalului , filtrată cu filtrul de mediere pe 32 de elemente

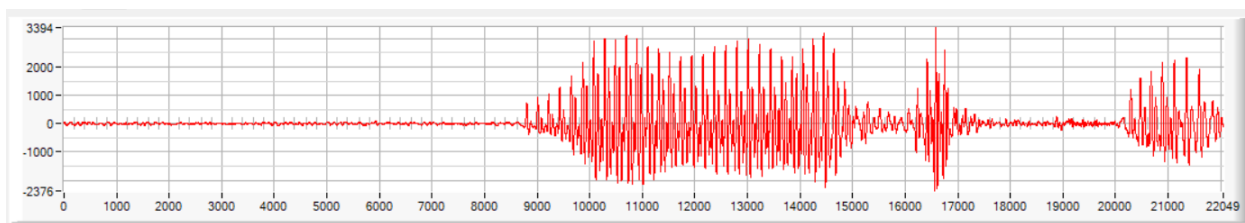


Fig 4 . Reprezentarea secunde 0-1 a semnalului , filtrată cu un element de ordin I, unde $\alpha=0.1$

Se afișează anvelopa semnalului pe același control Graph unde s-a reprezentat semnalul inițial.

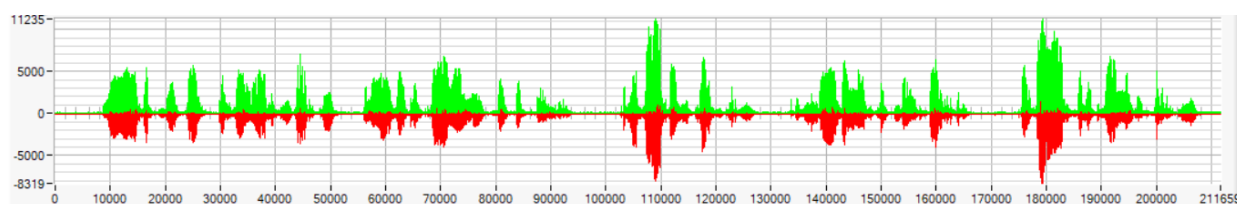


Fig 5. Anvelopa semnalului

Se afișează derivată semnalului pe același control Graph unde s-a reprezentat semnalul filtrat.

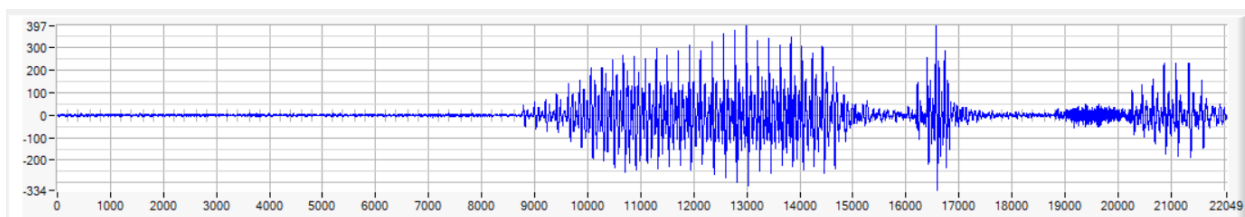


Fig 6. Derivata semnalului filtrat

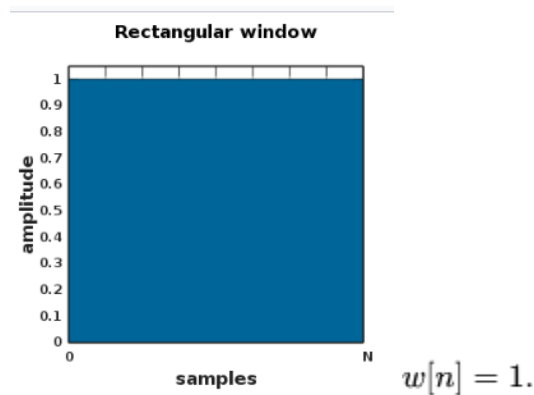
Analiza în frecvență

Analiza în frecvență constă în crearea unui nou panou pe care se va realiza afișarea spectrului semnalului atât pentru tot sunetul cât și pentru fiecare N puncte (unde N este o putere a lui 2) în parte. 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 frecvența pentru spectrul

de putere (*frequencyPeak*) dar și valoarea maxima din spectru de putere (*powerPeak*) și se convertește spectrul de intrare în format linear ce permite o reprezentare grafică mai convenabilă.

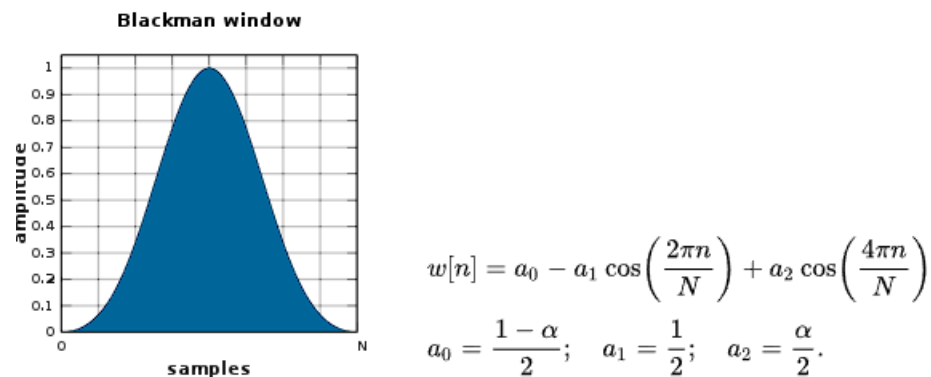
Se vor aplica două tipuri de ferestre: Dreptunghiulară și Blackman și a două tipuri de filtre: filtru SavitzkyGolay și Notch pentru frecvență de amplitudine maximă din spectru.

Fereastra Dreptunghiulară



Fereastră dreptunghiulară este fereastra cea mai simplă, echivalentă cu înlocuirea tuturor valorilor consecutive, făcând ca forma de undă sa pornească și să se oprească brusc.

Fereastra Blackman



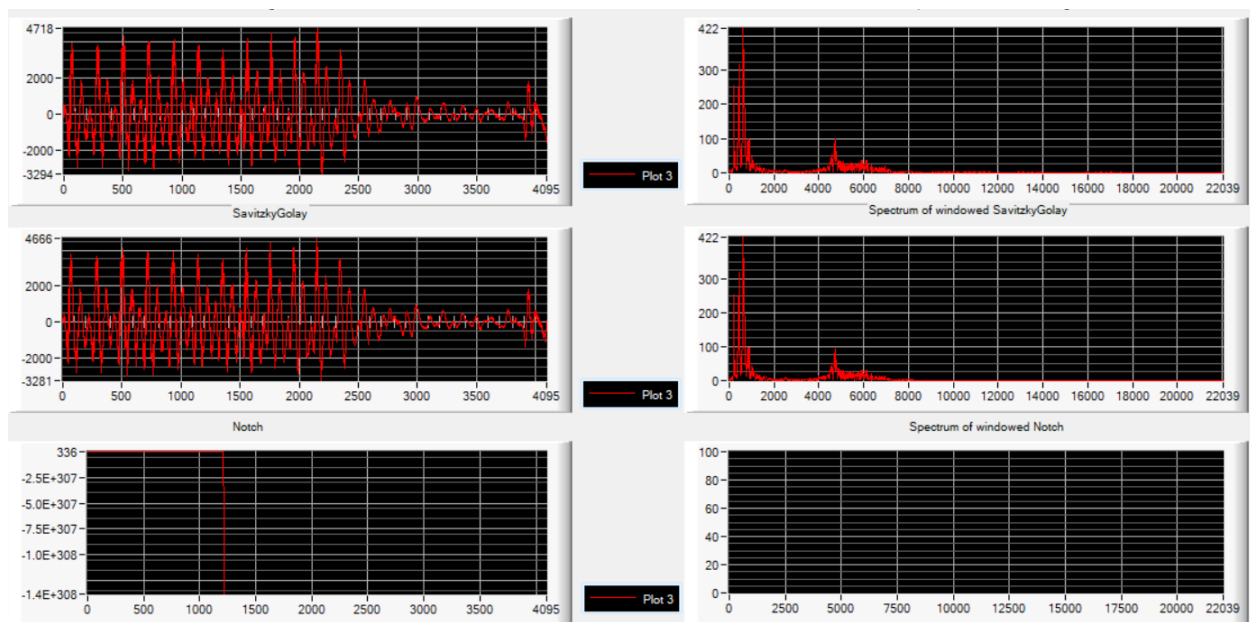
Fereastră Blackman este utilă pentru măsurarea componentelor de nivel foarte scăzut în prezența unui semnal mare de intrare, cum ar fi o măsurare a distorsiunii.

Filtrele Savitzky Golay și Notch

Filtrul Savitzky Golay este folosit pentru a netezi semnalele de date, reducând zgomotul, în timp ce păstrează caracteristicile importante ale semnalului, precum vârfurile și adânciturile, lucru vizibil din valorile aproape asemănătoare, dar mai mici față de semnalul original.

Filtrul Notch este de tip OB special în sensul că este proiectat să elimine total o frecvență, mai exact banda de oprire este foarte îngustă. Funcția de transfer este:

$$H(z) = \frac{1 - 2 \cos(\omega_0) z^{-1} + z^{-2}}{1 - 2 R \cos(\omega_0) z^{-1} + R^2 z^{-2}}$$



Interfața panoului de analiză în domeniul frecvență