A picture containing icon

Description automatically generated

**UNIVERSITATEA TEHNICĂ “GH ASACHI” IAŞI**

**FACULTATEA DE AUTOMATICĂ ŞI CALCULATOARE**

**SPECIALIZAREA: CALCULATOARE ŞI TEHNOLOGIA INFORMAŢIEI**

**DISCIPLINA ACHIZIȚIA ȘI PRELUCRAREA DATELOR - PROIECT**

**Analiza unui sunet în domeniul timp și frecvență**

**Coordonator,**

**Prof. Ungureanu Florina**

**Student,**

**Păuleț Faustina-Cristina**

**Grupa 1309A**

**Iași, 2021**

***Descrierea proiectului***

Acest proiect își propune analiza datelor dintr-un semnal audio în domeniul timp și domeniul frecvență. Analiza în domeniul timp constă în calcularea valorilor de minim, medie, maxim, indexul minim, indexul maxim, dispersie, mediana, frecvența de eșantionare, numărul de eșantioane, ulterior și totalul de zero-crossing. Analiza în domeniul timp presupune și filtarea semnalului prin mediere (pe 16 sau 32 de elemente) și filtru de ordin I cu alpha în intervalul (0,1), precum și aplicarea anvelopei semnalului. Analiza în domeniul frecvență constă în reprezentarea spectrului și în aplicarea a doua tipuri de ferestre: Hamming și Blackman-Harris și a două tipuri de filtre: Kaiser trece sus și Chebyshev invers II trece sus .

***Cerințele proiectului***

**Etapa I**

Se va utiliza un script python cu ajutorul căruia se va realiza reprezentarea grafică a fișierului „25.wav’’ care conține sunetul pentru care se va realiza analiza în domeniul timp și frecvență. Se va realiza reprezentarea grafică a semnalului și afișarea histogramei acestuia. Se vor calcula și afișa valorile minim/maxim, indexul minim/indexul maxim, medie, dispersie, mediana, frecvența de eșantionare, numărul de eșantioane, numărul de treceri prin zero, histograma semnalului. Se va afișa semnalul filtrat în domeniul timp ( filtrare prin mediere și cu element de ordin I) și se va reprezenta anvelopa semnalului. Se salvează graficele obținute ca imagini jpg.

**Etapa II**

Se dorește includerea unui nou panou în aplicație pentru reprezentarea semnalului audio în frecvență. Se urmărește realizarea unei analize spectrale asupra semnalului. De asemenea se dorește utilizarea a două tipuri de fereastră (Hamming și Blackman-Harris) și a două tipuri de filtre ( Kaiser trece sus și Chebyshev invers II trece sus). Se reprezintă semnalul și spectrul înainte și după filtrare. Se salvează graficele obținute ca imagini jpg.

***Mediul de dezvoltare***

În realizarea proiectului a fost folosit mediul de dezvoltare LabWindows/CVI 2017 ( mediu de programare ANSI C pentru testare și măsurare dezvoltat de National Instruments) dar și Python 3.8 cu bibliotecile NumPy și SciPy.

***Analiza în domeniul timp***

Analiza în domeniul timp constă în execuția scriptului Python care realizeaza conversia fișierului „25.wav’’ în doua fișiere cu extensia .txt care conțin informații referitoare la rata de eșantionare și numărul de valori ale semnalului. Se realizează afișarea pe un control de tip Graph a semnalului audio inițial. Se doresește calcularea și afișarea valorilor: minim/maxim, indexul minim/indexul maxim, medie, dispersie, mediana, frecvența de eșantionare, numărul de eșantioane, numărul de treceri prin zero precum calcularea și afișarea histogramei.

Chart

Description automatically generated

Fig 1. Reprezentarea semnalului inițial

Se implementează funcțiile pentru filtrarea semnalului prin două metode:

* **Mediere** (pe 16 sau pe 32 de elemente)

Chart

Description automatically generated

Fig 2. Mediere pe 16 elemente

* **Cu un element de ordin I**

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

*signal* -este vectorul care contine valorile semnalului audio

*filt*- sunt valorile filtrate.

Pentru filtrul de ordin I, valoarea 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.

Chart

Description automatically generated

Fig 3. Semnalul filtrat cu un element de ordin I unde alpha=0.1

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

A picture containing graphical user interface

Description automatically generated

Fig 4. Semnalul filtrat prin mediere pe 32 elemente la secunda 0-1

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

A picture containing chart

Description automatically generated

Fig 5. Anvelopa semnalului

***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 eşantioane analizat. În acest fel, fiecare buffer de eşantioane va fi asimilat cu o perioadă a semnalului. Apoi se calculează partea pozitivă a spectrului scalat de putere pentru un semnal eşantionat, se generează FrequencyPeak-frecvenţa pentru spectrul de putere și PowerPeak- valoarea maxima 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 sau 8192 sau 16384) pentru Transformata Fourier.

A picture containing text, shoji, building, screenshot

Description automatically generated

Fig 6. Reprezentarea spectrului semnalului pe o fereastră ce conține 16384 puncte

Se observă faptul că reprezentarea spectrului are o dimensiune egală cu jumătate din frecvența de eșantionare a semnalului.

Se aplică două tipuri de ferestre: Hamming și Blackman-Harris și a două tipuri de filtre: Kaiser trece sus și Chebyshev invers II trece sus pentru reprezentarea pe o secundă la alegere din semnalul inițial. În noul panou se vor reprezenta semnalul inițial, tipul de fereastră, semnalul inițial cu fereastra aplicată și spectrul înainte și după filtrare.

Chart

Description automatically generated

Fig 7. Reprezentarea spectrului semnalului la secunda 0 pe o fereastră de tip Blackman-Harris și filtru Kaiser trece sus cu frecvența de tăiere de 1200 HZ.

Chart

Description automatically generated

Fig 8. Reprezentarea spectrului semnalului la secunda 0 pe o fereastră de tip Hamming și filtru Chebyshev invers II trece sus cu frecvența de tăiere de 1200 HZ

Chart

Description automatically generated

Fig 9. Row data-semnalul inițial la secunda 1, Window- tipul de fereastră Blackman-Harris , Raw Window- reprezintă semnalul la secunda 1 după aplicarea tipului de fereastă Blackman-Harris.

Chart

Description automatically generated

Fig 10. Row data- semnalul inițial la secunda 1, Window- tipul de fereastră Hamming, Raw Window- reprezintă semnalul la secunda 1 după aplicarea tipului de fereastră Hamming.