|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| PROIECT INGINERIA REGLARII AUTOMATE II | | | | | |
| NUME student | Lombrea Anca Raluca | GRUPA: | 30131 | Nota |  |

**Physiological-based Mathematical Models of EEG Dynamics**

Autor: Lombrea Anca Raluca

Grupa**: 30131**

**AN UNIVERSITAR: 2021-2022**

**Cuprins**

1. **Scopul proiectului ……………………….……………… ………………………………… .……3**
2. **Obiective …………………….……………………….……………………………………………… .3**
3. **Specificatii …………………….……………………….………………………………………………4**
4. **Studiu bibliografic ……………………….……………………………………………..5**
5. **Analiză, proiectare, implementare …………………………….………….……6**
6. **Concluzii ……………………….………………….……………………………………………………..16**

# Scopul Proiectului

Scopul proiectului este de a dezvolta un model matematic bazat fiziologic pentru dinamica neuronală din semnalul EEG pentru a prezice riscul pentru a avea crize de epilepsie post AVC.

Obiectivul pe termen lung al proiectului este de a oferi mijloacele pentru a facilita reducerea riscului în epilepsia recurentă post-accident vascular cerebral prin depistarea precoce bazată pe monitorizarea și analiza datelor EEG.

## Obiective

* Primul obiectiv este selectarea datelor (set de 5 persoane cu vârsta sub 10 ani).
* Al doilea obiectiv, unul științific, constă în dezvoltarea unui model matematic, bazat fiziologic, pentru dinamica neuronală din semnalul EEG, pentru a prezice incidența epilepsiei recurente.
* Al treilea obiectiv științific se referă la analiza modelului.
* Al patrulea obiectiv științific reprezintă traducerea informațiilor bazate pe model într-un indice ușor de utilizat al riscului pentru epilepsie recurentă.

## Specificații

* Îțelegerea documentației - citirea materialelor bibliografice specifice temei.
* Determinarea unor modele matematice pentru dinamica neuronală a semnalelor EEG.

Acest pas se realizează prin intermediul toolbox-ului Neural Network Pattern Recognition.

Se colecează date de la 5 pacienți cu varsta cuprinsă între 1.5 și 7 ani și se antrenează rețeaua neuronală de mai multe ori cu un număr diferit de neuroni. După antrenare se va obține un model matematic și un cod matlab.

* Evaluarea și compararea rezultatelor

După antrenarea rețelei neuronale cu diferite numere de neuroni se va analiza cum se obține cel mai bun model. Acesta ar trebui să prezică cât mai precis dacă persoana a cărei date vor fi introduse este predispusă să aibă o criză de epilepsie în viitorul apropiat (următoarele 35 de minute).

* Testarea și simularea în Matlab a modelului rezultat.

După obținerea modelului se vor testa, cu ajutorul unei funcții generate din nprtool, performanțele modelului prin introducerea unor seturi de intrare noi (corespunzătoare unor perioade în care sunt atacuri, a unor perioade înainte de atac și a altora de după atac).

Va rezulta un set de date de ieșire. Din acestea ne vom putea da seama dacă datele corespund unei persoane care are criză de epilepsie în acel moment sau dacă o să aibă una în viitorul apropiat.

* Datele noi de testare se vor introduce prin intermediul unei interfețe (datele vor fi de forma .xlsx). După apăsarea unui buton vom afișa un mesaj: “Posibilitate ridicată să aveți AVC în viitorul apropiat.” sau “Posibilitate scăzută să aveți AVC în viitorul apropiat.”.
* Performanțele pe care le doresc sunt de a obține un model care să prezică cu o precizie de peste 70% dacă semnalul primit de la o persoană corespunde cu unul dintr-o pre criză de epilepsie.

# Studiu bibliografic

Un accident vascular cerebral (AVC) apare atunci când un cheag blochează fluxul de sânge către creier sau atunci când un vas de sânge din creier se sparge. Epilepsia este un termen larg folosit pentru afecțiunile creierului care provoacă crize repetate. Anumite tipuri de AVC, precum cele care cauzează sângerări și cele severe, pot duce la apariția epilepsiei. Un studio a arătat că, dintre persoanele cu AVC, 5% au avut o criză și 7% au dezvoltat epilepsie într-o perioadă de 30 de luni după AVC, conform Centers of Disease Control and Prevention.

**Electroencefalograma** (EEG) reprezinta inregistrarea, in timp, a activitatii electrice cerebrale. Captarea se face prin intermediul unor electrozi asezati pe scalp. Semnalele electroencefalogramei (EEG) de tipuri non-focale (NF) și focale (F) conțin informații despre activitatea creierului care pot fi utilizate pentru a identifica zonele afectate de convulsii. În general, semnalele F EEG sunt înregistrate din partea epileptică a creierului, în timp ce semnalele NF EEG sunt înregistrate din regiuni ale creierului neafectate de epilepsie.

Celulele creierului (neuronii) funcționează prin trimiterea de impulsuri nervoase de la o celulă la alta pentru a transfera mesaje în jurul creierului și al corpului. Aceste mesaje, numite potențiale de acțiune, apar din cauza schimbărilor în sarcina electrică a celulelor. Deci, atunci când creierul funcționează, celulele comunică folosind semnale electrice, iar atunci când fac acest lucru, eliberează electricitate. Această activitate electrică, uneori numită unde cerebrale, este preluată de EEG.

Semnalele electrice de la creier sunt captate de electrozi mici (aproximativ un centimetru diametru), care sunt plasați pe capul persoanei. Electrozii înregistrează doar activitatea electrică a creierului; nu dau electricitate. Electrozii nu pot capta semnalele electrice de la neuroni individuali – celulele sunt mult prea mici, iar sarcina electrică este, de asemenea, prea mică. În schimb, înregistrează activitatea electrică din zone mici ale creierului. EEG arată funcția creierului și caută prezența sau absența unei activități specifice a creierului în anumite zone ale creierului.

# Analiză, proiectare, implementare

**Analiză și proiectare**

* **Metode pentru rezolvarea problemei:**

Pentru rezolvarea problemei am decis să prelucez date obținute dintr-o bază de date .edf extrăgând cazuri de la copii cu vârstele cuprinse între 1.5 și 7 ani.

Text

Description automatically generated

Pentru fiecare persoană am extras câte două sau trei porțiuni în care aveau crize de epilepsie (aproximativ 3-4 minute fiecare criză). De asemenea am introdus și porțiuni din porțiunea imediat anterioară crizei, cu 15 minute înainte și cu 30 de minute înainte de fiecare atac. Am decupat și părți imediat după atac și locuri în care nu s-a înregistrat nici o criză în urmă cu cel puțin 4 ore.

* + **Calcule și tehnici de procesare a informațiilor**

Datele extrase au fost sub formă de tabel. Am folosit table2array pentru a putea să le prelucrez, apoi cell2mat pentru a le aduce la forma unei matrici.

Pentru datele de intrare s-a obținut o matrice de dimensiune 23x2211584 (23 reprezintă numărul de canale din care s-au colectat date – Channel 1- FP1-F7, Channel 2 – F7-T7 …).

Text

Description automatically generated



Pentru output am realizat un vector linie de dimensiunea matricii, care are pe pozițiile unde sunt crize de epilepsie valoarea 1, iar în rest 0.

A picture containing logo

Description automatically generated

Acest procedeu l-am realizat pentru toți cei 4 pacienți, la final concatenând datele obținute.

Text

Description automatically generated

**Implementare**

* + Mediul de implementare al aplicației a fost Neural Network Pattern Recognition. Am folosit și mediul EEGLAB pentru plotarea datelor inițiale.

Table

Description automatically generated with medium confidence

Text

Description automatically generated

* + Cu comanda nprtool deschidem mediul de lucru Neural Network Pattern Recognition.

Graphical user interface, text, application, email

Description automatically generated

Urmează introducerea datelor de intrare și de ieșire și antrenarea rețelei neuronale apăsând butonul Train ( decizând în prealabil ce procentaj să reprezinte datele de validare și de test).

Diagram

Description automatically generated with medium confidence

Am alaes ca primă antrenare o rețea cu 10 neuroni.

A picture containing electronics, jack, screenshot

Description automatically generated

După antrenarea rețelei se pot vedea performanțele modelului din diagramele disponibile în acest tool (Training state, Performance, Confusion matrix, ROC curve).

* + Acești pași sunt urmați de importarea modelului cu care vom lucre ulterior.
  + Pentru a creea o interfață cu care utilizatorii pot intercacționa ușor am folosit App Designer.

Graphical user interface, application

Description automatically generated

* + Am creat 2 fișiere .xslx: pre.xslx și atac.xslx în care am introdus date pentru perioadă pre criză și perioadă din timpul crizei.

Am decis ca rezultatul obținut din apelarea funcției myNeuralNetwork să fie comparat cu valoarea 0.4. Dacă valoarea returnată este mai mică decât 0.4, atunci pacientul o să aibă o criză de epilepsie în următoarele 35 de minute, iar dacă este mai mare, pacientul are șanse mici să aibă o astfel de criză.

Dacă introducel datele din pre criză pe ecran se va afișa următorul mesaj:

Graphical user interface, text, application, email

Description automatically generated

Codul pentru butonul Importați date est eurmătorul:

Graphical user interface, text, application

Description automatically generated

**Testare și validare**

* + Testarea a avut loc prin introducerea și antrenarea mai multor seturi de date cu un diferit număr de neuroni.

Am observant că pentru setul meu de date cel mai bun model cnține 15 neuroni, eroriile fiind următoarele:

Table

Description automatically generated

Iar diagramele având următoarele caracteristici:

Timeline

Description automatically generated

Graphical user interface, application

Description automatically generated

Graphical user interface, line chart

Description automatically generated

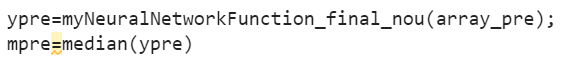
Application, table

Description automatically generated

* + După ce am antrenat rețeaua, am importat o funcție matlab care are ca parametru un set de date de intrare pe care îl putem impune noi.



* + Aceasta returnează un set de date de ieșire. Acestui set am decis să îi fac media aritmetică, astfel obținând procentul în care datele introduse de la un anumit pacient corespund pentru o posibilă criză de epilepsie.



* + Am decis ca rezultatul obținut din apelarea funcției myNeuralNetwork să fie comparat cu valoarea 0.4. Dacă valoarea returnată este mai mică decât 0.4, atunci pacientul o să aibă o criză de epilepsie în următoarele 35 de minute, iar dacă este mai mare, pacientul are șanse mici să aibă o astfel de criză.
  + Dacă introducel datele din pre criză pe ecran se va afișa următorul mesaj:

Graphical user interface, text, application, email

Description automatically generated

* + Codul pentru butonul Importați date est eurmătorul: Graphical user interface, text, application

    Description automatically generated

# Concluzii

## Rezultate obținute

* + După antrenarea rețelei neuronale cu diferite seturi de date și diferite numere de neuroni, am observant că performanțele devin mai bune cu cât cresc numărul de neuroni și mă apropii de 15. Astfel am decis să păstrez un set de date de intrare de lungimea 2211584 și o rețea de 15 neuroni.
  + Performanțele obținute de mine în Confusion matrix au fost de 71.1% și o eroare de 0.28 pentru validare.
  + Performanțele ar trebui să crească cu cât mărim numărul de neuroni, însă datorită faptului că antrenarea lua mult timp, am decis să mă opresc doar la 15 neuroni.