

|  |                         |        |       |      |  |
|--|-------------------------|--------|-------|------|--|
| PROIECT INGINERIA REGLARII AUTOMATE II |                         |        |       |      |  |
| NUME student                           | Stoleru Cristian-Andrei | GRUPA: | 30132 | Nota |  |

## **Lung Cancer Diagnosis System**

Autor: **Stoleru Cristian-Andrei**

Grupa: **30132**

**AN UNIVERSITAR: 2019-2020**

# Cuprins

|   |    |
|---|----|
| 1. Scopul Proiectului.....                | 3  |
| a. Obiective.....                         | 3  |
| b. Specificații .....                     | 4  |
| 2. Studiu bibliografic .....              | 5  |
| 3. Analiză, proiectare, implementare..... | 6  |
| Problema 1 .....                          | 6  |
| Problema 2 .....                          | 8  |
| Problema 3 .....                          | 9  |
| Problema 4 .....                          | 10 |
| Problema 5 .....                          | 11 |
| 4. Concluzii .....                        | 12 |
| a. Rezultate obținute .....               | 12 |
| b. Direcții de dezvoltare .....           | 13 |

# 1.Scopul Proiectului

Proiectul este reprezentat de o aplicație destinate clinicilor si medicilor pneumologi pentru a ușura si facilita procesul de descoperire a unei malformații in urma ecografiei. Ecografia, in cazul problemelor de natura pneumologica, nu este la fel de ușor de interpretat de către medici spre deosebire de alte investigații mai avansate, dar care au anumite restricții si costuri ridicate. Aplicația are scopul de a detecta orice malformație a plămânului prin intermediul ecografiei. Acesta vine cu avantaje atât pentru medici, cat si pentru bolnavi.

Partea principala a proiectul este detecția unei malformații a plămânului si pe urma declararea tipului acesteia: cancer, edem, chist, fibroza etc. Acesta parte este una ampla si a fost împărțita in mai multe sub părți dintre care cea aleasa de mine a fost referitoare la proprietățile imaginii ecografice, pregătirea acesteia pentru o analiza si detecția anumitor părți ale plămânului.

Problemele apar atunci când imaginile vin sub alte dimensiuni si forme sau când se face confuzia dintre malformațiile posibile. Misiunea noastră este aceea de crea un algoritm ce poate detecta zona problematica, indiferent de imaginea primita.

## a. Obiective

- Parcurgerea documentelor puse la dispoziție
- Documentarea individuala (algoritmi, tehnici)
- Eliminarea informațiilor nefolositoare provenite de la ecograf
- Decuparea imaginii provenite de la ecograf
- Evidențierea din imagine a zonelor de interes
- Evidențierea anumitor malformații si porțiuni atipice

## **b. Specificații**

Prima etapa consta in citirea documentelor valabile pe platforma pusa la dispoziție. Acestea sunt utile pentru înțelegerea in detaliu a aplicației. Tot din prima etapa face parte si documentarea individuala cu informații utile privind: bazele algoritmilor de învățare automata, bazele procesării de imagine, algoritmi pentru identificarea anumitor structuri, tipologii de afecțiuni ale plămânului uman.

A doua etapa consta in alegerea unui obiectiv punctual, in cazul de fata obiectivul nr.4 considerat principal in stadiul actual de evoluție a aplicației. Acesta presupune auto detecția unei malformații a plămânului si delimitarea conturului acestuia fără a necesita intervenția unui medic sau cadru medical specializat. In urma discuției cu echipa am hotărât sa aplicam mai multe metode si algoritmi de procesare pentru a-l identifica pe cel mai optim din punct de vedere imagistic. Ne vom raporta la imagini reale ale ecografiilor diverșilor pacienți si la interpretarea acestora de către medicului specialist.

## 2. Studiu bibliografic

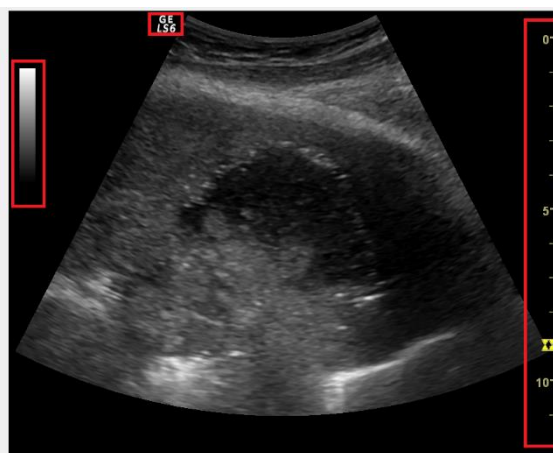
Am parcurs informații pentru a înțelege anumite anomalii care fac parte din țesutul plămânului și pentru a putea face distincție între tipurile de malformații prezente în plămân. De asemenea am citit despre procesarea imaginilor, despre algoritmi de filtrare, zgomot, detecție și despre soliditate și densitate în imagini.

O parte din articolele și documentele aprofundate:

- lung cancer (LC) diagnosis system.docx
- article.pdf
- tumor classification – speculation.pdf
- pxc3877801.pdf
- usg-13023.pdf
- Fundamentals of Biomedical Image Processing
- MATHEMATICAL METHODS IN MEDICAL IMAGE PROCESSING
- Ultrasound Processing and Computing: Review and Future Directions
- <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2017/09/common-machine-learning-algorithms/>
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4553249/>

### 3. Analiză, proiectare, implementare

Din primele analize ale pozelor primite de la ecograf am observat câteva probleme comune ce au o soluție generală, ce poate fi aplicată pe majoritatea cazurilor. În următoarele paragrafe voi încerca să explic dificultățile create de acestea și rezolvările adoptate de către mine și echipa mea.



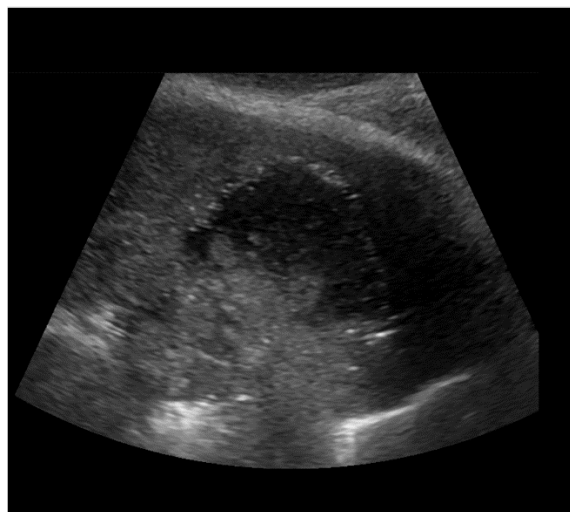
Figură 1 Surplusul de informații

#### Problema 1

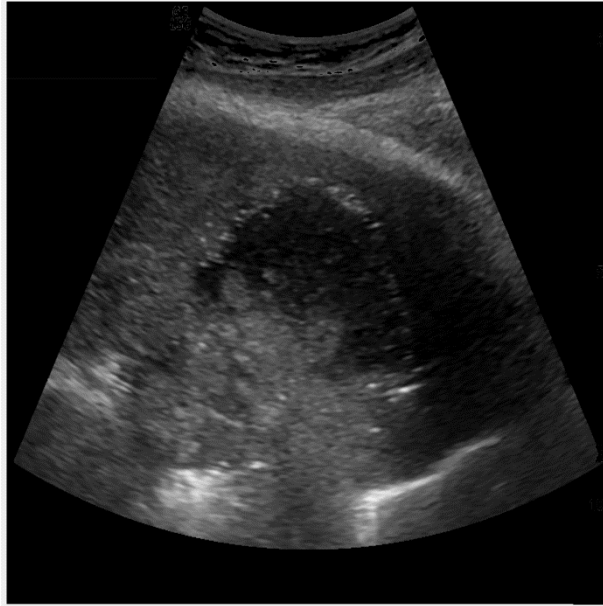
Cum putem observa cu ușurință din Figura 1 există un anumit surplus de informații care vor ridica probleme în crearea unui algoritm de detecție a zonei problematice. Principala problemă este aceea că aceste informații conțin pixeli de diferite culori și diferite intensități care vor fi detectați de către algoritm, în loc să îi detecteze pe cei din zona de interes, cea a plămânului.

În urma mai multor discuții am descoperit doi algoritmi care să elimine acest surplus de informație:

- Algoritmul de eliminare agresiv, acesta maschează regiunile din imagine ce conțin acele informații. Mascarea se face prin atribuirea pixelilor din zonele respective cu valoarea 0.



Figură 2 Algoritmul de eliminare agresiv



Figură 3 Algoritmul de eliminare ușoara

- Algoritmul de eliminare ușoara, caută în regiunile de interes pixeli ce au intensitatea mai mare de 150 și le atribuie acestora un index de 0 (negru absolut).

### Soluție adoptată:

Am decis să lucrăm cu algoritmul de eliminare agresiv deoarece cel ușor permite unor pixeli să rămână în continuare în imagine, lucru care duce la apariția unor erori. În continuare va fi prezentat codul în Matlab al algoritmului de eliminare agresivă.

```
% deletevalue = 0
% Legenda din stanga
for i=2:1:max1-55/100*max1
    for j=2:1:max2-94.4/100*max2
        imdata(i,j)=deletevalue;
    end
end
%cod sus
for i=2:1:max1-87/100*max1
    for j=2:1:max2
        imdata(i,j)=deletevalue;
    end
end
```

```
%Scara din dreapta
for i=2:1:max1-1
    for j=max2:-1:max2-max2*6/100
        imdata(i,j)=deletevalue;
    end
end
```



Figură 4 Eliminarea zonei externe

## **Problema 2**

A doua problema cu care ne-am confruntat a fost aceea ca zona problematica din ecografie in general conține pixeli de intensitate 0 (negru absolut) astfel încât păstrarea marginii de negru devenea o dificultate.

## **Soluție**

Una dintre cele mai rar întâlnite valori ale indexilor in ecografie este cea de 255 (alb absolut). Așa ca am decis sa facem bordura ecografiei alba.

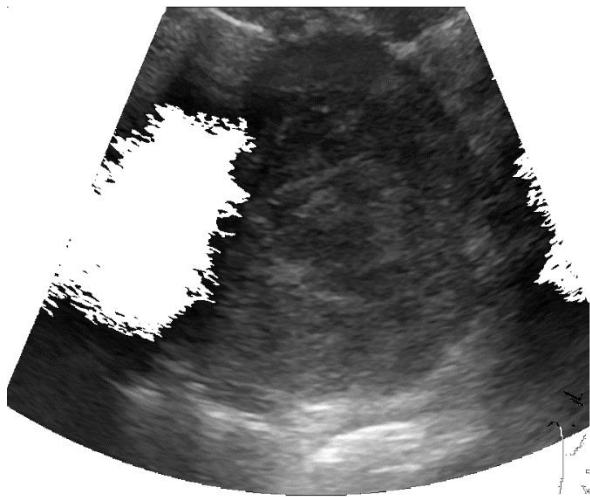
Mai jos este prezentat codul in Matlab.

```
%% contur poza pe mariginile imaginii se introduce o
bordure de pixeli albi
for i=1:1:max1
    imdata(i,1)=fillvalue;
    imdata(i,max2)=fillvalue;
end
for j=1:1:max2
    imdata(1,j)=fillvalue;
    imdata(max1,j)=fillvalue;
end
%% expansiunea bordurii in zona neagra
power = 1;
while power >=0
    for i=2:1:max1
        for j=2:1:max2
            if(imdata(i,j)<=10 && (imdata(i-1,j)==fillvalue ||
                                imdata(i,j-1)==fillvalue) )
                imdata(i,j)=fillvalue;
                continue
            end
        end
    end
end
```

```
for i=max1-1:-1:2
    for j=max2-1:-1:2
        if(imdata(i,j)<=10 && (imdata(i+1,j)==fillvalue ||
                                imdata(i,j+1)==fillvalue) )
            imdata(i,j)=fillvalue;
            continue
        end
    end
end
power = power-1;
end

%% fillvalue = 250
```





Figură 5 Eliminarea bordurii- Problema

### **Problema 3**

Cum se poate observa din figura 5, algoritmul de eliminare a zonei negre pătrunde în ecografia noastră și poate elimina informații utile, lucru care nu ne convine.

### **Soluție:**

Este necesară crearea a două tipuri de borduri, una matematică și una bazată pe diferențele de intensități ale pixelilor. (figura 6).

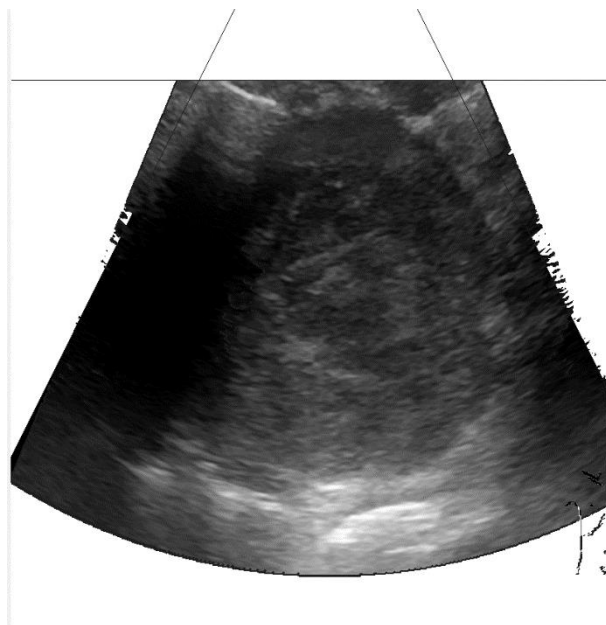
#### **Soluția matematică:**

Partea de sus poate fi aproximată cu ușurință de către o dreaptă de forma:

$$y = \text{constanta};$$

Partea din dreapta și din stânga este aproximată și ea la rândul ei cu o dreaptă de forma:  $y = 2x$ ;

Pentru partea de jos s-a încercat folosirea unui spline liniar bazat pe 8 puncte, dar din păcate această funcție nu a putut fi generalizată pentru mai multe cazuri astfel încât am decis să renunțăm la ea;



Figură 6 Eliminarea bordurii- Rezolvare

#### **Soluția bazată pe diferențele de intensități:**

Inițial fundalul imaginilor este în continuare negru (indexi variind între 0 și 30), se parcurge matricea indexilor și acolo se găsește un pixel cu intensitate mai mare, acesta va fi înlocuit cu valoarea prestabilită a bordurii.



Figură 7 Imaginea pe mai multe nivele de gri

#### **Problema 4**

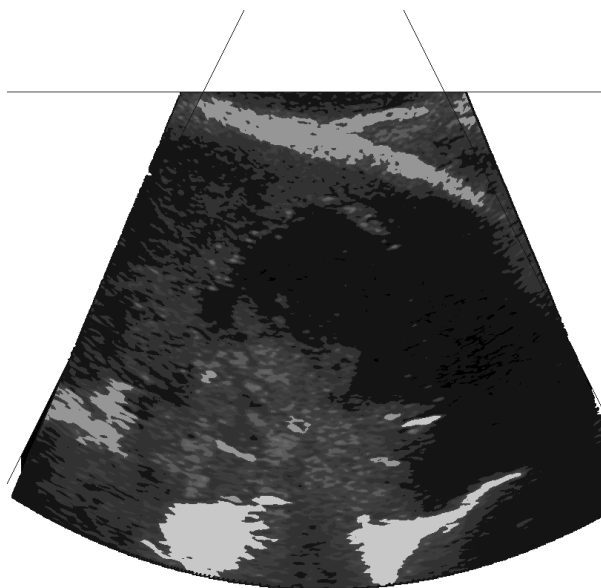
Cum am observat din imaginile anterioare, exista anumite zone care au intensități asemănătoare dar în același timp cu valori destul de diferite, lucru care creează o problemă în analiza acestor poze pe nivele de intensități.

#### **Soluție**

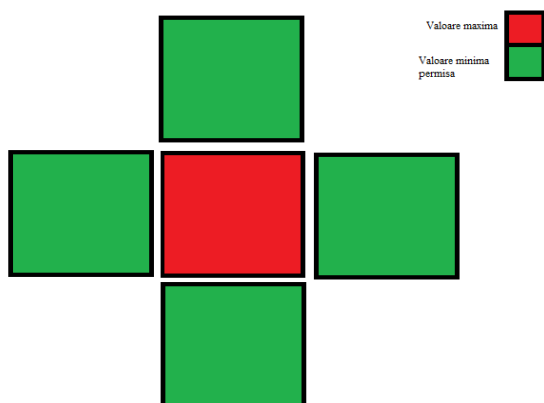
Am decis să căutam valoare maximă a intensității din locul de interes și în funcție de aceasta să nivelăm imaginea în mai multe zone. De exemplu să îi atribui zonei care respectă condiția,

$\text{Intensitate}(\text{index}) \in (0.8 * \text{Valoare maxima}, \text{Valoare maxima})$  i se va atribui valoarea 200.

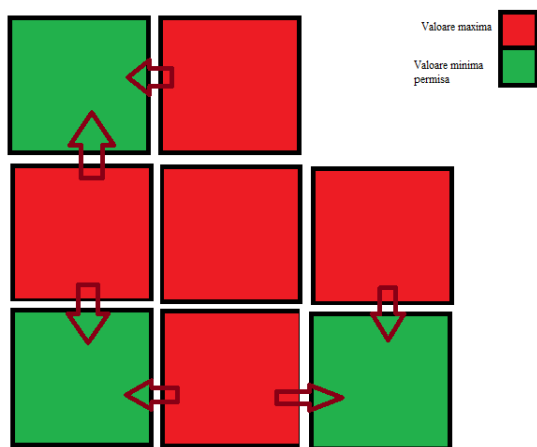
Astfel am creat 10 zone cu următoarele valori: [200, 150, 110, 100, 90, 70, 65, 60, 50, 20].



Figură 8 Expansiunea conturului



Figură 9 Pixelii inițiali



Figură 10 Pixelii după o expansiune

## Problema 5

Putem observa in figura 7 ca regăsim anumite zone ce conțin indexi cu valoare maxima si aceștia sunt înconjurați de alte zone din treptele apropiate. Ideea aplicației e de a extinde acea zona cu valoare maxima in zonele vecine.

Pentru a realiza acest lucru ( figura 8 este un astfel de exemplu) s-a realizat un algoritm recursiv ce funcționează pe următoarea idee:

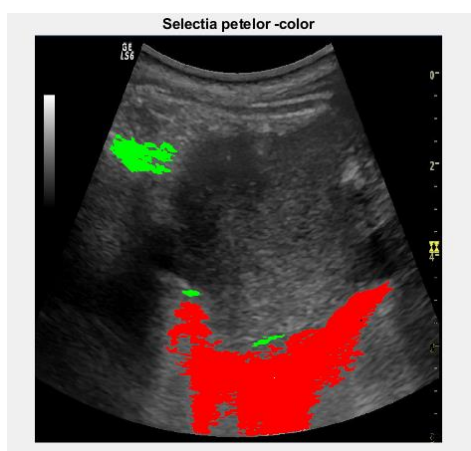
- Daca pixelul are intensitatea mai mare decât valoarea minima impusa;
- Daca pixelul are un pixel de valoare maxima impusa in zona (sus ,jos ,stânga ,dreapta);
- Atunci pixelul primește valoarea maxima;
- Același algoritm se repeta pentru pixelii din vecinătatea sa. (Algoritmul este explicat in figurile 9 si 10)

## 4. Concluzii

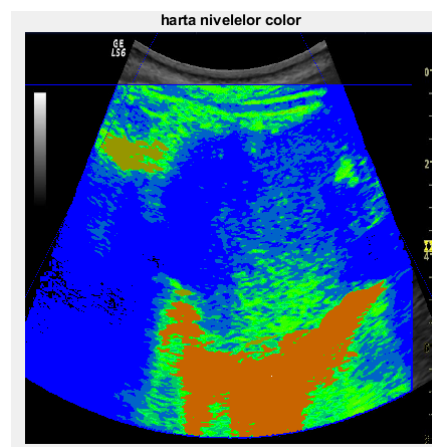
### a. Rezultate obținute

După rezolvarea celor 5 probleme am reușit să detectăm atât pleura plămânilor cât și alte zone de interes create de către tumora sau boala pulmonară. Pentru a le pune în evidență aceste zone pe pozele inițiale am creat două metode de prezentare, acestea sunt prezentate în figura 11 și figura 12.

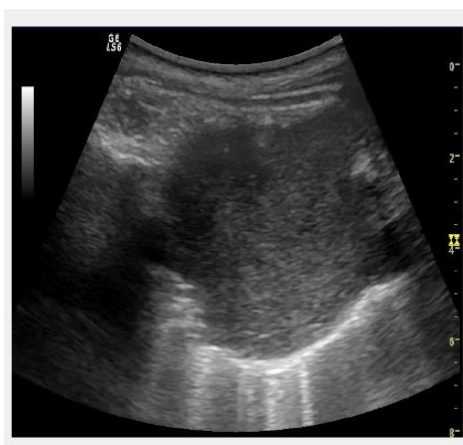
Pentru figura 11, zona de interes este alcătuită din culorile roșu și verde, iar pentru figura 12 s-a încercat o abordare asemănătoare cu cea a hărților. Cu cât nivele sunt mai aproape de valoarea minimă, acestea sunt considerate ca și „ocean” iar cu cât zonele sunt mai aproape de zona de maxim, acestea sunt considerate „munte”.



Figură 11 Afișarea petelor pe 2 culori



Figură 12 Afișarea petelor tip harta

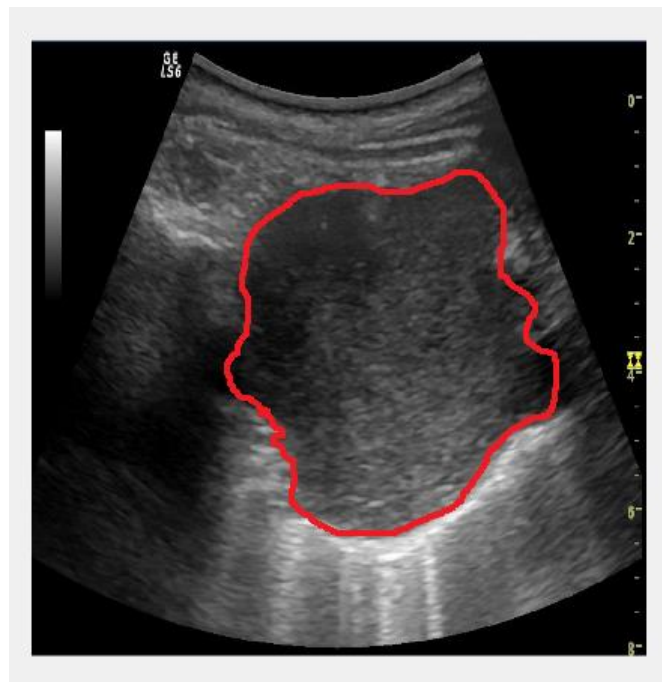


Figură 13 Figura originala

## **b. Direcții de dezvoltare**

Se dorește ca aplicația sa poate detecta nu numai zonele afectate de către tumoare cat si forma aceasta (figura 14). Acest lucru este esențial pentru a nu mai fi nevoie de prezenta unui i cadru medical de specialitate in utilizarea aplicației.

Pe baza rezultatelor obținute in cadrul cercetării de pe timpul acestui semestru putem elimina anumite zone ce nu cuprind tumoarea, acest lucru poate facilita detectarea acesteia, deoarece aceste elemente detectate conturează tumoarea.



*Figură 14 Ce ar trebui detectat*