Oil Spill's Features Extraction

Progetto di Image Processing

Vito Domenico Tagliente

Pietro Tota

Luca Riccardi

Sorgente disponibile su https://github.com/vitodtagliente/OilSpill

1. Introduzione

Nel presente elaborato vengono proposte le metodologie e le tecniche che sono state adottate per la realizzazione di un sistema automatico in grado di svolgere il compito di "Features extraction" (estrazione delle caratteristiche) nel campo dell'oil spill detection.

Questa fase del processo elaborativo delle immagini è molto importante in quanto permette con facilità, fornito un insieme di immagini classificate(oil o lookalike), di estrarre diverse informazioni che verranno adoperate per la creazione di un trainig set sul quale verrà definito un modello. Tale modello verrà in seguito adoperato per la classificazione di successivi dataset di immagini al fine di, definita la conoscenza di base del modello, distinguere le immagini contenti macchie di petrolio dai falsi positivi, ovvero immagini contenti macchie "lookalike", simili.

Nella fase di creazione del training set non si è tenuto conto delle caratteristiche ancellari: presenza di navi o caratteristiche del vento durante il momento dell'acquisizione dell'immagine. Tali caratteristiche possono essere inserite in un approfondimento futuro(lavori futuri?)

2. Features estratte

Sono state sviluppati diversi script matlab per l'estrazione di varie features, la cui catalogazione è presentata nel punto 4.

Di seguito verranno elencate tutte le features estratte. Queste sono state raggruppate in 3 diverse tipologie: geometriche, backscatter, texture, tutte ricavabili a partire dalla macchia di petrolio segmentata.

Come anticipato pocanzi, un eventuale sviluppo futuro potrebbe prevedere l'inclusione di una ulteriore categoria rappresentata dalle features ancillari, quali vento e/o presenza di navi, che però verranno reperite da appositi repository.

2.1 Geometriche

- Area (A)
- Perimetro (P)
- Complessità (C), definita come:

$$\mathrm{C} := \frac{\mathrm{P}}{2\sqrt{\pi \mathrm{A}}}.$$

  Questo rapporto assumerà un valore basso se la regione considerata ha una geometria semplice, alto viceversa.
- Length (L), definita come la somma dei bordi (ottenuti tramite la triangolazione di Delaunay), che costituiscono la linea principale.
- Weigth(W), valore medio dei triangoli di Delaunay che sono attraversati dalla linea principale Length To Weigth Ratio (LWR), definita come:

$$\mathrm{LWR} := \frac{\mathrm{L}}{\mathrm{W}}.$$

- Compattezza (Comp), definita come:

$$\mathrm{Comp} := \frac{\mathrm{LW}}{\mathrm{A}}$$

- First Invariant Planar Moment(FIPM), definito come

$$\mathrm{FIPM} := \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^{n} \left[(x_i - x_c)^2 + (y_i - y_c)^2 \right]$$

$$x_c := \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} x_i \ , \ y_c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} y_i,$$

Dove n è il numero di punti che costituiscono il bordo dell'area nera.

- Ellipse-Length(EL): valore massimo dell'asse principale di un'ellisse che racchiude l'area.
- Ellipse-Width(EL): valore minimo dell'asse principale di un'ellisse che racchiude l'area.
- Ellipse-Asymetry (EA):

$$\mathrm{EA} := 1 - \frac{\mathrm{EW}}{\mathrm{EL}}.$$

2.2 Backscatters

- Inside Slick Radar Backcatter (μobj)
- Inside Slick Standard Deviation (σobj)
- Outside Slick Radar Backscatter (μsce)
- Outside Slick Standard Deviation (σsce)
- Intensity Ratio (μobj/μsce)
- Intensity Standard Deviation Ratio (σobj/σsce)
- Intensity Standard Deviation Ratio Inside (ISRI), definita come

$$\mathrm{ISRI} := \frac{\mu_{obj}}{\sigma_{obj}}.$$

.

- Intensity Standard Deviation Ratio Outside (ISRO), definita come

$$\mathrm{ISRO} := \frac{\mu_{sce}}{\sigma_{sce}}.$$

- ISRI ISRO Ratio
- Min Slick Value (MinObj)
- Max Slick Value (MaxObj)

- Max Contrast (ConMax): differenza (in dB) tra il valore medio dello sfondo e il più piccolo valore all'interno dell'oggetto

$$ConMax := \mu sce - MinObj$$

- Mean Contrast (ConMe): differenza (in dB) tra il valore medio dello sfondo e il valore medio dell'oggetto,

$$ConMe := \mu sce - \mu obj$$

- Max Gradient (GMax): valore massimo (in dB) del border gradient magnitude, calcolato usando l'operatore di Sobel.
- Mean Gradient (GMe): valore medio del border gradient magnitude (in dB).
- Gradient Standard Deviation (GSd): deviazione standard (in dB) del border gradient magnitude.

2.3 Texture Features:

Si tratta di una combinazione ripetuta di pattern con frequenza regolare e texture analisi basata su una matrice a livelli di grigi di co-occorrenze (GLCM) per esprimere le misurazioni attraverso:

- GLCM Homogeneity
- GLCM Contrast
- GLCM Entropy
- GLCM Correlation
- GLCM Dissimilarity

2.4 Context Features:

In questo caso ci siamo occupati di estrarre delle caratteristiche ricavabili dal contesto:

- Distanza dalla costa
- Distanza dal punto luminoso più vicino
- Numero di punti luminosi nell'area di interesse

3. Preparazione del Workspace

Per prima cosa ci siamo occupati di gestire il caricamento dell'immagine e delle relative caratteristiche all'interno del workspace di Matlab. Per far ciò è stata utilizzata una versione leggermente modificata dello script passatoci dal Professore, dove ci siamo permessi di inserire le istruzioni relative al calcolo delle varie maschere (macchia e sfondo) e le varie strutture dati su cui verranno adoperati gli algoritmi di estrazione delle features prima indicate.

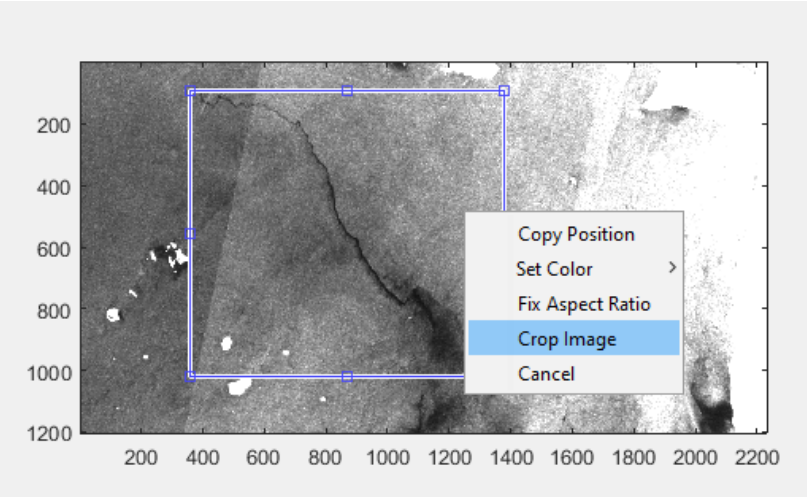
Per far ciò, è stato definito lo script *spilltif* di cui è mostrato il contenuto:

```
% Script per il caricamento e l'elaborazione delle
% immagini TIF, modifca di quello passatoci
% dal Professore

function [out] = spilltif( filename, IdData, FLAG_Crop )
% il parametro debug è opzionale
if nargin <= 1
    IdData = 1;
    FLAG_Crop = 1;
end

[Istack Rs] = geotiffread(filename);
Isigma=Istack(:,:,IdData);
%DEM=Istack(:,:,IdDem);

%costruzione della griglia di lat long per l'immagine sentinel
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
lat=[Rs.Latlim(2):Rs.DeltaLat:Rs.Latlim(1)-Rs.DeltaLat/2];
lon=[Rs.Lonlim(1):Rs.DeltaLon:Rs.Lonlim(2)-Rs.DeltaLon/2];
%lat=[Rs.Latlim(2):Rs.DeltaLat:Rs.Latlim(1)];
%lat(end)=[];
%lon=[Rs.Lonlim(1):Rs.DeltaLon:Rs.Lonlim(2)];
[LONGITUDE ,LATITUDE]=meshgrid(lon,lat);

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% sostituzione 0->nan gestione dei nodata
% Inan=find(DEM<=-2.277e+04);
% Isent(Inan)=nan;


%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%% se esistono le matrici di latitude e  longitude
%% prodotte da sentinel toolbox
% a=Istack(:,:,4); % latitude
% b=Istack(:,:,5); % longitude
% figure,imagesc(a)
% figure,imagesc(b)
% % indici dei nodata
% Inan1=find(a==0 & b==0);
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

%figure,imagesc(DEM);axis image
figure,imagesc(Isigma);axis image,colormap gray
caxis([0 nanmean(Isigma(:))])


if FLAG_Crop==1
```

```
    % La seguente istruzione ci permette di eseguire
    % il crop manuale da editor visuale
    [subI Rect]=imcrop;
    % Altrimenti possiamo definire la finestra
    % di crop in questo modo:
    % imcrop(I,[75 68 130 112]);
    SUB_LAT=imcrop(LATITUDE,Rect);
    SUB_LON=imcrop(LONGITUDE,Rect);
else
    subI=Isigma;
    SUB_LAT=LATITUDE;
    SUB_LON=LONGITUDE;
end

%% output

out.Istack = Istack;
out.Rs = Rs;
% Informazioni su Isigma
out.Isigma = Isigma;
out.IsigmadB = mag2db(Isigma)/2;
% Isigma in grayscale
out.gIsigma = mat2gray(out.IsigmadB);
out.Lon = LONGITUDE;
out.Lat = LATITUDE;
% Informazioni sul crop di Isigma
out.SubLat = SUB_LAT;
out.SubLon = SUB_LON;
out.subI = subI;
out.subIdB = mag2db(subI)/2;
% subI in grayscale
out.gsubI = mat2gray(out.subIdB);
out.Rect = Rect;
% Maschere
out.spillMask = (out.subIdB >- 22);
%out.backMask = (out.spillMask * -1) + 1;
out.backMask = (out.spillMask == 0);
% Background in scala di grigi
out.gback = out.gsubI .* out.spillMask;
% Macchia di petrolio in scala di grigi
out.gspill = out.gsubI - out.gback;
% Macchia e background derivate da Isigma
out.iback = out.subIdB .* out.spillMask;
out.ispill = out.subIdB - out.iback;

%%

%clear Istack
%clear LATITUDE
%clear LONGITUDE

%figure,imagesc(subI);axis image,colormap gray
%caxis([0 nanmean(subI(:))])


%% visualizzazione in coordinate geografiche
%figure
%figure,geoshow(SUB_LAT,SUB_LON,subI);axis image

%% registra il crop per la riproducibilita
%Rcrop=Rect;
```

Tale script, come mostrato nel codice, si occupa di aprire l'immagine tif passatogli come argomento e permettere la selezione manuale dell'area di interesse, su cui quindi viene eseguita una operazione di crop.

Di seguito viene mostrata l'operazione di crop manuale definita su Matlab:



Definito il crop dell'area, abbiamo applicato un filtro per la generazione delle maschere utili all'estrazione dei pixel della macchia di petrolio, rispettivamente dello sfondo, che ci sono servite per ricavare le varie versioni dell'immagini partendo da una rappresentazione in sigma dell'informazione acquisita dal satellite, ad una rappresentazione in dB o in scala di grigi.

3.1 Avvio

Per agevolarci il lavoro su Matlab abbiamo pensato di definire uno script *start* di avvio automatico, il quale si occupa semplicemente di richiamare quanto sviluppato per il tema d'anno.

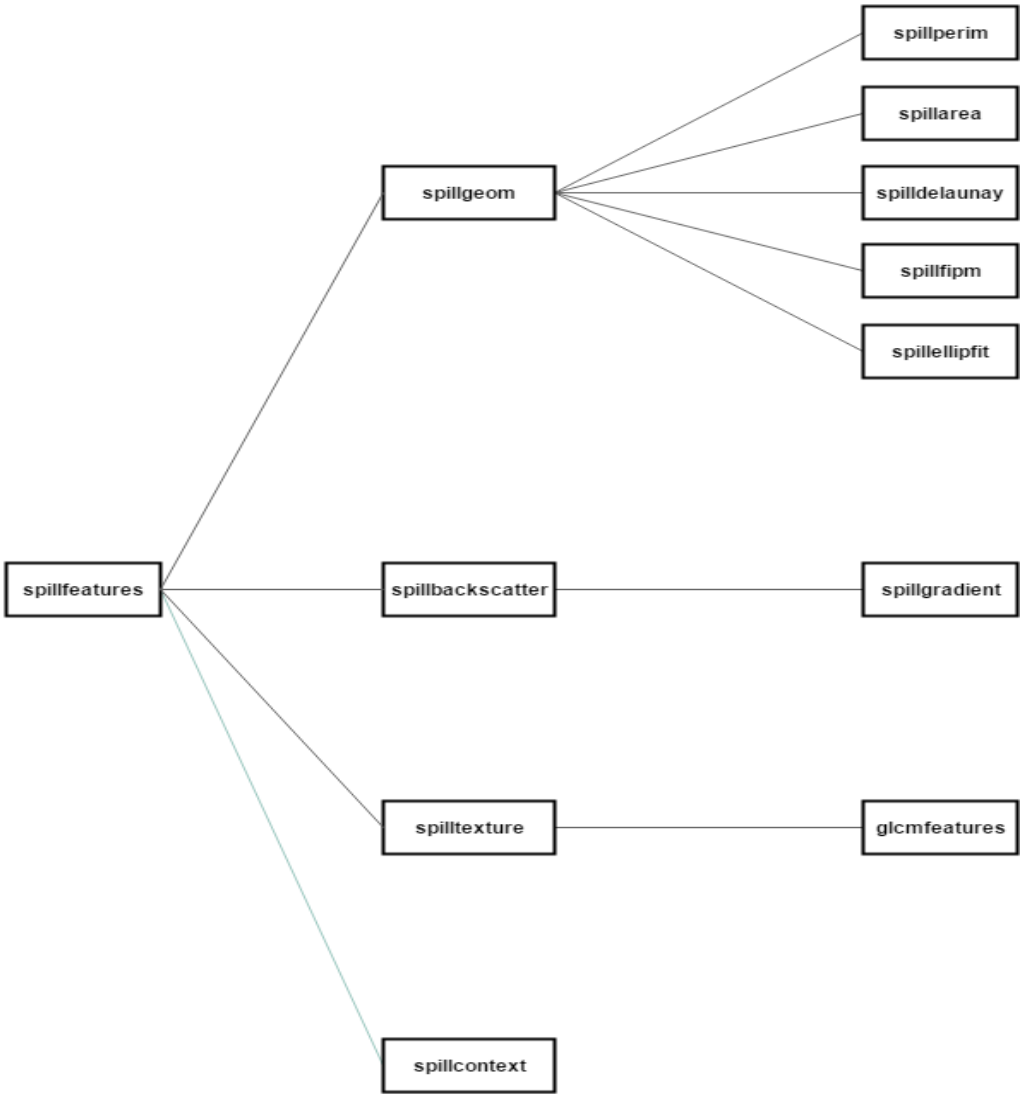
```
% Utilizza questo script per
% eseguire tutto in automatico

s = spilltif('oil.tif');
f = spillfeatures(s);
```

Dove *spillfeatures* è definito in tale modo:

```
function [ features ] = spillfeatures( s )

% Calcola le 4 categorie di features

% 1. Geometrical Features
features.Geometrical = spillgeom( s.spillMask );

% 2. Backscatter Features
features.Backscatter = spillbackscatter( s.ispill, s.iback );

% 3. Texture Features
features.Texture = spilltexture( s.gspill );

% 4. Context Features
features.Context = spillcontext( s );
```

4. Features extraction

Per la realizzazione del progetto in esame, si è pensato di suddividere la complessità del problema in modo tale da isolare il codice per categoria (features Geometriche, Backscatter, Texture, Contesto) e soprattutto per rendere la struttura del progetto modulare e garantirne la manutenibilità.



Il grafico sopra mostrato rappresenta le relazioni che intercorrono tra i vari script definiti in Matlab, in particolare si evidenziano visivamente le tre macro categorie di features sopra citate:

- Geometriche
- Backscatter
- Texture
- Contesto

5. Estrazione delle caratteristiche

La fase di estrazione delle features, per come è stato modellato e strutturato il progetto, prevede l'utilizzo di un solo comando "f = spillfeatures(s)". Tale funzione, dopo aver elaborato i dati di input, ritorna una struttura dati in cui sono presenti tutte le features calcolate.

```
>> start
>> f

f =

    Geometrical: [1x1 struct]
    Backscatter: [1x1 struct]
        Texture: [1x1 struct]
        Context: [1x1 struct]

>> f.Geometrical

ans =

     Perimeter: 9001
          Area: 1.233526250000000e+06
    Complexity: 2.286186372794238e+00
        Length: 3.058353868841198e+03
          FIPM: 6.058317800550274e-03
            EL: 1.902469179129524e+03
            EW: 1.154700538379251e+00
            EA: 9.993930516451743e-01
```

Come mostrato, tutta l'elaborazione avviene in maniera strutturata e modulare.

6. Geometrical features

In questa sezione del progetto ci siamo occupati di estrarre tutte le caratteristiche di natura geometrica. Esaminiamo dapprima il contenuto dello script "spillgeom".

```
% Script per il calcolo delle features di natura geometrica
% img: Spill oil segmentato

function [ out ] = spillgeom( img )
% 1. Calcolo del perimetro
[out.Perimeter, perim_img] = spillperim( img );

% 2. Calcolo dell'area
out.Area = spillarea( img );

% 3. Calcolo della complessità Dell'oggetto
% This feature will take a small numerical value for regions with simple
% geometry and larger values for complex geometrical regions.
out.Complexity = out.Perimeter / (2 * sqrt( pi * out.Area ));

% 4. Length (L): sum of skeleton edges
% (obtained by Delaunay triangulation),
% that build the main line.
```

```
out.Length = spilldelaunay( img );

% Width (W): mean value of Delaunay triangles
% which are crossed by main line.
% out.Width = ?

% Length To Width Ratio (LWR)
% out.LWR = out.Length / out.Width;

% Compactness (Comp), defined as
% out.Comp = ( out.Length * out.Width ) / out.Area;

% 5. Calcolo del FIPM
out.FIPM = spillfipm( img );

% 6. Calcolo dei parametri basati sull fitting dell'ellisse
% Ellipse Length: value of main axe of an ellipse fitted to the data
% Ellipse Width: value of minor axe of an ellipse fitted to the data.
[ out.EL, out.EW ] = spillellipfit( img );
% Ellipse Asymetry
out.EA = 1 - ( out.EW / out.EL );
```

6.1 Calcolo del perimetro

```
% Questo script si occupa di ricavare il perimetro
% dell'oggetto in input

function [length, perim_img] = spillperim( img, debug )
% il parametro debug è opzionale
if nargin <= 1
   debug = false;
end

% L'oggetto in input deve essere binario
temp = spillbin( img );

% Produco l'immagine contenete il bordo dell'oggetto
perim_img = bwperim( temp );

% Debug grafico
if debug
    imshow(perim_img);
end

% Calcolo il perimetro
length = sum( int32( perim_img(:) ) );
```

Notiamo che in questo script è stata utilizzata la funzione spillbin, tale funzione si occupa di verificare che la matrice in input sia binaria, in caso negativo provvede con la binarizzazione.

```
imgbin = img;

if size(img, 3) == 3 % vuol dire che l'immagine è RGB
    level = graythresh(img);
    imgbin = im2bw(img, level);
end
```

6.2 Calcolo dell'area

Riguardo a questo calcolo, l'utilizzo di Matlab come strumento di sviluppo ci ha agevolati molto, in quanto esistono moltissime funzioni predefinite per la soluzione di problemi banali.

```
% Calcolo dell'area dell'oggetto passato in input

function [area] = spillarea( img )

% L'oggetto in input deve essere binario
temp = spillbin( img );

% Calcolo dell'area
area = bwarea( temp );
```

6.3 Complessità Geometrica

Complexity (C), defined as

$$C := \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}.$$

This feature will take a small numerical value for regions with simple geometry and larger values for complex geometrical regions.

Tale caratteristica viene calcolata internamente allo script *spillgeom*

```
% This feature will take a small numerical value for regions with simple
% geometry and larger values for complex geometrical regions.
out.Complexity = out.Perimeter / (2 * sqrt( pi * out.Area ));
```

6.4 Triangolazione di Delaunay

Questo script calcola diversi parametri geometrici utilizzando la triangolazione di Delaunay.

- Length (L): sum of skeleton edges (obtained by Delaunay triangulation), that build the main line.
- Width (W): mean value of Delaunay triangles which are crossed by main line.
- Length To Width Ratio (LWR), defined as

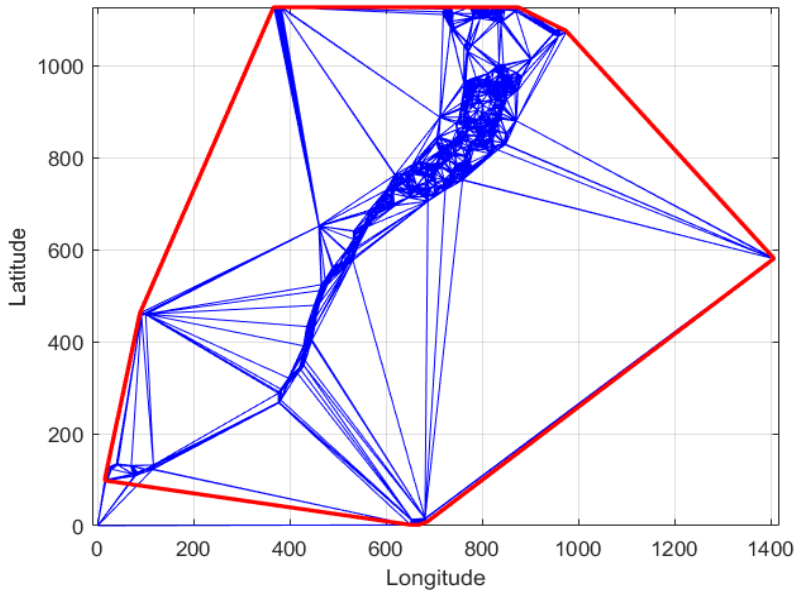
$$LWR := \frac{L}{W}.$$

Contando che nel presente lavoro non siamo riusciti ad estrarre la caratteristica "width" e di conseguenza LWR, che per il momento restano in sospeso.

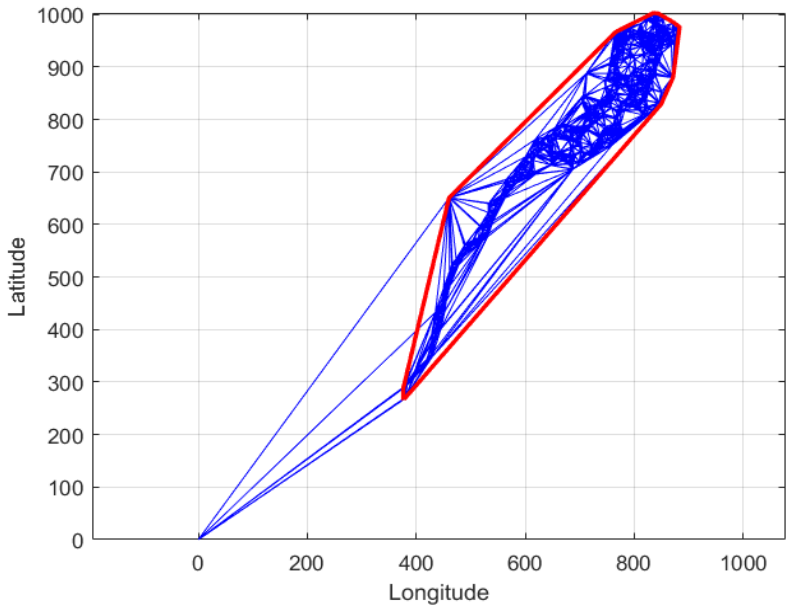
Al contrario siamo riusciti ad estrarre il parametro Length in questo modo:

```
%Script che calcola la lenght usando la triangolazione di Delaunay

function [d] = spilldelaunay( img, debug )
% il parametro debug è pzionale
if nargin <= 1
   debug = false;
end

%Inizio dello script. Viene passato in input l'immagine s
[x,y]= getvectors(img);
x=x'; % la funzione delaunayTriangolation vuole vettori colonna
y=y';
DT = delaunayTriangulation(x,y);
if debug
    triplot(DT);
    axis equal
    xlabel('Longitude'), ylabel('Latitude')
    grid on
    hold on
end
[a,b]= size(DT.Points);%
DT.Points(a,:)=[];%elimina l'ultimo elemento della matrice DT.Points che è il
punto(0,0) che aggiunge la funzione di default(non è previsto)
k = convexHull(DT);%Contiene l'indice di riga degli elementi del vettore
DT.Points che definiscono il contorno.
xHull = DT.Points(k,1);%Crea il vettore di ascisse con i punti del vettore
DT.Points
yHull = DT.Points(k,2);

if debug
    plot(xHull,yHull,'r','LineWidth',2);
    hold off
end

d=0;
for i=1 : size(xHull)-1 % ciclo che calcola la distanza euclidea tra due punti
usando la distanza euclidea

    d= d + sqrt((xHull(i)-xHull(i+1))^2 + (yHull(i)-yHull(i+1))^2);
end

% %ti = edgeAttachments(DT,k(1),k(2));
% %ti{:};%righe della connectivity List contenente il record dei vertici del
triangolo
% val= DT.ConnectivityList(ti);
% val{:};
```

Nelle immagini seguenti è rappresentato il plot dei calcoli eseguiti dallo script, ottenibile impostando il parametro debug a TRUE.



Da notare che questa immagine è stata segmentata col tool di matlab, quindi presenta degli elementi spuri nei dintorni della macchia di petrolio. Segmentandola manualmente, eseguendo delle operazioni di pulizia mirata, si ottiene il seguente plot.



Il contorno rosso rappresenta il parametro length.

Da notare che entrambe le immagini risultano ruotate di 180° rispetto all'immagine originale. Eliminando il punto (0,0), che la funzione della triangolazione di delaunay aggiunge di default, notiamo che il contorno rosso individuato, in questo caso, abbraccia meglio la macchia di petrolio.

6.5 First Invariant Planar Moment (FIPM)

Tale feature è definita matematicamente dalla seguente formalismo:

$$\mathrm{FIPM} := \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^{n} \left[(x_i - x_c)^2 + (y_i - y_c)^2 \right]$$

with

$$x_c := \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} x_i \ , \ y_c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} y_i,$$

La conoscenza della formula completa ci ha agevolato nella scrittura di questo script:

```
% First Invariant Planar Moment (FIPM)

function [FIPM] = spillfipm( img )
% n the number of points in the dark patch contour.
% Quindi lavoriamo solo con i pixel del contorno
[length, perim] = spillperim( img );
% Numero di pixel pari a 1 dell'immagine
n = numel( perim(:) );

% Dimensioni dell'immagine
[nrows, ncols] = size( img );

% Calcolo xc e yc
xc = 0;
yc = 0;
for j = 1:ncols
    for i = 1:nrows
        if perim(i, j) == 1
           xc = xc + i;
           yc = yc + j;
        end
    end
end

xc = xc / n;
yc = yc / n;

% Calcolo di FIPM
FIPM = 0;
for j = 1:ncols
    for i = 1:nrows
        if perim(i, j) == 1
           FIPM = FIPM + ( (i - xc)^2 + (j - yc)^2 );
        end
    end
end
FIPM = FIPM / ( n ^ 2 );
```

6.6 Ellipse fitting

- Ellipse-Length (EL): value of main axe of an ellipse fitted to the data.
- Ellipse-Width (EW): value of minor axe of an ellipse fitted to the data.
- Ellipse-Asymetry (EA), defined as

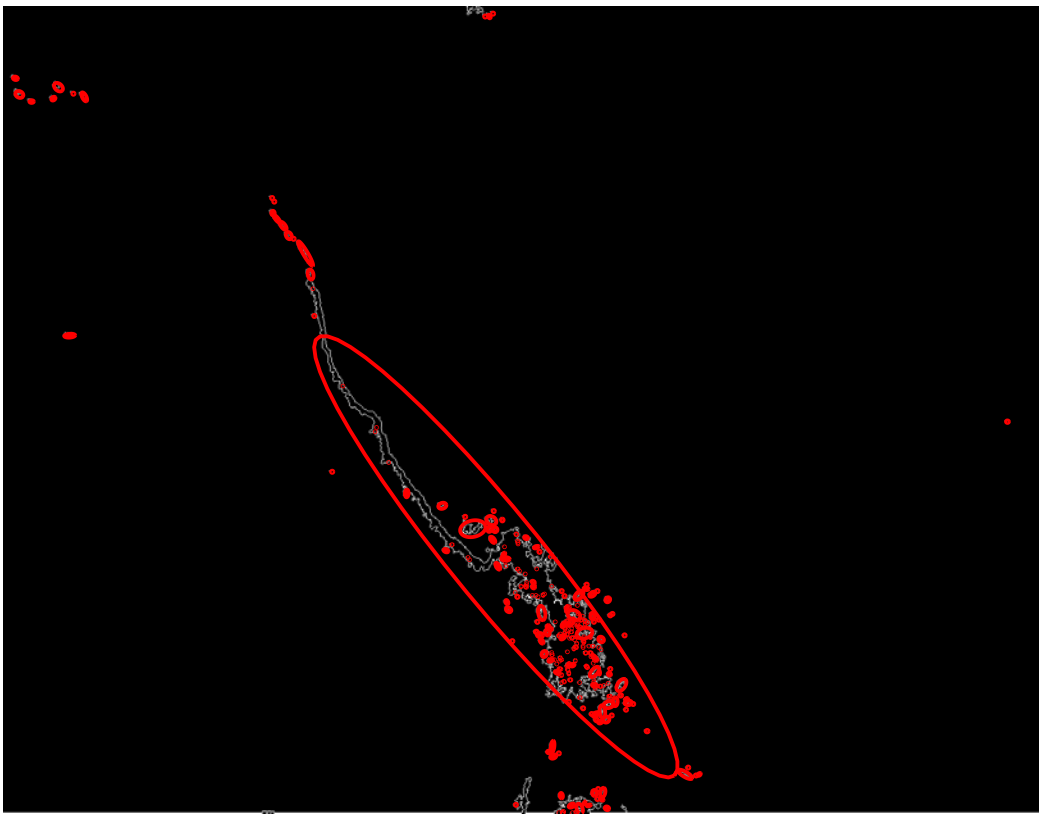
$$\mathrm{EA} := 1 - \frac{\mathrm{EW}}{\mathrm{EL}}.$$

In questo caso ci siamo occupati di disegnare delle ellissi all'interno della nostra macchia di petrolio, interessandoci dell'asse maggiore e minore tra tutti quelli ritrovati.

```
% Script per il fitting di una ellisse
% length: value of main axe of an ellipse fitted to the data.
% width: value of minor axe of an ellipse fitted to the data.

function [majoraxis, minaxis] = spillellipfit( img, debug )
% il parametro debug è opzionale
if nargin <= 1
   debug = false;
end

[p, pimg] = spillperim( img );

props = regionprops(pimg, 'Orientation', 'MajorAxisLength', ...
    'MinorAxisLength', 'Eccentricity', 'Centroid');

% Rappresentazioni grafiche delle ellissi
if debug
    imshow( pimg );
    hold on;

    phi = linspace(0,2*pi,50);
    cosphi = cos(phi);
    sinphi = sin(phi);

    for k = 1:length(props)
        xbar = props(k).Centroid(1);
        ybar = props(k).Centroid(2);

        a = props(k).MajorAxisLength/2;
        b = props(k).MinorAxisLength/2;

        theta = pi*props(k).Orientation/180;
        R = [ cos(theta)   sin(theta)
             -sin(theta)   cos(theta)];

        xy = [a*cosphi; b*sinphi];
        xy = R*xy;

        x = xy(1,:) + xbar;
        y = xy(2,:) + ybar;

        plot(x,y,'r','LineWidth',2);
    end
    hold off
```

```
end

majoraxis = props(1).MajorAxisLength;
minaxis = props(1).MinorAxisLength;
for k = 2:length(props)
    if props(k).MajorAxisLength > majoraxis
       majoraxis = props(k).MajorAxisLength;
    end
    if props(k).MinorAxisLength < minaxis
       minaxis = props(k).MinorAxisLength;
    end
end
```

Anche in questo caso, abbiamo reso disponibile la modalità di debug al fine di permettere la visualizzazione su grafico delle elaborazioni eseguite.



Pertanto il terzo parametro si è ricavato banalmente in *spillgeom* come:

```
% Ellipse Asymetry
out.EA = 1 - ( out.EW / out.EL );
```

7. Backscatter features

Sono state estratte le seguenti caratteristiche:

- Inside Slick Radar Backcatter (μ_{obj})
- Inside Slick Standard Deviation (σ_{obj})
- Outside Slick Radar Backscatter (μ_{sce})
- Outside Slick Standard Deviation (σ_{sce})
- Intensity Ratio ($\frac{\mu_{obj}}{\mu_{sce}}$)
- Intensity Standard Deviation Ratio ($\frac{\sigma_{obj}}{\sigma_{sce}}$)
- Intensity Standard Deviation Ratio Inside (ISRI), defined as

$$\text{ISRI} := \frac{\mu_{obj}}{\sigma_{obj}}.$$

- Intensity Standard Deviation Ratio Outside (ISRO), defined as

$$\text{ISRO} := \frac{\mu_{sce}}{\sigma_{sce}}.$$

- ISRI ISRO Ratio

```
function [ out ] = spillbackscatter( spill, back )
% Inside Slick Standard Deviation
out.SpillStandardDeviation = mean (std( double( spill ) ) );

% Inside Slick Radar Backcatter
out.SpillMean = mean( mean( spill ) );

% Outside Slick Standard Deviation (?sce)
out.BackStandardDeviation = mean( std( double( back ) ) );

% Outside Slick Radar Backscatter (?sce)
out.BackMean = mean( mean( back ) );

% Intensity Ratio
out.IntensityRatio = out.SpillMean / out.BackMean;

% Intensity Standard Deviation Ratio
out.ISDR = out.SpillStandardDeviation / out.BackStandardDeviation;

% Intensity Standard Deviation Ratio Inside (ISRI)
out.ISRI = out.SpillMean / out.SpillStandardDeviation;

% Intensity Standard Deviation Ratio Outside (ISRO)
out.ISRO = out.BackMean / out.BackStandardDeviation;

% ISRI ISRO Ratio
out.IRatio = out.ISRI / out.ISRO;
```

Continuando sono state estratte anche le restanti:

- Mean Contrast (ConMe): difference (in dB) between the background mean value and the object mean value, defined as

$$\text{ConMe} := \mu_{sce} - \mu_{obj}.$$

- Max Gradient (GMax): maximum value (in dB) of border gradient magnitude, calculated using Sobel operator.
- Mean Gradient (GMe): mean border gradient magnitude (in dB).
- Gradient Standard Deviation (GSd): standard deviation (in dB) of the border gradient magnitudes.

```
% Mean Contrast (ConMe)
% difference (in dB) between the background mean
% value and the object mean value

out.ConMe = out.BackMean - out.SpillMean;

%Max Gradient (GMax): maximum value (in dB)
% of border gradient magnitude,
% calculated using Sobel operator.

% Mean Gradient (GMe): mean border gradient
% magnitude (in dB).

% Gradient Standard Deviation (GSd):
% standard deviation (in dB) of the
% border gradient magnitudes.

[out.GMax, out.GMe, out.GSd] = spillgradient( spill );
```

7.1 spillgradient

Questo script presenta una funzione che prende in input una immagine binarizzata o grayscale e ne calcola il gradiente lungo gli assi x e y (Gx e Gy). Successivamente calcola il G magnitude e la direzione, individuandone il Massimo, la media e la deviazione standard restituendo i valori in dB.

```
function [ gMax, gMe, gSt] = spillgradient(I)

%Calcolo il gradiente lungo le due direzioni
%[Gx, Gy] = imgradientxy(I);
%calcolo il G Magnitude e la direzione usando sobel (default, Gx e Gy,
%vengono calcolati dentro imgradient se non presenti...
[Gmag, Gdir] = imgradient(I, 'sobel');
%individuo il valore massimo
[Max,k]=max(max(Gmag));
```

```
% effettua la media dei valori del perimetro(esclude i valori che sono 0
% nel background dell'immagine! I cicli non tengono conto del

[M,N]= size(I); %M n. di righe, N n. di colonne
z=0;
x=0;
for i = 1:M %riga
    for j = 1:N    %colonna
        if (Gmag(i,j) ~= 0)
           x=x+ Gmag(i,j);

           z=z+1;
        end
    end
end

media=x/z;

%deviazione standard
x=0;
for i = 1:M %riga
    for j = 1:N    %colonna
        if (Gmag(i,j) ~= 0)
           x=x+(Gmag(i,j)- media)^2;
        end
    end
end

dev= sqrt(x/(z-1));



%trasformazione in db dei valori trovati
gMax = mag2db(Max);
gMe= mag2db(media);
gSt= mag2db(dev);
```

8. Texture features

In questo caso abbiamo utilizzato delle matrici di co-occorrenza in livelli di grigio (GLCM) per la estrazione di caratteristiche basate sulle texture:

- GLCM Homogeneity
- GLCM Contrast
- GLCM Entropy
- GLCM Correlation
- GLCM Dissimilarity

A tal proposito la documentazione di Matlab è risultata più che soddisfacente, in quanto presenta diverse funzioni pre-impostate per la definizione di tali elaborazioni.

Il tutto viene eseguito tramite lo script spilltexture, che si occupa di estrarre tutte le caratteristiche sopra definite:

```
% Calcolo dei parametri basati sulla Matrice di
% co-occorrenza dei livelli di grigio

function [ out ] = spilltexture(img)
out.GLCM = graycomatrix(img);

% Codice base di Matlab
% stats = graycoprops(glcm);
% stats.Homogeneity

% Le features sono state calcolate utilizzando
% uno script esterno

features = glcmfeatures( out.GLCM, 0 );

% 1. Homogeneity
out.Homogeneity = features.homom;

% 2. Contrast
out.Contrast = features.contr;

% 3. Entropy
out.Entropy = features.entro;

% 4. Correlation
out.Correlation = features.corrm;

% 5. Dissimilarity
out.Dissimilarity = features.dissi;
```

8.1 glcmfeatures

Per l'estrazione delle features glcm è stato utilizzato uno script ad alta affidabilità ritrovato sulla sezione di scambio di materiale del sito ufficiale di Matlab.

```
function [out] = glcmfeatures(glcmin, pairs)
%
% GLCM_Features1 helps to calculate the features from the different GLCMs
% that are input to the function. The GLCMs are stored in a i x j x n
% matrix, where n is the number of GLCMs calculated usually due to the
% different orientation and displacements used in the algorithm. Usually
% the values i and j are equal to 'NumLevels' parameter of the GLCM
% computing function graycomatrix(). Note that matlab quantization values
% belong to the set {1,..., NumLevels} and not from {0,...,(NumLevels-1)}
% as provided in some references
% http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/toolbox/images/graycomatrix
% .html
%
% Although there is a function graycoprops() in Matlab Image Processing
% Toolbox that computes four parameters Contrast, Correlation, Energy,
% and Homogeneity. The paper by Haralick suggests a few more parameters
% that are also computed here. The code is not fully vectorized and hence
% is not an efficient implementation but it is easy to add new features
```

```
% based on the GLCM using this code. Takes care of 3 dimensional glcms
% (multiple glcms in a single 3D array)
%
% If you find that the values obtained are different from what you expect
% or if you think there is a different formula that needs to be used
% from the ones used in this code please let me know.
% A few questions which I have are listed in the link
% http://www.mathworks.com/matlabcentral/newsreader/view_thread/239608
%
% I plan to submit a vectorized version of the code later and provide
% updates based on replies to the above link and this initial code.
%
% Features computed
% Autocorrelation: [2]                        (out.autoc)
% Contrast: matlab/[1,2]                      (out.contr)
% Correlation: matlab                         (out.corrm)
% Correlation: [1,2]                          (out.corrp)
% Cluster Prominence: [2]                     (out.cprom)
% Cluster Shade: [2]                          (out.cshad)
% Dissimilarity: [2]                          (out.dissi)
% Energy: matlab / [1,2]                      (out.energ)
% Entropy: [2]                                (out.entro)
% Homogeneity: matlab                         (out.homom)
% Homogeneity: [2]                            (out.homop)
% Maximum probability: [2]                    (out.maxpr)
% Sum of sqaures: Variance [1]                (out.sosvh)
% Sum average [1]                             (out.savgh)
% Sum variance [1]                            (out.svarh)
% Sum entropy [1]                             (out.senth)
% Difference variance [1]                     (out.dvarh)
% Difference entropy [1]                      (out.denth)
% Information measure of correlation1 [1]     (out.inf1h)
% Informaiton measure of correlation2 [1]     (out.inf2h)
% Inverse difference (INV) is homom [3]       (out.homom)
% Inverse difference normalized (INN) [3]     (out.indnc)
% Inverse difference moment normalized [3]    (out.idmnc)
%
% The maximal correlation coefficient was not calculated due to
% computational instability
% http://murphylab.web.cmu.edu/publications/boland/boland_node26.html
%
% Formulae from MATLAB site (some look different from
% the paper by Haralick but are equivalent and give same results)
% Example formulae:
% Contrast = sum_i(sum_j(  (i-j)^2 * p(i,j) ) ) (same in matlab/paper)
% Correlation = sum_i( sum_j( (i - u_i)(j - u_j)p(i,j)/(s_i.s_j) ) ) (m)
% Correlation = sum_i( sum_j( ((ij)p(i,j) - u_x.u_y) / (s_x.s_y) ) ) (p[2])
% Energy = sum_i( sum_j( p(i,j)^2 ) )           (same in matlab/paper)
% Homogeneity = sum_i( sum_j( p(i,j) / (1 + |i-j|) ) ) (as in matlab)
% Homogeneity = sum_i( sum_j( p(i,j) / (1 + (i-j)^2) ) ) (as in paper)
%
% Where:
% u_i = u_x = sum_i( sum_j( i.p(i,j) ) ) (in paper [2])
% u_j = u_y = sum_i( sum_j( j.p(i,j) ) ) (in paper [2])
% s_i = s_x = sum_i( sum_j( (i - u_x)^2.p(i,j) ) ) (in paper [2])
% s_j = s_y = sum_i( sum_j( (j - u_y)^2.p(i,j) ) ) (in paper [2])
%
%
% Normalize the glcm:
% Compute the sum of all the values in each glcm in the array and divide
% each element by it sum
%
% Haralick uses 'Symmetric' = true in computing the glcm
```

```
% There is no Symmetric flag in the Matlab version I use hence
% I add the diagonally opposite pairs to obtain the Haralick glcm
% Here it is assumed that the diagonally opposite orientations are paired
% one after the other in the matrix
% If the above assumption is true with respect to the input glcm then
% setting the flag 'pairs' to 1 will compute the final glcms that would result
% by setting 'Symmetric' to true. If your glcm is computed using the
% Matlab version with 'Symmetric' flag you can set the flag 'pairs' to 0
%
% References:
% 1. R. M. Haralick, K. Shanmugam, and I. Dinstein, Textural Features of
% Image Classification, IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics,
% vol. SMC-3, no. 6, Nov. 1973
% 2. L. Soh and C. Tsatsoulis, Texture Analysis of SAR Sea Ice Imagery
% Using Gray Level Co-Occurrence Matrices, IEEE Transactions on Geoscience
% and Remote Sensing, vol. 37, no. 2, March 1999.
% 3. D A. Clausi, An analysis of co-occurrence texture statistics as a
% function of grey level quantization, Can. J. Remote Sensing, vol. 28, no.
% 1, pp. 45-62, 2002
% 4. http://murphylab.web.cmu.edu/publications/boland/boland_node26.html
%
%
% Example:
%
% Usage is similar to graycoprops() but needs extra parameter 'pairs' apart
% from the GLCM as input
% I = imread('circuit.tif');
% GLCM2 = graycomatrix(I,'Offset',[2 0;0 2]);
% stats = GLCM_features1(GLCM2,0)
% The output is a structure containing all the parameters for the different
% GLCMs
%
% [Avinash Uppuluri: avinash_uv@yahoo.com: Last modified: 11/20/08]

% If 'pairs' not entered: set pairs to 0
if ((nargin > 2) || (nargin == 0))
   error('Too many or too few input arguments. Enter GLCM and pairs.');
elseif ( (nargin == 2) )
    if ((size(glcmin,1) <= 1) || (size(glcmin,2) <= 1))
       error('The GLCM should be a 2-D or 3-D matrix.');
    elseif ( size(glcmin,1) ~= size(glcmin,2) )
        error('Each GLCM should be square with NumLevels rows and NumLevels
cols');
    end
elseif (nargin == 1) % only GLCM is entered
    pairs = 0; % default is numbers and input 1 for percentage
    if ((size(glcmin,1) <= 1) || (size(glcmin,2) <= 1))
       error('The GLCM should be a 2-D or 3-D matrix.');
    elseif ( size(glcmin,1) ~= size(glcmin,2) )
       error('Each GLCM should be square with NumLevels rows and NumLevels
cols');
    end
end


format long e
if (pairs == 1)
    newn = 1;
    for nglcm = 1:2:size(glcmin,3)
        glcm(:,:,newn)  = glcmin(:,:,nglcm) + glcmin(:,:,nglcm+1);
        newn = newn + 1;
    end
elseif (pairs == 0)
```

```
    glcm = glcmin;
end

size_glcm_1 = size(glcm,1);
size_glcm_2 = size(glcm,2);
size_glcm_3 = size(glcm,3);

% checked
out.autoc = zeros(1,size_glcm_3); % Autocorrelation: [2]
out.contr = zeros(1,size_glcm_3); % Contrast: matlab/[1,2]
out.corrm = zeros(1,size_glcm_3); % Correlation: matlab
out.corrp = zeros(1,size_glcm_3); % Correlation: [1,2]
out.cprom = zeros(1,size_glcm_3); % Cluster Prominence: [2]
out.cshad = zeros(1,size_glcm_3); % Cluster Shade: [2]
out.dissi = zeros(1,size_glcm_3); % Dissimilarity: [2]
out.energ = zeros(1,size_glcm_3); % Energy: matlab / [1,2]
out.entro = zeros(1,size_glcm_3); % Entropy: [2]
out.homom = zeros(1,size_glcm_3); % Homogeneity: matlab
out.homop = zeros(1,size_glcm_3); % Homogeneity: [2]
out.maxpr = zeros(1,size_glcm_3); % Maximum probability: [2]

out.sosvh = zeros(1,size_glcm_3); % Sum of sqaures: Variance [1]
out.savgh = zeros(1,size_glcm_3); % Sum average [1]
out.svarh = zeros(1,size_glcm_3); % Sum variance [1]
out.senth = zeros(1,size_glcm_3); % Sum entropy [1]
out.dvarh = zeros(1,size_glcm_3); % Difference variance [4]
%out.dvarh2 = zeros(1,size_glcm_3); % Difference variance [1]
out.denth = zeros(1,size_glcm_3); % Difference entropy [1]
out.inf1h = zeros(1,size_glcm_3); % Information measure of correlation1 [1]
out.inf2h = zeros(1,size_glcm_3); % Informaiton measure of correlation2 [1]
%out.mxcch = zeros(1,size_glcm_3);% maximal correlation coefficient [1]
%out.invdc = zeros(1,size_glcm_3);% Inverse difference (INV) is homom [3]
out.indnc = zeros(1,size_glcm_3); % Inverse difference normalized (INN) [3]
out.idmnc = zeros(1,size_glcm_3); % Inverse difference moment normalized [3]

% correlation with alternate definition of u and s
%out.corrm2 = zeros(1,size_glcm_3); % Correlation: matlab
%out.corrp2 = zeros(1,size_glcm_3); % Correlation: [1,2]

glcm_sum  = zeros(size_glcm_3,1);
glcm_mean = zeros(size_glcm_3,1);
glcm_var  = zeros(size_glcm_3,1);

% http://www.fp.ucalgary.ca/mhallbey/glcm_mean.htm confuses the range of
% i and j used in calculating the means and standard deviations.
% As of now I am not sure if the range of i and j should be [1:Ng] or
% [0:Ng-1]. I am working on obtaining the values of mean and std that get
% the values of correlation that are provided by matlab.
u_x = zeros(size_glcm_3,1);
u_y = zeros(size_glcm_3,1);
s_x = zeros(size_glcm_3,1);
s_y = zeros(size_glcm_3,1);

% % alternate values of u and s
% u_x2 = zeros(size_glcm_3,1);
% u_y2 = zeros(size_glcm_3,1);
% s_x2 = zeros(size_glcm_3,1);
% s_y2 = zeros(size_glcm_3,1);

% checked p_x p_y p_xplusy p_xminusy
p_x = zeros(size_glcm_1,size_glcm_3); % Ng x #glcms[1]
p_y = zeros(size_glcm_2,size_glcm_3); % Ng x #glcms[1]
p_xplusy = zeros((size_glcm_1*2 - 1),size_glcm_3); %[1]
```

```
p_xminusy = zeros((size_glcm_1),size_glcm_3); %[1]
% checked hxy hxy1 hxy2 hx hy
hxy  = zeros(size_glcm_3,1);
hxy1 = zeros(size_glcm_3,1);
hx   = zeros(size_glcm_3,1);
hy   = zeros(size_glcm_3,1);
hxy2 = zeros(size_glcm_3,1);

%Q    = zeros(size(glcm));

for k = 1:size_glcm_3 % number glcms

    glcm_sum(k) = sum(sum(glcm(:,:,k)));
    glcm(:,:,k) = glcm(:,:,k)./glcm_sum(k); % Normalize each glcm
    glcm_mean(k) = mean2(glcm(:,:,k)); % compute mean after norm
    glcm_var(k)  = (std2(glcm(:,:,k)))^2;

    for i = 1:size_glcm_1

        for j = 1:size_glcm_2

            out.contr(k) = out.contr(k) + (abs(i - j))^2.*glcm(i,j,k);
            out.dissi(k) = out.dissi(k) + (abs(i - j)*glcm(i,j,k));
            out.energ(k) = out.energ(k) + (glcm(i,j,k).^2);
            out.entro(k) = out.entro(k) - (glcm(i,j,k)*log(glcm(i,j,k) + eps));
            out.homom(k) = out.homom(k) + (glcm(i,j,k)/( 1 + abs(i-j) ));
            out.homop(k) = out.homop(k) + (glcm(i,j,k)/( 1 + (i - j)^2));
            % [1] explains sum of squares variance with a mean value;
            % the exact definition for mean has not been provided in
            % the reference: I use the mean of the entire normalized glcm
            out.sosvh(k) = out.sosvh(k) + glcm(i,j,k)*((i - glcm_mean(k))^2);

            %out.invdc(k) = out.homom(k);
            out.indnc(k) = out.indnc(k) + (glcm(i,j,k)/( 1 + (abs(i-
j)/size_glcm_1) ));
            out.idmnc(k) = out.idmnc(k) + (glcm(i,j,k)/( 1 + ((i -
j)/size_glcm_1)^2));
            u_x(k)          = u_x(k) + (i)*glcm(i,j,k); % changed 10/26/08
            u_y(k)          = u_y(k) + (j)*glcm(i,j,k); % changed 10/26/08
            % code requires that Nx = Ny
            % the values of the grey levels range from 1 to (Ng)
        end

    end
    out.maxpr(k) = max(max(glcm(:,:,k)));
end
% glcms have been normalized:
% The contrast has been computed for each glcm in the 3D matrix
% (tested) gives similar results to the matlab function

for k = 1:size_glcm_3

    for i = 1:size_glcm_1

        for j = 1:size_glcm_2
            p_x(i,k) = p_x(i,k) + glcm(i,j,k);
            p_y(i,k) = p_y(i,k) + glcm(j,i,k); % taking i for j and j for i
            if (ismember((i + j),[2:2*size_glcm_1]))
                p_xplusy((i+j)-1,k) = p_xplusy((i+j)-1,k) + glcm(i,j,k);
            end
            if (ismember(abs(i-j),[0:(size_glcm_1-1)]))
                p_xminusy((abs(i-j))+1,k) = p_xminusy((abs(i-j))+1,k) +...
                    glcm(i,j,k);
```

```
            end
        end
    end

%     % consider u_x and u_y and s_x and s_y as means and standard deviations
%     % of p_x and p_y
%     u_x2(k) = mean(p_x(:,k));
%     u_y2(k) = mean(p_y(:,k));
%     s_x2(k) = std(p_x(:,k));
%     s_y2(k) = std(p_y(:,k));

end

% marginal probabilities are now available [1]
% p_xminusy has +1 in index for matlab (no 0 index)
% computing sum average, sum variance and sum entropy:
for k = 1:(size_glcm_3)

    for i = 1:(2*(size_glcm_1)-1)
        out.savgh(k) = out.savgh(k) + (i+1)*p_xplusy(i,k);
        % the summation for savgh is for i from 2 to 2*Ng hence (i+1)
        out.senth(k) = out.senth(k) - (p_xplusy(i,k)*log(p_xplusy(i,k) + eps));
    end

end
% compute sum variance with the help of sum entropy
for k = 1:(size_glcm_3)

    for i = 1:(2*(size_glcm_1)-1)
        out.svarh(k) = out.svarh(k) + (((i+1) - out.senth(k))^2)*p_xplusy(i,k);
        % the summation for savgh is for i from 2 to 2*Ng hence (i+1)
    end

end
% compute difference variance, difference entropy,
for k = 1:size_glcm_3
% out.dvarh2(k) = var(p_xminusy(:,k));
% but using the formula in
% http://murphylab.web.cmu.edu/publications/boland/boland_node26.html
% we have for dvarh
    for i = 0:(size_glcm_1-1)
        out.denth(k) = out.denth(k) - (p_xminusy(i+1,k)*log(p_xminusy(i+1,k) +
eps));
        out.dvarh(k) = out.dvarh(k) + (i^2)*p_xminusy(i+1,k);
    end
end

% compute information measure of correlation(1,2) [1]
for k = 1:size_glcm_3
    hxy(k) = out.entro(k);
    for i = 1:size_glcm_1

        for j = 1:size_glcm_2
            hxy1(k) = hxy1(k) - (glcm(i,j,k)*log(p_x(i,k)*p_y(j,k) + eps));
            hxy2(k) = hxy2(k) - (p_x(i,k)*p_y(j,k)*log(p_x(i,k)*p_y(j,k) +
eps));
%             for Qind = 1:(size_glcm_1)
%                 Q(i,j,k) = Q(i,j,k) +...
%                     ( glcm(i,Qind,k)*glcm(j,Qind,k) / (p_x(i,k)*p_y(Qind,k))
);
%             end
        end
        hx(k) = hx(k) - (p_x(i,k)*log(p_x(i,k) + eps));
```

```
        hy(k) = hy(k) - (p_y(i,k)*log(p_y(i,k) + eps));
    end
    out.inf1h(k) = ( hxy(k) - hxy1(k) ) / ( max([hx(k),hy(k)]) );
    out.inf2h(k) = ( 1 - exp( -2*( hxy2(k) - hxy(k) ) ) )^0.5;
%     eig_Q(k,:)   = eig(Q(:,:,k));
%     sort_eig(k,:)= sort(eig_Q(k,:),'descend');
%     out.mxcch(k) = sort_eig(k,2)^0.5;
% The maximal correlation coefficient was not calculated due to
% computational instability
% http://murphylab.web.cmu.edu/publications/boland/boland_node26.html
end

corm = zeros(size_glcm_3,1);
corp = zeros(size_glcm_3,1);
% using http://www.fp.ucalgary.ca/mhallbey/glcm_variance.htm for s_x s_y
for k = 1:size_glcm_3
    for i = 1:size_glcm_1
        for j = 1:size_glcm_2
            s_x(k)  = s_x(k)  + (((i) - u_x(k))^2)*glcm(i,j,k);
            s_y(k)  = s_y(k)  + (((j) - u_y(k))^2)*glcm(i,j,k);
            corp(k) = corp(k) + ((i)*(j)*glcm(i,j,k));
            corm(k) = corm(k) + (((i) - u_x(k))*((j) - u_y(k))*glcm(i,j,k));
            out.cprom(k) = out.cprom(k) + (((i + j - u_x(k) - u_y(k))^4)*...
                glcm(i,j,k));
            out.cshad(k) = out.cshad(k) + (((i + j - u_x(k) - u_y(k))^3)*...
                glcm(i,j,k));
        end
    end
    % using http://www.fp.ucalgary.ca/mhallbey/glcm_variance.htm for s_x
    % s_y : This solves the difference in value of correlation and might be
    % the right value of standard deviations required
    % According to this website there is a typo in [2] which provides
    % values of variance instead of the standard deviation hence a square
    % root is required as done below:
    s_x(k) = s_x(k) ^ 0.5;
    s_y(k) = s_y(k) ^ 0.5;
    out.autoc(k) = corp(k);
    out.corrp(k) = (corp(k) - u_x(k)*u_y(k))/(s_x(k)*s_y(k));
    out.corrm(k) = corm(k) / (s_x(k)*s_y(k));
%     % alternate values of u and s
%     out.corrp2(k) = (corp(k) - u_x2(k)*u_y2(k))/(s_x2(k)*s_y2(k));
%     out.corrm2(k) = corm(k) / (s_x2(k)*s_y2(k));
end
% Here the formula in the paper out.corrp and the formula in matlab
% out.corrm are equivalent as confirmed by the similar results obtained

% % The papers have a slightly different formular for Contrast
% % I have tested here to find this formula in the papers provides the
% % same results as the formula provided by the matlab function for
% % Contrast (Hence this part has been commented)
% out.contrp = zeros(size_glcm_3,1);
% contp = 0;
% Ng = size_glcm_1;
% for k = 1:size_glcm_3
%     for n = 0:(Ng-1)
%         for i = 1:Ng
%             for j = 1:Ng
%                 if (abs(i-j) == n)
%                     contp = contp + glcm(i,j,k);
%                 end
%             end
%         end
%         out.contrp(k) = out.contrp(k) + n^2*contp;
```

```
%         contp = 0;
%     end
%
% end

%       GLCM Features (Soh, 1999; Haralick, 1973; Clausi 2002)
%           f1. Uniformity / Energy / Angular Second Moment (done)
%           f2. Entropy (done)
%           f3. Dissimilarity (done)
%           f4. Contrast / Inertia (done)
%           f5. Inverse difference
%           f6. correlation
%           f7. Homogeneity / Inverse difference moment
%           f8. Autocorrelation
%           f9. Cluster Shade
%          f10. Cluster Prominence
%          f11. Maximum probability
%          f12. Sum of Squares
%          f13. Sum Average
%          f14. Sum Variance
%          f15. Sum Entropy
%          f16. Difference variance
%          f17. Difference entropy
%          f18. Information measures of correlation (1)
%          f19. Information measures of correlation (2)
%          f20. Maximal correlation coefficient
%          f21. Inverse difference normalized (INN)
%          f22. Inverse difference moment normalized (IDN)
```

9. Features di Contesto

In questa sezione ci siamo occupati di estrarre le caratteristiche derivanti anche del contest, dell'ambiente in cui si evidenzia la presenza della macchia di petrolio.
In particolare ci siamo occupati di calcolare:

- la distanza minima dalla costa
- Il numero di punti luminosi presenti nell'immagine
- La distanza dal punto luminoso più vision

Le informazioni sui punti luminosi sono molto importanti in quanto potrebbero rappresentare la presenza, la vicinanza di una nave alla macchia di petrolio, il che consente di agevolare l'operazione di classificazione della macchia di petrolio rispetto alle macchie lookalike.
Per far ciò abbiamo pensato di definire una maschera, una soglia in grado di mettere in risalto I pixel più luminosi dell'immagine, sui quali abbiamo lavorato in termini di regioni e baricentri, eseguendo una serie di calculi che ci hanno permesso di estrarre le caratteristiche richieste.

Il tutto è presente nello script *spillcontext*:

```
% Script per l'estrazione delle features di
% contesto

function [out] = spillcontext( s, debug )
% il parametro debug è opzionale
if nargin <= 1
   debug = false;
end

% Calcolo delle regioni a luminosit□/span>
% pi alta
mask = (s.subIdB < -10);
mask = (mask == 0);

spikes = regionprops(mask, 'all');

%% Number of bright spots nearby
dim = size(spikes);
out.spotsCount = dim(1);

%% calcolo centroide della macchia di petrolio
spill=regionprops(s.spillMask,'all');
temp = cat(1, spill.Centroid);
x=temp(:,1);
y=temp(:,2);
%coordinate del baricentro nel sistema di riferimento del crop dell'immagine di
partenza
spillCropCentroid=[mean(x),mean(y)];
out.spillCropCentroid = spillCropCentroid;
%calcolo del baricentro nel sistema di riferimento dell'immagine di
%a dimensione originale. Si accede alla struttura Rect
%[xmin,ymin,width,height] e si sommano le coordinate del baricentro trovato
%a xmin e ymin (che rappresentano l'offset rispetto l'immagine di partenza
out.spillCentroid=[spillCropCentroid(1)+s.Rect(1),spillCropCentroid(2)+s.Rect(2)
];

%% Distance to next bright spot (vessel, platform)
temp=cat(1,spikes.Centroid);
```

```
xspikes=temp(:,1);
yspikes=temp(:,2);
xspikes = xspikes - spillCropCentroid(1);
yspikes = yspikes - spillCropCentroid(2);
dist = (xspikes).^2 + (yspikes).^2;
vdist = sqrt(dist);
out.nextSpotDistance = min(vdist);

if debug
    figure;
    imshow(s.gsubI);
    hold on;
    plot(spillCropCentroid(1), spillCropCentroid(2), 'g.', 'MarkerSize', 20);
    for i=1:out.spotsCount
        plot(spikes(i).Centroid(1), spikes(i).Centroid(2), 'r.',
'MarkerSize',20);
    end
end

%% Distance from land
%import dei dati della costa in formato bna
% per zona della macchia di petrolio
coastMask=importBNAdata;
%estrazione dei soli punti del perimetro della costa
[l,coastMask]=spillperim(coastMask);
if debug
    figure;
    imshow(coastMask);
    hold on;
    plot(out.spillCentroid(1),out.spillCentroid(2),'g.','MarkerSize',20);
end

[dimx,dimy]=size(coastMask);
%inizializzo la distanza minima ad infinito
minDist=Inf;
for x=1:dimx
    for y=1:dimy
        if(coastMask(x,y))
            %trovato un punto in cui la maschera
            % sia 1 = punto della costa
            tempDist=sqrt((x-out.spillCentroid(1))^2+(y-
out.spillCentroid(2))^2);
            if(tempDist<minDist)
                minDist=tempDist;
            end
        end
    end
end
out.minDistFromLand=minDist;
```