Signals & Systems - CA2 - Dr Akhavan

Amirali Dehghani – 810102443

نکته : توابع در انتهای فایل توضیح داده شده‌اند.

Part 1

```
clc, clearvars, close all;
```

1 - 1) Reading Data

```
[file, path] = uigetfile({'*.jpg;*.png'}, "Choose plate's image: ");
platePicture = imread([path, file]);
```

1 - 2) Resizing picture

در این بخش برای اینکه کورلیشن‌گیری بهتری داشته باشیم، اندازه‌ی تصویر را تغییر می‌دهیم.

```
resizedPicture = imresize(platePicture, [300 500]);
figure;
imshow(resizedPicture);
```

1 - 3) Grayscaling picture

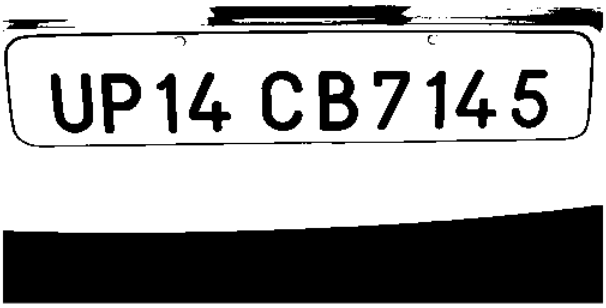
چون به رنگ عکس نیاز نداریم، آن را خاکستری می‌کنیم. هدف فقط خواندن شماره پلاک است نه رنگ کاراکترها.

```
grayscaledPicture = mygrayfun(resizedPicture);
figure;
imshow(grayscaledPicture);
```

1 - 4) Binarizing picture

حالا چون ما به رنگ‌ها به طور کلی نیاز نداریم، عکس را باینری می‌کنیم. یک threshold می‌دهیم که با تنظیم کردن آن، پیکسل‌هایی که بالاتر از آن باشند را ۱ و در غیر این صورت ۰ می‌کنیم.

```
threshold = 100;
binarizedPicture = mybinaryfun(grayscaledPicture, threshold);
figure;
imshow(binarizedPicture);
```

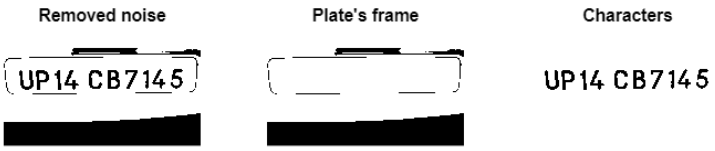


1 - 5) Removing noises

چون که ممکن است اعداد بسیار نزدیک به ۱۰۰ باشند(مثلا ۹۹ یا ۱۰۱) باید نویز هارا حذف کنیم. کار ما به این صورت است که از طریق تابع myremovecom با دادن threshold مناسب به آن، عکس را فیلتر می‌کنیم. (توضیحات مربوط به تابع **myremovecom** در انتهای فایل قرار داده شده است.)

```
filtered = myremovecom(~binarizedPicture, 300);
background = myremovecom(~binarizedPicture, 2300);
characters = (filtered - background);
```

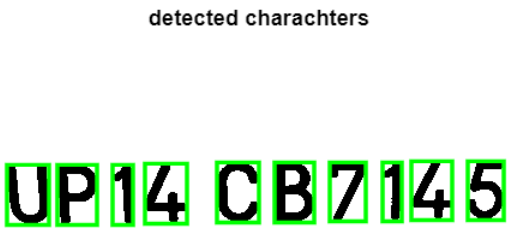
```
figure('Position', [0 0 800 200]);

subplot(1,3,1);
imshow(~filtered);
title('Removed noise');

subplot(1,3,2);
imshow(~background);
title('Plate''s frame');

subplot(1,3,3);
imshow(~characters);
title('Characters');
```



1 - 6) Detecting segments

در این بخش، عکسی که داریم، بخش بندی می‌شود و هر بخش دورش خط کشیده شده و نمایش داده می‌شود. (توضیحات مربوط به تابع mysegmentation درآخر فایل داده شده است.)

```
[labeled, n] = mysegmentation(characters);
figure('Position', [0 0 100 100]);
propied=regionprops(labeled,'BoundingBox');
imshow(~characters);
title('detected charachters')
hold on
for m=1:size(propied,1)
    rectangle('Position',propied(m).BoundingBox,'EdgeColor','g','LineWidth',2)
end
hold off
```



1 - 7) Importing database & Detecting plate

در این بخش مپست انگلیسی لود شده و با هرکدام از پارت‌های تشخیص داده شده در عکس، کورلیشن گرفته می‌شود. سپس کاراکتری که کورلیشنش از مقدار مورد نظر ما (۰.۳) بیشتر شود، به عنوان کاراکتر اصلی انتخاب می‌شود.

```
englishMapSet = getMapSet('./EnglishMapSet');
detectedPlate = '';
for i = 1:n
    [row, col] = find(labeled == i);
    y = characters(min(row):max(row), min(col):max(col));
    y = imresize(y,[42,24]);
    corr_max = -2;
    i_max = 0;
    for j = 1:length(englishMapSet)
        y = imresize(y,size(englishMapSet{j,1}));
        corr_j = corr2(y,englishMapSet{j,1});
        if(corr_j > corr_max)
            corr_max = corr_j;
            i_max = j;
        end
    end
    if(corr_max > 0.3)
        detectedPlate = strcat(detectedPlate,englishMapSet{i_max,2});
    end
end
```

1 - 8) Printing detected plate and writing it in a file

```
outputFile = fopen("output.txt", "a");
fprintf(outputFile, "Picture : %s Plate number : %s \n", file, detectedPlate);
fclose(outputFile);
fprintf("Picture : %s Plate number : %s \n", file, detectedPlate);
```

```
Picture : image3.JPG Plate number : UP14CB7145
```

Part 2

```
clc, clearvars, close all;
```

2 - 1) Reading Data

```
[file, path] = uigetfile({'*.jpg;*.png'}, "Choose plate's image: ");
platePicture = imread([path, file]);
```

2 - 2) Resizing picture

```
resizedPicture = imresize(platePicture, [300 500]);
figure;
imshow(resizedPicture);
```

2 - 3) Grayscalinggrayscaled picture

```
grayscaledPicture = mygrayfun(resizedPicture);
figure;
imshow(grayscaledPicture);
```

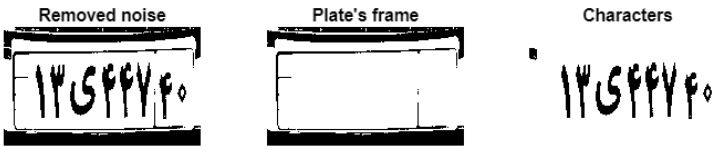
2 - 4) Binarizing picture

```
threshold = 100;
binarizedPicture = mybinaryfun(grayscaledPicture, threshold);
figure;
imshow(binarizedPicture);
```

2 - 5) Removing noises

```
filtered = myremovecom(~binarizedPicture, 400);
background = myremovecom(~binarizedPicture, 5000);
characters = (filtered - background);

figure('Position', [0 0 900 400]);

subplot(1,3,1);
imshow(~filtered);
title('Removed noise');
```

```
subplot(1,3,2);
imshow(~background);
title('Plate''s frame');

subplot(1,3,3);
imshow(~characters);
title('Characters');
```



2 - 6) Detecting segments

```
[labeled, n] = mysegmentation(characters);
fprintf("Number of segments: %d", n);
```

```
Number of segments: 9
```

```
figure('Position', [0 0 800 300]);
propied=regionprops(labeled,'BoundingBox');
imshow(~characters);
title('detected charachters')
hold on
for m=1:size(propied,1)
    rectangle('Position',propied(m).BoundingBox,'EdgeColor','g','LineWidth',2)
end
hold off
```

2 - 7) Importing database & Detecting plate

```
persianMapSet = getMapSet('./PersianMapSet');
detectedPlate = '';
for i = 1:n
    [row, col] = find(labeled == i);
    y = characters(min(row):max(row), min(col):max(col));
    corr_max = -2;
    i_max = 0;
    for j = 1:length(persianMapSet)
        character = persianMapSet{j, 2};
        y = imresize(y, size(persianMapSet{j,1}));
        corr_j = corr2(y, persianMapSet{j,1});
        if corr_j > corr_max
            corr_max = corr_j;
            i_max = j;
        end
    end
    if corr_max > 0.3
        detectedPlate = strcat(detectedPlate, persianMapSet{i_max,2});
    end
end
```

2 - 8) Printing detected plate and writing it in a file

```
outputFile = fopen("output.txt", "a");
fprintf(outputFile, "Picture : %s Plate number : %s \n", file, detectedPlate);
fclose(outputFile);
fprintf("Picture : %s Plate number : %s \n", file, detectedPlate);
```

```
Picture : 2.jpg Plate number : 13Y44740
```

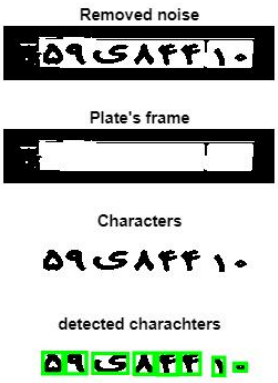
Part 3

در این بخش باید از روی عکس تعدادی ماشین(جلوبندی، عقب) باید پلاک را جدا کرده و تشخیص بدهیم. در اینجا ابتدا قاب آبی رنگ پلاک جدا شده و با عکس اصلی هر عضو رنگی (**RGB**) را کورلیشن می‌گیرد. و کورلیشن مپ آن‌را تشکیل می‌دهد. سپس بیشترین مقدار کورلیشن در عکس را پیدا می‌کند و آن‌را جدا می‌کند و به عنوان خروجی جایی که پلاک قرار دارد را نمایش داده و عکس پلاک را کراپ می‌کند و خروجی می‌دهد. بعد مشابه با بخش ۲، از این عکس کاراکترهای پلاک را تشخیص می دهیم و خروجی می‌دهیم.

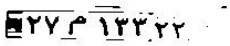
```
clc, clearvars, close all;
template = imread('origin.jpg');
filedest = "p3/";
persianMapSet = getMapSet('./PersianMapSet');
for k = 1:3
    file = filedest + k + ".jpg";
    image = imread(file);
    image = imresize(image, [200, 300]);
    template = imresize(template, [20, 10]);

    template = im2double(template);
    image = im2double(image);

    correlationMapR = normxcorr2(template(:,:,1), image(:,:,1));
    correlationMapG = normxcorr2(template(:,:,2), image(:,:,2));
    correlationMapB = normxcorr2(template(:,:,3), image(:,:,3));
    wR = 1;
    wG = 1;
    wB = 1;
    correlationMap = (wR * correlationMapR + wG * correlationMapG + wB *
correlationMapB) / (wR + wG + wB);

    [maxCorrelationValue, maxIndex] = max(correlationMap(:));
    [maxRow, maxCol] = ind2sub(size(correlationMap), maxIndex);
    templateHeight = size(template, 1);
    templateWidth = size(template, 2);
    matchedRegionRow = maxRow - templateHeight + 1;
    matchedRegionCol = maxCol - templateWidth + 1;


    figure('Position',[0, 0, 800 400]);
    subplot(4,2,[1 3 5]);
    imshow(image);
    hold on;
    rectangle('Position', [matchedRegionCol, matchedRegionRow, templateWidth,
templateHeight], 'EdgeColor', 'r', 'LineWidth', 2);
```

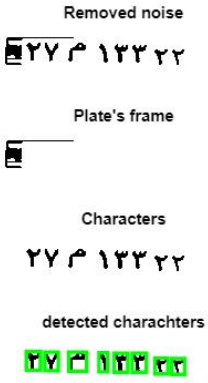
```
    rectangle('Position', [matchedRegionCol-10, matchedRegionRow-10, 7 *
templateHeight, 2 * templateHeight], 'EdgeColor', 'g', 'LineWidth', 2);
    hold off;
    plate = imcrop(image, [matchedRegionCol-10, matchedRegionRow-10, 7 *
templateHeight, 2 * templateHeight]);
    subplot(4,2,7);mybinaryfun(mygrayfun(imresize(plate, [100, 500])), 0.4);
    plate = mybinaryfun(mygrayfun(imresize(plate, [100, 500])), 0.4);
    imshow(plate);

    filtered = myremovecom(~plate, 170);
    background = myremovecom(~plate, 1200);
    characters = (filtered - background);

    subplot(4,2,2);
    imshow(~filtered);
    title('Removed noise');

    subplot(4,2,4);
    imshow(~background);
    title('Plate''s frame');

    subplot(4,2,6);
    imshow(~characters);
    title('Characters');

    detectedPlate = '';
    subplot(4,2,8)
    imshow(~characters);

    [labeled, n] = mysegmentation(characters);
    propied=regionprops(labeled,'BoundingBox');
    imshow(~characters);
    title('detected charachters')
    for m=1:size(propied,1)

rectangle('Position',propied(m).BoundingBox,'EdgeColor','g','LineWidth',2)
    end
    for i = 1:n
        [row, col] = find(labeled == i);
        y = characters(min(row):max(row), min(col):max(col));
        corr_max = -2;
        i_max = 0;
        for j = 1:length(persianMapSet)
            character = persianMapSet{j, 2};
            y = imresize(y, size(persianMapSet{j,1}));
            corr_j = corr2(y, persianMapSet{j,1});
```

```
            if corr_j > corr_max
                corr_max = corr_j;
                i_max = j;
            end
        end
        if corr_max > 0.7
            detectedPlate = strcat(detectedPlate, persianMapSet{i_max,2});
        end
    end
    fprintf("Picture : %s Plate number : %s \n", file, detectedPlate);
end
```

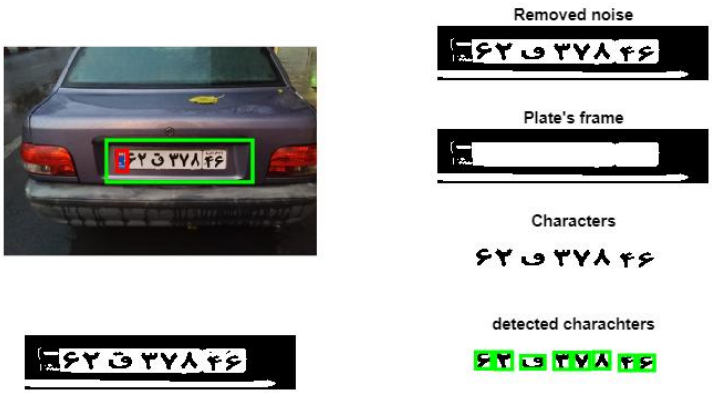


Picture : p3/1.jpg Plate number : 59Y84410





Picture : p3/2.jpg Plate number : 27M13322



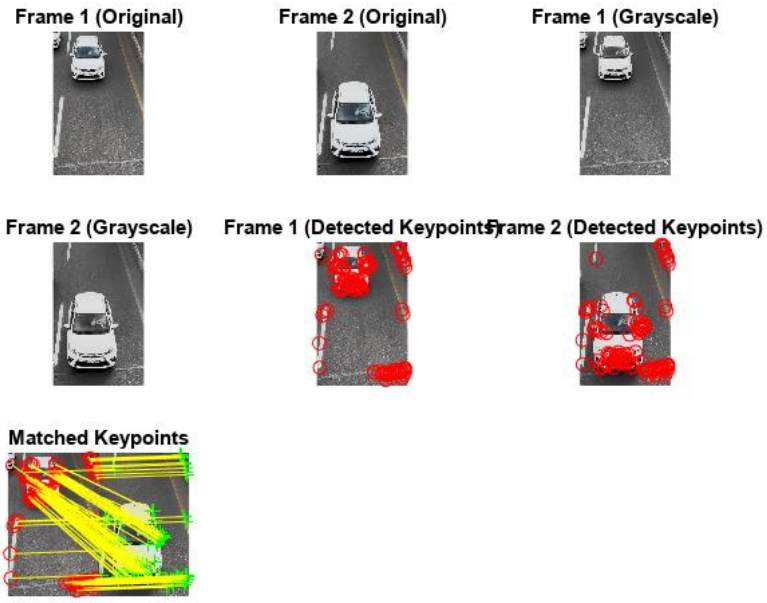
Picture : p3/3.jpg Plate number : 62GH37846

Part 4

در اینجا در فیلم دو فریم که با آزمون و خطا بررسی می‌کنیم کدام بهتر است را جدا می‌کنیم و شروع به بررسی کردن آن‌ها می‌کنیم. برای سرعت ماشین، از توابع آماده خود متلب استفاده کردم، به گونه‌ای که گوشه ها و لبه ها را در عکس تشخیص داده و با تطابق دادن در دو عکس، فاصله‌ی بین گوشه ها در دو عکس رو بررسی می‌کند و خروجی را به عنوان سرعت ماشین بر حسب پیکسل بر ثانیه نمایش می‌دهد. نکته‌ای که حائز اهمیت است این است که در اینجا دو فریم را داریم که مانند بخش ۳ است. منطق کد مشابه بخش قبلی است اما خروجی مطلوبی به ما نمی‌دهد. عکس پلاک به صورت دستی جدا شده است.

```
clc, clearvars, close all;
vidObj = VideoReader('video.mov');

timestamp = 0.25;
frame_number = round(vidObj.FrameRate * timestamp);
vidObj.CurrentTime = (frame_number - 1) / vidObj.FrameRate;
frame1 = readFrame(vidObj);

timestamp = 0.6;
frame_number = round(vidObj.FrameRate * timestamp);
vidObj.CurrentTime = (frame_number - 1) / vidObj.FrameRate;
frame2 = readFrame(vidObj);

figure;
subplot(3,3,1);
imshow(frame1);
title("Frame 1 (Original)");

subplot(3,3,2);
imshow(frame2);
title("Frame 2 (Original)");

gray1 = rgb2gray(frame1);
```

```
gray2 = rgb2gray(frame2);

subplot(3,3,3);
imshow(gray1);
title("Frame 1 (Grayscale)");

subplot(3,3,4);
imshow(gray2);
title("Frame 2 (Grayscale)");

points1 = detectSURFFeatures(gray1);
points2 = detectSURFFeatures(gray2);

[features1, validPoints1] = extractFeatures(gray1, points1);
[features2, validPoints2] = extractFeatures(gray2, points2);
indexPairs = matchFeatures(features1, features2);
matchedPoints1 = validPoints1(indexPairs(:, 1), :);
matchedPoints2 = validPoints2(indexPairs(:, 2), :);

subplot(3,3,5);
imshow(frame1);
hold on;
plot(matchedPoints1.Location(:,1), matchedPoints1.Location(:,2), 'ro');
title("Frame 1 (Detected Keypoints)");

subplot(3,3,6);
imshow(frame2);
hold on;
plot(matchedPoints2.Location(:,1), matchedPoints2.Location(:,2), 'ro');
title("Frame 2 (Detected Keypoints)");

displacements = matchedPoints2.Location - matchedPoints1.Location;
averageDisplacement = mean(sqrt(sum(displacements.^2, 2)));

subplot(3,3,7);
showMatchedFeatures(frame1, frame2, matchedPoints1, matchedPoints2, 'montage');
title("Matched Keypoints");
```




```
timeInterval = 0.5;
velocity = averageDisplacement / timeInterval;

fprintf('Velocity: %.2f pixels per second\n', velocity);
```

```
Velocity: 639.34 pixels per second
```

```
image = frame1;
template = imread('origin.jpg');
image = imcrop(image, [220, 300,100, 50]);
figure;
imshow(image);
```

```
image = imresize(image, [100, 150]);
template = imresize(template, [10, 20]);
template = im2double(template);
image = im2double(image);
```

```
 correlationMapR = normxcorr2(template(:,:,1), image(:,:,1));
 correlationMapG = normxcorr2(template(:,:,2), image(:,:,2));
     correlationMapB = normxcorr2(template(:,:,3), image(:,:,3));
     wR = 1;
     wG = 1;
     wB = 1;
     correlationMap = (wR * correlationMapR + wG * correlationMapG + wB *
correlationMapB) / (wR + wG + wB);

     [maxCorrelationValue, maxIndex] = max(correlationMap(:));
     [maxRow, maxCol] = ind2sub(size(correlationMap), maxIndex);
     templateHeight = size(template, 1);
     templateWidth = size(template, 2);
     matchedRegionRow = maxRow - templateHeight + 1;
     matchedRegionCol = maxCol - templateWidth + 1;


     figure('Position',[0, 0, 800 400]);
     subplot(4,2,[1 3 5]);
     imshow(image)
     hold on;
     rectangle('Position', [matchedRegionCol, matchedRegionRow, templateWidth,
templateHeight], 'EdgeColor', 'r', 'LineWidth', 2);
     rectangle('Position', [matchedRegionCol-10, matchedRegionRow-10, 7 *
templateHeight, 2 * templateHeight], 'EdgeColor', 'g', 'LineWidth', 2);
     hold off;
     plate = imcrop(image, [matchedRegionCol-10, matchedRegionRow-10, 7 *
templateHeight, 2 * templateHeight]);
     subplot(4,2,7);mybinaryfun(mygrayfun(imresize(plate, [100, 500])), 0.4);
     plate = mybinaryfun(mygrayfun(imresize(plate, [100, 500])), 0.4);
     imshow(plate);

     filtered = myremovecom(~plate, 170);
     background = myremovecom(~plate, 1200);
     characters = (filtered - background);

     subplot(4,2,2);
     imshow(~filtered);
     title('Removed noise');

     subplot(4,2,4);
     imshow(~background);
     title('Plate''s frame');

     subplot(4,2,6);
     imshow(~characters);
```

```
    title('Characters');

    detectedPlate = '';
    subplot(4,2,8)
    imshow(~characters);

    [labeled, n] = mysegmentation(characters);
    propied=regionprops(labeled,'BoundingBox');
    imshow(~characters);
    title('detected charachters')
    for m=1:size(propied,1)

rectangle('Position',propied(m).BoundingBox,'EdgeColor','g','LineWidth',2)
    end
    for i = 1:n
        [row, col] = find(labeled == i);
        y = characters(min(row):max(row), min(col):max(col));
        corr_max = -2;
        i_max = 0;
        for j = 1:length(persianMapSet)
            character = persianMapSet{j, 2};
            y = imresize(y, size(persianMapSet{j,1}));
            corr_j = corr2(y, persianMapSet{j,1});
            if corr_j > corr_max
                corr_max = corr_j;
                i_max = j;
            end
        end
        if corr_max > 0.7
            detectedPlate = strcat(detectedPlate, persianMapSet{i_max,2});
        end
    end
    fprintf("Plate number : %s \n", detectedPlate);
```

Functions

این تابع با گرفتن آدرس فایل، مپ ست مورد نظر را دریافت می کند.

```
function mapSet = getMapSet(Path)
    fileNames = dir(fullfile(Path, '*.bmp'));
    numOfFiles = length(fileNames);
    mapSet = cell(numOfFiles, 2);
    for i = 1:numOfFiles
        imagePath = fullfile(Path, fileNames(i).name);
        image = imread(imagePath);

        [~, fileName, ~] = fileparts(fileNames(i).name);
        mapSet{i, 1} = image;
        mapSet{i, 2} = fileName;
    end
end
```

فرمول ارائه شده برای خاکستری کردن عکس در این تابع صورت گرفته است.

```
function[grayscale_pic] = mygrayfun(pic)
    grayscale_pic = 0.299 .* pic(:,:,1) + 0.578 .* pic(:,:,2) + 0.114 .*
pic(:,:,3);
end
```

این تابع با گرفتن عکس و ترشهولد مدنظر، پیکسل‌های عکس را مطابق زیر ۰ و ۱ می‌کند.

```
function[binary_pic] = mybinaryfun(pic, threshold)
    binary_pic = pic > threshold;
end
```

در اینجا ۳ تابع داریم. یکی **findAny** که در عکس می‌گردد و اگر پیکسلی ۱ باشد، مختصات آن‌را خروجی می‌دهد.

تابع بعدی **detectPart** است که با گرفتن ترشهولد مد نظر، هر خانه‌ای که سیاه باشد، همسایه‌هایش را هم بررسی می‌کند که اگر ان‌ها هم ۱ باشند، آن را به عنوان یک تکه در نظر می‌گیرد. در نهایت اگر اندازه‌ی تکه از ترشهولد بیشتر باشد، آن را به عنوان تکه خروجی می‌دهد. تابع **mysegmentation** هم با توجه به اندیس هر تکه، آن‌ها را برای جداسازی از هم بهشان بر اساس اندیسشان جای ۱، اندیس آن‌ها را قرار می‌دهد.

```
function [labeledPic, n] = mysegmentation(pic)
    parts = detectParts(pic, 1);
    labeledPic = zeros(size(pic));
    n = numel(parts);
    for i = 1:n
        part = parts{i};
        indices = sub2ind(size(labeledPic), part(:,1), part(:,2));
        labeledPic(indices) = i;
```

```
    end
end

function parts = detectParts(pic, threshold)
    [height, width] = size(pic);
    parts = {};
    toCheck = [];
    pairs = [];
    while true
        if isempty(toCheck)
            if size(pairs, 1) >= threshold
                parts{end + 1} = pairs;
            end
            pairs = [];
            [i, j] = findOne(pic);
            if i == -1
                break;
            end
            toCheck = [i, j];
            pic(i, j) = 0;
        else
            [row, col] = deal(toCheck(1, 1), toCheck(1, 2));
            pairs = [pairs; toCheck(1, :)];
            toCheck(1, :) = [];

            neighbors = [
                -1  0
                 1  0
                 0 -1
                 0  1
                -1 -1
                -1  1
                 1 -1
                 1  1
            ];

            for k = 1:size(neighbors, 1)
                r = row + neighbors(k, 1);
                c = col + neighbors(k, 2);
                if r >= 1 && r <= height && c >= 1 && c <= width && pic(r, c)
== 1
                    pic(r, c) = 0;
                    toCheck = [toCheck; r, c];
                end
            end
        end
```

```
    end

    if size(pairs, 1) > threshold
        parts{end + 1} = pairs;
    end
end

function [i, j] = findOne(matrice)
    [rows, cols] = find(matrice, 1);
    if isempty(rows)
        i = -1; j = -1;
    else
        i = rows; j = cols;
    end
end
```

تابع **myremovecom** مشابه همان **mysegmentation** است فقط با این تفاوت که دیگر برای جایگاه آنها اهمیتی قائل نیست و فقط نقاطی که تکه درنظر گرفته شده باشند را ۱ می‌کند و خروجی می‌دهد.

```
function filteredPic = myremovecom(pic, threshold)
    parts = detectParts(pic, threshold);
    filteredPic = zeros(size(pic));

    for i = 1:numel(parts)
        part = parts{i};
        indices = sub2ind(size(filteredPic), part(:,1), part(:,2));
        filteredPic(indices) = 1;
    end
end
function parts = detectParts(pic, threshold)
    [height, width] = size(pic);
    parts = {};
    toCheck = [];
    pairs = [];
    while true
        if isempty(toCheck)
            if size(pairs, 1) >= threshold
                parts{end + 1} = pairs;
            end
            pairs = [];
            [i, j] = findOne(pic);
            if i == -1
                break;
            end
            toCheck = [i, j];
            pic(i, j) = 0;
```

```
        else
            [row, col] = deal(toCheck(1, 1), toCheck(1, 2));
            pairs = [pairs; toCheck(1, :)];
            toCheck(1, :) = [];

            neighbors = [
                -1  0
                 1  0
                 0 -1
                 0  1
                -1 -1
                -1  1
                 1 -1
                 1  1
            ];

            for k = 1:size(neighbors, 1)
                r = row + neighbors(k, 1);
                c = col + neighbors(k, 2);
                if r >= 1 && r <= height && c >= 1 && c <= width && pic(r, c)
== 1
                    pic(r, c) = 0;
                    toCheck = [toCheck; r, c];
                end
            end
        end
    end

    if size(pairs, 1) > threshold
        parts{end + 1} = pairs;
    end
end

function [i, j] = findOne(matrice)
    [rows, cols] = find(matrice, 1);
    if isempty(rows)
        i = -1; j = -1;
    else
        i = rows; j = cols;
    end
end
```