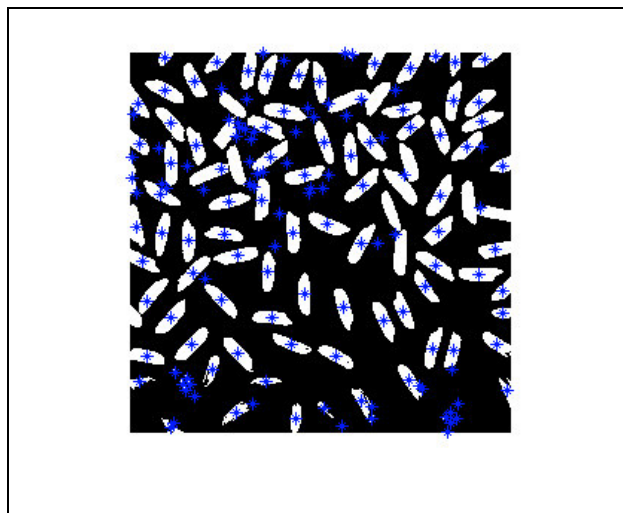


Wykład wstępny (IVB) << zrealizowany w 2006, przedrostki-nazwy zretuszowane w Acrobat >>
z Podstaw Przetwarzania Informacji
(na danych obrazów 2D w środowisku Matlab 6.x 7.x)

Parametryzacja oraz przekształcenia morfologiczne na zawartości obrazów 2D

W poprzedniej części wykładu IV omówiono wstępnie możliwości narzędzi służących w detekcji obiektów oraz ekstrakcji określonych cech na obrazie. Są to: binaryzacja obrazu połączona z etykietowaniem podobszarów oraz metody detekcji krawędzi. Oprócz tego występuje również możliwość parametryzacji, tj. szczegółowego opisu obiektów na obrazie identyfikowanych jako spójne obszary danych o tej samej intensywności luminancji według łączności (ang. connectivity) lub inaczej mówiąc wzajemnego sąsiedztwa, ustawionego na 4 lub 8. W zadaniu liczbowego określenia współrzędnych środka ciężkości w położeniu obiektu na obrazie lub długości osi dłuższej i krótszej elipsy opisanej na obiekcie może posłużyć wywołanie polecenia `regionprops`, w składni:

```
>> im=imread('rice.png');  
  
>> bw=im2bw(im, graythresh(im));  
  
L = bwlabel(bw);  
  
s = regionprops(L, 'centroid');  
  
centroids = cat(1, s.Centroid);  
  
imshow(bw)  
  
hold on  
  
plot(centroids(:,1), centroids(:,2), 'b*')  
  
hold off
```



Rys 21 Wizualizacja rezultatów funkcji `regionprops` z wyszczególnieniem w jej wywołaniu pola `Centroids`.

Jak widać w przeważającej części przypadków środek ciężkości dla zidentyfikowanych obiektów pokrywa się z faktycznym położeniem ziaren ryżu w polu ujęcia. Jednakże, identyfikacji i opisowi parametrycznemu ulegają również drobne zakłócenia i wtrącenia

informacyjne do zawartości obrazu 2D. Należało by zatem zawartość obrazu 2D wstępnie ‘oczyścić’.

W zadaniu usuwania z zawartości obrazów 2D w reprezentacji zarówno mapy logicznej(binarniej), jak i w reprezentacji danych intensywności luminancji, mogą posłużyć operatory nieliniowych morfologicznych przekształceń na obrazach.

Wymieniając najpierw te podstawowe operatory należy wymienić operator *erozji* (wywołanie funkcji *imerode*) oraz operator *dylatacji* (wywołanie funkcji *imdilate*). W literaturze światowej brakuje słownego przytoczenia analogi, w działaniu i charakterze wyników końcowych tych operatorów do zjawisk świata rzeczywistego, spotykanych na co dzień.

Być może, działanie operatora *erozji* należałoby porównać do wyników operacji szlifowania lub przetarcia powierzchni (w tym przypadku krawędzi-obwodu płaskiego obiektu 2D na obrazie) celem usunięcia z jego zarysu drobnych nierówności i mikro-objektów o wymiarze poniżej pewnego wymiaru krytycznego. W innym przypadku, taką słowną analogię można by stworzyć w oparciu o efekty działania środka trawiącego na danym obiekcie 2D, ponieważ działanie operatora *erozji* dotyczy również wnętrza obiektu 2D na płaskim obrazie. Nie mniej pierwsze przybliżenie dla wyobraźni studenta powinno być pouczające.

Podobnie, działanie operatora *dylatacji* można by porównać do wyników zabiegu lakierowania, lub ogólnie pokrywania powierzchni (w tym przypadku krawędzi-obwodu płaskiego obiektu 2D na obrazie) pewną warstwą środka lakierniczego. Makro-objekty i różnego rodzaju detale o rozmiarze poniżej pewnego rozmiaru krytycznego zostają zamazane i wchłonięte przez obiekt 2D. Inną analogią do wyników działania operatora dylatacji mogłoby być zjawisko pęcznienia wnętrza obiektu jednakże bez widocznych efektów przesunięć i naprężeń w najbliższym otoczeniu rozważanych punktów danego zidentyfikowanego obiektu na obrazie 2D, lub po prostu ‘rozmazanie’ obiektu 2D rysowanego na kartce papieru gumką do ołówka, o dość kiepskiej jakości.

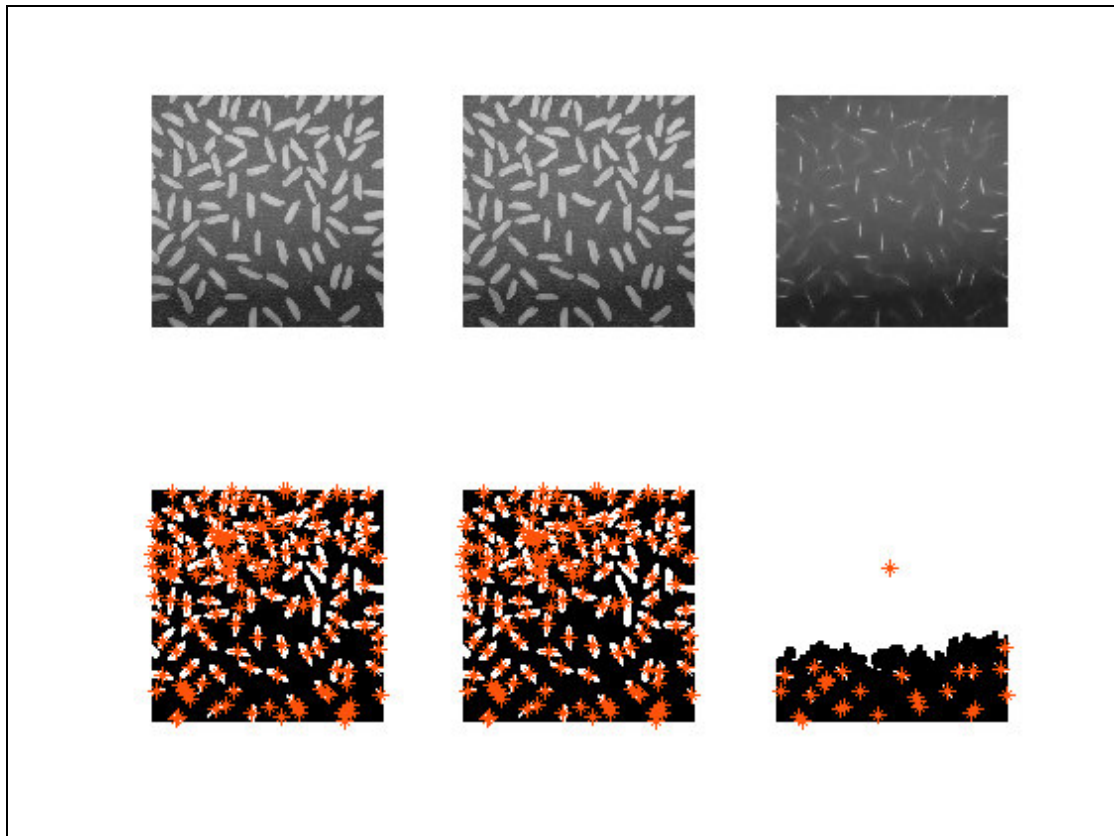
```

1 %Artur Bernat, all rights reserved
2 %eroding, binarization and then labelling
3 %with subsequent centroids estimation
4 %for recognizable object on 2D intensity image
5 %imread('rice.png');centroids_image_eroded(im,3);%default call
6 function centroids_image_eroded(im,size_strel);
7 figure,title('Str. element in eroding varying from 1 to 3');
8 for i=1:size_strel
9 se = strel('ball',i,i); %3D structural element, i.e.ball
10 eroded_im=imerode(im,se);
11 subplot(2,size_strel,i);imshow(eroded_im);
12 bw=im2bw(eroded_im,graythresh(eroded_im));
13 L = bwlabel(bw);
14 s = regionprops(L, 'centroid');
15 centroids = cat(1, s.Centroid);
16 subplot(2,size_strel,i+size_strel);imshow(bw);hold on
17 subplot(2,size_strel,i+size_strel);plot(centroids(:,1), centroids(:,2), 'r*');
18 hold off;
19 end;

```

Rys 22 Skrypt *centroids_image_eroded* ze zwiększaniem kolejno rozmiarem elementu strukturalnego stosowanego w przekształceniu morfologicznym erozji obrazu 2D. Kolejno obraz 2D poddawany jest: erozji z użyciem elementu trójwymiarowego ‘ball’, binaryzacji, oraz parametryzacji.

Jak widać na rys.23, pierwsza próba realizacji ‘oczyszczania’ obrazu 2D z użyciem funkcji *imerode*, bezpośrednio na obrazie intensywności luminancji, nie powiodła się. W takim razie należy zmienić kolejność czynności: najpierw binaryzację, a później oczyszczanie obrazu.



Rys 22 Rezultat wykonania skryptu `centroids_image_eroded`. Na wykresie kolumnami kolejno zwiększany jest rozmiar elementu strukturalnego stosowanego w przekształceniu morfologicznym erozji obrazu 2D. Górny wiersz to obrazy intensywności luminancji, dolny: obrazy binarne z zaznaczeniem środków ciężkości.

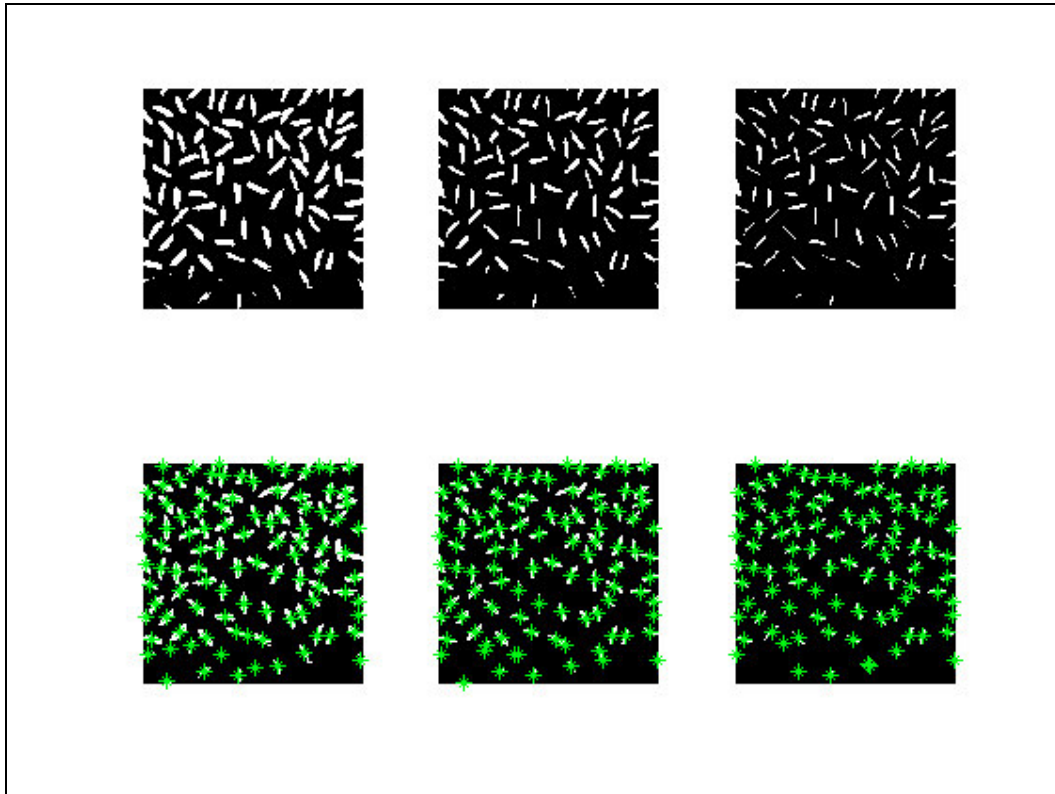
```

1 %Artur Bernat, all rights reserved
2 %binarization, labelling and then eroding
3 %with subsequent centroids estimation
4 %for recognizable object on 2D intensity image
5 %im=imread('rice.png');centroids_image_erodedBW(im,3);%default call
6 function centroids_image_erodedBW(im,size_strel);
7 figure,title('Str. element in eroding varying from 1 to 3');
8 for i=1:size_strel,
9   bw_im=im2bw(im,graythresh(im));
10  se_bw = strel('disk',i);%2D structural element, i.e. circle
11  eroded_im=imerode(bw_im,se_bw);
12  subplot(2,size_strel,i);imshow(eroded_im);
13  L = bwlabel(eroded_im);
14  s = regionprops(L, 'centroid');
15  centroids = cat(1, s.Centroid);
16  subplot(2,size_strel,i+size_strel);imshow(eroded_im);hold on;
17  subplot(2,size_strel,i+size_strel);plot(centroids(:,1), centroids(:,2), 'g*');
18  hold off;
19 end;

```

Rys 23 Skrypt `centroids_image_erodedBW` ze zwiększaniem kolejno rozmiarem elementu strukturalnego stosowanego w przekształceniu morfologicznym erozji obrazu 2D. Kolejno obraz 2D poddawany jest: binaryzacji, erozji z użyciem elementu dwuwymiarowego 'disk' oraz parametryzacji.

Jak widać na rysunku 24 poniżej, operacja binaryzacji zachowuje niezbędne elementy w postaci właściwego, zgrubnego zarysu elementów, które to następnie można prawidłowo 'oczyścić' przy szerszym zakresie rozmiarów zastosowanego elementu strukturalnego.



Rys 24 Rezultat wykonania skryptu `centroids_image_erodedBW`. Na wykresie kolumnami kolejno zwiększany jest rozmiar elementu strukturalnego stosowanego w przekształceniu morfologicznym erozji obrazu 2D. Górny wiersz to obrazy zbinaryzowane, dolny: obrazy binarne z zaznaczeniem środków ciężkości.

Ponadto, bazując na pierwotnym zestawie danych zbinaryzowanych obrazów 2D wykorzystuje się w przekształceniach morfologicznych mniej skomplikowane elementy strukturalne, niż w przypadku danych intensywności luminancji. Również należy wspomnieć o możliwym mniejszym nakładzie obliczeniowym przeznaczanym w wywołaniu funkcji na przekształcenia morfologiczne. Jakkolwiek, powyżej przedstawione próby dotyczą jedynie współrzędnych środków ciężkości, a nie na przykład rozmiarów, czy co gorsza powierzchni estymowanej obiektów.

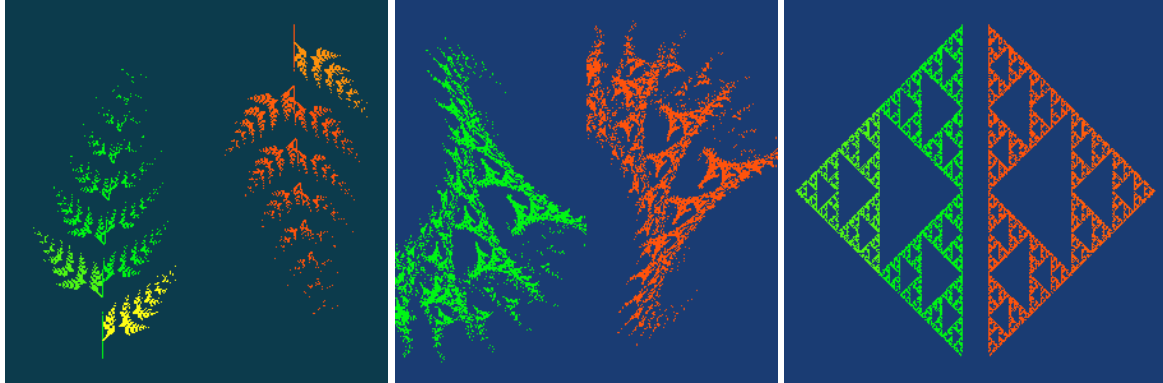
Istotną cechą i poważną wadą podstawowych operacji *erozji* (funkcja: `imerode`) oraz *dylatacji* (funkcja: `imdilate`), jest brak zachowywania wymiarów zidentyfikowanych elementów przetwarzanych na obrazie 2D. Stąd też wprowadzono złożone operacje morfologiczne *otwarcia* (funkcja `imopen`) oraz *domknięcia* (funkcja `imclose`), które składają się z dwóch odmiennych sekwencji operacji podstawowych, powyżej już szczegółowo omówionych.

Realizacja w pierwszej kolejności *erozji*, a następnie *dylatacji*, to tzw. operacja *otwarcia*, która w większości przypadków będzie przypominać ciąg operacji ‘nadtrawienia’, a następnie ‘pokrycia lakierem’ obiektów 2D. Natomiast, realizacja w pierwszej kolejności *dylatacji*, a w drugiej *erozji*, to tzw. operacja *domknięcia*, która przypomina w wynikach ‘pokrycie lakierem’ obiektów 2D, z następującym później ‘zeszlifowaniem’ tej warstwy lakieru.

Wyniki końcowe obydwu tych operacji różnią się od siebie, a ich wybór pozostawiam intuicji słuchaczy. Obecnie, w przypadku, tak nieskomplikowanych i skonstrastowanych scen, jak te z rysunku ‘rice.png’, można oceniać większy zasób parametrów, przykładowo:

```
>> s = regionprops(L, 'All'); %estymuj wszystkie dostępne parametry
>>%parametry: środki ciężkości, pow. obszarów, osie główne elips
>> s = regionprops(L, 'centroid', 'Area', 'MinorAxis', 'MajorAxis');
```


O specyficznych własnościach przekształceń morfologicznych otwarcia i domknięcia można się przekonać, realizując je na odpowiednio przygotowanych treściach obrazów 2D. Oto dla dwóch obiektów wygenerowanych w oparciu o stochastyczny algorytm rysowania figur fraktalnych (gałązka paproci oraz sylwetka smoka), przeprowadzone operacje domknięcia i otwarcia, zachowują globalnie powierzchnię zajmowaną przez kontury tych figur. Jakkolwiek, pierwsze z przekształceń ma tendencję do można by powiedzieć szkieletyzacji figury, podczas gdy drugie, tj. operacja otwarcia do 'konturyzacji' figur.



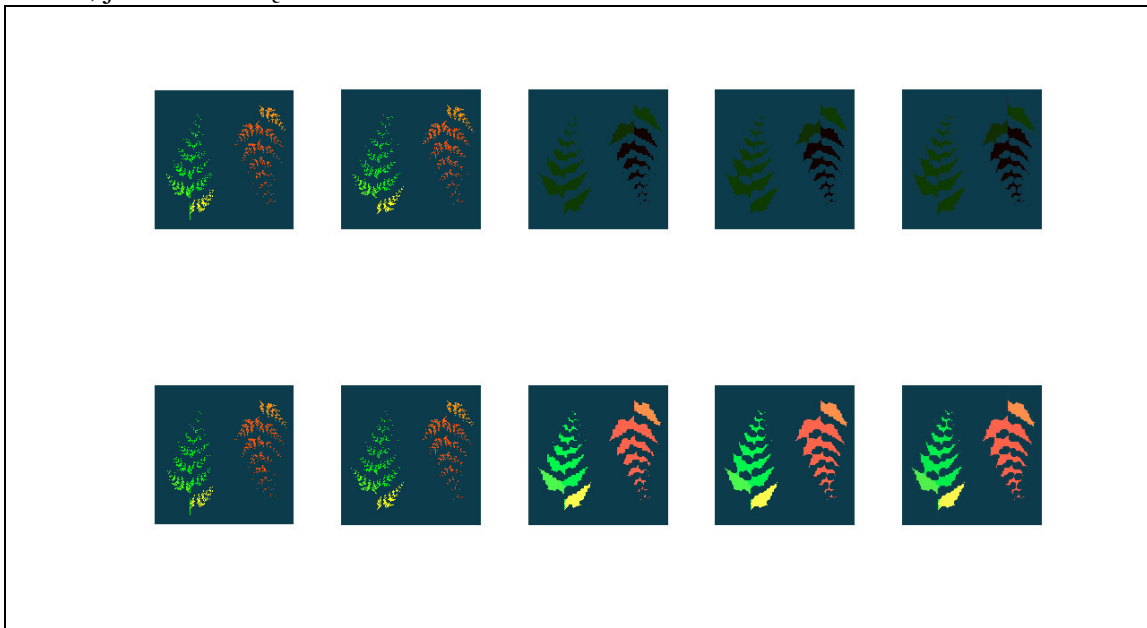
Rys 25 Mapy 300x300 pikseli przedstawiające liście paproci, sylwetki smoków oraz trójkąty Sierpińskiego

```
se=strel('ball',5,5);
im=imread('fern.bmp');
im2=imread('drag.bmp');
im3=imread('triangle.bmp');
imc=imclose(im,se);
imo=imopen(im,se);
imc2=imclose(im2,se);
imo2=imopen(im2,se);
imc3=imclose(im3,se);
imo3=imopen(im3,se);
subplot(2,3,4);imshow(imo);subplot(2,3,5);imshow(imo2);subplot(2,3,6);imshow(imo3);
subplot(2,3,1);imshow(imc);subplot(2,3,2);imshow(imc2);subplot(2,3,3);imshow(imc3);
```



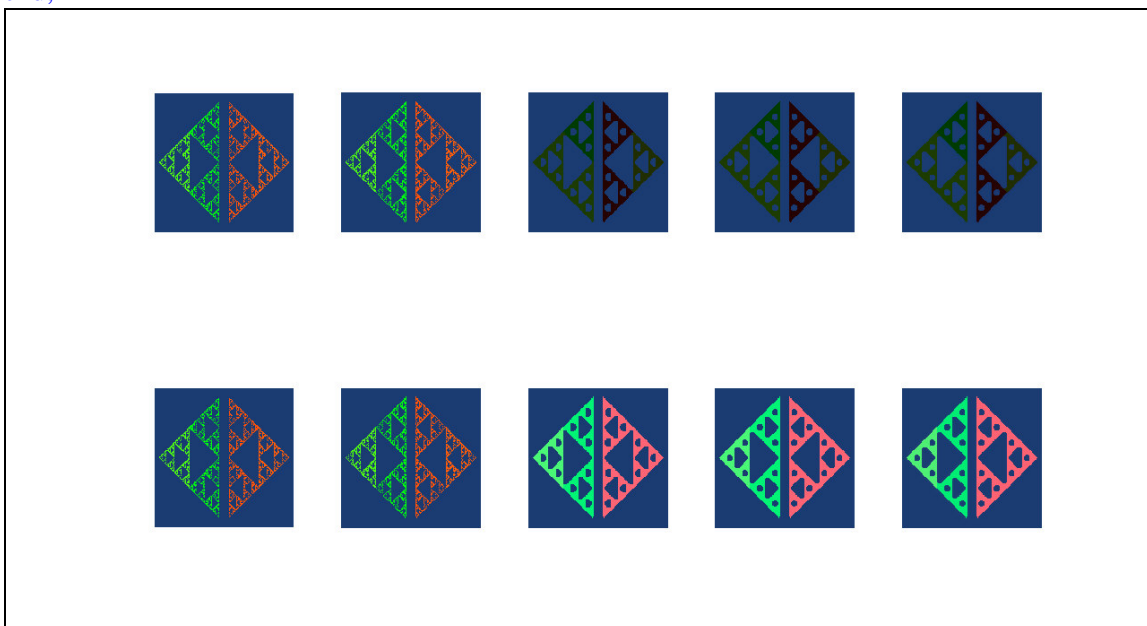
Rys 26 Górny wiersz: wyniki operacji otwarcia, dolny: operacji domknięcia, wielkość elementu strukturalnego:5

Powyższe przekształcenia z rysunku 26 zostały przeprowadzone dla elementu strukturalnego trójwymiarowego typu 'ball' o rozmiarze 5. Jednakże, pouczająca może być sekwencja obrazów dla stopniowo zwiększanego rozmiaru tego elementu strukturalnego, i to dla operacji otwarcia, jak i domknięcia:



Rys 27 Paproć: górny wiersz: wyniki operacji otwarcia, dolny: operacji domknięcia, w kolumnach, zmienna od 1 do 5 wielkość elementu strukturalnego 'ball'

```
function image_morph(im,size_str)
for i=1:size_str,
se=strel('ball',i,i);
imc=imclose(im,se);
imo=imopen(im,se);
subplot(2,size_str,i);imshow(imo);
subplot(2,size_str,i+size_str);imshow(imc);
end;
```



Rys 28 Trójkąt: górny wiersz: wyniki operacji otwarcia, dolny: operacji domknięcia, w kolumnach, zmienna od 1 do 5 wielkość elementu strukturalnego 'ball'