



# **BIBLIOTEKA PROGRAMU R - BIOPS**

**Narzędzia Informatyczne w Badaniach Naukowych**  
**Katarzyna Bernat**

Biblioteka biOps zawiera funkcje do analizy i przetwarzania obrazów.

- Operacje geometryczne (obrót, przesunięcie, skala, przycięcie)
- Operacje arytmetyczne (dodawanie, odejmowanie, dzielenie, mnożenie obrazów, obliczanie wartości średniej obrazu, minimum, maksimum)
- Operacje logiczne (AND, OR, XOR)
- Przekształcenia morfologiczne (dylatacja, erozja)
- Filtracje obrazu (rozmycie, wyostwienie, dodawanie szumów, wykrywanie krawędzi)
- Klasyfikacje
- Transformacja Fouriera



# Transformacje obrazu za pomocą tablic LUT (ang. Look Up Table)

## NEGATYW OBRAZU

Zazwyczaj przekształcenie oryginalnych wartości jasności obrazu odbywa się poprzez zastosowanie funkcji konwertującej. Ze względu na dyskretną postać tej funkcji łatwo zapisać ją w postaci macierzy tzw. tablicy LUT.

Przekształcenie odbywa się w ten sposób, że jeśli w indeksie nr 2 macierzy LUT znajduje się wartość 15, to wszystkie piksele o wartości 2 należy zamienić na wartość 15.

0	0	2
3	0	1
1	0	4

Obraz oryginalny

0	1	2	3	4
0	2	2	3	6

Tablica LUT

0	0	2
3	0	2
2	0	6

Obraz po przekształceniu



# Transformacje obrazu za pomocą tablic LUT (ang. Look Up Table)

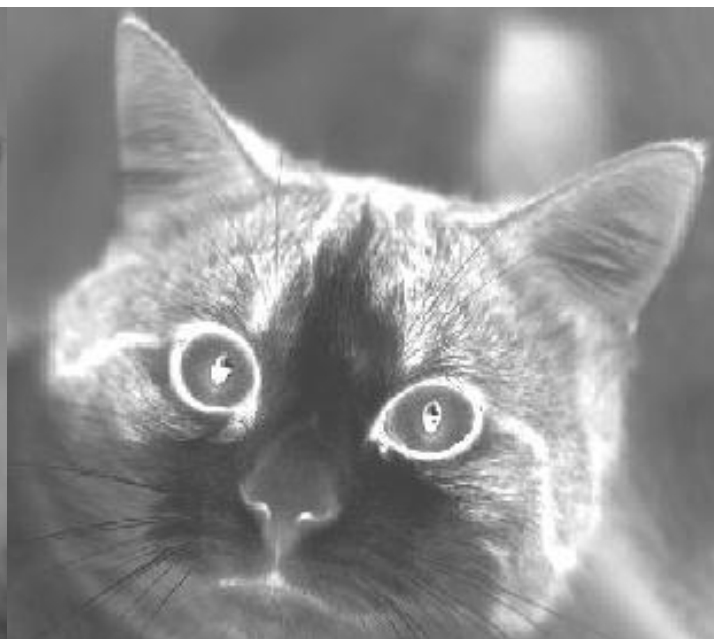
## NEGATYW OBRAZU

Tablica LUT

0	1	2	3	4	5	6	...	...	250	251	252	253	254	255
255	254	253	252	251	250	249	...	...	5	4	3	2	1	0



Obraz wejściowy



Obraz po transformacji





Transformacje obrazu za pomocą tablic LUT (ang. Look Up Table)

## STRETCHING OBRAZU

Stretching obrazu zwany także rozciągnięciem histogramu wykonuje się, gdy jasności pikseli obrazu nie wypełniają pełnego zakresu wartości  $[0, 255]$ . Jest przekształceniem, które prowadzi do takiego przeliczenia wartości jasności pikseli w obrazie, aby zakres zmienności występował w przedziale  $[0, 255]$ .

Przekształcenie to można wykonać przy użyciu tablicy LUT, obliczając kolejne elementy macierzy za pomocą zależności:

$$LUT(i) = \frac{i_{max}}{v_{max} - v_{min}} \cdot (i - v_{min})$$

Gdzie:

$v_{min}$ ,  $v_{max}$  – minimalna i maksymalna wartość jasności w obrazie

$i_{max}$  – maksymalna wartość elementu macierzy (255)

$i$  – nr elementu macierzy



Transformacje obrazu za pomocą tablic LUT (ang. Look Up Table)  
**STRETCHING OBRAZU**



Obraz wejściowy

Obraz po transformacji



## Transformacje obrazu za pomocą tablic LUT (ang. Look Up Table)

### **BINARYZACJA OBRAZU**

Binaryzacja obrazu jest operacją polegającą przekształceniu pełnego zakresu wartości jasności pikseli do dwóch wartości: 0 lub 1. Binaryzację przeprowadza się w oparciu o tzw. próg binaryzacji, który dzieli zakres jasności pikseli obrazu wejściowego na ten powyżej progu odpowiadający wartości 1 i ten poniżej progu odpowiadający wartości 0.

220	225	225
218	217	222
220	223	223

Obraz oryginalny

1	1	1
0	0	1
1	1	1

Obraz po binaryzacji

Obraz po binaryzacji z przyjętym progiem 219





Transformacje obrazu za pomocą tablic LUT (ang. Look Up Table)

## **BINARYZACJA OBRAZU**

Binaryzacja przeprowadzona w oparciu o próg ustalony jako średnia z maksymalnej i minimalnej wartości jasności obrazu wejściowego.



Obraz wejściowy



Obraz po transformacji



# Przekształcenia morfologiczne obrazów cyfrowych

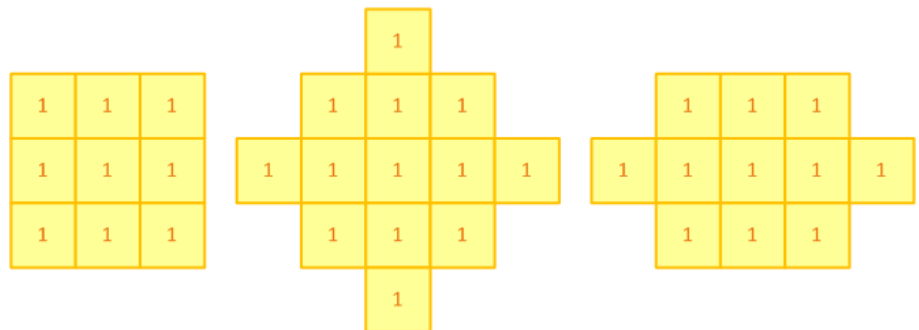
## DYLATACJA OBRAZU BINARNEGO

W odniesieniu do obrazów czarno – białych dylatacja łączy dwa obrazy: źródłowy i element strukturalny (dowolna macierz jedynek i zer). Wynikiem tej operacji jest zbiór takich położeń centrum elementu strukturalnego, dla których przynajmniej jeden piksel obrazu źródłowego pokrywający się z elementem strukturalnym jest różny od zera. Operacja ta wykorzystywana jest do zamykania małych otworów i dziur. Powoduje ona poszerzanie obiektów.

Historically, certain computer programs were written using only two digits rather than four to define the applicable year. Accordingly, the company's software may recognize a date using "00" as 1900 rather than the year 2000.

Historically, certain computer programs were written using only two digits rather than four to define the applicable year. Accordingly, the company's software may recognize a date using "00" as 1900 rather than the year 2000.

Przykłady elementów strukturalnych (masek)

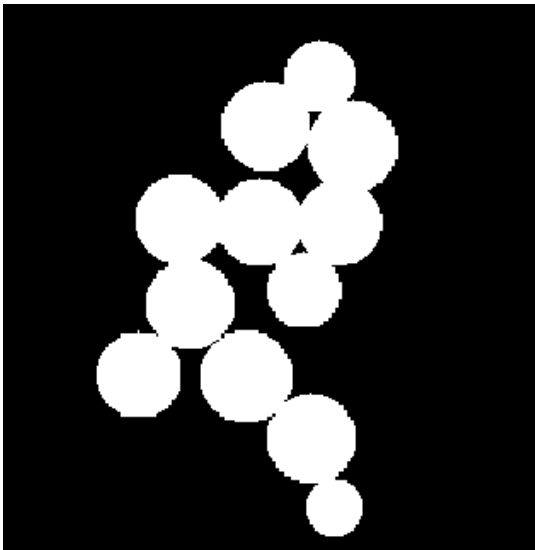


Obraz wejściowy

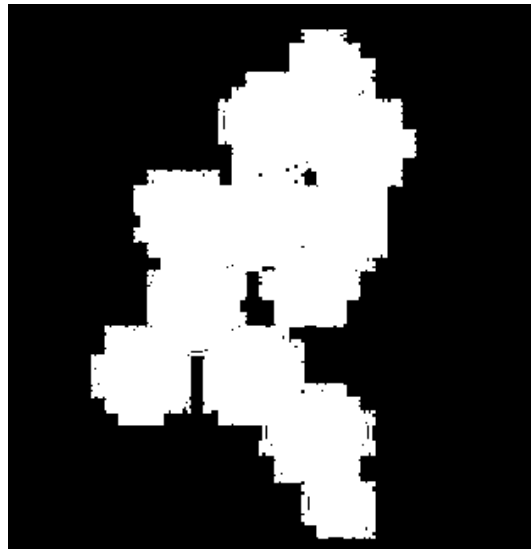
Obraz po transformacji  
(filtr maksymalny)



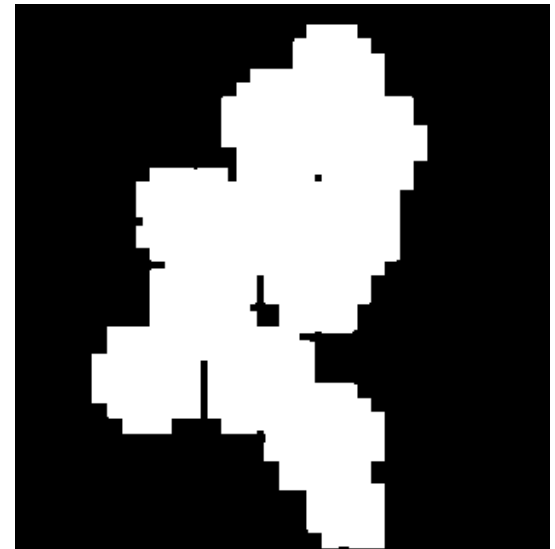
Przekształcenia morfologiczne obrazów cyfrowych  
**DYLATACJA OBRAZU BINARNEGO**



Obraz wejściowy



Obraz po transformacji  
Maska 3x3



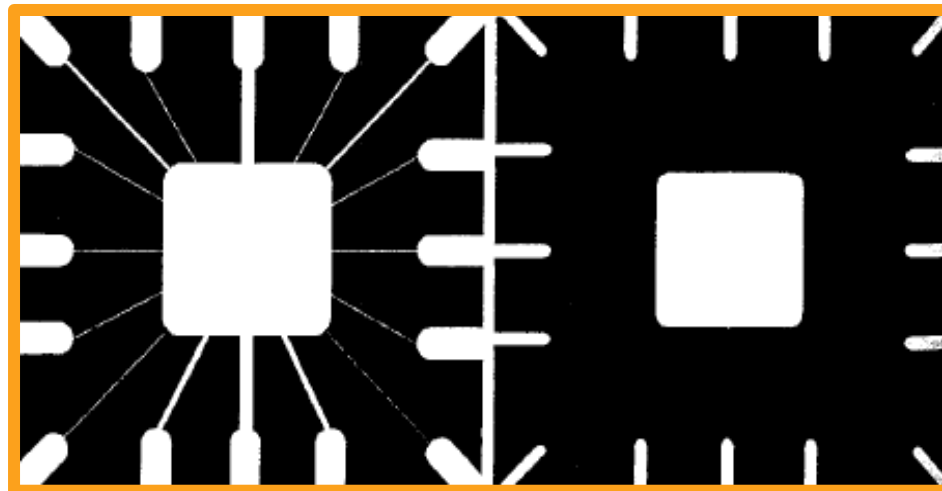
Obraz po transformacji  
Maska 5x5



## Przekształcenia morfologiczne obrazów cyfrowych

### **EROZJA OBRAZU BINARNEGO**

Erozja z kolei jest zbiorem położeń centrum elementu strukturalnego, dla których wszystkie piksele tego elementu pokrywają się z niezerowymi pikselami obrazu wejściowego. Erozja przydatna jest w przypadku ograniczenia ilości szczegółów obiektu. Operacja erozji „obcina brzegi” obiektu.

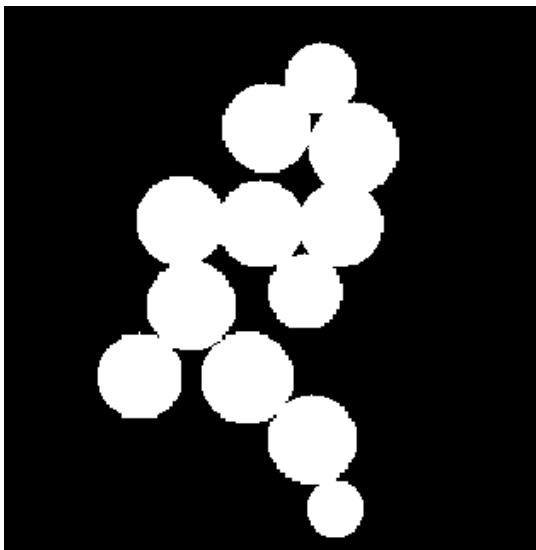


Obraz wejściowy

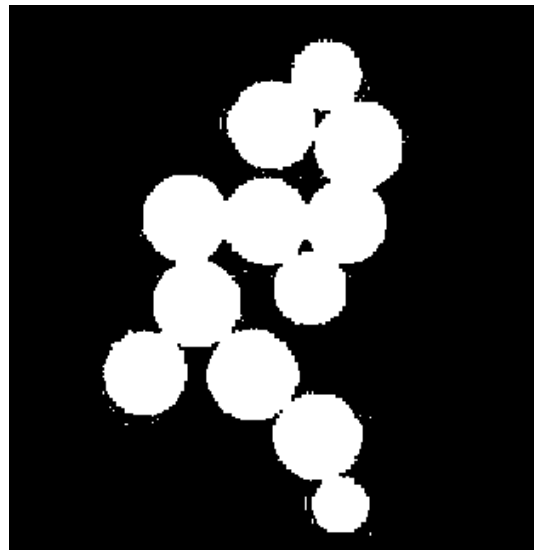
Obraz po transformacji  
(filtr minimalny)



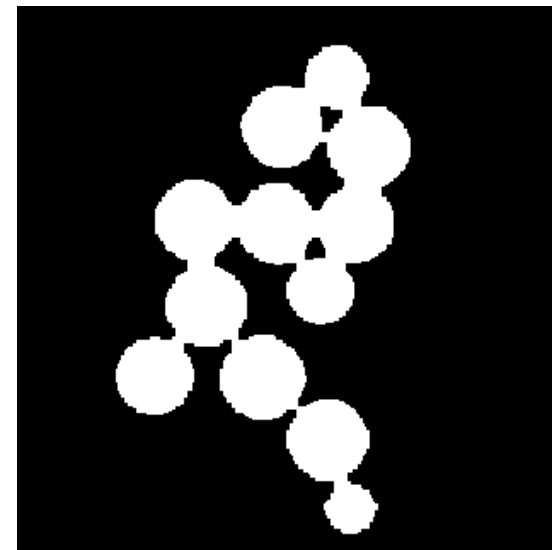
Przekształcenia morfologiczne obrazów cyfrowych  
**EROZJA OBRAZU BINARNEGO**



Obraz wejściowy



Obraz po transformacji  
Maska 3x3



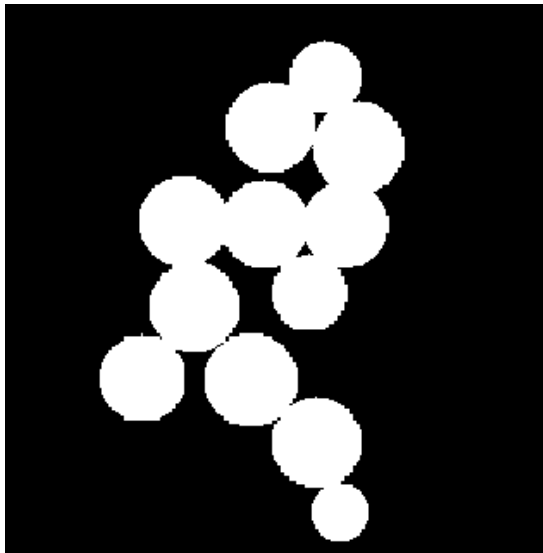
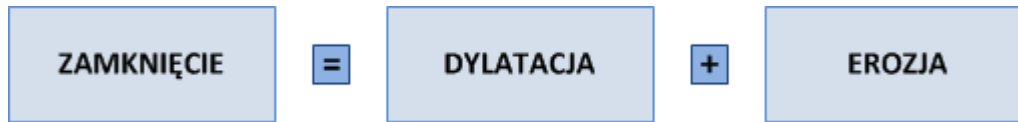
Obraz po transformacji  
Maska 5x5



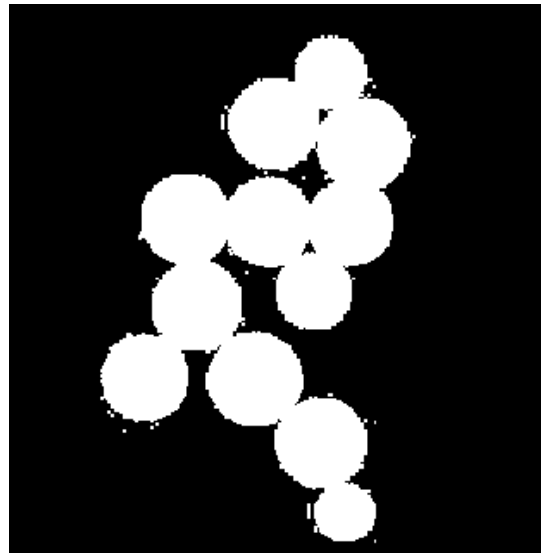
# Przekształcenia morfologiczne obrazów cyfrowych

## ZAMKNIĘCIE OBRAZU BINARNEGO

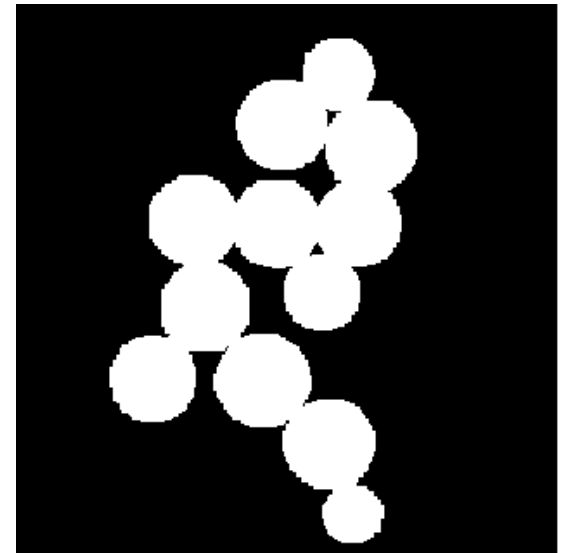
Zamknięcie morfologiczne jest przekształceniem obrazu, które wykonuje najpierw dylatację, a w drugiej kolejności erozję.



Obraz wejściowy



Obraz po transformacji  
Maska 3x3



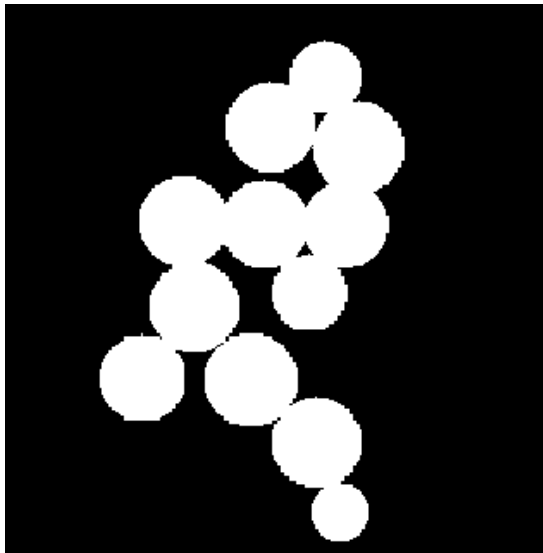
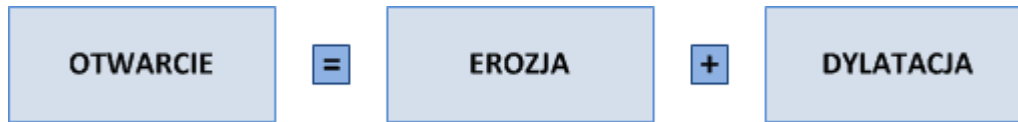
Obraz po transformacji  
Maska 5x5



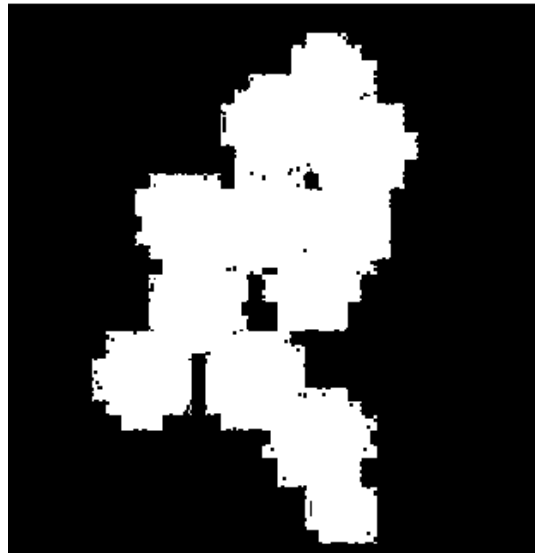
# Przekształcenia morfologiczne obrazów cyfrowych

## OTWARCIE OBRAZU BINARNEGO

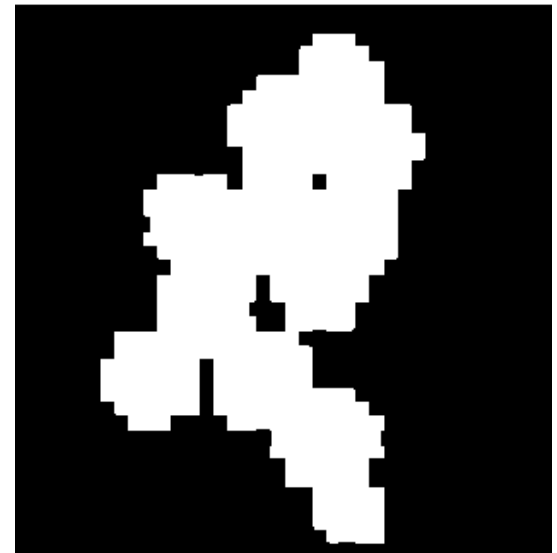
Otwarcie morfologiczne jest przekształceniem obrazu, które wykonuje najpierw erozję, a w drugiej kolejności dylatację.



Obraz wejściowy



Obraz po transformacji  
Maska 3x3



Obraz po transformacji  
Maska 5x5



## Przekształcenia morfologiczne obrazów cyfrowych

# DYLATACJA, EROZJA, ZAMKNIĘCIE, OTWARCIE

### OBRAZU W SKALI SZAROŚCI

Operacje dylatacji, erozji, zamknięcia i otwarcia można rozszerzyć również na obrazy 8-bitowe w skali szarości.

Oczywistym jest, że w przypadku obrazów monochromatycznych proces erozji czy dylatacji musi zostać w pewien sposób uogólniony. Załóżmy, że prezentacja obrazu w skali szarości jest trójwymiarowa: tzn. współrzędne  $x$  i  $y$  to długość i szerokość obrazu, a  $z$  jego wysokość, odpowiadającą poziomowi skali szarości.

Dla tak zdefiniowanego obrazu, erozję rozumiemy jako odcięcie pewnej warstwy o zadanej grubości względem powierzchni obiektu. Szerokość odciętej warstwy określa wielkość elementu strukturalnego. Analogicznie, proces dylatacji obrazu monochromatycznego można sobie wyobrazić jako nałożenie warstwy o zadanej grubości na powierzchnię obiektu. Ponownie, szerokość odciętej warstwy określana jest przez wielkość elementu strukturalnego. Korzystając z tak zdefiniowanych operacji erozji i dylatacji, operację otwarcia i zamknięcia definiujemy analogicznie jak w przypadku obrazów binarnych.

Operacja dylatacji „rozszerza” jaśniejsze elementy „zwąężając” ciemne. Operacja erozji odwrotnie: „rozszerza” ciemniejsze elementy „zwąężając” jasne.





# Przekształcenia morfologiczne obrazów cyfrowych

## DYLATAcja OBRAZU W SKALI SZAROŚCI



Obraz wejściowy



Obraz po transformacji  
Maska 3x3



Obraz po transformacji  
Maska 5x5



# Przekształcenia morfologiczne obrazów cyfrowych

## **EROZJA OBRAZU W SKALI SZAROŚCI**



Obraz wejściowy



Obraz po transformacji  
Maska 3x3



Obraz po transformacji  
Maska 5x5



# Przekształcenia morfologiczne obrazów cyfrowych

## ZAMKNIĘCIE OBRAZU W SKALI SZAROŚCI



Obraz wejściowy



Obraz po transformacji  
Maska 3x3



Obraz po transformacji  
Maska 5x5



# Przekształcenia morfologiczne obrazów cyfrowych

## OTWARCIE OBRAZU W SKALI SZAROŚCI



Obraz wejściowy



Obraz po transformacji  
Maska 3x3



Obraz po transformacji  
Maska 5x5



# Klasyfikacje nienadzorowane obrazów cyfrowych

## METODA K-ŚREDNICH

Klasyfikacja nienadzorowana (*clustering*) polega na podziale zbioru danych (w przypadku obrazu są to piksele), przyjmując, że nic nie wiemy o ich strukturze. Grupowanie dokonywane jest na podstawie pewnego kryterium, którym najczęściej jest funkcja podlegająca minimalizacji.

Metoda k-średnich – celem algorytmu jest minimalizacja błędu średniego

$$D^2 = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K \sum_{j \in A_i} d^2(\mathbf{x}_j, \mathbf{v}_i)$$

Gdzie:  $d^2$  – jest miarą odległości między kolejnym pikselem a środkiem klastra

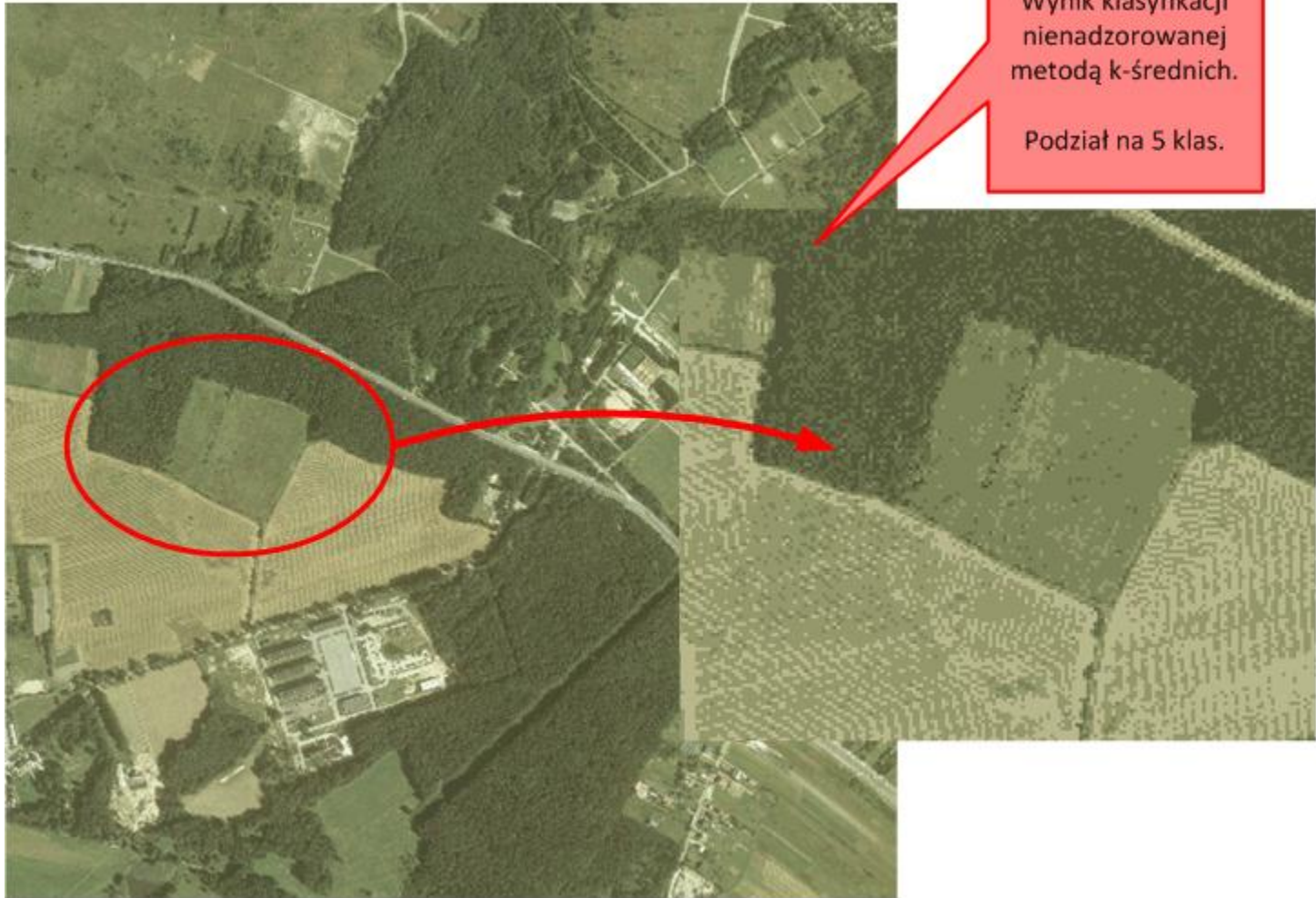
$K$  – ilość klastrów

$A_i$  – zbiór danych należących do  $i$ -tego klastra



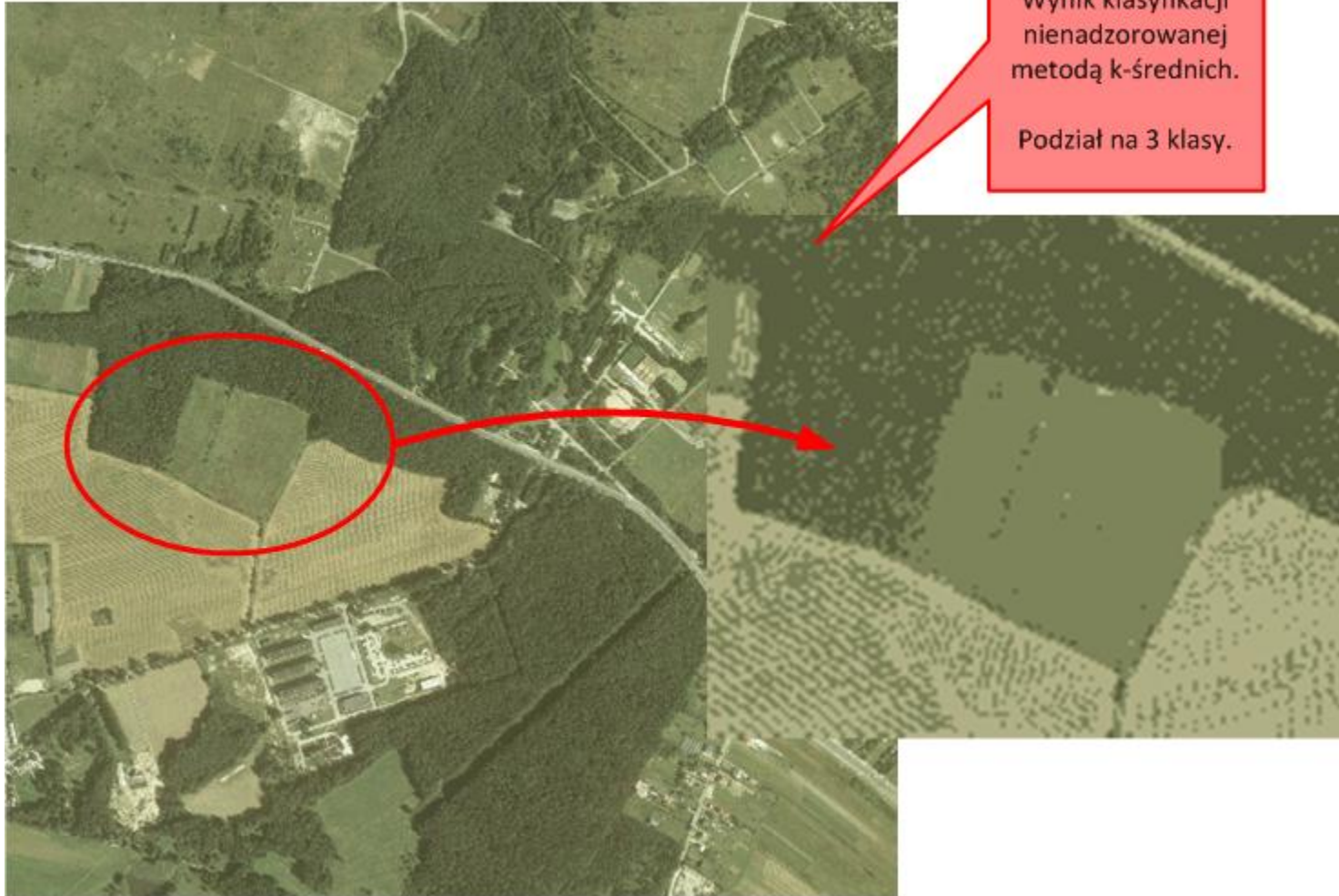
# Klasyfikacje nienadzorowane obrazów cyfrowych

## **METODA K-ŚREDNICH**



# Klasyfikacje nienadzorowane obrazów cyfrowych

## METODA K-ŚREDNICH



# Przekształcenia obrazów cyfrowych

## TRANSFORMACJA FOURIERA

Transformacja Fouriera jest przekształceniem, które pozwala na przejście z dziedziny przestrzeni (czasu) do dziedziny częstotliwości oraz na operację odwrotną.

Transformata Fouriera jest wynikiem przeprowadzonej transformacji Fouriera i pozwala na określenie zawartości częstotliwościowej sygnału.

Ze względu na dyskretną postać obrazów cyfrowych do przekształceń wykorzystuje się także dyskretną postać transformacji Fouriera.

$$x(n) = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{m=0}^{N-1} X(m) \cdot e^{\frac{-j2\pi \cdot n \cdot m}{N}}$$

Z uwagi na ogromną złożoność obliczeniową powstały algorytmy optymalizujące proces obliczeniowy w oparciu o własności matematyczne przekształcenia, nazywane szybką transformatą Fouriera.





## Przekształcenia obrazów cyfrowych

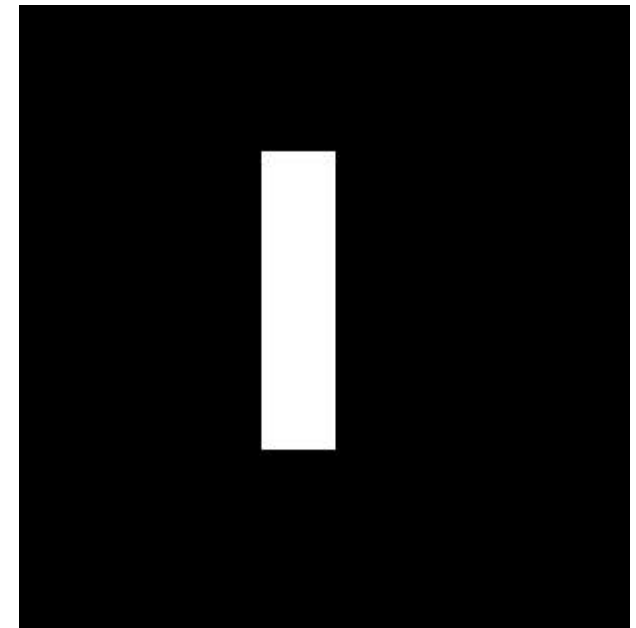
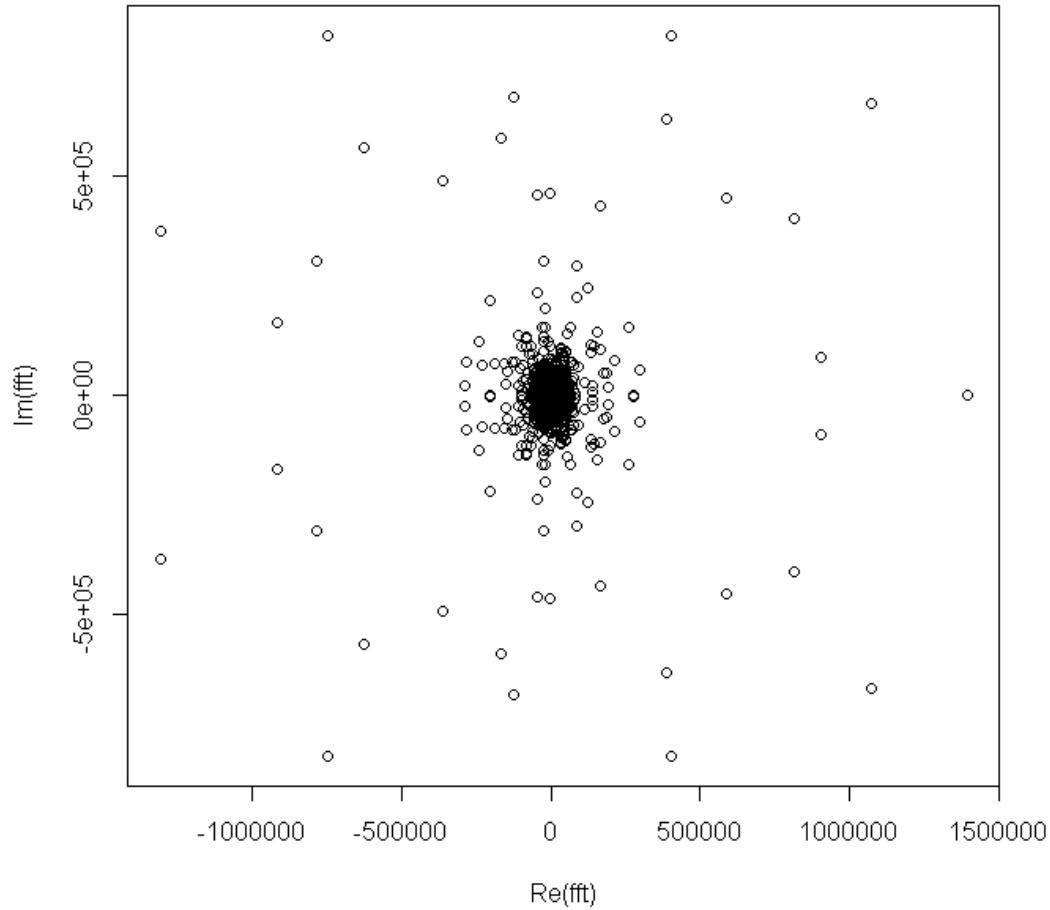
# **TRANSFORMACJA FOURIERA**

Intuicyjnie definicję częstotliwości można oprzeć na kontrastach zawartych w rozpatrywanym obrazie. Wysoki kontrast to wysoka częstotliwość. Krawędzie zawartych w obrazie powierzchni o jednolitej barwie, znajdujące się na tle o barwie różnej od barwy tych powierzchni to obszary o wysokiej częstotliwości. Można powiedzieć, że DCT powoduje usunięcie drobnych, mało znaczących składowych części obrazu określających obszary o wysokiej częstotliwości co spowoduje rozmycie obrazu.



# Przekształcenia obrazów cyfrowych

## TRANSFORMACJI FOURIERA



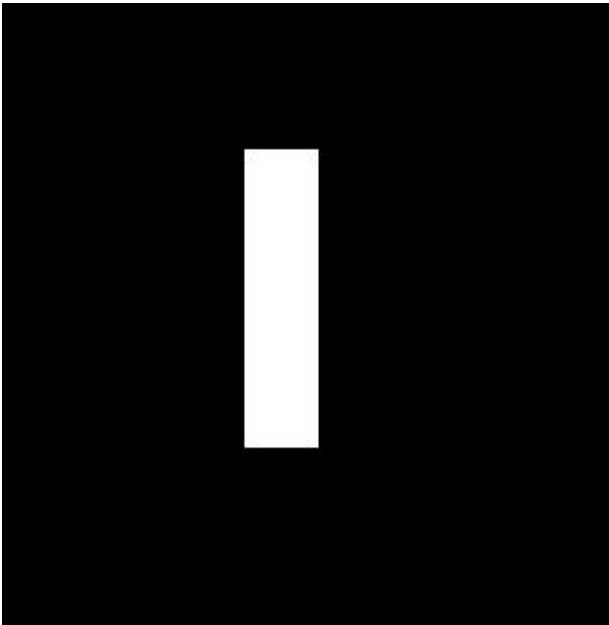
Obraz wejściowy

Transformata Fouriera

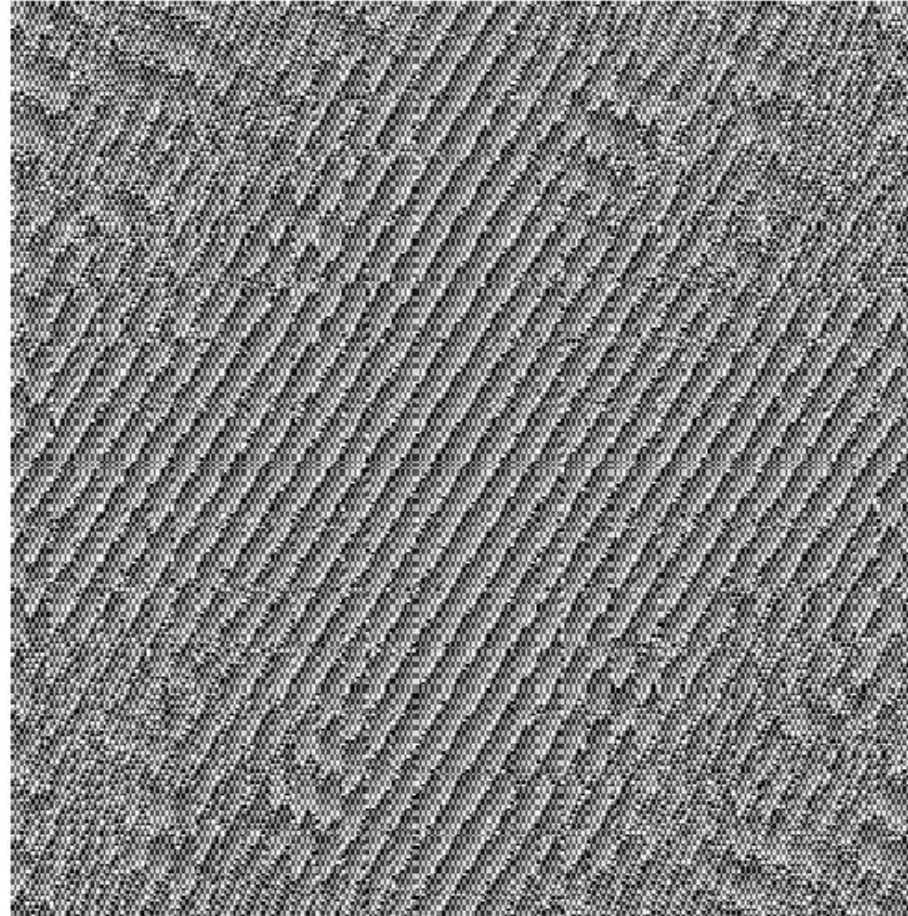


# Przekształcenia obrazów cyfrowych

## FAZA



Obraz wejściowy

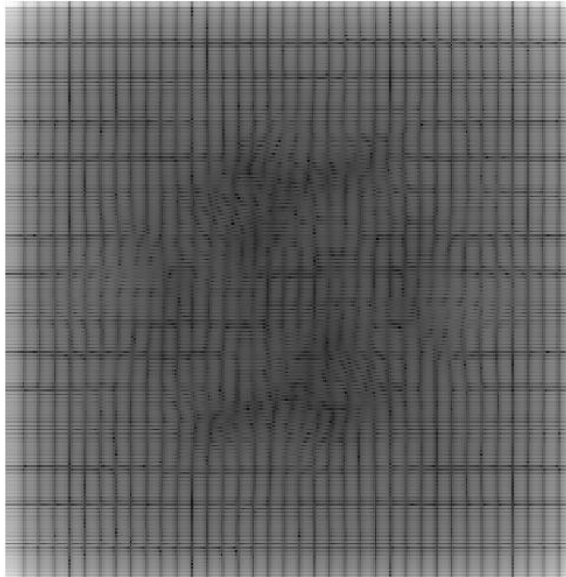


Reprezentacja fazy

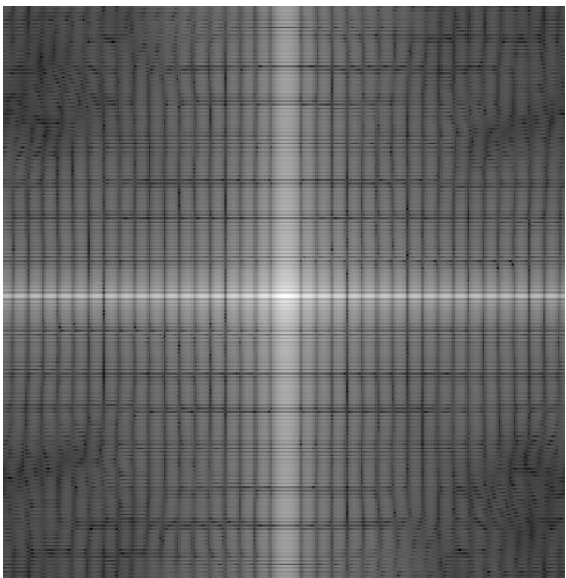


# Przekształcenia obrazów cyfrowych

## WIDMO AMPLITUDOWE



Reprezentacja widma amplitudowego. Składowa stała częstotliwości znajduje się w lewym górnym narożniku.



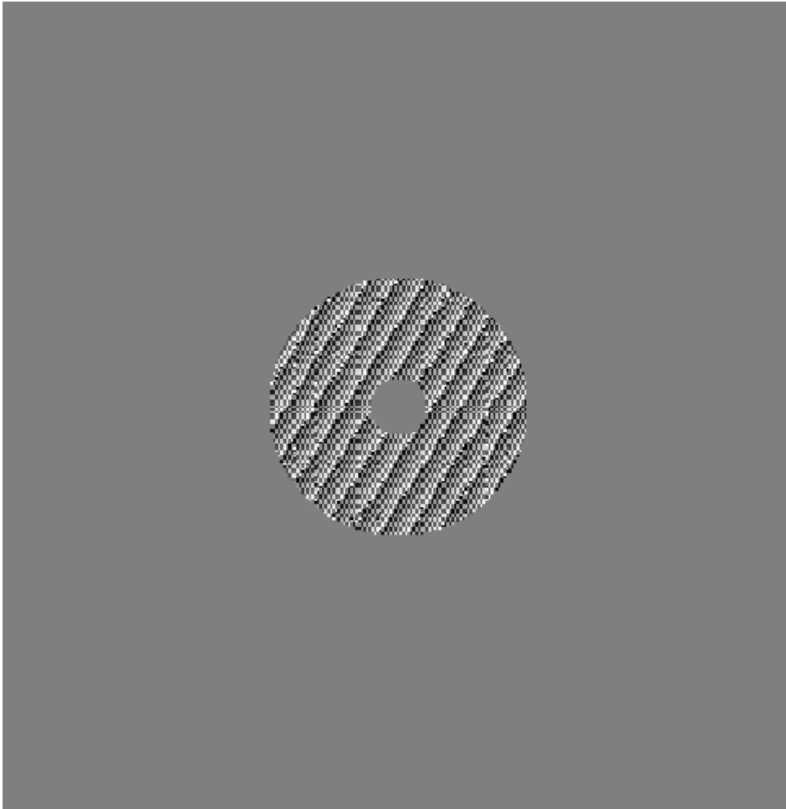
Reprezentacja widma amplitudowego. Składowa stała częstotliwości przesunięta do centrum obrazu.

Częstotliwości niskie (niosące najwięcej użytecznej informacji) przed przesunięciem są rozproszone w rogach transformaty. Po przesunięciu skupiają się w jej centrum.



Przekształcenia obrazów cyfrowych

## WPROWADZENIE DO MACIERZY TRANSFORMACJI FILTRA BLOKUJĄCEGO



Obraz fazy po użyciu filtra blokującego o zadanym promieniu wewnętrznym i zewnętrznym.

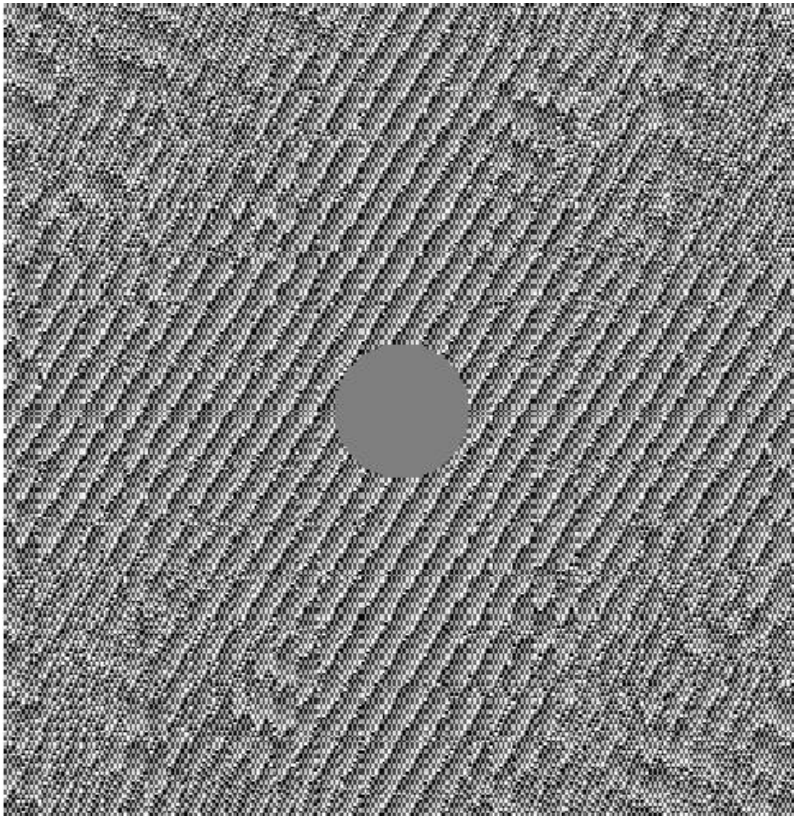
Przyjęty promień wewnętrzny: 20 pxl

Przyjęty promień zewnętrzny: 50 pxl



Przekształcenia obrazów cyfrowych

## WPROWADZENIE DO MACIERZY TRANSFORMACJI FILTRA GÓRNOPRZEPUSTOWEGO



Obraz fazy po użyciu filtra górnoprzepustowego o zadanym promieniu.

Przyjęty promień : 25 pxl

