

# Przetwarzanie obrazów



**Mariusz Borawski**  
mariusz.borawski@wi.ps.pl

**Politechnika Szczecińska**  
**Wydział Informatyki**

**22 marzec, 2004**

## Materiały

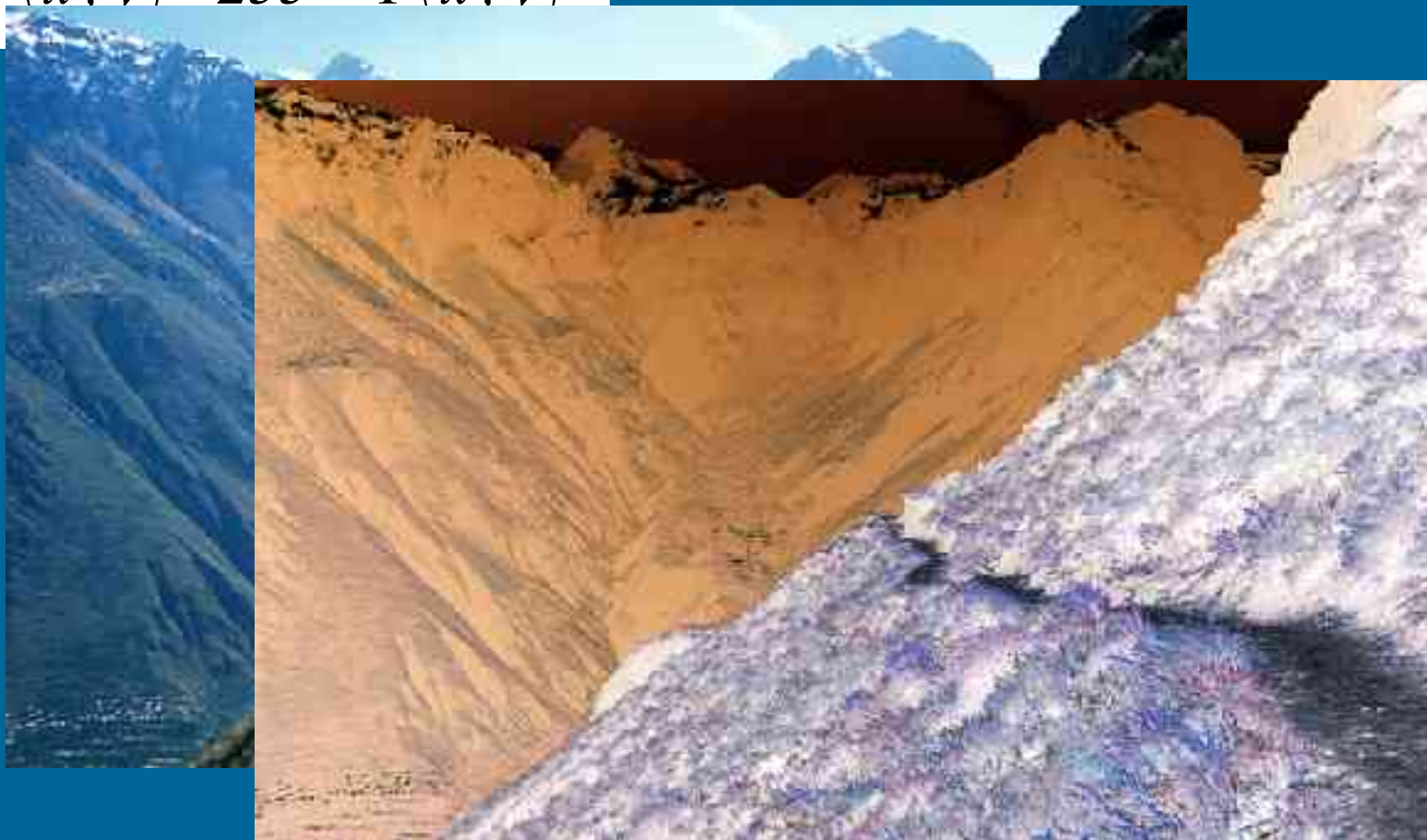
- 1.Brandt S., Analiza danych, Warszawa 1998;
- 2.Kuchariew G., *Przetwarzanie i analiza obrazów cyfrowych*, Szczecin 1997;
- 3.Pratt W., *Digital image processing*, Wiley Interscience Publication, New York 2001.

## Lokalne metody obróbki obrazu

Lokalne metody obróbki zmieniają jasności pikseli na podstawie jasności pikseli sąsiednich. Operacje te mają na ogół na celu polepszenie jakości odbioru obrazu, usunięcie szumów, wydobywanie informacji istotnej itd.

## Negatyw

$$P'(x, y) = 255 - P(x, y)$$



# Progowanie

Progowanie jest operacją mającą na celu zmniejszenie poziomów jasności obrazka. Możemy je podzielić na:

- binarne;
- binarne odwrotne;
- binarne przedziałowe;
- z zachowaniem poziomów jasności;
- wielopoziomowe.

# Progowanie binarne

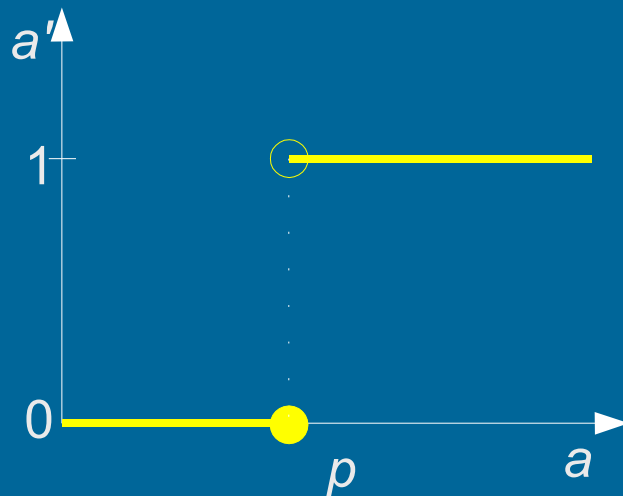
$$a' = \begin{cases} 0 & \text{dla } a \leq p \\ 1 & \text{dla } a > p \end{cases}$$

gdzie

$a$  – jasność piksela obrazka przed progowaniem;

$a'$  – jasność piksela obrazka po progowaniu;

$p$  – próg.



0	4	1	3
5	6	2	6
4	4	1	3
4	1	5	4

$p = 2$

0	1	0	1
1	1	0	1
1	1	0	1
1	0	1	1



## Progowanie binarne



## Progowanie binarne odwrotne

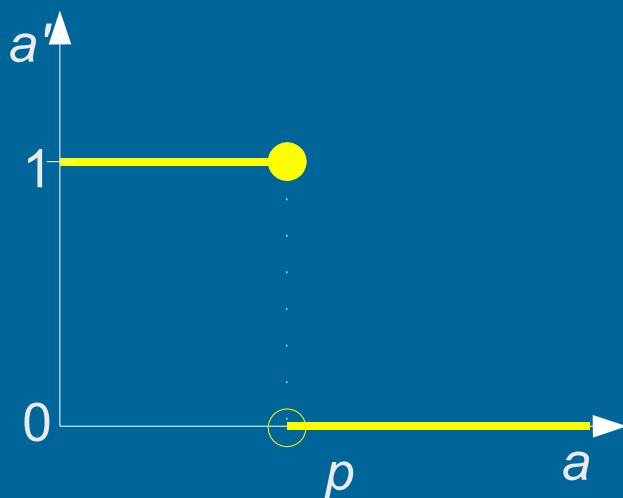
$$a' = \begin{cases} 0 & \text{dla } a > p \\ 1 & \text{dla } a \leq p \end{cases}$$

gdzie

$a$  – jasność piksela obrazka przed progowaniem;

$a'$  – jasność piksela obrazka po progowaniu;

$p$  – próg.



0	4	1	3
5	6	2	6
4	4	1	3
4	1	5	4

$p = 2$   
→

1	0	1	0
0	0	1	0
0	0	1	0
0	1	0	0



## Progowanie odwrotne binarne



## Progowanie binarne przedziałowe

$$a' = \begin{cases} 0 & \text{dla } a < p_1 \vee a > p_2 \\ 1 & \text{dla } p_1 \leq a \leq p_2 \end{cases} \quad \text{lub}$$

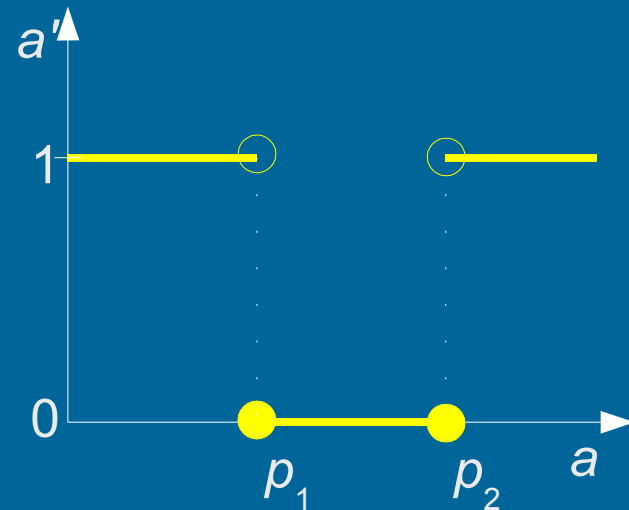
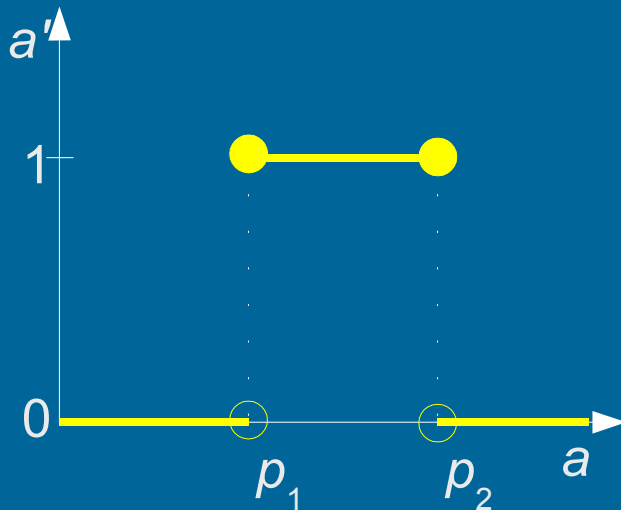
$$a' = \begin{cases} 0 & \text{dla } p_1 \leq a \leq p_2 \\ 1 & \text{dla } a < p_1 \vee a > p_2 \end{cases}$$

gdzie

$a$  – jasność piksela obrazka przed progowaniem;

$a'$  – jasność piksela obrazka po progowaniu;

$p_1, p_2$  – progi.



# Progowanie binarne przedziałowe

0	4	1	3
5	6	2	6
4	4	1	3
4	1	5	4

$p_1 = 2$   
 $p_2 = 4$

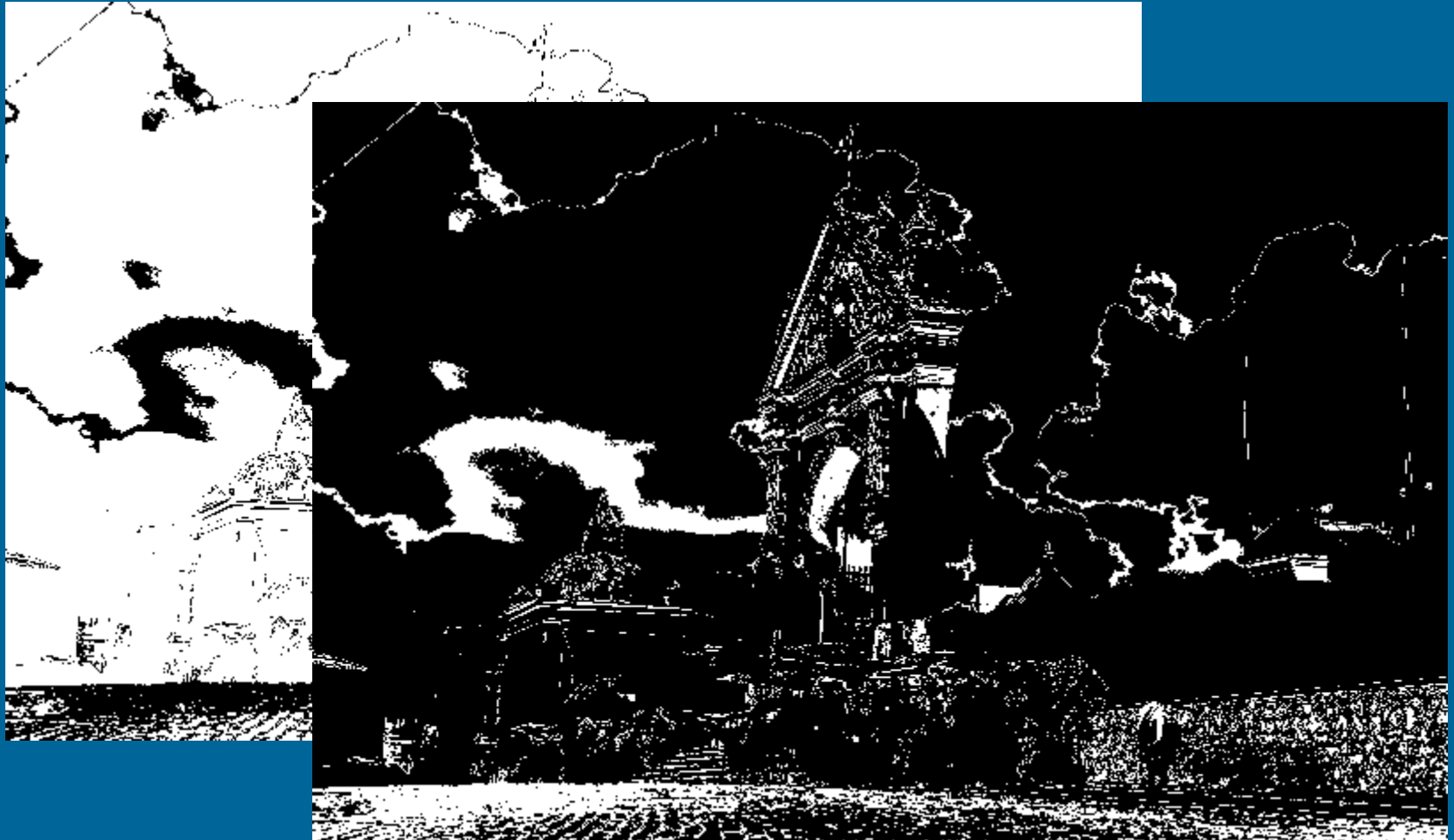
0	1	0	1
0	0	1	0
1	1	0	1
1	0	0	1

0	4	1	3
5	6	2	6
4	4	1	3
4	1	5	4

$p_1 = 2$   
 $p_2 = 4$

1	0	1	0
1	1	0	1
0	0	1	0
0	1	1	0

## Progowanie białe przedziałowe



# Progowanie z zachowaniem poziomów szarości

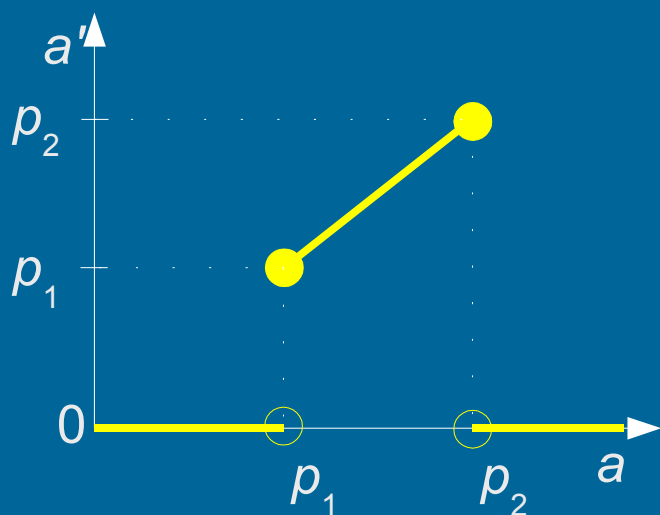
$$a' = \begin{cases} 0 & \text{dla } a < p_1 \vee a > p_2 \\ a & \text{dla } p_1 \leq a \leq p_2 \end{cases}$$

gdzie

$a$  – jasność piksela obrazka przed progowaniem;

$a'$  – jasność piksela obrazka po progowaniu;

$p_1, p_2$  – progi.



0	4	1	3
5	6	2	6
4	4	1	3
4	1	5	4

$p_1 = 2$   
 $p_2 = 4$

0	4	0	3
0	0	2	0
4	4	0	3
4	0	0	4

## Progowanie obrazu kolorowego z zachowaniem poziomów jasności

$$A' = \begin{cases} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} & \text{dla } a_r < p_{r1} \vee a_r > p_{r2} \vee a_g < p_{g1} \vee a_g > p_{g2} \vee a_b < p_{b1} \vee a_b > p_{b2} \\ A & \text{dla } p_{r1} \leq a_r \leq p_{r2} \wedge p_{g1} \leq a_g \leq p_{g2} \wedge p_{b1} \leq a_b \leq p_{b2} \end{cases}$$

gdzie

$A$  – wektor składowych koloru piksela obrazka przed progowaniem;

$A'$  – wektor składowych koloru piksela obrazka po progowaniu;

$p_{r1}, p_{r2}, p_{g1}, p_{g2}, p_{b1}, p_{b2}$  – progi dla poszczególnych kolorów.



## Progowanie obrazu kolorowego z zachowaniem poziomów jasności



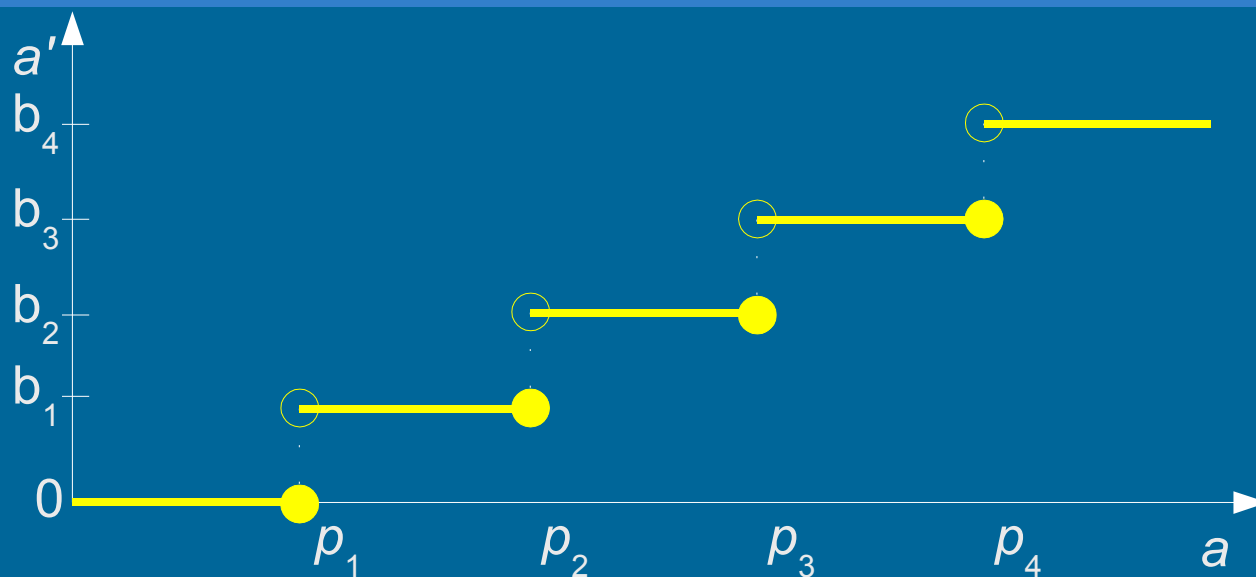
## Progowanie wielopoziomowe

$$a' = \begin{cases} 0 & \text{dla } a \leq p_1 \\ b_1 & \text{dla } p_1 < a \leq p_2 \\ b_2 & \text{dla } p_2 < a \leq p_3 \\ \vdots & \\ b_{N-1} & \text{dla } p_{N-1} < a \leq p_N \end{cases}$$

gdzie

- $a$  – jasność piksela obrazka przed progowaniem;
- $a'$  – jasność piksela obrazka po progowaniu;
- $b_1, b_2, \dots, b_N$  – poziomy szarości;
- $p_1, p_2, \dots, p_N$  – progi.

# Progowanie wielopoziomowe



0	4	1	3	$p_1 = 2$	0	1	0	1
5	6	2	6	$p_2 = 4$	2	2	0	2
4	4	1	3	$\rightarrow$	1	1	0	1
4	1	5	4	$b_1 = 1$	1	0	2	1
				$b_2 = 2$				

## Progowanie wielopoziomowe



# Operacje arytmetyczno-logiczne na obrazach

W pamięci komputera obraz jest dwuwymiarową tablicą wartości liczbowych. Dzięki temu na obrazach można wykonywać operacje matematyczne przewidziane dla macierzy wartości rzeczywistych (dodawanie, odejmowanie) i logicznych.



## Dodawanie

Dwa lub więcej obrazów możemy połączyć wykonując prostą operację sumowania macierzy:

$$O' = \frac{O_1}{w_1} + \frac{O_2}{w_2} + \dots + \frac{O_N}{w_N}$$

gdzie

$O_1, O_2, \dots, O_N$  – obrazki sumowane;

$O'$  – obrazek powstały w wyniku zsumowania;

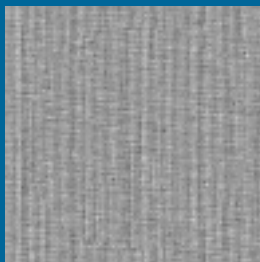
$w_1, w_2, \dots, w_N$  – współczynniki normalizujące.

Na ogół współczynniki normalizujące muszą spełniać warunek:

$$\frac{1}{w_1} + \frac{1}{w_2} + \dots + \frac{1}{w_N} = 1$$



## Dodawanie



# Dodawanie

10 Dodawanie\test.m

## Odejmnowanie

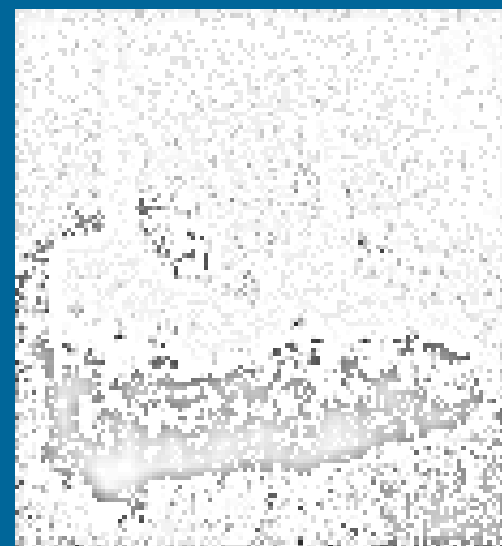
Odejmnowanie obrazów wykorzystuje się w metodzie zwanej nieostrym maskowaniem gdzie od obrazu oryginalnego odejmuje się obraz rozmyty.



-



=



# Operacje logiczne

0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0
0	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	0
0	0	0	0	0	0



0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0
0	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	0

0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	0
0	0	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0

# Operacje logiczne

0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0
0	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	0
0	0	0	0	0	0

xor

0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0
0	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	0

=

0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0
0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	0

0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0
0	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	0
0	1	1	1	1	0
0	0	0	0	0	0

xor

0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	0
0	0	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1
0	0	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0

=

0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	0
0	1	0	0	0	1
0	1	0	0	0	1
0	1	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0

# Operacje logiczne

0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0
0	0	0	0	1	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	0

or

0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	0
0	1	0	0	0	1
0	1	0	0	0	1
0	1	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0

=

0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	0
0	1	0	0	1	1
0	1	0	0	0	1
0	1	0	0	0	1
0	1	1	1	1	0



# Operacje logiczne

08 Konturyzacja\test.m

# Filtr

Filtr jest to element (urządzenie, program, proces) umożliwiające wydzielenie z pewnego zbioru, podzbioru z interesującą nas zawartością.

W przetwarzaniu obrazów filtry mają za zadanie usunięcie (osłabienie) jednych parametrów lub elementów obrazu oraz wzmocnienie innych.

## Splot

Pojęcie splotu jest ważnym pojęciem w wielu dziedzinach nauki. W przetwarzaniu obrazów jest punktem wyjścia do definicji filtracji splotowej. Splot dwóch funkcji  $f$  i  $g$  można zapisać następująco [1]:

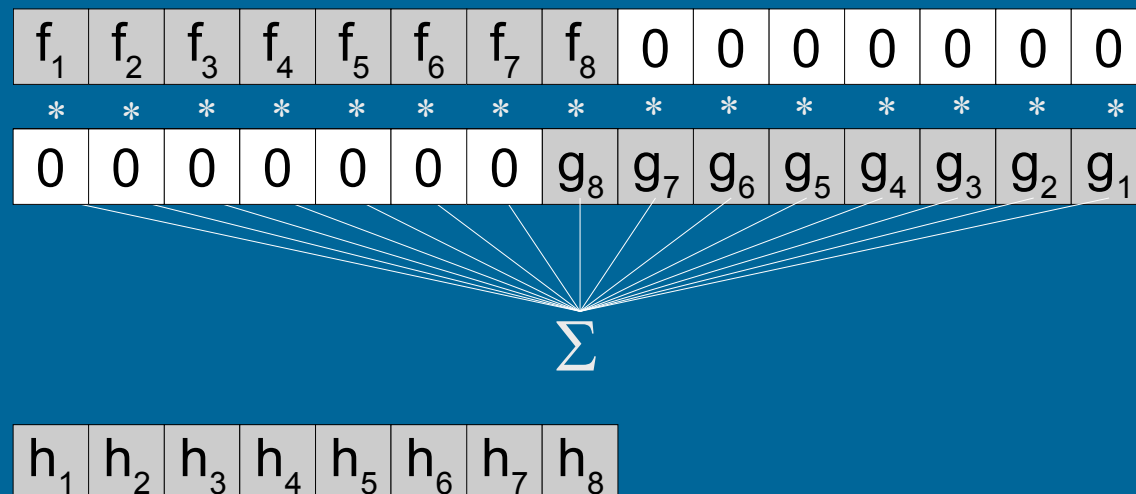
$$h(x) = \int_{-\infty}^{\infty} f(x') g(x - x') dx'$$

W technice cyfrowej funkcje  $f$  i  $g$  zastępowane są tablicami wartości dyskretnych, a operacje całkowania zastępuje się przez sumowanie.

Realizacja operacji sumowania w granicach od minus nieskończoności do nieskończoności na skończonych tablicach nie jest możliwa stąd możemy wyróżnić trzy rodzaje operacji splotu ze względu na sposób liczenia wartości tablicy splotu:

- splot liniowy (aperiodyczny)
- splot cykliczny (periodyczny)
- splot sektorowy

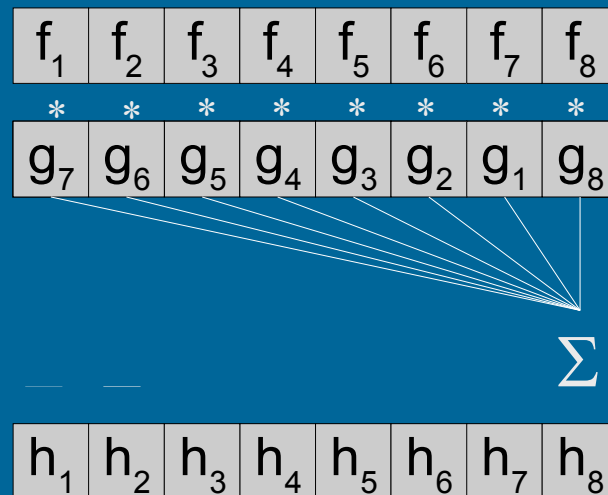
# Splot liniowy



# Splot liniowy

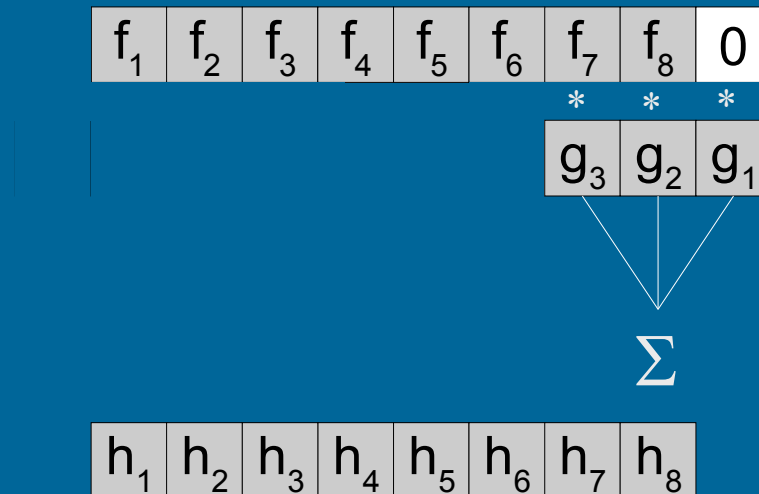
01 Splot\test.m

# Splot cykliczny





# Splot sektorowy



# Dwuwymiarowa filtracja splotowa

obraz

	0	4	1
	5	6	2
	4	4	1

	3	2	1
	0	5	

maska oraz  
wart. normalizacyjna

3	-1	0
0,1	2	0,2
1	-1	1

\*  
Mnożenie element  
przez element

norm = 2

=

0	-4	0
0,5	12	0,4
4	-4	1

suma



9,9  
norm

9,9

dzielenie przez norm

4,95

round(4,95)

5

zaokrąglenie



# Problem elementów skrajnych

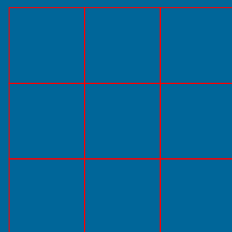
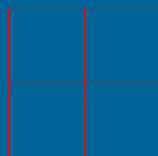
?	?	?	?
?	0	4	1
?	5	6	2
?	4	4	1

1. Pominięcie elementów skrajnych

0	4	1
5	6	2
4	4	1

2. Powielenie elementów skrajnych

3. Dynamiczny rozmiar maski



0	0	4	1
0	0	4	1
5	5	6	2
4	4	4	1

## Filtr splotowy uśredniający (dolnoprzepustowy)

W filtrze tym wartość piksela wyznaczana jest na podstawie uśrednienia jego najbliższego otoczenia. Stopień uśrednienia a zarazem pewnego rozmycia obrazu zależy od wielkości analizowanego otoczenia. W przypadku gdy konieczne jest osłabienie działania filtru elementom centralnym można nadać wartości większe od zera. Wartość normalizacyjna jest sumą wszystkich elementów maski.

1	1	1
1	1	1
1	1	1

norm = 9

1	1	1
1	2	1
1	1	1

norm = 10

1	2	1
2	4	2
1	2	1

norm = 16

Efektem działania filtru uśredniającego jest wygładzenie obrazu i usunięcie szumu o niewielkiej amplitudzie.

## Filtr splotowy wyostrzający (górnoprzepustowy)

Filtr górnoprzepustowy wykorzystywany jest do wzmacniania szczegółów o dużej częstotliwości występujących w obrazie.

W filtrach tych środkowe elementy maski są zazwyczaj bardzo duże, a pozostałe są niewielkimi liczbami ujemnymi lub zerami.

0	-1	0
-1	5	-1
0	-1	0

norm = 1

-1	-1	-1
-1	9	-1
-1	-1	-1

norm = 1

1	-2	1
-2	5	-2
1	-2	1

norm = 1

Po filtracji zwiększa się ostrość i kontrast obrazu, ale ujemnym efektem jest wzmocnienie również szumu. Często filtry górnoprzepustowe stosuje się po silnej filtracji uśredniającej, aby przywrócić ostrość obrazu.

## Filtr splotowy konturyzacyjny

Bardzo istotnym problemem w cyfrowej obróbce obrazów jest uwypuklanie i wykrywanie krawędzi, które umożliwia proste przejście do postaci wektorowej.

0	-1	0
-1	4	-1
0	-1	0

norm = 1

-1	-1	-1
-1	8	-1
-1	-1	-1

norm = 1

-1	-2	-1
-2	12	-2
-1	-2	-1

norm = 1

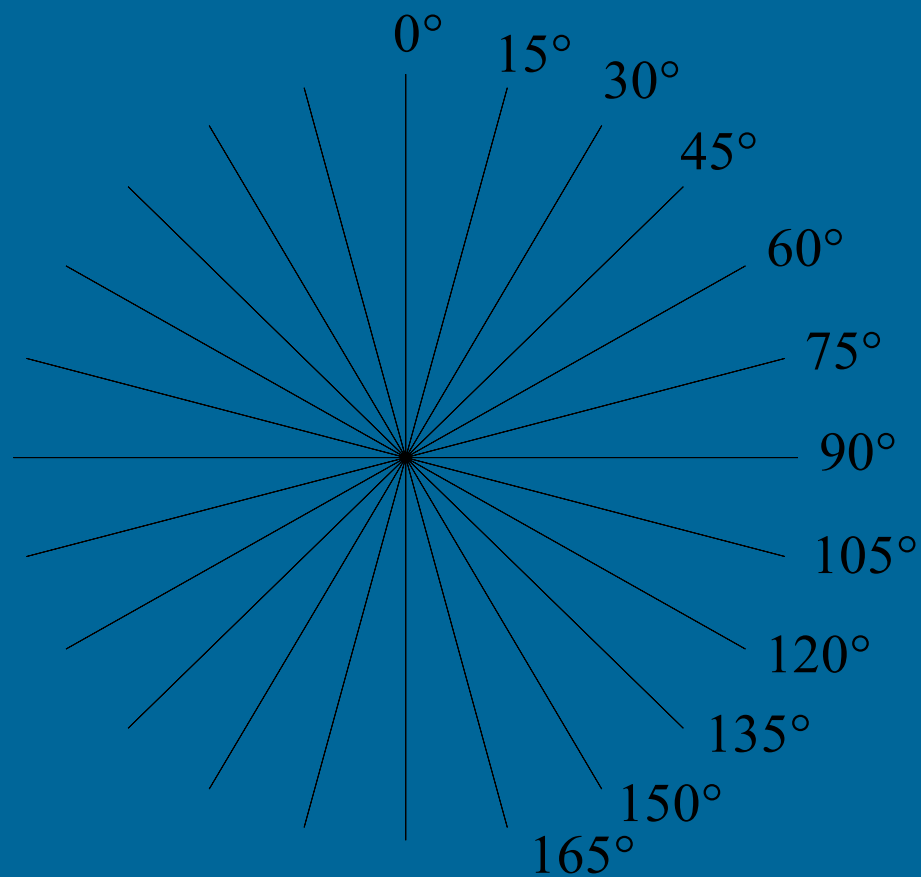
Po filtracji jasności pikseli obszarów o jednolitym kolorze zostaną sprowadzone do poziomu zero, natomiast obszary o dużej zmienności jasności otrzymają bardzo duże wartości dodatnie lub ujemne.



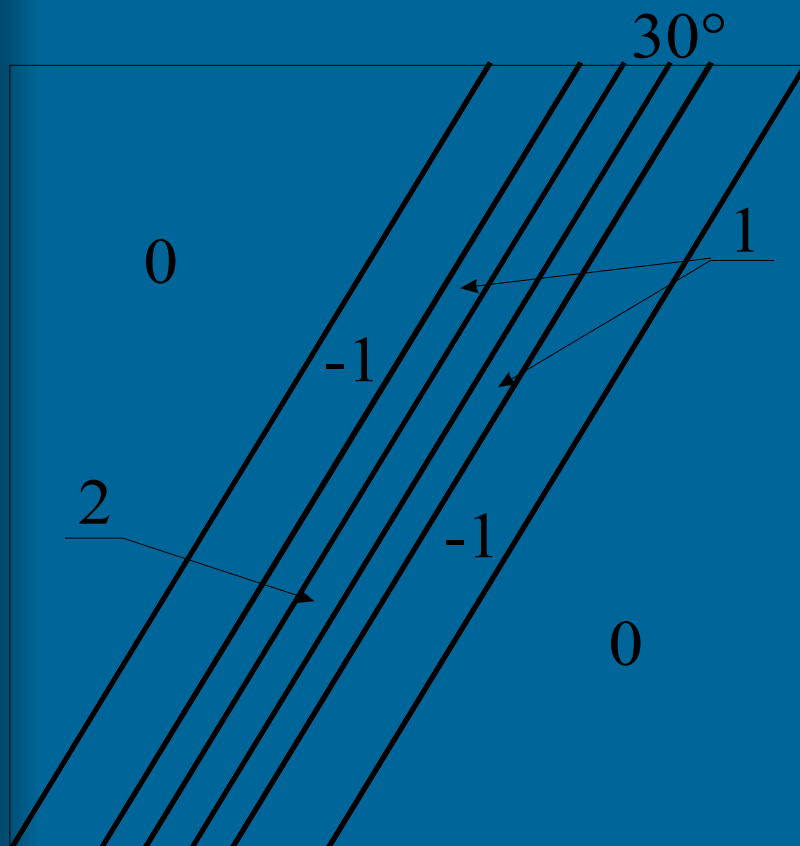
# Filtr splotowy

02 Filtr splotowy\filtr\_splotowy.m

## Filtr splotowy - wykrywanie linii



## Filtr splotowy - wykrywanie linii



$$l \begin{cases} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & 1 & 2 & 1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & 1 & 2 & 1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & 1 & 2 & 1 & -1 & -1 \\ & & & & & & \vdots & & & & & & \\ 0 & -1 & -1 & 1 & 2 & 1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & 1 & 2 & 1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & 1 & 2 & 1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{cases}$$

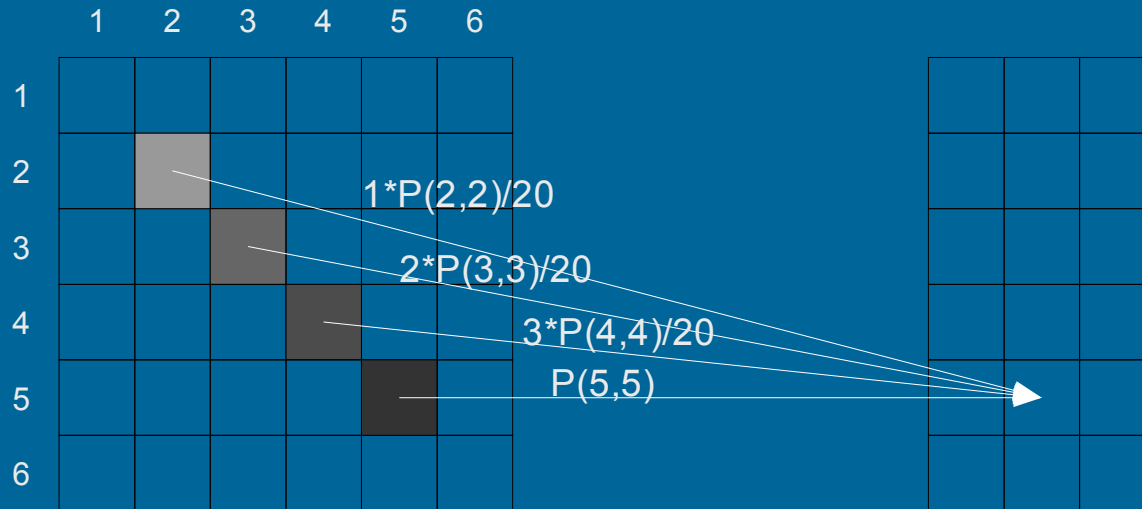
# Filtr splotowy - wykrywanie linii

02 Filtr splotowy\linie2.m

# Modyfikacje filtra splotowego – efekt wiatru

$$P'(x, y) = P(x, y) + \frac{\sum_{i=1}^N (N+1-i) P(x-i, y-i)}{wsp * N}$$

gdzie  $N$  – liczba powtórzeń,  $wsp$  – współczynnik;

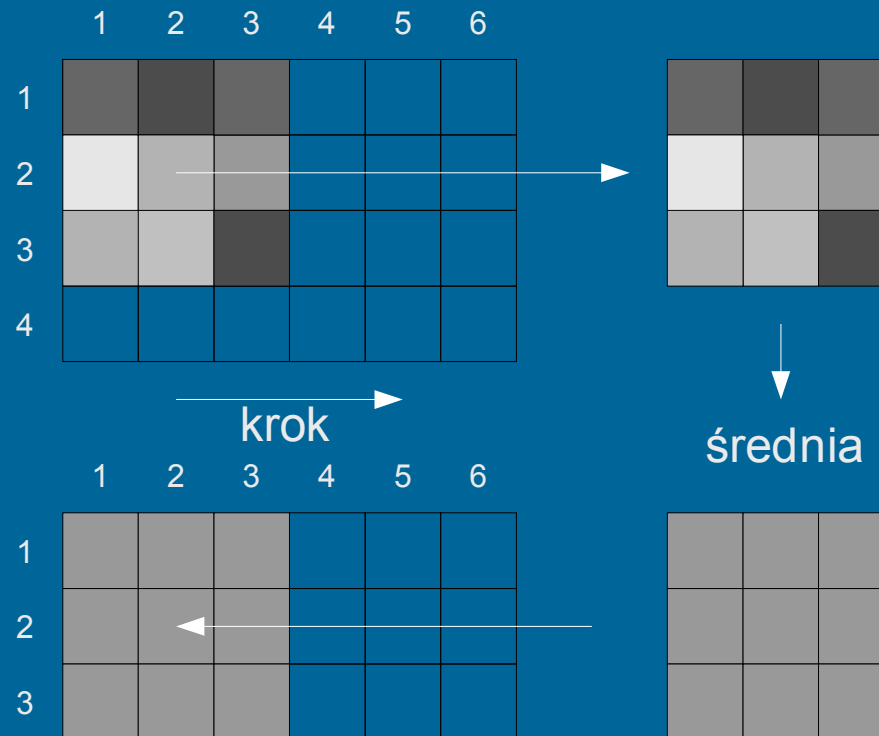


# Modyfikacje filtra splotowego – efekt wiatru

05 Inne filtry\prg.m



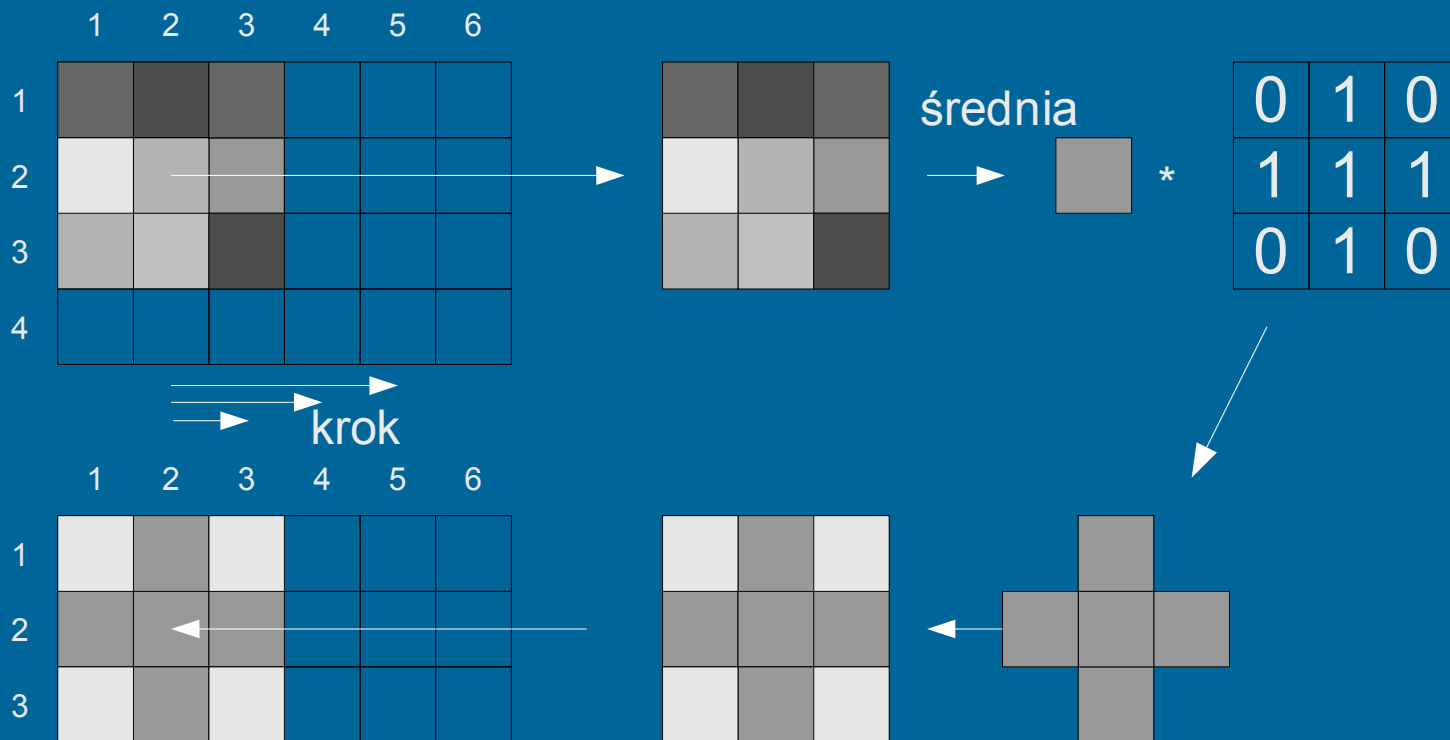
# Modyfikacje filtru splotowego – pikselizacja



# Modyfikacje filtru splotowego – pikselizacja

05 Inne filtry\prg2.m

# Modyfikacje filtra splotowego

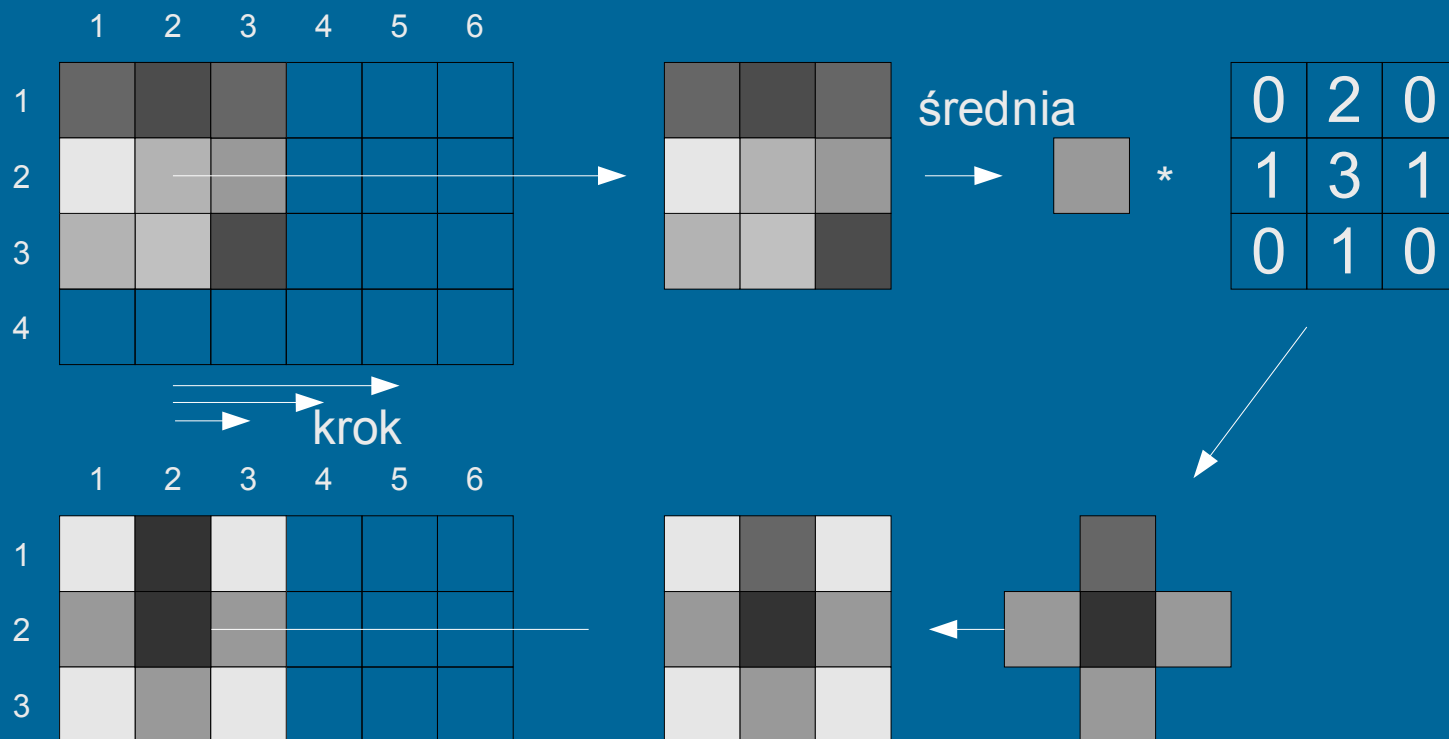


# Modyfikacje filtra splotowego

05 Inne filtry\prg3.m

05 Inne filtry\prg4.m

# Modyfikacje filtra splotowego



# Modyfikacje filtra splotowego

05 Inne filtry\prg5.m