



# Świat obrazów cyfrowych

Filtracja obrazów z wykorzystaniem operacji splotu, cz.2

**Mariusz Kaczmarek**

Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki  
Katedra Inżynierii Biomedycznej

# Świat obrazów cyfrowych

Jacek Rumiński



Mariusz Kaczmarek

Katedra Inżynierii Biomedycznej,  
Wydział Elektroniki, Telekomunikacji i Informatyki  
Politechnika Gdańska

## Filtracja obrazów z wykorzystaniem operacji splotu, cz.2

### Plan prezentacji

1. Filtracja dolnoprzepustowa
2. Filtracja górnoprzepustowa
3. Detekcja krawędzi

## Filtracja dolnoprzepustowa

inaczej mówimy filtry rozmywające

1	1	1
1	1	1
1	1	1

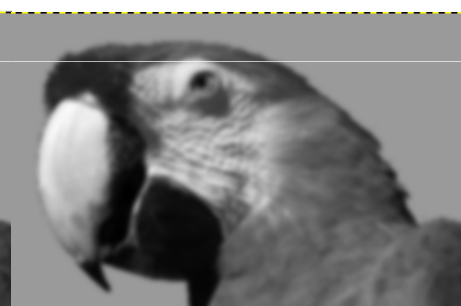
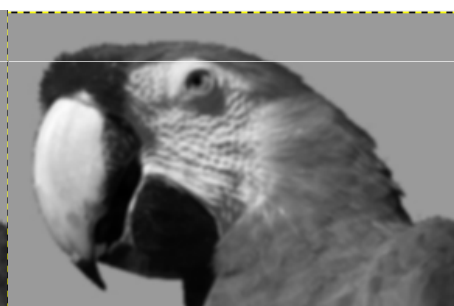
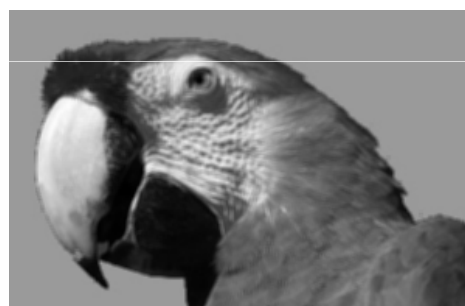
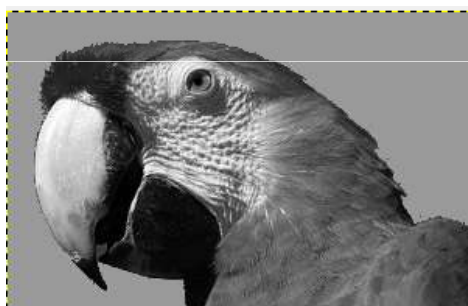
Filtr uśredniający

1	2	1
2	4	2
1	2	1

Filtr Gaussa

1	1	1	1	1
1	2	4	2	1
1	4	8	4	1
1	2	4	2	1
1	1	1	1	1

Filtr Gaussa



Najprostszy filtr uśredniający:

- usuwa drobne zakłócenia z obrazu. Nie zanikają całkowicie ale ulegają znacznemu osłabieniu/rozmazaniu – tak jak byśmy używali zużytej gumki do zmywania;
- wygładzane są drobne zawirowania krawędzi obiektów w obrazie;
- usuwany może być efekt falowania poziomu jasności fragmentów obrazu.

Można jednak zauważyć zasadniczą wadę tego rodzaju filtrów

- powoduje rozmycie/rozmazanie konturów (detali) obiektów, co może powodować w ogólności pogorszenie rozpoznawalności ich kształtów i faktury.

Zwiększenie rozmiaru maski filtru potęguje efekt rozmycia i zatracenia konturów na obrazie wynikowym.

## Filtracja górnoprzepustowa

- inaczej mówimy filtry wyostrzające

Działanie tego typu filtrów opiera się na usuwaniu elementów obrazu o niskich częstotliwościach, a uwydatnianiu elementów wysokoczęstotliwościowych czyli dużych różnic w kolorach pomiędzy sąsiadującymi pikselami, szybkich zmian natężenia jasności sąsiednich pikseli.

Uwydatniane są więc kontury, krawędzi, drobne elementy faktury. Stąd nazwa filtry wyostrzające

## Filtracja górnoprzepustowa

Tego typu filtry stosujemy wtedy, gdy chcemy podkreślić w obrazie szczegóły.

Dodatkowo, w przypadku, jeżeli częstotści przestrzenne treści obrazu i tła nie nachodzą na siebie (tzn. zmiany jasności tła są bardzo wolnozmiennie, a w obrazie mamy dużo szczegółów) możliwe jest usunięcie zmian jasności w tle.

Zwiększana jest różnica między elementem centralnym maski i elementami jego otoczenia.

Niestety wraz ze szczegółami wyostrzony zostaje również szum (zmniejsza się stosunek sygnału do szumu).

Jest to niedogodność przy stosowaniu tego typu filtrów.

Jedną z metod realizacji filtru górnoprzepustowego jest odjęcie od siebie obrazu niezmiennego i obrazu po zastosowaniu filtru dolnoprzepustowego.

## Filtracja górnoprzepustowa

- przykładowe maski filtrów górnoprzepustowych

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

Filtr górnoprzepustowy

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

Filtr górnoprzepustowy prostokątny

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

Filtr Gaussa

-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	24	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1

Filtr Gaussa



Suma wag jest równa 0. W szczególnym przypadku suma wag może być równa jeden.



## Filtracja górnoprzepustowa

- przykładowe maski filtrów górnoprzepustowych

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

Filtr górnoprzepustowy

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

Filtr górnoprzepustowy prostokątny

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

Filtr Gaussa

-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	24	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1

Filtr Gaussa



Suma wag jest równa 0. W szczególnym przypadku suma wag może być równa jeden.

## Filtracja górnoprzepustowa

- przykładowe maski filtrów górnoprzepustowych

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

Filtr górnoprzepustowy

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

Filtr górnoprzepustowy prostokątny

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

Filtr Gaussa

-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	24	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1

Filtr Gaussa



Suma wag jest równa 0. W szczególnym przypadku suma wag może być równa jeden.

## Filtracja górnoprzepustowa

- przykładowe maski filtrów górnoprzepustowych

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

Filtr  
górnoprzepustowy

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

Filtr górnoprzepustowy  
prostokątny

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

Filtr Gaussa

-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	24	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1

Filtr Gaussa



Suma wag jest równa 0. W szczególnym przypadku  
suma wag może być równa jeden.

## Filtracja górnoprzepustowa

- przykładowe maski filtrów górnoprzepustowych

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

Filtr  
górnoprzepustowy

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

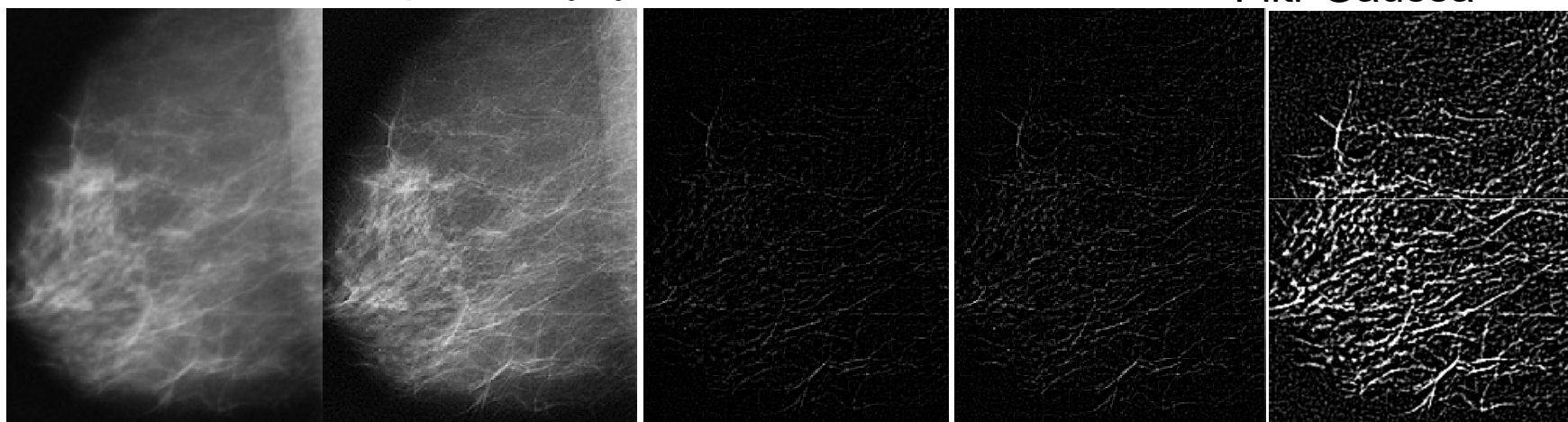
Filtr górnoprzepustowy  
prostokątny

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

Filtr Gaussa

-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	24	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1
-1	-1	-1	-1	-1

Filtr Gaussa



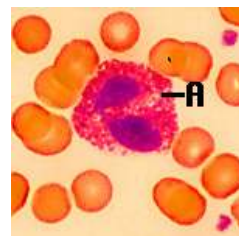
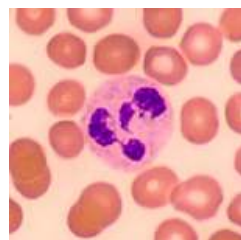
Suma wag jest równa 0. W szczególnym przypadku suma wag może być równa jeden.



## Detekcja krawędzi

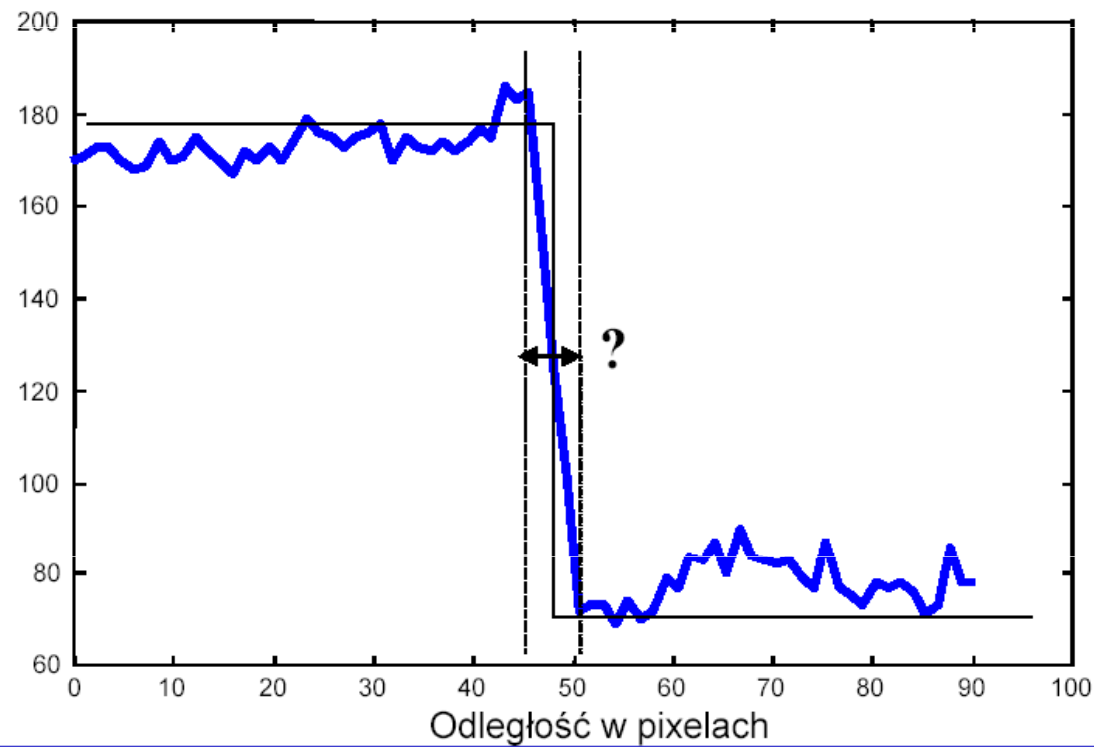
Wykrywanie krawędzi po co?

Tego typu filtry stosujemy wtedy, gdy chcemy wizualizować kontury obiektów.



## Detekcja krawędzi

Co jest krawędzią, a co nią już nie jest?



## Detekcja krawędzi

### Wykrywanie krawędzi metodą przesuwania i odejmowania

10	10	10	10	10	10	10
25	25	13	13	150	150	20
25	25	13	13	150	150	20
30	30	25	25	150	150	20
25	25	25	25	160	160	20
25	25	13	13	150	150	20
25	26	26	13	20	20	20
0	0	0	0	0	0	0

$$\begin{array}{c}
 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \\
 \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|}
 \hline
 10 & 10 & 10 & 10 & 10 & 10 & 10 \\
 \hline
 25 & 25 & 13 & 13 & 150 & 150 & 20 \\
 \hline
 25 & 25 & 13 & 13 & 150 & 150 & 20 \\
 \hline
 30 & 30 & 25 & 25 & 150 & 150 & 20 \\
 \hline
 25 & 25 & 13 & 13 & 150 & 150 & 20 \\
 \hline
 30 & 30 & 25 & 25 & 150 & 150 & 20 \\
 \hline
 25 & 25 & 25 & 25 & 160 & 160 & 20 \\
 \hline
 25 & 25 & 13 & 13 & 150 & 150 & 20 \\
 \hline
 25 & 25 & 13 & 13 & 150 & 150 & 20 \\
 \hline
 25 & 26 & 26 & 13 & 20 & 20 & 20 \\
 \hline
 \end{array}
 \end{array}
 -
 \begin{array}{c}
 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \\
 \begin{array}{|c|c|c|c|c|c|c|}
 \hline
 10 & 10 & 10 & 10 & 10 & 10 & 10 \\
 \hline
 25 & 25 & 13 & 13 & 150 & 150 & 20 \\
 \hline
 25 & 25 & 13 & 13 & 150 & 150 & 20 \\
 \hline
 30 & 30 & 25 & 25 & 150 & 150 & 20 \\
 \hline
 25 & 25 & 13 & 13 & 150 & 150 & 20 \\
 \hline
 30 & 30 & 25 & 25 & 150 & 150 & 20 \\
 \hline
 25 & 25 & 25 & 25 & 160 & 160 & 20 \\
 \hline
 25 & 25 & 13 & 13 & 150 & 150 & 20 \\
 \hline
 25 & 25 & 13 & 13 & 150 & 150 & 20 \\
 \hline
 25 & 26 & 26 & 13 & 20 & 20 & 20 \\
 \hline
 \end{array}
 \end{array}
 =$$

10	10	10	10	10	10	10
15	15	3	3	140	140	10
0	0	0	0	0	0	0
5	5	12	12	0	0	0
-5	-5	0	0	10	10	0
0	0	-12	-12	-10	-10	0
0	1	13	0	-130	-130	0
-25	-26	-26	-13	-20	-20	-20

0	-1	0
0	1	0
0	0	0

poziomy

0	0	0
-1	1	0
0	0	0

pionowy

-1	0	0
0	1	0
0	0	0

skośny

## Detekcja krawędzi

### Metody gradientowe

Do wyznaczenia wartości gradientów w różnych kierunkach służą operatory Roberta.

Maski tego operatora działające na intensywność w kierunkach -45, 90, +45, 0, -90, 180

-1	0	0
0	1	0
0	0	0

0	-1	0
0	1	0
0	0	0

0	0	-1
0	1	0
0	0	0

0	0	0
-1	1	0
0	0	0

0	0	0
0	1	0
0	-1	0

0	0	0
0	1	-1
0	0	0

Bardzo czułe na szumy można je stosować na obrazach o bardzo dobrej jakości lub po uprzednim zastosowaniu filtra usuwającego szumy wysokoczęstotliwościowe (np. filtra gaussowskiego).



# Detekcja krawędzi

## Metody gradientowe – Filtr Roberta

-1	0	0
0	1	0
0	0	0

0	-1	0
0	1	0
0	0	0

0	0	-1
0	1	0
0	0	0

0	0	0
-1	1	0
0	0	0

0	0	0
0	1	0
0	-1	0

0	0	0
0	1	-1
0	0	0



## Detekcja krawędzi

### Metody gradientowe – Filtr Prewitta i filtr Sobela

Jeśli chcemy wykrywać krawędzie w obrazach z dużym szumem wysokoczęstotliwościowym należy stosować operatory Sobela i Prewitta. Są one połączeniem odpowiednio filtru gradientowego z filtrem uśredniającym, prostokątnym oraz gaussowskim.

x	-1	0	1
	-2	0	2
	-1	0	1

y	1	2	1
	0	0	0
	-1	-2	-1

Filtry Sobela

x	-1	0	1
	-1	0	1
	-1	0	1

y	1	1	1
	0	0	0
	-1	-1	-1

Filtry Prewitta

# Detekcja krawędzi

## Metody gradientowe – Filtr Prewitta i filtr Sobela

x

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

y

1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

x

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

y

1	1	1
0	0	0
-1	-1	-1



## Detekcja krawędzi

### Metody gradientowe – Filtr Prewitta i filtr Sobela

x

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

y

1	2	1
0	0	0
-1	-2	-1

x

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

y

1	1	1
0	0	0
-1	-1	-1

Co zrobić by uzyskać jeden obraz zawierający zarówno wykryte krawędzi pionowe jak i poziome?

Otóż, musimy zrekonstruować jeden obraz używając jednej z poniższych formuł:

$$p'_{x,y} = \sqrt{ph_{x,y}^2 + pv_{x,y}^2}$$

$$p'_{x,y} = |ph_{x,y}| + |pv_{x,y}|$$

gdzie: ph, pv – obrazy po filtracji filtrem poziomym oraz pionowym

## Detekcja krawędzi

### Metody gradientowe – różniczki drugiego rzędu – Laplasjan

W podobny sposób można wyznaczać różniczki (gradienty) drugiego rzędu. Najczęściej stosowanym operatorem w tym przypadku jest Laplasjan, który wyliczany jest jako suma różniczek drugiego rzędu po kierunkach  $x$  i  $y$ .

Podstawową zaletą tego operatora jest jego izotropowość lub niezmienniczość względem obrotu.

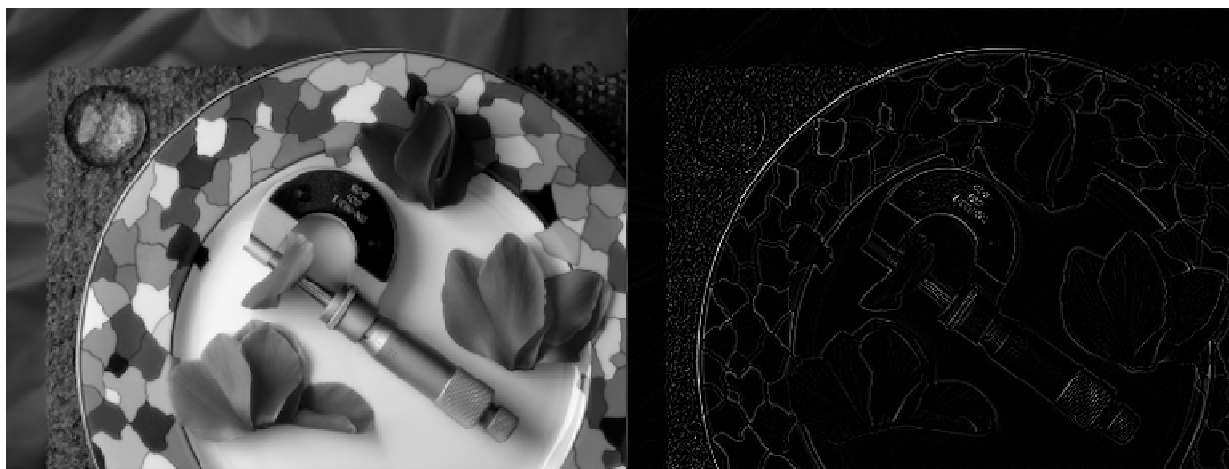
Typowa maska Laplasjanu ma postać:

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

## Detekcja krawędzi

Metody gradientowe – różniczki drugiego rzędu – Laplasjan

0	1	0
1	-4	1
0	1	0



Zaletą tej maski jest uzyskiwanie cienkich krawędzi, wadą zaś czułość na szum

**Zapraszamy na kolejne zajęcia w przyszłym tygodniu**