

# Wektorowa filtracja medianowa - dokumentacja

Michał Bobowski, Andrzej Dudziec

2013-03-16

## 1 Usuwanie szumu z obrazów

Typowe metody akwizycji obrazów (np. matryca Bayera w aparacie fotograficznym) nie są odporne na pojawiające się losowo zakłócenia. Implikuje to konieczność opracowywania algorytmów filtracji dolnoprzepustowej, czyli 'odszumiania' obrazów.

Najprostsze filtry opierające się na operacji splotu przestrzennego (konwolucji) posiadają znaczącą wadę, objawiającą się w rozmywaniu krawędzi obiektów występujących w obrazie. Przyczyną tego zjawiska jest fakt, że natura szumu i krawędzi jest do siebie bardzo zbliżona – są to gwałtowne zmiany wartości pikseli, reprezentowane w widmie Fouriera jako składowe wysokoczęstotliwościowe. Filtracja medianowa jest prostym sposobem na usunięcie szumu z obrazu, bez znaczącego obniżenia jakości krawędzi. Dla każdego piksela wykonywane jest sortowanie wartości pikseli z sąsiedztwa, a element środkowy tego zbioru staje się nową wartością dla rozpatrywanych współrzędnych.

## 2 Wektorowa filtracja medianowa

Wektorowa filtracja medianowa jest rozwinięciem najprostszej wersji filtru dla obrazów barwnych. Pikselem wstawianym do obrazu wynikowego nie jest w tym przypadku środkowy element okna analizy, ale piksel najmniej odległy od pozostałych.

Sąsiedztwo pomiędzy punktami może być zdefiniowane na różne sposoby. W naszej aplikacji odległość między wektorami zdefiniowana jest jako iloczyn odległości euklidesowej i kątowej, z parametrem sterującym wpływem każdej z składowych.

Szukany wektor to ten, który posiada najmniejszą wartość:

$$(R_e)^{1-p} * (R_a)^p$$

Gdzie  $R_e$  to suma sąsiedztwa euklidesowego, czyli pierwiastków z sum kwadratów różnic poszczególnych składowych  
i  $R_a$  to suma sąsiedztwa kąтового, czyli  $\theta = \arccos \frac{\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}}{|\mathbf{a}| |\mathbf{b}|}$  ( $\mathbf{a}, \mathbf{b}$  to porównywane wektory).

### 3 Adaptacyjna filtracja medianowa

Pomimo stosunkowo niewielkich zniekształceń krawędzi, filtracja medianowa wprowadza pewną stratę informacji na obszarach nie będących zakłóceniami. Adaptacyjny filtr medianowy dostosowuje rozmiar okna analizy do sytuacji panującej w jego wnętrzu w taki sposób, aby możliwie dokładnie usuwać zakłócenia bez zniekształcania cennych informacji, które chcemy zachować.

Szczegółowy opis algorytmu:

---

Przeanalizuj piksele w oknie. Znajdź wartości: minimalną (fmin), maksymalną (fmax), medianową (fmed).

```
if fmed jest różne od pozostałych then
  if piksel centralny jest różny od pozostałych then
    zwróć wartość piksela centralnego
  else
    zwróć fmed
  end if
else
  zwiększ rozmiar okna analizy
  if nowy rozmiar nie przekracza limitu (np 9x9) then
    uruchom algorytm z nowym oknem
  else
    zwróć fmed
  end if
end if
```

---

Prosta analiza przedstawionego algorytmu pozwala zrozumieć zasadę i cel jego działania. W pierwszym warunku sprawdzane jest, czy medianowy

piksel nie jest równy co do wartości którejś ze skrajności. Taka sytuacja miałaby miejsce w przypadku, gdy ponad połowa okna analizy jest zajęta przez jednolity obszar. W tym przypadku rozmiar okna jest zwiększany, a algorytm ponownie uruchomiony rekurencyjnie.

Drugi warunek służy do sprawdzenia (na podobnej zasadzie co pierwszy), czy na pewno należy zamienić analizowany piksel przez znaną wartość  $f_{med}$ . Trzeci warunek jest ograniczeniem maksymalnego rozmiaru okna.

## 4 Testowanie

### 4.1 Test 1

Pierwszy obraz testowy przedstawia mocno zniszczoną fotografię. Niestety rozmiar zakłóceń jest tak duży, że poprawa jakości przy pomocy filtracji medianowej nie przynosi dobrych rezultatów. Zwiększanie maski odbija się bardzo negatywnie na zawartości informacyjnej obrazu, a filtracja adaptacyjna nie przynosi prawie żadnych rezultatów.

Przykład ten pokazuje, że filtracja medianowa nie radzi sobie z dużymi ubytkami obrazu.

### 4.2 Test 2

Drugi przykład pokazuje zaszumione zdjęcie góry lodowej. Wyniki filtracji są znacznie lepsze niż na poprzednim zdjęciu, ponieważ natura szumu jest bardziej korzystna dla rozpatrywanej metody. Zakłócenia występują punktowo i są od siebie oddalone.

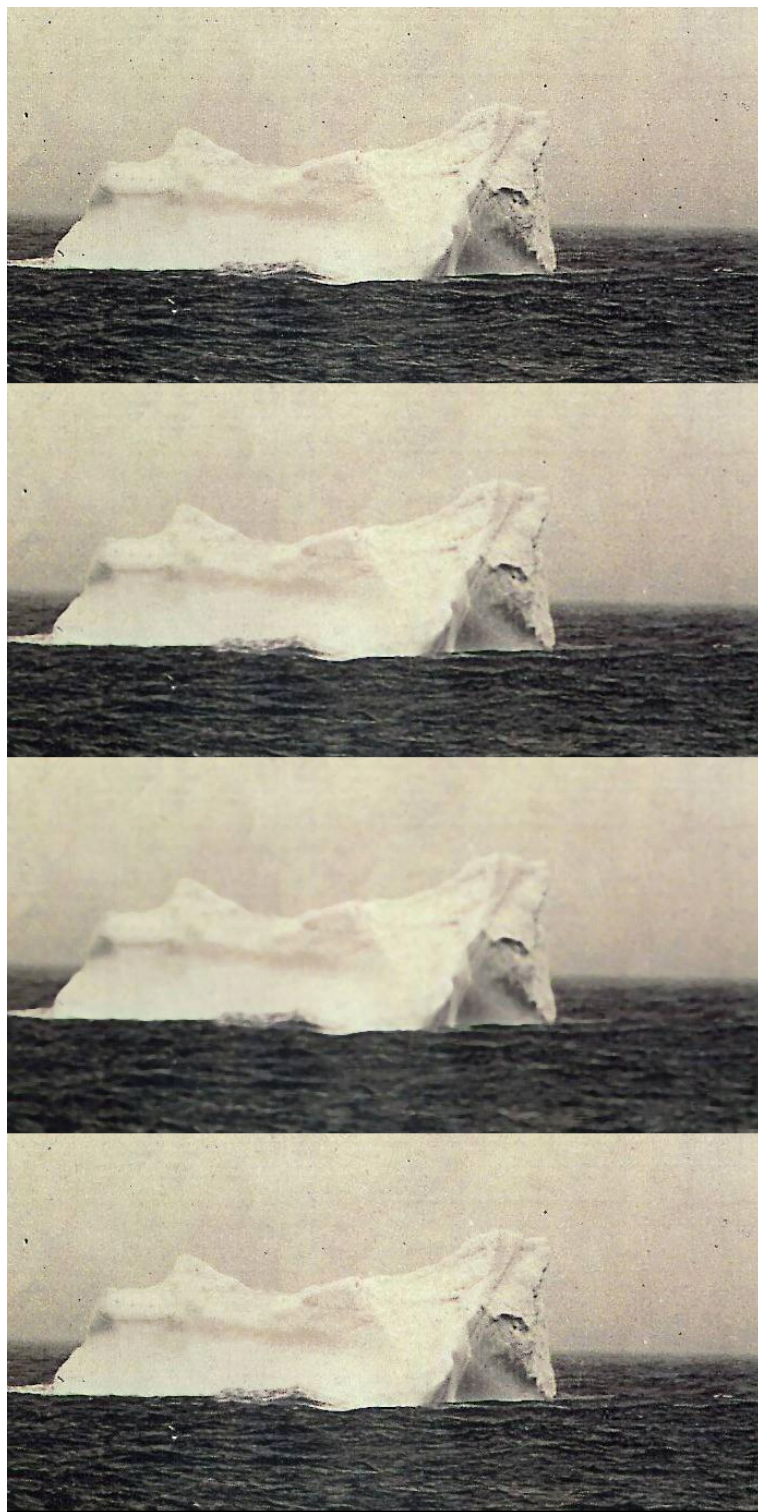
Filtracja oknem  $3 \times 3$  usuwa praktycznie wszystkie zakłócenia, chociaż powoduje zauważalne rozmycie niektórych szczegółów. Dobre efekty daje natomiast filtracja adaptacyjna, która usuwa większość zakłóceń, nie obniżając przy tym jakości obrazu.

### 4.3 Test 3

Przykład trzeci przedstawia bardzo silnie zaszumiony obraz. W tym przypadku filtracja medianowa również nie radzi sobie z zakłóceniami, ponieważ obraz praktycznie cały składa się z szumu. Efekty przynosi dopiero znaczne zwiększenie rozmiaru okna analizy ( $7 \times 7$ ), co z kolei rozmazuje szczegóły.



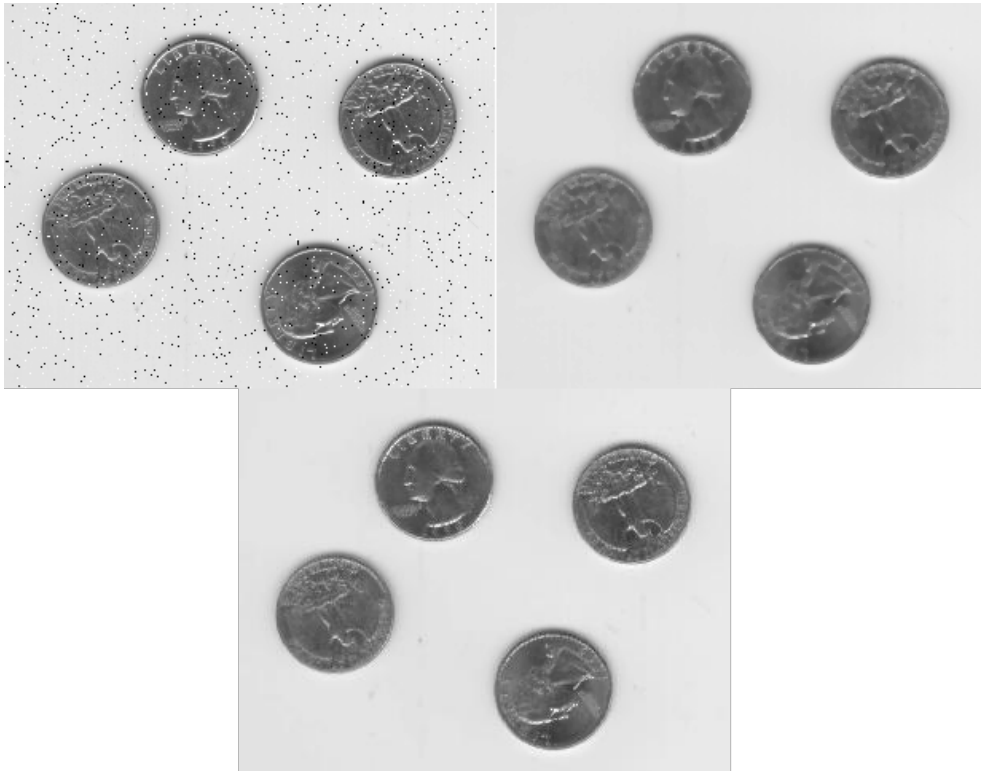
Rysunek 1: Od lewej od góry: Oryginał, filtracja 3x3, filtracja 7x7, filtracja adaptacyjna.



Rysunek 2: Od góry: Oryginał, filtracja 3x3, filtracja 5x5, filtracja adaptacyjna.



Rysunek 3: Od lewej od góry: Oryginał, filtracja 3x3, filtracja 7x7, filtracja adaptacyjna.



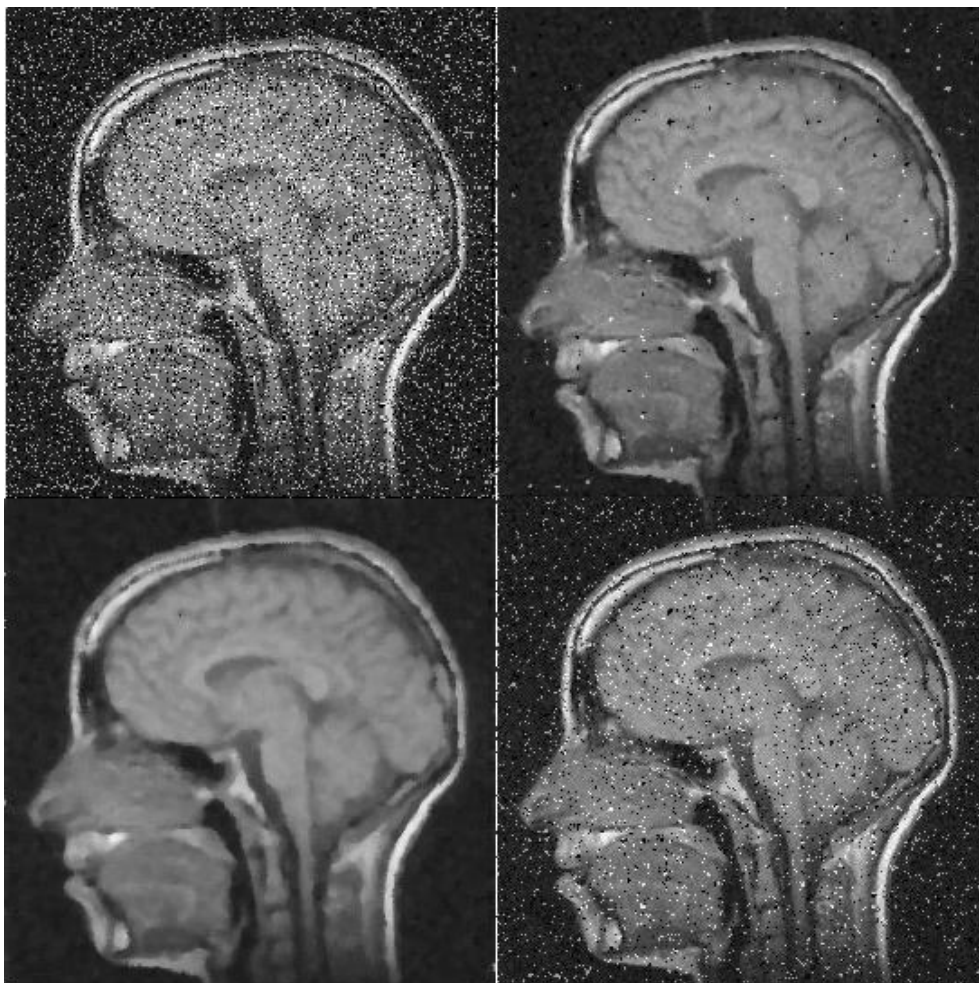
Rysunek 4: Od lewej od góry: Oryginał, filtracja 3x3, filtracja adaptacyjna.

#### 4.4 Test 4

Czwarty obraz testowy zawiera bardzo rzadkie i punktowe zakłócenia, więc podobnie jak w przypadku obrazu drugiego, efekty filtracji są bardzo dobre. Dobrze widoczna jest również różnica pomiędzy filtracją zwykłą i adaptacyjną.

#### 4.5 Test 5

Ostatni obraz testowy jest również silnie zaszumiony, jednak nie tak gęsto jak w przykładzie trzecim. Dzięki temu możliwe jest odzyskanie spójnego obrazu końcowego, choć wymaga to użycia większej maski filtru niż 3x3. Efekt końcowy jest widocznie rozmyty, ale z drugiej strony zwykła filtracja uśredniająca była by jeszcze bardziej destrukcyjna.



Rysunek 5: Od lewej od góry: Oryginał, filtracja 3x3, filtracja 5x5, filtracja adaptacyjna.



## 5 Wnioski

Wektorowa filtracja medianowa daje zróżnicowane efekty w zależności od natury szumu występującego w obrazie. Jeżeli szum znacznie wyróżnia się na tle obrazu i nie jest bardzo gęsty, to filtracja medianowa będzie działała dobrze (a na pewno lepiej niż zwykły filtr uśredniający). W przypadku niewielkiego zaszumienia warto rozważyć użycie filtru adaptacyjnego, który czasami znacznie zmniejsza utratę kontrastu.