



Усунення шуму  
на зображеннях

Ольга Павлюк

Проблема шуму  
в зображеннях

Визначення  
Характеристики  
Існуючі  
алгоритми  
усунення шуму

Завдання  
магістерського  
дослідження

Алгоритм  
Curvelet  
Transform

Використані  
технології

Поточні  
результати

Висновки

# Усунення шуму на зображеннях дослідження, розроблення алгоритмів та програмного забезпечення

Ольга Павлюк

Національний університет "Львівська політехніка", кафедра ПЗ

19 жовтня 2015 р.



# Зміст

Усунення шуму  
на зображеннях

Ольга Павлюк

Проблема шуму  
в зображеннях

Визначення

Характеристики

Існуючі  
алгоритми  
усунення шуму

Завдання  
магістерського  
дослідження

Алгоритм  
Curvelet  
Transform

Використані  
технології

Поточні  
результати

Висновки

Проблема шуму в зображеннях

- Визначення
- Характеристики
- Існуючі алгоритми усунення шуму

Завдання магістерського дослідження

Алгоритм Curvelet Transform

Використані технології

Поточні результати

Висновки



# Проблема шуму на зображеннях

Усунення шуму  
на зображеннях

Ольга Павлюк

Проблема шуму  
в зображеннях

**Визначення**

Характеристики

Існуючі  
алгоритми  
усунення шуму

Завдання  
магістерського  
дослідження

Алгоритм  
Curvelet  
Transform

Використані  
технології

Поточні  
результати

Висновки

## Шум

випадкові, відсутні на реальному зображенні  
відхилення інтенсивності



# Проблема шуму на зображеннях

Усунення шуму  
на зображеннях

Ольга Павлюк

Проблема шуму  
в зображеннях

**Визначення**

Характеристики  
існуючі  
алгоритми  
усунення шуму

Завдання  
магістерського  
дослідження

Алгоритм  
Curvelet  
Transform

Використані  
технології

Поточні  
результати

Висновки

## Шум

випадкові, відсутні на реальному зображенні  
відхилення інтенсивності

Поширена проблема для цифрових зображень у  
багатьох галузях.

Виникає при недостатньому освітленні та високій ISO  
камери.



# Проблема шуму на зображеннях

Усунення шуму  
на зображеннях

Ольга Павлюк

Проблема шуму  
в зображеннях

**Визначення**

Характеристики  
існуючі  
алгоритми  
усунення шуму

Завдання  
магістерського  
дослідження

Алгоритм  
Curvelet  
Transform

Використані  
технології

Поточні  
результати

Висновки

## Шум

випадкові, відсутні на реальному зображенні  
відхилення інтенсивності

Поширена проблема для цифрових зображень у  
багатьох галузях.

Виникає при недостатньому освітленні та високій ISO  
камери.

## Формальний опис

$v(i) = u(i) + n(i)$ , де  $i$  - піксель зображення

$v(i)$  - спостережене значення,  $u(i)$  - справжнє значення

$n(i)$  - значення шуму



# Параметри оцінки алгоритмів

Усунення шуму  
на зображеннях

Ольга Павлюк

Проблема шуму  
в зображеннях

Визначення

**Характеристики**

Існуючі  
алгоритми  
усунення шуму

Завдання  
магістерського  
дослідження

Алгоритм  
Curvelet  
Transform

Використані  
технології

Поточні  
результати

Висновки

- 1 автоматичні: Peak Signal-to-Noise Ratio

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N [f(m,n) - \hat{f}(m,n)]^2$$

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{255^2}{MSE}$$

- 2 візуальна оцінка: вирішальний критерій вибору алгоритму



# Існуючі методи усунення шуму

Усунення шуму  
на зображеннях

Ольга Павлюк

Проблема шуму  
в зображеннях

Визначення  
Характеристики

Існуючі  
алгоритми  
усунення шуму

Завдання  
магістерського  
дослідження

Алгоритм  
Curvelet  
Transform

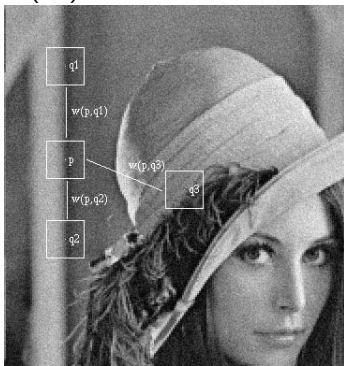
Використані  
технології

Поточні  
результати

Висновки

different image domains

алгоритми з патчами  
 $O(n^2)$



алгоритми з вейвлетами  
 $O(n \cdot \log n)$





# Існуючі методи усунення шуму

Усунення шуму  
на зображеннях

Ольга Павлюк

Проблема шуму  
в зображеннях

Визначення  
Характеристики

Існуючі  
алгоритми  
усунення шуму

Завдання  
магістерського  
дослідження

Алгоритм  
Curvelet  
Transform

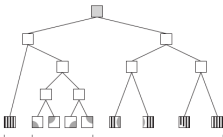
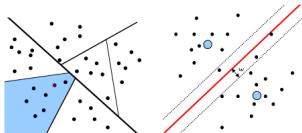
Використані  
технології

Поточні  
результати

Висновки

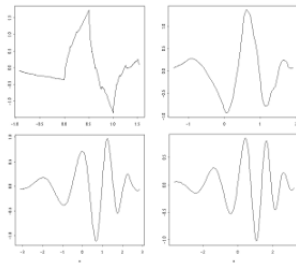
different image domains

алгоритми з патчами



дерево кластерів: нижча  
складність, нижча якість

алгоритми з вейвлетами



базові функції вейвлета:  
різна роздільна здатність





# Вейвлет-алгоритми

Усунення шуму  
на зображеннях

Ольга Павлюк

Проблема шуму  
в зображеннях

Визначення  
Характеристики

Існуючі  
алгоритми  
усунення шуму

Завдання  
магістерського  
дослідження

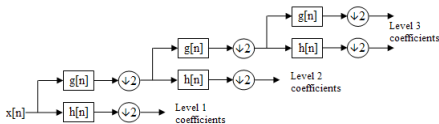
Алгоритм  
Curvelet  
Transform

Використані  
технології

Поточні  
результати

Висновки

- 1 виконується рекурсивна декомпозиція сигналу до заданого рівня



- 2 коефіцієнти аналізуються "знизу вверх"
- 3 застосовується порогове відсікання (thresholding):

$$w(x) = \begin{cases} w(x), & \text{if } |w(x)| \geq \text{threshold} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

- 4 до отриманих коефіцієнтів застосовується зворотнє перетворення



# Завдання магістерського дослідження

Усунення шуму  
на зображеннях

Ольга Павлюк

Проблема шуму  
в зображеннях

Визначення  
Характеристики  
Існуючі  
алгоритми  
усунення шуму

Завдання  
магістерського  
дослідження

Алгоритм  
Curvelet  
Transform

Використані  
технології

Поточні  
результати

Висновки

## Об'єкт

шум на зображеннях

## Предмет

розробка алгоритму для усунення шуму, що працює в частотній області

## Мета

розробити алгоритм з лінійно-логарифмічною складністю, який покращує існуючі методи усунення шуму (час роботи + візуальна оцінка)



# Алгоритм Curvelet Transform

Усунення шуму  
на зображеннях

Ольга Павлюк

Проблема шуму  
в зображеннях

Визначення  
Характеристики  
Існуючі  
алгоритми  
усунення шуму

Завдання  
магістерського  
дослідження

Алгоритм  
Curvelet  
Transform

Використані  
технології

Поточні  
результати

Висновки

- 1 один з видів вейвлет-перетворення
- 2 усуває шум вздовж кривих
- 3 працює у частотній області
- 4 складається з кількох незалежних перетворень



# Перетворення Фур'є (Fourier Transform)

Усунення шуму  
на зображеннях

Ольга Павлюк

Проблема шуму  
в зображеннях

Визначення  
Характеристики

Існуючі  
алгоритми  
усунення шуму

Завдання  
магістерського  
дослідження

Алгоритм  
Curvelet  
Transform

Використані  
технології

Поточні  
результати

Висновки

базовий метод для всіх алгоритмів, що працюють з частотами

сигнал можна представити у вигляді суми синусоїд з різними амплітудами та зсувом

$$X_k = \sum_{n=0}^{N-1} x_n \cdot \left( \cos\left(-2\pi k \frac{n}{N}\right) + j \sin\left(-2\pi k \frac{n}{N}\right) \right), \quad n \in \mathbb{Z}$$



# Перетворення Фур'є (Fourier Transform)

Усунення шуму  
на зображеннях

Ольга Павлюк

Проблема шуму  
в зображеннях

Визначення  
Характеристики  
Існуючі  
алгоритми  
усунення шуму

Завдання  
магістерського  
дослідження

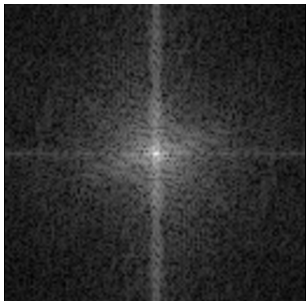
Алгоритм  
Curvelet  
Transform

Використані  
технології

Поточні  
результати

Висновки

операція згортки (convolution) сигналу з фільтром довільної довжини виконується за лінійний час



вейвлет-фільтри теж можуть бути представлені у частотній області за допомогою комплексних вейвлетів



# Перетворення Радона (Radon Transform)

Усунення шуму  
на зображеннях

Ольга Павлюк

Проблема шуму  
в зображеннях

Визначення  
Характеристики  
Існуючі  
алгоритми  
усунення шуму

Завдання  
магістерського  
дослідження

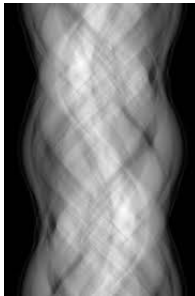
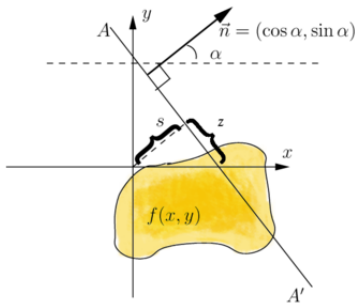
Алгоритм  
Curvelet  
Transform

Використані  
технології

Поточні  
результати

Висновки

це інтегральне перетворення, яке для кожної прямої на зображенні ставить їй у відповідність суму пікселів зображення на цій прямій





# Projection-Slice Theorem

Усунення шуму  
на зображеннях

Ольга Павлюк

Проблема шуму  
в зображеннях

Визначення  
Характеристики  
Існуючі  
алгоритми  
усунення шуму

Завдання  
магістерського  
дослідження

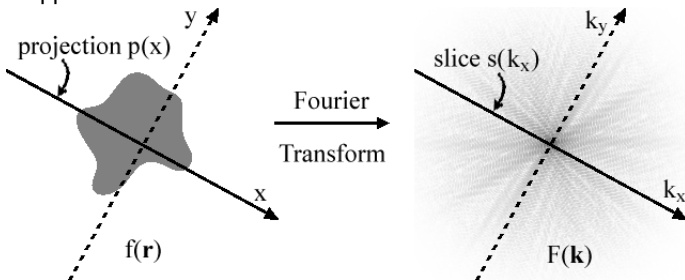
Алгоритм  
Curvelet  
Transform

Використані  
технології

Поточні  
результати

Висновки

Зв'язок між перетворенням Фур'є та перетворенням Радона





# Ridglet Transform

Усунення шуму  
на зображеннях

Ольга Павлюк

Проблема шуму  
в зображеннях

Визначення  
Характеристики  
Існуючі  
алгоритми  
усунення шуму

Завдання  
магістерського  
дослідження

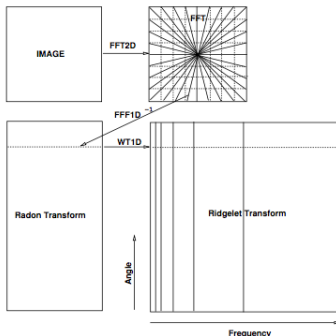
Алгоритм  
Curvelet  
Transform

Використані  
технології

Поточні  
результати

Висновки

Це вейвлет-перетворення, застосоване до ліній у



просторі Радона





# Ridglet Transform

Усунення шуму  
на зображеннях

Ольга Павлюк

Проблема шуму  
в зображеннях

Визначення  
Характеристики  
Існуючі  
алгоритми  
усунення шуму

Завдання  
магістерського  
дослідження

Алгоритм  
Curvelet  
Transform

Використані  
технології

Поточні  
результати

Висновки

Застосовано вейвлет Добеші  $D4 = [0.482962, 0.836516, 0.224143, -0.129409]$ , висока та низька частота обчислюються за формулами:

$$\text{high}[v] = y[2*v]*D4[0] + y[2*v+1]*D4[1] + y[2*v+2]*D4[2] + y[2*v+3]*D4[3]$$

$$\text{low}[v] = y[2*v]*D4[3] - y[2*v+1]*D4[2] + y[2*v+2]*D4[1] - y[2*v+3]*D4[0].$$

Вейвлет-коефіцієнти з абсолютним значенням меншим за заданий поріг встановлюються в 0, потім застосовується обернене перетворення.



# Frequency Grid Tiling

Усунення шуму  
на зображеннях

Ольга Павлюк

Проблема шуму  
в зображеннях

Визначення  
Характеристики  
Існуючі  
алгоритми  
усунення шуму

Завдання  
магістерського  
дослідження

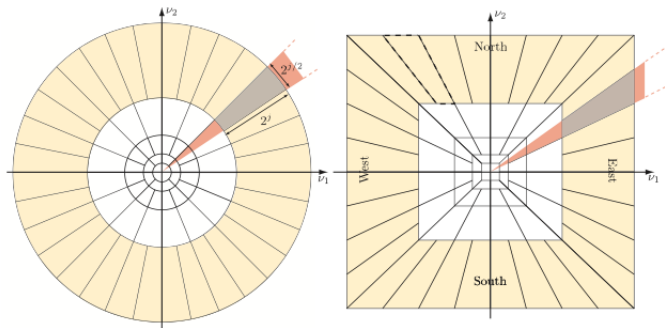
Алгоритм  
Curvelet  
Transform

Використані  
технології

Поточні  
результати

Висновки

## Ridgelet-перетворення до областей у полярній системі координат





# Використані технології: C++ та OpenGL

Усунення шуму  
на зображеннях

Ольга Павлюк

Проблема шуму  
в зображеннях

Визначення  
Характеристики  
Існуючі  
алгоритми  
усунення шуму

Завдання  
магістерського  
дослідження

Алгоритм  
Curvelet  
Transform

Використані  
технології

Поточні  
результати

Висновки

Переваги:

- 1 C++: швидкість обчислень + гнучка архітектура
- 2 GLSL: обчислення на GPU в десятки разів швидше

Недоліки:

- 1 GLSL: труднощі у відлагодженні програм

Приклад коду шейдера:

```
26 float sign_dir = texture2D(s_texture, vec2(0.5, 0.5));
27 float sum = cpx.x * sign_sum, dif = cpx.y * sign_dif;
28 float re = (sum + dif)/2.0;
29 float im = sum - re;
30 return vec2(re, im);
31 }
32 void main()
33 {
34     float x = v_tex_coord.x, y = v_tex_coord.y;
35     vec2 div_mod_256 = floor(texture2D(s_texture2, vec2(x, 0)).xy * 255.5);
36     x = ((div_mod_256.y*256.0 + div_mod_256.x) + 0.5)/tex_width;
37
38     vec4 color = texture2D(s_texture, decode(encode(vec2(x, y))));
39
40     gl_FragColor = color;
41 }
```



# Діаграма класів Curvelet Transform

Усунення шуму  
на зображеннях

Ольга Павлюк

Проблема шуму  
в зображеннях

Визначення  
Характеристики  
Існуючі  
алгоритми  
усунення шуму

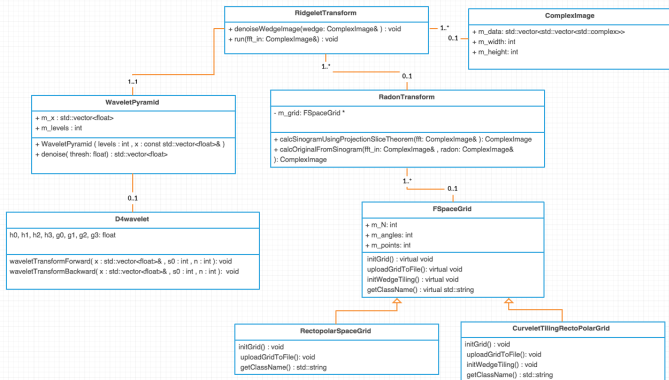
Завдання  
магістерського  
дослідження

Алгоритм  
Curvelet  
Transform

Використані  
технології

Поточні  
результати

Висновки





# Поточні результати

Усунення шуму  
на зображеннях

Ольга Павлюк

Проблема шуму  
в зображеннях

Визначення  
Характеристики  
Існуючі  
алгоритми  
усунення шуму

Завдання  
магістерського  
дослідження

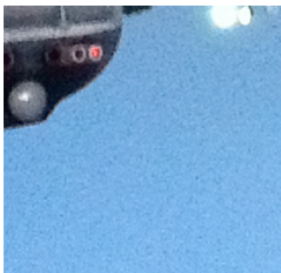
Алгоритм  
Curvelet  
Transform

Використані  
технології

Поточні  
результати

Висновки

Зашумлене зображення(зліва) та результат роботи  
алгоритму(справа)





# Поточні результати

Усунення шуму  
на зображеннях

Ольга Павлюк

Проблема шуму  
в зображеннях

Визначення  
Характеристики  
Існуючі  
алгоритми  
усунення шуму

Завдання  
магістерського  
дослідження

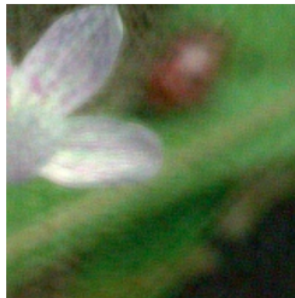
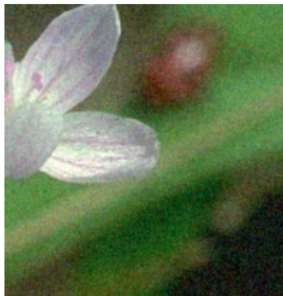
Алгоритм  
Curvelet  
Transform

Використані  
технології

Поточні  
результати

Висновки

Зашумлене зображення(зліва) та результат роботи  
алгоритму(справа)





# Висновки

Усунення шуму  
на зображеннях

Ольга Павлюк

Проблема шуму  
в зображеннях

Визначення  
Характеристики  
Існуючі  
алгоритми  
усунення шуму

Завдання  
магістерського  
дослідження

Алгоритм  
Curvelet  
Transform

Використані  
технології

Поточні  
результати

Висновки

- 1 розроблено базову версію алгоритму Curvelet Transform
- 2 буде покращено схему інтерполяції та обрано інший тип вейвлета
- 3 це допоможе досягнути вищої візуальної якості



## Усунення шуму на зображеннях

Ольга Павлюк

### Проблема шуму в зображеннях

Визначення

Характеристики

Існуючі  
алгоритми  
усунення шуму

### Завдання магістерського дослідження

Алгоритм  
Curvelet  
Transform

Використані  
технології

Поточні  
результати

Висновки

Дякую за увагу!