

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ**



**BÁO CÁO BÀI TẬP LỚN  
MÔN XỬ LÝ ẢNH**

**ĐỀ TÀI: Generalized Max/Median Filtering**

**Giảng viên:** PGS.TS. Lê Thanh Hà

**Nhóm thực hiện:** Nhóm 12

**Thành viên:** Cao Đình Hoàng Minh - 19020063

**HÀ NỘI – 6/2022**

# Mục lục

PHẦN 1: Giới thiệu .....	3
PHẦN 2: Max/median filtering.....	4
PHẦN 3: Generalized max/median filtering.....	6
PHẦN 4: Thực hành lọc ảnh bằng python .....	8

## Danh mục hình ảnh

Hình 1: Xử lý pixel ở gần biên

Hình 2: Lấy các dãy pixel trong cửa sổ theo 4 hướng

Hình 3: Kết quả của phép lọc max/median

Hình 4: Kết quả của phép lọc max/median tổng quát

# 1. Giới thiệu

- Trong xử lý hình ảnh, lọc trung vị từ lâu đã được sử dụng để khử nhiễu trong khi vẫn giữ được các cạnh trong hình ảnh. Tuy nhiên, khi cửa sổ bộ lọc quá nhỏ, khả năng khử nhiễu của bộ lọc trung vị kém. Ngược lại, khi cửa sổ bộ lọc quá lớn, nhiều chi tiết trong ảnh bị mất. Để bảo toàn chi tiết hình ảnh, các bộ lọc trung vị đã được sửa đổi thành nhiều phiên bản khác nhau. Trong khuôn khổ bài báo cáo này, chúng ta sẽ giới thiệu hai trong số rất nhiều phương pháp lọc trung vị được đề xuất, một là phương pháp lọc max/median của tác giả Arce và McLoughlin, hai là phương pháp lọc max/median tổng quát do hai tác giả Yuan Zou and William T.M. Dunsmu đề xuất. Cuối cùng là phần lập trình cho 2 phương pháp lọc này sử dụng thư viện opencv của python. Cả 2 phương pháp này đều biến đổi một pixel dựa trên một “cửa sổ” kích thước  $(2k + 1) * (2k + 1)$  có tâm là pixel đang được xét đến.

- Để cho tiện, ta ký hiệu:

$x$  là ảnh đầu vào (dạng trắng đen, được lưu trữ bởi mảng số nguyên 2 chiều)

$m, n$  lần lượt là số hàng và số cột của  $x$

$x(i, j)$  là pixel của  $x$  ở hàng thứ  $i$  (từ trái sang) và cột thứ  $j$  (từ trên xuống)

$y$  là ảnh đầu ra

$y(i, j)$  là pixel của  $y$  ở hàng thứ  $i$  (từ trái sang) và cột thứ  $j$  (từ trên xuống)

$W(i, j)$  là phân hình vuông  $(2k + 1) * (2k + 1)$  có tâm là  $x(i, j)$

(Trong trường hợp  $x(i, j)$  ở quá gần biên, các pixel có thể mở rộng để đủ lấy cho  $W(i, j)$  bằng cách lấy giá trị của các pixel bằng đúng pixel ở biên theo hướng mở rộng đó, như hình bên là một ví dụ)



Hình 1: Xử lý pixel ở gần biên

## 2. Max/median filtering

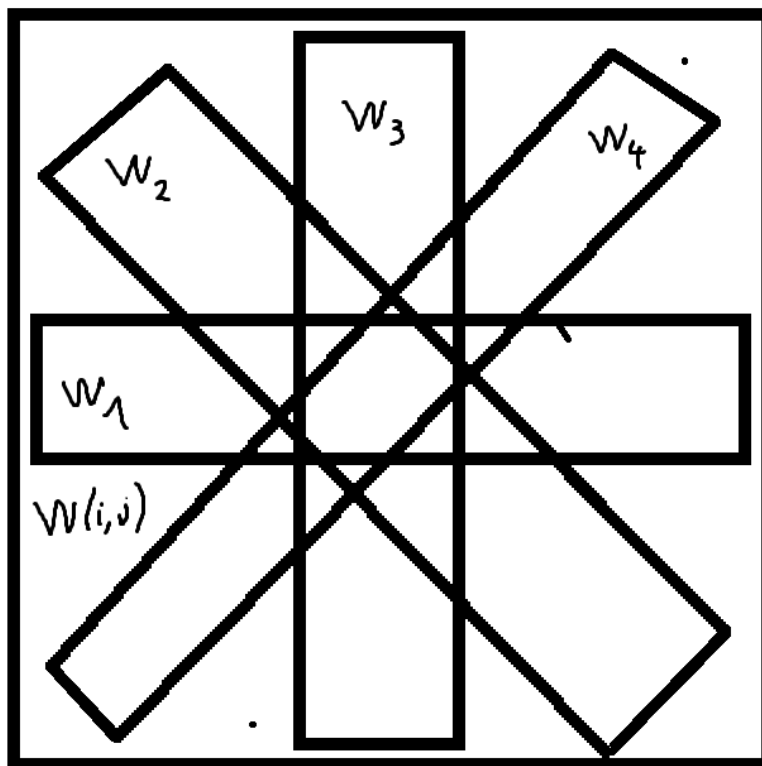
- Ý tưởng cơ bản của bộ lọc max/median là lọc median của các dãy pixel theo 4 hướng khác nhau, sau đó lấy giá trị lớn nhất trong 4 giá trị trung vị đó. Cách này để đảm bảo những đường sáng trong bức ảnh sẽ không bị lọc đi.
- Với mỗi pixel  $x(i, j)$  trong ảnh đầu vào  $x$ , ta cần lấy 4 dãy pixel theo 4 hướng trong vùng của  $W(i, j)$ , như sau:

$$W_1(i, j) = \{x(i, j + l) | -k \leq l \leq k\}$$

$$W_2(i, j) = \{x(i + l, j + l) | -k \leq l \leq k\}$$

$$W_3(i, j) = \{x(i + l, j) | -k \leq l \leq k\}$$

$$W_4(i, j) = \{x(i - l, j + l) | -k \leq l \leq k\}$$



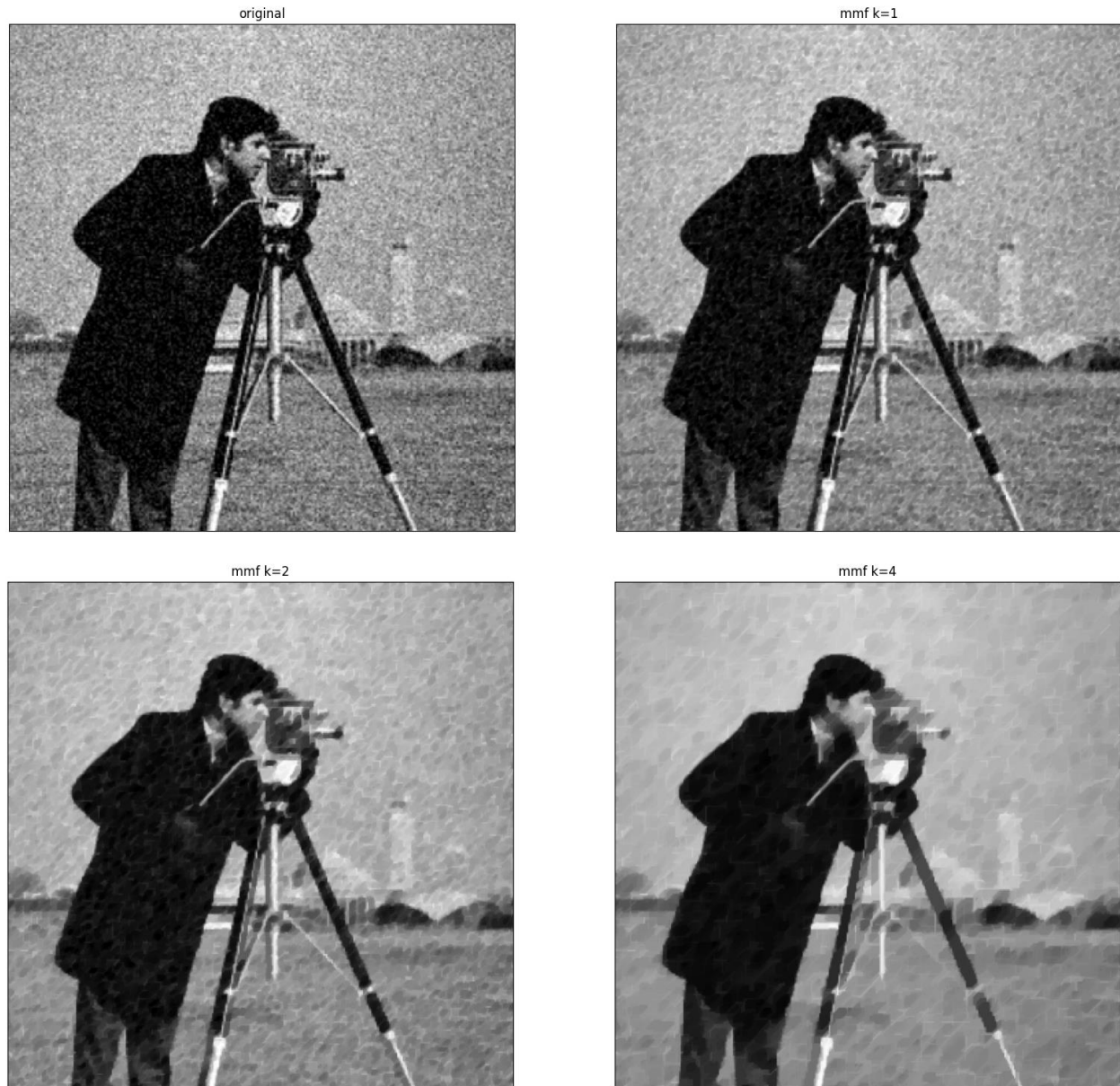
Hình 2: Minh họa việc lấy các dãy pixel trong cửa sổ theo 4 hướng

- Sau đó lấy giá trị trung vị của 4 dãy trên, chọn giá trị lớn nhất làm đầu ra  $y(i, j)$ :

$$z_h = \text{median}(W_h(i, j)), h = 1, 2, 3, 4$$

$$y(i, j) = \max(z_1, z_2, z_3, z_4)$$

- Kết quả sau khi dùng phép lọc max/median:



*Hình 3: Kết quả của phép lọc max/median*

- Với ảnh gốc bị nhiễu Gaussian, bộ lọc max/median cho kết quả khả quan nhất với  $k=2$  (cửa sổ  $5 \times 5$ ) trong khi với  $k=1$  (cửa sổ  $3 \times 3$ ) gần như không có sự thay đổi gì và  $k=4$  (cửa sổ  $9 \times 9$ ) lại cho ra ảnh khá mờ.

### 3. Generalized max/median filtering

- Tác giả bài báo đã đề xuất bộ lọc max/median tổng quát hơn dựa trên bộ lọc max/median được đề cập trước đó
- Giống với max/median thông thường, ta vẫn lấy 4 dãy pixel theo 4 hướng khác nhau trên cửa sổ  $W$  nhưng lần này không bao gồm  $x(i, j)$  nữa

$$W'_1(i, j) = \{x(i, j + l) \mid -k \leq l \leq k, l \neq 0\}$$

$$W'_2(i, j) = \{x(i + l, j + l) \mid -k \leq l \leq k, l \neq 0\}$$

$$W'_3(i, j) = \{x(i + l, j) \mid -k \leq l \leq k, l \neq 0\}$$

$$W'_4(i, j) = \{x(i - l, j + l) \mid -k \leq l \leq k, l \neq 0\}$$

- Sắp xếp lại các phần tử của 4 dãy trên theo thứ tự tăng dần, ta sẽ thu được 4 dãy có dạng như sau:

$$x_1^1(i, j) \leq x_2^1(i, j) \leq \dots \leq x_{2k}^1(i, j)$$

$$x_1^2(i, j) \leq x_2^2(i, j) \leq \dots \leq x_{2k}^2(i, j)$$

$$x_1^3(i, j) \leq x_2^3(i, j) \leq \dots \leq x_{2k}^3(i, j)$$

$$x_1^4(i, j) \leq x_2^4(i, j) \leq \dots \leq x_{2k}^4(i, j)$$

*Chú thích: Chỉ số ở phía trên (superscript) không phải là lũy thừa*

- Bộ lọc max/median tổng quát này có một chỉ số  $r \in [1, k]$ , chỉ số này sẽ quyết định đến việc chúng ta chọn ra các phần tử ở thứ hạng  $r, 2k - r + 1$  trong 4 dãy tăng dần kia. Với mỗi thứ hạng ta chọn giá trị lớn nhất trong 4 số và thu được 2 số là  $S_1(i, j)$  và  $S_2(i, j)$ . Cuối cùng lấy trung vị của 3 số  $x(i, j), S_1(i, j), S_2(i, j)$  làm đầu ra của bộ lọc max/median tổng quát, cụ thể:

$$S_1(i, j) = \max\{x_r^h(i, j), h = 1, 2, 3, 4\}$$

$$S_2(i, j) = \max\{x_{2k-r+1}^h(i, j), h = 1, 2, 3, 4\}$$

$$y(i, j) = \text{median}(x(i, j), S_1(i, j), S_2(i, j))$$

- Có  $k$  giá trị có thể xảy ra của  $r$  nên sẽ có  $k$  kết quả khác nhau tùy thuộc vào giá trị của  $r$

Original



MMF  $k = 2$



general  $r=1$



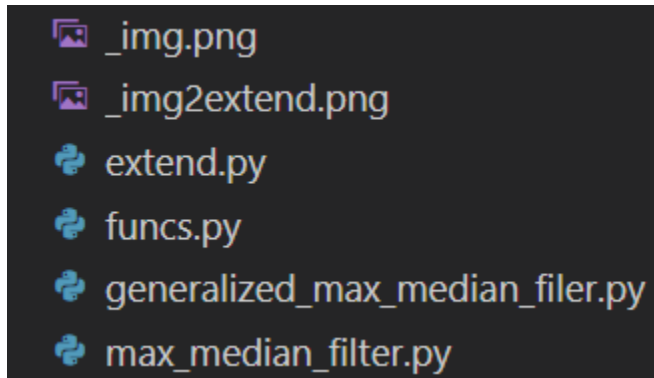
general  $r=2$



*Hình 4: Kết quả của phép lọc max/median tổng quát*

- Ta thấy với  $r = k$  thì bộ lọc max/median tổng quát cho ra kết quả giống như bộ lọc max/median thông thường với cùng giá trị  $k$ .

## 4. Thực hành lọc ảnh bằng python



- Trong các file được đính kèm:

+ File funcs.py chứa tất cả các hàm cần thiết. Các file khác sẽ import từ file này.

+ File extend.py thực hiện việc kéo dài bức ảnh về phía các cạnh, dùng để demo cho bài báo cáo này cũng như phục vụ cho việc xử lý các pixel ở gần biên khi áp dụng các bộ lọc max/median. Để minh họa việc kéo dài ảnh chỉ cần chạy lệnh:

```
python extend.py
```

+ File max\_median\_filter.py tiến hành lọc ảnh theo bộ lọc max/median thông thường. Để xem kết quả của phép lọc max/median thường chỉ cần chạy lệnh:

```
python max_median_filter.py
```

+ File generalized\_max\_median\_filter.py tiến hành lọc ảnh theo bộ lọc max/median tổng quát. Để xem kết quả của phép lọc max/median tổng quát chỉ cần chạy lệnh:

```
python generalized_max_median_filter.py
```



## **Tài liệu tham khảo**

- [1] GONZALO R. ARCE and MICHAEL P McLOUGHLIN “Theoretical Analysis of the Max/Median Filter”, 1987
- [2] YUAN ZOU and WILLIAM T.M. DUNSMU “Generalized Max/Median Filtering”, 1997