

# Xử lý ảnh - Khôi phục ảnh Khử nhiễu

Đỗ Thanh Hà

Bộ môn Tin học  
Khoa Toán - Cơ - Tin học  
Trường Đại học Khoa học Tự nhiên

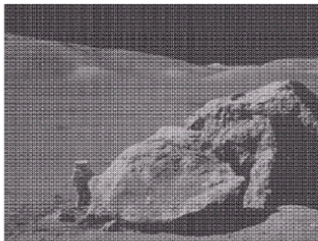
Nghiên cứu các kĩ thuật khôi phục ảnh sử dụng trong giảm nhiễu

- Khôi phục ảnh là gì?
- Nhiễu và Ảnh
- Các mô hình nhiễu
- Giảm nhiễu sử dụng bộ lọc miền không gian

# Khôi phục ảnh là gì?

Khôi phục ảnh là cố gắng để phục hồi lại một ảnh đã bị suy thoái (*degraded*)

- Xác định quá trình suy thoái và cố gắng để đảo ngược nó



Các nguồn nhiễu trong ảnh số tăng trong quá trình số hoá và quá trình truyền hình ảnh

- Các bộ cảm biến ảnh có thể bị ảnh hưởng bởi các điều kiện xung quanh
- Nhiễu có thể được thêm vào ảnh do ảnh hưởng của quá trình truyền hình ảnh

- Ta có thể coi ảnh nhiễu được mô hình như sau:

$$\mathbf{J}(r, c) = \mathbf{I}(r, c) + \eta(r, c)$$

Trong đó  $\mathbf{I}$  là ảnh ban đầu,  $\eta$  là nhiễu và  $\mathbf{J}$  là ảnh nhiễu

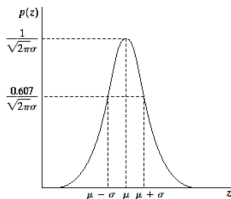
- Việc ước lượng thành công mô hình nhiễu sẽ cho phép xác định được phương pháp tương ứng để khôi phục ảnh

# Mô hình nhiễu (tiếp)

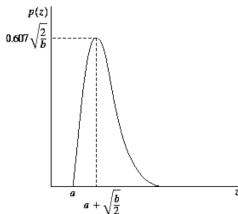
Có rất nhiều mô hình nhiễu  $\eta(r, c)$  khác nhau:

- Gaussian
  - Mô hình thường được sử dụng
- Rayleigh
- Erlang (Gamma)
- Exponential
- Uniform
- Impulse
  - Salt and Pepper noise

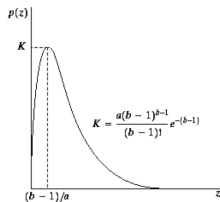
# Mô hình nhiễu (tiếp)



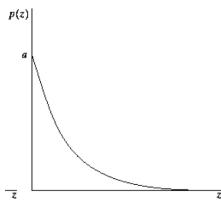
Gaussian



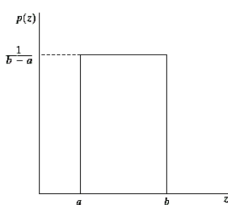
Rayleigh



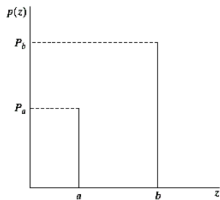
Erlang



Exponential



Uniform



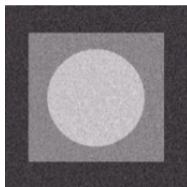
Impulse

# Ví dụ về nhiễu

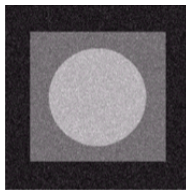
I và  $h_I$



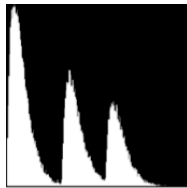
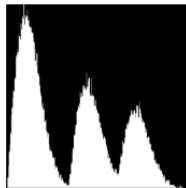
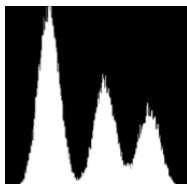
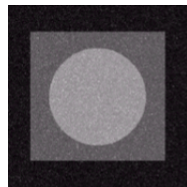
Gaussian



Rayleigh



Erlang





# Lọc để giảm nhiễu

- Các bộ lọc không gian khác nhau có thể được sử dụng để khử/giảm nhiễu trên ảnh
- Bộ lọc trung bình số học (*arithmetic mean*) là bộ lọc đơn giản đầu tiên được xác định như sau

$$\mathbf{K}(r, c) = \frac{1}{m \times n} \sum_{(s,t) \in S_{rc}} \mathbf{J}(s, t)$$

Bộ lọc này được thực hiện như là bộ lọc đơn giản:

$$\frac{1}{9} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

# Các bộ lọc trung bình khác

Một số bộ lọc trung bình khác:

- Geometric Mean
- Harmonic Mean
- Contraharmonic Mean

$$\mathbf{K}(r, c) = \left[ \prod_{(s,t) \in S_{rc}} \mathbf{J}(s, t) \right]^{\frac{1}{m \times n}}$$

Đạt được độ smoothing như bộ lọc trung bình số học, nhưng ít làm mất đi các chi tiết của ảnh

$$\mathbf{K}(r, c) = \frac{m \times n}{\sum_{(s,t) \in S_{rc}} \frac{1}{\mathbf{J}(s,t)}}$$

- Có thể khử nhiễu tốt với nhiễu salt, nhưng không tốt với nhiễu pepper
- Có thể khử tốt các loại nhiễu khác như nhiễu Gaussian

$$\mathbf{K}(r, c) = \frac{\sum_{(s,t) \in S_{rc}} [\mathbf{J}(s, t)]^{Q+1}}{\sum_{(s,t) \in S_{rc}} [\mathbf{J}(s, t)]^Q}$$

- Q là *order* của bộ lọc
- Q dương thì khử nhiễu pepper
- Q âm thì khử nhiễu salt
- Không thể khử cả hai nhiễu cùng một lúc

# Khử nhiễu - Ví dụ

Original image

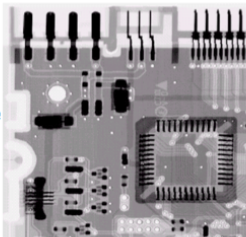
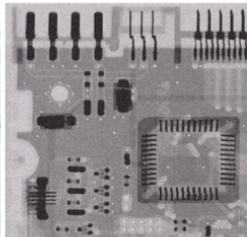
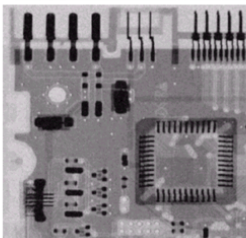


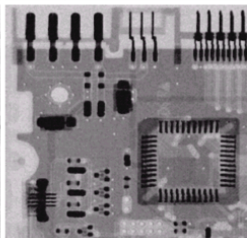
Image corrupted by Gaussian noise



3x3  
Arithmetic  
Mean Filter

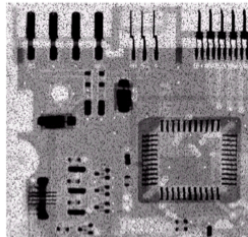


3x3  
Geometric  
Mean Filter  
(less blurring  
than AMF, the  
image is  
sharper)



# Khử nhiễu - Ví dụ

Image corrupted by  
pepper noise at 0.1



Filtering with a 3x3  
Contra-harmonic Filter  
with  $Q=1.5$

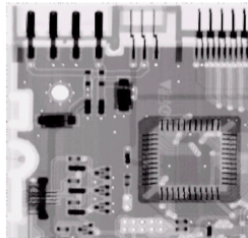
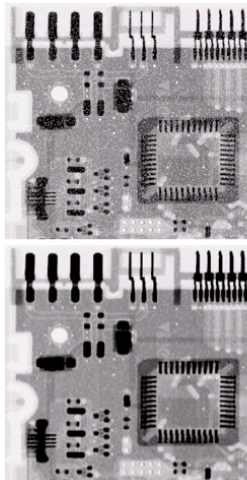


Image corrupted by  
salt noise at 0.1

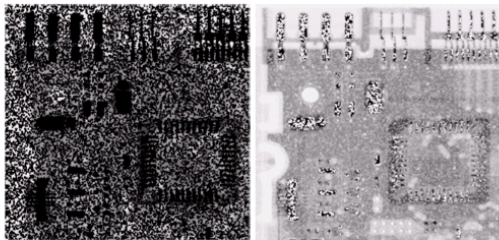
Filtering with a 3x3  
Contraharmonic Filter  
with  $Q=-1.5$





# Khử nhiễu - Ví dụ

Lựa chọn sai giá trị của  $Q$  khi sử dụng bộ lọc contraharmonic có thể dẫn đến kết quả không tốt



Pepper noise filtered by  
a 3x3 CF with  $Q=-1.5$

Salt noise filtered by a  
3x3 CF with  $Q=1.5$

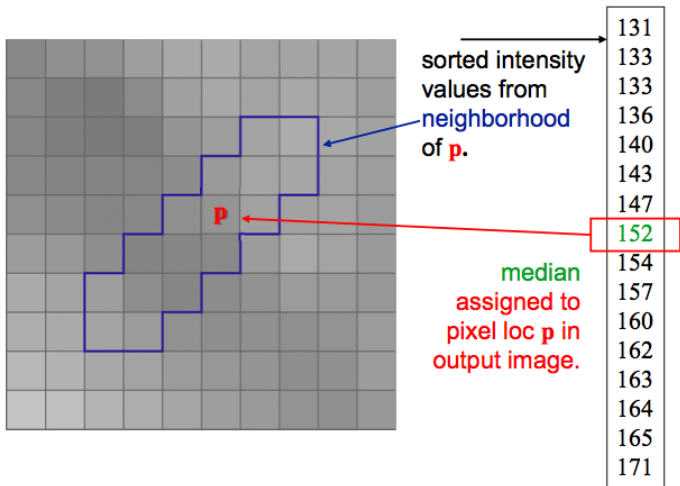
Một số bộ lọc không gian bao gồm:

- Median Filter
- Max and Min Filter
- Midpoint Filter
- Alpha trimmed mean filter

$$\mathbf{K}(r, c) = \text{median}_{(s,t) \in S_{rc}} \{ \mathbf{J}(s, t) \}$$

- Việc khử nhiễu không có các ảnh hưởng smoothing
- Đặc biệt có thể khử nhiễu tốt với kiểu nhiễu salt và pepper

# Median Filter - Minh hoạ



- Max Filter

$$K(r, c) = \max_{(s,t) \in S_{rc}} \{J(s, t)\}$$

- Min Filter

$$K(r, c) = \min_{(s,t) \in S_{rc}} \{J(s, t)\}$$

- Max Filter tốt với nhiễu pepper và Min Filter thì tốt với nhiễu salt

$$\mathbf{K}(r, c) = \frac{1}{2} \left[ \max_{(s,t) \in S_{rc}} \{\mathbf{J}(s, t)\} + \min_{(s,t) \in S_{rc}} \{\mathbf{J}(s, t)\} \right]$$

- Tốt với nhiễu Gaussian và Uniform

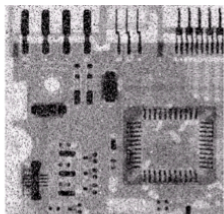
# Alpha-Trimmed Mean Filter

$$\mathbf{K}(r, c) = \frac{1}{mn - d} \sum_{(s,t) \in S_{rc}} \mathbf{J}_r(s, t)$$

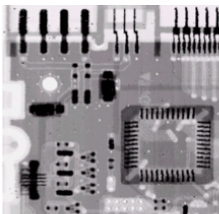
- Ta có thể bỏ đi  $d/2$  mức xám thấp nhất và  $d/2$  mức xám cao nhất
- $\mathbf{I}_r(s, t)$  biểu diễn  $mn - d$  pixels còn lại

# Khử nhiễu - Ví dụ

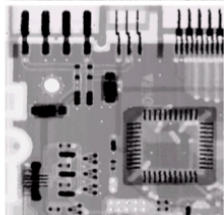
Image  
corrupted  
by Salt And  
Pepper noise  
at 0.2



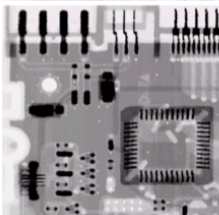
Result of 1  
pass with a  
3x3 Median  
Filter



Result of 2  
passes with  
a 3x3 Median  
Filter



Result of 3  
passes with  
a 3x3 Median  
Filter





# Khử nhiễu - Ví dụ

Image  
corrupted  
by Pepper  
noise

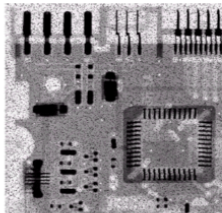
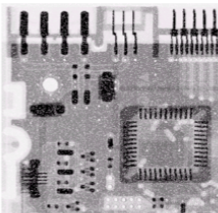
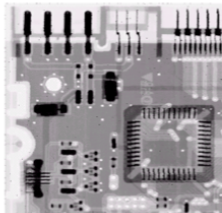


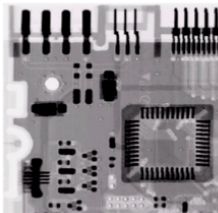
Image  
corrupted  
by Salt  
noise



Filtering  
above  
with a 3x3  
Max Filter



Filtering  
above  
with a 3x3  
Min Filter



# Khử nhiễu - Ví dụ

Image  
corrupted  
by uniform  
noise

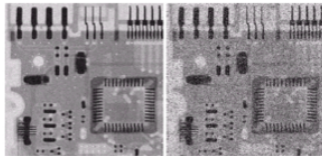
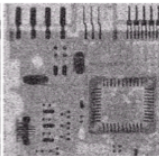
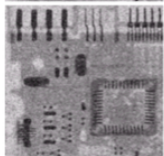


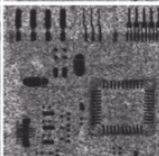
Image further  
corrupted  
by Salt and  
Pepper noise



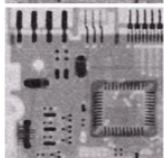
Filtering by a  
5x5 Arithmetic  
Mean Filter



Filtering by a  
5x5 Geometric  
Mean Filter



Filtering by a  
5x5 Median  
Filter



Filtering by a  
5x5 Alpha-Trimmed  
Mean Filter ( $d=5$ )

