

# [과제2] Image restoration

---

2023-04-05 (수)

EunSeong Lee(isak1221@kw.ac.kr)

@ 2023-1 컴퓨터비전

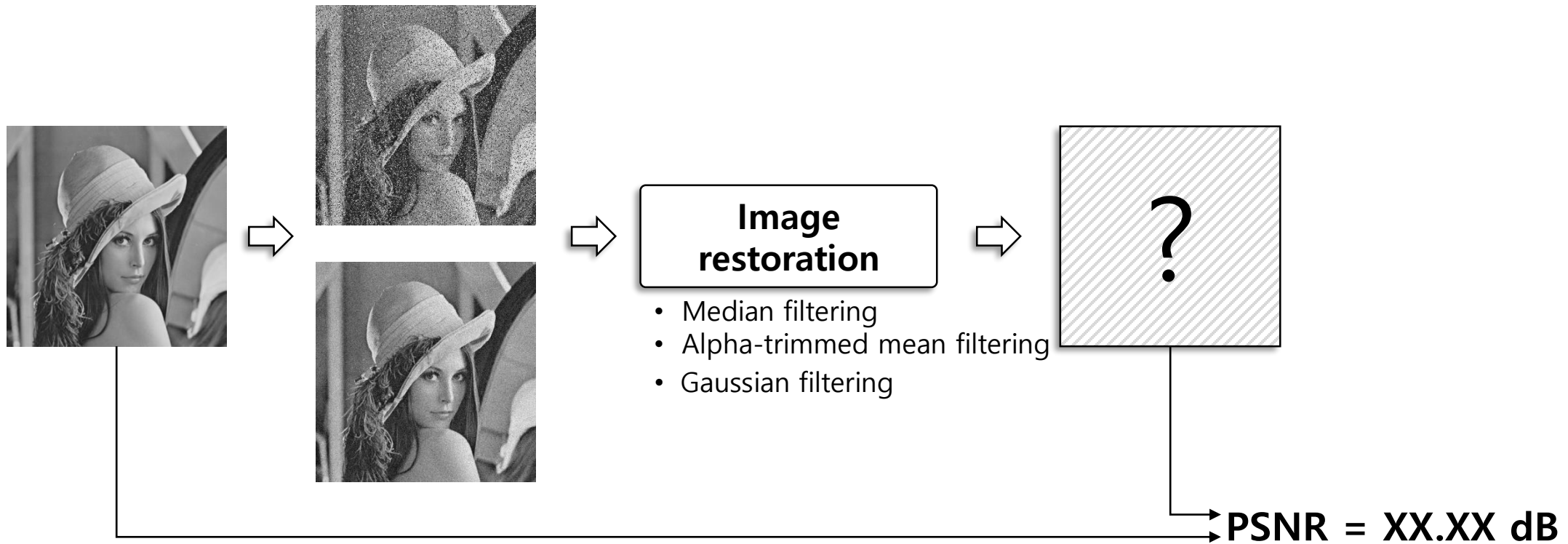
# Contents

---

- 과제 개요
- Noise
  - Additive Gaussian noise
  - Salt & pepper noise
- Image restoration
  - Median filtering
  - Alpha-trimmed mean filtering
- PSNR (Peak signal to noise ratio)
- 과제 상세 설명

# 과제 개요

- 이미지 (Lena)에 1. 잡음 생성 및 2. 생성된 잡음을 제거하기 위한 필터링 수행과 필터의 성능을 검증하기 위해 3. PSNR을 사용하여 잡음의 제거 정도 측정



# NOISE

---

# Noise

## ■ Noise (잡음)란?

- 영상 획득 과정에서 출력 영상의 픽셀 값이 원본과는 다른 픽셀 값으로 변경되는 것

## ■ Noise의 대표적인 종류

### 1. Additive Gaussian noise (normal distribution)

- 가장 일반적인 잡음
- 자연 상태에서 쉽게 볼 수 있는 분포
  - pdf (probability distribution function)

$$p(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{\frac{-(z-\mu)^2}{2\sigma^2}}$$

### 2. Salt & pepper noise

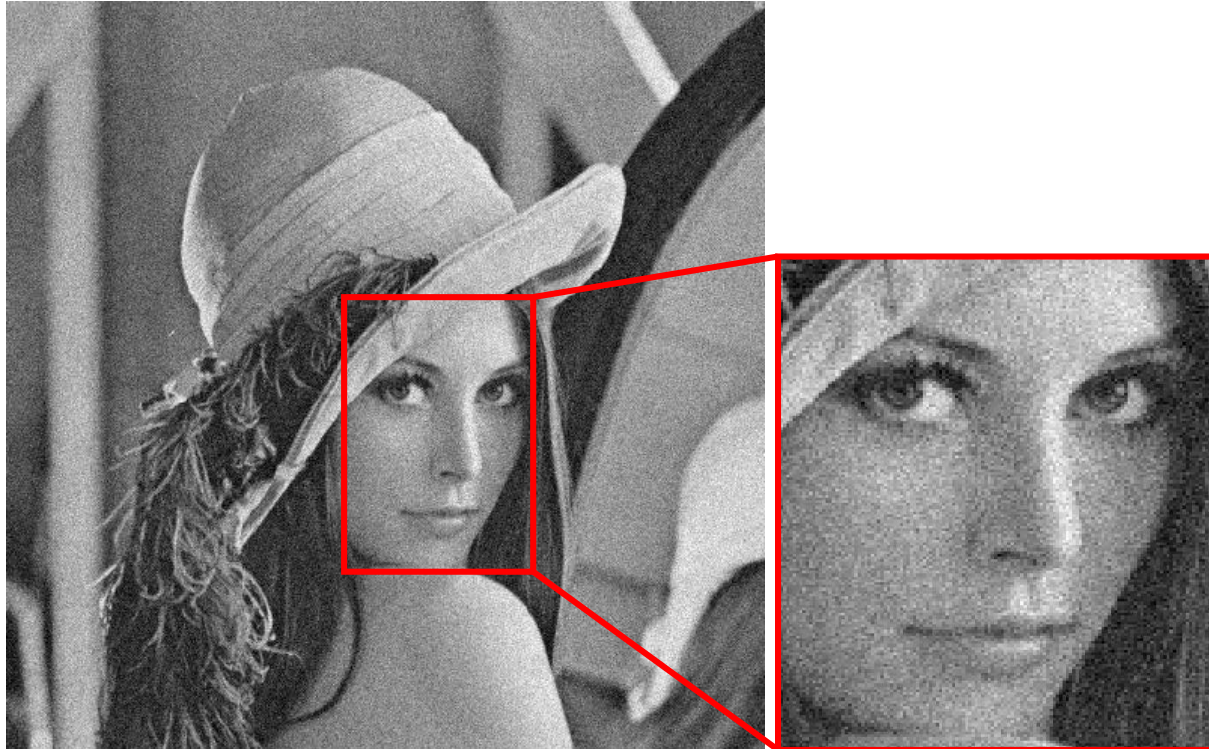
- 무작위적인 희고 검은 점이 나타나는 잡음
  - pdf

$$p(z) = \begin{cases} P_a & z = a \\ P_b & z = b \\ 0 & otherwise \end{cases}$$

# Gaussian noise

---

- Random value noise



# Salt & pepper noise

---

- Random position noise



# IMAGE RESTORATION

---



# 가우시안 필터

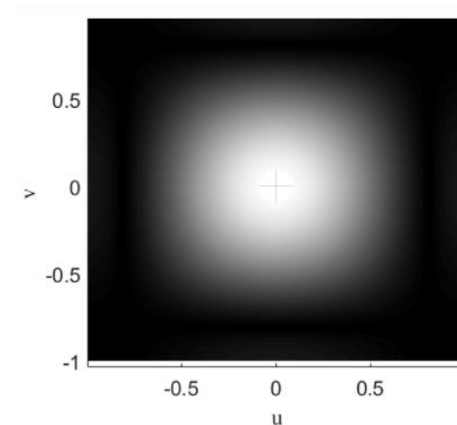
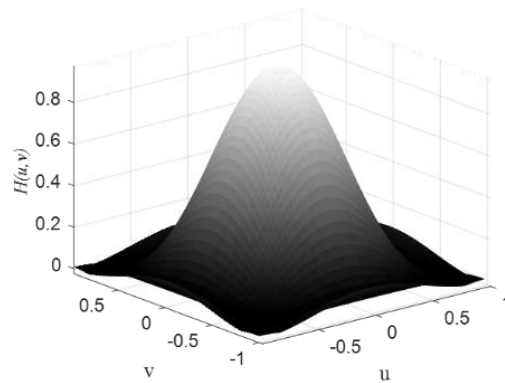
---

- 이상적 저역 필터
  - 공간 영역에서 sinc 형태의 무한 길이의 필터
  - 요구사항
    - 공간 영역 : 필터의 크기 최소화
    - 주파수 영역 : 패스 밴드로 에너지 집중
  
- 가우시안 필터
  - 이상적 저역 필터의 두 요구사항을 최적화하여 유도

# 가우시안 필터

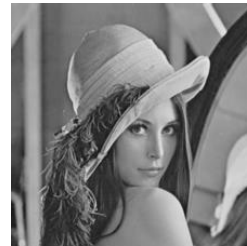
- 공간 및 주파수 도메인에서 에너지 곱을 최대화
  - 공간 도메인의 분산과 주파수 평면의 패스 밴드 폭 반비례
  - 고주파 잡음 제거

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} \exp \frac{-(x^2+y^2)}{2\sigma^2}$$



# 가우시안 필터

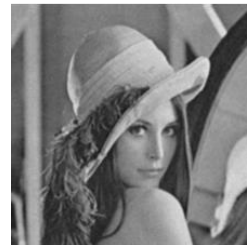
- 잡음 포함된 영상에 가우시안 필터 적용 예



(a) 원본 영상



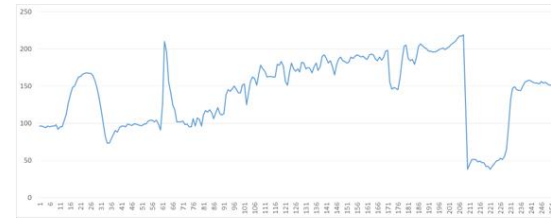
(b) 가우시안 잡음에 의해 열화된 영상



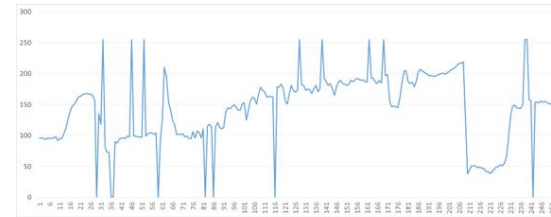
(c) 가중평균 필터가 적용된 영상

# Median filter

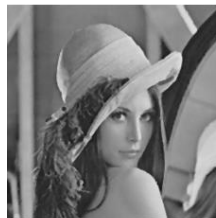
- 윈도우 안의 값을 크기순으로 정렬 후 중간값 이용
  - 다양한 형태의 잡음에 둔감
  - 경계선 형태를 잘 유지



(a) 원본 영상



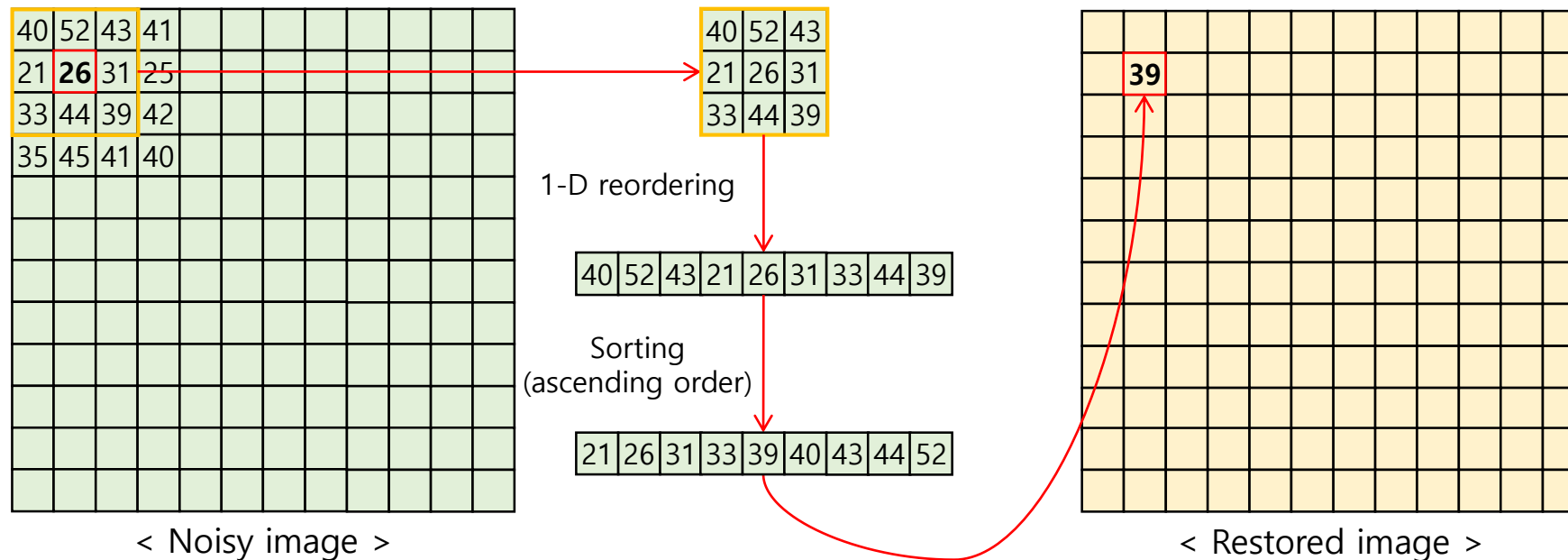
(b) 임펄스 잡음에 의해 열화된 영상



(c) 중간값 필터가 적용된 영상

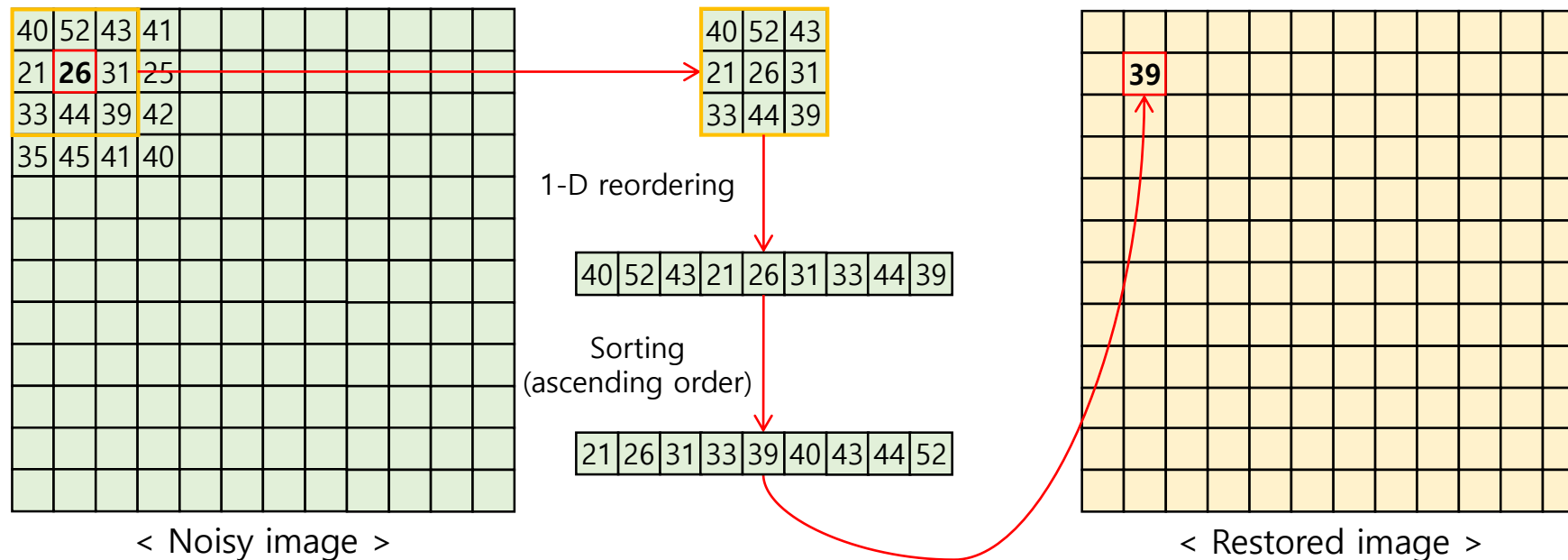
# Median filtering

- Ex. 3x3 filtering



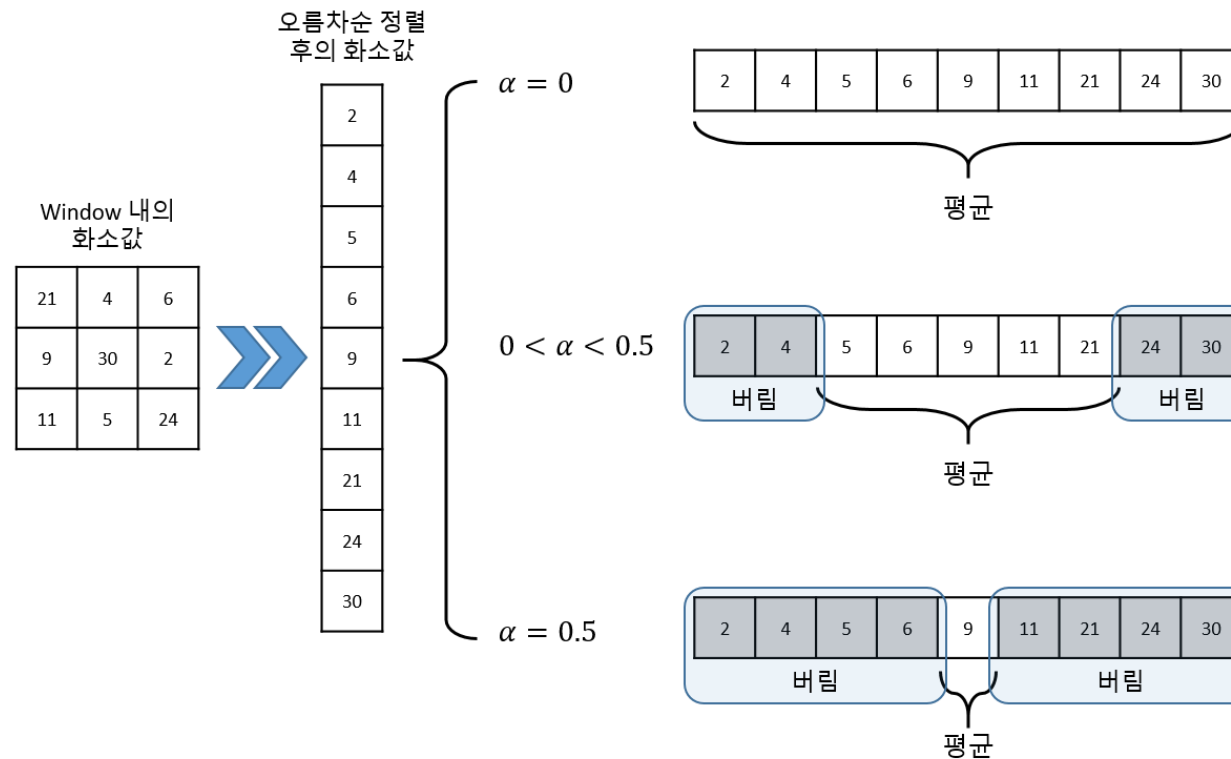
# Median filtering

- Ex. 3x3 filtering



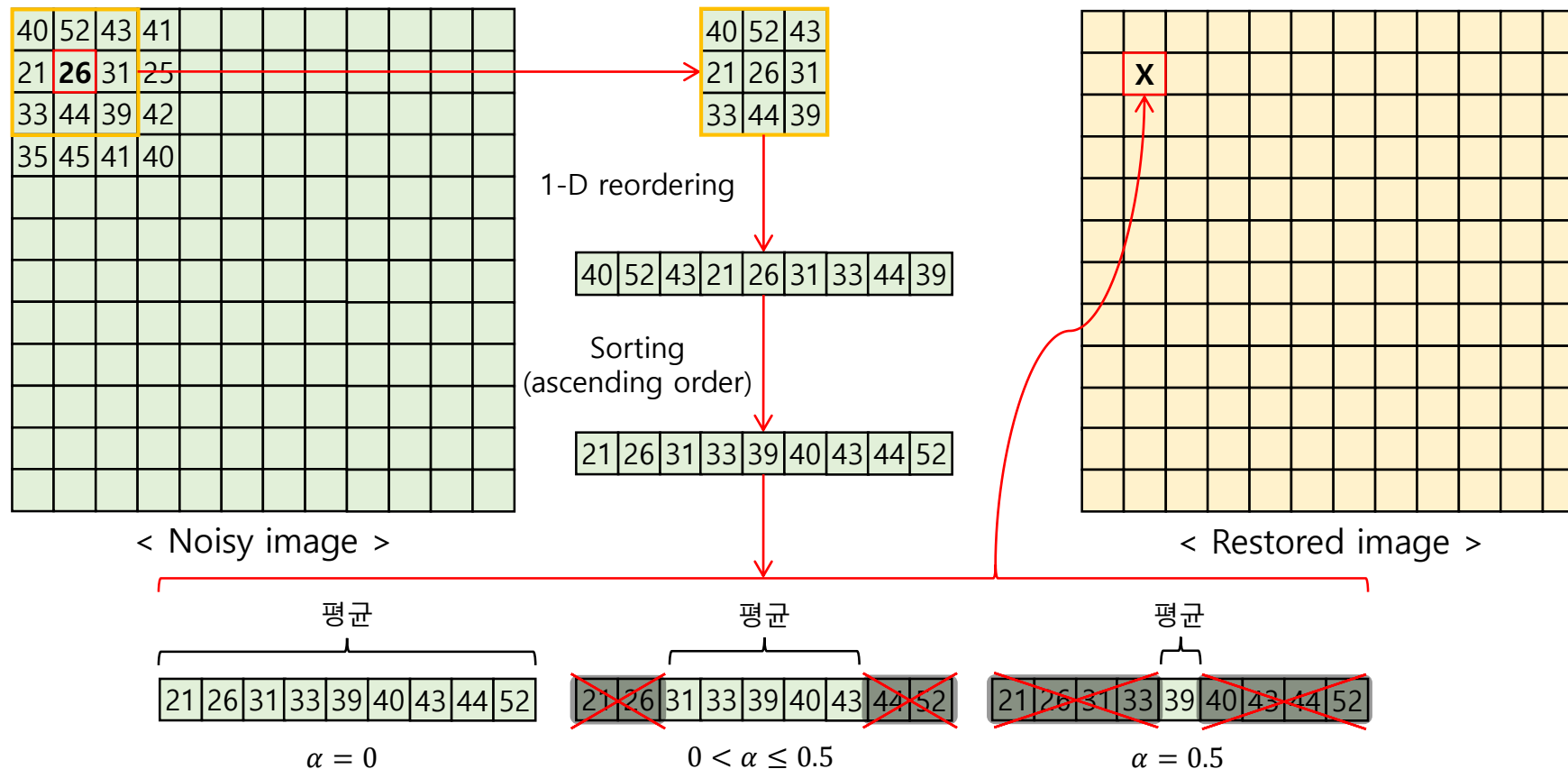
# Alpha trimmed algorithm

- 중간값 주변의 평균을 사용



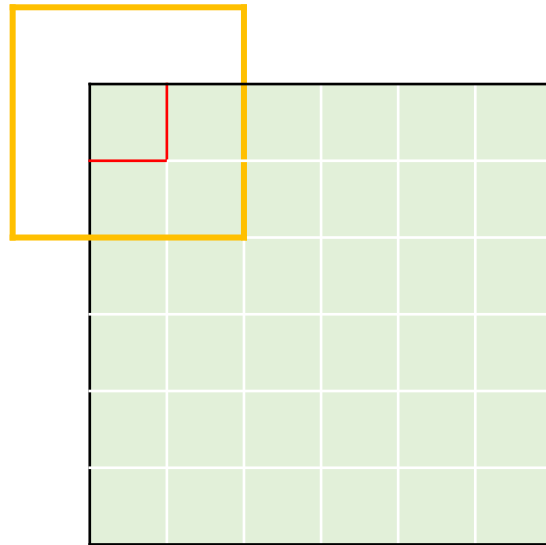
# Alpha-trimmed mean filtering

- Ex. 3x3 filtering
  - The number of trimmed elements:  $\lfloor \alpha \times (3 \times 3) \rfloor$

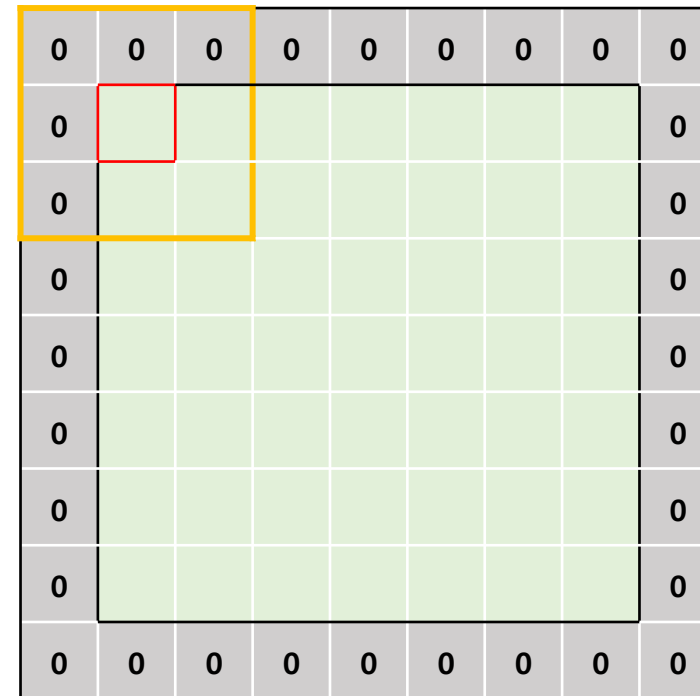




# Padding: Zero padding

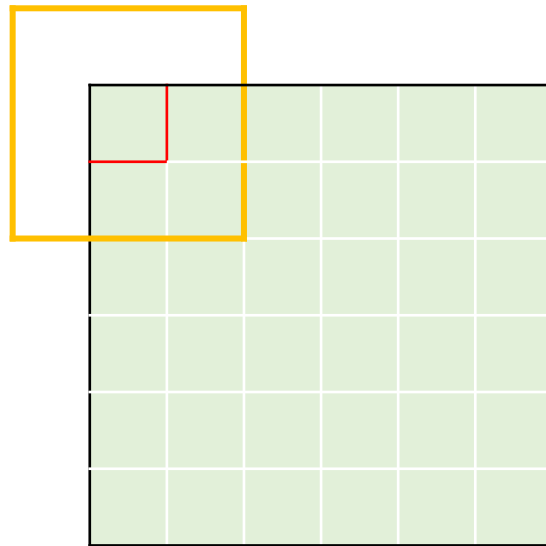


< Noisy image >

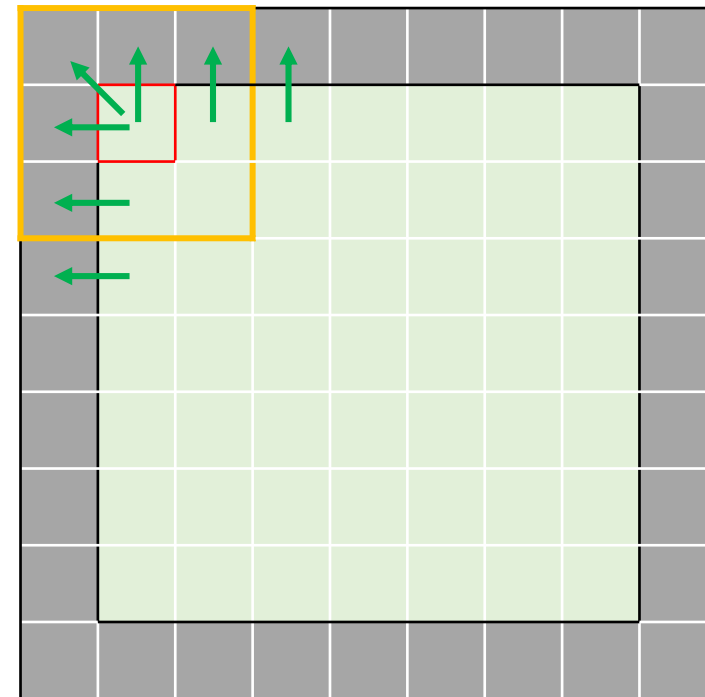


< Noisy & padded image >

# Padding: Copy padding



< Noisy image >



< Noisy & padded image >

# PSNR (Peak signal to noise ratio)

- PSNR이란?
  - 객관적 화질 평가에서 널리 사용되는 화질 척도
  - 최대 신호 대 왜곡 비율을 의미
- 손실이 적을수록 PSNR은 높은 값을 가짐
- MSE (Mean square error)가 0으로 열화가 없는 경우, PSNR은 무한대

$$PSNR = 10 \log_{10} \left( \frac{MAX^2}{MSE} \right)$$

$$MSE = \frac{\sum_{h=0}^{H-1} \sum_{w=0}^{W-1} (I_{ori}(w,h) - I'(w,h))^2}{W \times H}$$

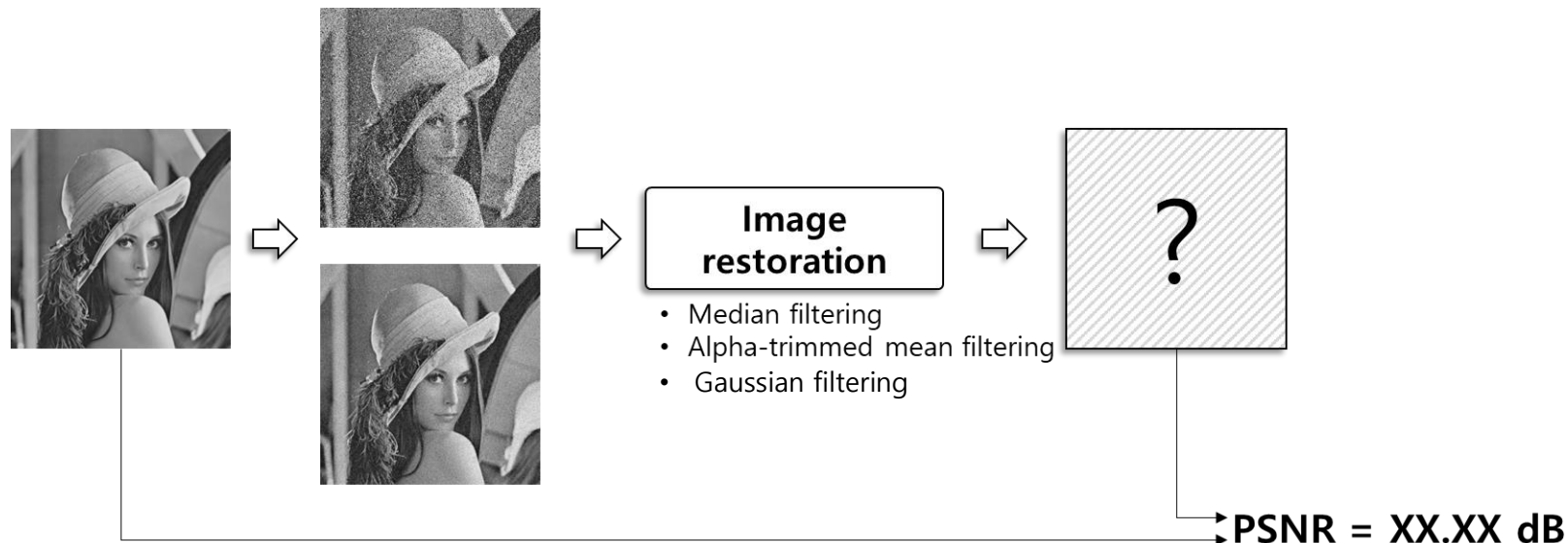
- MAX: 입력 신호의 최댓값 (8비트 심도일 경우, 255)

# 과제 상세 설명

---

# 컴퓨터비전 2차 과제

- 2차 과제 (Noise reduction filtering)
  - 1. 잡음 생성 (Additive Gaussian, Salt & pepper)
  - 2. 생성된 잡음을 제거하기 위한 필터링 수행 (Gaussian, Median, Alpha-trimmed mean filtering)
  - 3. PSNR을 사용하여 잡음의 제거 정도 측정
- 구현 시 주의사항
  - 잡음 생성, 필터링 과정, PSNR 함수 구현 시, OpenCV 함수를 사용하지 않고 직접 구현



# 컴퓨터비전 2차 과제

- 2차 과제 수행 세부 사항
  - 1. ~ 6. 모두 PSNR 측정 후, 비교
    1. **Additive Gaussian noise → Gaussian filtering**
      - Filter size: 3x3, 5x5
      - $\sigma$ 는 잡음을 최소화하는 값으로 수행
    2. **Additive Gaussian noise → Median filtering**
      - Filter size: 3x3, 5x5
    3. **Additive Gaussian noise → Alpha-trimmed mean filtering**
      - Filter size: 3x3
        - Alpha: {0.2, 0.4}
      - Filter size: 5x5
        - Alpha: {0.1, 0.4}
    4. **Salt & pepper noise → Gaussian filtering**
      - Filter size: 3x3, 5x5
      - $\sigma$ 는 잡음을 최소화하는 값으로 수행
    5. **Salt & pepper noise → Median filtering**
      - Filter size: 3x3, 5x5
    6. **Salt & pepper noise → Alpha-trimmed mean filtering**
      - Filter size: 3x3
        - Alpha: {0.2, 0.4}
      - Filter size: 5x5
        - Alpha: {0.1, 0.4}

# 구현 시 필수 고려 사항

---

- Visual studio 2017 버전 이상을 사용하여 C 언어로 구현
- 각 과정에서 생성된 이미지를 raw 파일로 저장하여 확인 후, 보고서에 첨부
- 잡음 생성 시, 고려 사항
  - Additive Gaussian noise: (mean = 0, std = 10)인 분포인 잡음 추가
  - Salt & pepper noise: 영상 크기의 30%, 임의 위치에 salt 또는 pepper 잡음 추가
- PSNR은 소수점 넷째 자리 까지 출력

# 과제 제출

---

- 입력 이미지 (raw file) 및 과제 설명 파일
  - <https://www.ipsl.kw.ac.kr/> → Course → 컴퓨터비전 게시판에서 다운로드
- 제출물
  - 코드
    - 과제 수행 시, 사용한 .c 파일
    - 코드에 주석 작성
  - 보고서
    - 과제 개요, 과제 수행 방법, 결과 분석, 고찰
- 제출처
  - Klas 과제 제출 시스템 제출란
- 마감일
  - 2023년 4월 26일 (수요일) 23:59:59



# END OF PRESENTATION

---

Q&A