

차량비전시스템

Assignment 3

학번	5533082
전공	컴퓨터공학전공
이름	최승환

1. 잡음 제거

1.1 소금-후추 잡음과 가우시안 잡음

salt-pepper noise



gaussian noise



소금과 후추 잡음은 영상의 중간 중간에 검거나 흰 픽셀이 나타나는 잡음이다. 이 잡음은 위 사진에서 볼 수 있듯이 잡음의 픽셀의 밝기 값이 주변 값과 차이가 크다. 전체적인 화질 저하의 잡음이 아니기 때문에 잡음 픽셀 주위의 픽셀의 밝기 값을 이용한다면 잡음 제거 효과를 볼 수 있을 것 같다.

가우시안 잡음은 잡음의 확률 분포가 가우시안 분포를 따른다. 소금과 후추 잡음과 달리 갑자기 튀는 잡음이 아니고 계속 같은 레벨의 잡음도 아니다. 어느 정도 랜덤하면서 자연계에서 쉽게 볼 수 있는 분포를 가진다. 이 잡음은 신호를 증폭시키는 과정에서 발생하고 잡음의 크기가 클 수 있어서 화질에 많은 영향을 미칠 수 있다. 영상의 지글거림도 가우스 잡음의 영향이 크다.

잡음을 제거하는 여러 가지 기법이 있다. 평균값 필터, 가우시안 필터, 중간값 필터가 사용되고 있는데, 각 필터들은 이미지마다 서로 다른 효과를 가지고 있기 때문에 각각의 장단점이 확실하다. 그렇기 때문에 이미지의 잡음의 정도를 보고 올바른 필터를 사용하는 것이 중요하다.

1.2 평균값 필터: cv2.blur(img, ksize)

평균값 필터는 주변 픽셀들의 밝기 값을 평균으로 대체하여 영상을 스무딩 시키는 방법으로 잡음을 감소시킨다. 이 필터는 노이즈를 감소시키는 효과가 있지만 커널 사이즈에 따라 이미지의 선명도를 낮출 수 있기 때문에 선명도를 보존을 위해 커널 사이즈를 잘 설정해야 한다. 아래 그림은 1x1에서 9x9까지의 커널 사이즈를 평균값 필터에 적용하여 생성된 결과 사진들을 모은 것이다.



위 소금과 후추 잡음 제거 결과 사진을 보면 커널 사이즈가 증가함에 따라 노이즈 감소 효과는 확실히 있다. 하지만 이미지의 선명도가 커널 사이즈가 커질수록 좋지 못하다는 것을 볼 수 있다. 그나마 잡음을 줄이면서 이미지 선명도까지 잡은 커널 사이즈는 3x3으로 판단되지만 여전히 잡음의 어두운 부분이 눈에 보이므로 소금과 후추 잡음 이미지는 잡음 제거에 있어 평균값 필터 사용은 적절하지 못하다는 것으로 판단된다.

average: 1x1



average: 2x2



average: 3x3



average: 4x4



average: 5x5



average: 6x6



average: 7x7



average: 8x8



average: 9x9



위 가우시안 잡음 제거 결과 사진을 보면 소금과 후추 잡음의 결과와 비슷하게 커널 사이즈가 증가할 수록 이미지 선명도가 떨어진다. 하지만 잡음의 픽셀들의 경계가 그만큼 무더져서 소금과 후추 잡음 제거 결과 이미지에 비해 좀 더 잡음 제거에 효과적임을 알 수 있다.

1.3 가우시안 필터: cv2.GaussianBlur(img, ksize, sigma)

가우시안 분포를 사용하여 중심 픽셀을 대체하는 방법이다. 가우시안 커널 중심에 가까운 픽셀에 더 높은 가중치를 부여하고 중심으로부터 멀어질수록 가중치가 줄어 들기 때문에 원래의 신호를 잘 유지할 수 있다. 에지 정보를 잘 유지하기 때문에 자연스럽게 스무딩을 적용할 수 있다. 즉, 평균값 필터보다 이미지의 선명도를 보존하는 효과가 있다.

가우시안 커널의 가중치는 표준편차에 따라 결정되는데 그 값이 커질수록 넓고 완만한 모양을, 작을수록 좁고 뾰족한 모양을 보인다. 표준편차에 따라 이미지의 선명도가 달라질 수 있다는 것을 의미하기 때문에 잡음 제거와 선명도 보존의 균형을 유지하면서 잡음을 제거하려면 적절한 커널 크기와 표준편차를 설정해야 한다. 아래 그림은 1x1에서 11x11까지의 커널 사이즈와 표준편차가 1과 3을 가우시안 필터에 적용하여 생성된 결과 사진들을 모은 것이다.

gaussian: 1x1, 1



gaussian: 3x3, 1



gaussian: 5x5, 1



gaussian: 7x7, 1



gaussian: 9x9, 1



gaussian: 11x11, 1



gaussian: 1x1, 3



gaussian: 3x3, 3



gaussian: 5x5, 3



gaussian: 7x7, 3



gaussian: 9x9, 3



gaussian: 11x11, 3



표준편차가 1일 때 이미지 선명도는 평균값 필터와 달리 커널 사이즈가 커져도 변화가 거의 없음을 볼 수 있지만 표준편차가 3일 때, 즉 표준편차가 커질수록 이미지 선명도가 나빠진다는 것을 볼 수 있다. 또한, 표준편차가 1일 때 잡음 제거 효과는 평균값 필터와 마찬가지로 미미하지만 표준편차가 커질수록 잡음 제거 효과를 볼 수 있다. 하지만 앞서 말했듯이 이미지 선명도가 나빠기 때문에 소금과 후추 잡음 이미지에 좋은 잡음 제거 방법은 아닌 것으로 판단된다.

gaussian: 1x1, 1



gaussian: 3x3, 1



gaussian: 5x5, 1



gaussian: 7x7, 1



gaussian: 9x9, 1



gaussian: 11x11, 1



gaussian: 1x1, 3



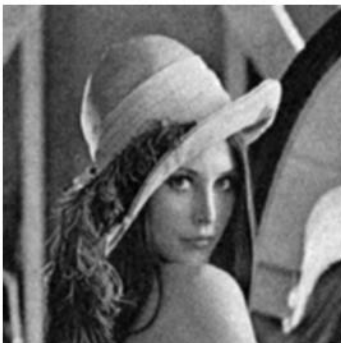
gaussian: 3x3, 3



gaussian: 5x5, 3



gaussian: 7x7, 3



gaussian: 9x9, 3



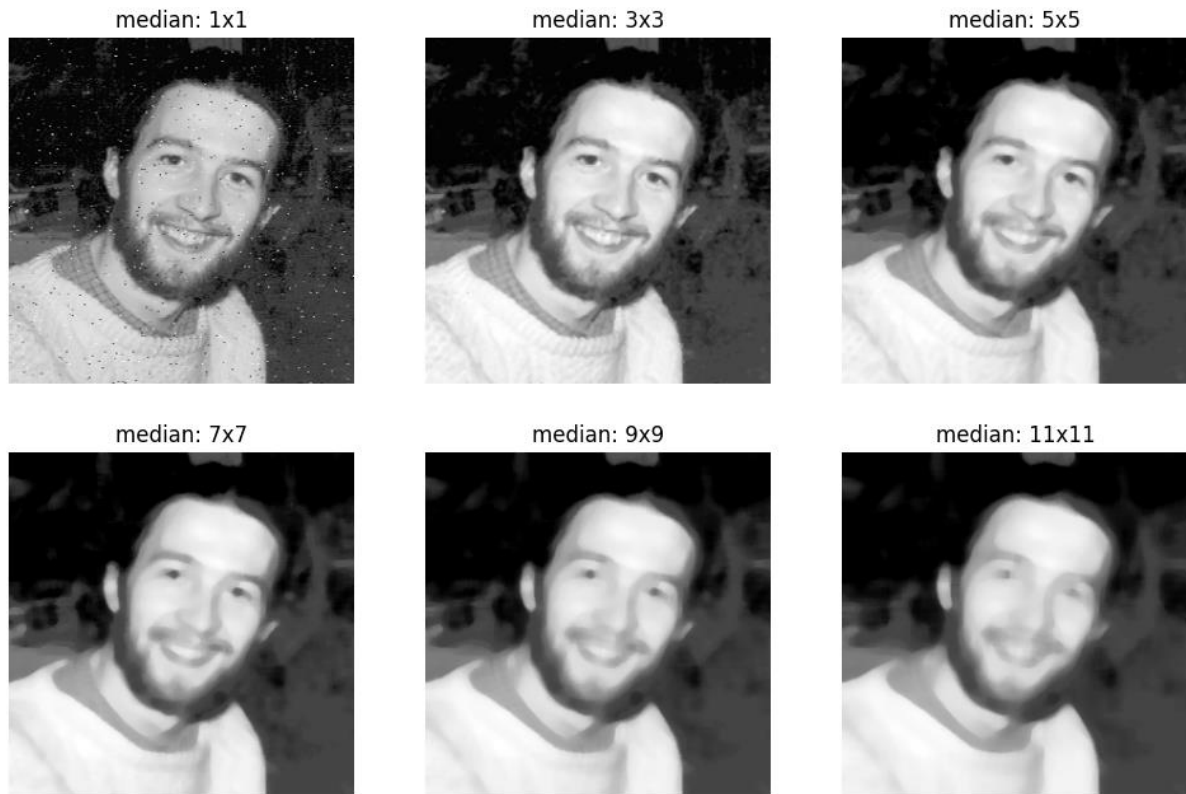
gaussian: 11x11, 3



가우시안 잡음의 분포가 가우시안 커널의 분포와 비슷하기 때문에 잡음 제거에 도움이 될 것으로 판단했지만 3x3 커널 사이즈 이상부터는 별 다른 차이를 못 느꼈다. 그렇지만 평균값 필터와 달리 커널 사이즈가 커져도 이미지 선명도를 지킬 수 있다는 점에서 영상처리 성능 면에서 컨볼루션 계산 시간을 아낄 수 있다고 판단된다.

1.4 중간값 필터: `cv2.medianBlur(img, ksize)`

중간값 필터는 주변 픽셀들을 밝기 값을 기준으로 정렬하여 중간에 위치한 값으로 대체하는 방법이다. 평균값 필터처럼 기존에 있는 주변 픽셀의 밝기 값을 그대로 이용하기 때문에 이미지 선명도를 유지할 수 있다. 하지만 커널 사이즈가 증가할수록 선명도는 떨어지기 때문에 사이즈 조절을 잘 해야 한다. 아래 그림은 1x1에서 11x11까지의 커널 사이즈를 중간값 필터에 적용하여 생성된 결과 사진들을 모은 것이다.



소금과 후추 잡음의 경우 하나의 픽셀이 주변 픽셀보다 많이 차이 나기 때문에 픽셀의 밝기 값을 정렬했을 때 잡음 픽셀이 중간 값으로 채택되는 확률이 적다. 그래서 잡음 픽셀을 포함하여 계산하는 평균값 필터와 달리 뛰어난 잡음제거 효과를 볼 수 있다. 하지만 평균값 필터와 같이 커널 사이즈가 클수록 선명도가 낮아지는 것을 볼 수 있다.



가우시안 잡음의 경우에는 잡음이 국소적이지 않고 영상 전반적으로 랜덤하게 나타나는 잡음이기 때문에 오히려 잡음이 중간값으로 채택되는 현상이 발생할 수 있다. 그래서 이 필터로 잡음 제거가 사실상 불가능에 가깝다.

1.5 정리



소금과 후추 잡음에 있어 가장 효과적인 필터는 중간값 필터였다. 소금과 후추 잡음의 잡음 픽셀의 밝기 값이 주위 픽셀보다 확연히 차이가 나기 때문이다.



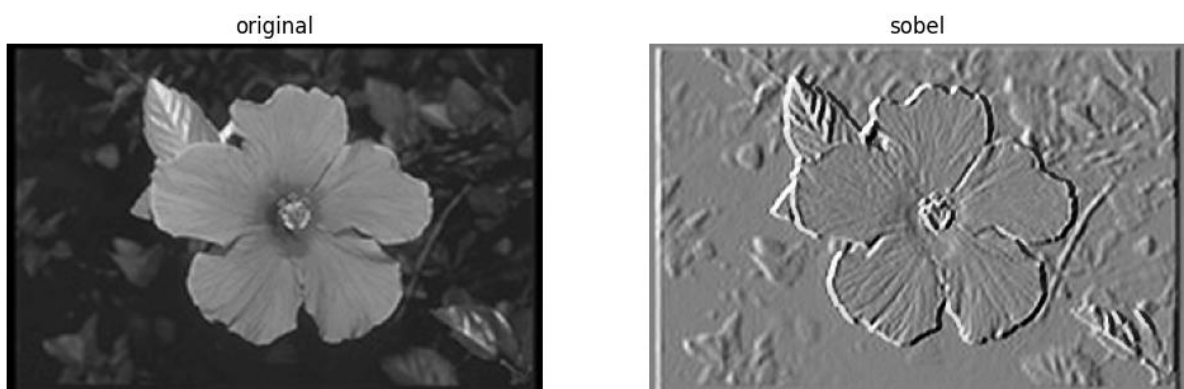
가우시안 잡음에 있어 가장 효과적이었던 필터는 평균값 필터와 가우시안 필터였다. 평균값 필터와 가우시안 필터는 잡음이 조금 줄어들기라도 하는 미미한 차이가 있었지만 중간값 필터의 경우엔 잡음 제거 효과를 거의 보지 못했기 때문이다.

2. 에지 검출

영상 속 객체와 배경의 경계, 객체와 다른 객체의 경계에서 에지가 발생한다. 영상처리에서 에지는 어두운 영역에서 갑자기 밝아지거나 또는 반대로 밝은 영역에서 급격하게 어두워지는 부분. 즉, 픽셀 값이 급격하게 바뀌는 부분을 에지라고 한다. 에지 검출은 픽셀 변화율을 측정하여 변화율이 큰 픽셀을 선택하는데, 이때 변화율은 미분을 통해 구해진다. 에지를 구하는 가장 일반적으로 사용되는 알고리즘은 Sobel, Prewitt, Canny, Roberts 가 있다.

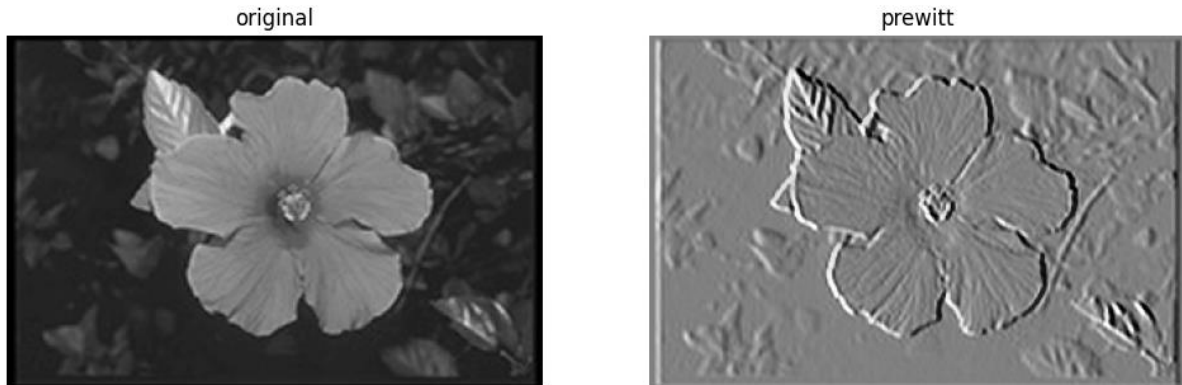
2.1 Sobel

Sobel 마스크는 모든 방향의 에지를 추출한다. 돌출한 화소값을 비교적 평균화하기 때문에 잡음에 강하다. 커널 사이즈가 커질수록 에지는 두꺼워지고 선명해진다. 반면에 명암값의 변화 구간이 촘촘하거나 복잡한 영상일 경우 효과가 낮다.



2.2 Prewitt

Prewitt 마스크는 Sobel과 거의 같은 결과값을 가진다. 커널을 정의하는 부분에서 변화에 대한 비중을 적게 주었기 때문에 Sobel 보다는 대체로 옅은 에지가 검출된다. 하지만 응답시간이 보다 빠르다는 장점을 가진다.



2.3 Roberts cross

Roberts 마스크는 Sobel과 Prewitt 마스크에 비해 매우 빠른 계산 속도를 자랑한다. 또한 에지를 확실하게 추출할 수 있다. 하지만 Sobel과 Prewitt 마스크에 비해 에지가 훨씬 가늘며, 마스크가 매우 작아 돌출한 화소 값을 평균화할 수 없는 관계로 잡음에 매우 민감하다.



2.4 Canny

Canny 에지 검출기는 잡음으로 인해 잘못된 에지를 계산하는 것을 방지하기 위해 개발된 알고리즘이다. 다른 에지 검출기들 보다 우월하고, 에지를 가장 잘 찾아내면서 원래 영상의 회색물질과 관련된 모든 에지들을 제거할 수 있는 유일한 방법이기도 하다. Canny 에지 검출기가 가장 먼저 하는 일은 가우시안 커널을 이용한 잡음 제거이다. 그리고 잡음이 최소화된 상태에서 Sobel/Prewitt/Roberts 마스크를 함께 에지를 검출한다.

