

# Introduction to Computer Vision: Assignment 2

편경찬

<sup>1</sup>Student ID: 201824607. <sup>2</sup>Computer Science Engineering. <sup>3</sup>Pusan National University.

## 1 Task 1: Laplacian of Gaussian Filter

### 1.1 If LoG filter can detect edges



Figure 1: LoG1



Figure 2: LoG2

LoG1은 작은 크기라서 세밀한 텍스처나 노이즈를 감지 할 수 있다. LoG2는 더 큰 크기라 더 부드러운 엣지 및 저주파 성분 감지가 가능하다. LoG 필터는 주로 엣지를 감지하지만, 노이즈나 텍스처도 강조될 수 있다. 시각적 비교 상 LoG2는가 더 부드러운 엣지와 큰 스케일의 구조를 잡아냄을 확인할 수 있다. 엣지 검출 외에 음수 영역이 있는 LoG는 특정 크기의 밝거나 어두운 원형 구조를 검출하거나 커널 크기에 따라 다른 스케일의 특징을 잡아낼 수 있다.

### 1.2 Why DoG computing approximate convolution by the LoG

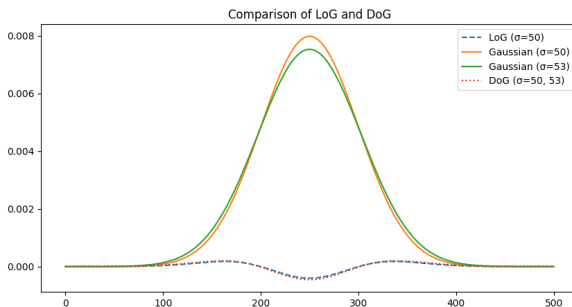


Figure 3: DoG vs LoG

LoG는 가우시안 함수의 2차 미분으로 표현되며

$$\nabla^2 G \approx \frac{G_{\sigma+k} - G_{\sigma}}{k\sigma^2}$$

로 근사할 수 있다. 이에 반해 DoG는 서로 다른 표준 편차를 가진 두 가우시안 함수의 차이인

$$G_{k\sigma} - G_{\sigma} \approx (k-1)\sigma^2 \nabla^2 G$$

로 표현된다. 컨볼루션의 선형성 특성에 따라

$$(I * G_{k\sigma}) - (I * G_{\sigma}) = I * (G_{k\sigma} - G_{\sigma}) \approx I * \text{LoG}$$

관계가 성립한다. 이는 DoG 연산이 LoG를 효과적으로 근사할 수 있음을 보여준다. 실험적으로는 DoG\_vs\_LoG.png 이미지를 통해 DoG(실선)와 LoG(점선)의 형태가 매우 유사함을 확인할 수 있다. 즉 가우시안 필터를 두 번 적용하면 라플라시안과 유사한 효과를 내며 LoG는 수학적으로 라플라시안을 가우시안으로 블러링한 것과 같다. DoG는 두 개의 가우시안을 빼는 것이므로, 결과적으로 LoG와 유사한 효과를 얻을 수 있다.

## 2 Task 2: Corner Score

### 2.1 Output of grace hopper image for various u,v,w



Figure 4: u, v = 0, 5



Figure 5: u, v = 0, -5



Figure 6: u, v = 5, 0

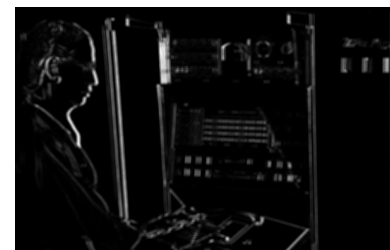


Figure 7: u, v = -5, 0

이미지를  $u, v$ 만큼 이동 후 원본 이미지와 차이를 계산한다. 차이값을 제공하여 합산해 각 픽셀마다 총합을 구한다. 마지막으로 주변 윈도우 내에서 합산을 한다.

## 2.2 Impractical point of Moravec

Moravec 이미지를 다양한 방향으로 이동하고, 이동한 후의 변화를 측정하여 코너를 찾는다. 즉 모든 방향에서 높은 값을 가지는 픽셀을 코너로 판단한다. 코너를 찾기 위해 가능한 모든  $u, v$  조합을 검사하면 연산량이 커지므로 비효율적이다.

## 3 Task 3: Harris Corner Detector

### 3.1 Generate a Harris Corner Detector score

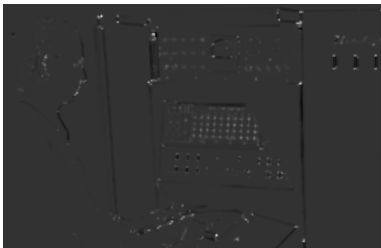


Figure 8: Applying Gaussian filter

Harris Corner Detector는 코너를 감지하는 알고리즘이다. 주어진 이미지에서 픽셀을 기준으로 2차 미분을 계산하고, 코너 응답 함수를 통해 코너 여부를 판단한다. harris detector 메서드를 실행해 Harris 응답 점수를 계산하며, 히트맵을 사용하면 코너 부분이 높은 점수를 얻는 것을 확인할 수 있다.

## 4 Task 4: Single-scale Blob Detection

### 4.1 Two responses of Blob Detection

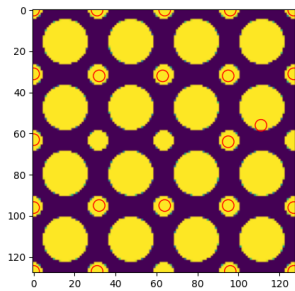


Figure 9: polka small

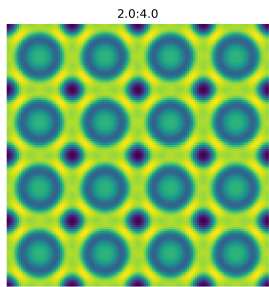


Figure 10: polka DoG small

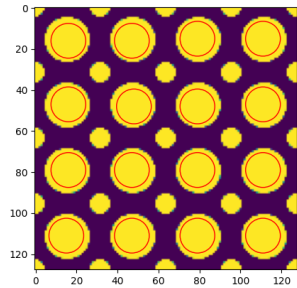


Figure 11: polka large

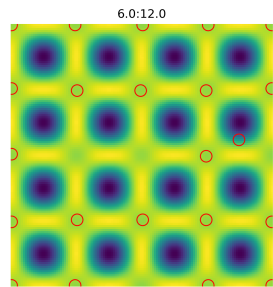


Figure 12: polka DoG large

DoG 필터링을 위해  $\sigma$  값 두 개 2.0과 4.0을 선택했다. 작은 원과 큰 원에 대해 각기 다른  $\sigma$  값을 사용한다. 작은 원에 대한 DoG는 작은 원들에 높은 응답을 보다. 큰 원에 대한 DoG는 큰 원들에서 높은 응답을 보였다. 이미지에서 원의 개수와 거의 일치하는 개수의 최대값이 검출되었다. DoG는 원본 이미지의 에지에도 반응할 수 있기 때문에 원치 않는 응답이 발생할 수 있다. 일부 작은 원 근처에서 예상치 못한 최대값이 감지될 수 있다.