

HW 03 – REPORT

소속 : 정보컴퓨터공학부

학번 : 202055536

이름 : 민 예 진

1. 서론

1) 실습 목표

Canny Edge Detection의 과정을 직접 구현하고 이를 통해 이미지의 edge를 추출하는 것을 목표로 한다.

2) 이론적 배경 기술

① Edge Detection

평면, depth, 색깔, 밝기 등의 요소가 급격하게 바뀌는 지점을 추적하면 edge를 찾을 수 있다. 급격하게 바뀌는 지점은 변화량을 통해 감지할 수 있으며 2D 이미지의 edge를 구하기 위해 Image derivative filter를 사용하여 변화량을 구할 수 있다.

② Canny Edge Detection

i. Smoothing – Noise 제거

이미지에 noise가 있게 되면 edge 부근에서 보이는 급격한 변화량을 감지하기 어렵다. Noise를 제거하기 위해 Gaussian Filter를 사용하여 Blurring을 한다.

ii. Image Gradient, Orientation 값 얻기

-1	0	+1
-2	0	+2
-1	0	+1

Gx

+1	+2	+1
0	0	0
-1	-2	-1

Gy

Sobel convolution kernel

- Sobel convolution kernel : edge를 추출하기 위해 사용하는 필터

$$\|\nabla f\| = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y}\right)^2} \quad \theta = \tan^{-1}\left(\frac{\partial f}{\partial y} / \frac{\partial f}{\partial x}\right)$$

Image Gradient, Orientation 수식

Sobel convolution kernel을 사용하여 x축, y축 방향의 변화량을 얻는다. 이 값을 바탕으로 Image Gradient, Orientation을 위 식을 이용하여 얻는다.

iii. Non-maximum suppression

Sobel convolution kernel로 얻은 Edge는 여러 개의 픽셀로 표현이 되어 얇은 edge를 얻는 과정이 필요하다. Gradient image의 orientation을 이용하여 orientation 방향의 edge중 max값을 edge로 추출한다. 이 과정에서 orientation 방향의 점을 얻기 위해 interpolation하는 과정이 필요할 수도 있다.

iv. Thresholding edges and lining (hysteresis)

a. Double thresholding

$$\begin{cases} \text{strong edge,} & R > T \\ \text{weak edge,} & T > R > t \\ \text{no edge,} & R < t \end{cases}$$

위 과정에서 얻는 edge 중 strong edge를 얻기 위해 2개의 임계값을 정한 후 strong edge와 weak edge로 구분한다. 픽셀의 값을 R 이라 하고 임계값 중 큰 값을 T , 작은 값을 t 라 할 때 Strong edge는 $R > T$ 를 만족하는 edge이고 weak edge는 $t < R < T$ 를 만족하는 edge이다. $R < t$ 인 경우는 edge에서 제외한다.

b. Hysteresis

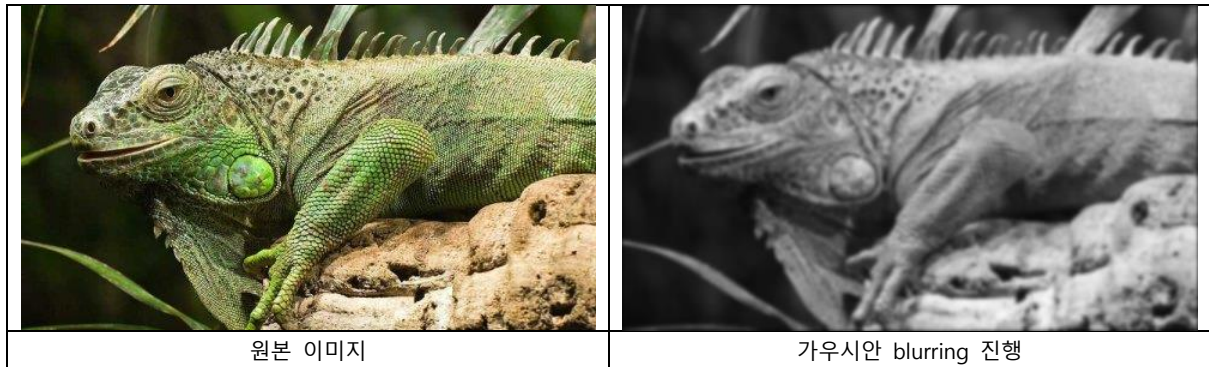
strong edge와 연결된 weak edge를 찾는다. 연결되지 않은 edge는 edge에서 제외한다.

2. 본론

1) Noise reduction

HW2의 `gaussconvolve2d` 함수를 이용하여 원본 grayscale 이미지를 blurring한다.

실행결과



2) Finding the intensity gradient of the image

Sobel filter 원본 이미지와 convolution 하여 x방향 이미지와 y방향 이미지를 얻은 후, 이 결과를 통해 서론의 수식을 이용하여 Image gradient와 theta 값을 얻는다. 이때 gradient는 numpy의 `hypot`을 이용하고 theta는 numpy의 `arctan2`를 이용한다.

실행결과

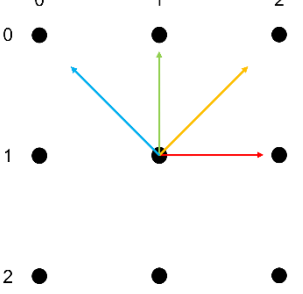


3) Non-Maximum Suppression

① angle 변환

numpy의 degrees 함수를 통해 theta의 radian 값을 degree 값으로 바꾼다.

② 0, 45, 90, 135도를 기준으로 gradient의 max값 구하기

	$(dx1, dy1), (dx2, dy2) = \begin{cases} (0, -1), (0, 1), & 45 > x \geq 0 \\ (-1, 1), (1, -1), & 90 > x \geq 45 \\ (-1, 0), (1, 0), & 135 > x \geq 90 \\ (-1, -1), (1, 1), & 180 > x \geq 135 \end{cases}$
좌표 기준	위 사진의 좌표를 기준으로 각도당 이웃 좌표를 나타낸 수식

0도, 45도, 90도, 135도를 기준으로 이웃한 점을 구한 후, 이웃 점과 현재 gradient의 최댓값을 구해 edge를 구한다.

실행결과



4) Double threshold

$$diff = \max(image) - \min(image)$$

$$T_{high} = \min(image) + diff * 0.15$$

$$T_{low} = \min(image) + diff * 0.03$$

임계값 T_{high} , T_{low} 를 통해 strong edge에는 255, weak edge에는 80의 값을 부여한다.

실행결과



5) Edge Tracking by hysteresis

dfs를 통해 strong edge와 연결된 weak edge를 찾은 후 80의 값을 255의 값으로 바꾸고 strong edge와 연결되지 않은 weak edge는 0의 값을 바꾼다.

실행결과



3. 결론

Canny Edge Detection의 Finding the intensity gradient of the image, Non-Maximum Suppression, Double threshold, Edge Tracking by hysteresis과 같은 4가지의 세부 과정을 직접 구현해보았다. 이 과정을 통해 섬세한 edge를 얻는 과정을 직접 코드로 표현할 수 있는 시간이었다.

Canny Edge Detection 이외의 또 다른 edge detection 방식에 대해 알아보자

Sobel Edge

해당 실습에서 Canny Edge Detection에서 x축 방향과 y축 방향의 edge를 검출하기 위해 사용한 필터로 x, y 모든 방향의 edge를 추출하는 방식이다. 잡음에 강한 편이나 intensity 변화 구간이 촘촘하거나 복잡한 영상일 경우 edge detection의 효과가 떨어진다.

Prewitt Edge

$$\mathbf{G}_x = \begin{bmatrix} +1 & 0 & -1 \\ +1 & 0 & -1 \\ +1 & 0 & -1 \end{bmatrix} * \mathbf{A} \quad \text{and} \quad \mathbf{G}_y = \begin{bmatrix} +1 & +1 & +1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix} * \mathbf{A}$$

Prewitt Operator – 위키백과

Sobel filter와 결과가 비슷한 방식으로 응답시간이 다소 빠르다. 하지만 Sobel filter에 비해 밝기 변화에 대한 weight를 적게 부여하여 edge가 덜 부각된다. 대각선 방향의 edge보다 수직, 수평 방향의 edge에 더 민감하게 반응한다.

Robert Edge

$$\begin{bmatrix} +1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix} \quad \text{and} \quad \begin{bmatrix} 0 & +1 \\ -1 & 0 \end{bmatrix}$$

Robert Operator – 위키백과

Sobel, Prewitt filter에 비해 매우 빠른 계산 속도를 보여주며 edge detection에 좋은 효과를 보인다. 하지만 Sobel, Prewitt filter에 비해 edge가 훨씬 가늘며, noise에 매우 민감하다.