



가톨릭대학교  
THE CATHOLIC UNIVERSITY OF KOREA

# 엣지 추출

미디어기술콘텐츠학과  
강호철

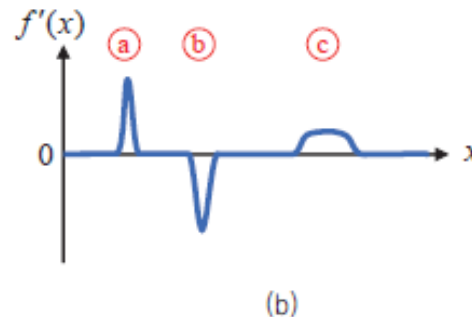
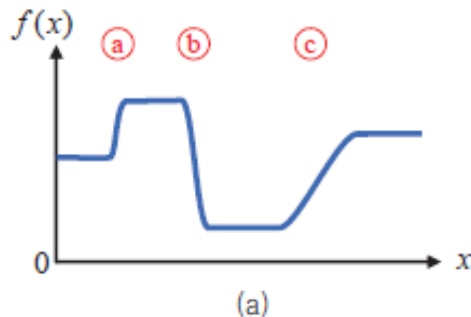
# (Review) 미분 필터링

## ■ 미분과 경사도

- 함수 또는 데이터의 변화율
- 함수의 순간 변화율

$$f' = \frac{df}{dx} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x}$$

- 앞 수식에서  $\Delta x$ 는  $x$ 의 변화량을 의미함
- $x$ 의 변화량이 무한히 0에 가까워질 때의 함수 값 변화량을 미분이라고 함
- 함수 값이 증가하는 위치에서는 함수의 미분 값이 0보다 큰 양수로 나타남
- 함수 값이 감소하는 위치에서는 함수의 미분 값이 0보다 작은 음수를 갖게 됨
- 함수 값이 일정한 구간에서는 함수의 미분이 0에 가까운 값을 가짐



# (Review) 미분 필터링

## ■ 영상 1차 미분

- 전진 차분(forward difference):  $\frac{dI}{dx} \cong \frac{I(x+h) - I(x)}{h}$
- 후진 차분(backward difference):  $\frac{dI}{dx} \cong \frac{I(x) - I(x-h)}{h}$
- 중앙 차분(centered difference):  $\frac{dI}{dx} \cong \frac{I(x+h) - I(x-h)}{2h}$

### Sobel

$$g_x = \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} = [f(x+1, y-1) + 2f(x+1, y) + f(x+1, y+1)] \\ - [f(x-1, y-1) + 2f(x-1, y) + f(x-1, y+1)]$$

$$g_y = \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} = [f(x-1, y+1) + 2f(x, y+1) + f(x+1, y+1)] \\ - [f(x-1, y-1) + 2f(x, y-1) + f(x+1, y-1)]$$

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

(a)

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

(b)



# Canny Edge Detection

---

- 캐니 에지 검출기

- 1986년 캐니(J. Canny)는 에지 검출을 최적화 문제 관점으로 접근함으로써 소벨 에지 검출 방법의 단점을 해결할 수 있는 방법을 제시[Canny86]
- 캐니는 자신의 논문에서 다음 세가지 항목을 좋은 에지 검출기의 조건으로 제시

1. **정확한 검출**(good detection): 에지를 검출하지 못하거나 또는 에지가 아닌데 에지로 검출하는 확률을 최소화해야 합니다.
2. **정확한 위치**(good localization): 실제 에지의 중심을 찾아야 합니다.
3. **단일 에지**(single edge): 하나의 에지는 하나의 점으로 표현되어야 합니다.



# Canny Edge Detection

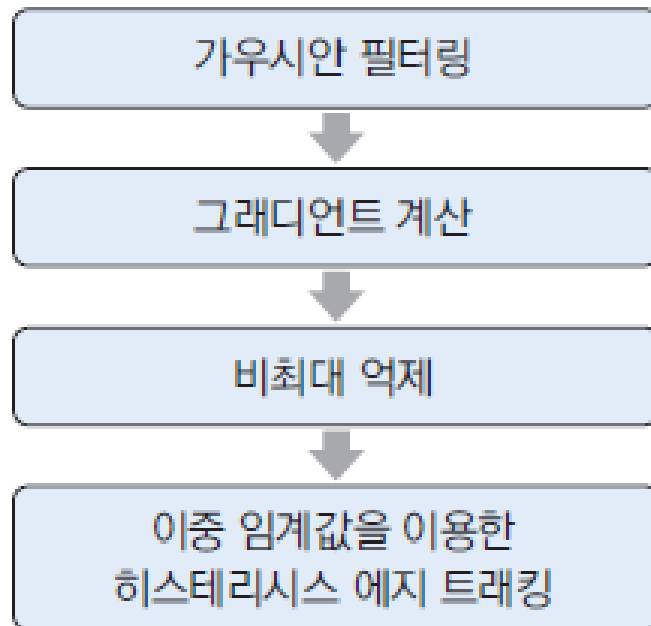
---

- 캐니 에지 검출기
  - 캐니는 이러한 조건을 만족하는 새로운 형태의 에지 검출 방법을 제시하였으며, 이를 캐니 에지 검출기(canny edge detector)라고 함
  - 캐니 에지 검출기는 그래디언트의 크기와 방향을 모두 고려하여 좀 더 정확한 에지 위치를 찾을 수 있음
  - 에지는 서로 연결되어 있는 가능성이 높다는 점을 고려하여 그래디언트 크기가 다소 약하게 나타나는 에지도 놓치지 않고 찾을 수 있음

# Canny Edge Detection

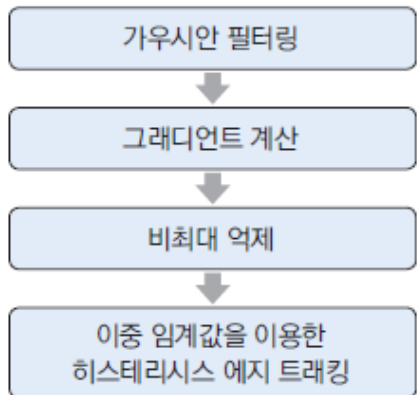
---

- 수행 전체 과정
  - 총 4단계로 수행



# Canny Edge Detection

- 수행 전체 과정
  - 총 4단계로 수행

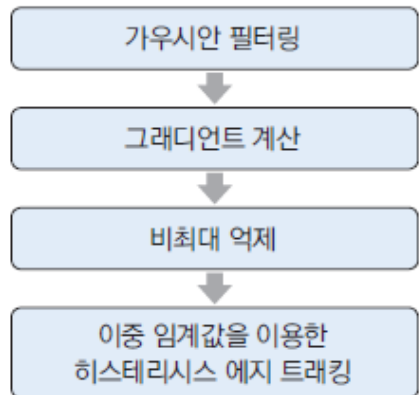


## ➤ 가우시안 필터링

- 캐니 에지 검출기의 첫 번째 과정은 가우시안 필터링임
- 캐니 에지 검출기의 첫 번째 단계에서 가우시안 필터를 적용하는 이유는 영상에 포함된 잡음을 제거하기 위함
- 다만 가우시안 필터링에 의해 영상이 부드러워지면서 에지의 세기도 함께 감소할 수 있기 때문에 적절한 표준 편차를 선택하여 가우시안 필터링을 수행해야 함
- 영상에 포함된 잡음이 심하지 않다면 가우시안 필터링은 생략할 수 있음

# Canny Edge Detection

- 수행 전체 과정
  - 총 4단계로 수행



## ➤ 그래디언트 계산

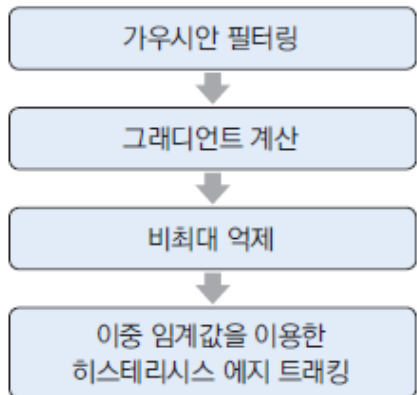
- 캐니 에지 검출기의 두 번째 과정은 영상의 그래디언트를 구하는 작업임
- 캐니 에지 검출기에서 그래디언트 계산은 보통  $3 \times 3$  소벨 마스크를 사용함
- 캐니 에지 검출기는 좀 더 정확한 에지를 찾기 위해 그래디언트 방향도 함께 고려함
- 가로 방향과 세로 방향으로 각각 소벨 마스크 필터링을 수행한 후, 그래디언트 크기와 방향을 모두 계산해야 함

$$\nabla f = f_x \mathbf{i} + f_y \mathbf{j} \rightarrow \begin{aligned} \|\nabla f\| &= \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \\ \|\nabla f\| &\approx |f_x| + |f_y| \end{aligned}$$



# Canny Edge Detection

- 수행 전체 과정
  - 총 4단계로 수행

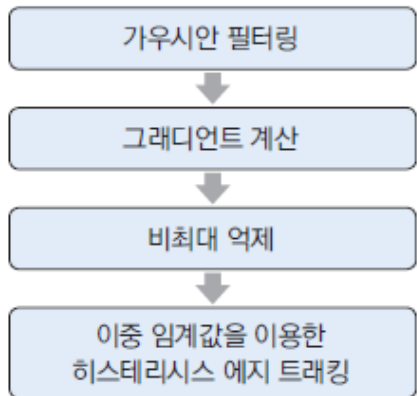


## ➤ 비최대 억제

- 에지 검출을 위해 단순히 그래디언트 크기가 특정 임계값보다 큰 픽셀을 선택할 경우, 에지 근방의 여러 픽셀이 한꺼번에 에지로 선택될 수 있음
- 에지가 두껍게 표현되는 현상을 방지하기 위해 캐니 에지 검출기에서는 비최대 억제(non-maximum suppression) 과정을 사용함
- 비최대 억제는 그래디언트 크기가 국지적 최대(local maximum)인 픽셀만을 에지 픽셀로 설정하는 기법임
- 상대적으로 국지적 최대가 아닌 픽셀은 에지 픽셀에서 제외하기 때문에 비최대 억제라는 용어를 사용함
- 일반적인 2차원 영상에서 국지적 최대를 찾으려면 특정 픽셀을 둘러싸고 있는 모든 픽셀 값을 검사하여 국지적 최대인지를 판별해야 함
- 캐니 에지 검출기의 비최대 억제 과정에서는 그래디언트 벡터의 방향과 같은 방향에 있는 인접 픽셀끼리만 국지적 최대 검사를 수행함
- 결과적으로 비최대 억제를 수행함으로써 가장 변화율이 큰 위치의 픽셀만 에지로 검색됨

# Canny Edge Detection

- 수행 전체 과정
  - 총 4단계로 수행

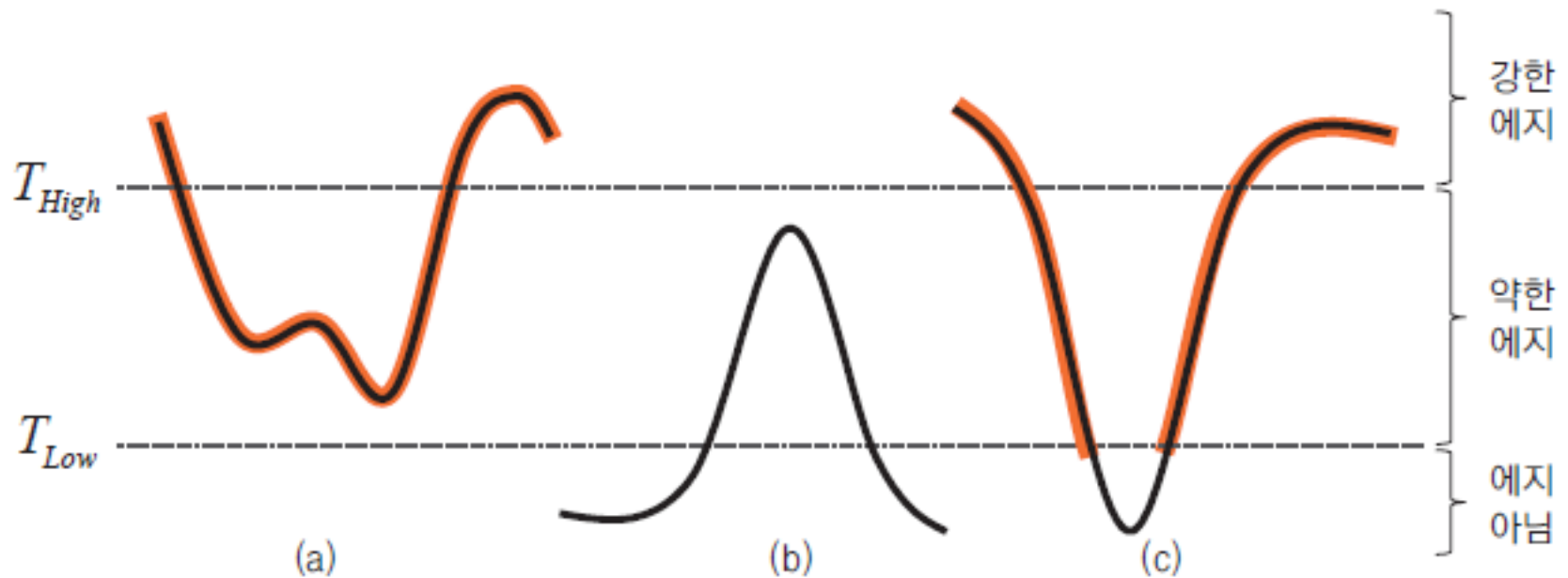


## ➤ 이중 임계값을 이용한 히스테리시스 에지 트래킹

- 하나의 임계값을 사용할 경우 이분법으로 결과가 판단되기 때문에 환경 변화에 민감해질 수 있음
- 이러한 문제를 보완하기 위해 캐니 에지 검출기에서는 두 개의 임계값을 사용함
- 캐니 에지 검출기에서 사용하는 두 개의 임계값 중에서 높은 임계값을  $T_{High}$ , 낮은 임계값을  $T_{Low}$  라고 표기함
- 만약 그래디언트 크기가  $T_{High}$  보다 크면 이 픽셀은 최종적으로 에지로 판단함
- 그래디언트 크기가  $T_{Low}$  보다 작으면 에지 픽셀이 아니라고 판단함
- 그래디언트 크기가  $T_{Low}$  와  $T_{High}$  사이인 픽셀은 에지일 수도 있고 에지가 아닐 수도 있다고 판단함
- 이런 픽셀에 대해서는 추가적인 검사를 수행함

# Canny Edge Detection

- 수행 전체 과정
  - 히스테리시스 에지 트래킹



# Canny Edge Detection

- OpenCV 함수
  - 캐니 에지 검출 함수

```
img_canny = cv2.Canny(image, threshold1, threshold2, edges=None, apertureSize=None, L2gradient=None)
```

- 첫번째 아규먼트 image는 입력 이미지입니다.
- 두번째, 세번째 아규먼트 threshold1, threshold2는 최소 스레숄드와 최대 스레숄드입니다.
- 네번째 아규먼트 edges에 Canny 결과를 저장할 변수를 적어줍니다. 파이썬에선 Canny 함수 리턴으로 받을 수 있기 때문에 필요없는 항목입니다.
- 다섯번째 아규먼트 apertureSize는 이미지 그레디언트를 구할때 사용하는 소벨 커널 크기입니다. 디폴트는 3입니다.
- 여섯번째 아규먼트 L2gradient가 True이면 그레디언트 크기를 계산할 때  $\sqrt{(dl/dx)^2 + (dl/dy)^2}$ 를 사용합니다. False라면 근사값인  $|dl/dx| + |dl/dy|$ 를 사용합니다. 디폴트값은 False입니다.

출처: <https://webnautes.tistory.com/687>

- 실습

# 화이트 보드

---



# 영상처리 프로그래밍 기초

---

- Python으로 배우는 OpenCV 프로그래밍
  - 김동근 지음
  - 가메출판사, 2018
- OpenCV4 로 배우는 컴퓨터 비전과 머신러닝
  - 황선규 지음
  - 길벗, 2019

