

# 컴퓨터비전(AI응용)

영상의 특징 검출

01

**경계(Edges)와 형태 특징 이해**

영상 내 경계(Edges)와 형태 특징의 의미를 명확히 이해한다.



02

**수학적 검출 기법 습득**

직선 및 원 검출을 위한 수학적 알고리즘과 기법을 습득한다.



03

**객체 연결 및 분할**

연결된 객체와 외곽선을 탐지하여 물체를 효과적으로 분할할 수 있다.



04

**형태의 수치적 표현**

객체의 형태를 수치적으로 표현하고 분석하는 방법을 배운다.



# 차분(Differencing)

변화 지점을 찾아내는 영상 처리의 기초

"두 픽셀 값의 차이를 계산하여 변화를 감지하는 연산"



## 공간적 차분 (Spatial Difference)

인접한 픽셀 간의 차이 계산  
같은 이미지 내의 위치 변화



→ Edge(경계선) 검출



## 시간적 차분 (Temporal Difference)

연속된 프레임 간의 차이 계산  
시간의 흐름에 따른 픽셀 변화



→ 움직임(Motion) 검출



### Why Important?

특징(Feature)이란 다른 부분과 구별되는 **‘변화 지점’**  
변화를 수학적으로 표현하면 **차분**이 된다.

- 공간 차분 (예: x방향 차분)

$$g(x, y) = f(x + 1, y) - f(x, y)$$

- 시간 차분 (프레임 차분)

$$D(x, y, t) = |I(x, y, t) - I(x, y, t - 1)|$$

- 차분이 중요한 이유 : 특징(feature)이란 영상에서 다른 부분과 구별되는 '변화 지점' 이기 때문
- 변화를 수학적으로 표현하면 -> 차분이 됨

데이터의 복잡도와 추상화 수준에 따른 특징의 종류

## 1. 저수준 특징



Low-Level Feature

- ✓ 색상 (Color)
- ✓ 밝기 및 강도 (Intensity)
- ✓ 엣지, 코너 (Edge, Corner)
- ✓ 블롭 (Blob)

## 2. 중간 수준 특징



Mid-Level Feature

- ✓ 윤곽선 (Contours)
- ✓ 형태 기술자 (Shape Descriptors)
- ✓ 질감 (Texture)

## 3. 고수준 특징

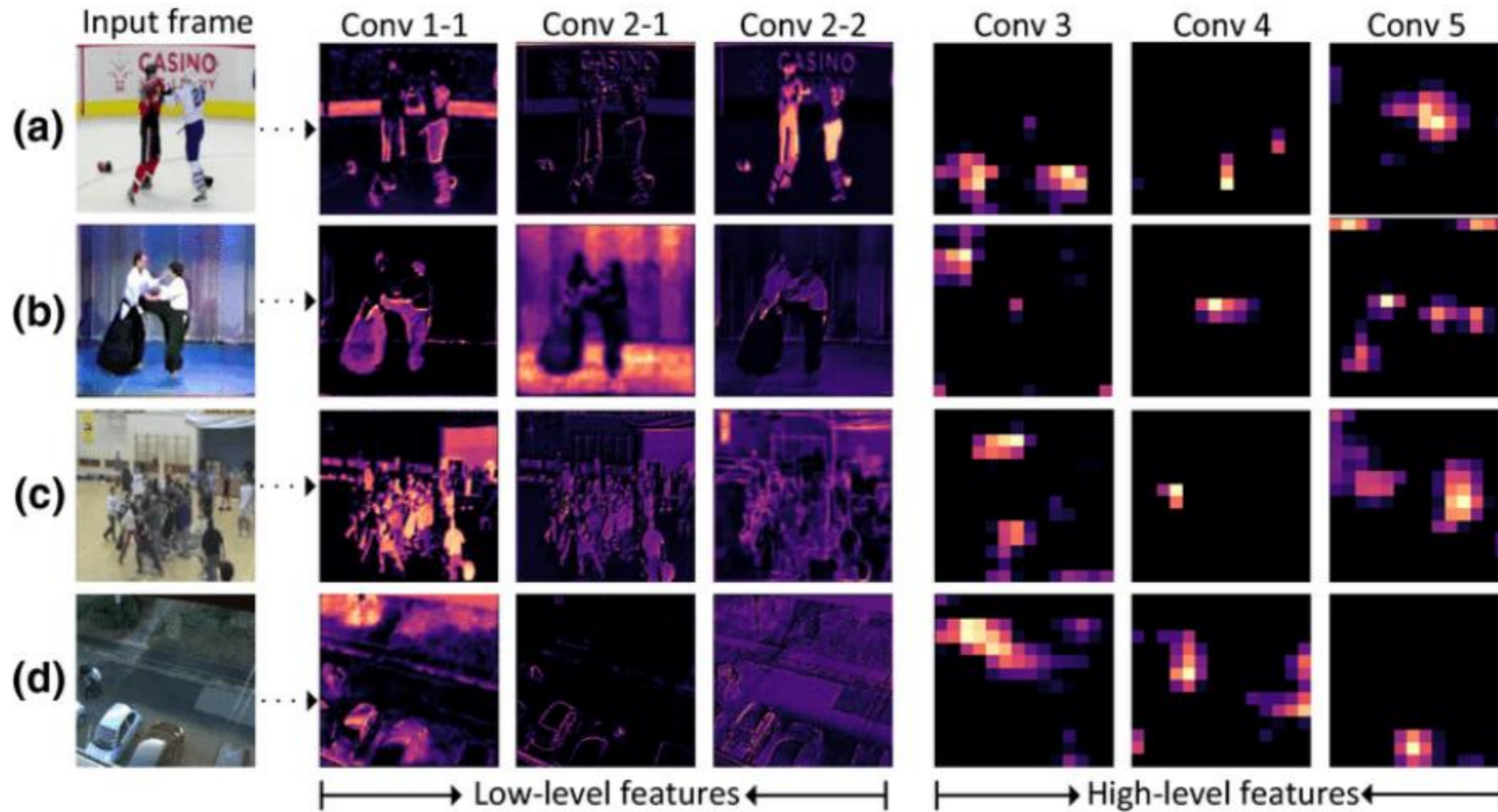


High-Level Feature

- ✓ 지역적 특징 (SIFT, SURF, ORB)
- ✓ 객체 인식 (Object Recognition)
- ✓ 딥러닝 기반 특징 (CNN Features)



특징(Feature)의 수준은 단순한 픽셀 정보(저수준)에서 의미 있는 형태(중간수준), 그리고 객체의 식별 정보(고수준)로 발전합니다.



## 소벨 필터 엣지 검출 Sobel Filter & Edge Detection Basics

### 엣지(Edge)의 개념

#### 정의

영상에서 픽셀의 **밝기(Intensity)**가 급격하게 변화하는 지점.  
주로 객체의 윤곽선이나 경계에 해당함.

#### √x 수학적 해석


- ✓ **기울기(Gradient):** 밝기 변화율이 가장 큰 지점
- ✓ **목표:** 1차 미분값이 극대값이 되는 위치 탐색

즉, 엣지 검출은 밝기의 변화율을 보고  
값이 큰 곳을 찾아내는 문제

### 소벨 필터 (Sobel Filter)

미분 연산을 수행하면서 노이즈 영향을 줄이기 위해  
고안된 필터 (근사화된 미분)

#### Core Advantage

 **평활화 + 미분 결합**  
Smoothing + Differentiation

단순 차분은 노이즈에 매우 민감하지만,  
**Sobel**은 주변 픽셀을 고려하여 **안정적임(미분 + 평활화 결합)**

Gx (수평)

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

Gy (수직)

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

# 필터를 활용한 엣지 검출

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & +1 \\ -2 & 0 & +2 \\ -1 & 0 & +1 \end{bmatrix}, \quad G_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ +1 & +2 & +1 \end{bmatrix}$$

$G_x$ : x방향(수직 에지) 검출

$G_y$ : y방향(수평 에지) 검출

100	100	200	200
100	100	200	200
100	100	200	200
100	100	200	200

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

-100
-200
-100
200
400
<u>+200</u>
=400

Kernel Convolution: The bigger the value at the end, the more noticeable the edge will be.

## 필터를 활용한 엣지 검출

### 캐니 엣지 검출 알고리즘 Canny Edge Detection Algorithm : 5 Steps



#### 알고리즘 목표

노이즈 억제 + 정확한 엣지 검출 + 단일 엣지 응답(One pixel width)을 통해 최적의 엣지를 찾는다.





(a) Original image

(b) Original algorithm



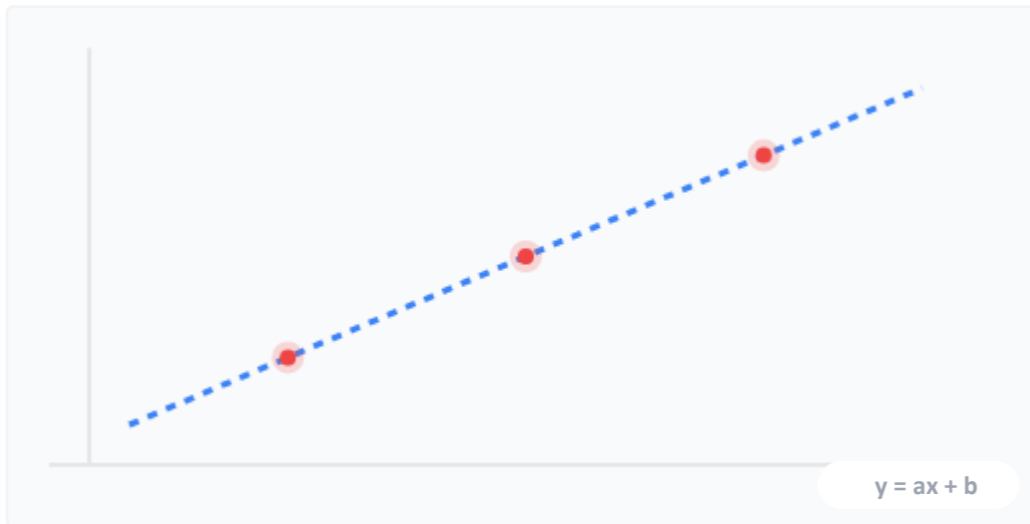
# 필터를 활용한 엣지 검출

**Hough Transform** 직선 및 원 검출을 위한 수학적 기법

영상 내의 엣지(Edge) 포인트들을 **파라미터 공간(Parameter Space)**으로 매핑하여, 누적(Voting)된 값이 최대인 지점을 찾아 도형을 검출하는 방법

 이미지 공간 (x, y)

Image Space



직선 위의 점들은 하나의 선을 구성함



 파라미터 공간 ( $\rho$ ,  $\theta$ )

Hough Space



점들이 곡선으로 변환되어 **한 점(교차점)**에서 만남

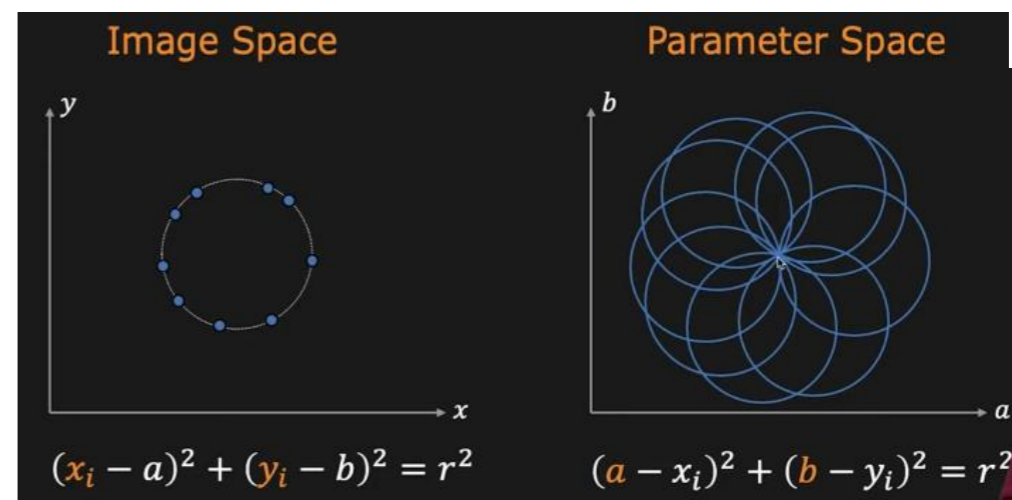
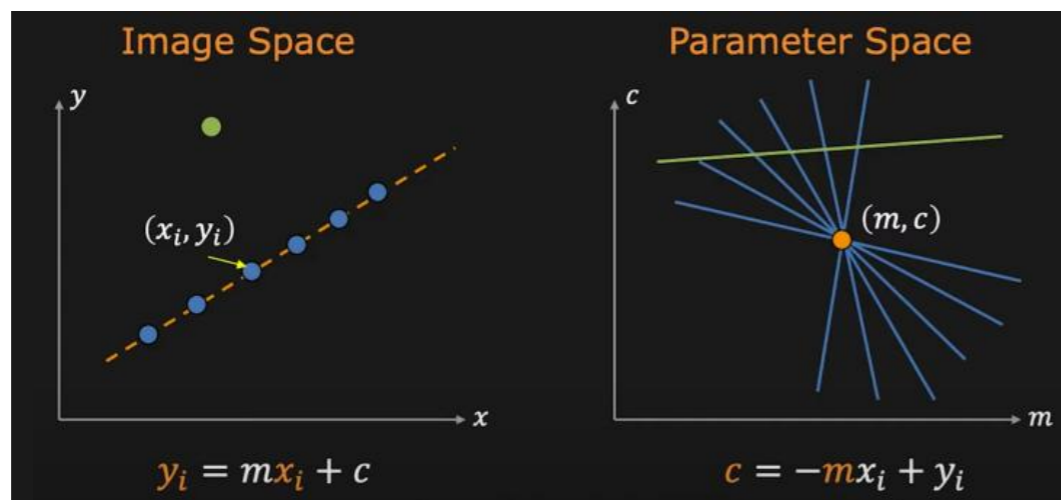
## ✓ ROBUSTNESS (강건함)

직선이 끊어져 있거나 노이즈가 있어도, **교차점의 누적 값(Accumulator)**이 가장 큰 곳을 찾으므로 검출 성능이 우수함



## 필터를 활용한 엣지 검출

- 영상의 엣지 정보를 이용해 기하학적 도형(직선, 원 등)을 수학적으로 탐지하는 방법
- Hough Transform
  - 아이디어 : 직선이나 원 등의 도형은 방정식으로 표현이 가능한 객체임
  - 이미지 공간(image space)에서 **파라미터 공간(parameter Space)**으로 변환함
  - 파라미터 공간을 통해 특정 도형을 정의하는 '수학적 변수'들을 찾아내어 도형이 존재함을 알아낼 수 있음



## "영상에서 관심 있는 객체의 위치와 종류를 판별하는 기술"

### �지 기반 기하학적 검출

윤곽선 정보를 활용한 형태 추론  
기하학적 도형(직선, 원 등)은 방정식으로 표현 가능



✓ 형태적 특징으로 객체 식별

### Hough Transform 연결

이미지 공간 → 파라미터 공간 변환  
특정 도형을 정의하는 '수학적 변수'를 탐색



✓ 수학적 누적을 통한 존재 판정

### Detection Process Flow

  
1. �지 추출  
Canny / Sobel




  
2. 공간 변환  
Image Space → Parameter Space



  
3. 변수 탐색  
Accumulator Voting



  
4. 객체 판정  
도형 존재 확인