

OpenCV 기하학적 변환

1. 필터

▶ 수업 목표

- 영상의 기하학적 변환이란 무엇이며, 필터링·회전·확대·Affine·투시 변환이 각각 어떤 상황에서 사용되는지 설명할 수 있다.
- OpenCV에서 제공하는 주요 기하학 변환 함수와 사용법을 습득한다.
- 아핀 변환과 투시 변환의 행렬적 표현을 이해하고, 좌표 매핑 원리를 설명할 수 있다.
- 이미지 보정, 객체 검출 전처리, 영상 합성 등 다양한 컴퓨터 비전 응용에서 기하학적 변환을 적용하여 문제를 해결할 수 있다.

▶ 필터

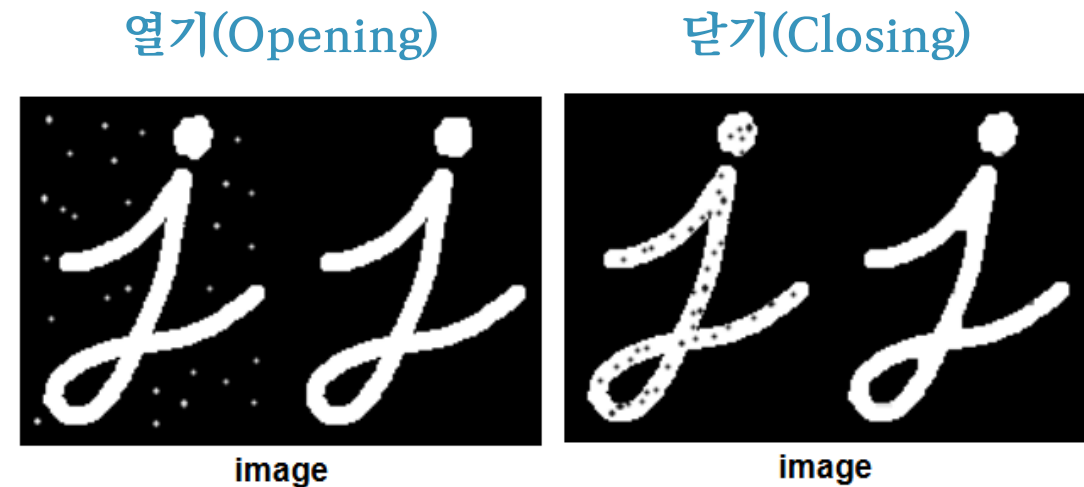
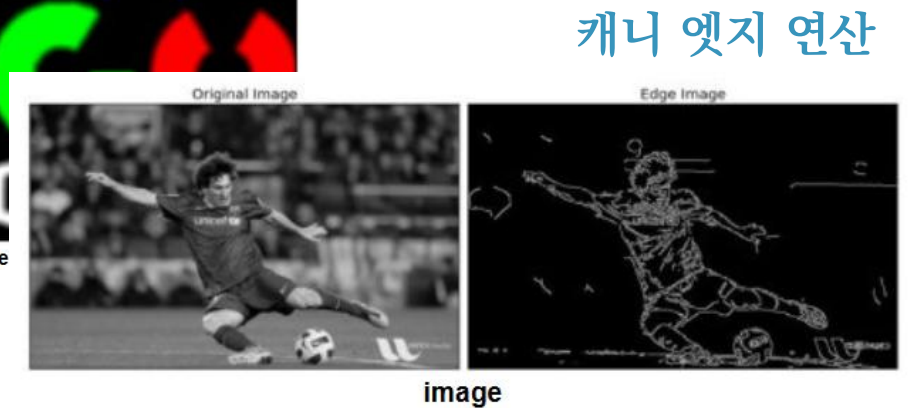
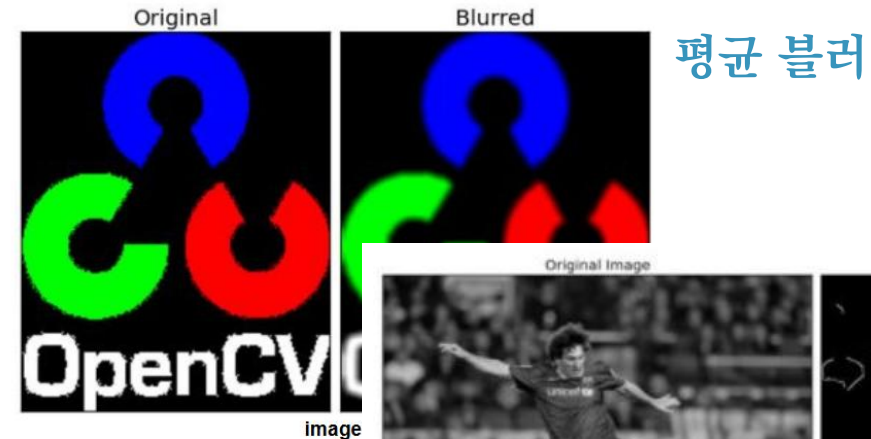
- 영상에서 각 픽셀의 주변 값을 고려해 새로운 픽셀 값을 계산하는 연산
- 방식 : 작은 행렬(kernel, 커널)을 영상 위에 슬라이딩하여 '필터 연산' 을 수행함
- 목적 : 영상의 특징(Edge, Blur, Sharpning)을 강조하거나 억제함
 - 노이즈 제거 목적 : 가우시안 블러, 평균 필터
 - 특징 강조 : 엣지 검출, 샤프닝
 - 영상을 부드럽게(smoothing) : 세부 디테일을 무시함
 - 특징 추출을 위한 전처리 : 딥러닝의 객체 인식, 컴퓨터 비전 베이스의 코너 검출, 텍스처 분석 전에 사용

▶ 필터의 종류

목적	필터 종류	특징	openCV 함수명
Smoothing Blurring	평균	커널 내의 픽셀을 평균값으로 대체	Blur
	가우시안	가우시안 분포를 기반으로 한 가중 평균	GaussianBlur
	중간값	커널 내 픽셀을 중앙값으로 대체	medianBlur
	양방향	가장자리를 유지하며 블러링	bilateralFilter
Sharpening Edge Detection	소벨	1차 미분 기반 엣지 검출, 방향성 특징 추출	Sobel
	라플라시안	2차 미분 기반 전체 엣지 강조	Laplacian
	캐니	그래디언트 + 임계값 기반의 단계적 검출을 활용하여 정밀한 Edge 추출	Canny
모폴로지 연산	침식	밝은 영역을 축소 -> 작은 노이즈 제거	Erode
	팽창	밝은 영역을 확장 -> 구멍 메움, 객체 연결	Dilate
	열기	침식 후 팽창 -> 작은 노이즈 제거	morphologyEx
	닫기	팽창 후 침식 -> 작은 구멍 메움	morphologyEx
임의의 커널	임의의 커널	임의의 커널을 직접 만들어 적용하며, 다양한 목적으로 쓰일 수 있음	filter2D

▶ 필터의 종류

목적	필터 종류	openCV 함수명
Smoothing Blurring	평균	Blur
	가우시안	GaussianBlur
	중간값	medianBlur
	양방향	bilateralFilter
Sharpening Edge Detection	소벨	Sobel
	라플라시안	Laplacian
	캐니	Canny
모폴로지 연산	침식	Erode
	팽창	Dilate
	열기	morphologyEx
	닫기	morphologyEx
임의의 커널	임의의 커널	filter2D

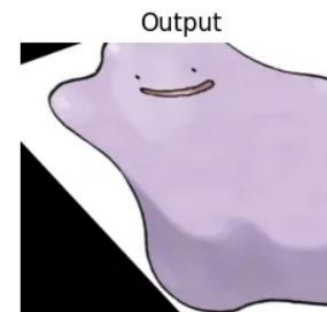
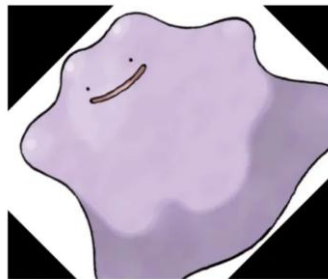


OpenCV 기하학적 변환

2. 회전, 확대, 축소

▶ 영상의 기하학적 변환

- 모든 기하학적 변환은 결국 이미지의 픽셀 값이 있는 좌표(x, y)를 새로운 (x, y)로 바꿔주는 것
- 이 과정은 행렬의 곱셈으로 표현할 수 있음
- OpenCV는 이미지를 액자와 + 액자에 끼운 그림으로 구성하기 때문에, 기하학적 변환이 이루어지면
 - 회전 : 액자는 그대로 두고 끼운 그림을 돌려놓음
 - 이동 : 액자는 그대로 두고 끼운 그림을 밀어서 표현함
 - 확대 및 축소 : 액자는 그대로 두고 끼운 그림을 축소시키거나 확대함
 - 아핀 변환 : 액자는 그대로 두고 그림을 변형시킴



2. 회전, 확대, 축소

▶ 회전

- 영상을 기준점(주로 영상의 중심)을 중심으로 일정 각도만큼 돌려서 새 좌표로 변환하여 주는 행위
- 목적 : 물체의 방향 변화, 데이터 증강, 기하학적 보정
- Cv2. getRotationMatrix2D(중심점, 각도, 스케일)

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

▶ 확대와 축소(scaling)

- 영상의 좌표를 일정 비율로 늘리거나 줄이는 변환
- 목적 : 해상도 변화, 데이터 증강, 객체 크기 보정
- 확대나 축소 시, 픽셀의 데이터 값을 복사하는 것이기 때문에 ‘비는 공간(손실)’에 대한
- **보간**이 필요함
 - 보간 : nearest, linear, cubic 보간 법 등

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_x & 0 \\ 0 & s_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \quad \begin{array}{l} \bullet s_x > 1: \text{가로 확대} \\ \bullet 0 < s_x < 1: \text{가로 축소} \end{array}$$

OpenCV 기하학적 변환

3. Affine, Perspective 변환

▶ Affine 변환

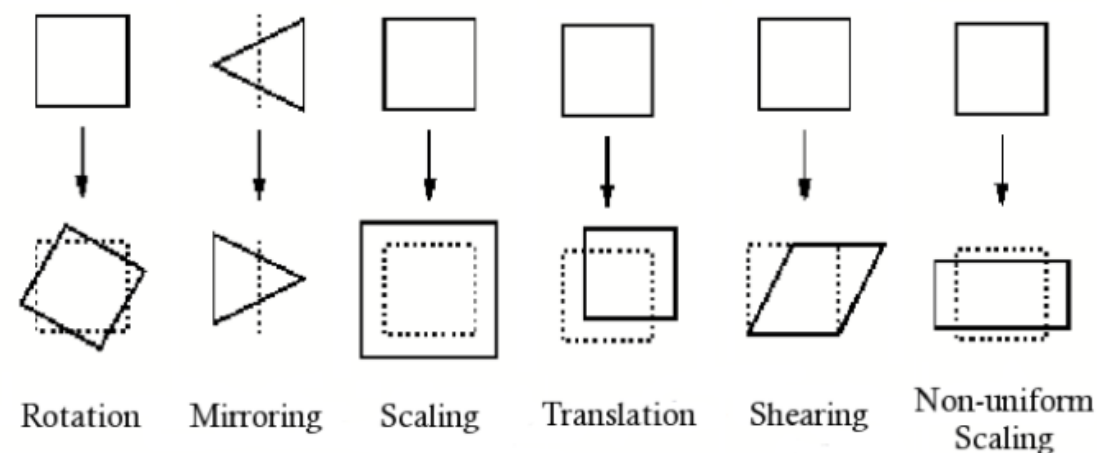
- 2D 평면 상의 점을 선형 변환 + 평행 이동으로 바꾸는 변환
- 직선은 직선으로, 평행선은 평행성을 유지하는 변환(사다리꼴, 평행사변형)
- 크기, 회전, 이동, 기울임을 포함함(앞서 배운 회전, 이동, 확대축소도 여기에 해당)
- 목적 : 정렬 및 기울기 보정
- `Cv2.getAffineTransform(점1, 점2)`, 3개의 점으로 변환을 지정함

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & t_x \\ a_{21} & a_{22} & t_y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

$a_{11}, a_{12}, a_{21}, a_{22}$: 선형 변환 계수 (회전, 확대, 기울임)

t_x, t_y : 평행 이동

Affine 변환의 종류



3. Affine, Perspective 변환

▶ Perspective 변환

- 카메라의 원근 효과를 반영하는 변환
- 직선은 직선으로 남지만, 평행선은 소실점(한 점)에서 만나게 됨(평행이 깨짐)
- (평행하는)사각형을 사다리꼴로 만들거나, 사다리꼴을 사각형으로 만드는 보정이 가능
- `Cv2.getPerspectiveTransform(p1, p2)`

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \\ w' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ 1 \end{bmatrix}$$

- 정규화: $x' = \frac{x}{w'}$, $y' = \frac{y}{w'}$
- 8개의 자유도 → 점 4쌍으로 행렬 계산 가능



평행이 깨지는 perspective 변환

Fig 2. Perspective Transform