

# CNN (Convolutional Neural Network)

- Receptive Field & Feature Map

- Receptive Field

커널이 적용되는 영역으로 feature map의 한 노드

- Feature Map

커널의 합성곱연산을 적용하여 얻어낸 결과

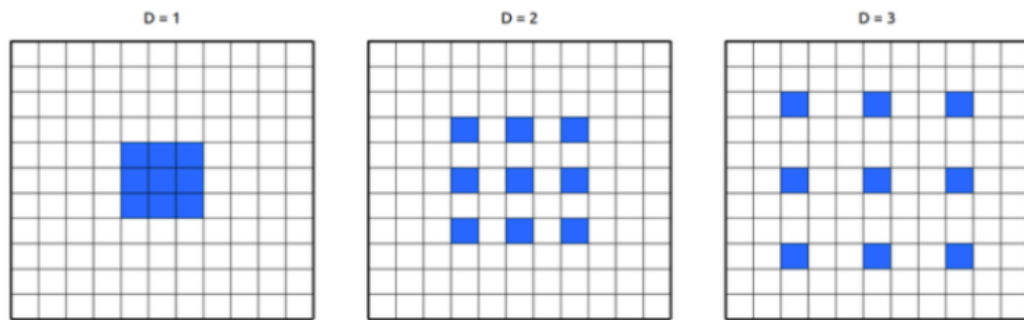
- Receptive Field 크기 => 얼마나 많은 정보 수용하는지

ex)  $5 \times 5$  입력 이미지, stride = 1,  $3 \times 3$  커널 연산 및 pooling 적용한 feature map의 한 노드

=>  $4 \times 4$  **receptive field** 가짐

- Dialated convolution

$D$ 만큼 팽창된 커널의 convolution 연산

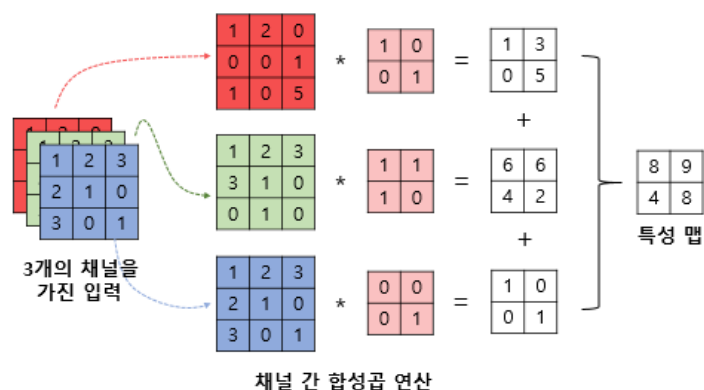


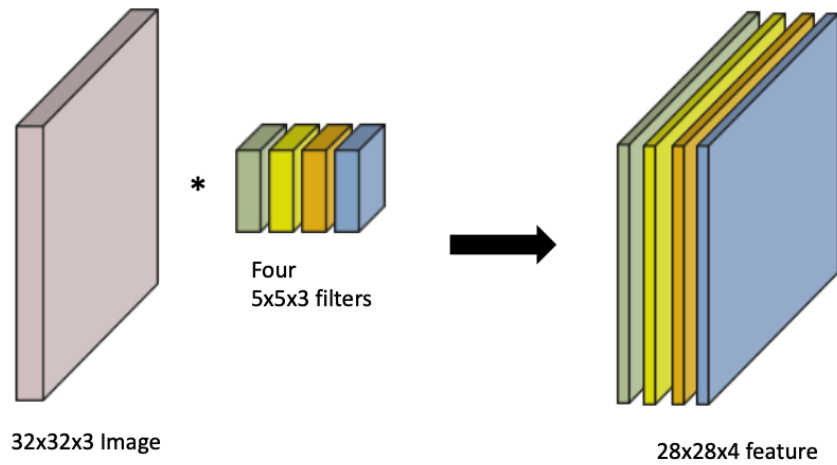
- RGB Image Convolution

채널 3개, 즉 다수의 채널

각 채널마다 커널이 합성곱연산

3개의 커널이 아니라, **3개의 채널을 가진 1개의 커널**





- Continuous convolution

$$(f * g)(t) = \int f(\tau)g(t - \tau)d\tau = \int f(t - \tau)g(\tau)f\tau$$

- Discrete convolution

$$(f * g)(t) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} f(i)g(t - i) = \sum_{i=-\infty}^{\infty} f(t - i)g(i)$$

- 2D image convolution

$$(I * K)(i, j) = \sum_m \sum_n I(m, n)K(i - m, j - n) = \sum_m \sum_n I(i - m, i - n)K(m, n)$$

- CNN

- **Convolution layer**

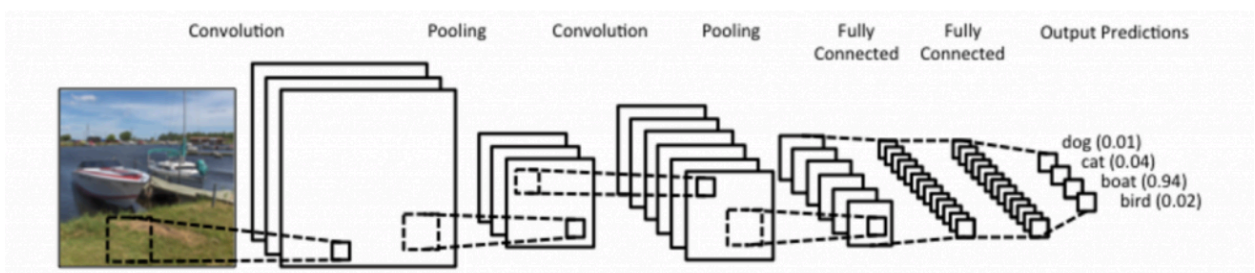
합성곱연산을 통해 feature 추출

- **Pooling layer**

down sampling 통해 feature 추출

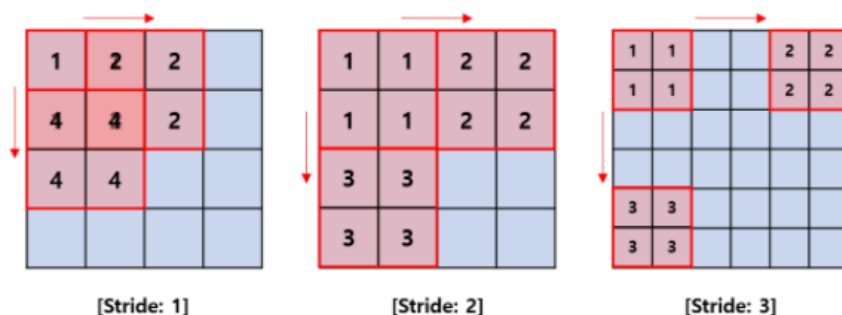
- **Fully connected layer**

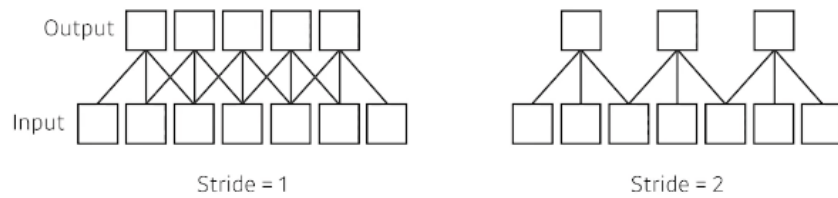
decision making (classification)



- **Stride**

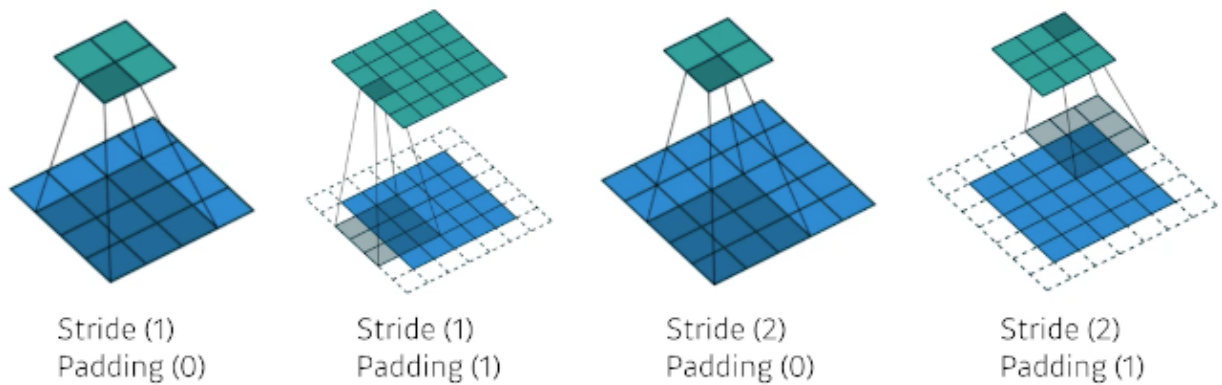
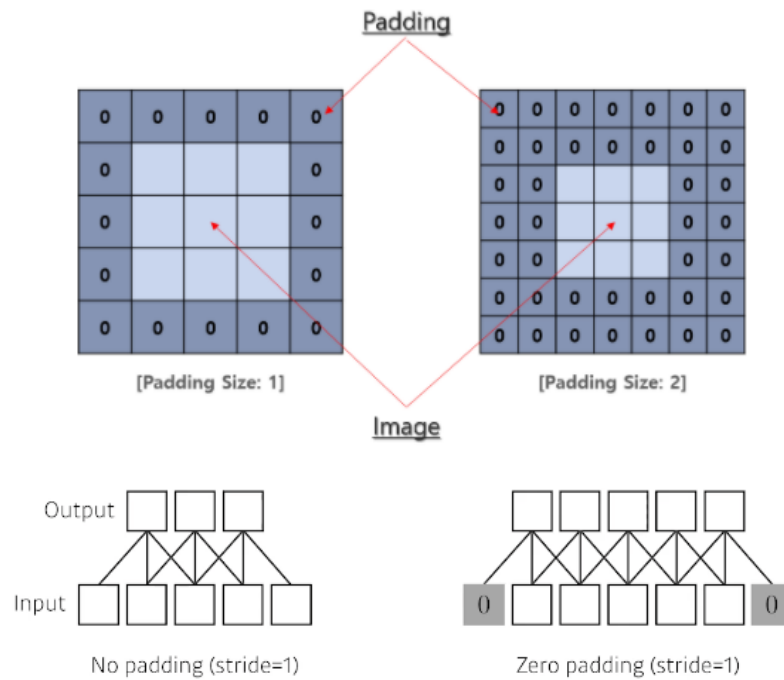
커널의 합성곱연산 적용할 때, 움직이는 간격





## • Padding

반복적으로 합성곱 연산 적용 시, feature map 너무 작아지거나 이미지의 모서리 부분의 정보 손실 막기 위한 방법  
입력데이터 주변을 0으로 채워넣는 방법

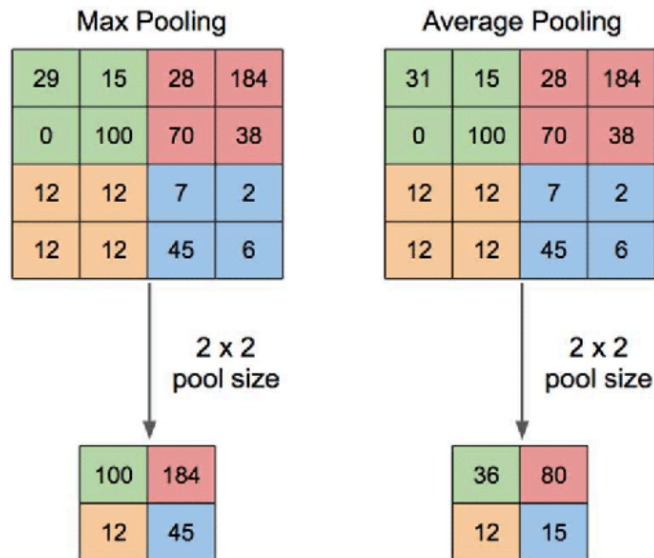


## • Pooling

convolutional layer ekdmadp pooling layer 추가

- pooling layer  
down sampling을 통해 feature map의 크기 줄여주는 연산, 커널, stride 개념 가짐
- **max pooling**  
커널의 receptive field 최댓값
- **average pooling**

커널의 receptive field 평균값



### • Feature Map 크기 계산하기

- $I_h$ : 입력 데이터 높이
- $I_w$ : 입력 데이터 너비
- $K_h$ : 커널 높이
- $K_w$ : 커널 너비
- $S$ : stride
- $P$ : padding
- $O_h$ : feature map 높이
- $O_w$ : feature map 크기

feature map  $\Rightarrow (O_h, O_w) = (\lfloor \frac{I_h - K_h + 2P}{S} + 1 \rfloor, \lfloor \frac{I_w - K_w + 2P}{S} + 1 \rfloor)$

ex)  $(O_h, O_w) = (\lfloor \frac{32 - 5 + 2 \times 0}{1} + 1 \rfloor, \lfloor \frac{32 - 5 + 2 \times 0}{1} + 1 \rfloor) = (28, 28)$

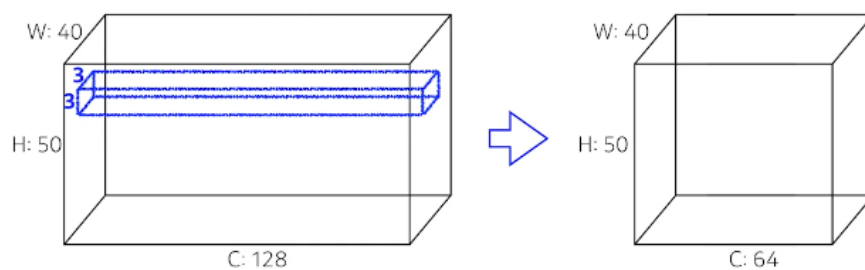
### • Convolution Arithmetic

캐널의 채널 수 = 입력데이터의 채널 수

하나의 커널 =  $K_h * K_w * C$ 개의 파라미터

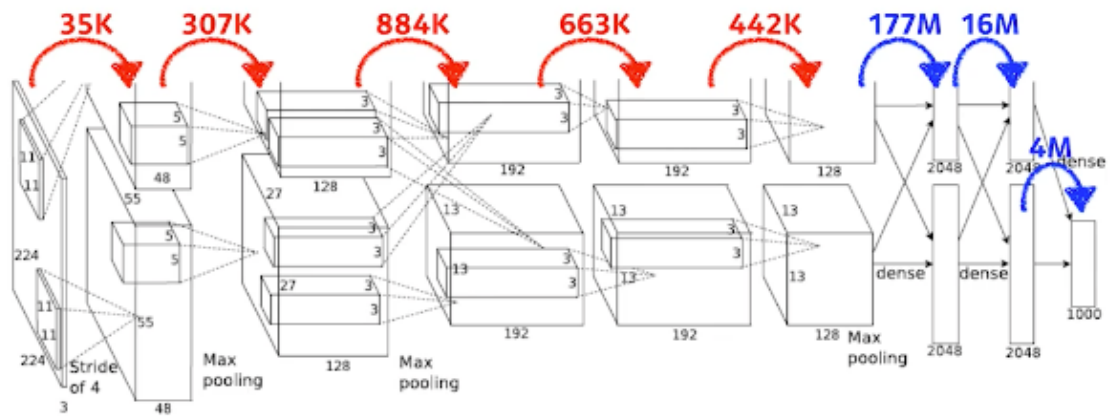
커널  $C_n$ 개 존재 = 총  $K_h * K_w * C * C_n$ 개의 파라미터

- Padding (1), Stride (1),  $3 \times 3$  Kernel



What is the **number of parameters** of this model?

$$\Rightarrow 3 \times 3 \times 128 \times 64 = 73,728$$



$$11 \times 11 \times 3 \times 48 * 2 \approx 35k$$

$$3 \times 3 \times 128 * 2 \times 192 * 2 \approx 884k$$

$$3 \times 3 \times 192 \times 192 * 2 \approx 663k$$

$$3 \times 3 \times 192 \times 1258 * 2 \approx 442k$$

$$13 \times 13 \times 128 * 2 \times 2048 * 2 \approx 177M$$

$$2048 * 2 \times 2048 * 2 \approx 16M$$

$$2048 * 2 \times 1000 \approx 4M$$

- **1 × 1 Convolution**

$$256 \times 256 \times 128 = CONV 1 \times 1 \times 128 \times 32 \Rightarrow 256 \times 256 \times 32$$

- Dimension reduction
- depth 증가, parameter 감소
- bottleneck architecture