

**CVPR 2016**

# **Deep Residual Learning for Image Recognition**

2022.07.25

논문 리뷰

배성훈

# Deep Residual Learning for Image Recognition (CVPR 2016)

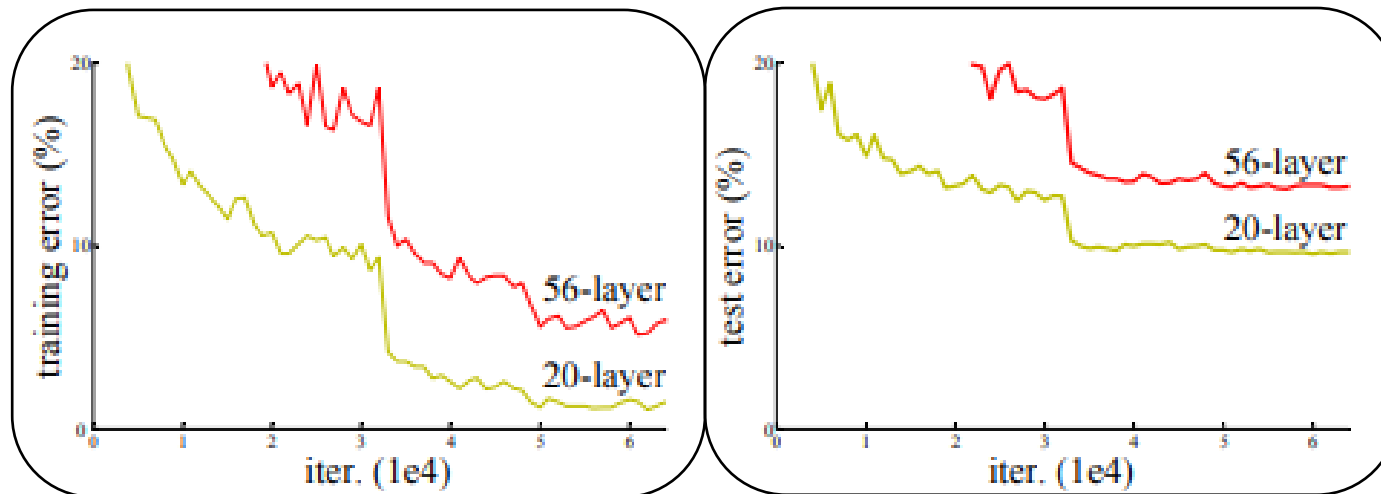
- **Research Background:**

- 심층 신경망에서 **Network Depth**를 증가시키는 것은 모델 성능을 향상
- 그러나 일정 수준 Depth 증가 시 **Degradation Problem** 발생
- 이러한 Degradation Problem을 해결하기 위해 Residual 학습을 제안

\*Network Depth 증가: 신경망 구조에서 Layer를 깊게 쌓아 올림

\*Degradation Problem: 모델 학습이 정체되고 Layer가 깊어질수록 성능이 나빠지는 현상

## <CIFAR-10 Training ,Test error>

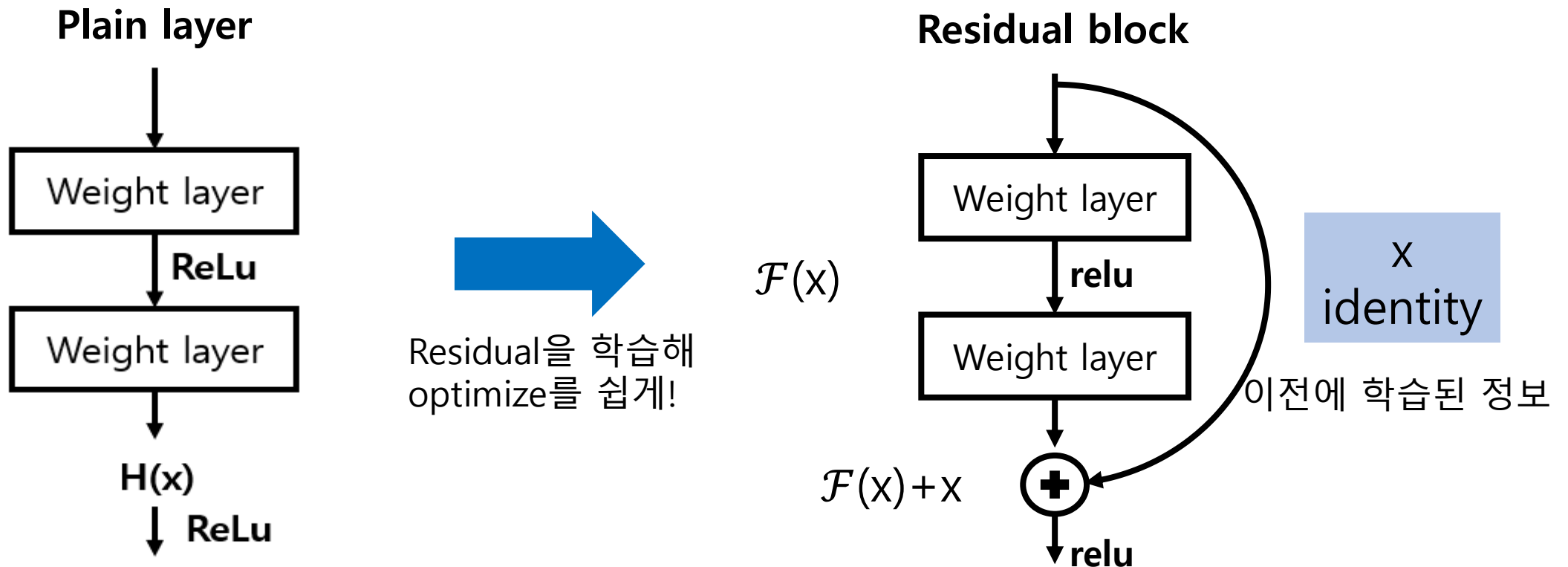


**Degradation problem**

# Deep Residual Learning for Image Recognition (CVPR 2016)

- **Method:**

- Residual block이 기존의 mapping보다 **optimize 하기 쉽다**는 것을 가정
- Residual method (gradient= 최소 1) + Shortcut connection (연산 간단화)



# Deep Residual Learning for Image Recognition (CVPR 2016)

- Method:

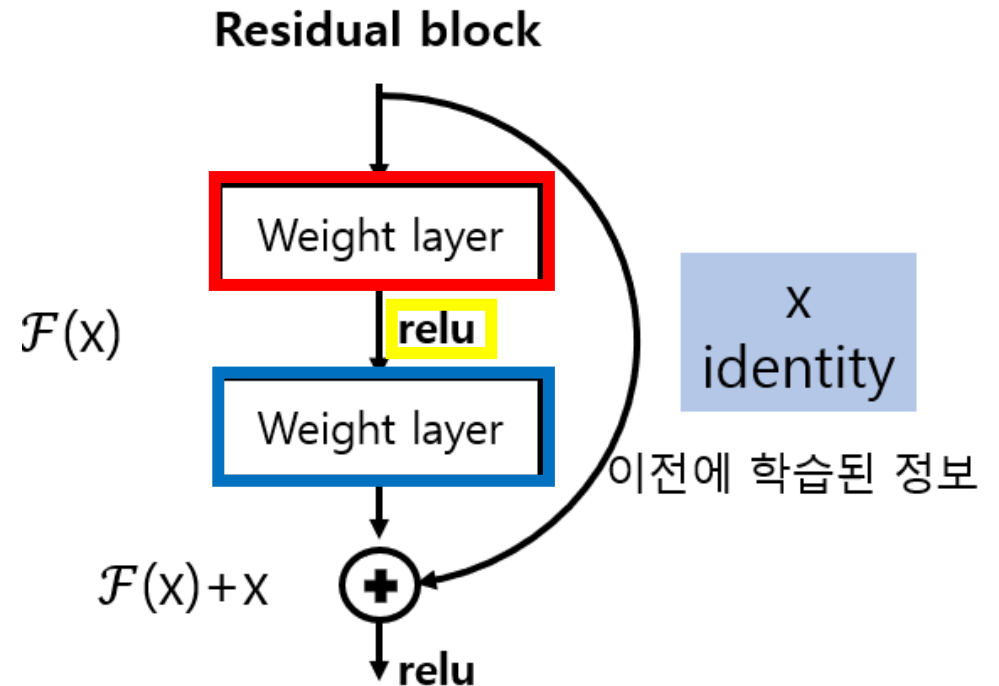
- 문제: 기존의 mapping이 예측한  $H(x)$ 는 네트워크가 깊어질수록 **Gradient vanishing** 현상 발생
- 문제 해결:
  - Residual block은  $F(x)=0$ 이 되도록 학습, 마지막에  $x$  identity 를 더해  $H(x)=x$ 가 되도록 학습 미분을 해도  $x$ 의 미분 값은 1 (**최소 gradient=1**)

$$\begin{aligned} H(x) &= F(x) + id(x) \\ &= F(x) + x \end{aligned}$$

$$F = \underline{W_2} \sigma(\underline{W_1} x)$$

$$y = F(x, \{W_i\}) + \underline{W_s} x$$

Shortcut connection

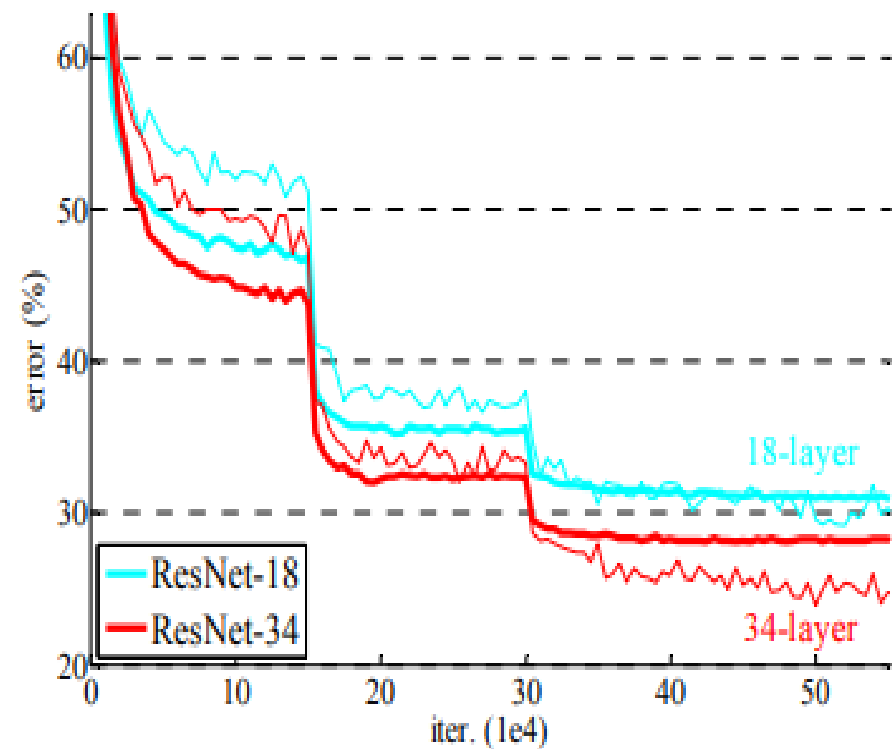
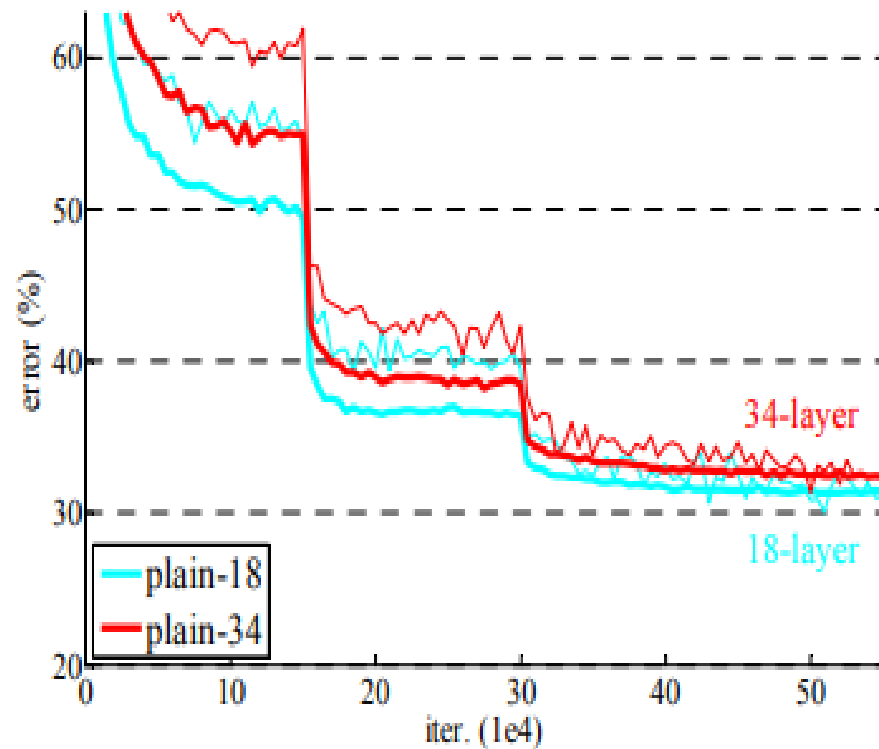


# Deep Residual Learning for Image Recognition (CVPR 2016)

- Experiment:

- Network Depth가 깊어져도 성능의 향상 (Degradation을 적절히 조절)

Training Error in Plain Network and ResNet



# Deep Residual Learning for Image Recognition (CVPR 2016)

- **Experiment:** 네트워크가 과도하게 깊어지면 성능이 감소하는 문제 발생

**Top-1 error on ImageNet Validation**  
: Plain layer vs ResNet

	plain	ResNet
18 layers	27.94	27.88
34 layers	28.54	<b>25.03</b>

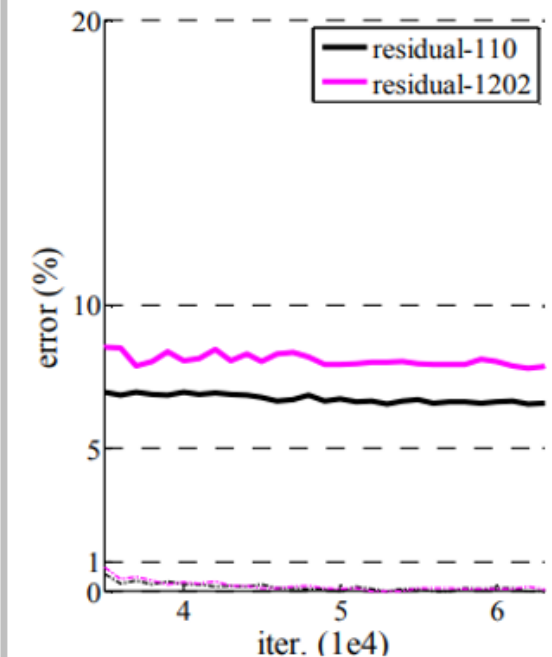
**Top-1, Top-5 error on ImageNet Validation**  
: Single-Model

method	top-1 err.	top-5 err.
VGG [40] (ILSVRC'14)	-	8.43 <sup>†</sup>
GoogLeNet [43] (ILSVRC'14)	-	7.89
VGG [40] (v5)	24.4	7.1
PReLU-net [12]	21.59	5.71
BN-inception [16]	21.99	5.81
ResNet-34 B	21.84	5.71
ResNet-34 C	21.53	5.60
ResNet-50	20.74	5.25
ResNet-101	19.87	4.60
ResNet-152	<b>19.38</b>	<b>4.49</b>

**Top-5 error on ImageNet Test**  
: Ensembles

method	top-5 err. (test)
VGG [40] (ILSVRC'14)	7.32
GoogLeNet [43] (ILSVRC'14)	6.66
VGG [40] (v5)	6.8
PReLU-net [12]	4.94
BN-inception [16]	4.82
<b>ResNet (ILSVRC'15)</b>	<b>3.57</b>

**Error rate(%) on CIFAR-10** 성능↓  
: Residual-110 vs **Residual-1202**



**한줄평:** Network Depth를 증가시켜 성능을 향상시킨 ResNet 논문으로, 더 좋은 성능을 내는 깊은 네트워크를 만들 수 있는 기반이 되어 앞으로의 발전에 큰 영향을 준 논문이라는 생각이 들었음