



본 영상 교재는
2025년도 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의
SW중심대학 사업의 지원을 받아 제작되었습니다.



한국항공대학교
Korea Aerospace University

—KIU—
시용합대학

SW중심대학



PyTorch 코딩

Layer Sequence

Layer Sequence

01

Layer Sequence

- Layer Sequence
 - 직렬로 연결된 layer들을 하나의 인스턴스로 묶어주는 클래스
 - 성능 차이는 없지만 코딩이 비교적 편하며, 코딩 실수로 인한 에러 발생 확률을 크게 줄여줄 수 있음
 - 개별 layer를 인스턴스 변수로 선언하지 않고, 클래스 이름만으로 layer를 추가할 수 있음
 - ANN의 forward pass를 정의할 때 layer sequence를 통째로 사용할 수 있기 때문에 코딩이 매우 간단해짐
 - Parameter가 있든 없든 상관없이 모든 layer들을 반드시 명시해야 함
 - 코딩 중 layer를 빼먹을 가능성을 줄여줌

Layer Sequence

- Layer Sequence 실습

- Cell 4-1 : ANN parameter 초기화 함수 정의하기

```
> class NeuralNetwork(nn.Module):  
>     def parameter_initializer(self, layer):  
>         if hasattr(layer, 'weight') and hasattr(layer, 'bias'):  
>             torch.nn.init.xavier_normal_(layer.weight)  
>             torch.nn.init.zeros_(layer.bias)
```

ANN parameter를 초기화하는 함수를 정의

Layer Sequence

- Layer Sequence 실습

- Cell 4-2 : Layer sequence를 통해 layer 추가 및 parameter 초기화하기

```
> class NeuralNetwork(nn.Module):
>     ...
>
>     def __init__(self):
>         super().__init__()
>
>         self.linear_stack = nn.Sequential(           # 직렬로 연결된 layer들을 하나의 인스턴스로 묶을 수 있음
>             nn.Flatten(start_dim = 1),              # 모든 layer와 연산을 명시해야 함
>
>             nn.Linear(28 * 28, 512),                # 클래스 이름을 통해 layer를 추가
>             nn.ReLU(),
>
>             nn.Linear(512, 512),
>             nn.ReLU(),
>
>             nn.Linear(512, 10),
>             nn.Softmax(dim = 1)
>         )
>
>         for module in self.modules():
>             module.apply(self.parameter_initializer) # apply()를 통해 각 구성요소에 특정 함수 적용
>
>     ...
```

Layer Sequence

- Layer Sequence 실습

- Cell 4-3 : Layer sequence를 통해 ANN feed-forward 작업 정의하기

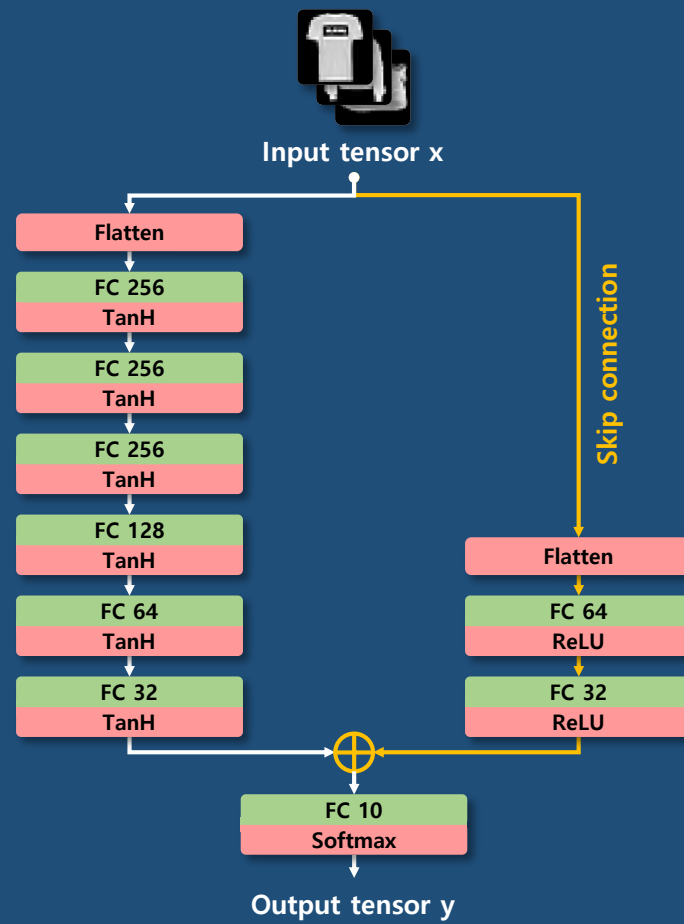
```
> class NeuralNetwork(nn.Module):  
>     ...  
  
>     def forward(self, x):  
>         y = self.linear_stack(x) # 일반 layer와 같은 방법으로 layer sequence의 feed-forward 호출 가능  
  
>         return y
```

Skip-connection

02

Skip-connection

- Skip-connection 실습
 - 실습할 ANN architecture



Skip-connection

• Skip-connection 실습

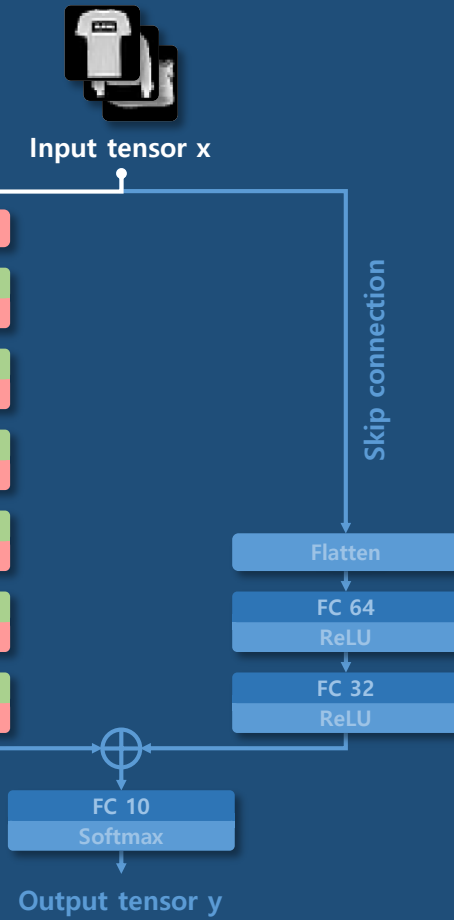
- Cell 4-1 : Layer sequence를 통해 layer 추가 및 parameter 초기화하기

```
> class NeuralNetwork(nn.Module):
>     ...
```

```
>     def __init__(self):
>         super().__init__()
```

```
>         self.linear_stack = nn.Sequential(
>             nn.Flatten(start_dim = 1),
>             nn.Linear(28 * 28, 256),
>             nn.Tanh(),
>             nn.Linear(256, 256),
>             nn.Tanh(),
>             nn.Linear(256, 256),
>             nn.Tanh(),
>             nn.Linear(256, 128),
>             nn.Tanh(),
>             nn.Linear(128, 64),
>             nn.Tanh(),
>             nn.Linear(64, 32),
>             nn.Tanh()
>         )
```

```
>     ...
```

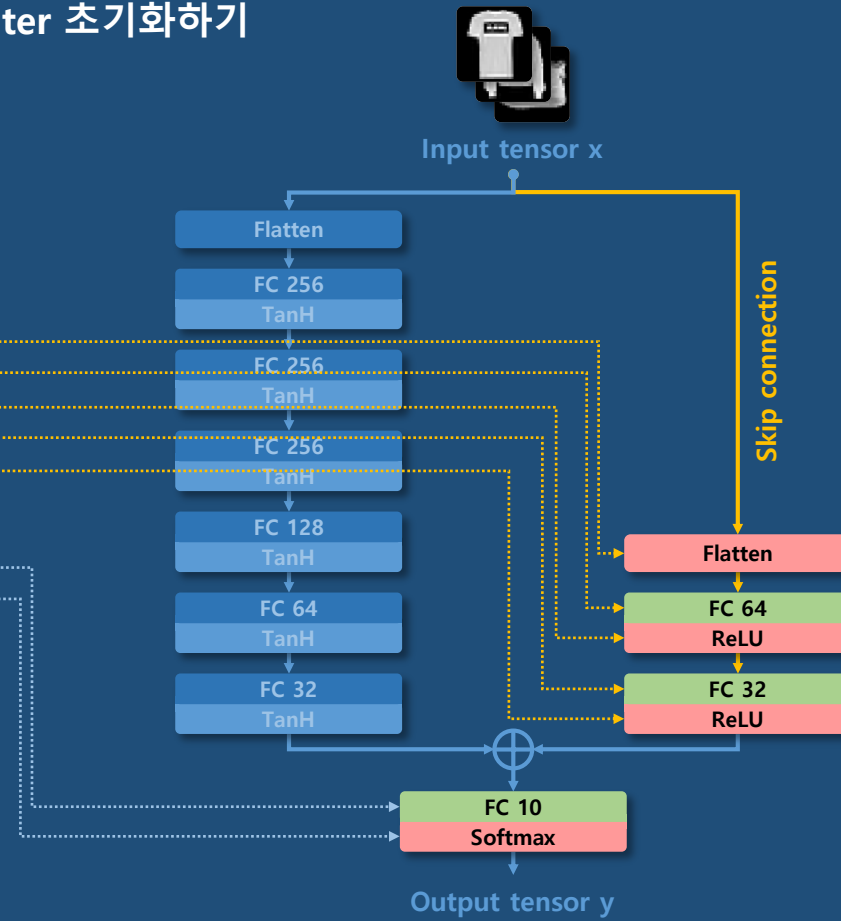


Skip-connection

• Skip-connection 실습

- Cell 4-2 : Layer sequence를 통해 layer 추가 및 parameter 초기화하기

```
> class NeuralNetwork(nn.Module):
>     ...
>
>     def __init__(self):
>         ...
>
>         self.skip_connection_stack = nn.Sequential(
>             nn.Flatten(start_dim = 1),
>             nn.Linear(28 * 28, 64),
>             nn.ReLU(),
>             nn.Linear(64, 32),
>             nn.ReLU()
>         )
>
>         self.last_linear = nn.Linear(32, 10)
>         self.softmax = nn.Softmax(dim = 1)
>         # Parameter가 없는 layer도 인스턴스 변수로 선언 가능
>
>         for module in self.modules():
>             module.apply(self.parameter_initializer)
>
>     ...
```

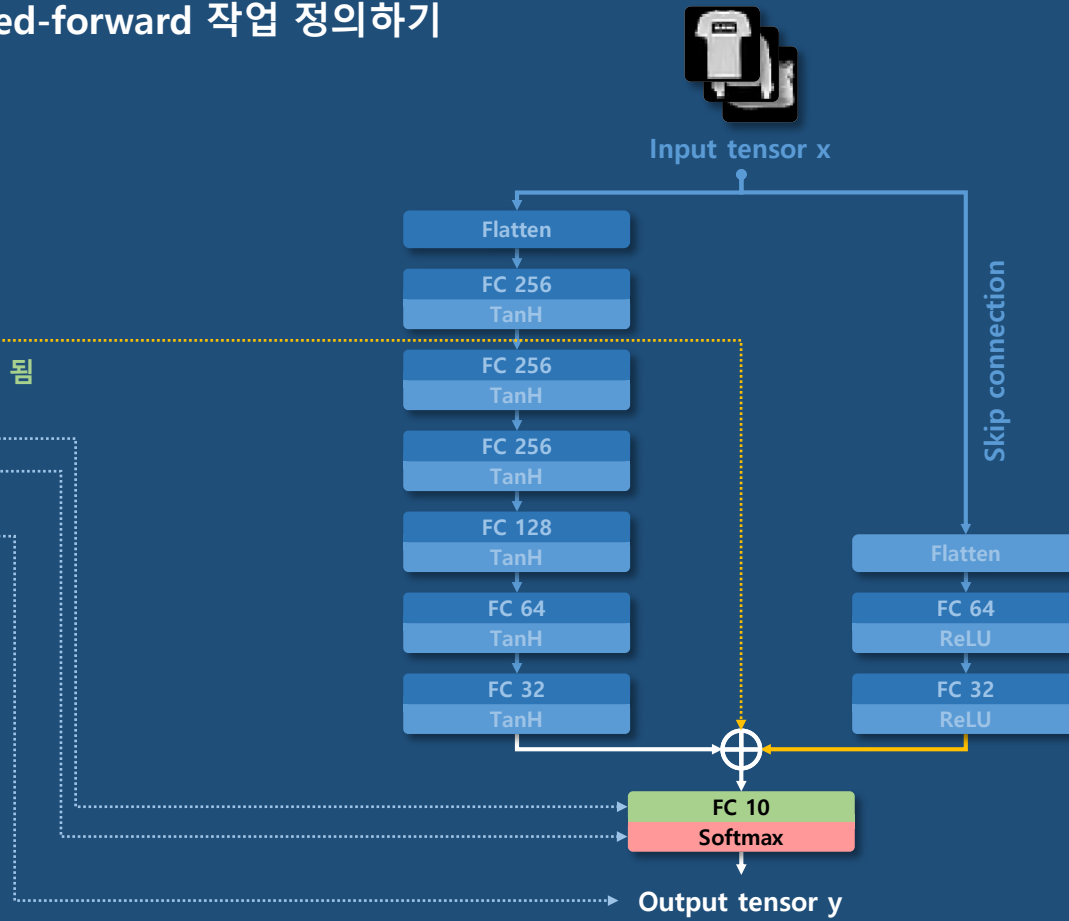


Skip-connection

• Skip-connection 실습

- Cell 4-3 : Layer sequence를 통해 ANN feed-forward 작업 정의하기

```
> class NeuralNetwork(nn.Module):
>     ...
>
>     def forward(self, x):
>         x1 = self.linear_stack(x)
>         x2 = self.skip_connection_stack(x)
>
>         x = x1 + x2
>         # x1 + x2 대신 torch.add(x1, x2)를 사용해도 됨
>
>         x = self.last_linear(x)
>         y = self.softmax(x)
>
>         return y
```



Skip-connection

- Skip-connection 실습

- Cell 4-4 : Learning rate 수정하기

```
> model = NeuralNetwork().to(device)

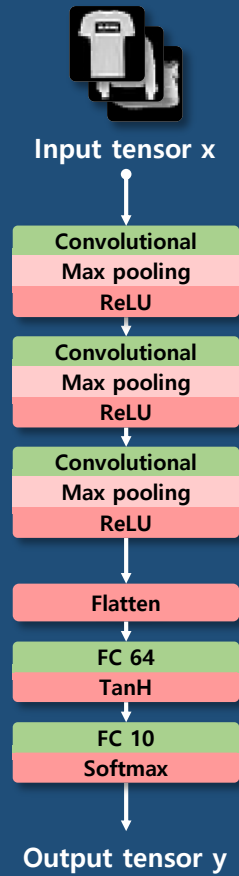
> optimizer = torch.optim.SGD(
>     model.parameters(),
>     lr = 1.5e-3 # ANN architecture가 달라졌으므로 learning rate를 변경해야 할 수 있음
> )
```

CNN

03

CNN

- CNN 실습
 - 실습할 ANN architecture

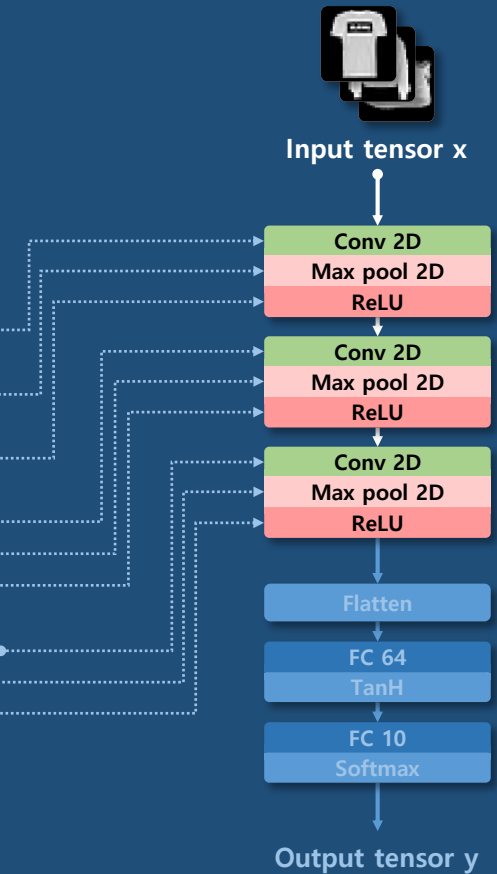


CNN

• CNN 실습

- Cell 4-1 : Parameter 초기화 작업에 convolutional layer 추가하기

```
> class NeuralNetwork(nn.Module):
>     ...
>
>     def __init__(self):
>         super().__init__()
>
>         self.cnn_stack = nn.Sequential(
>             nn.Conv2d(in_channels = 1, out_channels = 4, kernel_size = 5, padding = 2, padding_mode = 'zeros'),
>             # 각 filter가 2D인 convoultional layer
>             nn.MaxPool2d(kernel_size = 2, stride = 2),
>             # 각 filter가 2D인 max pooling layer
>             nn.ReLU(),
>
>             nn.Conv2d(in_channels = 4, out_channels = 8, kernel_size = 3, padding = 1, padding_mode = 'zeros'),
>             nn.MaxPool2d(kernel_size = 2, stride = 2),
>             nn.ReLU(),
>
>             nn.Conv2d(in_channels = 8, out_channels = 16, kernel_size = 3, padding = 1, padding_mode = 'zeros'),
>             nn.MaxPool2d(kernel_size = 2, stride = 2),
>             nn.ReLU()
>         )
>
>     ...
```



CNN

- CNN 실습

- Cell 4-2 : Layer sequence를 통해 layer 추가 및 parameter 초기화하기

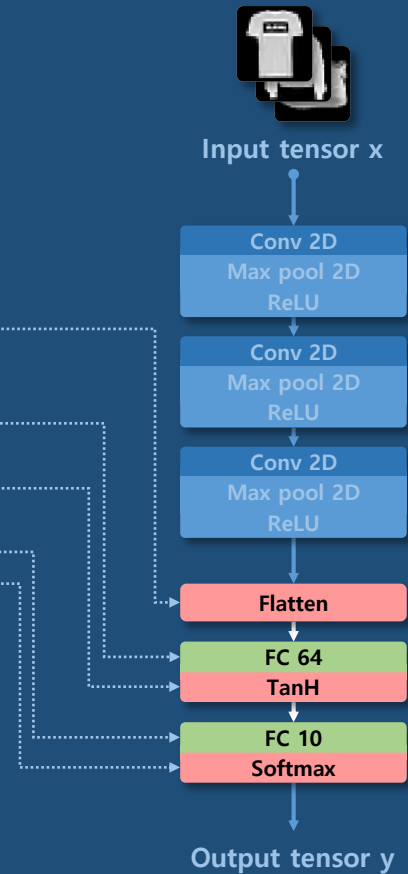
```
> class NeuralNetwork(nn.Module):  
>     parameter_initializer(self, layer):  
>         if isinstance(layer, nn.Linear) or isinstance(layer, nn.Conv2d):  
>             torch.nn.init.xavier_normal_(layer.weight)  
>             torch.nn.init.zeros_(layer.bias)  
  
>     ...
```

CNN

• CNN 실습

- Cell 4-3 : Layer sequence를 통해 layer 추가 및 parameter 초기화하기

```
> class NeuralNetwork(nn.Module):
>     ...
>
>     def __init__(self):
>         ...
>
>         self.linear_stack = nn.Sequential(
>             nn.Flatten(start_dim = 1), •
>             # CNN의 output은 [N, C, H, W]이므로, linear layer로 전달하기 위해 flatten 작업 수행
>
>             nn.Linear(16 * 3 * 3, 64), •
>             # Linear layer는 input 데이터의 dimension을 알려주어야 하므로, CNN stack의 output dimension을 알아야 함
>             nn.Tanh(), •
>
>             nn.Linear(64, 10), •
>             nn.Softmax(dim = 1) •
>         )
>
>         for module in self.modules():
>             module.apply(self.parameter_initializer)
>
>     ...
```



CNN

- CNN 실습

- Cell 4-4 : Layer sequence를 통해 ANN feed-forward 작업 정의하기

```
> class NeuralNetwork(nn.Module):  
>     ...  
  
>     def forward(self, x):  
>         x = self.cnn_stack(x)  
>         # print(f'Shape of CNN stack output: {x.shape}') # 확인용 임시 코드, cnn_stack의 output dimension을 확인할 수 있음  
  
>         y = self.linear_stack(x)  
  
>         return y
```

CNN

- CNN 실습

- Cell 5 : Optimizer를 SGD에서 ADAM으로 변환하기

```
> model = NeuralNetwork().to(device)

> optimizer = torch.optim.Adam(      # Training 효율을 높이기 위해 SGD optimizer 대신 ADAM optimizer를 사용
>     model.parameters(),
>     lr = 2e-3,                      # 고급 optimizer를 사용할 경우 training을 빠르게 하기 위해 learning rate를 높여도 training이 덜 불안정해짐
>     betas = (0.9, 0.999),          # Adam optimizer의  $\beta_1$ 과  $\beta_2$ 
>     weight_decay = 1e-4            # Weight decay 추가
> )
```

Have a nice day!

