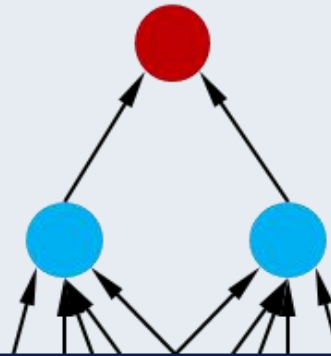


딥러닝 모델의 학습방법



The Deep Learning Revolution



컴퓨터 성능 발전

딥러닝의 발달

빅데이터 축적

인공신경망(Artificial Neural Network, ANN)

심층신경망(Deep Neural Network, DNN)

가중치(Weight)

활성화 함수(Activation Function)

손실함수(Loss Function)

딥러닝 학습방법(Deep Learning)

순전파(Forward Propagation)

오차역전파(Error Back Propagation)

경사하강법(Gradient Descent)

옵티마이저(Optimization Algorithm)

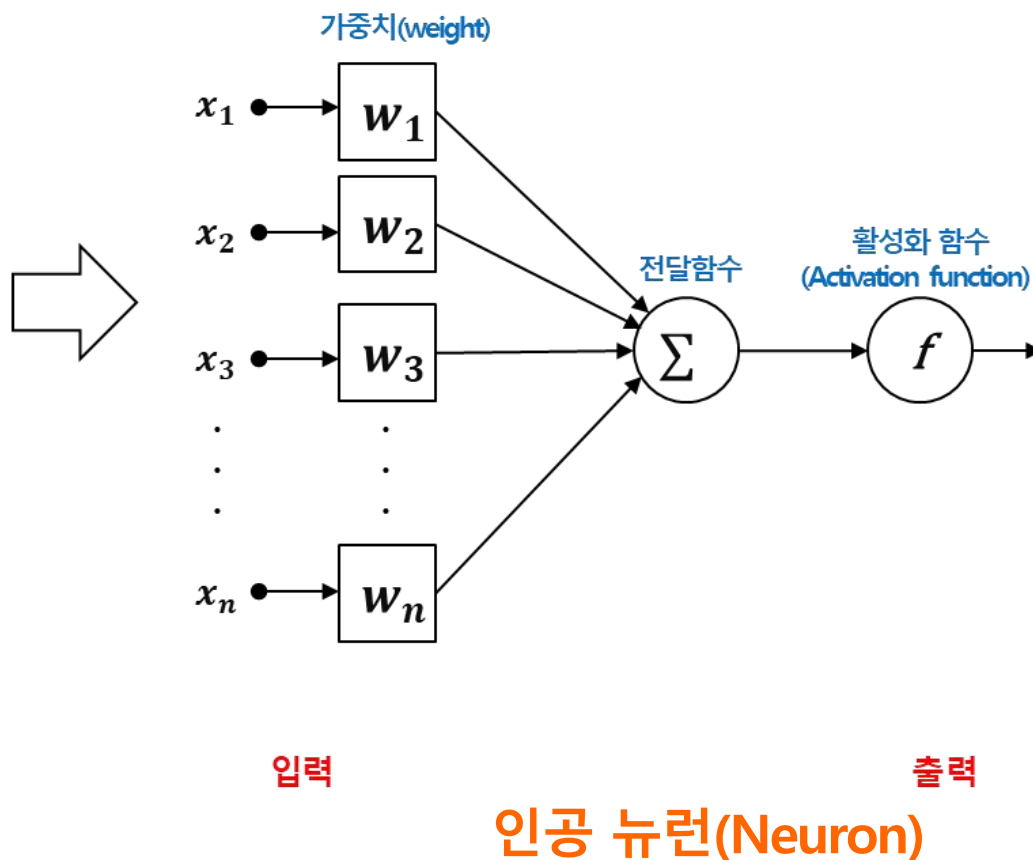
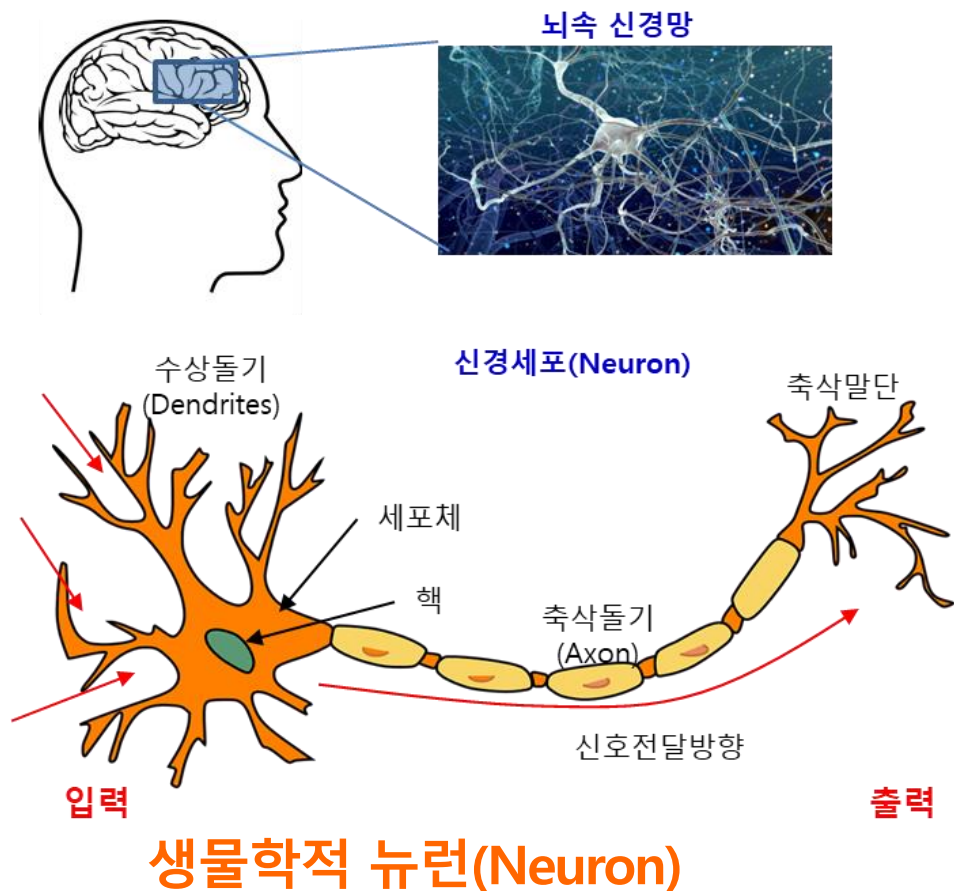
드롭아웃(Dropout)

미니배치(Mini Batch)

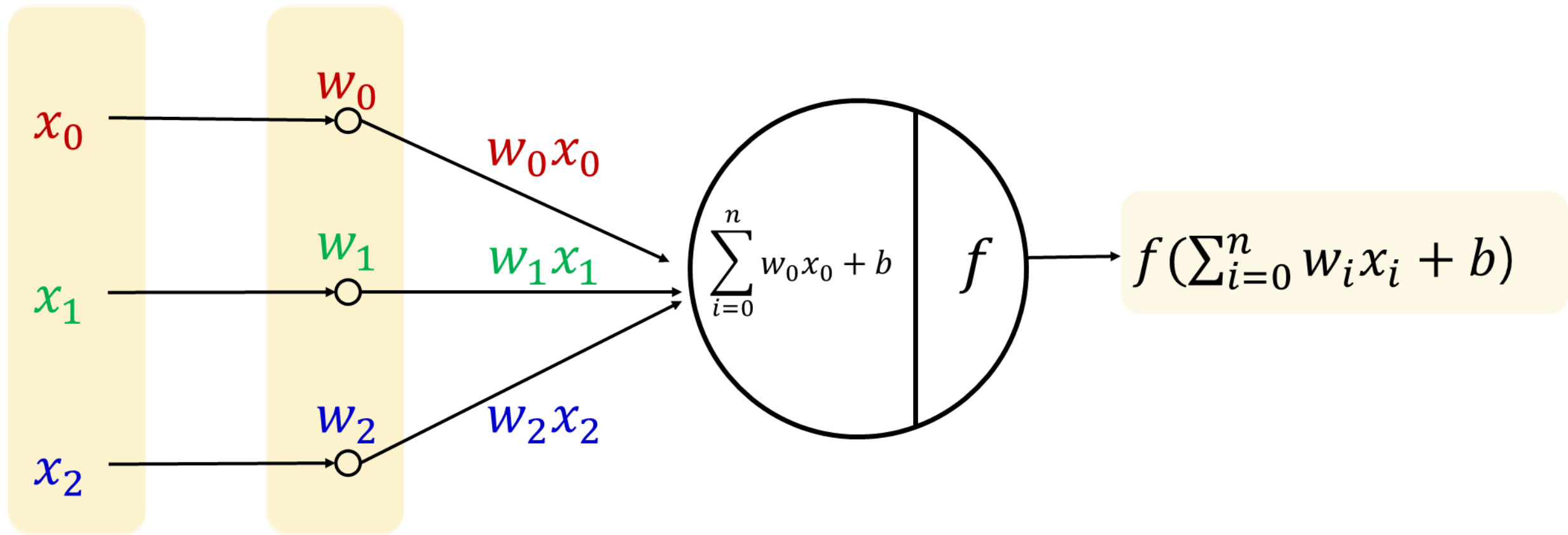
텐서(Tensor)

인공신경망(ANN , Artificial Neural Network)

- 뇌신경은 수많은 신경세포(뉴런, neuron)들이 연결되어 정보를 처리하고 전달합니다.
- 인공신경망은 뇌 신경계의 정보처리 구조를 모방하여 만든 계산 알고리즘입니다.
- 뇌 신경계와 같이 수많은 계산 함수를 연결하여 복잡한 정보를 처리하는 네트워크 구조입니다.

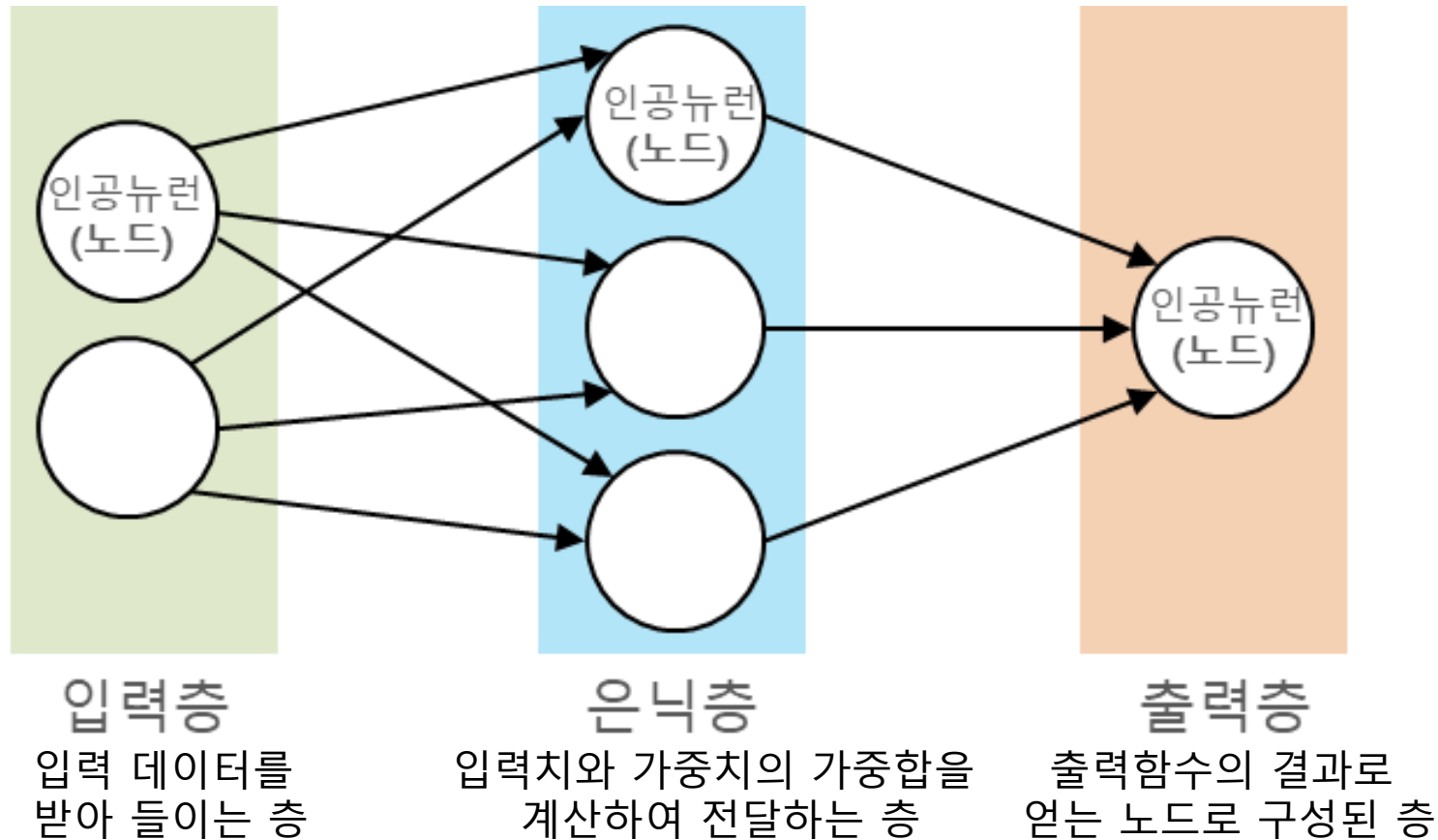


인공 뉴런 모델의 수학적 표현



심층신경망(DNN, Deep Neural Network)

- 딥러닝은 여러 층(layer)을 가진 인공신경망(Artificial Neural Network)을 사용하여 학습을 수행하는 것입니다.
- 심층신경망은 입력층과 출력층사이에 다수의 은닉층(hidden layer)을 포함하는 인공신경망입니다.
- 머신러닝에서는 비선형 분류를 위해 여러 trick을 사용하지만, DNN은 다수의 은닉층으로 비선형 분류가 가능해집니다.



심층신경망(DNN, Deep Neural Network)

■ input layer(입력층)

신경망의 첫 번째 레이어로서 입력 데이터를 수신합니다.

■ hidden layer(은닉층)

신경망에서 입력 레이어(특성)와 출력 레이어(예측) 사이에 위치하는 합성 레이어입니다.
신경망에 하나 이상의 히든 레이어가 포함될 수 있습니다.

■ output layer(출력층)

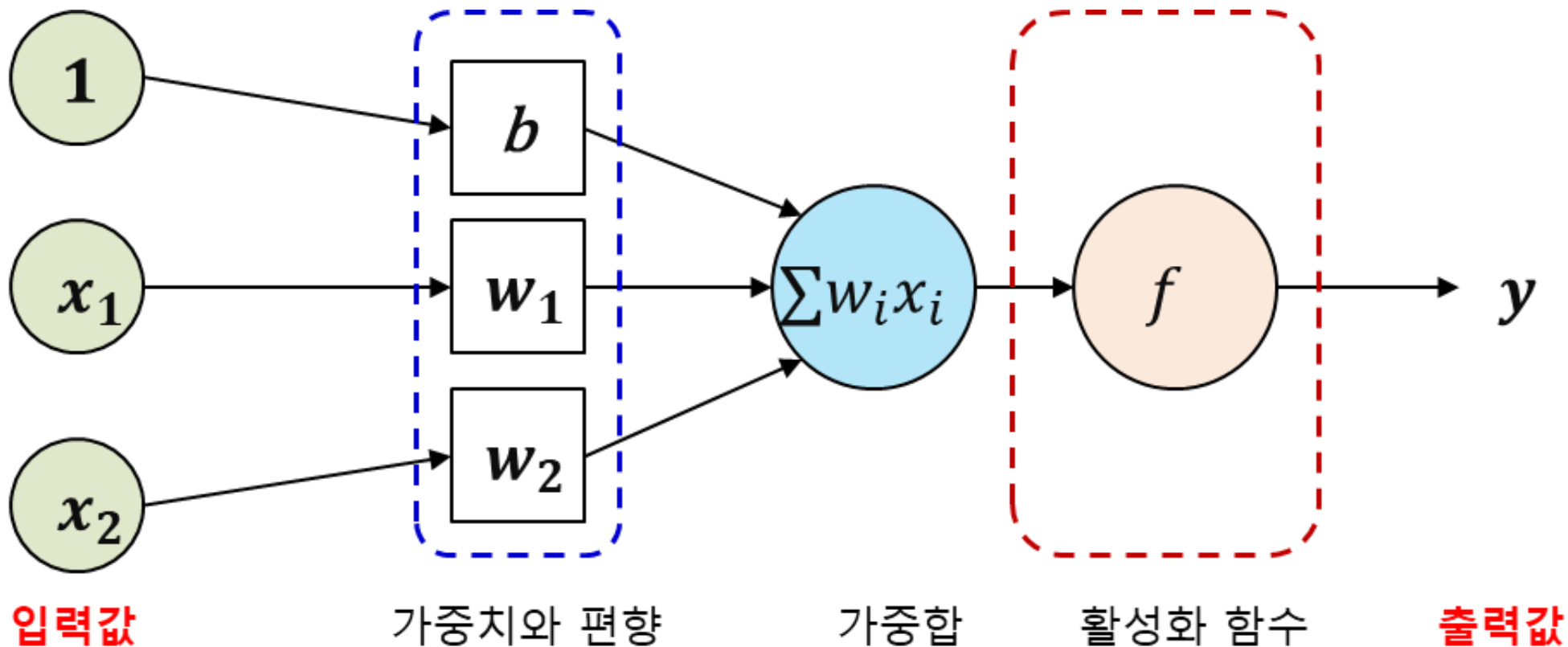
신경망의 '최종' 레이어입니다. 이 레이어에 답이 포함됩니다.

■ Dense Layer(밀집층)

Fully Connected Layer(완전 연결층) 이나 Dense Layer(밀집층)라고 불리는 밀집 연결 층(Dense Connected Layer)

가중치 (Weight)와 편향 (Bias)

가중치는 입력 데이터로부터 원하는 결과를 만들도록 비중을 부여하는 값이고, 편향은 뉴런의 활성화를 조절하는 값

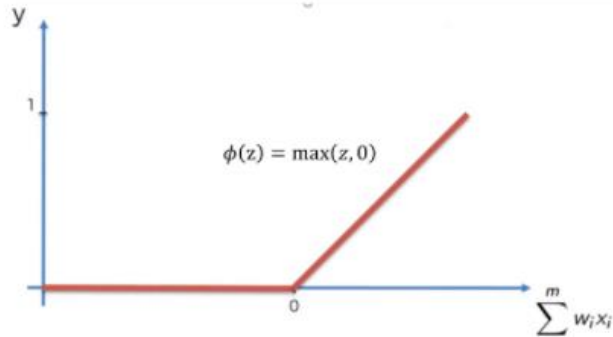


활성화 함수(Activation function)

입력값들의 수학적 선형결합을 다양한 형태의 비선형(또는 선형) 결합으로 변환하는 역할을 합니다.

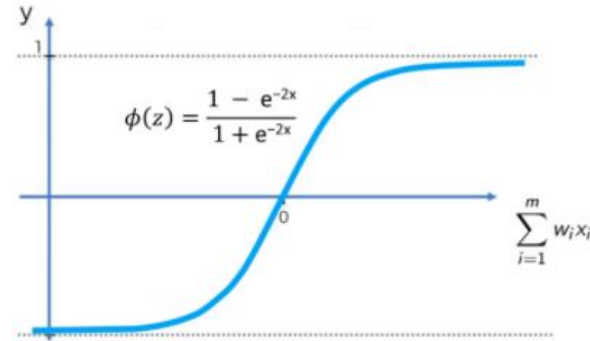
렐루 (ReLU)

입력이 양수일 때는 x , 음수일 때는 0을 출력



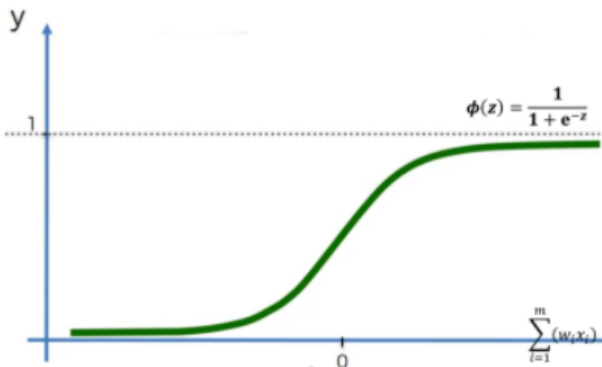
하이퍼볼릭 탄젠트 (Hyperbolic Tangent)

선형함수의 결과를 -1~1까지의 비선형 형태로 변경하는 함수



시그모이드 (Sigmoid)

0~1까지의 비선형 형태로 변경



소프트맥스 (Softmax)

입력값을 0~1 사이 출력이 되도록 정규화, 출력값들의 총합은 항상 1

$$\phi(z) = \frac{e^i}{\sum_{j=0}^k e^j} \quad \text{where } i=0,1,\dots,k$$

손실함수 (Loss Function)

인공신경망 학습의 목적함수로 출력값(예측값)과 정답(실제값)의 차이를 계산합니다.

■ 회귀예측(Regression)

평균제곱오차 : Mean Squared Error

평균절대오차 : Mean Absolute Error

■ 이진분류(Binary Classification)

Binary Cross Entropy

■ 다중분류(Multi-class Classification)

Categorical Cross Entropy : label(target, 출력값)이 **원핫 벡터(One-Hot Vector)**

Sparse Categorical Cross Entropy : label(target , 출력값)이 정수(0, 1, 2, 3 또는 n)

원핫벡터 (One-Hot Vector, One-Hot Encoding)

고유 값에 해당하는 칼럼에만 1을 표시하고 나머지 칼럼에는 0을 표시하는 방법입니다.

Human-Readable

Pet
Cat
Dog
Turtle
Fish
Cat

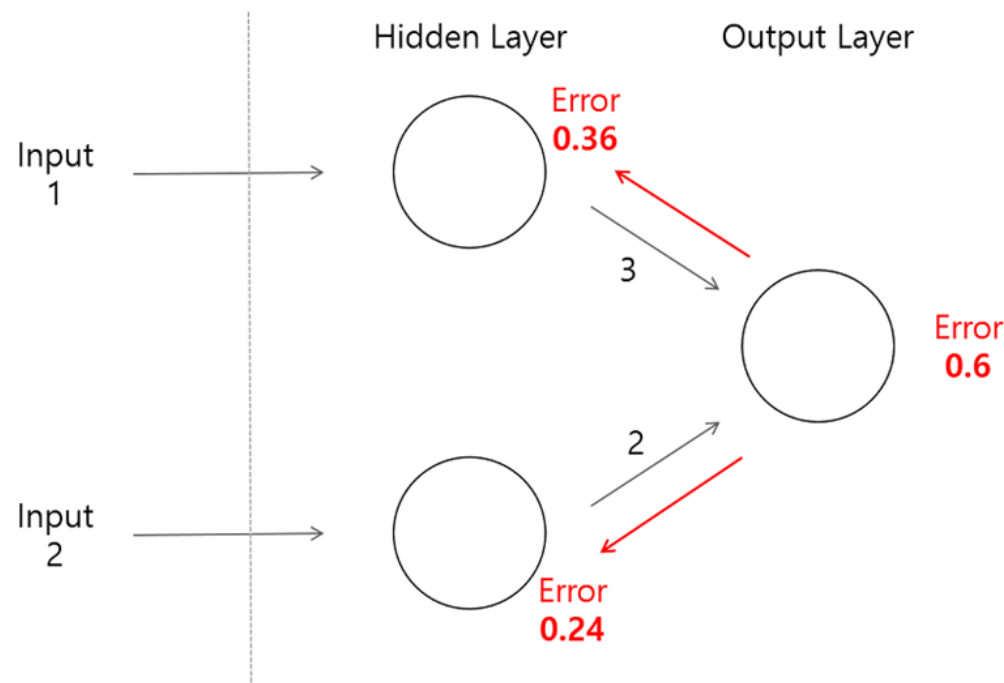
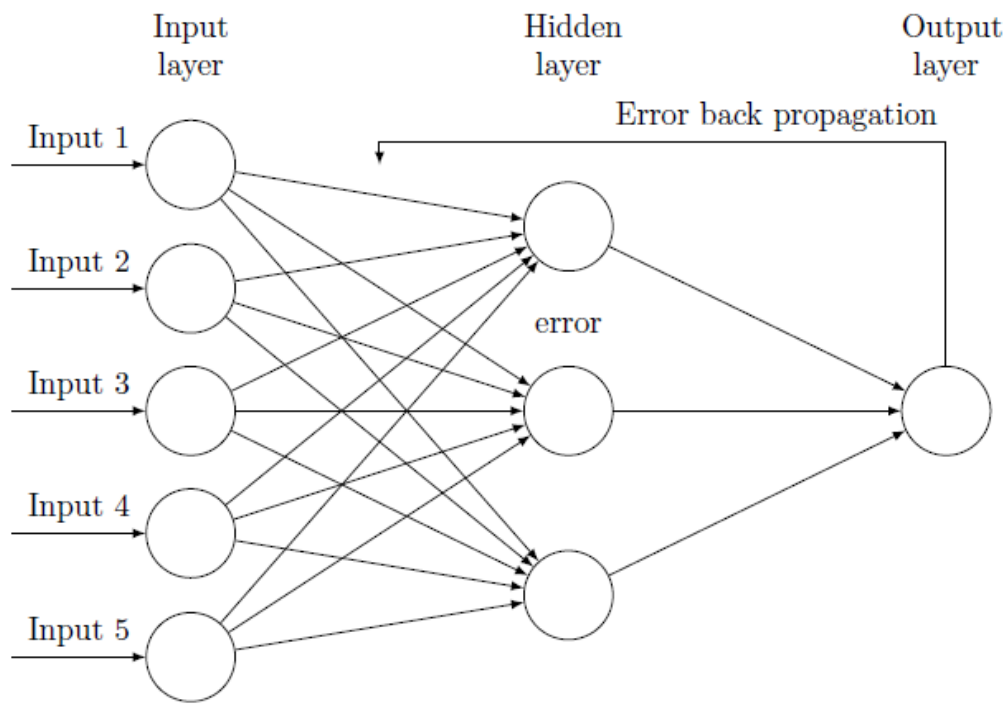


Machine-Readable

Cat	Dog	Turtle	Fish
1	0	0	0
0	1	0	0
0	0	1	0
0	0	0	1
1	0	0	0

딥러닝 학습방법

- 딥러닝 학습의 목표는 모델에 입력값을 넣었을 때의 출력값이 최대한 정답과 일치하게 하는 것입니다.
- 딥러닝 학습은 손실(Loss, Error)를 최소화 하는 인공신경망의 가중치(weight)와 편향(bias)을 찾는 과정입니다.
- 딥러닝 모델의 매개변수(weight, bias)를 무작위로 부여한 후, 반복학습(순전파-오차역전파)을 통해 모델의 출력값을 정답과 가깝게 되도록 매개변수(weight, bias)를 조금씩 조정합니다.
- 딥러닝 학습은 순전파(Forward Propagation)와 오차역전파(Error Back Propagation)의 반복으로 진행이 됩니다.

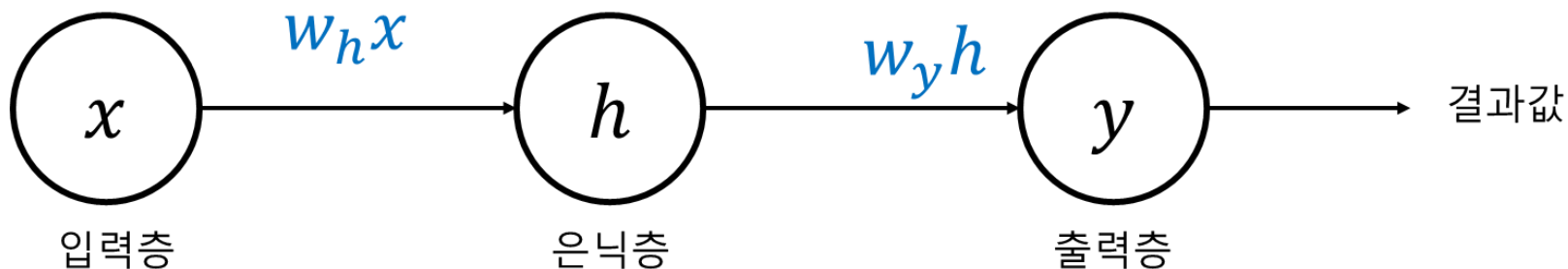


딥러닝 학습방법

■ 순전파(Forward Propagation)

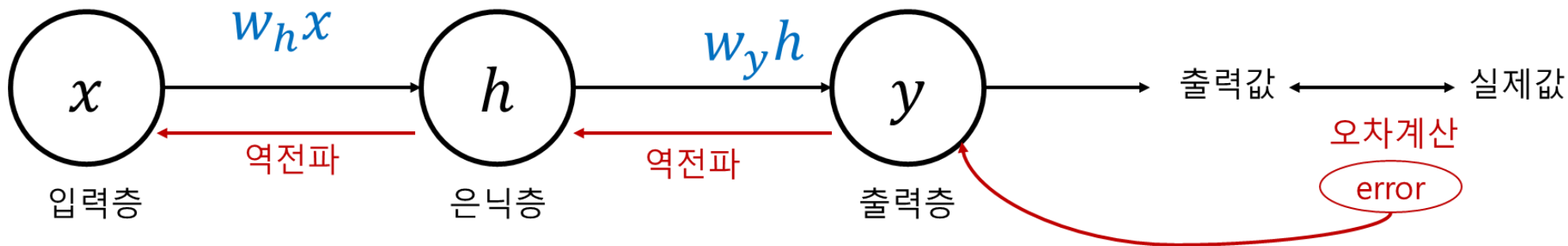
딥러닝 모델에 값을 입력해서 출력을 얻는 과정입니다.

순전파는 뉴럴 네트워크의 입력층부터 출력층까지 순서대로 변수들을 계산하고 저장하는 것입니다.



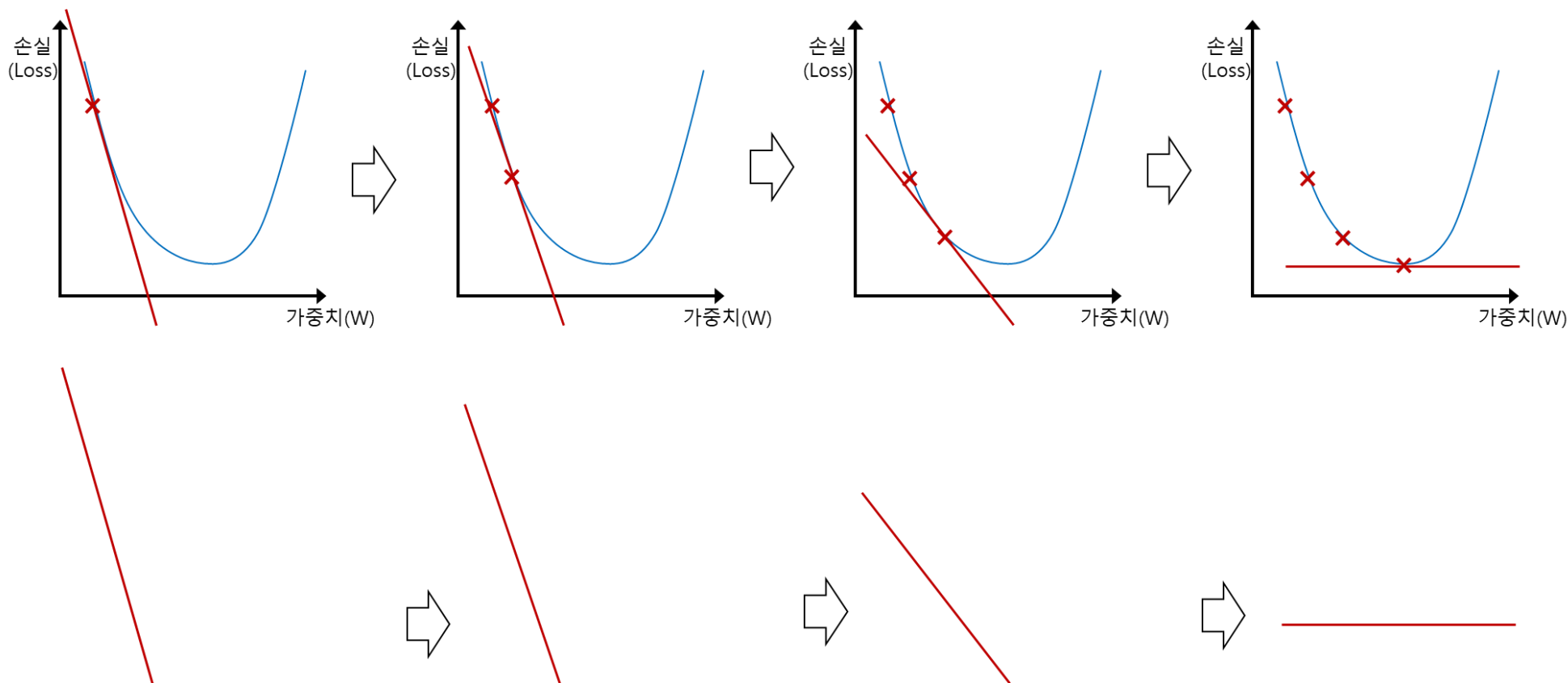
■ 오차역전파(Error Backpropagation)

실제값과 모델 결과값에서 오차를 구해서, 오차를 입력(input) 방향으로 보내서 가중치를 재업데이트 하는 과정입니다.



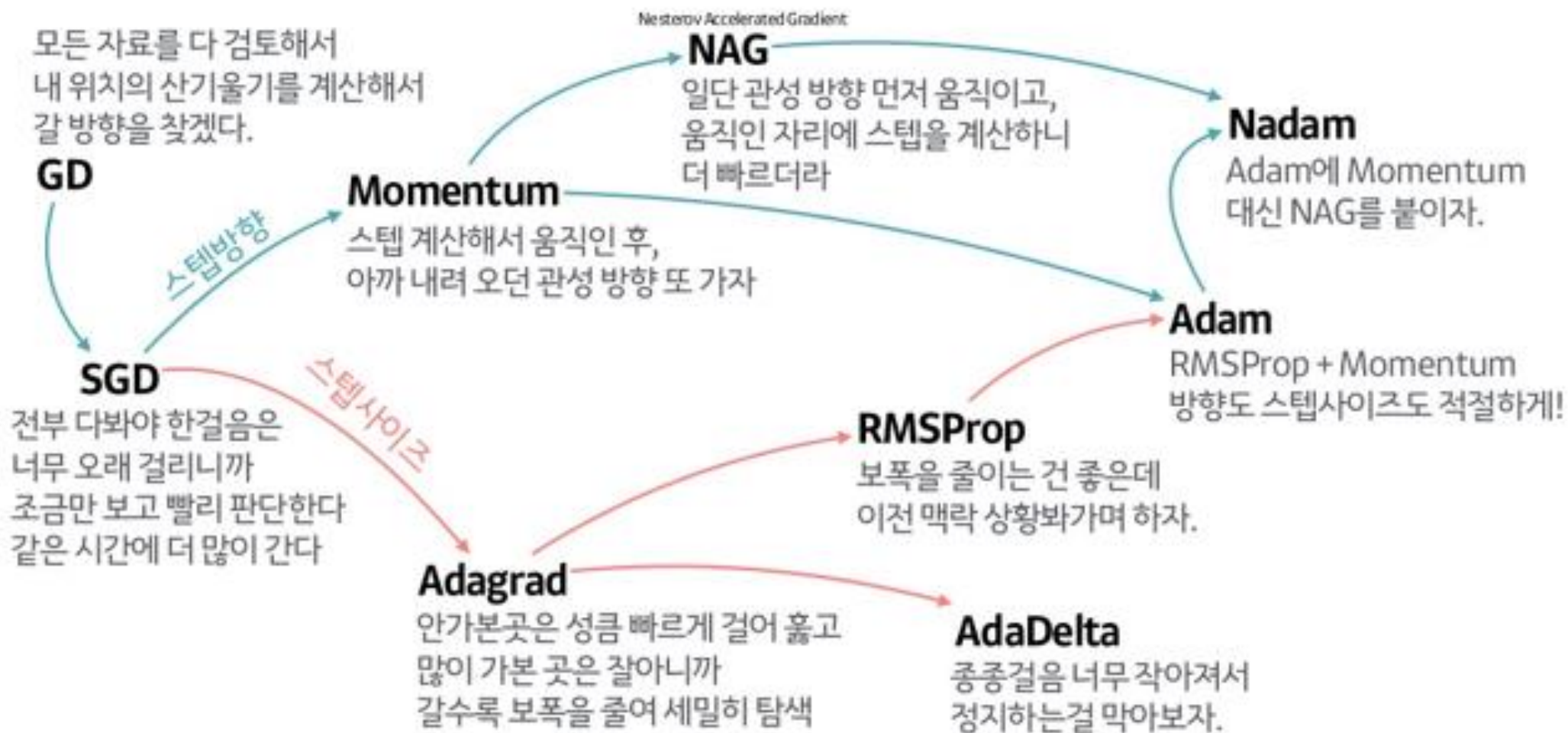
경사하강법 (Gradient Descent)

- 손실함수는 가중치(w)의 함수로, 볼록함수 형태라면 미분으로 손실이 가장 작은 가중치를 찾을 수 있습니다.
- 하지만, 딥러닝에서는 손실함수가 복잡하고 계산량이 매우 크고, 미분이 0이 되는 값이 여러 개 존재하므로 미분만으로 최소값을 찾기 어려워 경사하강법(Gradient Descent)을 사용합니다.
- 경사하강법은 손실함수의 현 가중치에서 기울기를 구해서 손실(Loss)을 줄이는 방향으로 업데이트 해 나갑니다.



옵티마이저 (Optimization Algorithm)

손실함수를 최소화하는 방향으로 가중치를 갱신하는 알고리즘입니다.



옵티마이저 (Optimization Algorithm)

■ 손실함수(Loss Function)

손실함수는 신경망 학습의 목적으로(목적함수) 모델의 출력값(예측값)과 정답(실제값)의 차이를 계산합니다.

■ 최적화(Optimization)

딥러닝 모델의 매개변수(weight, bias)를 조절해서 손실함수의 값을 최저로 만드는 과정으로 경사하강법(Gradient Descent)이 대표적입니다.

■ 경사하강법(gradient descent)

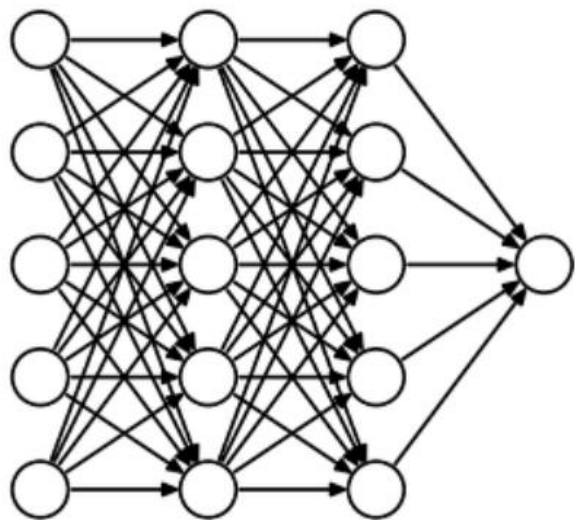
학습 데이터의 조건에 따라 모델의 매개변수를 기준으로 손실의 경사를 계산하여 손실을 최소화하는 기법입니다. 쉽게 설명하면, 경사하강법은 매개변수를 반복적으로 조정하면서 손실을 최소화하는 가중치와 편향의 가장 적절한 조합을 점진적으로 찾는 방식입니다.

■ 경사(gradient)

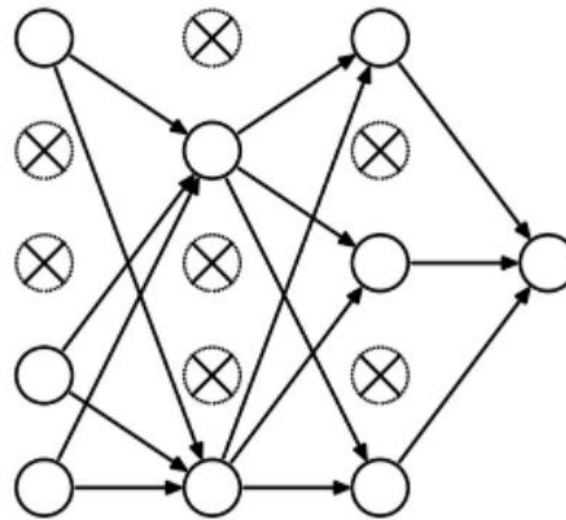
모든 독립 변수를 기준으로 한 편미분의 벡터입니다. 머신러닝에서 경사는 모델 함수의 편미분의 벡터입니다.

드롭아웃(Dropout)

Hidden Layer의 일부 유닛이 동작하지 않게 하여 overfitting(과적합)을 막는 방법입니다.



일반 심층신경망



Dropout이 적용된 심층신경망

■ 과적합(overfitting)

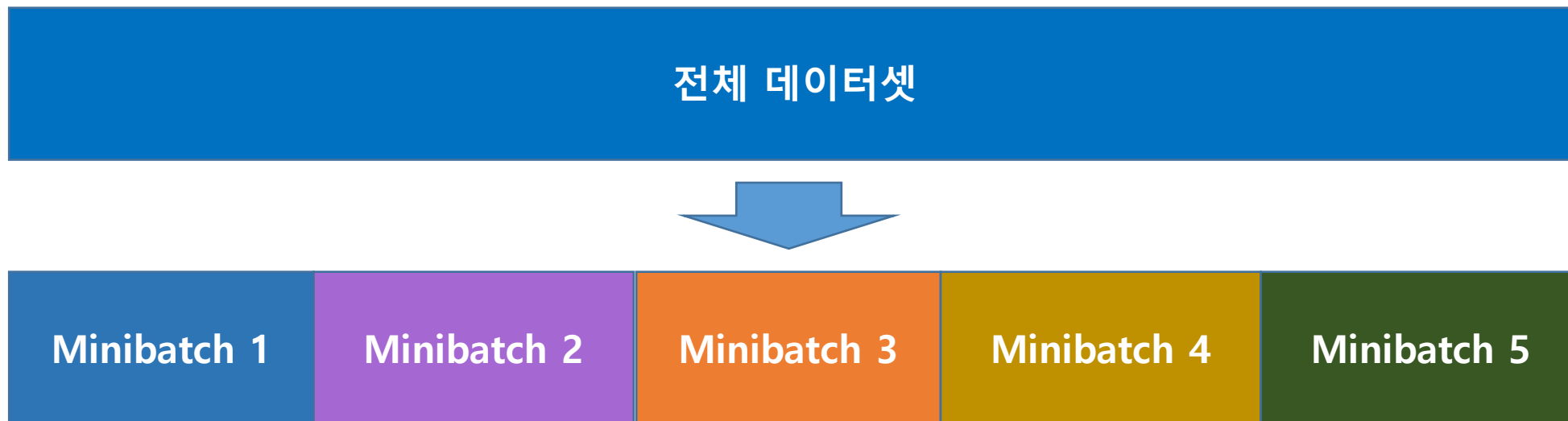
생성된 모델이 학습 데이터와 지나치게 일치하여 새 데이터를 올바르게 예측하지 못하는 경우입니다.

■ 일반화(generalization)

모델학습에 사용된 데이터가 아닌 이전에 접하지 못한 새로운 데이터에 대해 올바른 예측을 수행하는 능력을 의미합니다.

미니배치 (Mini Batch)

데이터가 수십만개 이상이라면 전체 데이터를 더 작은 단위로 나누어서 학습하는 방법입니다.



1 Epoch(에폭) : 전체 데이터셋을 한번 학습

1 iteration(이터레이션) : 1회 학습

Minibatch : 데이터셋을 batch size 크기로 나누어서 학습

ex) 총 데이터가 1,000,000개, batch size가 1,000 이면,

1 iteration = 1,000개 데이터에 대해서 학습

1 Epoch = 1,000,000/batch size = 1,000 iteration

텐서 (Tensor)

Scalar
(0 Dimension)



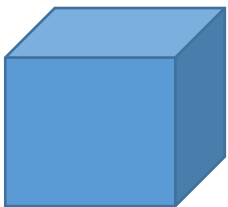
Vector
(1 Dimension)



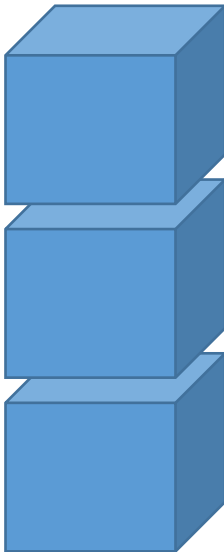
Matrix
(2 Dimension)



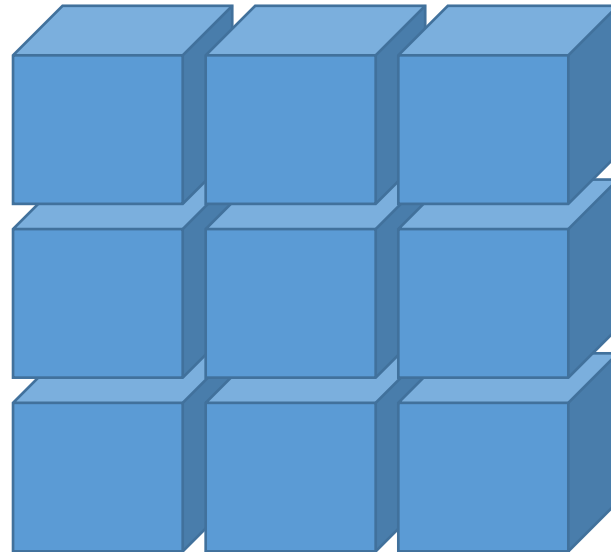
Tensor
(3 Dimension)



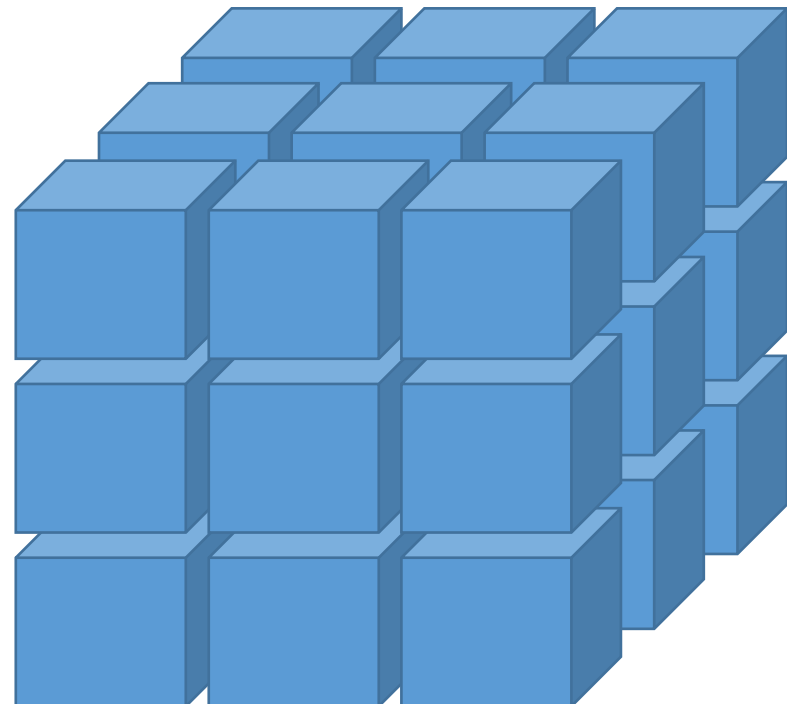
Tensor
(4 Dimension)



Tensor
(5 Dimension)



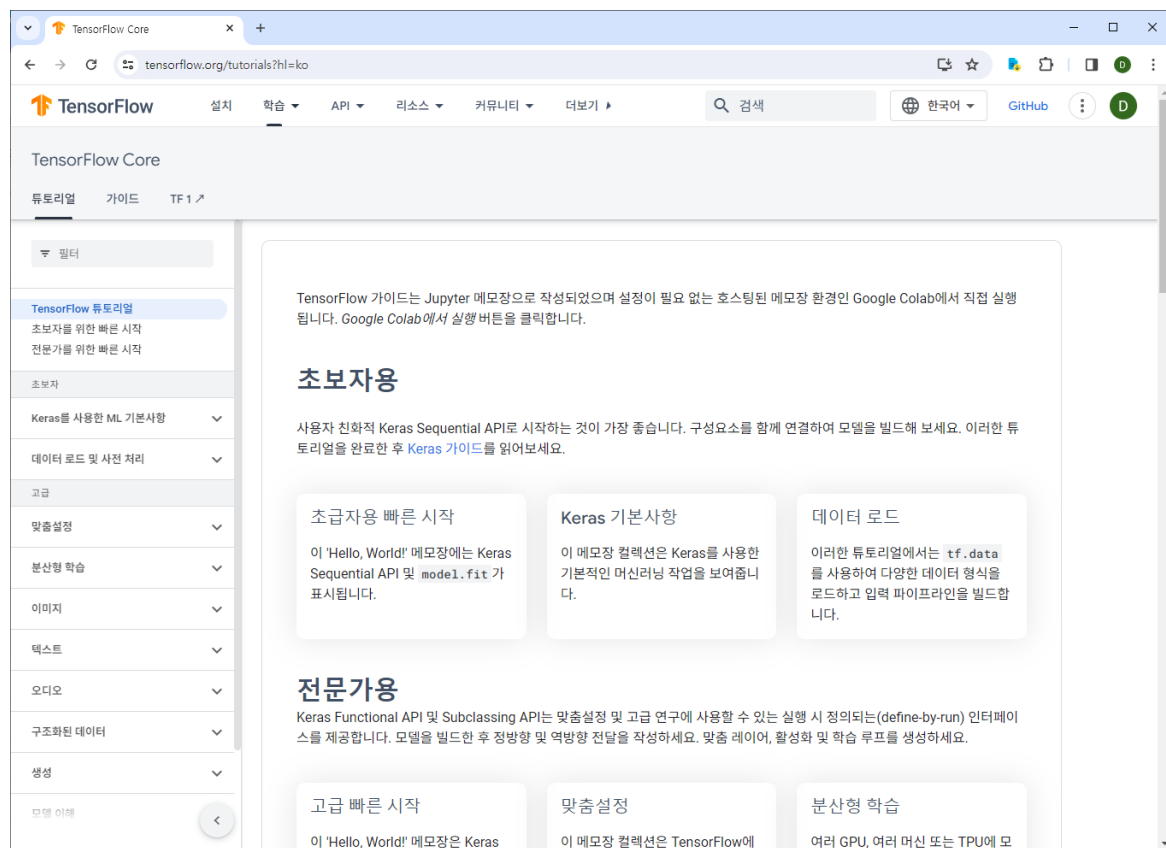
Tensor
(6 Dimension)



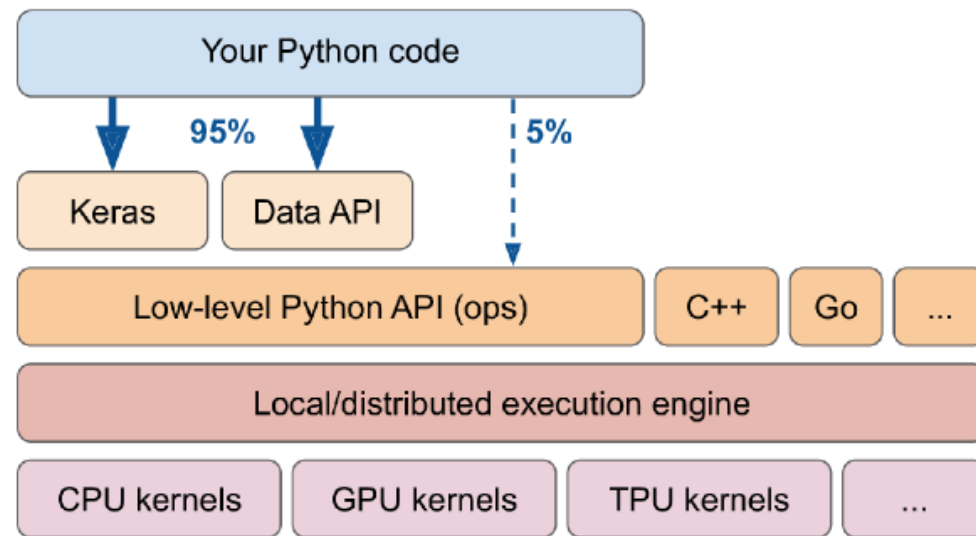
텐서플로 (TensorFlow)

딥러닝 프로그램을 쉽게 구현할 수 있도록 다양한 기능을 제공하는 프레임워크입니다.

<https://www.tensorflow.org/tutorials/>



텐서플로 구조



DNN 실습 - 항공사 고객 만족 여부 분류모델



AirlineCustomerSatisfaction.ipynb

- ① 라이브러리 임포트(import)
- ② 데이터 가져오기>Loading the data)
- ③ 탐색적 데이터 분석(Exploratory Data Analysis)
- ④ 데이터 전처리(Data PreProcessing) : 데이터타입 변환, Null 데이터 처리, 누락데이터 처리, 카테고리 데이터, 더미특성 생성, 특성 추출 (feature engineering) 등
- ⑤ 훈련/테스트 데이터 분할(Train Test Split)
- ⑥ 데이터 정규화(Normalizing the Data)
- ⑦ 모델 개발(Creating the Model)
- ⑧ 모델 성능 평가(Evaluating Model Performance)

DNN 실습 - 데이터셋

데이터 파일 : Invistico_Airline.csv

항공사 고객 129,880명의 설문 결과와 인구 통계/개인 정보로 구성되어 있으며, 데이터에는 총 23개의 속성이 있습니다.

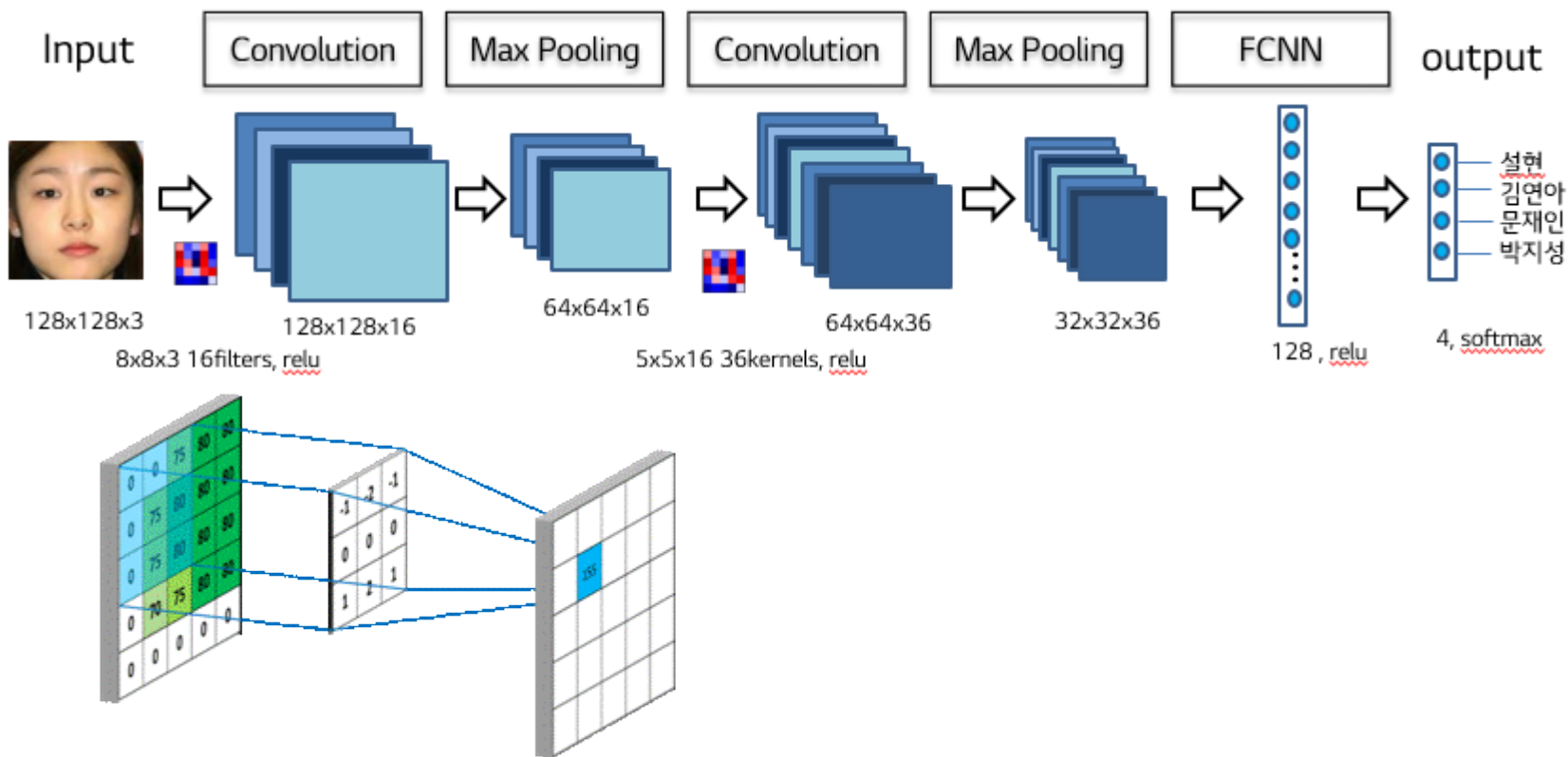
컬럼명	설명	비고
satisfaction	고객 만족 여부(Y)	satisfied : 만족 dissatisfied : 불만족
Gender	성별	Female : 여성 Male : 남성
Customer Type	고객 유형,	Loyal Customer : 충성 고객 Disloyal Customer : 비충성 고객
Age	나이	리뷰를 받은 고객의 나이.
Type of Travel	여행 유형	Business travel : 비즈니스 여행 개인 여행 : Personal Travel)
Class	좌석 클래스	Business : 비즈니스 Eco :Eco Plus : 이코노믹 플러스
Flight Distance	비행 거리	
Departure Delay in Minutes	출발 지연 시간(분)	
Arrival Delay in Minutes	도착 지연 시간(분)	

다음 14개의 변수는 고객의 만족도 항목으로 0에서 5사이의 척도 점수입니다.

컬럼명	설명
Seat comfort	좌석의 편안함
Departure/Arrival time convenient	편리한 출발/도착 시간
Food and drink	음식과 음료
Gate location	게이트 위치
Inflight wifi service	기내 와이파이 서비스
Inflight entertainment	기내 엔터테인먼트
Online support	온라인 지원
Ease of Online booking	온라인 예약의 용이성
On-board service	온보드 서비스
Leg room service	레그룸 서비스
Baggage handling	수하물 처리
Checkin service	체크인 서비스
Cleanliness	청결
Online boarding	온라인 탑승

합성곱 신경망(CNN, Convolutional Neural Network)

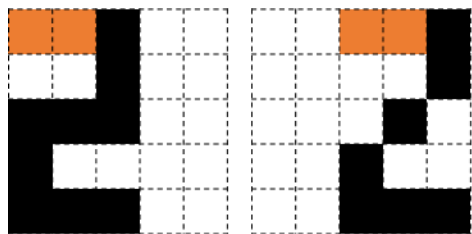
사람의 시각 피질 메커니즘에 영감을 받아 설계된 이미지, 영상등을 인식하는 신경망 모델
Convolution층에서는 각 filter가 입력 이미지의 픽셀 전체를 차례로 훑고 지나가며
linear combination을 진행하고 Feature Map을 구성합니다.



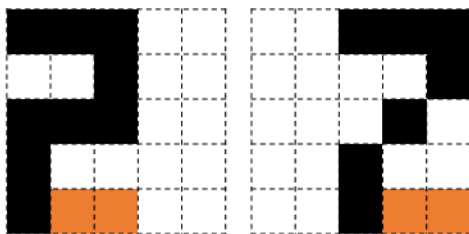
합성곱 신경망

CNN은 뇌가 사물을 구별하듯 생김새 정보로 사물을 학습하고 구별해 낸다.

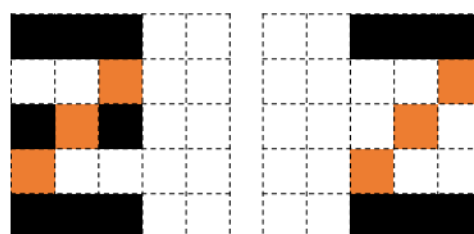
■ 숫자 2에서 공통적으로 얻을 수 있는 생김새 정보



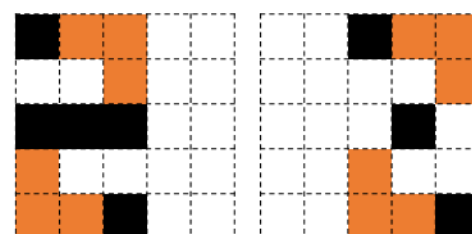
머리



꼬리

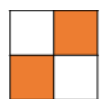


이음새

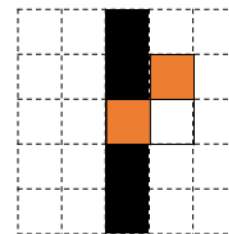
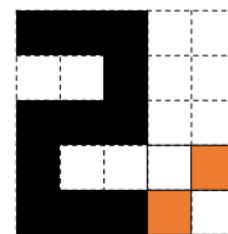
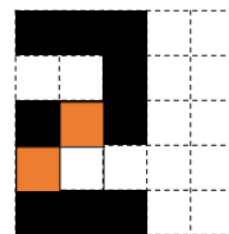
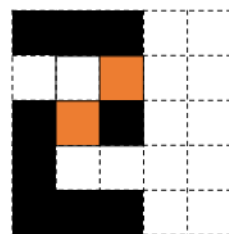
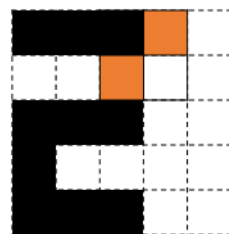
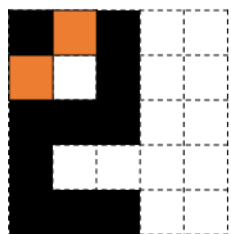


모서리

■ CNN은 어떻게 특징을 찾아 내는가?

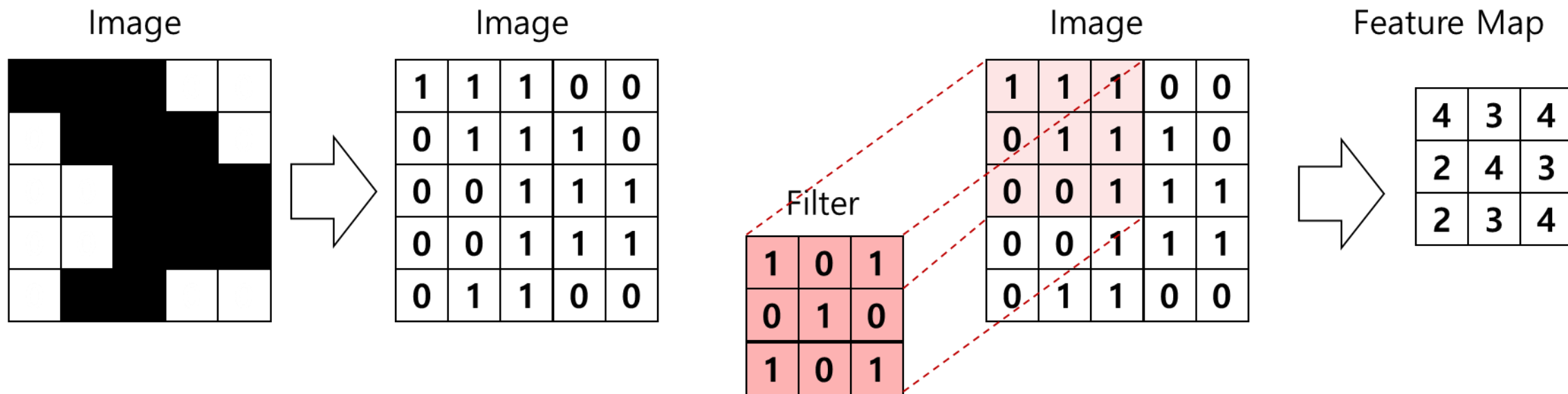


필터(커널)



대각선 필터는 숫자 2로부터 두 곳의 대각선 특징을 감지하지만, 숫자 1에서는 대각선 특징을 발견하지 못한다.

합성곱 신경망



1 _{x1}	1 _{x0}	1 _{x1}	0	0
0 _{x0}	1 _{x1}	1 _{x0}	1	0
0 _{x1}	0 _{x0}	1 _{x1}	1	1
0	0	1	1	1
0	1	1	0	0

4		

1	1 _{x1}	1 _{x0}	0 _{x1}	0
0	1 _{x0}	1 _{x1}	1 _{x0}	0
0	0 _{x1}	1 _{x0}	1 _{x1}	1
0	0	1	1	1
0	1	1	0	0

4	3	

1	1	1 _{x1}	0 _{x0}	0 _{x1}
0	1	1 _{x0}	1 _{x1}	0 _{x0}
0	0	1 _{x1}	1 _{x0}	1 _{x1}
0	0	1	1	1
0	1	1	0	0

4	3	4

1	1	1	0	0
0 _{x1}	1 _{x0}	1 _{x1}	1	0
0 _{x0}	0 _{x1}	1 _{x0}	1	1
0 _{x1}	0 _{x0}	1 _{x1}	1	1
0	1	1	0	0

4	3	4
2		

1	1	1	0	0
0	1 _{x1}	1 _{x0}	1 _{x1}	0
0	0 _{x0}	1 _{x1}	1 _{x0}	1
0	0 _{x1}	1 _{x0}	1 _{x1}	1
0	1	1	0	0

4	3	4
2	4	

1	1	1	0	0
0	1	1 _{x1}	1 _{x0}	0 _{x1}
0	0	1 _{x0}	1 _{x1}	1 _{x0}
0	0	1 _{x1}	1 _{x0}	1 _{x1}
0	1	1	0	0

4	3	4
2	4	3

1	1	1	0	0
0	1	1	1	0
0 _{x1}	0 _{x0}	1 _{x1}	1	1
0 _{x0}	0 _{x1}	1 _{x0}	1	1
0 _{x1}	1 _{x0}	1 _{x1}	0	0

4	3	4
2	4	3
2		

1	1	1	0	0
0	1	1	1	0
0	0 _{x1}	1 _{x0}	1 _{x1}	1
0	0 _{x0}	1 _{x1}	1 _{x0}	1
0	1 _{x1}	1 _{x0}	0 _{x1}	0

4	3	4
2	4	3
2	3	

1	1	1	0	0
0	1	1	1	0
0	0	1 _{x1}	1 _{x0}	1 _{x1}
0	0	1 _{x0}	1 _{x1}	1 _{x0}
0	1	1 _{x1}	0 _{x0}	0 _{x1}

4	3	4
2	4	3
2	3	4

합성곱 신경망

■ Padding

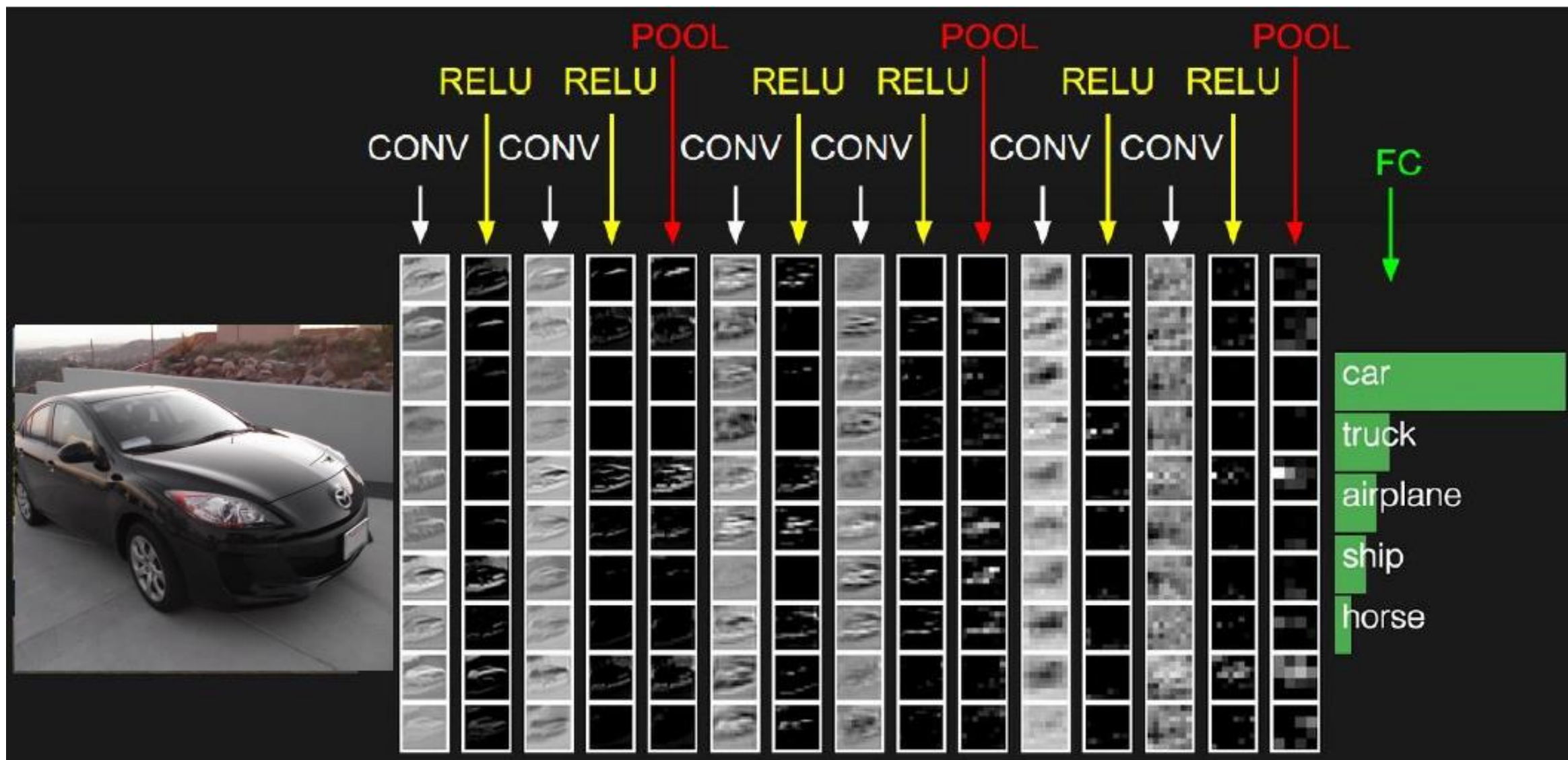
패딩(padding)을 1만큼 적용한 이미지 데이터 행렬

0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0
0	0	1	1	1	0	0
0	0	0	1	1	1	0
0	0	0	1	1	1	0
0	0	1	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0

■ Pooling

1	4	8	3
6	9	2	1
11	13	6	7
8	19	8	2

합성곱 신경망



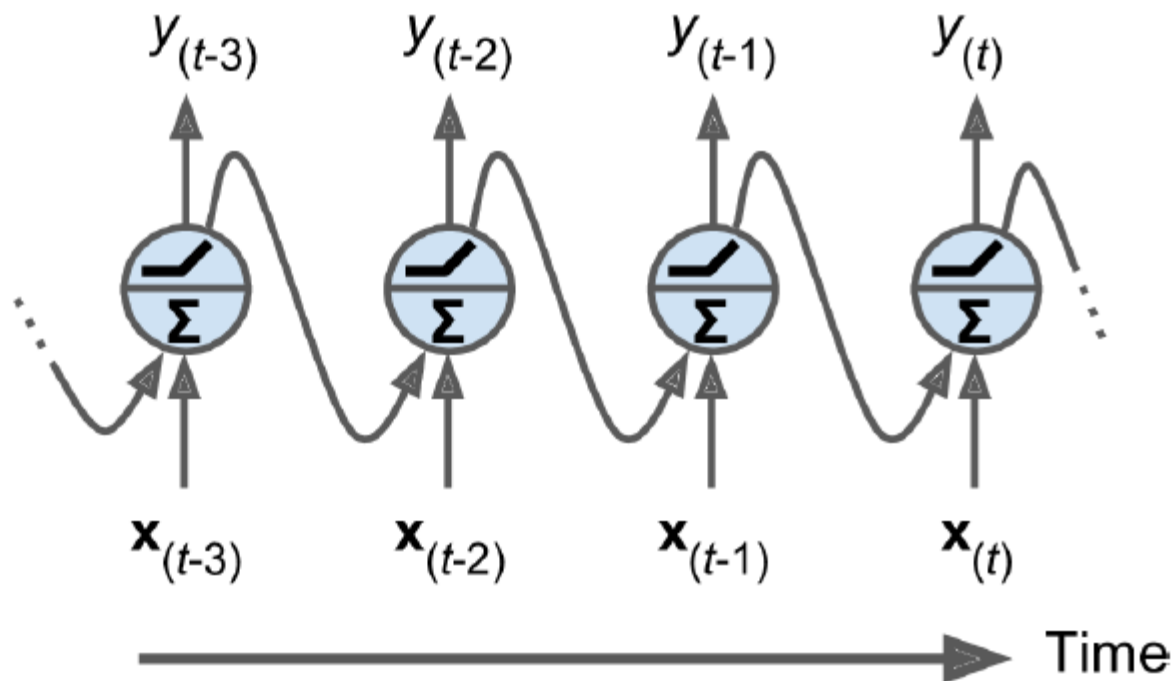
순환 신경망(RNN, Recurrent Neural Network)

순환신경망은 고정 길이 입력이 아닌 임의의 길이를 가진 순차데이터(Sequence)를 다룰 수 있습니다.
RNN은 시계열 데이터를 분석해서 미래값을 예측하고 문장, 오디오를 입력으로 받아 자동번역, 자연어처리에 유용합니다.

■ 순환뉴런

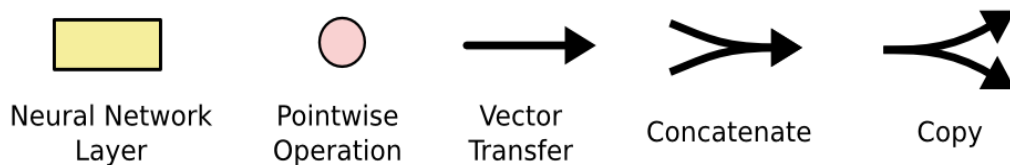
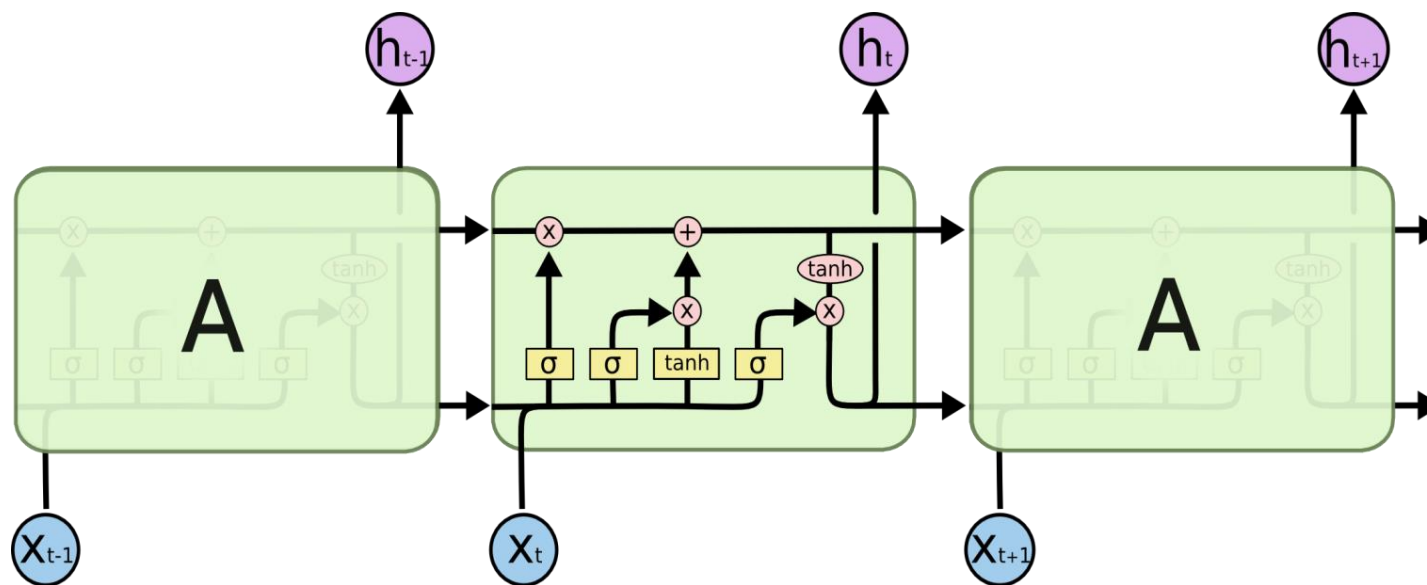


■ 순환뉴런을 타임 스텝으로 펼친 모습



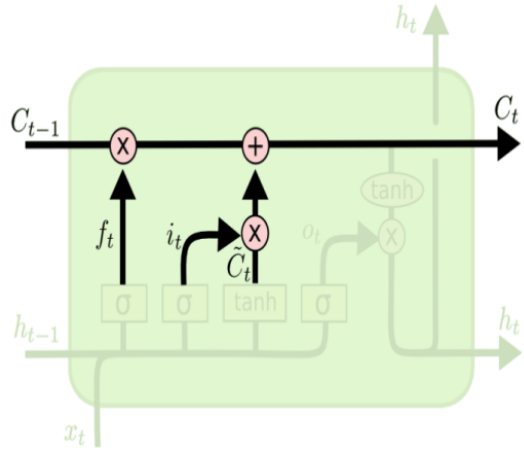
순환 신경망 - LSTM(Long-Short Term Memory)

LSTM 네트워크는 장기적인 종속성을 학습할 수 있는 특수한 종류의 RNN입니다.
LSTM은 Forget gate, Input gate, Output gate를 통한 정보전이 및 전파를 제어합니다.



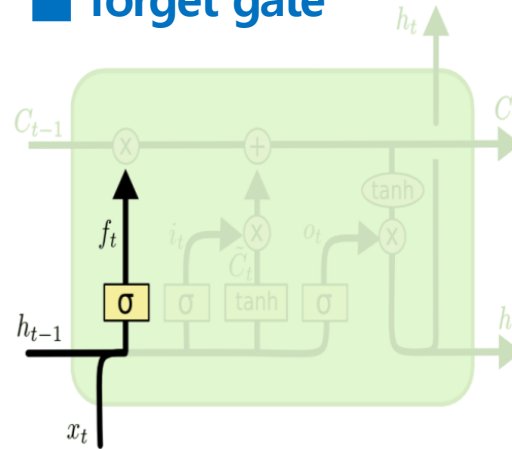
순환 신경망 - LSTM(Long-Short Term Memory)

Cell State(장기 상태)



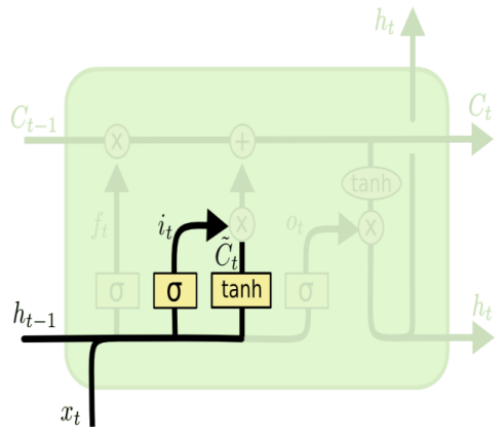
$$C_t = f_t * C_{t-1} + i_t * \tilde{C}_t$$

forget gate



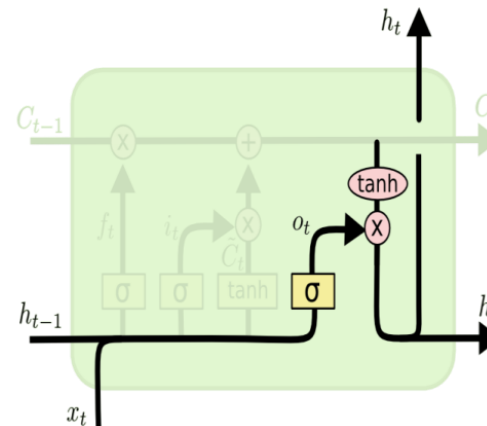
$$f_t = \sigma(W_f \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_f)$$

input gate



$$i_t = \sigma(W_i \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_i)$$
$$\tilde{C}_t = \tanh(W_C \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_C)$$

output gate, hidden state(단기 상태)



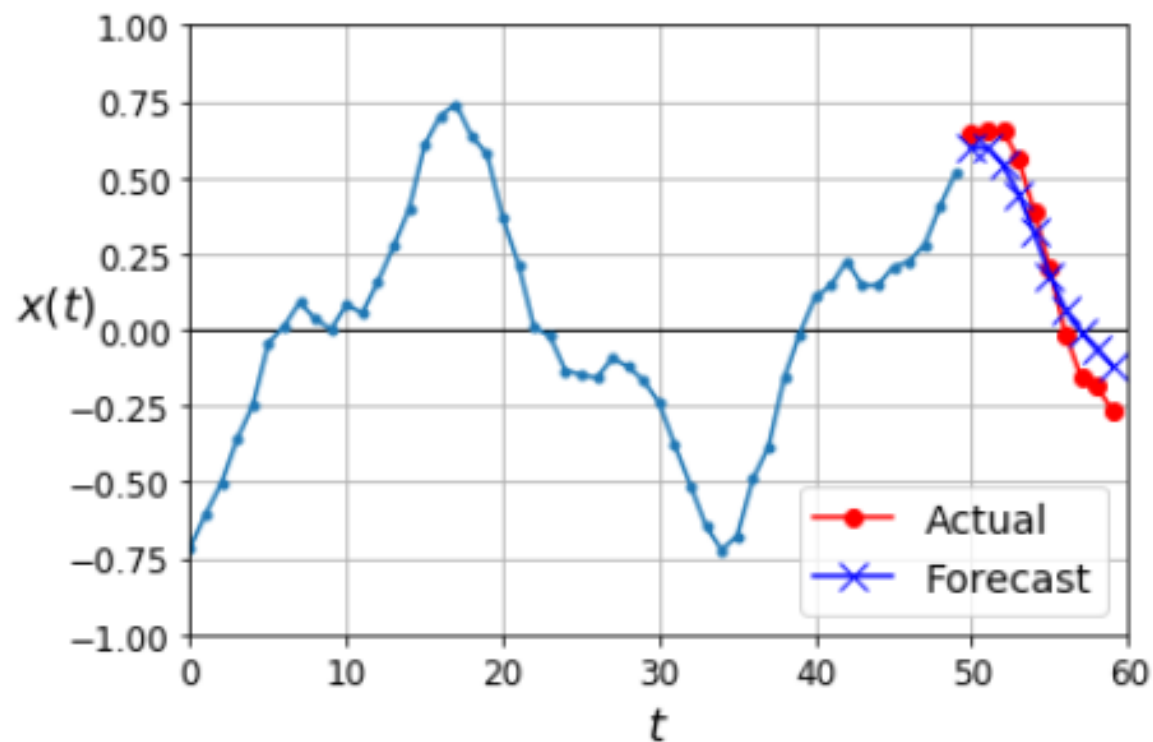
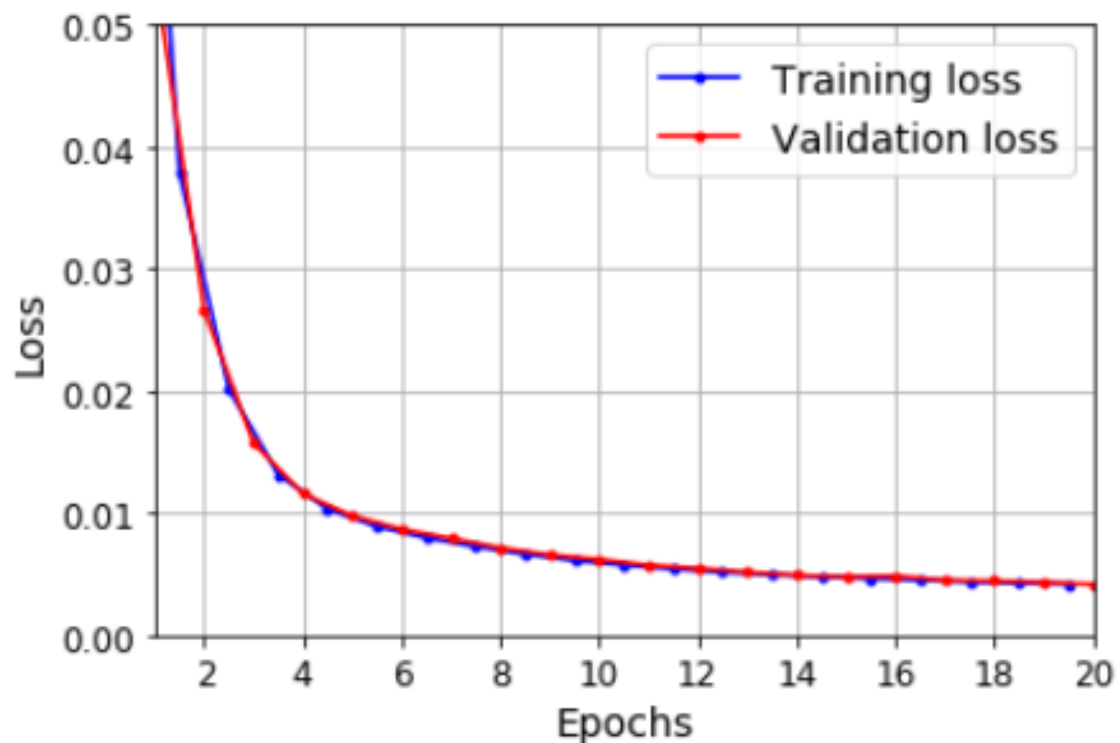
$$o_t = \sigma(W_o \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_o)$$
$$h_t = o_t * \tanh(C_t)$$

순환신경망 예측 모델

https://github.com/rickiepark/hands-on-ml2/blob/master/15_processing_sequences_using_rnns_and_cnns.ipynb



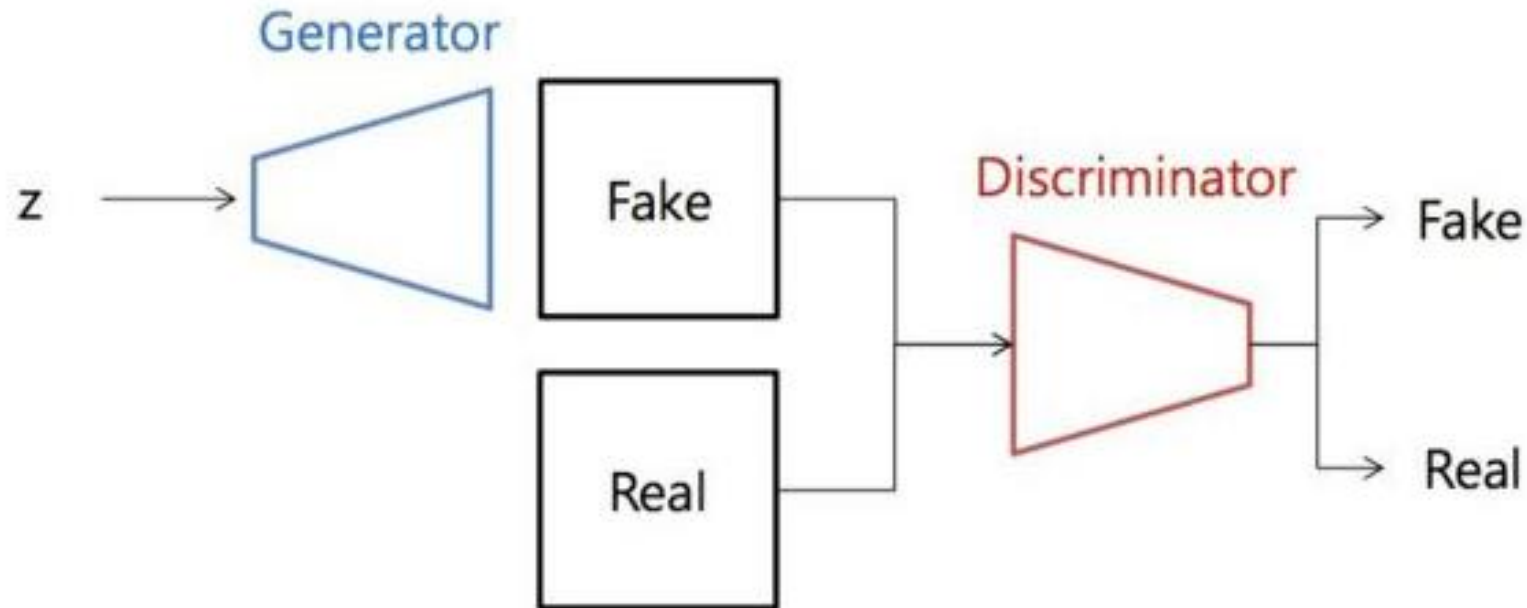
[Run in Google Colab](#)



생성적 적대 신경망(GAN , Generative Adversarial Network)

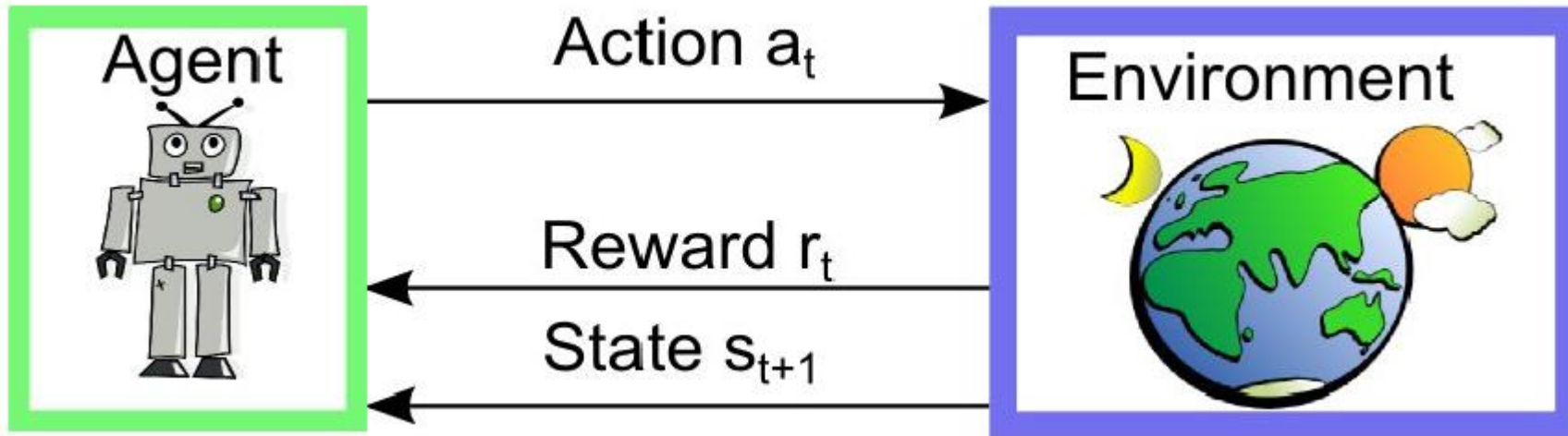
- 생성자(Generator)와 판별자(Discriminator)가 경쟁(Adversarial)하며 데이터를 생성(Generative)하는 모델
- 2014년 이안 굿펠로우(Ian Goodfellow)와 동료들이 심층신경망으로 새로운 이미지는 합성하는 방법 발표

<https://papers.nips.cc/paper/2014/file/5ca3e9b122f61f8f06494c97b1afccf3-Paper.pdf>



강화학습(RL, Reinforcement Learning)

- RL : Reinforcement Learning,
- 어떤 환경(Environment) 안에서 정의된 에이전트(Agent)가 현재의 상태(State)를 인식하여 선택 가능한 행동(Action)들 중 보상(Reward)을 최대화하는 행동 혹은 행동 순서를 선택하는 방법



```

model = Sequential()
model.add(
    Conv2D(
        filters=16,
        kernel_size=3,
        strides=2,
        padding="same",
        activation="relu",
        input_shape=(28, 28, 1),
    )
)
model.add(
    Conv2D(
        filters=8,
        kernel_size=3,
        strides=2,
        padding="same",
        activation="relu",
        input_shape=(28, 28, 1),
    )
)
model.add(Flatten())
model.add(Dense(30, activation="relu"))
model.add(Dense(20, activation="relu"))
model.add(Dense(10, activation="softmax"))

```

Layer (type)	Output Shape	Param #
conv2d (Conv2D)	(None, 14, 14, 16)	160
conv2d_1 (Conv2D)	(None, 7, 7, 8)	1,160
flatten (Flatten)	(None, 392)	0
dense (Dense)	(None, 30)	11,790
dense_1 (Dense)	(None, 20)	620
dense_2 (Dense)	(None, 10)	210

```

mlflow.set_experiment("TF_Keras_MNIST")

with mlflow.start_run():
    mlflow.tensorflow.autolog()
    model.fit(x_train, y_train, batch_size=256, epochs=10)
    preds = model.predict(x_test)
    preds = np.round(preds)
    eval_acc = model.evaluate(x_test, preds)[1]
    auc_score = roc_auc_score(y_test, preds)
    print(f"Eval Accuracy: {eval_acc}")
    print(f"AUC Score: {auc_score}")
    mlflow.tensorflow.mlflow.log_metric("eval_acc", eval_acc)
    mlflow.tensorflow.mlflow.log_metric("auc_score", auc_score)
mlflow.end_run()

```

```
class ImageClassifier(nn.Module):
    def __init__(self):
        super().__init__()
        self.model = nn.Sequential(
            nn.Conv2d(1, 8, kernel_size=3),
            nn.ReLU(),
            nn.Conv2d(8, 16, kernel_size=3),
            nn.ReLU(),
            nn.Flatten(),
            nn.Linear(10), # 10 classes
        )

    def forward(self, x):
        return self.model(x)
```

```
with mlflow.start_run() as run:
    params = {
        "epochs": epochs,
        "learning_rate": 1e-3,
        "batch_size": 64,
        "loss_function": loss_fn.__class__.__name__,
        "metric_function": metric_fn.__class__.__name__,
        "optimizer": "SGD",
    }
    # Log training parameters.
    mlflow.log_params(params)

    # Log model summary.
    with open("model_summary.txt", "w") as f:
        f.write(str(summary(model)))
    mlflow.log_artifact("model_summary.txt")

    for t in range(epochs):
        print(f"Epoch {t+1}\n-----")
        train(train_dataloader, model, loss_fn, metric_fn, optimizer, epoch=t)
        evaluate(test_dataloader, model, loss_fn, metric_fn, epoch=0)

    # Save the trained model to MLflow.
    mlflow.pytorch.log_model(model, "model")
```

Thank you 😊