

2020~21 겨울특강

텐서플로 기반 딥러닝

동양미래대학교 컴퓨터정보공학과 강환수 교수

텐서플로 코딩

<https://www.tensorflow.org/guide/eager>

<https://www.tensorflow.org/guide/tensor>

<https://www.tensorflow.org/guide/variable>

파일

- 02-tf-interm.ipynb

즉시 실행

• 2.0, 텐서플로의 즉시 실행

- 그래프를 생성하지 않고 함수를 바로 실행하는 명령형 프로그래밍 환경
 - 나중에 실행하기 위해 계산 가능한 그래프를 생성하는 대신에 계산값을 즉시 알려주는 연산
- 확인 명령
 - `tf.executing_eagerly()`
- 즉시 실행 활성화는 텐서플로 연산을 바로 평가하고 그 결과를 파이썬에게 알려주는 방식으로 동작을 변경
- 메소드 `numpy()`로 내부 값 확인

```
[2] import tensorflow as tf
     tf.__version__
```

```
↳ '2.3.0'
```

```
[3] # 텐서플로 2.0에서 즉시 실행은 기본으로 활성화
     tf.executing_eagerly()
```

```
↳ True
```

```
[8] a = tf.constant([[1, 2],
                     [3, 4]])

     print(a)
     print(a.numpy())
```

```
↳ tf.Tensor(
  [[1 2]
   [3 4]], shape=(2, 2), dtype=int32)
  [[1 2]
   [3 4]]
```

행렬 곱셈

• 행렬 곱(내적)

- Numpy
 - `np.dot(a, b)`
 - `a.dot(b)`
- Tf
 - `tf.matmul`

$$\begin{array}{ccc}
 \mathbf{A} & \mathbf{B} & \mathbf{A} * \mathbf{B} \\
 \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{pmatrix} & \begin{pmatrix} 6 & 3 \\ 5 & 2 \\ 4 & 1 \end{pmatrix} & = \begin{pmatrix} 1*6 + 2*5 + 3*4 & 1*3 + 2*2 + 3*1 \\ 4*6 + 5*5 + 6*4 & 4*3 + 5*2 + 6*1 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

$$\begin{bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ a_4 & a_5 & a_6 \\ a_7 & a_8 & a_9 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 & b_2 & b_3 \\ b_4 & b_5 & b_6 \\ b_7 & b_8 & b_9 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_1 & c_2 & c_3 \\ c_4 & c_5 & c_6 \\ c_7 & c_8 & c_9 \end{bmatrix}$$

$$C_{ij} = \sum_k A_{ik} B_{kj} = A_{ik} B_{kj}$$

행렬 곱셈

• tf.matmul()

▼ 2차원 행렬 곱셈

```
[7] x = [[2.]]
    m = tf.matmul(x, x)
    print(m)
    print(m.numpy())
```

```
↳ tf.Tensor([[4.]], shape=(1, 1), dtype=float32)
   [[4.]]
```

```
[9] # Matrix multiplications 1
    matrix1 = tf.constant([[1., 2.], [3., 4.]])
    matrix2 = tf.constant([[2., 0.], [1., 2.]])

    gop = tf.matmul(matrix1, matrix2)
    print(gop.numpy())
```

```
↳ [[ 4.  4.]
    [10.  8.]]
```

```
[10] # Matrix multiplications 2
    gop = tf.matmul(matrix2, matrix1)
    print(gop.numpy())
```

```
↳ [[ 2.  4.]
    [ 7. 10.]]
```

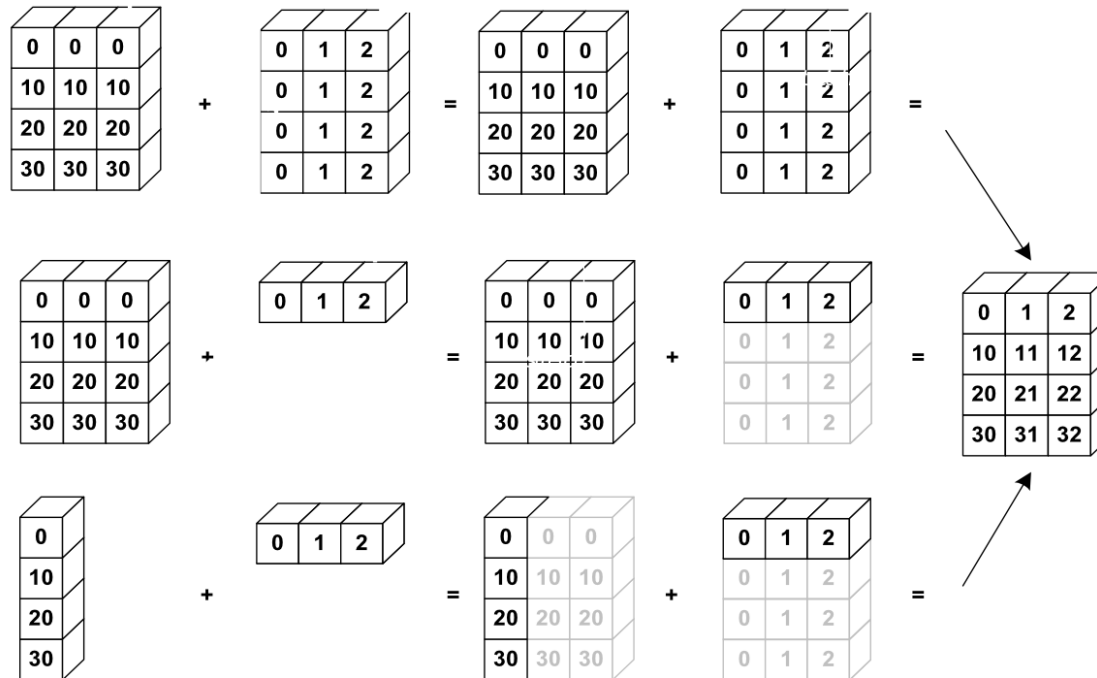
$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4 & 4 \\ 10 & 8 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 2 & 0 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 4 \\ 7 & 10 \end{bmatrix}$$

배열 텐서 연산

• 텐서의 브로드캐스팅

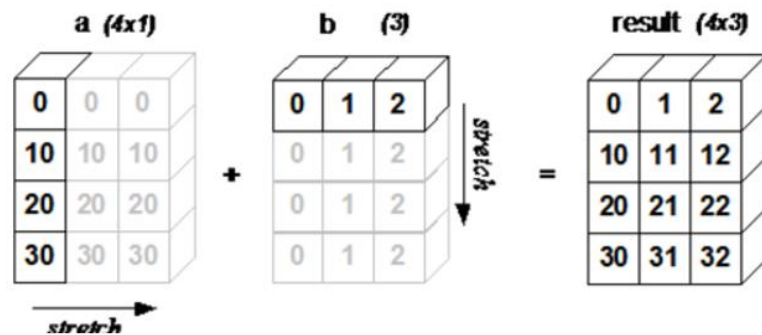
- Shape이 다르더라도 연산이 가능하도록
 - 가지고 있는 값을 이용하여 Shape을 맞춤



브로드캐스팅 코드 1

• Numpy

- np.arange()



```
[17] x = tf.constant([[0], [10], [20], [30]])
      y = tf.constant([0, 1, 2])
```

```
print((x+y).numpy())
```

```
[[ 0  1  2]
 [10 11 12]
 [20 21 22]
 [30 31 32]]
```

```
[44] import numpy as np
```

```
print(np.arange(3))
print(np.ones((3, 3)))
print()
```

```
x = tf.constant((np.arange(3)))
y = tf.constant([5], dtype=tf.int64)
print(x)
print(y)
print(x+y)
```

```
[[0 1 2]
 [[1. 1. 1.]
 [1. 1. 1.]
 [1. 1. 1.]
```

```
tf.Tensor([0 1 2], shape=(3,), dtype=int64)
tf.Tensor([5], shape=(1,), dtype=int64)
tf.Tensor([5 6 7], shape=(3,), dtype=int64)
```


브로드캐스팅 코드 2

```
[45] x = tf.constant((np.arange(3)))
      y = tf.constant([5], dtype=tf.int64)
      print((x+y).numpy())

x = tf.constant((np.ones((3, 3))))
y = tf.constant(np.arange(3), dtype=tf.double)
print((x+y).numpy())

x = tf.constant(np.arange(3).reshape(3, 1))
y = tf.constant(np.arange(3))
print((x+y).numpy())
```

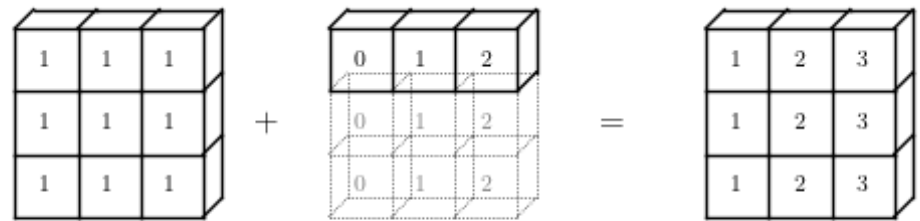
↪

```
[5 6 7]
[[1. 2. 3.]
 [1. 2. 3.]
 [1. 2. 3.]]
[[0 1 2]
 [1 2 3]
 [2 3 4]]
```

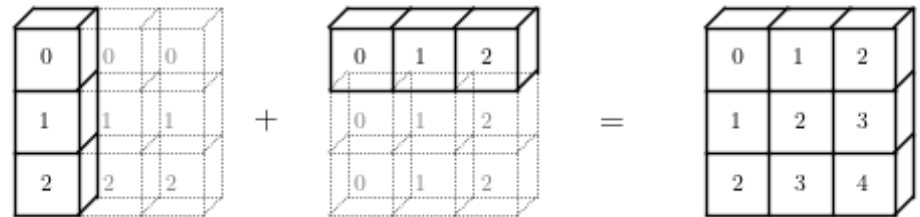
`np.arange(3) + 5`



`np.ones((3, 3)) + np.arange(3)`



`np.arange(3).reshape((3, 1)) + np.arange(3)`



브로드캐스팅 코드 3

▼ 브로드캐스팅

```
[11] # 브로드캐스팅(Broadcasting) 지원
      a = tf.constant([[1, 2],
                       [3, 4]])
      b = tf.add(a, 1)
      print(b)
```

```
↳ tf.Tensor(
  [[2 3]
   [4 5]], shape=(2, 2), dtype=int32)
```

행렬의 같은 위치 원소와의 곱

▼ 행렬, 원소와의 곱

```
[15] # 연산자 오버로딩 지원
      print(a)
      # 텐서로부터 numpy 값 얻기:
      print(a.numpy())
      print(b)
      print(b.numpy())
      print(a * b)
```

```
↳ tf.Tensor(
  [[1 2]
   [3 4]], shape=(2, 2), dtype=int32)
  [[1 2]
   [3 4]]
  tf.Tensor(
  [[2 3]
   [4 5]], shape=(2, 2), dtype=int32)
  [[2 3]
   [4 5]]
  tf.Tensor(
  [[ 2  6]
   [12 20]], shape=(2, 2), dtype=int32)
```

```
[14] # NumPy값 사용
      import numpy as np

      c = np.multiply(a, b)
      print(c)
```

```
↳ [[ 2  6]
    [12 20]]
```

텐서플로 연산

- `tf.add()`
- `tf.multiply()`
- `tf.pow()`
- `tf.reduce_mean()`
- `tf.reduce_sum()`

```
[46] a = 2
      b = 3
      c = tf.add(a, b)
      print(c.numpy())
```

➡ 5

```
[47] x = 2
      y = 3
      add_op = tf.add(x, y)
      mul_op = tf.multiply(x, y)
      pow_op = tf.pow(add_op, mul_op)

      print(pow_op.numpy())
```

➡ 15625

```
[48] a = tf.constant(2.)
      b = tf.constant(3.)
      c = tf.constant(5.)

      # Some more operations.
      mean = tf.reduce_mean([a, b, c])
      sum = tf.reduce_sum([a, b, c])

      print("mean = ", mean.numpy())
      print("sum = ", sum.numpy())
```

➡ mean = 3.3333333
sum = 10.0

tf.rank

- 행렬의 차수 반환

```
[28] my_image = tf.zeros([2, 5, 5, 3])  
      my_image.shape
```

```
↳ TensorShape([2, 5, 5, 3])
```

```
[19] tf.rank(my_image)
```

```
↳ <tf.Tensor: shape=(), dtype=int32, numpy=4>
```

Shape과 reshape

```
[27] rank_three_tensor = tf.ones([3, 4, 5])
      rank_three_tensor.shape
```

```
↳ TensorShape([3, 4, 5])
```

```
[29] rank_three_tensor.numpy()
```

```
↳ array([[[[1., 1., 1., 1., 1.],
            [1., 1., 1., 1., 1.],
            [1., 1., 1., 1., 1.],
            [1., 1., 1., 1., 1.]],

          [[1., 1., 1., 1., 1.],
            [1., 1., 1., 1., 1.],
            [1., 1., 1., 1., 1.],
            [1., 1., 1., 1., 1.]],

          [[1., 1., 1., 1., 1.],
            [1., 1., 1., 1., 1.],
            [1., 1., 1., 1., 1.],
            [1., 1., 1., 1., 1.]]], dtype=float32)
```

```
# 기존 내용을 6x10 행렬로 형태 변경
matrix = tf.reshape(rank_three_tensor, [6, 10])
matrix
```

```
↳ <tf.Tensor: shape=(6, 10), dtype=float32, numpy=
array([[1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1.],
       [1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1.],
       [1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1.],
       [1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1.],
       [1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1.],
       [1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1.]], dtype=float32)>
```

```
[24] # 기존 내용을 3x20 행렬로 형태 변경
      # -1은 차원 크기를 계산하여 자동으로 결정하라는 의미
matrixB = tf.reshape(matrix, [3, -1])
matrixB
```

```
↳ <tf.Tensor: shape=(3, 20), dtype=float32, numpy=
array([[1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1.,
        1., 1., 1., 1.],
       [1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1.,
        1., 1., 1., 1.],
       [1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1., 1.,
        1., 1., 1., 1.]], dtype=float32)>
```

Reshape에서 -1 사용

```
[25] # 기존 내용을 4x3x5 텐서로 형태 변경
matrixAlt = tf.reshape(matrixB, [4, 3, -1])
matrixAlt
```

```
<tf.Tensor: shape=(4, 3, 5), dtype=float32, numpy=
array([[[[1., 1., 1., 1., 1.],
        [1., 1., 1., 1., 1.],
        [1., 1., 1., 1., 1.]],

       [[1., 1., 1., 1., 1.],
        [1., 1., 1., 1., 1.],
        [1., 1., 1., 1., 1.]],

       [[1., 1., 1., 1., 1.],
        [1., 1., 1., 1., 1.],
        [1., 1., 1., 1., 1.]],

       [[1., 1., 1., 1., 1.],
        [1., 1., 1., 1., 1.],
        [1., 1., 1., 1., 1.]]]], dtype=float32)
```

```
[26] # 형태가 변경된 텐서의 원소 개수는 원래 텐서의 원소 개수와 같습니다.
# 그러므로 다음은 원소 개수를 유지하면서
# 마지막 차원에 사용 가능한 수가 없기 때문에 에러를 발생합니다.
yet_another = tf.reshape(matrixAlt, [13, 2, -1]) # 에러!
```



```
InvalidArgumentError                                Traceback (most recent call last)
<ipython-input-26-4531640a3825> in <module>()
      2 # 그러므로 다음은 원소 개수를 유지하면서
      3 # 마지막 차원에 사용 가능한 수가 없기 때문에 에러를 발생합니다.
----> 4 yet_another = tf.reshape(matrixAlt, [13, 2, -1]) # 에러!

----- 4 frames -----
/usr/local/lib/python3.6/dist-packages/tensorflow/python/eager/execute.py in
quick_execute(op_name, num_outputs, inputs, attrs, ctx, name)
      58     ctx.ensure_initialized()
      59     tensors = pywrap_tfe.TFE_Py_Execute(ctx._handle, device_name, op_name,
----> 60                                             inputs, attrs, num_outputs)
      61 except core._NotOkStatusException as e:
      62     if name is not None:

InvalidArgumentError: Input to reshape is a tensor with 60 values, but the requested
shape requires a multiple of 26 [Op:Reshape]
```

SEARCH STACK OVERFLOW

자료형 변환

- **tf.cast**

- tf.Tensor의 자료형을 다른 것으로 변경

```
[48] # 정수형 텐서를 실수형으로 변환.
```

```
float_tensor = tf.cast(tf.constant([1, 2, 3]), dtype=tf.float32)  
float_tensor
```

```
↳ <tf.Tensor: shape=(3,), dtype=float32, numpy=array([1., 2., 3.], dtype=float32)>
```

```
[49] float_tensor.dtype
```

```
↳ tf.float32
```


변수 Variable

- 변수로 사용
 - 텐서플로 그래프에서 tf.Variable의 값을 사용하려면 이를 단순히 tf.Tensor로 취급
- 메소드 assign, assign_add
 - 값을 변수에 할당
- 메소드 read_value
 - 현재 변수값 읽기

▼ 변수 Variable

```
[39] v = tf.Variable(0.0)
      v
```

```
↳ <tf.Variable 'Variable:0' shape=() dtype=float32, numpy=0.0>
```

```
[50] w = v + 10
      w
```

```
↳ <tf.Tensor: shape=(), dtype=float32, numpy=17.0>
```

```
[44] w.numpy()
```

```
↳ 10.0
```

```
[46] v = tf.Variable(2.0)
      v.assign_add(5)
      v
```

```
↳ <tf.Variable 'Variable:0' shape=() dtype=float32, numpy=7.0>
```

```
[47] v.read_value()
```

```
↳ <tf.Tensor: shape=(), dtype=float32, numpy=7.0>
```

2020 2학기 인공지능응용프로그래밍

동양미래대학교 컴퓨터정보공학과 강환수 교수

텐서플로의 난수 활용

파일

- 03-tf-random.ipynb

텐서플로 난수

p36

• 균등분포 난수

– `tf.random.uniform([1], 0, 1)`

• 배열, [시작, 끝)

```
tf.random.uniform(
    shape, minval=0, maxval=None,
    dtype=tf.dtypes.float32,
    seed=None, name=None
)
```

```
[6] 1 # 3.7 랜덤한 수 얻기 (균일 분포)
     2 rand = tf.random.uniform([1],0,1)
     3 print(rand)
```

```
↳ tf.Tensor([0.5543064], shape=(1,), dtype=float32)
```

```
[8] 1 rand = tf.random.uniform([5, 4],0,1)
     2 print(rand)
```

```
↳ tf.Tensor(
[[0.43681145 0.84187937 0.9562702 0.7846168 ]
 [0.6079582 0.95665395 0.9038415 0.19482386]
 [0.51012075 0.8609252 0.9433547 0.9636986 ]
 [0.2134043 0.9559026 0.5170028 0.4017253 ]
 [0.0141474 0.15949261 0.23697984 0.7221806 ]], shape=(5, 4), dtype=float32)
```

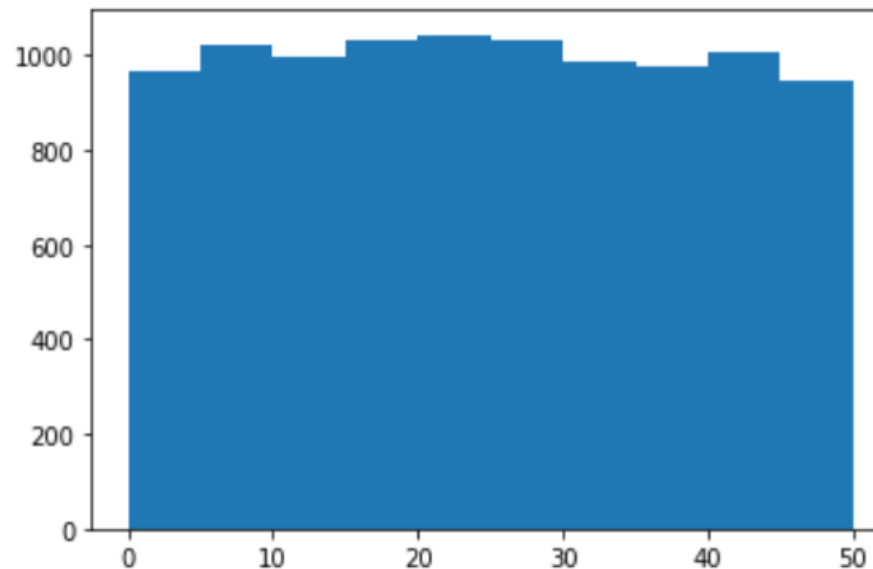
```
[11] 1 rand = tf.random.uniform([1000],0,10)
      2 print(rand[:10])
```

```
↳ tf.Tensor(
[5.1413307 1.548909 8.911686 9.880335 5.5388713 5.6710424 6.80269
 1.9444573 7.549943 6.573516 ], shape=(10,), dtype=float32)
```

균등 분포 1000개 그리기

```
[14] 1 import matplotlib.pyplot as plt
      2 rand = tf.random.uniform([10000],0,50)
      3 plt.hist(rand, bins=10)
```

```
↳ (array([ 965., 1020.,  994., 1032., 1043., 1030.,  987.,  976., 1008.,
          945.]),
    array([6.0796738e-04, 4.9998469e+00, 9.9990854e+00, 1.4998324e+01,
          1.9997562e+01, 2.4996801e+01, 2.9996040e+01, 3.4995281e+01,
          3.9994518e+01, 4.4993759e+01, 4.9992996e+01], dtype=float32),
    <a list of 10 Patch objects>)
```



정규분포 난수

- **tf.random.normal([4],0,1)**
 - 크기, 평균, 표준편차

```
[53] 1 # 3.9 랜덤한 수 여러 개 얻기 (정규 분포)
      2 rand = tf.random.normal([4],0,1)
      3 print(rand)
```

```
↳ tf.Tensor([-0.5962639  0.47093895  1.9455601 -0.42773333], shape=(4,), dtype=float32)
```

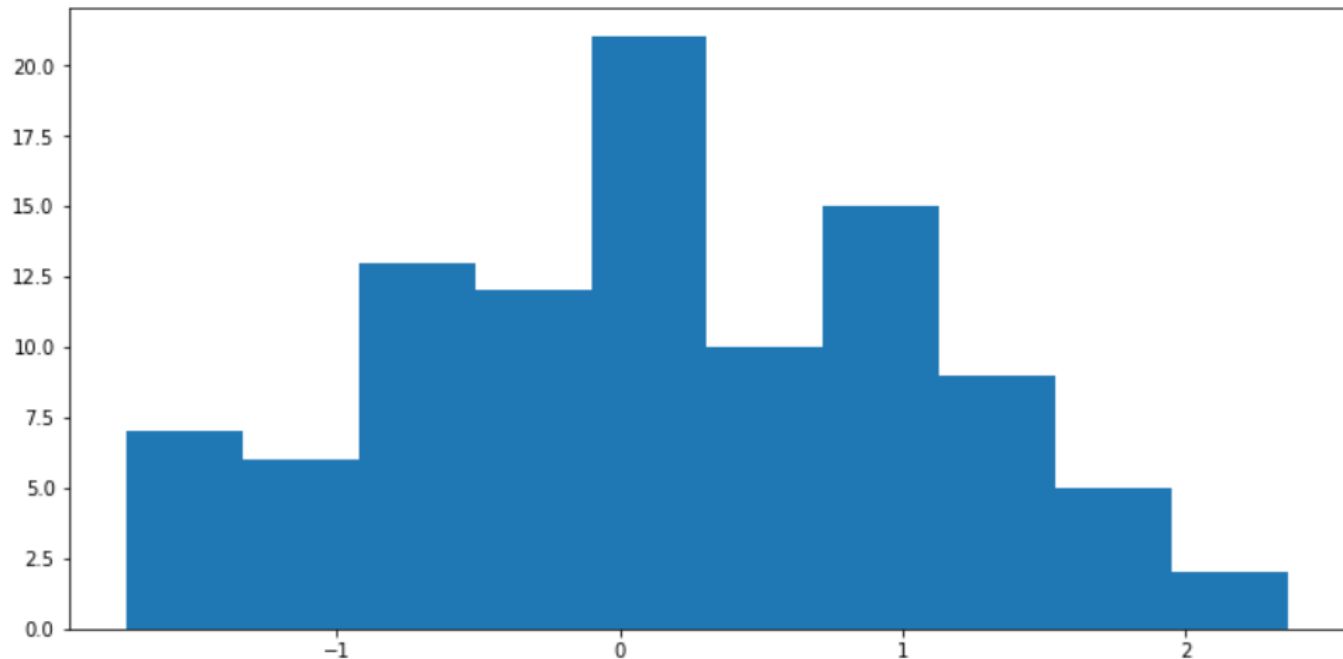
```
[54] 1 # 3.9 랜덤한 수 여러 개 얻기 (정규 분포)
      2 rand = tf.random.normal([2, 4],0,2)
      3 print(rand)
```

```
↳ tf.Tensor(
[[[-2.145662  0.64699423  2.0760484 -1.4640687 ]
 [ 1.3588632 -0.9740333  1.4347676 -1.3747462 ]], shape=(2, 4), dtype=float32)
```

정규 분포 100개 그리기

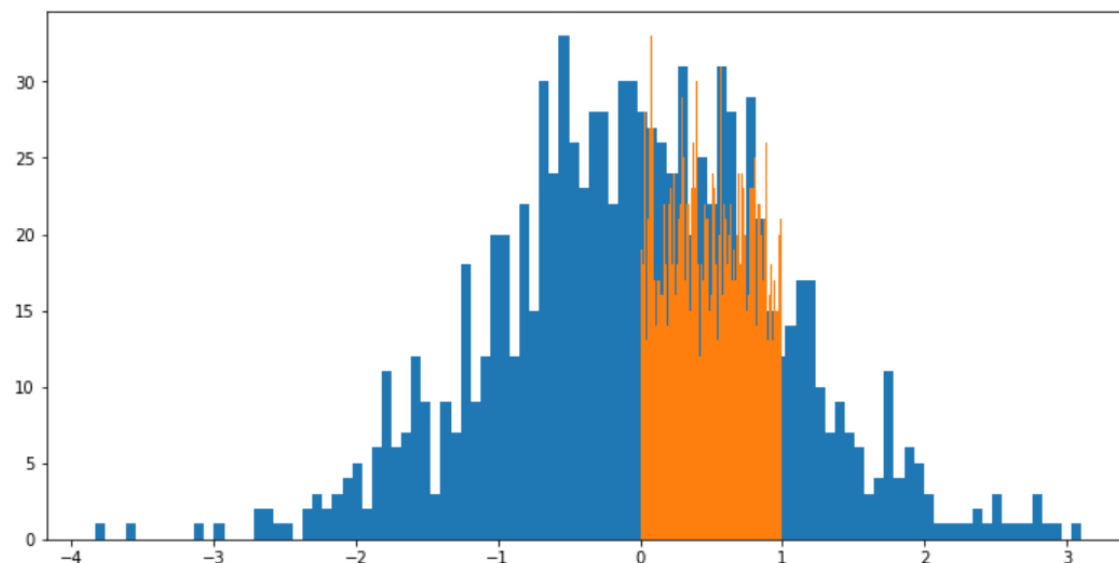
```
[52] 1 import matplotlib.pyplot as plt
      2 rand = tf.random.normal([100], 0, 1)
      3 plt.hist(rand, bins=10)
```

```
↳ (array([ 7.,  6., 13., 12., 21., 10., 15.,  9.,  5.,  2.]),
    array([-1.7424849, -1.332153, -0.921821, -0.511489, -0.10115702,
           0.30917495,  0.7195069,  1.129839,  1.5401709,  1.9505029,
           2.3608348 ], dtype=float32),
    <a list of 10 Patch objects>)
```



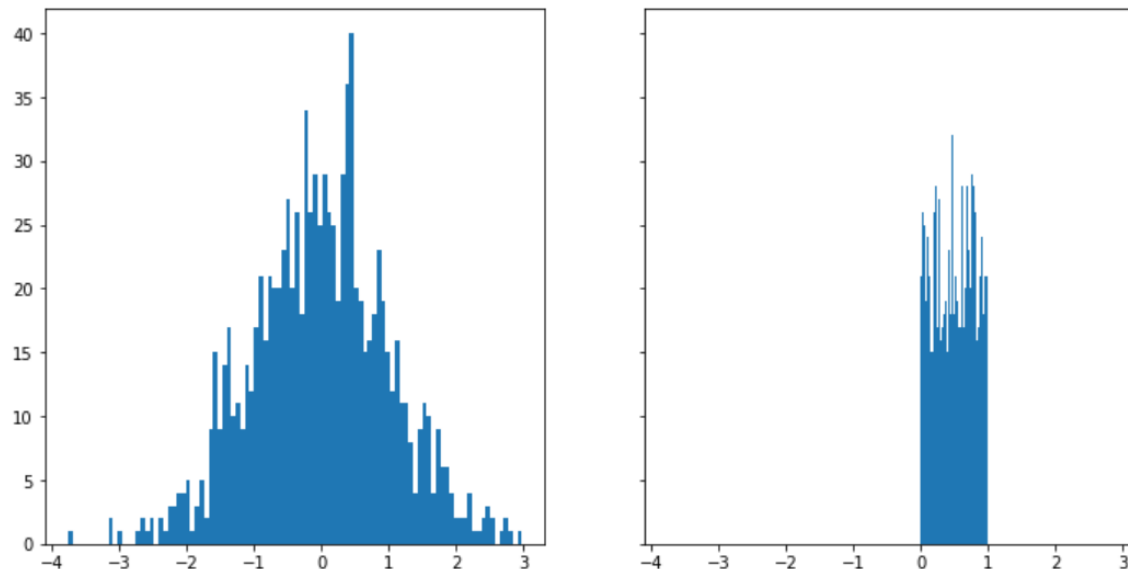
균등분포와 정규분포의 비교

```
[57] 1 import matplotlib.pyplot as plt  
      2 rand1 = tf.random.normal([1000], 0, 1)  
      3 rand2 = tf.random.uniform([2000], 0, 1)  
      4 plt.hist(rand1, bins=100)  
      5 plt.hist(rand2, bins=100)
```



균등분포와 정규분포를 부분으로 그리기

```
1 import matplotlib.pyplot as plt
2 rand1 = tf.random.normal([1000], 0, 1)
3 rand2 = tf.random.uniform([2000], 0, 1)
4
5 plt.rcParams["figure.figsize"] = (12, 6)
6 fig, axes = plt.subplots(1, 2, sharex=True, sharey=True)
7 axes[0].hist(rand1, bins=100)
8 axes[1].hist(rand2, bins=100)
```



shuffle

- tf.random.shuffle(a)**

```
[29] 1 import numpy as np
      2 a = np.arange(10)
      3 print(a)
      4 tf.random.shuffle(a)
```

```
↳ [0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]
   <tf.Tensor: shape=(10,), dtype=int64, numpy=array([7, 9, 1, 4, 3, 5, 8, 6, 2, 0])>
```

```
[26] 1 import numpy as np
      2 a = np.arange(20).reshape(4, 5)
      3 a
```

```
↳ array([[ 0,  1,  2,  3,  4],
          [ 5,  6,  7,  8,  9],
          [10, 11, 12, 13, 14],
          [15, 16, 17, 18, 19]])
```

```
[27] 1 tf.random.shuffle(a)
```

```
↳ <tf.Tensor: shape=(4, 5), dtype=int64, numpy=
   array([[ 0,  1,  2,  3,  4],
          [15, 16, 17, 18, 19],
          [10, 11, 12, 13, 14],
          [ 5,  6,  7,  8,  9]])>
```

휴머노이드, 동물 로봇과 딥러닝 이해

- 휴머노이드, 동물 로봇

- <https://www.youtube.com/watch?v=NR32ULxbjYc>

- 딥러닝 영상

- <https://www.youtube.com/watch?v=aircAruvnKk>