

머신러닝/딥러닝을 위한

# 수치미분

- 코드구현 및 예제 -

## 수치미분 최종 버전 – numerical derivative

- 입력 변수가 하나 이상인 다 변수 함수의 경우, 입력변수는 서로 독립적이기 때문에 수치미분 또한 변수의 개수만큼 개별적으로 계산하여야 함

[예]  $f(x, y) = 2x + 3xy + y^3$  라면, 입력 변수  $x, y$  두 개 이므로  $\frac{\partial f}{\partial x}, \frac{\partial f}{\partial y}$  각각 수치미분 수행.

$f'(1.0, 2.0)$  값을 계산하기 위해서는,

$\Rightarrow x = 1.0$  에서의 미분계수는 변수  $y = 2.0$  을 상수로 대입하여  $\frac{\partial f(x, 2)}{\partial x}$  를 수행

$$f(x, 2) = 2x + 6x + 8$$

$\Rightarrow y = 2.0$  에서의 미분계수 또한 변수  $x = 1.0$  인 상수로 대입하여  $\frac{\partial f(1, y)}{\partial y}$  를 수행

$$f(1, y) = 2 + 3y + y^3$$

[insight]  $f(x, y) = 2x + 3xy + y^3$  ,인 경우  $f'(1.0, 2.0) = (8.0, 15.0)$  직관적 이해

$\Rightarrow x = 1.0$  에서 미분 값을 구한다는 것은,  $y$  값은 2.0 으로 고정한 상태에서,  $x = 1.0$  을 미세하게 변화시킬 때  $f(x, y)$  는 얼마나 변화는지 알아보겠다는 의미. 즉,  $y = 2.0$  으로 고정된 상태에서  $x = 1.0$  을 미세하게 변화시키면  $f(x, y)$  는 8.0 만큼 변한다는 의미

$\Rightarrow y = 2.0$  에서 미분 값을 구한다는 것은,  $x$  값은 1.0 으로 고정한 상태에서,  $y = 2.0$  을 미세하게 변화시킬 때  $f(x, y)$  는 얼마나 변화는지 알아보겠다는 의미. 즉,  $x = 1.0$  으로 고정된 상태에서  $y = 2.0$  을 미세하게 변화시키면  $f(x, y)$  는 15.0 만큼 변한다는 의미

## 수치미분 최종 버전 – numerical derivative

```
import numpy as np

def numerical_derivative(f, x):
    delta_x = 1e-4
    grad = np.zeros_like(x)

    it = np.nditer(x, flags=['multi_index'], op_flags=['readwrite'])

    while not it.finished:
        idx = it.multi_index

        tmp_val = x[idx]
        x[idx] = float(tmp_val) + delta_x
        fx1 = f(x)    # f(x+delta_x)

        x[idx] = tmp_val - delta_x
        fx2 = f(x)    # f(x-delta_x)
        grad[idx] = (fx1 - fx2) / (2*delta_x)

        x[idx] = tmp_val
        it.iternext()

    return grad
```

## [예제 5] 다음과 같은 결과가 나오도록 수치미분 코드를 변경하십시오

```
# 입력변수 1 개의 함수  $f(x) = x^2$ 
def func1(W):

    x = W[0]

    return x**2

# lambda function 정의
f = lambda W : func1(W)

W = np.array([3.0])

#  $x = 3.0$  에서의 편미분 값
ret = numerical_derivative( f, W )

print('type(ret) = ', type(ret), ', ret_val = ', ret)
```

---

```
debug 1. initial input variable = [3.]
debug 2. initial grad = [0.]
=====
debug 3. idx = (0,) , x[idx] = 3.0
debug 4. grad[idx] = 6.0000000000012662
debug 5. grad = [6.]
=====
type(ret) = <class 'numpy.ndarray'> , ret_val = [6.]
```

[예제 6] 2변수 함수  $f(x, y) = 2x + 3xy + y^3$  에 대하여  $f'(1.0, 2.0)$  계산하는 파이썬 코드를 구현 하시오 (debug 문장 포함)

[예제 7] 다음과 같은 행렬을 입력으로 받는 4변수 함수  $f(w, x, y, z)$  에서 미분값을 구하는 코드를 구현 하시오

$$\begin{pmatrix} w & x \\ y & z \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1.0 & 2.0 \\ 3.0 & 4.0 \end{pmatrix}$$

$$f(w, x, y, z) = wx + xyz + 3w + zy^2$$

[예제 8] 1변수 함수  $f(x) = x^2$  에서 미분하고자 하는 입력값을 정수 3 으로 주는 경우의 미분값과 실수 3.0으로 주는 경우 미분값이 다른 이유를 설명 하시오. 즉,  $f'(3)$  과  $f'(3.0)$  을 계산하는 수치미분 코드를 구현하고 각 결과값이 나온 이유를 설명 하시오