

TAUTOLOGY
INNOVATION
SCHOOL



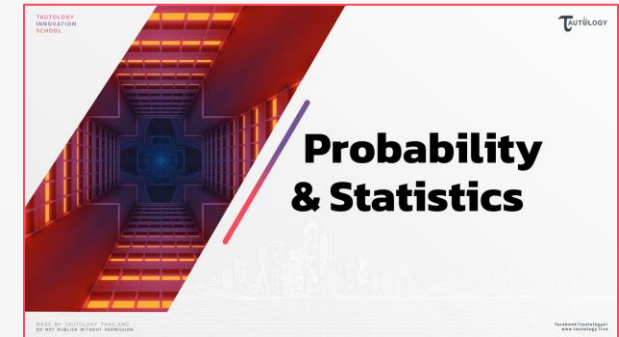
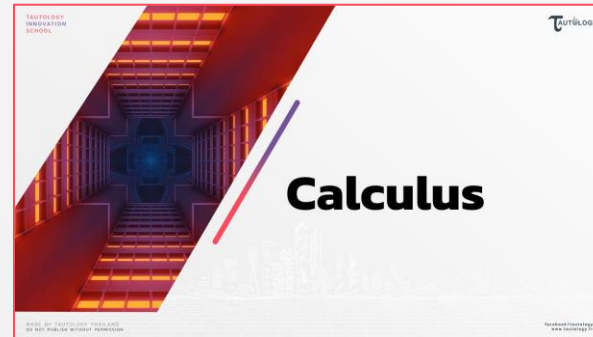
BASIC MATH FOR DEEP LEARNING

BY TAUTOLOGY

MADE BY TAUTOLOGY THAILAND
DO NOT PUBLISH WITHOUT PERMISSION

facebook/tautologyai
www.tautology.live

Basic Math for Deep Learning



Linear Algebra

Model

Matrix

Basic Matrix
Operation

Matrix
Multiplication

Hadamard
Product

Types of Matrix

Inverse of
a Matrix

Matrix

Matrix คือ ตัวเลขที่จัดวางในรูปแบบเดียวกันกับตาราง

$$A = \begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \cdots & a_{1,p} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \cdots & a_{2,p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n,1} & a_{n,2} & \cdots & a_{n,p} \end{bmatrix}_{n \times p}$$

- Matrix A เป็น matrix ที่มี n แถว p หลัก
- $a_{n,p}$ คือ สมาชิกในแถวที่ n หลักที่ p

Matrix

ตัวอย่าง

$$A = \begin{bmatrix} 3 & 1 \\ -1 & 5 \\ 7 & 2 \end{bmatrix}_{3 \times 2}$$

- A คือ matrix ที่มี 3 แถว 2 หลัก
- 1 คือ สมาชิกในแถวที่ 1 หลักที่ 2
- 7 คือ สมาชิกในแถวที่ 3 หลักที่ 1

Model

Matrix



Basic Matrix
Operation



Matrix
Multiplication



Hadamard
Product



Types of Matrix



Inverse of
a Matrix



Basic Matrix Operation

1. Addition
2. Subtraction
3. Scalar Multiplication
4. Transposition

Basic Matrix Operation

1. Addition

$$A + B = \begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \cdots & a_{1,p} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \cdots & a_{2,p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n,1} & a_{n,2} & \cdots & a_{n,p} \end{bmatrix}_{n \times p} + \begin{bmatrix} b_{1,1} & b_{1,2} & \cdots & b_{1,p} \\ b_{2,1} & b_{2,2} & \cdots & b_{2,p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{n,1} & b_{n,2} & \cdots & b_{n,p} \end{bmatrix}_{n \times p}$$

Basic Matrix Operation

1. Addition

$$A + B = \begin{bmatrix} a_{1,1} + b_{1,1} & a_{1,2} + b_{1,2} & \cdots & a_{1,p} + b_{1,p} \\ a_{2,1} + b_{2,1} & a_{2,2} + b_{2,2} & \cdots & a_{2,p} + b_{2,p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n,1} + b_{n,1} & a_{n,2} + b_{n,2} & \cdots & a_{n,p} + b_{n,p} \end{bmatrix}_{n \times p}$$

Basic Matrix Operation

1. Addition

ตัวอย่าง (1)

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}_{2 \times 2} + \begin{bmatrix} 5 & 6 \\ 7 & 8 \end{bmatrix}_{2 \times 2} = \begin{bmatrix} 6 & 8 \\ 10 & 12 \end{bmatrix}_{2 \times 2}$$

Basic Matrix Operation

1. Addition

ตัวอย่าง (2)

$$\begin{bmatrix} 5 & -4 \\ -2 & 3 \\ 6 & 2 \end{bmatrix}_{3 \times 2} + \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 7 & 4 \\ 5 & 3 \end{bmatrix}_{3 \times 2} = \begin{bmatrix} 4 & -3 \\ 5 & 7 \\ 11 & 5 \end{bmatrix}_{3 \times 2}$$

Basic Matrix Operation

1. Addition

ข้อควรระวัง

$$\begin{bmatrix} 5 & 4 \\ 0 & 3 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}_{3 \times 2} + \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}_{2 \times 2} = \text{X}$$

Basic Matrix Operation

2. Subtraction

$$A - B = \begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \cdots & a_{1,p} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \cdots & a_{2,p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n,1} & a_{n,2} & \cdots & a_{n,p} \end{bmatrix}_{n \times p} - \begin{bmatrix} b_{1,1} & b_{1,2} & \cdots & b_{1,p} \\ b_{2,1} & b_{2,2} & \cdots & b_{2,p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{n,1} & b_{n,2} & \cdots & b_{n,p} \end{bmatrix}_{n \times p}$$

Basic Matrix Operation

2. Subtraction

$$A - B = \begin{bmatrix} a_{1,1} - b_{1,1} & a_{1,2} - b_{1,2} & \cdots & a_{1,p} - b_{1,p} \\ a_{2,1} - b_{2,1} & a_{2,2} - b_{2,2} & \cdots & a_{2,p} - b_{2,p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n,1} - b_{n,1} & a_{n,2} - b_{n,2} & \cdots & a_{n,p} - b_{n,p} \end{bmatrix}_{n \times p}$$

Basic Matrix Operation

2. Subtraction

ตัวอย่าง (1)

$$\begin{bmatrix} 8 & 7 \\ 6 & 5 \end{bmatrix}_{2 \times 2} - \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}_{2 \times 2} = \begin{bmatrix} 7 & 5 \\ 3 & 1 \end{bmatrix}_{2 \times 2}$$

Basic Matrix Operation

2. Subtraction

ตัวอย่าง (2)

$$\begin{bmatrix} 5 & -4 \\ -2 & 3 \\ 6 & 2 \end{bmatrix}_{3 \times 2} - \begin{bmatrix} -1 & 1 \\ 7 & 4 \\ 5 & 3 \end{bmatrix}_{3 \times 2} = \begin{bmatrix} 6 & -5 \\ -9 & -1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}_{3 \times 2}$$

Basic Matrix Operation

2. Subtraction

ข้อควรระวัง

$$\begin{bmatrix} 5 & 4 \\ 0 & 3 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}_{3 \times 2} - \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}_{2 \times 2} = \text{X}$$

Basic Matrix Operation

3. Scalar Multiplication

$$cA = c \begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \cdots & a_{1,p} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \cdots & a_{2,p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n,1} & a_{n,2} & \cdots & a_{n,p} \end{bmatrix}_{n \times p}$$

Basic Matrix Operation

3. Scalar Multiplication

$$cA = \begin{bmatrix} ca_{1,1} & ca_{1,2} & \cdots & ca_{1,p} \\ ca_{2,1} & ca_{2,2} & \cdots & ca_{2,p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ ca_{n,1} & ca_{n,2} & \cdots & ca_{n,p} \end{bmatrix}_{n \times p}$$

Basic Matrix Operation

3. Scalar Multiplication

ตัวอย่าง (1)

$$3 \cdot \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}_{2 \times 2} = \begin{bmatrix} 3 & 6 \\ 9 & 12 \end{bmatrix}_{2 \times 2}$$

Basic Matrix Operation

3. Scalar Multiplication

ตัวอย่าง (2)

$$-2 \cdot \begin{bmatrix} 5 & -4 \\ -2 & 3 \\ 6 & 2 \end{bmatrix}_{3 \times 2} = \begin{bmatrix} -10 & 8 \\ 4 & -6 \\ -12 & -4 \end{bmatrix}_{3 \times 2}$$

Basic Matrix Operation

4. Transposition

$$A^T = \begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \cdots & a_{1,p} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \cdots & a_{2,p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n,1} & a_{n,2} & \cdots & a_{n,p} \end{bmatrix}^T_{n \times p}$$

Basic Matrix Operation

4. Transposition

$$A^T = \begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{2,1} & \cdots & a_{n,1} \\ a_{1,2} & a_{2,2} & \cdots & a_{n,2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{1,p} & a_{2,p} & \cdots & a_{n,p} \end{bmatrix}_{p \times n}$$

Basic Matrix Operation

4. Transposition

ตัวอย่าง (1)

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 4 & 3 \end{bmatrix}_{2 \times 2}^T = \begin{bmatrix} 1 & 4 \\ 2 & 3 \end{bmatrix}_{2 \times 2}$$

Basic Matrix Operation

4. Transposition

ตัวอย่าง (2)

$$\begin{bmatrix} 5 & -4 \\ -2 & 3 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}_{3 \times 2}^T = \begin{bmatrix} 5 & -2 & 1 \\ -4 & 3 & 2 \end{bmatrix}_{2 \times 3}$$

Model

Matrix



**Basic Matrix
Operation**



**Matrix
Multiplication**



**Hadamard
Product**



Types of Matrix



**Inverse of
a Matrix**



Matrix Multiplication

$$AC = \begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \cdots & a_{1,p} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \cdots & a_{2,p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n,1} & a_{n,2} & \cdots & a_{n,p} \end{bmatrix}_{n \times p} \begin{bmatrix} c_{1,1} & c_{1,2} & \cdots & c_{1,m} \\ c_{2,1} & c_{2,2} & \cdots & c_{2,m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{p,1} & c_{p,2} & \cdots & c_{p,m} \end{bmatrix}_{p \times m}$$

Matrix Multiplication

$$AC = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^p a_{1,i}c_{i,1} & \sum_{i=1}^p a_{1,i}c_{i,2} & \cdots & \sum_{i=1}^p a_{1,i}c_{i,m} \\ \sum_{i=1}^p a_{2,i}c_{i,1} & \sum_{i=1}^p a_{2,i}c_{i,2} & \cdots & \sum_{i=1}^p a_{2,i}c_{i,m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sum_{i=1}^p a_{n,i}c_{i,1} & \sum_{i=1}^p a_{n,i}c_{i,2} & \cdots & \sum_{i=1}^p a_{n,i}c_{i,m} \end{bmatrix}_{n \times m}$$

Matrix Multiplication

ตัวอย่าง

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ -1 & 3 \\ 5 & -2 \end{bmatrix}_{3 \times 2} \times \begin{bmatrix} 3 & 2 & 5 \\ 1 & -1 & 4 \end{bmatrix}_{2 \times 3}$$

$$= \begin{bmatrix} (1 \times 3) + (2 \times 1) & (1 \times 2) + (2 \times -1) & (1 \times 5) + (2 \times 4) \\ (-1 \times 3) + (3 \times 1) & (-1 \times 2) + (3 \times -1) & (-1 \times 5) + (3 \times 4) \\ (5 \times 3) + (-2 \times 1) & (5 \times 2) + (-2 \times -1) & (5 \times 5) + (-2 \times 4) \end{bmatrix}_{3 \times 3}$$

Matrix Multiplication

ตัวอย่าง

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ -1 & 3 \\ 5 & -2 \end{bmatrix}_{3 \times 2} \times \begin{bmatrix} 3 & 2 & 5 \\ 1 & -1 & 4 \end{bmatrix}_{2 \times 3} = \begin{bmatrix} 5 & 0 & 13 \\ 0 & -5 & 7 \\ 13 & 12 & 17 \end{bmatrix}_{3 \times 3}$$

Matrix Multiplication

ข้อควรระวัง

$$\begin{bmatrix} 1 & 5 \\ 3 & 2 \\ 4 & 6 \end{bmatrix}_{3 \times 2} \times \begin{bmatrix} 1 & -1 & 2 \\ 5 & 4 & 3 \\ 1 & 3 & 6 \end{bmatrix}_{3 \times 3} = \text{X}$$

$$\begin{bmatrix} -1 & 2 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}_{2 \times 2} \times \begin{bmatrix} 1 & 6 \\ 2 & 3 \\ 4 & 5 \end{bmatrix}_{3 \times 2} = \text{X}$$

Model

Matrix



**Basic Matrix
Operation**



**Matrix
Multiplication**



**Hadamard
Product**



Types of Matrix



**Inverse of
a Matrix**



Hadamard Product

$$A \circ B = \begin{bmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \cdots & a_{1,p} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \cdots & a_{2,p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n,1} & a_{n,2} & \cdots & a_{n,p} \end{bmatrix}_{3 \times 3} \circ \begin{bmatrix} b_{1,1} & b_{1,2} & \cdots & b_{1,p} \\ b_{2,1} & b_{2,2} & \cdots & b_{2,p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ b_{n,1} & b_{n,2} & \cdots & b_{n,p} \end{bmatrix}_{3 \times 3}$$

Hadamard Product

$$A \circ B = \begin{bmatrix} a_{1,1}b_{1,1} & a_{1,2}b_{1,2} & \cdots & a_{1,p}b_{1,p} \\ a_{2,1}b_{2,1} & a_{2,2}b_{2,2} & \cdots & a_{2,p}b_{2,p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n,1}b_{n,1} & a_{n,2}b_{n,2} & \cdots & a_{n,p}b_{n,p} \end{bmatrix}_{3 \times 3}$$

Hadamard Product

ตัวอย่าง (1)

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix}_{2 \times 2} \circ \begin{bmatrix} 5 & 6 \\ 7 & 8 \end{bmatrix}_{2 \times 2} = \begin{bmatrix} 5 & 12 \\ 21 & 32 \end{bmatrix}_{2 \times 2}$$

Hadamard Product

ตัวอย่าง (2)

$$\begin{bmatrix} 1 & -2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{bmatrix}_{2 \times 3} \circ \begin{bmatrix} -7 & -1 & 3 \\ 2 & 0 & -4 \end{bmatrix}_{2 \times 3} = \begin{bmatrix} -7 & 2 & 9 \\ 8 & 0 & -24 \end{bmatrix}_{2 \times 3}$$

Hadamard Product

ข้อควรระวัง

$$\begin{bmatrix} 1 & 5 \\ 3 & 2 \\ 4 & 6 \end{bmatrix}_{3 \times 2} \circ \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ 5 & 4 \end{bmatrix}_{2 \times 2} = \text{X}$$

$$\begin{bmatrix} -1 & 2 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}_{2 \times 2} \circ \begin{bmatrix} 1 & 6 \\ 2 & 3 \\ 4 & 5 \end{bmatrix}_{3 \times 2} = \text{X}$$

Model

Matrix



**Basic Matrix
Operation**



**Matrix
Multiplication**



**Hadamard
Product**



Types of Matrix



**Inverse of
a Matrix**



Types of Matrix

1. Square Matrix
2. Identity Matrix (I)
3. Diagonal Matrix
4. Scalar Matrix
5. Symmetric Matrix

Types of Matrix

1. Square Matrix

ตัวอย่าง

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 4 & 3 \end{bmatrix}_{2 \times 2}, \quad \begin{bmatrix} 1 & 6 & 5 \\ 7 & 2 & 4 \\ 8 & 9 & 3 \end{bmatrix}_{3 \times 3}$$

Types of Matrix

2. Identity Matrix (I)

ตัวอย่าง

$$I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}_{3 \times 3}$$

Types of Matrix

2. Identity Matrix (I)

สมบัติของ identity matrix

$$AI = IA = A$$

Types of Matrix

2. Identity Matrix (I)

สมบัติของ identity matrix

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

Types of Matrix

2. Identity Matrix (I)

สมบัติของ identity matrix

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}_{3 \times 3} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}_{3 \times 3} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}_{3 \times 3} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}_{3 \times 3} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{bmatrix}_{3 \times 3}$$

Types of Matrix

3. Diagonal Matrix

ตัวอย่าง

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}_{2 \times 2}, \quad \begin{bmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 6 \end{bmatrix}_{3 \times 3}$$

Types of Matrix

4. Scalar Matrix

ตัวอย่าง

$$\begin{bmatrix} -2 & 0 \\ 0 & -2 \end{bmatrix}_{2 \times 2},$$

$$\begin{bmatrix} 6 & 0 & 0 \\ 0 & 6 & 0 \\ 0 & 0 & 6 \end{bmatrix}_{3 \times 3}$$

Types of Matrix

5. Symmetric Matrix

ตัวอย่าง

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 5 \\ 2 & -3 & 9 \\ 5 & 9 & 4 \end{bmatrix}_{3 \times 3}, \quad \begin{bmatrix} 1 & 3 \\ 3 & 2 \end{bmatrix}_{2 \times 2}$$

Model

Matrix



**Basic Matrix
Operation**



**Matrix
Multiplication**



**Hadamard
Product**



Types of Matrix



**Inverse of
a Matrix**



Inverse of a Matrix

A^{-1} เป็น inverse ของ A ก็ต่อเมื่อ

$$A \times A^{-1} = A^{-1} \times A = I$$

โดยที่ I คือ identity matrix

ถ้า A สามารถหา inverse ได้ เราจะเรียก A ว่าเป็น **invertible Matrix**

Inverse of a Matrix

ตัวอย่างการใช้งาน ต้องการหา X จากสมการต่อไปนี้

$$XA = B$$

วิธีทำ

$$XAA^{-1} = BA^{-1}$$

$$XI = BA^{-1} \quad (\because AA^{-1} = I)$$

$$X = BA^{-1}$$

Model

Matrix



**Basic Matrix
Operation**



**Matrix
Multiplication**



**Hadamard
Product**



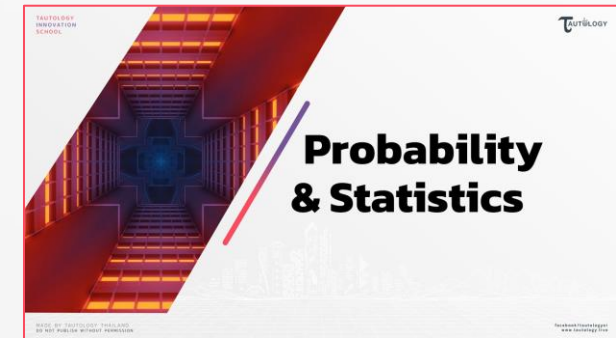
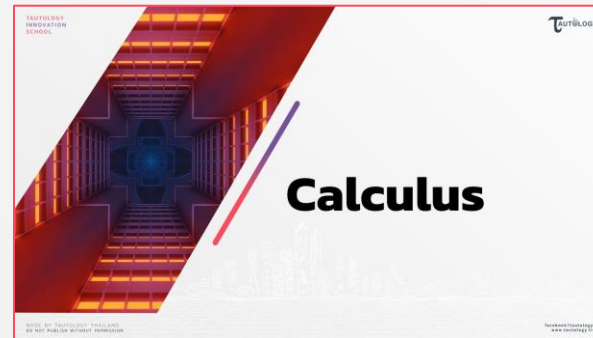
Types of Matrix



**Inverse of
a Matrix**



Basic Math for Deep Learning



Calculus

Calculus

Basic Derivative

Chain Rule

Properties of
Differentiation at
point a

Basic Derivative

1. $\frac{\partial}{\partial x}(c) = 0 ; c = \text{constant}$
2. $\frac{\partial}{\partial x}(x) = 1$
3. $\frac{\partial}{\partial x}(x + v) = \frac{d}{dx}(x) + \frac{d}{dx}(v)$
4. $\frac{\partial}{\partial x}(cx) = c$
5. $\frac{\partial}{\partial x}(x^n) = n \cdot x^{n-1}$

Basic Derivative

$$6. \quad \frac{\partial}{\partial x} (a^x) = a^x \log a$$

$$7. \quad \frac{\partial}{\partial x} (e^x) = e^x$$

$$8. \quad \frac{\partial}{\partial x} (\log_a x) = \frac{1}{x \log a}$$

$$9. \quad \frac{\partial}{\partial x} (\log x) = \frac{1}{x}$$

Basic Derivative

1. $\frac{\partial}{\partial x}(c) = 0 ; c = \text{constant}$

ตัวอย่าง

$$\frac{\partial}{\partial x}(1) = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial x}(200) = 0$$

Basic Derivative

$$2. \quad \frac{\partial}{\partial x}(x) = 1$$

ตัวอย่าง

$$\frac{\partial}{\partial y}(y) = 1$$

$$\frac{\partial}{\partial k}(k) = 1$$

Basic Derivative

$$3. \quad \frac{\partial}{\partial x} (x + v) = \frac{d}{dx} (x) + \frac{d}{dx} (v)$$

ตัวอย่าง

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial x} (x + 1) &= \frac{\partial}{\partial x} (x) + \frac{\partial}{\partial x} (1) \\ &= 1 + 0 \\ &= 1 \end{aligned}$$

Basic Derivative

$$4. \quad \frac{\partial}{\partial x}(cx) = c$$

ตัวอย่าง

$$\frac{\partial}{\partial x}(2x) = 2$$

$$\frac{\partial}{\partial x}(500x) = 500$$

Basic Derivative

$$5. \quad \frac{\partial}{\partial x} (x^n) = n \cdot x^{n-1}$$

ตัวอย่าง

$$\frac{\partial}{\partial x} (x^3) = 3x^2$$

$$\frac{\partial}{\partial x} (x) = 1x^0 = 1$$

Basic Derivative

$$5. \quad \frac{\partial}{\partial x} (x^n) = n \cdot x^{n-1}$$

ตัวอย่าง

$$\frac{\partial}{\partial x} (x^{0.5}) = 0.5x^{-0.5}$$

$$\frac{\partial}{\partial x} (x^{-2}) = -2x^{-3}$$

Basic Derivative

$$6. \quad \frac{\partial}{\partial x} (a^x) = a^x \log a$$

ตัวอย่าง

$$\frac{\partial}{\partial x} (2^x) = 2^x \log 2 = 2^x (0.69)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} (3.5^x) = 3.5^x \log 3.5 = 3.5^x (1.25)$$

Basic Derivative

$$7. \quad \frac{\partial}{\partial x} (e^x) = e^x$$

ตัวอย่าง

$$\frac{\partial}{\partial(2x)} (e^{2x}) = e^{2x}$$

$$\frac{\partial}{\partial(3x)} (e^{3x}) = e^{3x}$$

Basic Derivative

$$8. \quad \frac{\partial}{\partial x} (\log_a x) = \frac{1}{x \log a}$$

ตัวอย่าง

$$\frac{\partial}{\partial x} (\log_2 x) = \frac{1}{x \log 2} = \frac{1}{x(0.69)}$$

$$\frac{\partial}{\partial x} (\log_{10} x) = \frac{1}{x \log 10} = \frac{1}{x(2.30)}$$

Basic Derivative

$$9. \quad \frac{\partial}{\partial x} (\log x) = \frac{1}{x}$$

ตัวอย่าง

$$\frac{\partial}{\partial (2x)} (\log 2x) = \frac{1}{2x}$$

$$\frac{\partial}{\partial (5x)} (\log 5x) = \frac{1}{5x}$$

Calculus

Basic Derivative



Chain Rule



Properties of
Differentiation at
point a



Chain Rule

$$\frac{\partial z}{\partial x} = \frac{\partial z}{\partial y} \cdot \frac{\partial y}{\partial x}$$

x

↓

y

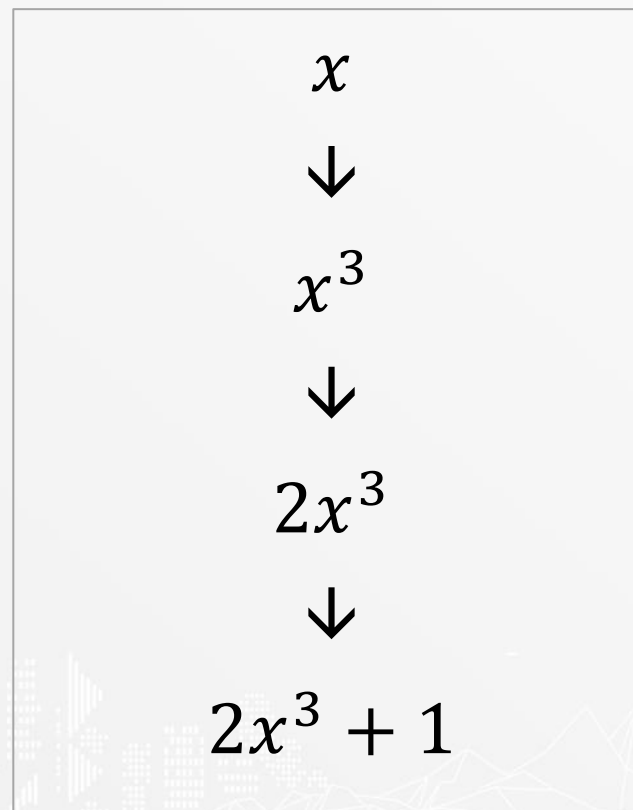
↓

z

Chain Rule

ตัวอย่าง (1)

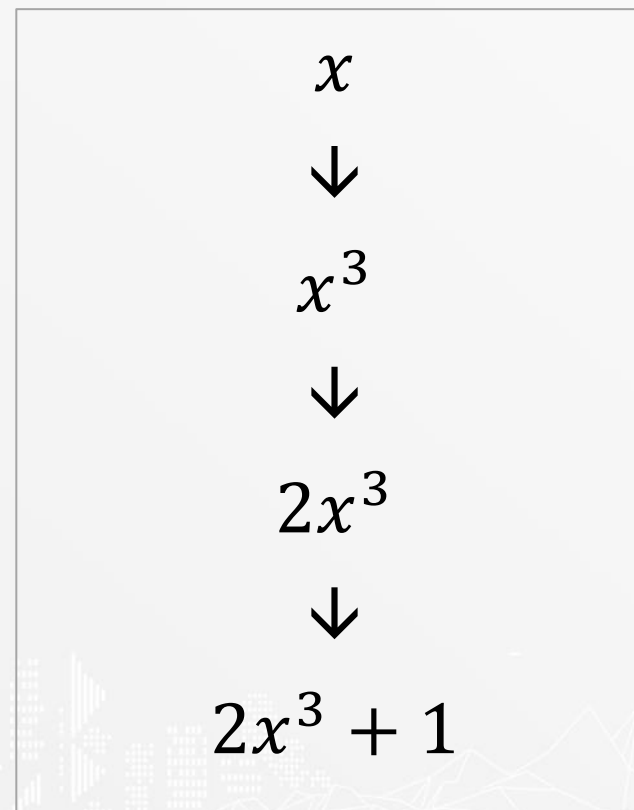
$$y = 2x^3 + 1$$



Chain Rule

ตัวอย่าง (1)

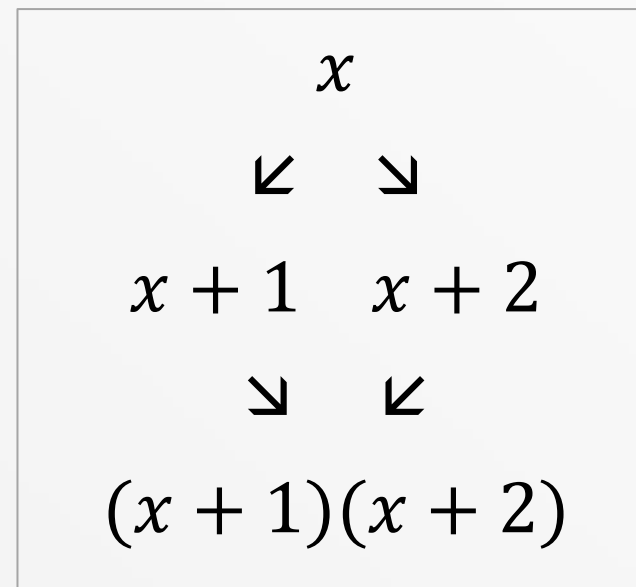
$$\begin{aligned}\frac{\partial y}{\partial x} &= \frac{\partial(2x^3+1)}{\partial x} \\ &= \frac{\partial(2x^3+1)}{\partial(2x^3)} \cdot \frac{\partial(2x^3)}{\partial x^3} \cdot \frac{\partial(x^3)}{\partial x} \\ &= 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot x^2 \\ &= 6x^2\end{aligned}$$



Chain Rule

ตัวอย่าง (2)

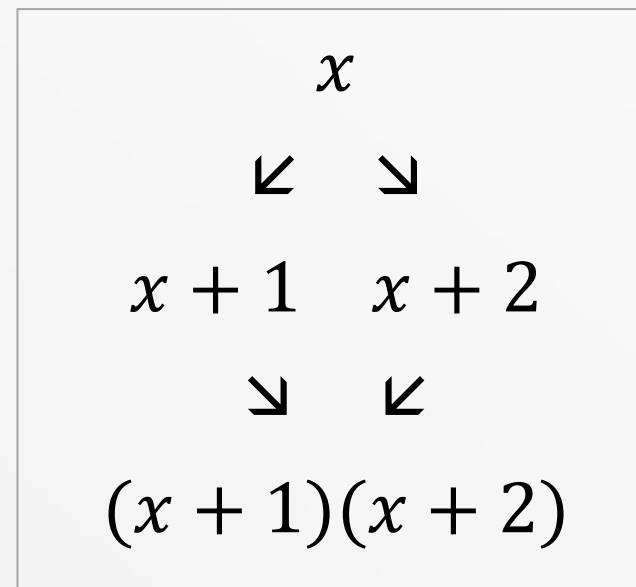
$$y = (x + 1)(x + 2)$$



Chain Rule

ตัวอย่าง (2)

$$\begin{aligned}\frac{\partial y}{\partial x} &= \frac{\partial (x+1)(x+2)}{\partial x} \\ &= \frac{\partial (x+1)(x+2)}{\partial (x+1)} \cdot \frac{\partial (x+1)}{\partial x} + \frac{\partial (x+1)(x+2)}{\partial (x+2)} \cdot \frac{\partial (x+2)}{\partial x} \\ &= (x+2)(1) + (x+1)(1) \\ &= 2x + 3\end{aligned}$$



Calculus

Basic Derivative



Chain Rule



**Properties of
Differentiation at
point a**

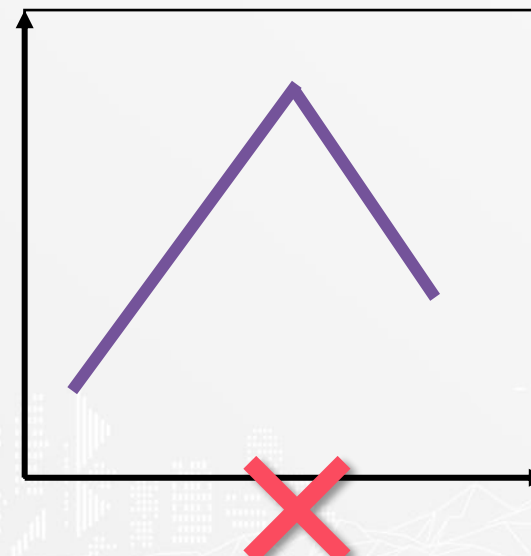


Properties of Differentiable at point a

1. Function is Smooth
2. Function is Continuous at point a

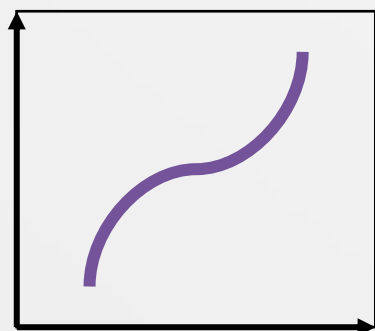
Properties of Differentiable at point a

1. Function is Smooth

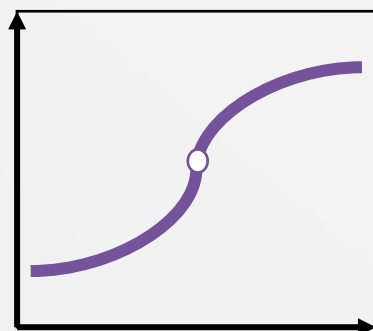


Properties of Differentiable at point a

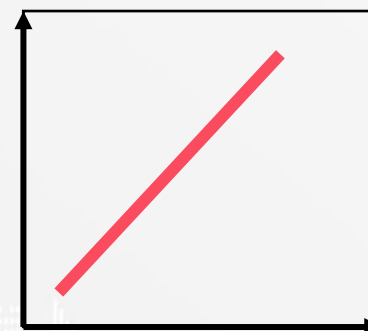
2. Function is Continuous at point a



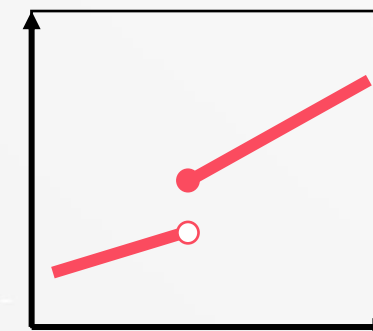
continuous



Not continuous



continuous



Not continuous

Calculus

Basic Derivative



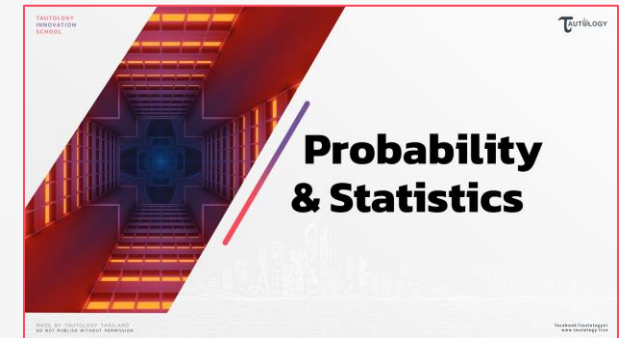
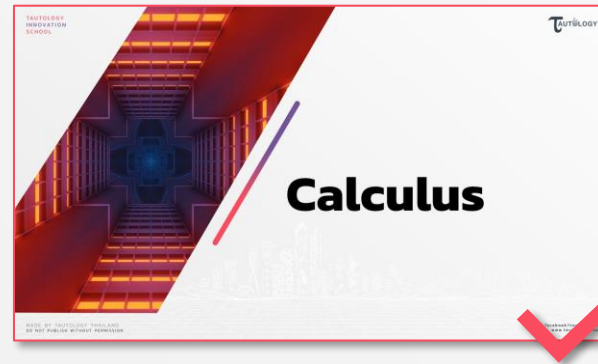
Chain Rule



**Properties of
Differentiation at
point a**



Basic Math for Deep Learning



Probability & Statistics

Probability & Statistics

Probability

Mean

Variance

Standard
Deviation

Probability

Probability คือ ค่าที่บอกถึงโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์นั้น ๆ

ตัวอย่าง

- ◆ Probability ของการโยนเหรียญแล้วออกฝั่งหัว = $\frac{1}{2}$
- ◆ Probability ของการทอยลูกเต๋าแล้วได้แต้มมากกว่า 4 = $\frac{1}{3}$

Probability

โดยผลรวมค่า probability ของเหตุการณ์ผลลัพธ์ทั้งหมดจะเท่ากับ 1 เสมอ

ตัวอย่าง

เหตุการณ์ผลลัพธ์ทั้งหมดของการโยนเหรียญ

- ◆ Probability ของการโยนเหรียญแล้วออกฝั่ง**หัว** = $\frac{1}{2}$
- ◆ Probability ของการโยนเหรียญแล้วออกฝั่ง**ก้อย** = $\frac{1}{2}$

Probability

โดยผลรวมค่า probability ของเหตุการณ์ผลลัพธ์ทั้งหมดจะเท่ากับ 1 เสมอ

ตัวอย่าง

เหตุการณ์ผลลัพธ์ทั้งหมดของการทอยลูกเต๋า

- ◆ Probability ของการทอยลูกเต๋ได้แล้วได้แต้ม 1 = $\frac{1}{6}$
- ◆ Probability ของการทอยลูกเต๋ได้แล้วได้แต้ม 2 = $\frac{1}{6}$
- ◆ Probability ของการทอยลูกเต๋ได้แล้วได้แต้ม 3 = $\frac{1}{6}$
- ◆ Probability ของการทอยลูกเต๋ได้แล้วได้แต้ม 4 = $\frac{1}{6}$
- ◆ Probability ของการทอยลูกเต๋ได้แล้วได้แต้ม 5 = $\frac{1}{6}$
- ◆ Probability ของการทอยลูกเต๋ได้แล้วได้แต้ม 6 = $\frac{1}{6}$

Probability & Statistics

Probability



Mean



Variance



Standard
Deviation



Mean

Mean คือ ค่าเฉลี่ยของข้อมูล ซึ่งคำนวณได้จาก

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \cdots + x_n}{n}$$

Mean

ตัวอย่าง

ข้อมูลน้ำหนักตัวของนักเรียน 5 คน : $X = \{48, 55, 47, 57, 53\}$

$$\begin{aligned}\bar{x} &= \frac{48+55+47+57+53}{5} \\ &= \frac{260}{5} \\ &= 52\end{aligned}$$

Probability & Statistics

Probability



Mean



Variance

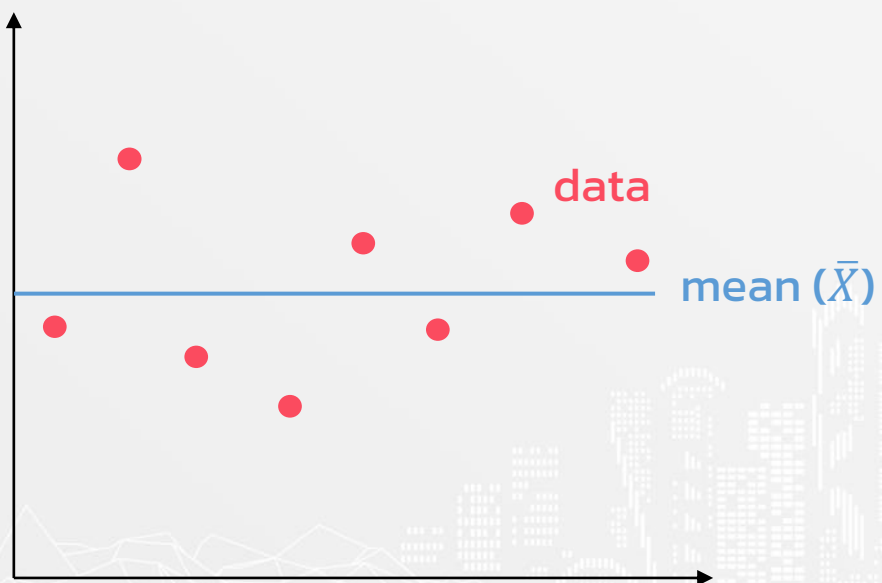


**Standard
Deviation**



Variance

Variance คือ ค่าความแปรปรวนของข้อมูล โดยจะพิจารณาจากระยะห่างของข้อมูลและ mean กำลังสอง



$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}$$

Variance

ตัวอย่าง

ข้อมูลน้ำหนักตัวของนักเรียน 5 คน : $X = \{48, 55, 47, 57, 53\}$ และ $\text{mean} = 52$

$$\begin{aligned}\sigma^2 &= \frac{\sum_{i=1}^5 (x_i - 52)^2}{5} \\&= \frac{(48-52)^2 + (55-52)^2 + (47-52)^2 + (57-52)^2 + (53-52)^2}{5} \\&= \frac{(-4)^2 + 3^2 + (-5)^2 + 5^2 + 1}{5} \\&= \frac{16 + 9 + 25 + 25 + 1}{5} \\&= \frac{76}{5} = 15.2\end{aligned}$$

Probability & Statistics

Probability



Mean



Variance

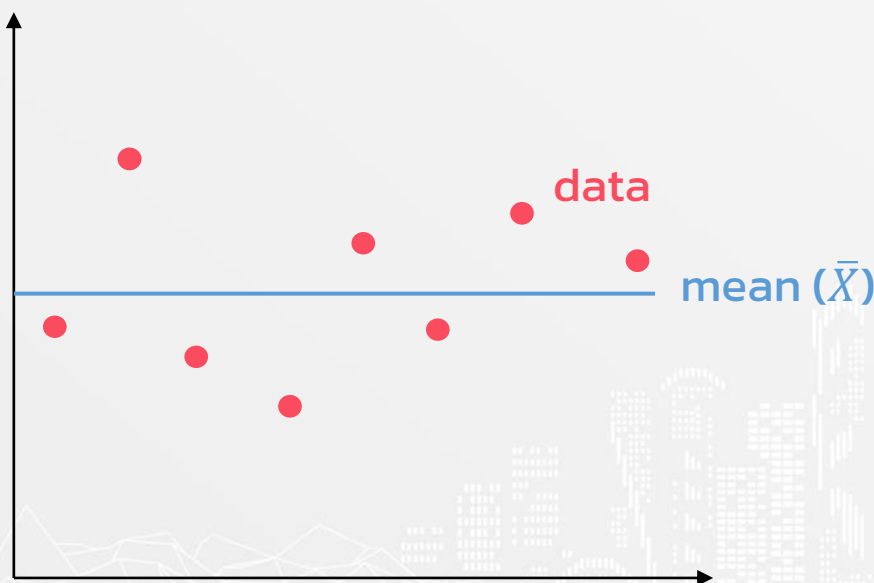


**Standard
Deviation**



Standard Deviation

Standard Deviation คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ใช้วัดการกระจายตัวของข้อมูล โดยจะพิจารณาจาก square root ของ variance เพื่อให้ค่าที่มี unit เดียวกับข้อมูล



$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Standard Deviation

ตัวอย่าง

ข้อมูลน้ำหนักตัวของนักเรียน 5 คน : $X = \{48, 55, 47, 57, 53\}$ และ $\text{mean} = 52$

$$\begin{aligned}\sigma &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^5 (x_i - 52)^2}{5}} \\ &= \sqrt{15.2} \\ &= 3.90\end{aligned}$$

Probability & Statistics

Probability



Mean



Variance



**Standard
Deviation**



Basic Math for Deep Learning

