

# Neural Networks Overview

## Introduction

### Brain

There are about  $10^{11}$  neurons(brain cells)

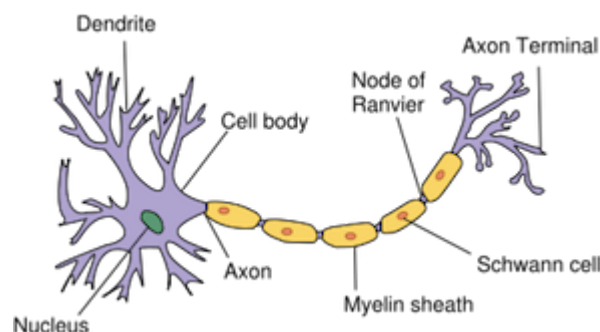
천억개의 뉴런들은 만개의 뉴런들과 연결== $10^{11} \times 10^4 = 10^{15}$

전송 속도 =1khz

이렇게 뇌에는 매우 많은 뉴런들이 있고 뉴런들은 서로 연결되어있다.

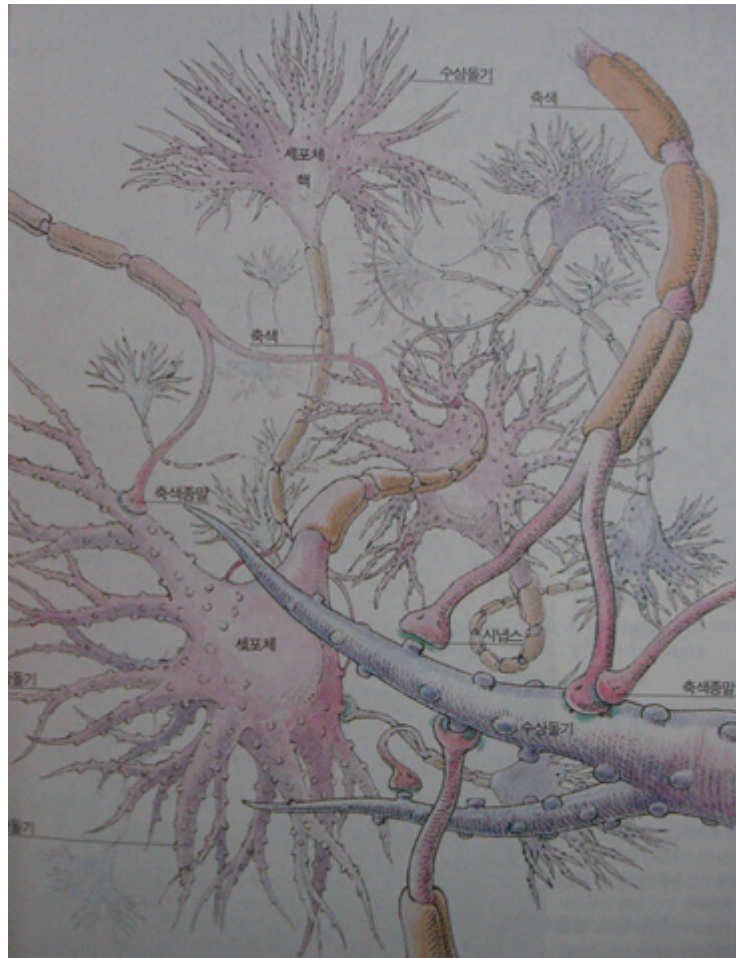
### Neurons

- Basic components of brain
- Shape
  - Cell body : main process unit
  - Dendrite(수상돌기) : input gates(numerous dendrites per neuron)
  - Axon(축삭돌기) : output gate(one per neuron)



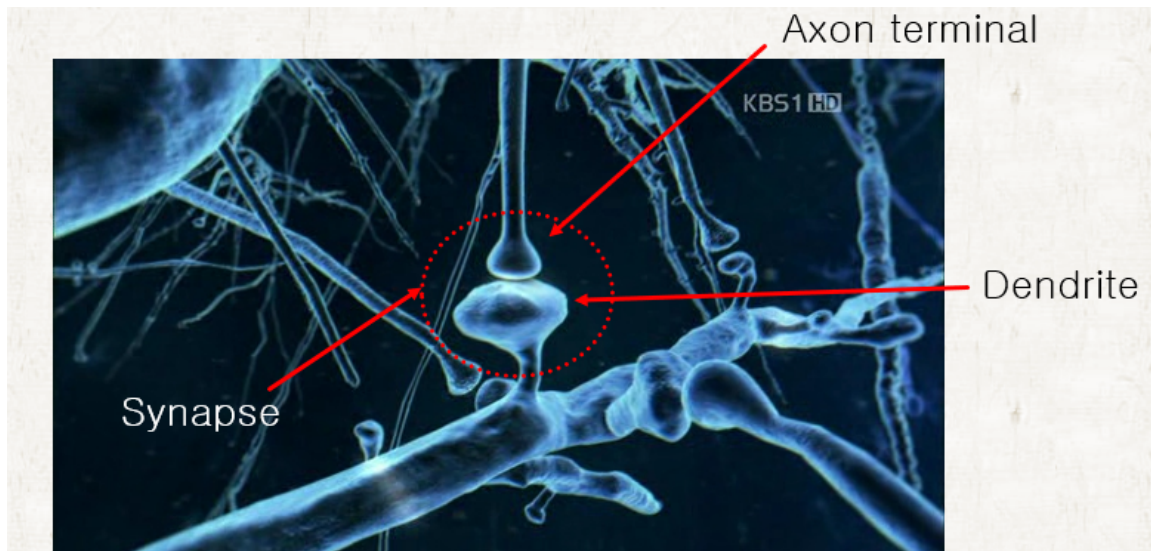
## Neurons in brain

- Every neuron **connects** to  $10^3$  to  $10^4$  **other neurons**
- A brain is a **network of neurons**
- Neurons just **transmit signals** to neighboring neurons!!

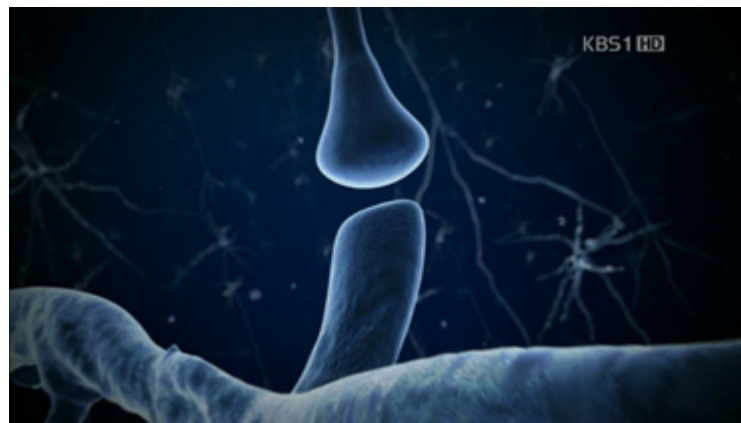


## Connection between neuron

- Structure
  - Synapse : Connection spot
  - Axon terminal : release neurotransmitter
  - Dendrite : receive neurotransmitter



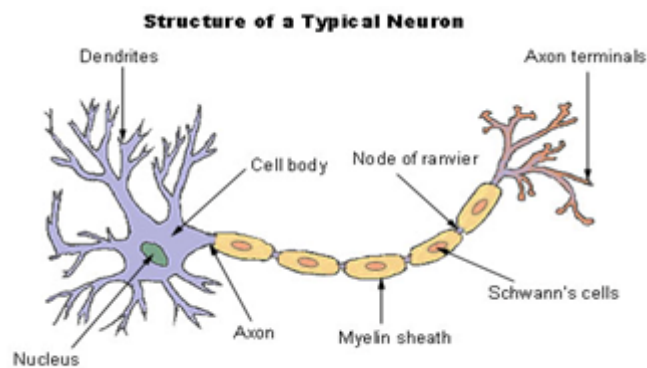
- Every connection does not has the same effect
- Each connection has **different strength**—>이게  $w$ 가중치의 개념이다!!
  - The more receptor a dendrite has , the better it receives neurotransmitter



## Function of neurons

- Input

- Input signals coming from dendrites
- Signal are amplified
- Reservoir
  - Cell body reservoirs the signals
- Output
  - If the amount of reserved signals in body cell is **larger than a threshold**, cell body releases a signal through axon

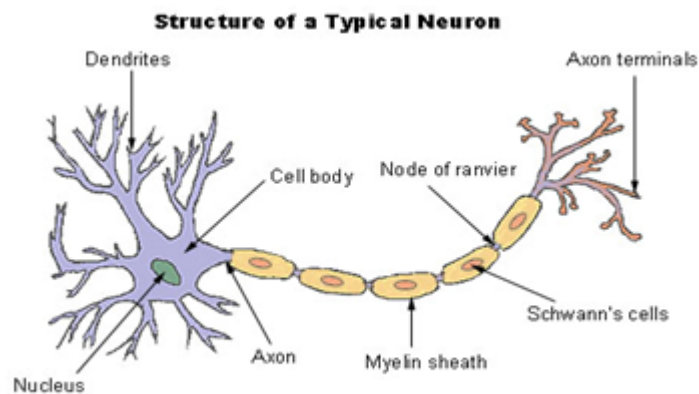
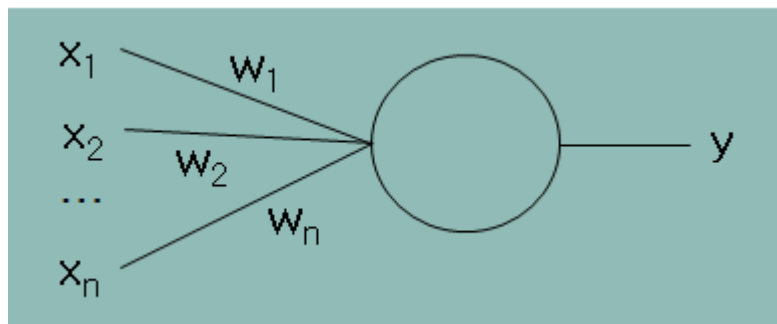


와... 그러니까 Dendrite(수상돌기)에서 데이터가 들어오면 cell body(세포체)로 데이터를 보낸다. cell body는 Reservoir로서 데이터를 저장하는데 어느 한계치를 넘으면 axon(축삭돌기)를 통해 방출한다. 방출한 signal은 또 다른 neuron의 dendrite로 들어간다!!

## Simple Mathematical Model

### simple representation of neurons

퍼셉트론은 다수의 신호를 입력받아 하나의 신호를 출력한다.

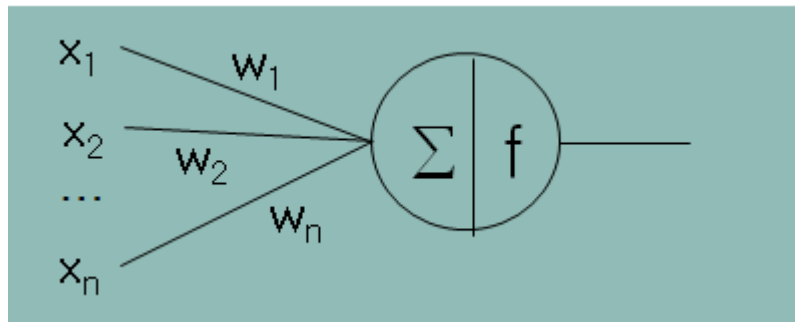


- $x$  : dendrite(input)
- $w$  : amount of receptors in each dendrite(connection strength)

보통 가중치는 전류에서 말하는 저항에 해당한다. 저항은 전류의 흐름을 억제하는 매개 변수로 저항이 낮을수록 큰 전류가 흐른다. 하지만 퍼셉트론의 가중치는 그 값이 클수록 강한 신호를 흘려 보낸다.

- $F$  : cell body
- $y$  : axon(output)

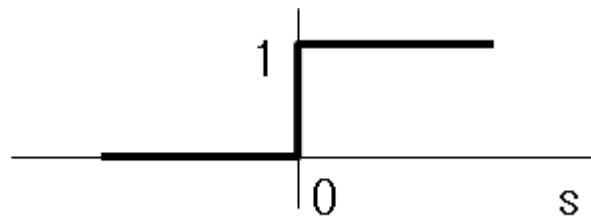
## Simple mathematical model of neurons



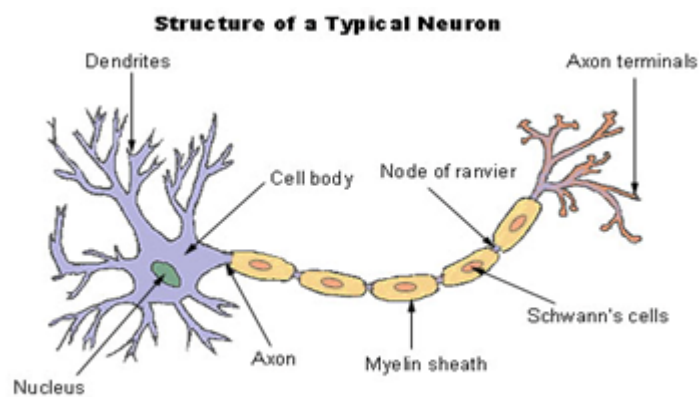
### 1. Summation

$$S = x_1w_1 + x_2w_2 + \dots + x_nw_n$$

### 2. Threshold



이해를 쉽게하기 위해 경계를 step func으로 설정 → threshold가 0을넘으면 1출력, 아닐경우 0



Reservoir : Cell body reservoirs the signals from dendrites(signals are amplified)

Output : If the amount of reserved signals is **greater than a threshold**, then cell body outputs a signal else no output

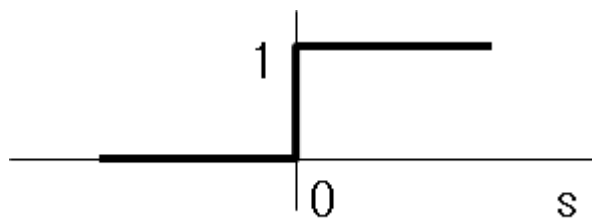
## Simple mathematical model of neurons

- First function : Weighted summation of inputs

$$S = x_1w_1 + x_2w_2 + \dots + x_nw_n$$

- Second function : **Non - linear threshold**

step func 잘안쓰는 이유:  $x > 0, x < 0$  부근에서 미분하면 0이다 .따라서 gradient descend method에서 값이 업데이트 되는게없다!



---

### 잠깐! 왜 activation func은 비선형이어야하는가?

선형 함수를 이용하면 신경망의 층을 깊에 하는 의미가 없어지기 때문이다.

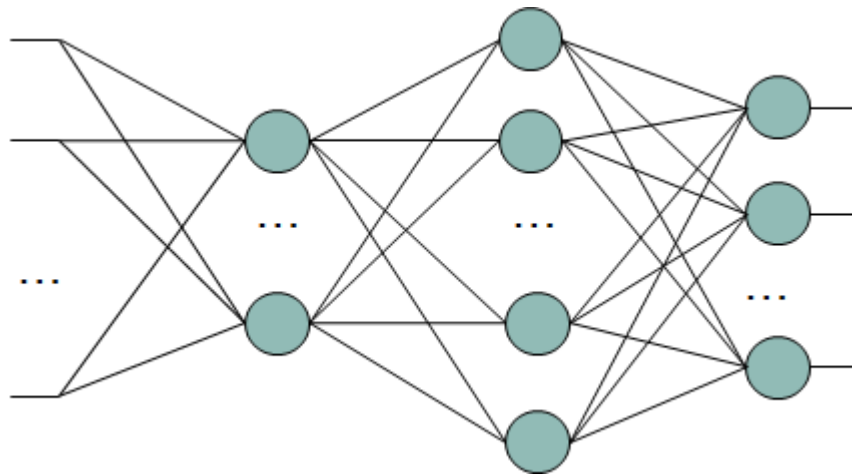
예를들어 선형함수인  $h(x)=cx$ 를 활성화 함수로 사용한 3층 네트워크가 있다.

출력  $y(x)=h(h(h(x)))$ 가된다. 이 계산은  $y(x)=c*c*c*x$   $y(x)=ax$ ,  $a=c*c*c$ !! 똑같은 식이다. 이 예처럼 선형 함수를 이용해서는 여러 층으로 구성하는 이점을 살릴 수 없다.

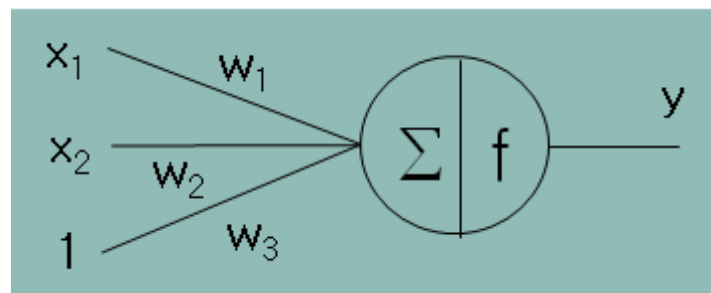
$$y = \begin{cases} 1 & \sum_{i=1}^n x_i w_i > 0 \\ 0 & otherwise \end{cases}$$

지금 배운 뉴런들을 연결하면 뇌가 되는거네?

그걸 수학적 모델로 표현한것이 **Neural Network**



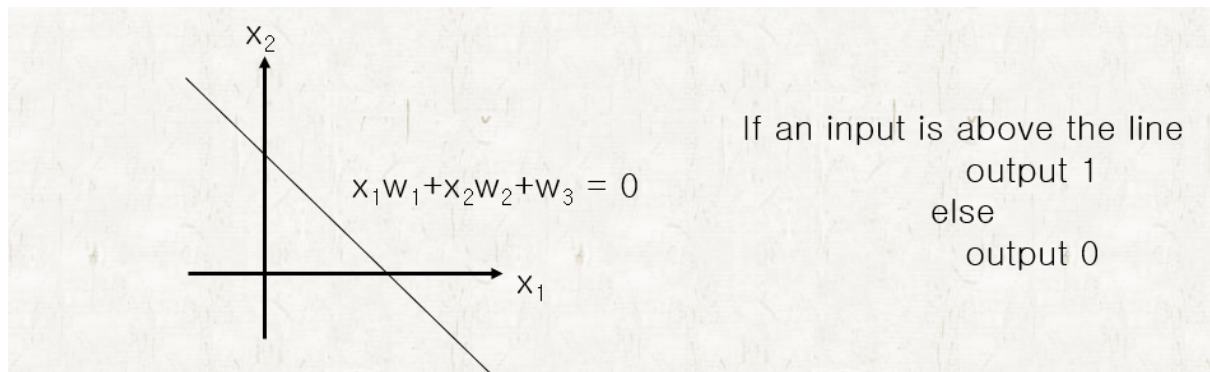
## What a perceptron Can do??



f : 출력을 결정하는 함수=Activation Function

$$y = \begin{cases} 1 & \sum_{i=1}^n x_i w_i > 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$





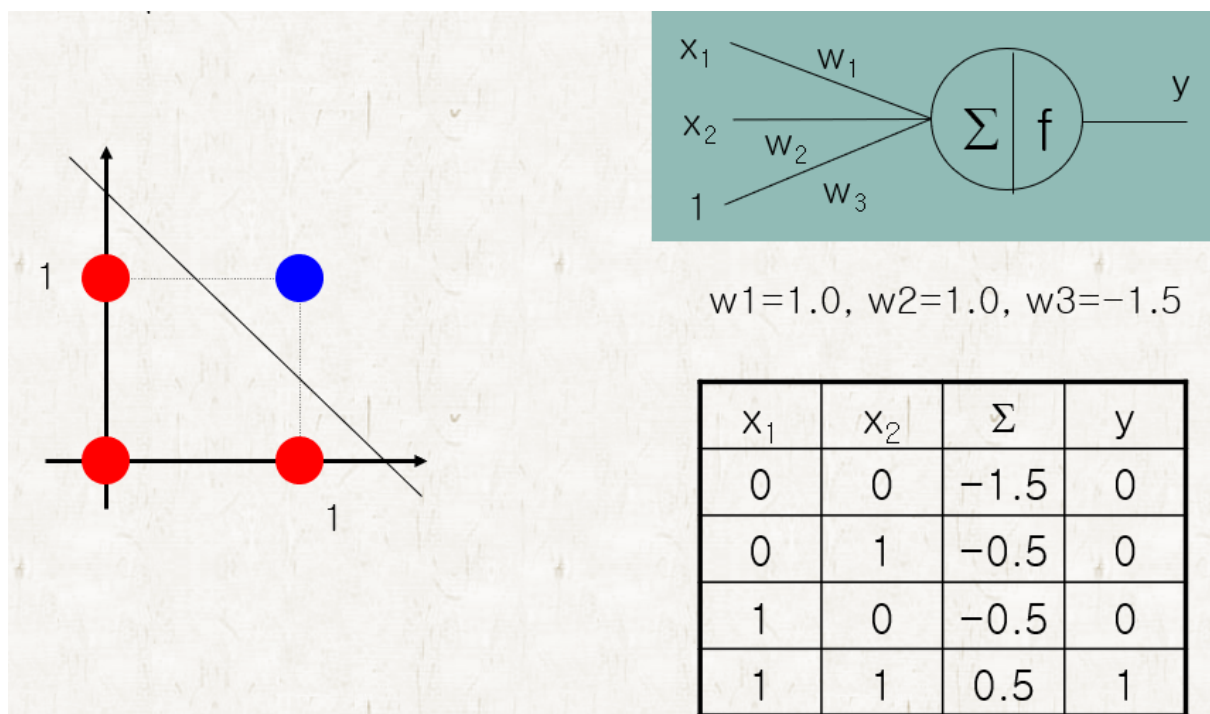
>> **Perceptrons can solve linearly separable problems!!**

%잠깐!! 저 1은 왜있지?

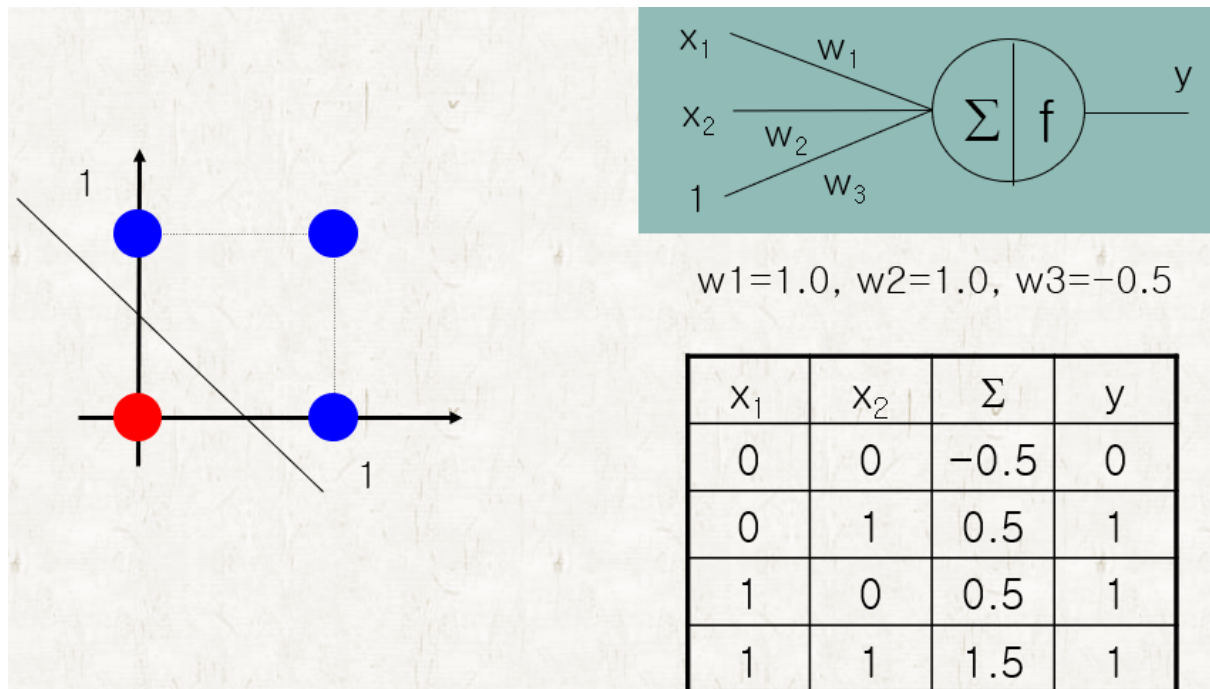
>> bias(편향)으로 만약 없으면 직선은 원점만 지난다. 즉, bias가 있으면 threshold를 설정하는 것인데 뉴런을 얼마나 쉽게 활성화 되느냐를 조정하는 매개변수라 생각하면 된다.

layer마다 있음!!

## And Operation



## Or operation



Not 게이트도 가능하다!!

지금까지 살펴보면 perceptron의 형태(모형)은 바뀌지 않았다.

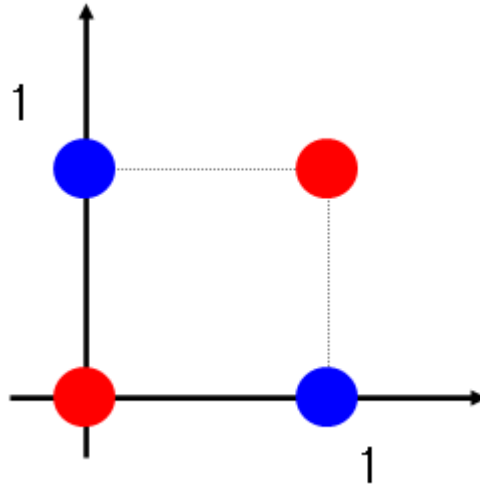
오로지, W값만 바뀌었다.>> 해결하고자 하는 문제에 따라 w가 바뀐다!

하지만 일일이 문제를 직면할때마다 w를 구하려면 답도 없다.

따라서 W를 자동으로 구성하는 알고리즘을 만들어야함!!>>Back propagation같은

## A neural network can solve non-linearly separable problems

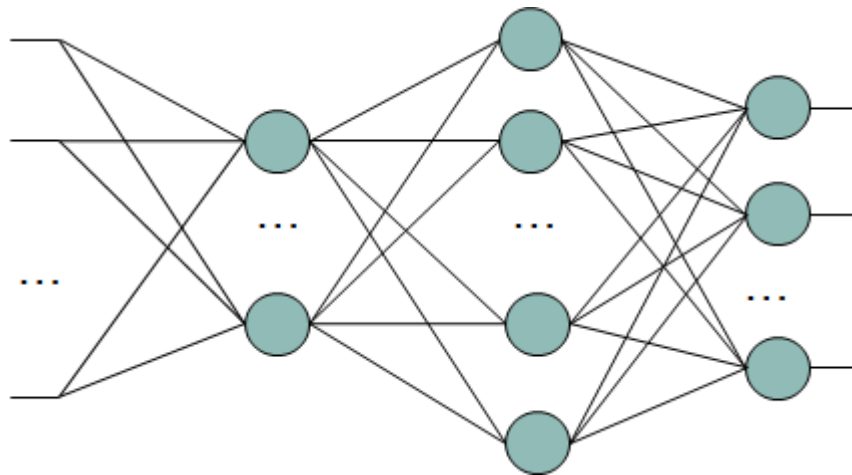
example: XOR operation



AND, OR, NOT 게이트만 있으면 모든 digital circuit를 만들수 있다.

따라서, Neural Network로 모든것을 만들수 있다.

## Xor operation



이렇게 non-linearly separable 문제를 해결하려면 Multi-layer perceptron 이 필요하다.

