
PART
IV

4차 산업과 컴퓨터 과학

제10장: 인공지능과 기계학습

10장: 인공지능과 기계학습

10.0 문제 해결 개요

10.1 인공지능

10.2 기계 학습

이 장의 목적

- 컴퓨터가 인간이 수행하는 일을 대체
- 인간이 주어진 일을 처리하는 과정은 심리학적으로 보면 넓은 의미에서 문제 해결 과정이라 할 수 있다.
 - ‘문제’라는 것은 작게는 사칙연산에서 부터
 - 수학적 증명과 같은 고도의 지능과 지식을 필요로 하는 문제일 수도
 - 4차 산업 시대의 컴퓨터나 스마트 기기들은 스스로 판단하고 결정
- 인공지능이란?
- 기계학습이란?
- 딥러닝이란?

10.0 문제 해결 개요

10.0 문제 해결 개요

- 문제를 해결하도록 프로그래밍 하는 것은 어려운 작업
 - 사칙연산과 같이 디지털회로로 설계되어 간단하게 답이 나오는 문제
 - 인간의 복잡한 사고과정을 컴퓨터가 따라하도록 해야 하는 문제
 - 물체를 보고 인식하거나, 손가락으로 물건을 집는 것과 같이 학습을 통하여 배워야 하는 프로그래밍 할 수 없는 것(어려운 것)도 있다.
 - ▶ 탁구, 운전, 영상인식, 음성인식 등

10.0.1 문제와 문제 해결

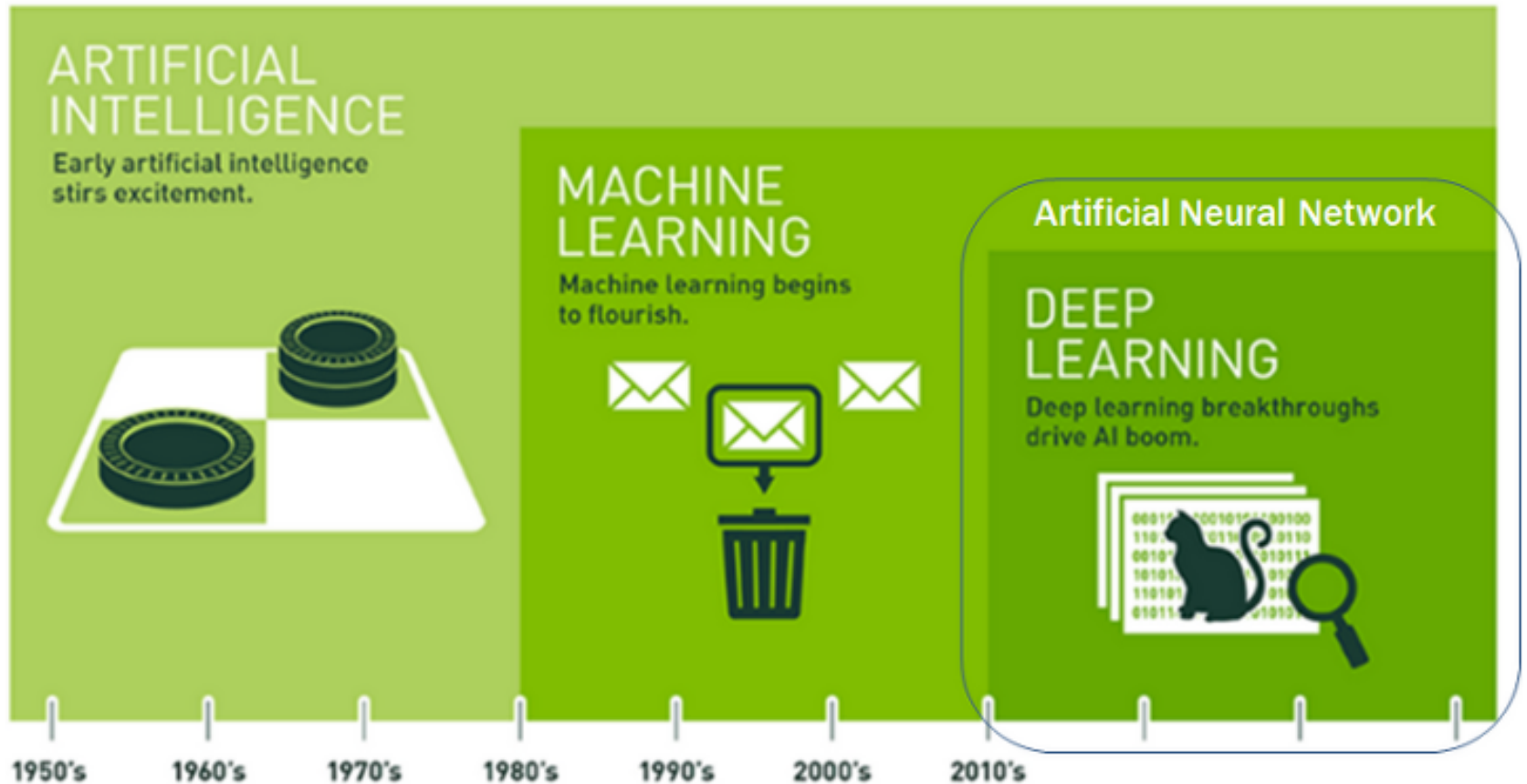
- 문제 해결 대상인 ‘문제’는 매우 다양하고
- 문제에 대한 체계적 접근
 - 문제의 조건을 명확히 하고,
 - 문제의 초기상태와
 - 문제가 해결되는 목적상태,
 - (문제 해결 도중에 접하게 되는 여러 상태에 대해 정의하는 것
- 문제정의 및 분석 후 문제를 해결하는 데 필요한 지식을 표현해야
 - 컴퓨터나 스마트 기기가 문제를 해결한다.

10.0.3 문제와 AI

- 광범위한 문제 대상을 해결하기 위해 컴퓨터 과학의 각분야가
 - 특정 문제를 해결 한다.
 - 알고리즘, 데이터 베이스, 네트워크, 인공지능 등
- 인공지능은 여러가지 문제 중에서도 특히 **알고리즘으로 해결하기 어려운 문제를 해결**하는 데 도움을 준다.
 - 인공지능이 알고리즘으로 처리된 것.
 - 컴퓨터가 사람처럼 보고 듣고 판단하고 행동할 수 있을까?
 - 사람처럼 학습하여 더 좋은 결과를 나타낼 수 있을까?

10.1 인공지능

인공지능 vs 기계학습 vs 딥러닝



10.1.1 인공지능 정의

□ 인공지능 Artificial Intelligence(AI)

□ 인간의 지능에 대한 연구?

□ 기계를 마치 사람처럼 지능이 있는 듯이 활용하는 컴퓨팅의 한 분야

- ▶ 예: 그림 속에서 어떤 물체(객체)를 알아내는 프로그램, 여러 개의 물건을 앞에 두고 특정 물건을 들어 올리는 프로그램, 바둑이나 탁구 등의 게임을 할 수 있는 프로그램 등...

→ 알고리즘으로 해결이 어려운 문제들이다.

사람처럼 행동하기	튜링 테스트 (Turing Test) - 사람처럼 행동
사람처럼 생각하기	인지과학 (Cognitive Science) - 사람처럼 생각하기
합리적으로 생각하기	사고의 법칙 (Syllogisms) - 합리적으로 생각하기
합리적으로 행동하기	합리적인 에이전트 (Rational Agent) - 합리적으로 행동하기

(1) 사람처럼 행동하기: 튜링 테스트(Turing Test)

- 컴퓨터가 사람처럼 행동하면 지능을 가졌다. (1950년대)
 - 새로운 환경을 분석하고 감지
 - 외부환경을 인지하고 물체를 인지
 - 자연어로 대화가 가능해야 하며,
 - 아는 지식을 스스로 표현할 수 있어야 하며,
 - 지식을 바탕으로 스스로 결론을 도출하는 추론능력
 - 주변 물체를 조작하고 스스로 움직일 수 있어야 한다.

튜링테스트를 통과하기 위한 조건

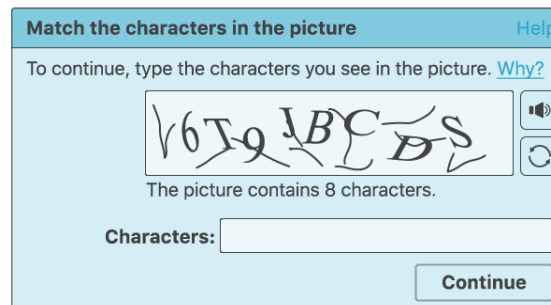
환경 인지, 자연어로 대화.

아는 것을 표현, 지식을 바탕으로 결론;

스스로 움직 (주변물체 조작)

인공지능 – 사람처럼 행동하기

- 생각하는 기계를 만들 수 있다고 확신, 그러나 의문이 있었음.
- 그러나 기계가 지능을 가졌다고 어떻게 알 수 있지?
→ 튜링 테스트
- 1950년-튜링 테스트
- 컴퓨터가 지능을 가졌는지를 경험적으로 결정하는 테스트
 - 질문자가 질문하면 그 답을 인간이 했는지, 컴퓨터가 했는지를 비교하여 결정하는 방법
 - 만약, 답을 컴퓨터가 했는지? 인간이 했는지?를 구별할 수 없으면
 - 그 컴퓨터는 지능이 있다고 판단할 수 있다.
- CAPTCHA(Completely Automated Public Turing test to tell Computers and Humans Apart.



(2) 사람처럼 생각하기: 인지과학(Cognitive Science)

- 사람이 어떻게 자신의 생각을 결정하는가?
 - 자신이 행동하고자 함에 따른 자아에 의한 사고방식의 이해,
 - 사람의 행동에 따른 심리학적 사고방식의 이해,
 - 사람의 행동에 따른 뇌의 사고 흐름에 대한 이해
- 인지과학. 인공지능 + 인지과학 ⇒ 컴퓨터 비전.
 - 다양한 학문 간의 교류를 통한 컴퓨터 모델 개발,
 - 심리학에서의 실험 결과를 바탕으로 사람 심리의 작동 방식
 - 컴퓨터 비전(computer vision) 연구 분야
 - ▶ 신경생리학적 증거를 바탕으로 수리적 모델링

(3) 합리적으로 사고하기: 사고의 법칙

- 아리스토텔레스식 사고하는 방식을 제안('3단 논법(syllogisms))
- 명제에 대한 참/거짓을 바탕으로 새로운 명제를 도출하는 방법

1. “소크라테스는 사람이다.”
2. 사람은 모두 죽는다.
3. 그러므로, 소크라테스는 죽는다.”

3단 논법

- 비형식적인 지식을 형식적인 표기 방법으로 (표현하는 것이 쉽지 않음)
- 다양한 사실로부터 결론을 추론하고자 할 때,
 - 이들 간의 연관성에 대한 가이드라인 없이 추론하는 것은 무리

(4) 합리적으로 행동하기: 합리적인 에이전트

□ 에이전트(Agent)란 단순히 행동하는 어떤 객체

□ 컴퓨터 에이전트

□ 주변 환경을 인식/인지하고

□ 합리적인 지식표현을 바탕으로 합리적으로 추론하며

□ 최상의 결과를 얻기 위해 스스로 움직일 수 있어야

주변 인식, 지식표현은 마땅으로

합리적으로 추론, 최상의 결과를 위해 스스로 움직일 수 있어야 함

□ 합리적인 사고와 합리적인 추론은 합리적인 행동을 하는 에이전트를 위한 일부분으로 볼 수도(마더, 엑스마키나)

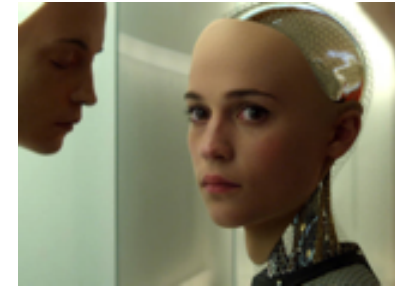
제대로 추론, 의사.



⇒ 정보를 알 수 없는 불확실한 상황에서도 최상의 결정을 도출할 수 있도록 설계되어야 함.

인공 지능의 정의의 변화

- 초기: 인간의 뇌와 사고 방식을 모방하려 인간과 유사한 기계를 만들려는 노력



- 현재: 현실의 문제를 기계를 이용하여 효율적으로 풀기 위해 노력하는 학문



인공지능 응용

① 컴퓨터 비전

- 사물인식, 공장 생산품 품질 검사(천, 벽지, LCD 등)
- 필기체 인식, 우편물분류,
- 야간 적군 침투 감시, 범죄 자동 녹화 및 신고 등

② 자연어 처리

- 음성인식, 자연언어 해석/번역/대화, 음성 합성
- 회의록 작성, 음성으로 조정

문성
= 자연어

③ 의사 결정 관리

- 다양한 기업용 응용 프로그램에서 사용되며 자동화된 의사 결정을 지원하거나 수행

④ 로봇 프로세스 자동화

- 인간이 작업이나 프로세스를 실행하기에는 너무 비싸거나 비효율적이거나 위험한 곳에서 현재 사용

→ 공장

가상 에이전트

- 단순한 대화방에서부터 인간과 네트워크를 형성 할 수 있는 고급 시스템에 이르기까지 다양하게 분포
- 현재 고객 서비스 및 지원 또는 스마트 홈 관리자로 사용


생체 인식

- 이미지와 터치 인식, 얼굴 및 지문 인식, 언어 및 신체 언어인식
- 제스처인식.

기타

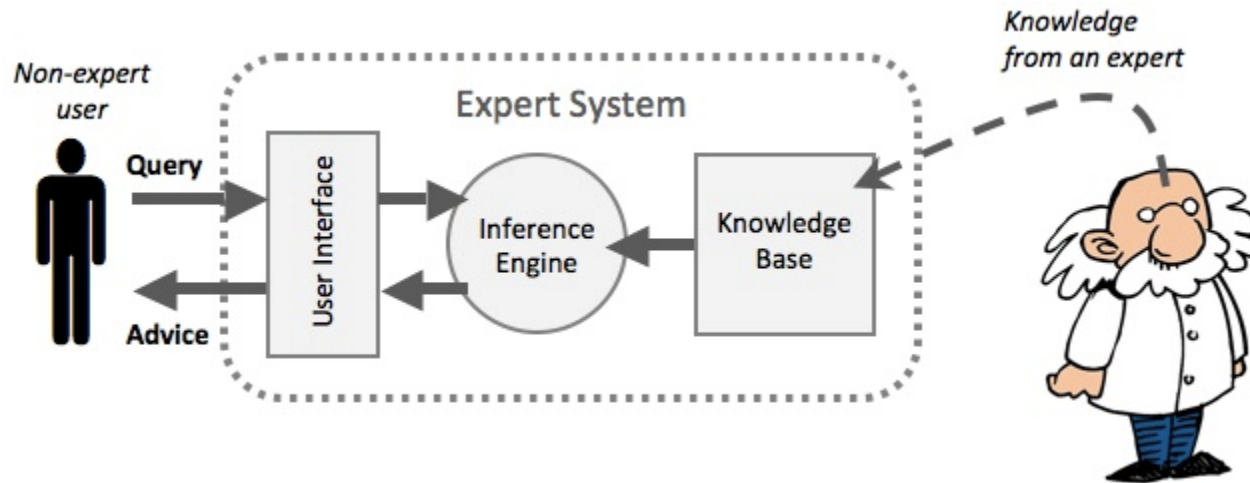
- 우편물 자동분류, 음성인식후 회의록 자동 작성, 언어번역, 자동 운전, 요리 만들기, 짐 나르기, 생물 생존이 힘든 곳에서 작업하기, 전투하기, 감시하기 등

Artificial Intelligence 연구 분야

- 
- 컴퓨터 비전
 - 음성 인식
 - 자연어 처리
 - 자동 번역
 - 전문가 시스템
 - Machine Learning

AI – 전문가 시스템

- 전문가 시스템 (Expert Systems)
 - 전문가가 지닌 전문 지식과 경험을 컴퓨터에 축적하여 전문가와 동일한 또는 그 이상의 문제 해결 능력을 가질 수 있도록 하는 시스템
 - 교재 3.6.2 장 PROLOG 언어 설명 참조



AI - Machine Learning

□ 기계 학습

- 학습 가능한 사람의 뇌를 모델한 인공 신경망(Artificial Neural Network)을 구성하고 인공신경망을 학습시킨 후 문제 해결에 사용

□ ANN 학습 Artificial Neural Network

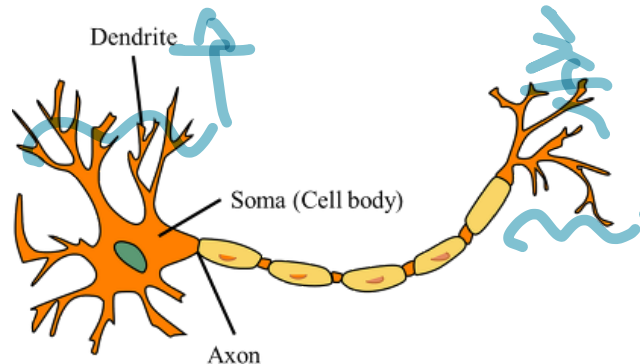
- ANN이 학습에 의해 문제해결 방법을 배움
- 학습한 ANN이 문제를 해결

- 신경 조직의 학습 행위를 컴퓨터(ANN)가 모방

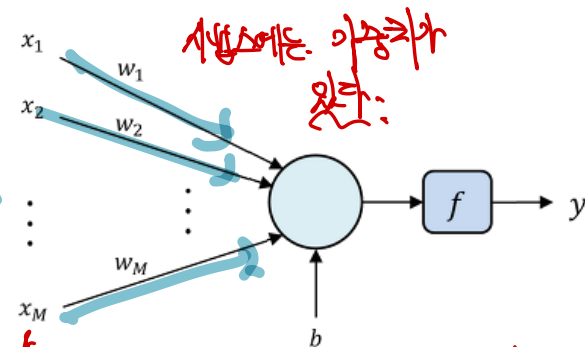
신경 = 사람의 신경과 비슷.

인공 신경망 기본 아이디어

- **뉴런**: 사람 뇌 안의 **신경 세포**로,
 - ▶ 신호를 전달받고 (**수상돌기**) 처리한 후
 - ▶ 다른 신경 세포에 신호를 전달 한다. (**축색돌기**)
 - ▶ 신호의 세기가 **임계치** 이상 되어야 신호를 전달한다. (**시냅스**)
- 인공 신경 망에 있는 각 처리 원소는 생물학적인 뉴론과 유사하다.
 - ▶ 각 원소는 **어떤 값을 입력** 값(수상돌기)으로 받는다.
 - ▶ 그리고 **0이나 1을 출력** 값(축색돌기)을 내보낸다.
 - ▶ 각 입력 값은 **수치적으로 가중치**를 가진다(시냅스)

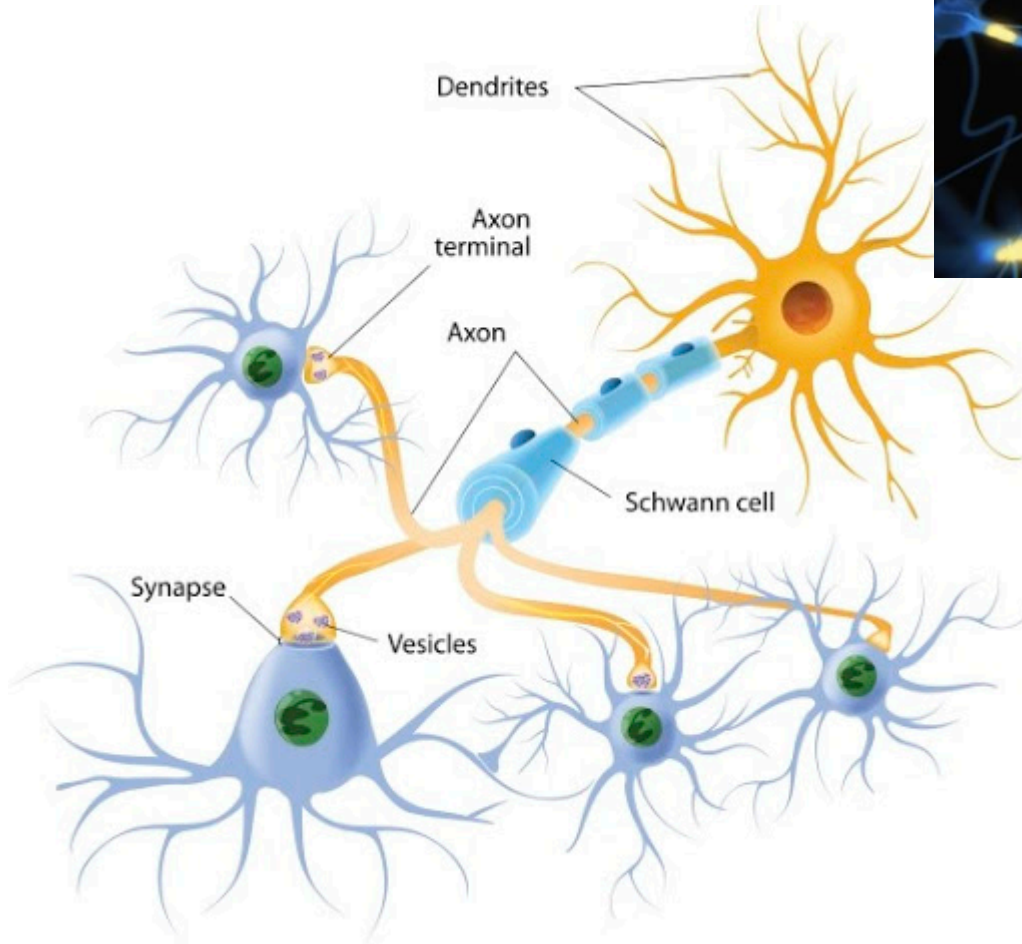


실제 인간의 뉴런



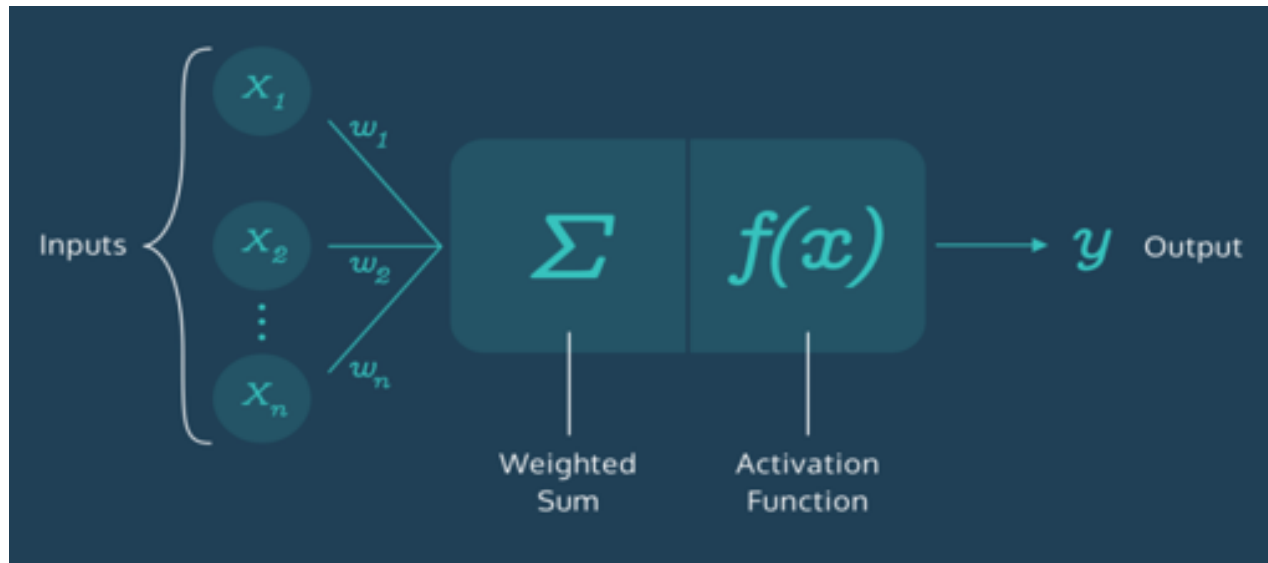
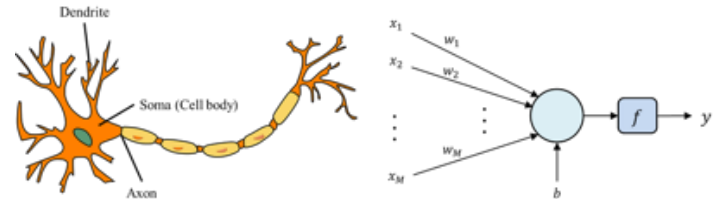
실제 뉴런을 모방한 인공 뉴런

신경망



Perceptron

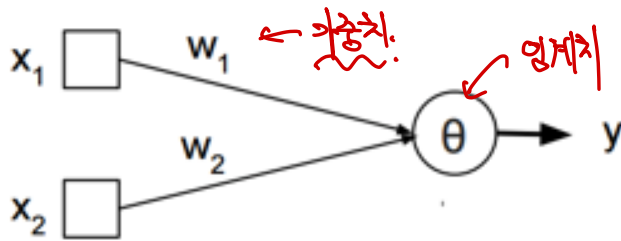
- 1957, 코넬항공연구소,
 - 단층 perceptron: AND, OR, NOT.
 - 다층 perceptron : XOR.



$$\left(u = \sum_{i=1}^n w_i x_i, \quad F(u) = \text{step}(u - t) = \begin{cases} 1 & u > t \\ 0 & u \leq t \end{cases} \right)$$

Perceptron

- 가중치와 임계치를 조정하여 다양한 연산 가능



AND		
Input		Output
A	B	C
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

OR		
Input		Output
A	B	C
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

NAND		
Input		Output
A	B	C
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0

- AND (0.5, 0.5, 0.7)(1.0, 1.0, 1.0)(0.5, 0.5, 0.8)

- OR (1.5, 1.5, 1)

- NAND (-0.5, -0.5, -0.7)

" (w1, w2, θ) "

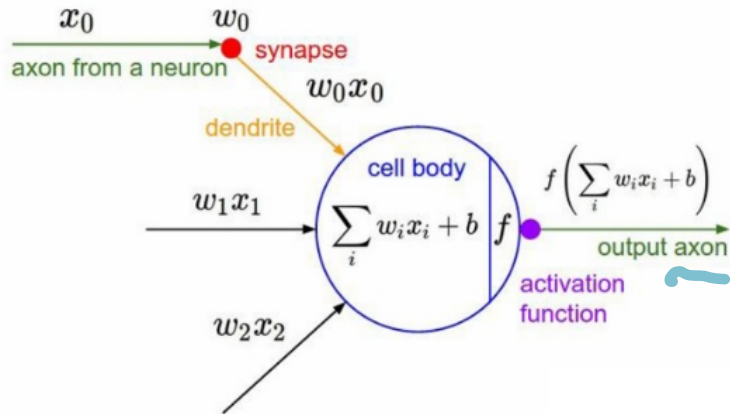
+ 완전 해결했지!

- 가중치 w1, w2 및 임계값을 수동 조정

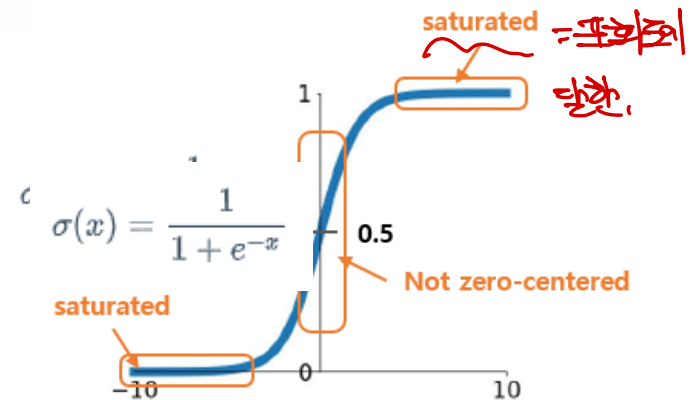
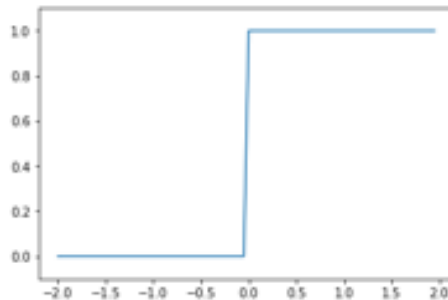
- 값 조정 문제로 역사속으로 사라짐

(신경망(Neural Net))가중치와 임계치-학습가능

□ 학습 : 가중치 값과 임계치를 결과를 보고 자동 조정



axon : 뉴런



- 복수개의 입력, n개의 변수

$$x_1, \dots, x_n$$

- 가중치 변수

$$w_1, \dots, w_n$$

- 퍼셉트론/신경망

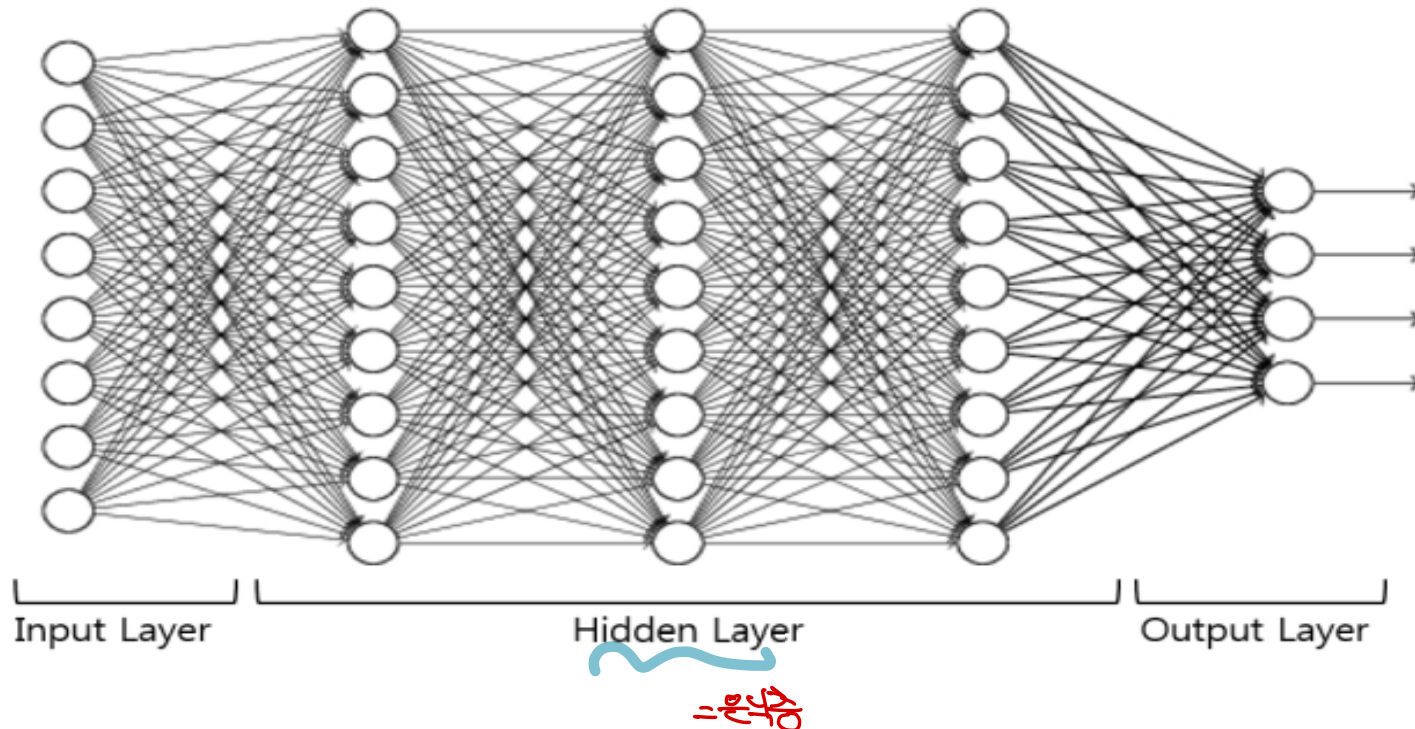
$$u = \sum_{i=1}^n w_i x_i, \quad F(u) = \text{step}(u - t) = \begin{cases} 1 & u > t \\ 0 & u \leq t \end{cases}$$

- 신경망 활성화함수 : $\sigma(x) = \frac{1}{1 + e^{-x}}$

→ 활성화함수는 연속적, 미분가능해야
한다.

10.2.3 인공 신경망에 의한 문제 해결

- 딥러닝이란? *Deep Neural Network*
- 2006년, 다층 구조 (Layer가 많은) 신경망 학습
 - 다중 계층을 가진 인공 신경망으로 구성된 신경망 기계 학습



10.2 기계 학습

10.2 기계 학습 종류

□ 지도 학습

- 입력과 정답(label)으로 된 학습 데이터 사용
- 데이터 분류, 회귀(데이터들을 가장 잘 표현할 수 있는 함수를 찾는 것) 사용
→ 예측할 때 사용

□ 비지도 학습

- 입력으로만 된 학습 데이터 사용 (정답 제공하지 않음)
- 분포 추정 군집화 (데이터를 몇 개로 나누는 것) 사용

k-means clustering

□ 강화 학습

- 어떤 행동을 취했을 때 최대한 보상을 많이 받는 방향으로 학습
- 게임에서 많이 사용

→ Greedy

10.2.1 지도 학습

- 지도 학습은 입력 데이터(x)에서 결과 값(y)를 도출할 수 있게 함수(f)의 인자를 수정하는 기계 학습
- 필요한 데이터 집합
 - ① **훈련 데이터 집합**
 - ▶ 학습을 위한 데이터 집합으로 **데이터(x)와 참 값으로** 구성
 - ② **검증 데이터 집합**
 - ▶ 학습한 결과 검증하는 데 필요한 데이터 집합
 - ▶ 훈련 데이터 집합과 같이 **데이터와 참 값으로** 구성
 - ③ **테스트 데이터 집합**
 - ▶ 학습한 결과(함수 인자)를 사용 때 실제로 입력되는 데이터 집합
- 데이터 집합은 데이터(x)는 n 차원의 **벡터**로 표현한다.

필요
데이터
셋!

데이터셋(데이터)

상관.

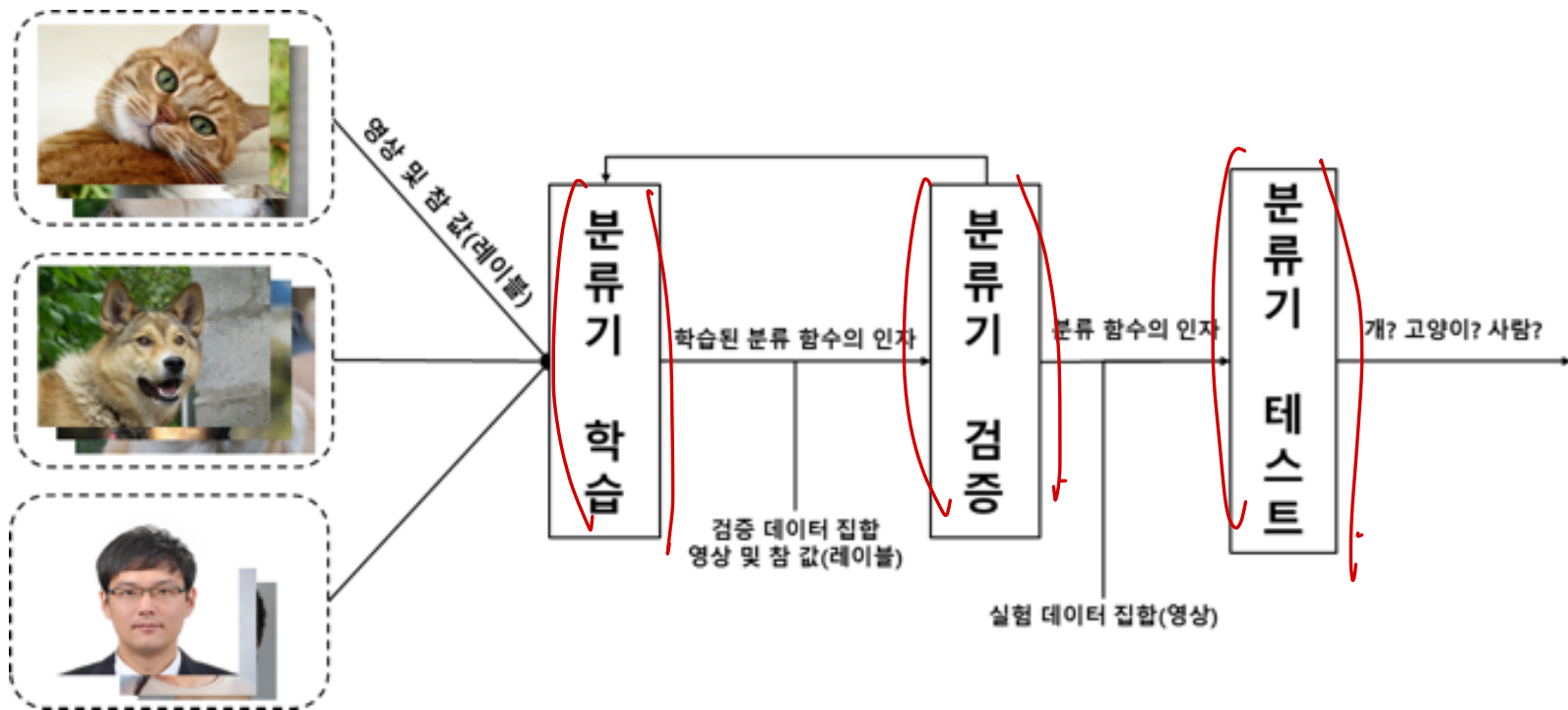
$$x = \{x_j \mid j = 1, 2, 3, \dots, n_1\}$$

$$S_{\text{Training}} = \{(x_i, y_i) \mid y_i: i\text{번째 데이터에 대한 참 값}, i = 1, 2, 3, \dots, n_2\}$$

$$S_{\text{Validation}} = \{(x_i, y_i) \mid y_i: i\text{번째 데이터에 대한 참 값}, i = 1, 2, 3, \dots, n_3\}$$

$$S_{\text{Test}} = \{x_i \mid i = 1, 2, 3, \dots, n_4\}$$

n_1 차원의 벡터로 표현.

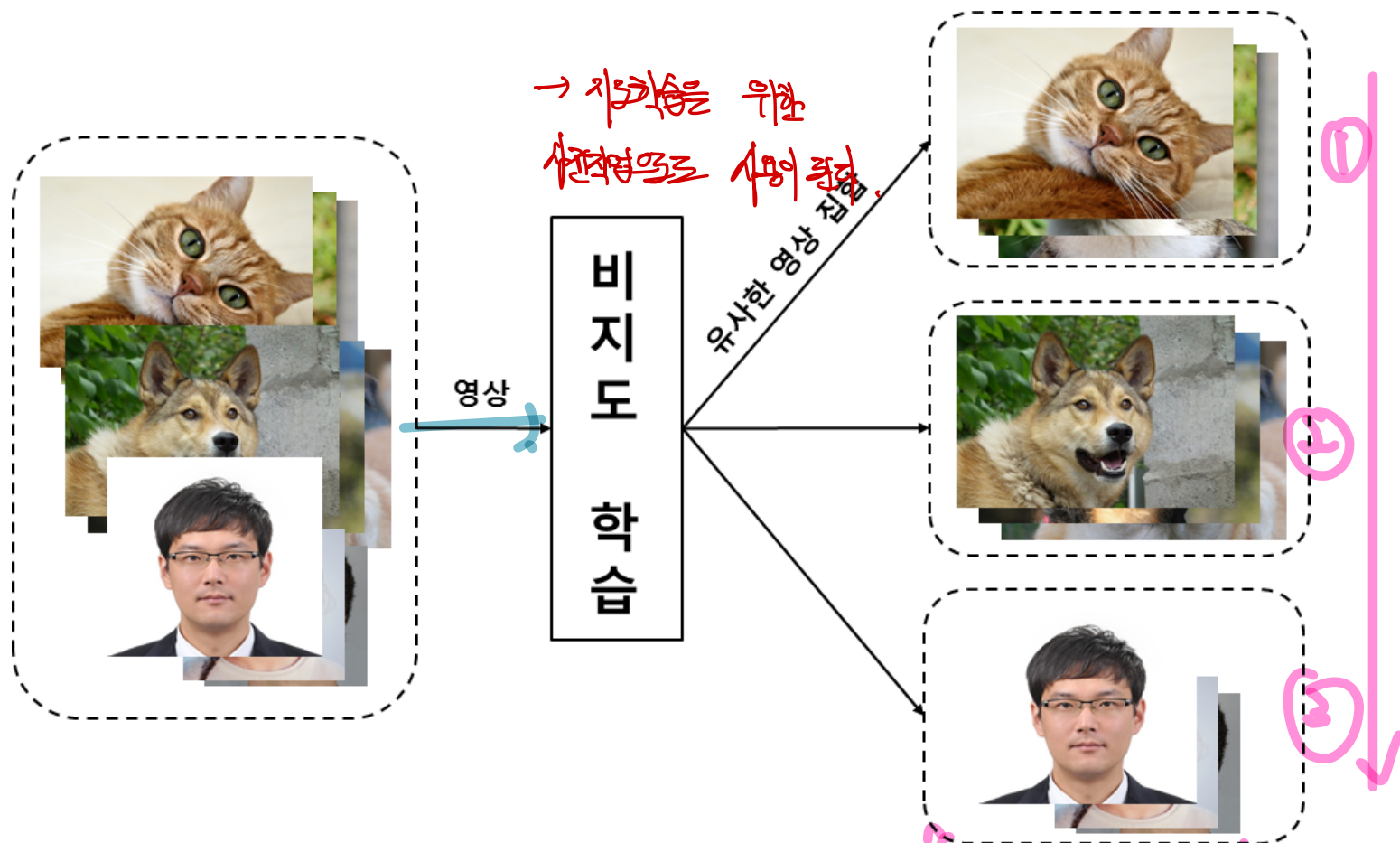


■ 그림 10.8 ■ 지도 학습 예

10.2.2 비지도 학습

- 비지도 학습은 학습 데이터에 참 값을 부여하지 않고, 컴퓨터가 스스로 훈련 데이터를 분류하고, 이 것을 바탕으로 의미 있는 값을 도출한다.
- 비지도 학습은 주어진 데이터가 어떻게 구성되어 있는지를 추론할 때 주로 사용한다.

비지도 학습의 예로 어떤 영상에서 군집화



■ 그림 10.9 ■ 비지도 학습 예

"레이블을 할라"

→ 지도학습 가능..

지도 학습과 비지도 학습

- 지도 학습에는 학습하려는 데이터의 참 값이 존재하지만,
- 비지도 학습에는 참 값이 존재하지 않는다.
- 또한 비지도 학습은 비슷한 성질끼리 묶어서 지도 학습의 사전 학습 데이터로 사용할 수 있다.
- 예를 들어, 비지도 학습을 통하여 유사한 영상 집합끼리 군집화 하였다면, 각 영상 집합에 레이블을 할당하여 지도 학습 과정을 수행할 수 있다.
- 이것을 통해 분류 함수의 인자 추정이 가능하다.

10.2.3. 기계 학습 방법



강화 학습(Reinforcement Learning)

- 어떤 행동을 취했을 때 최대한 보상을 많이 받는 방향으로 학습
- 지도 학습, 비지도 학습에 비해 능동적인 학습 방법 *→ 게임에 관한 사항*



자율주행자동차 학습 (강화학습)



감사합니다.