

# 머신러닝의 개요

2019년 5월 26일 일요일 오전 9:45

## 1-1. 머신러닝의 특성

### ■ 인공지능, 머신러닝, 딥러닝

- 기계가 학습을 할 수 있도록 하는 연구 분야
- 인공지능 연구의 한 분야로서 최근들어 딥러닝을 통해서 빠르게 발전

#### Artificial Intelligence

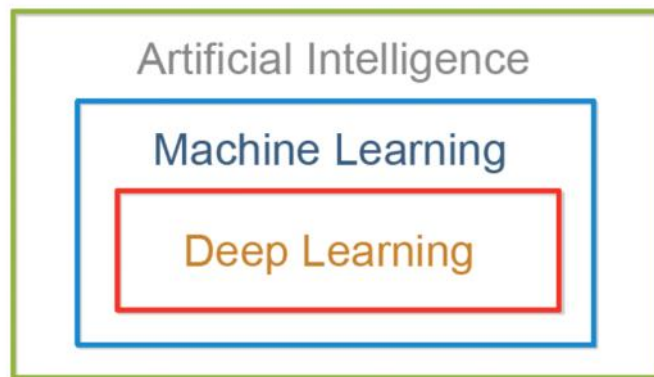
Any technique which enables computers to mimic human behavior.

#### Machine Learning

Subset of AI techniques which use statistical methods to enable machines to improve with experiences.

#### Deep Learning

Subset of ML which make the computation of multi-layer neural networks feasible.



### ■ 학습 시스템과 머신러닝

- **학습 시스템**: 환경과의 상호작용으로부터 획득한 경험적인 데이터를 바탕으로 지식을 자동으로 습득하여 스스로 성능을 향상하는 시스템
- **머신러닝**: 인공적인 학습 시스템을 연구하는 과학과 기술. 즉, 경험적인 데이터를 바탕으로 지식을 자동으로 습득하여 스스로 성능을 향상하는 기술
  - 데이터를 기반으로 모델을 자동으로 생성하는 기술
  - 실세계의 복잡한 데이터로부터 규칙과 패턴을 발견하여 미래를 예측하는 기술
  - 입출력 데이터로부터 프로그램(알고리즘)을 자동으로 생성하는 기술

## ■ 머신러닝의 정의

- 머신러닝을 보다 형식화하여 정의하면 “환경(Environment, E)과의 상호작용을 통해서 축적되는 경험적인 데이터(Data, D)를 바탕으로 지식 즉 모델(Model, M)을 자동으로 구축하고 스스로 성능(Performance, P)을 향상하는 시스템”이다(Mitchell, 1997).

$$ML : D \xrightarrow{P} M$$



## ■ 딥러닝

- 많은 수의 신경층을 쌓아 입력된 데이터가 여러 단계의 특징 추출 과정을 거쳐 자동으로 고수준의 추상적인 지식을 추출하는 방식
- 특징 추출과 특징 분류를 특징 학습의 문제로 통합(보다 자동화된 학습 기술)
- 딥러닝을 통해서 신경망에 대한 관심이 다시 늘어남에 따라 머신러닝 연구에 관심을 다시 갖기 시작함

## ■ 다양한 분야에의 응용

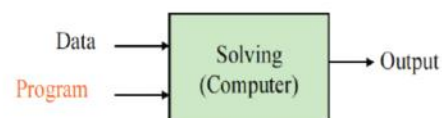
- Google의 GoogLeNet, 백만여 장의 이미지로부터 천 가지 종류의 물체를 분류
- Facebook의 DeepFace, 사람의 얼굴을 인식하는 문제에서 인간 수준의 성능
- Microsoft의 딥러닝을 적용한 음성인식 기술
- Google의 DeepMind, 실제 사람처럼 비디오 게임을 학습하는 기술

# 1-2. 프로그래밍 방식과의 차이점

## ■ 일반적인 컴퓨터 프로그램

- 사람이 알고리즘 설계 및 코딩
- 주어진 문제(데이터)에 대한 답 출력

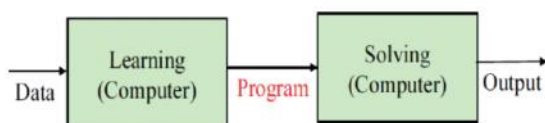
### Human Programming



## ■ 머신러닝 프로그램

- 사람이 코딩
- 기계가 알고리즘을 자동 프로그래밍 (Automatic Programming)
- 데이터에 대한 프로그램을 출력

### Automatic Programming (Deep Learning)

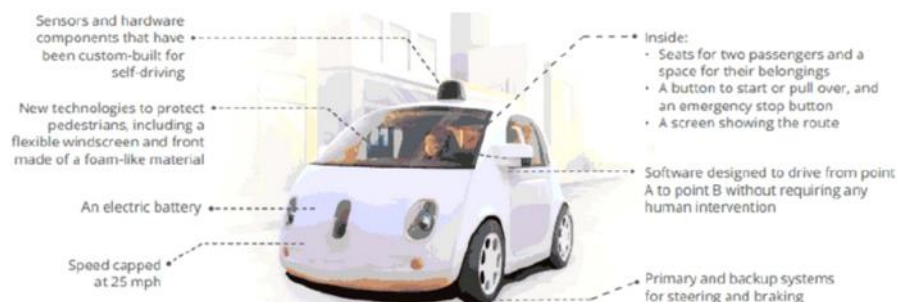


- 학습 시스템의 구성요소: 환경 E, 데이터 D, 모델 M, 성능지수 P
  - 환경(E): 학습 시스템이 상호작용하는 대상, 학습할 문제
  - 데이터(D): 환경과 상호작용을 통해 축적된 경험
    - 프로그램이 작성될 때 모든 가능한 입력을 고려하여 그 경우만을 다루는 것과 구별됨
  - 모델(M): 데이터를 모델링하는 학습 시스템의 구조
  - 성능지수(P): 학습 시스템의 성능 평가 지표
    - 학습 시스템이 목표를 이루기 위하여 최적화 해야 하는 대상
- 머신러닝이 필요한 문제
  - 명시적 문제해결 지식의 부재 (알고리즘 부재)
  - 프로그래밍이 어려운 문제 (예: 음성인식)
  - 지속적으로 변화하는 문제 (예: 자율이동로봇)
- 머신러닝 더욱 중요해지는 이유
  - 빅데이터의 존재 (학습에 필요)
  - 컴퓨팅 성능의 향상 (고난도 학습이 가능)
  - 서비스와 직접 연결 (비즈니스적 효과)
  - 비즈니스 가치 창출 (회사 가치 향상)

## 1-3. 산업적 응용사례 - 자율주행 자동차

- 1992년, 신경망 구조를 이용한 자동차 자동 운전
- 2005년, 사막 환경 무인 자동차 대회에서 성공적으로 운전을 수행  
Stanford 대학 AI Lab의 Stanley가 우승함 (Sebastian Thrun 교수팀)
- 2007년, 도시 환경 무인 자동차 대회에서 성공적으로 운전을 수행
- 2010년, 구글이 무인자동차를 발표 (Larry Page & Sebastian Thrun)

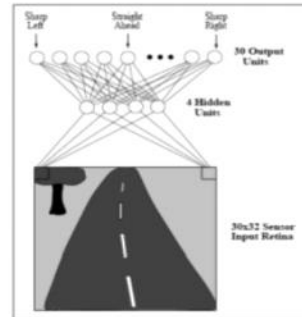
Key facts about the vehicle





# ALVINN (CMU, 1992)

- ALVINN (Autonomous Land Vehicle In a Neural Networks)
  - 카네기멜론 대학교와 메르세데스 벤츠가 합작으로 수행
  - 100km 이상의 속도로 고속도로를 장기 주행하는 것에 성공
  - 전면 카메라로 수집한 전면 영상이 입력
  - 운전대와 가속 페달 및 브레이크 페달을 조정하는 것이 출력



## DARPA Grand Challenge (2005)

- 스탠포드 팀이 DARPA Grand Challenge 에서 우승
- 무인 자동차가 사막을 131 마일을 질주하는 데에 성공
- Racing Video: <http://youtu.be/M2AcMnfzpNg>
- Stanford Racing Team:  
<http://cs.stanford.edu/group/roadrunner//old/index.html>



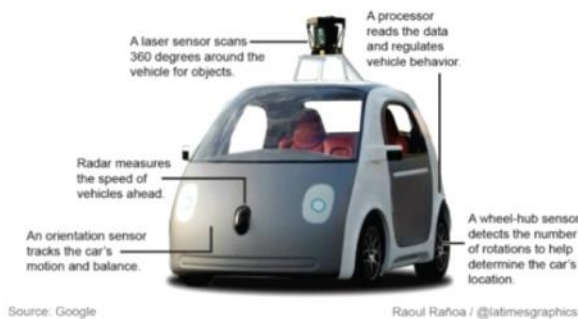
# DARPA Urban Challenge (2007)

- CMU와 GM이 우승하여 200만불을 차지
- 6시간 내에 96 km 도시 구간을 완주하는 것이 목표
- 도로 주행 계획, 상황 인식, 주행 환경 모델링의 기술이 필요
- <http://youtu.be/P0NTV2mbJhA>



# Google의 자율주행 자동차 (2010)

- 인공지능 기술을 사용하여 스스로 판단할 수 있는 무인 자동차를 발표 (문제가 발생하면 운전석 탑승자에게 자동으로 경고)
  - 인공지능 / 컴퓨터 비전 / GPS / 구글 맵 / 다양한 센서 등을 사용
- Test Driving: <http://youtu.be/X0I5DHOETFE>
- Ted by Sebastian Thrun: [http://youtu.be/r\\_T-X4N7hVQ](http://youtu.be/r_T-X4N7hVQ)



# 산업적 응용 사례

## ■ 머신러닝의 다양한 활용 분야

- 데이터마이닝, 정보검색, 텍스트마이닝, 웹마이닝, 빅데이터
- 비즈니스 분석, 전자상거래, 신용카드 도용 검출
- 자연어처리 음성인식, 기계번역, 챗봇
- 컴퓨터비전, 물체인식, 물체추적, 네비게이션
- 로봇틱스, 휴머노이드 로봇, 모바일 로봇, 자율주행 자동차
- 컴퓨터그래픽스, 데이터기반 애니메이션, 컴퓨터 게임
- 로보어드바이저, 의학학, 바이오인포매틱스, 금융공학

## 1-4. 역사와 최근 발전 동향

- 지난 70여년 동안의 머신러닝 연구: 잠재기 (1940-1980), 태동기 (1980-1995), 성장기 (1995-2010), 도약기 (2010-현재)

### 잠재기[1940-1980]

- 1943: McCulloch & Pitts neuron
- 1949: Hebbian learning (Hebb)
- 1958: Perceptron (Rosenblatt)
- 1959: Checkers' player (Samuel)
- 1960: Delta rule (Widrow & Hoff)
- 1961: Lernmatrix (Steinbuch)
- 1965: Learning machines (Nilsson)
- 1967: Outstar learning (Grossberg)
- 1969: Perceptron book (Minsky & Papert)
- 1972: Associative memory neural nets (Kohonen)
- 1973: Pattern classification and scene analysis (Duda & Hart)
- 1975: Symbolic concept learning (Winston)
- 1977: Associative memory nets (Anderson)
- 1977: Actor-critic model (Witten)



# 역사와 최근 발전 동향: 태동기(1980-1995)

## 태동기[1980-1995]

- 1981: Parallel models of associative memory (Hinton & Anderson)
- 1982: Self-organizing maps (Kohonen)
- 1982: Hopfield networks (Hopfield)
- 1983: Boltzmann machines (Hinton & Sejnowski)
- 1983: Machine learning workshop and book (Carbonell & Mitchell, Eds.)
- 1983: Actor-critic model (Barto, Sutton, Anderson)
- 1984: PAC computational learning theory (Valiant)
- 1985: Adaptive resonance theory (Carpenter & Grossberg)
- 1985: Uncertainty in AI (UAI)
- 1985: AI and Statistics (AISTATS)
- 1986: Parallel distributed processing PDP (Rumelhart & McClelland)
- 1986: Backpropagation algorithm (Rumelhart, Hinton, & Williams)
- 1986: Machine learning (Journal)
- 1986: Decision trees (Quinlan)
- 1987: Neural network conferences (ICNN, INNS, NIPS)
- 1988: Bayesian networks (Lauritzen & Spiegelhalter, Pearl)
- 1989: Q-learning (Watkins)
- 1992: TD-Gammon (Tesauro)
- 1992: Support vector machines (Boser, Guyon, & Vapnik)
- 1994: Learning Bayesian networks (Hackerman)

# 역사와 최근 발전 동향: 성장기(1995-2010)

## 성장기[1995-2010]

- 1995: Statistical learning theory (Vapnik)
- 1995: Helmholtz machines (Dayan, Hinton, Neal & Zemel)
- 1995: Neural networks for pattern recognition (Bishop)
- 1997: Machine learning textbook (Mitchell)
- 1998: Neural networks (Haykin)
- 1998: Reinforcement learning (Sutton & Barto)
- 1999: Learning in graphical models (Jordan)
- 1999: Kernel machines (Schoelkopf & Smola)
- 2001: Journal of machine learning research (JMLR)
- 2003: Boosting algorithms (Freund & Shapire)
- 2003: Information theory, inference, and learning algorithms (MacKay)
- 2005: DARPA grand challenge (Thrun)
- 2005: Probabilistic robotics (Thrun, Burgard, & Fox)
- 2006: Deep neural networks (Hinton)
- 2006: Pattern recognition and machine learning (Bishop)
- 2008: Neural networks and learning machines (Haykin)
- 2009: Probabilistic graphical models (Koller & Friedman)

# 역사와 최근 발전 동향: 도약기(2010-현재)

## 도약기(2010-현재)

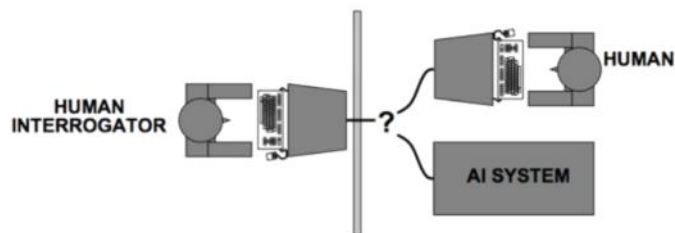
2010: Google car (Thrun)  
2011: Watson AI (IBM)  
2011: Siri personal assistant (Apple)  
2012: AlexNet wins ImageNet competition  
2013: Google acquires DNNresearch  
2013: ICLR deep learning conference  
2013: Allen Institute for Artificial Intelligence (AI2)  
2013: EU Human Brain Project (HBP)  
2013: Google acquires 8 robotics companies  
2013: SoftBank Pepper robots  
2013: Facebook AI Research (LeCun)  
2014: Baidu Deep Learning Institute (Ng)  
2014: Amazon Echo & Alexa  
2015: DARPA Robotics Challenge  
2015: Toyota invests \$5B in AI  
2015: Google TensorFlow  
2015: OpenAI (Musk et al.)  
2016: AlphaGo (Google DeepMind)  
2016: Apple AI Lab  
2016: Google Home & Assistant

## 튜링머신 – 생각하는 기계 (1950)

- 앨런 튜링은 사람이 인간과 같은 지능적 행동을 보일 수 있을 지 시험하는 튜링 테스트를 제안
  - Turing Alan M. "Computing machinery and intelligence." Mind, 1950.
  - <http://youtu.be/1uDa7jklztw>



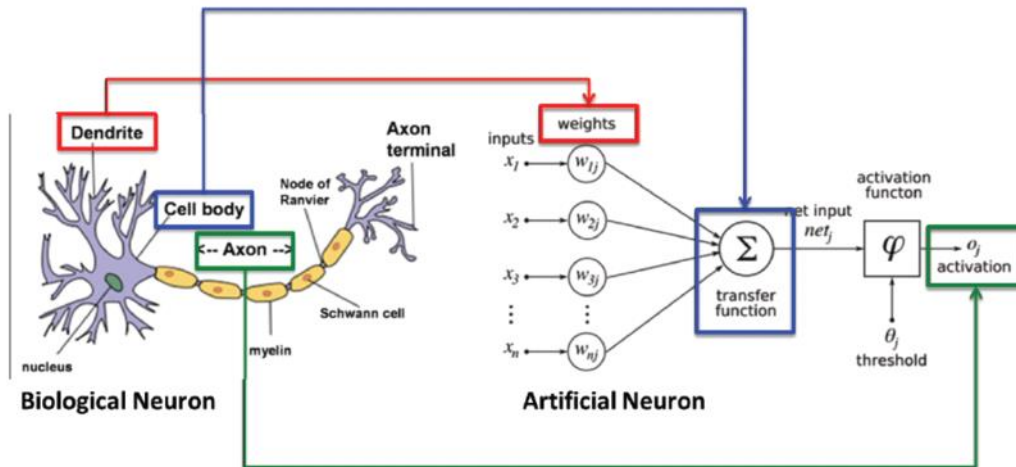
앨런 튜링 (1912-1954)





# 퍼셉트론 (1958)

- Rosenblatt은 신경망 모델의 일종인 퍼셉트론과 그 학습 알고리즘을 제시



## 역사와 최근 발전 동향: 초기 역사

- 1959년 Samuel의 논문 “Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers” 에서 “머신러닝” 용어 등장
  - 게임보드 패턴기반 특징들의 가중치 곱의 합으로 평가함수를 정의하고 변경하여 게임을 학습
- 1958년, Rosenblatt은 신경망 모델의 일종인 퍼셉트론과 그 학습 알고리즘을 제시
  - 인공 신경망 모델에 기반을 제공한 자연신경망에 대한 연구는 1940년에 시작
- 1983년과 1986년에 두권의 책이 머신러닝 연구의 기반 마련
  - Machine Learning: An Artificial Intelligence Approach의 Volume I과 II
- 1984년 머신러닝과 계산이론의 접목, 이론적인 틀을 갖추기 시작
  - Valiant는 Communications of the ACM에 “A Theory of the Learnable”이란 제목의 계산 학습이론(Computational Learning Theory) 논문을 발표
- 1986년 신경망 기반의 연결론적 머신러닝 연구 시작
  - Rumelhart & McClelland의 Parallel Distributed Processing 모델에 관한 연구
- 1986년 기계학습 분야 최초의 학술지 Machine Learning 저널 창간

## 역사와 발전 동향

	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015		
										
Algorithm:	MLP		DT		SVM		PGM		CNN	
Model:	신경망 모델				확률통계적 모델				딥러닝 모델	
Data:	MNIST				PASCAL				ImageNet	
IT:	PC의 보급				웹, 데이터마이닝 정보검색, 전자상거래				스마트폰    자율주행차	

## IBM Watson이 Jeopardy! 쇼에서 우승 (2011)

- IBM의 Watson이 슈퍼컴퓨터를 이용하여, 역대 재퍼디 챔피언을 제치고 우승을 차지
- 자연어 처리, 정보 검색, 지식 표상 및 추론, 머신 러닝이 사용
- Jeopardy!: [http://youtu.be/WFR3IOm\\_xhE](http://youtu.be/WFR3IOm_xhE)
- 장난감 로봇에 연결된 Watwon: <http://youtu.be/1Q2v2rlpiTg>



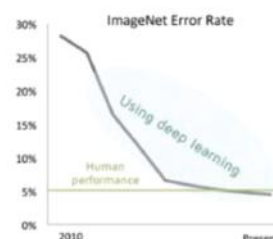
## Apple Siri – 개인 스마트폰 비서 (2011)

- 2011년 Apple에서 iPhone을 위한 개인 스마트폰 비서 시스템 Siri를 발표
- 음성 인식을 통하여 사용자와 대화하여 의사소통
- 사용자의 개별 선호도에 적응하며 결과를 개인화하며, 인근 식당의 선호를 학습
- <http://youtu.be/8ciagGASro0>



## ImageNet & AlexNet (2012~)

- ImageNet: 100만 장의 이미지, 1000개의 물체
  - FeiFei 그룹에서 구축 및 공개
- 2012년, Hinton 그룹에서는 ImageNet Challenge (ILSVRC)에서 딥러닝 기반 AlexNet을 소개, 16.4%의 에러율을 보고함
  - 20% 중반의 에러율을 보이는 기존 컴퓨터 비전 기술을 압도
  - 현재 2%대의 에러율을 보임 (ILSVRC results, 2017)
- ImageNet을 통해 학습된 네트워크들은 다른 데이터의 학습을 위하여 사용됨



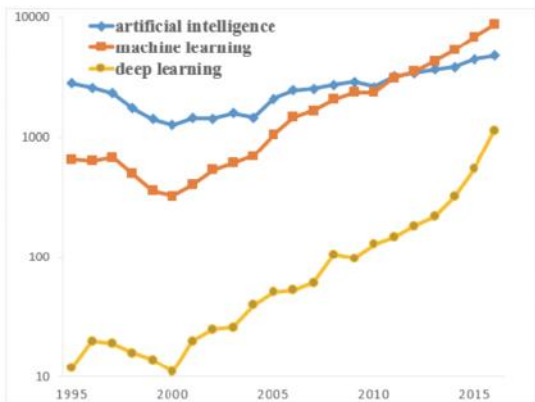
## 최근 산업 동향

### ■ 머신러닝에 대한 기업들의 투자 증가

- NIPS 학회의 참가자수 급증
- 글로벌 IT 기업들의 인공지능 연구소 설립 및 스타트업 인수
- Google의 8개의 로보틱스 회사 인수 및 인공지능 스타트업 투자와 딥러닝 연구자들 채용, DeepMind를 7000억원에 인수
- 중국의 바이두, 스탠포드의 Andrew Ng 교수를 영입해 실리콘밸리에 딥러닝 연구소 설립
- Facebook, NIPS-2014 기조 연설에서 Facebook AI Research 인공지능연구소 설립 선언
- 테슬라, 인공지능회사 OpenAI 설립 공표

## 머신러닝 논문 수의 증가

인공지능 / 머신러닝 / 딥러닝 논문의 수와 트렌드



인공 지능 및 머신 러닝 관련 arXiv 논문 수의 월별 증가



## AI 산업화: 스피커 타입 스마트 비서

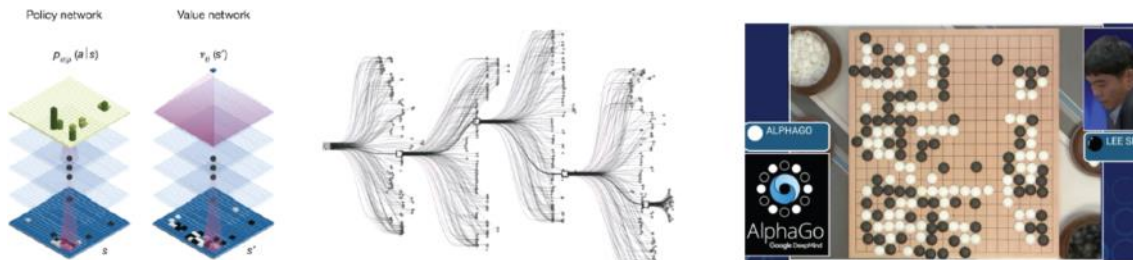
- 홈 서비스를 위한 보급형 스피커 타입 스마트 비서의 등장
- 배송 주문, 음악 추천 등 실생활 응용과 긴밀히 연결
- Amazon Echo, Google Home, SKT NUGU





## 알파고 – 바둑 세계 챔피언에 승리하다 (2016)

- 2016년 3월, 알파고가 바둑 인간 최강자 이세돌을 4:1로 누르고 우승
- 바둑 기사들의 막대한 바둑 기보를 학습하여 성능을 향상
- 그 뒤에, 두 알파고가 서로 겨루는 방식으로 추가적으로 성능을 향상



## AI/ML 최근 발전 동향

- AlphaGo 이후
  - 네이버, Naver Labs를 분사하여 인공지능 연구 사업화
  - 삼성전자, 가전 제품과 스마트폰 등에 인공지능 기술 도입한 신제품 개발
  - SKT, 음성기반 인공지능 스피커 NUGU 출시
  - LG 전자, 가전제품 박람회 CES에서 다양한 형태의 인공지능 로봇 제품
  - 많은 서비스 기업들이 고객 상담 서비스를 위해 챗봇 도입
- 산업 전반에서 사물인터넷(IoT)과 빅데이터를 기반으로 하는 제 4차 산업혁명의 물결이 일어나고 있고 머신러닝 기반의 인공지능은 그 동력원 역할을 할 것으로 예측된다.

## 요약

- 머신러닝
  - 경험(데이터)으로부터 모델을 자동으로 생성하여 스스로 성능을 향상하는 시스템
  - 인공지능 연구의 한 분야로서 최근 들어 딥러닝을 통해서 빠르게 발전
  - 환경, 데이터, 모델, 성능지수의 네가지 요소를 지님
- 프로그래밍 vs. 머신러닝
  - 기존 프로그래밍은 사람이 알고리즘 설계 및 코딩
  - 머신러닝은 기계가 데이터가 주어지면 알고리즘을 자동으로 프로그래밍
- 70여년의 역사
  - 잠재기(~1980), 태동기(1980-1995), 성장기(1995-2010), 도약기(2010~)
- 다양한 산업적 응용 분야에 적용
  - 정보검색, 자연어 처리, 물체인식, 음성인식, 자율주행 자동차, 로봇틱스
  - 최근 딥러닝을 통하여 그 응용 분야와 활용 역량이 크게 증가하고 있다