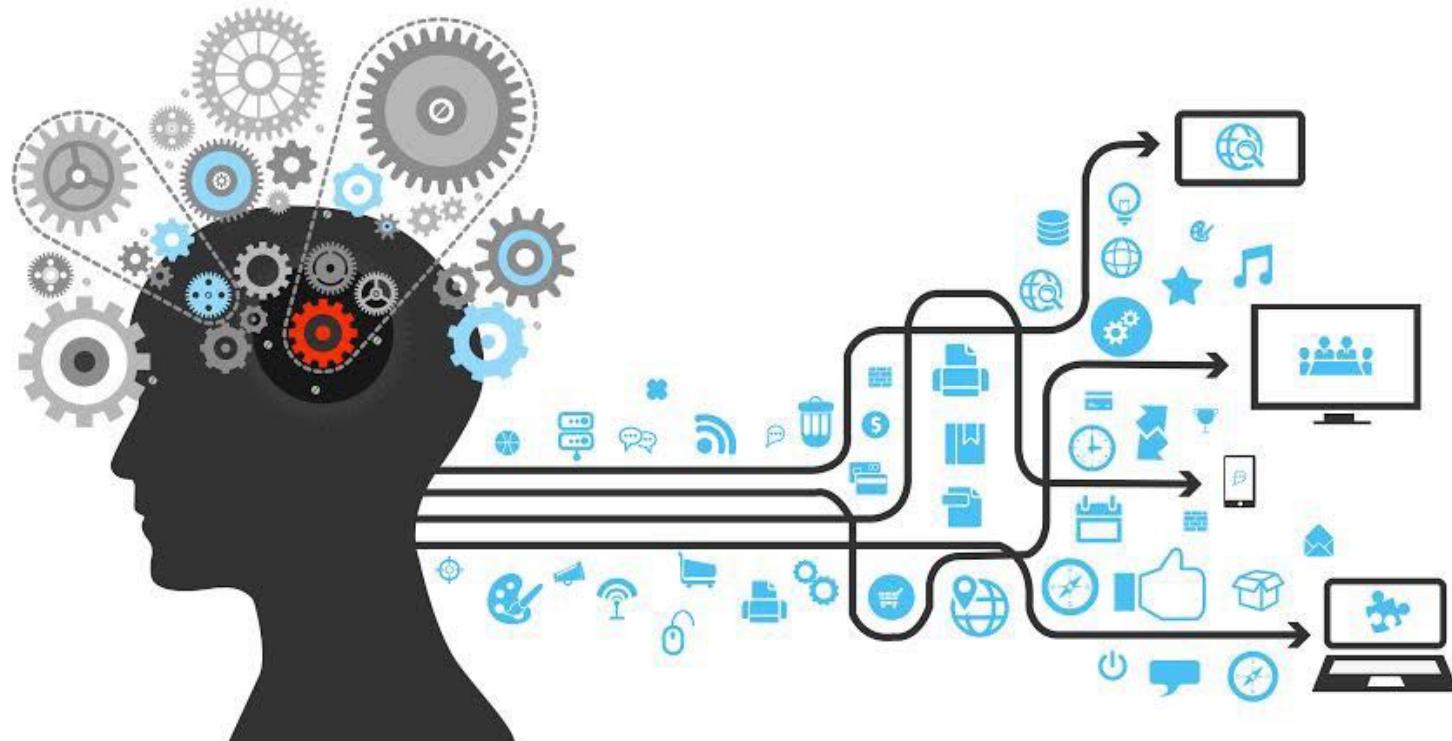


인공지능

“모든 것이 연결되고 보다 지능적인 사회로의 진화”

- 다보스 포럼, 2016 -





인공지능

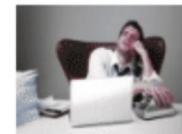
인공 = 기계 = 자동화

반복

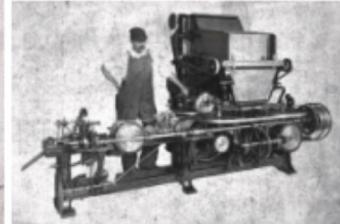
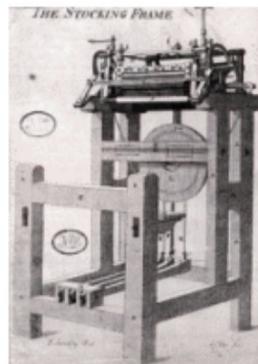
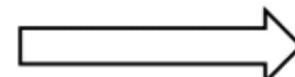
Automation



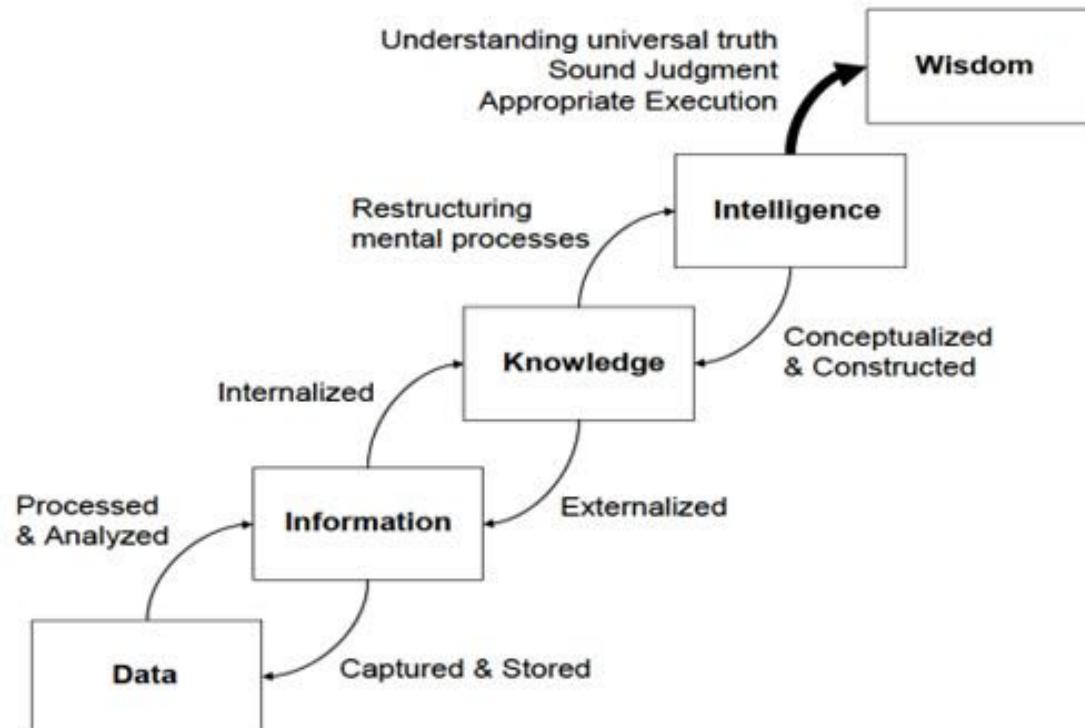
Physical Labor
(workshop)



Cognitive Labor
(office)



지능



지식을

- 이해
- 인식
- 추론
- 학습
- 생성 (재조합, 재구성)
- 해결
- 결정

할 수 있는 능력

출처 : DIKIW: Data, Information, Knowledge, Intelligence, Wisdom and their Interrelationships - Anthony Liew, Henry M. Gladney, Thomas Froehlich (2013)

지능

지식을

- 이해
- 인식 (이미지, 음성, 자연어, 번역)
- 추론
- 학습
- 생성 (재조합, 재구성)
- 해결
- 결정

할 수 있는 능력

• 상황 파악

- 입력된 정보를 바탕으로 현 상태를 파악

• 추론 및 판단

- 상황을 바탕으로 어떤 결론에 도달

• 반응 혹은 행동

- 도달한 결론에 맞게 행동

인공지능

- '기계로부터 만들어 지는 지능'
- '컴퓨터 공학에서 이상적인 지능을 갖춘 존재, 혹은 시스템에 의해 만들어진 지능'
 - 인간의 지각, 추론, 학습능력 등을 컴퓨터 기술을 이용하여 구현함으로써 문제해결을 할 수 있는 기술
- 지능을 만들 수 있는 방법론이나 실현 가능성 등을 연구하는 과학 분야
- 인공지능을 '특별한 업무 수행에 인간을 대체, 인지능력의 제고, 자연스러운 인간의 의사소통 통합, 복잡한 콘텐츠의 이해, 결론을 도출하는 과정 등 인간이 수행하는 것을 모방하는 기술' - Gartner.

'인간을 대체할 수 있는 기계 또는 지능을 갖춘 존재로부터 의사소통, 상황의 상관관계 이해 및 결론 도출 등 인간의 행동을 모방할 수 있는 기술'

대체 : 인지(정신) 노동

인공지능 범위

인공지능의 문제 해결 전략

인간의 인지(정신)적 작업을

어떻게 **Computing Model**로 만들어 내고

그것을 **Machine**에서 구현하여

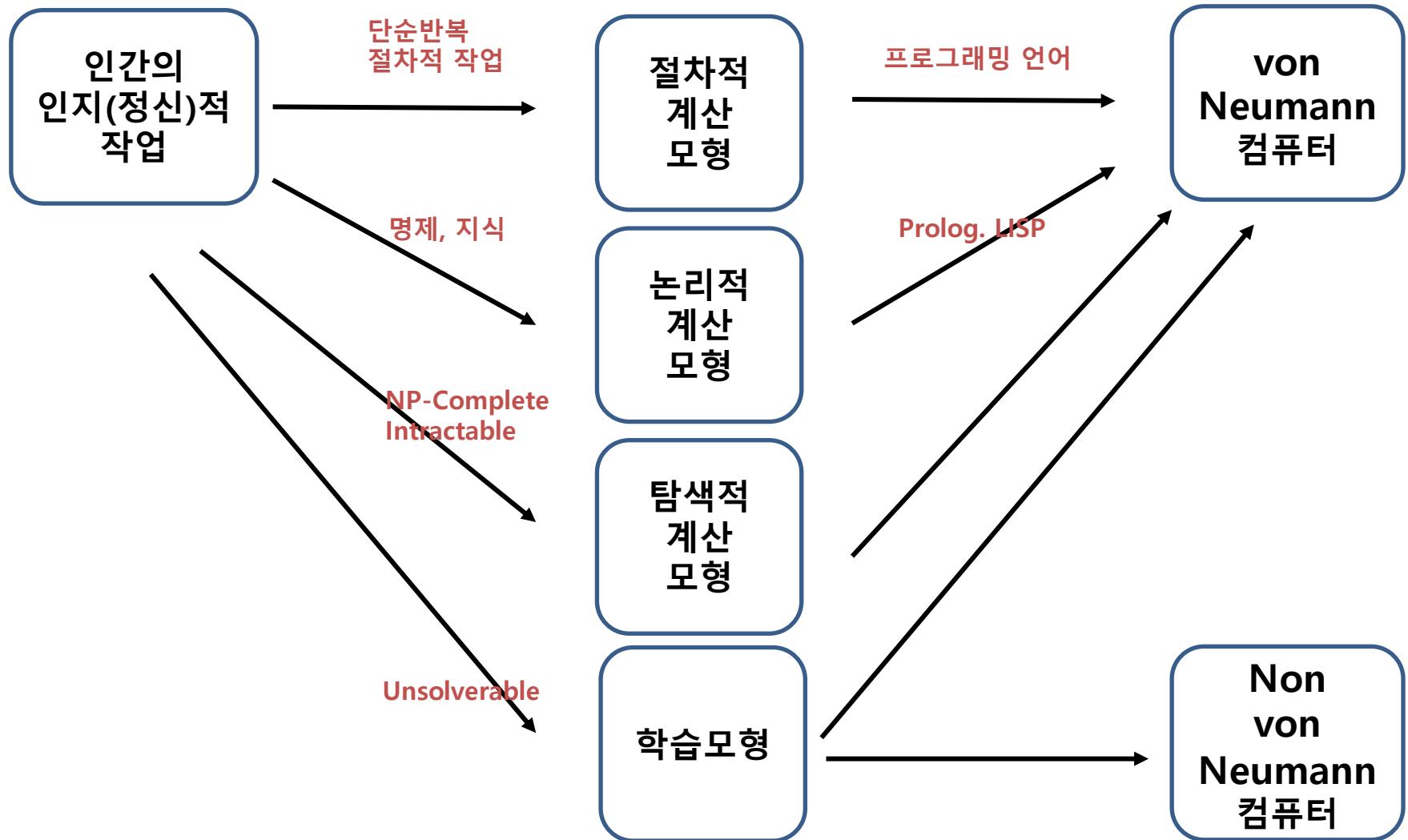
그 작업을 자동으로 효율적으로 할 수 있게 할 것인가?

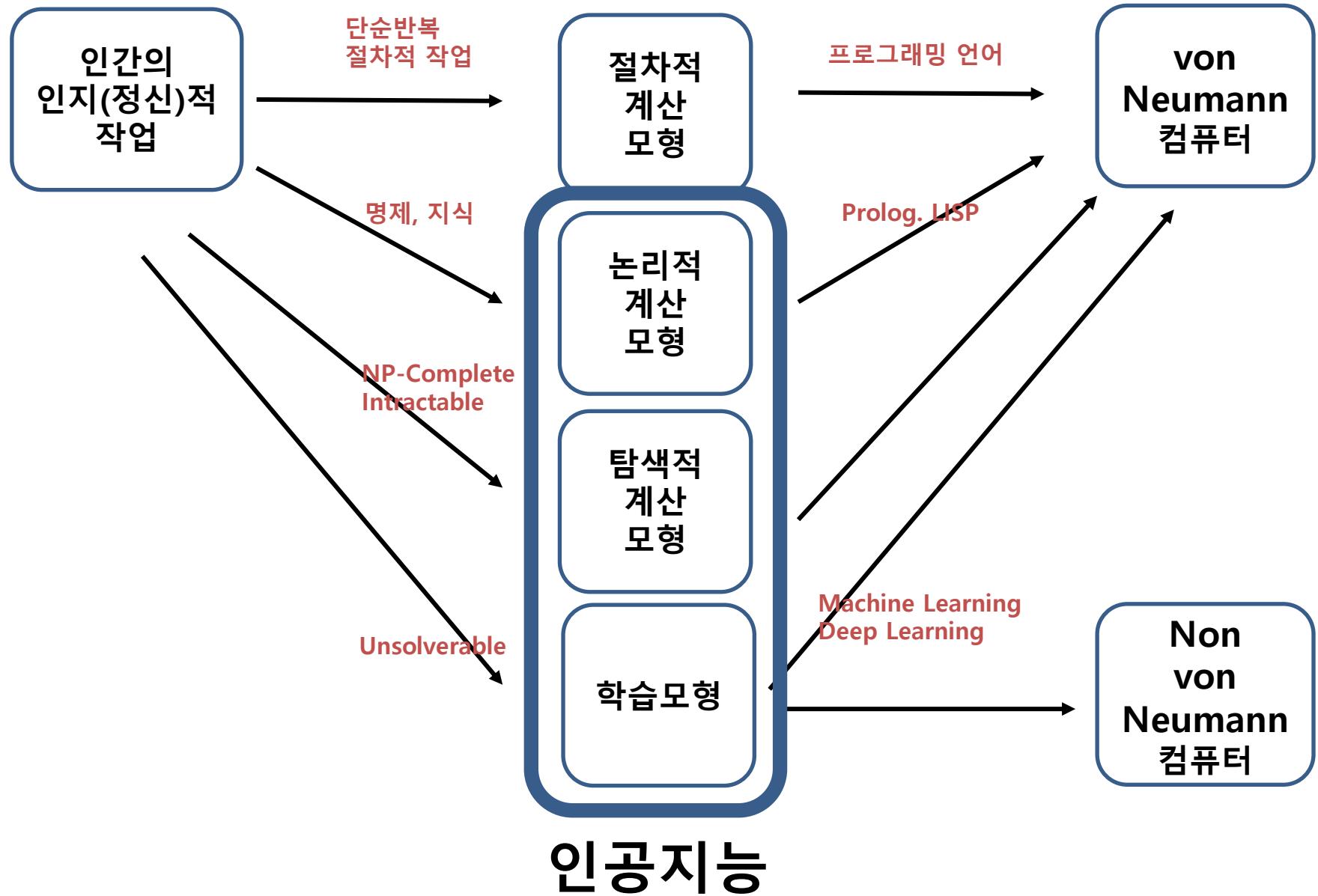
인지(정신) 노동 : 문제/해결 관점

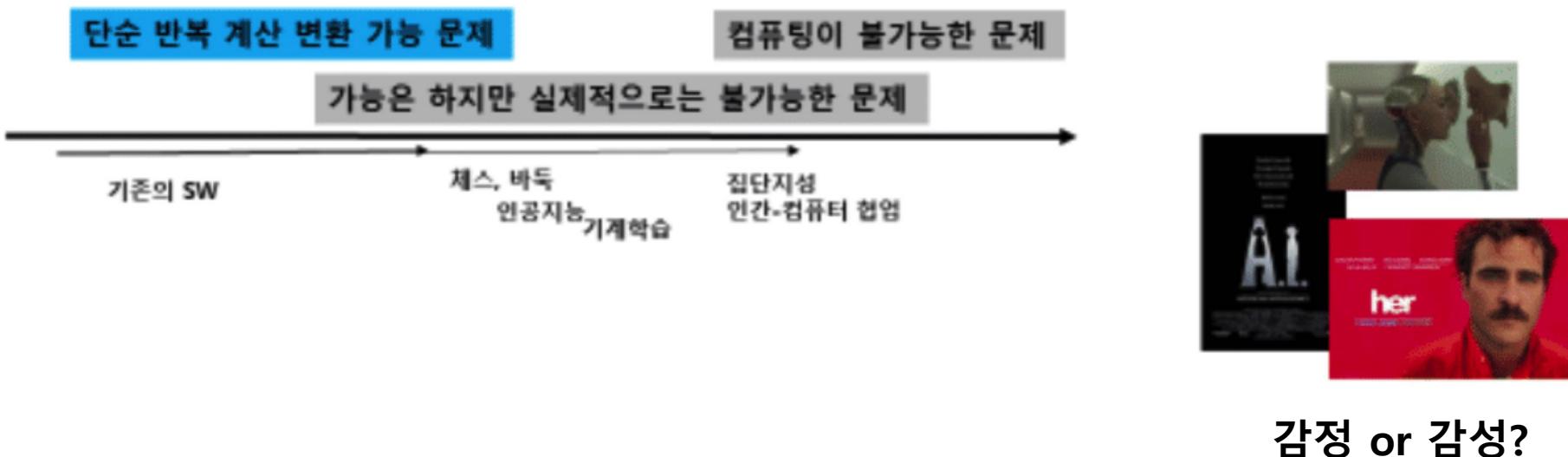
- 단순 반복 계산
 - 수학, 과학, 회계 등
- 단순 반복으로 변환 가능
- 단순 반복 변환 불가
 - very expensive to solve
 - practically impossible to solve (intractable or NP-complete)
- 풀수 없는 문제

Computational Model

- **Theory of computation**
 - 컴퓨터 과학의 한 갈래로, 어떤 문제를 컴퓨터로 풀 수 있는지, 또 얼마나 효율적으로 풀 수 있는지
- **Programmable**



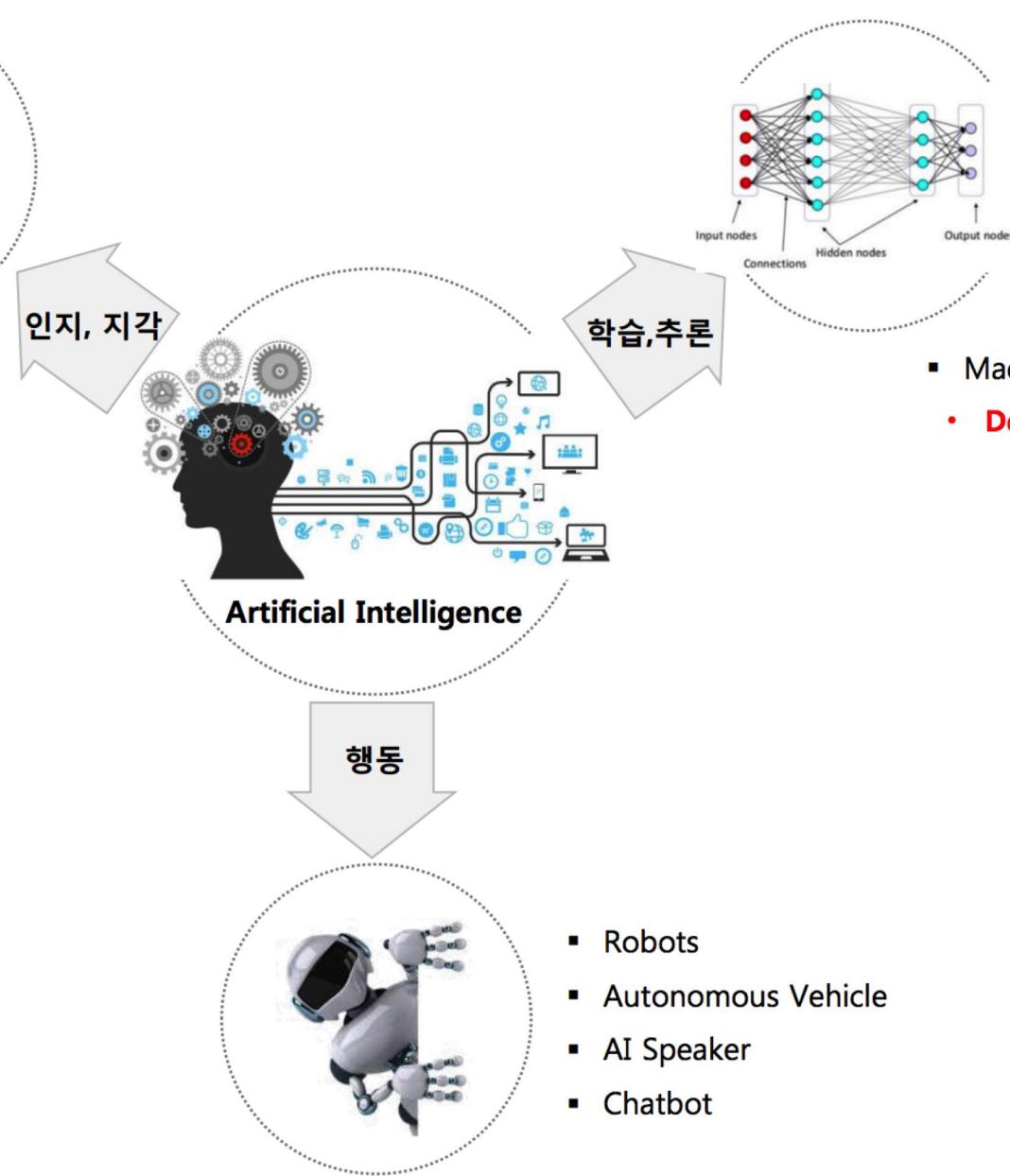




인공지능 : 활용적 관점

- knowledge representation (지식 표현)
- automated reasoning (추론)
- natural language processing (인지, 지각)
- computer vision (인지, 지각)
- robotics (행동)
- machine learning (학습, 예측, 분류)

- Natural Language Processing
 - Conversation
 - 기계번역
 - 감정분석
 - 내용분석
- Speech Recognition
 - Speech to Text
 - Text to Speech
- Computer Vision
 - 이미지
 - 비디오



인공지능의 세부 기술



인지컴퓨팅	컴퓨터가 인간과 같이 <u>의사결정할</u> 수 있는 모델 과정을 시뮬레이션하는 기술
기계학습	프로그램된 논리나 규칙을 바탕으로 학습하는 수학적 알고리즘
딥 러닝	인간 신경망을 모델화해 새로운 데이터 세트를 예측하는 기술
응용프로그램 인터페이스 예측	표준화된 입출력 방식을 통해 소프트웨어 모듈에 접근하도록 공식화
자연어 처리	컴퓨터가 인간의 언어를 알아듣고 인간처럼 말하고 쓸 수 있는 기술
이미지 인식	사람들이 보고 있는 특정 피사체의 정체를 확인하는 기술
음성 인식	인간의 음성을 이해하고 컴퓨터가 다룰 수 있는 문자 정보로 변환하는 기술

〈자료: 한국전자통신연구원〉

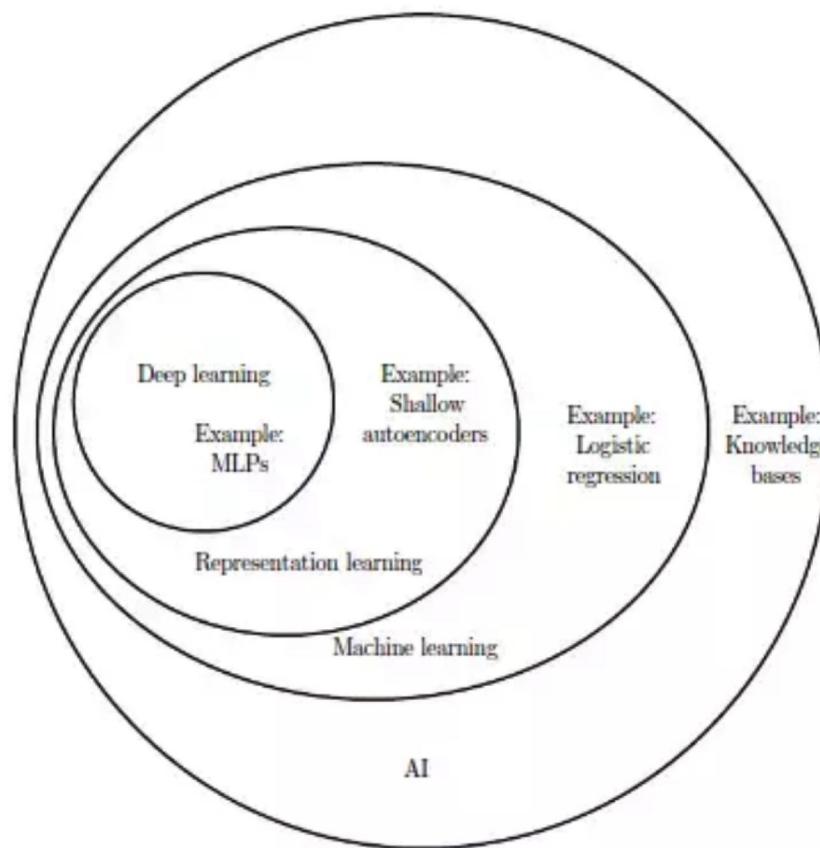
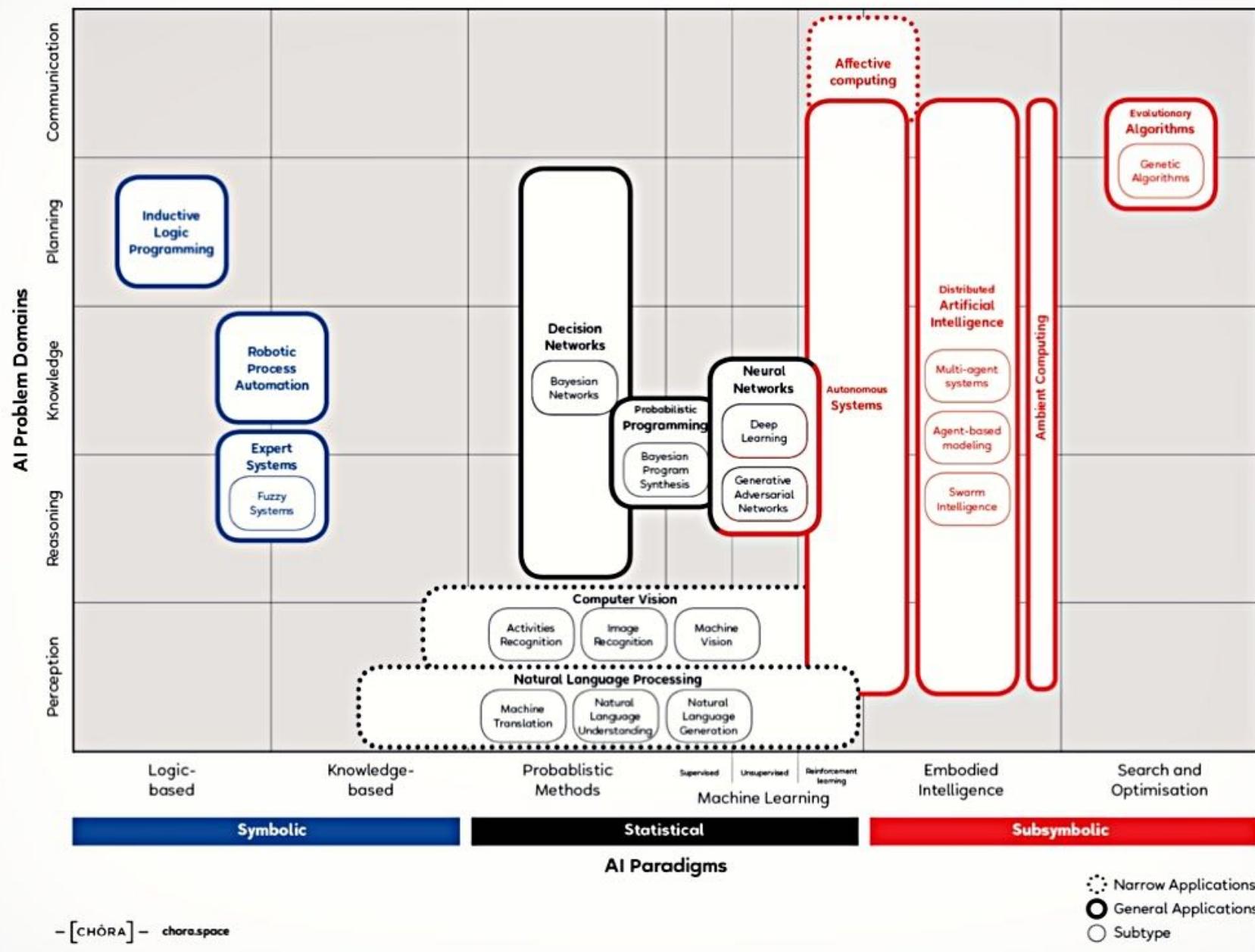
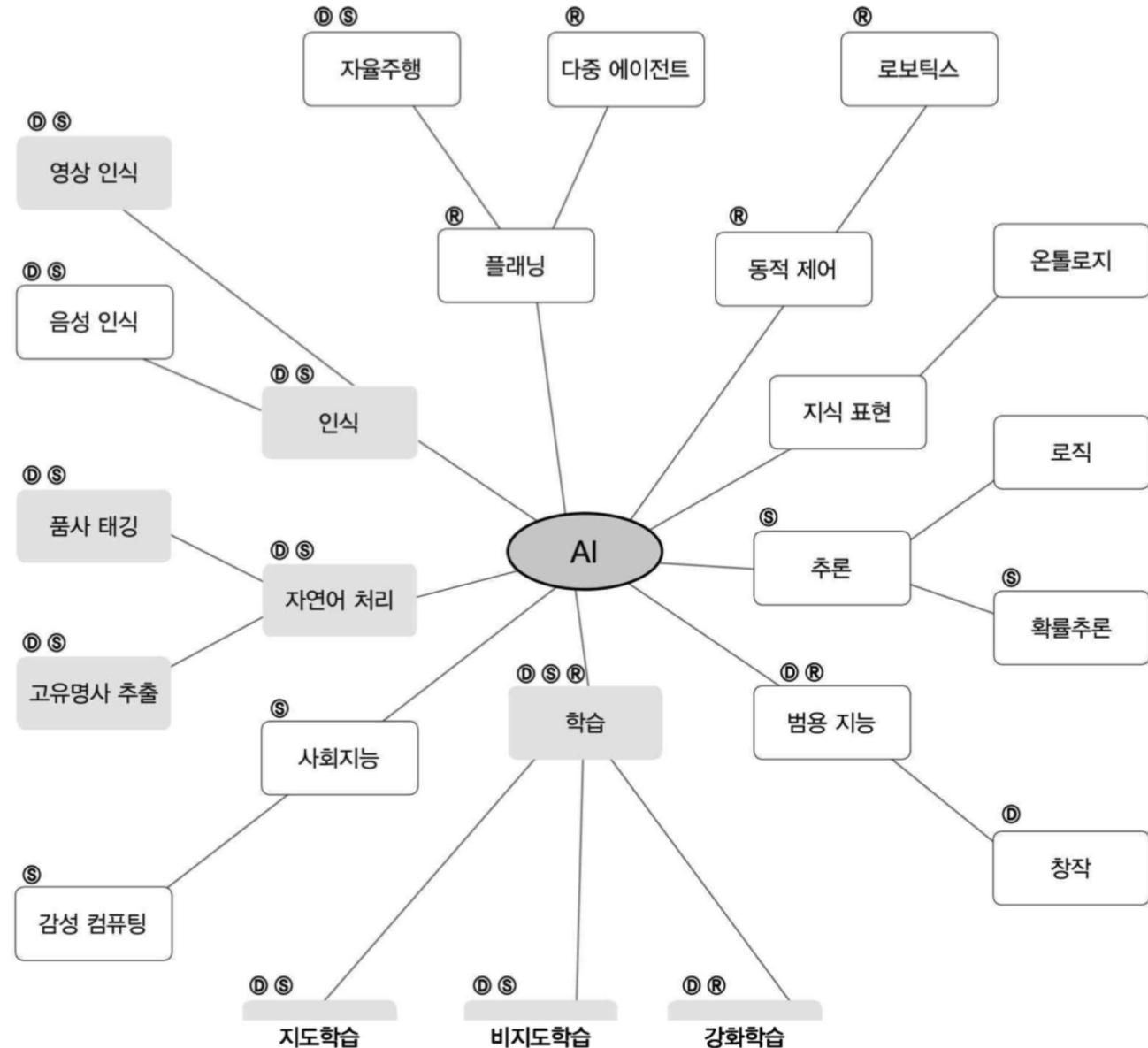
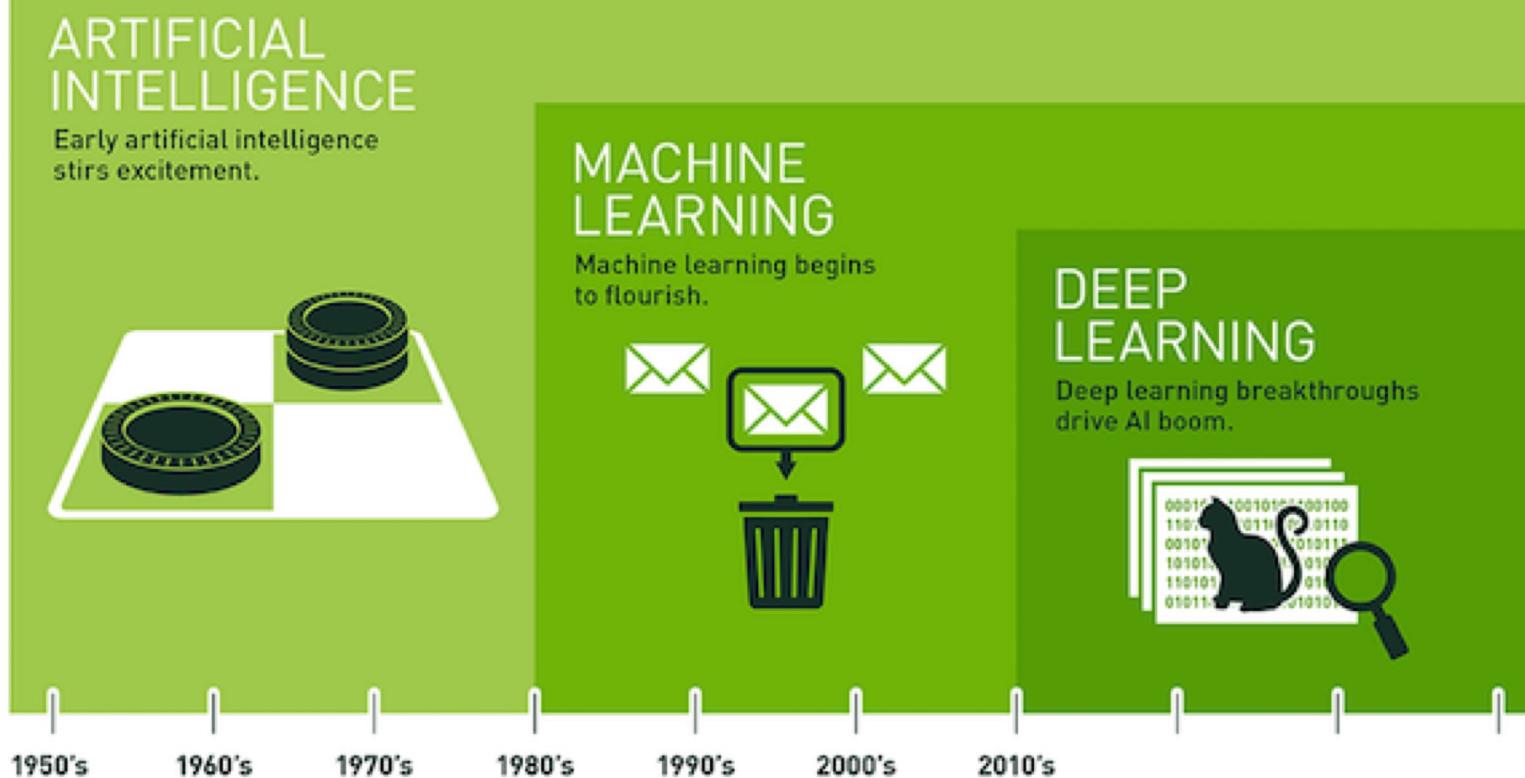


Figure 1.4: A Venn diagram showing how deep learning is a kind of representation learning, which is in turn a kind of machine learning, which is used for many but not all approaches to AI. Each section of the Venn diagram includes an example of an AI technology.

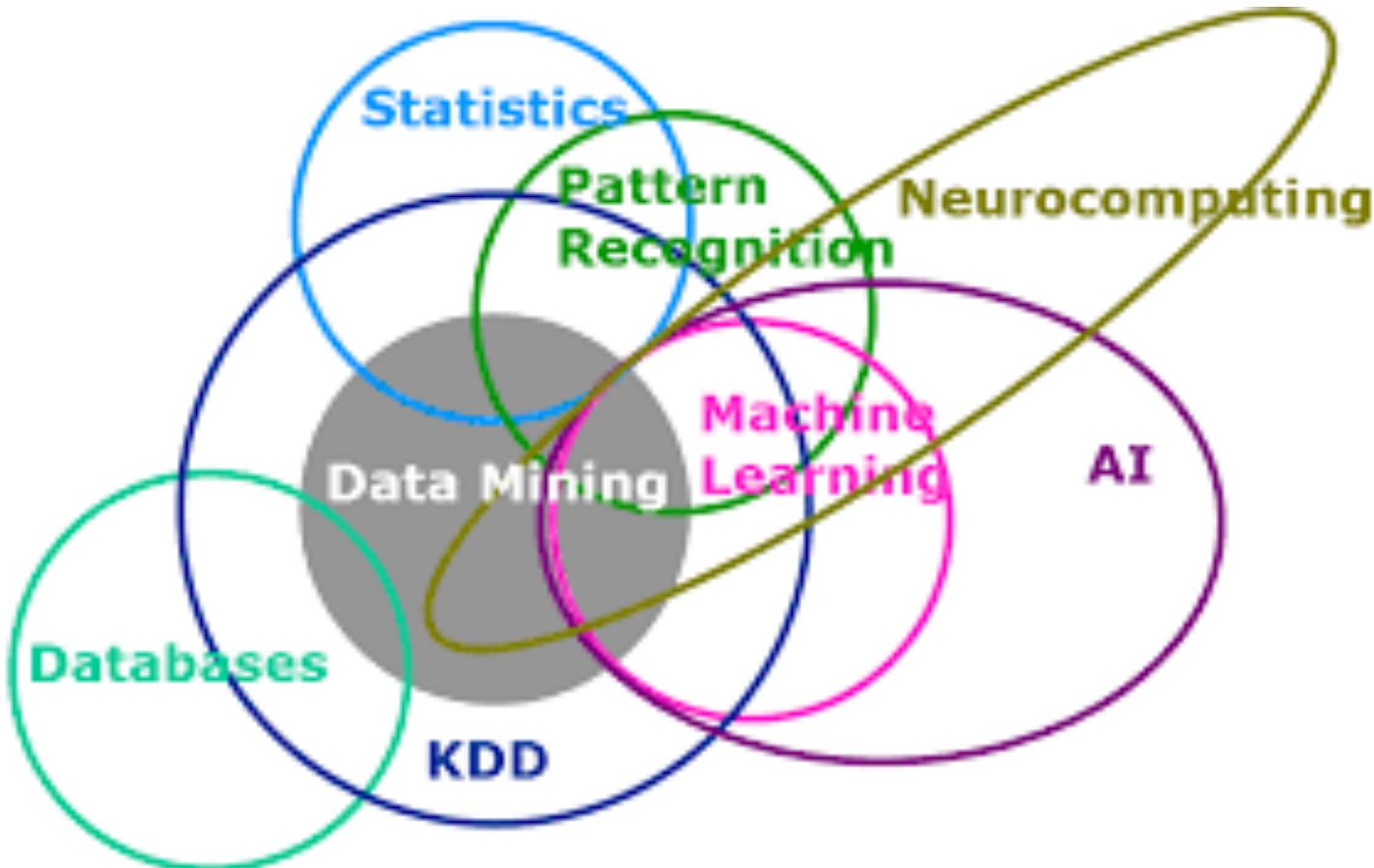
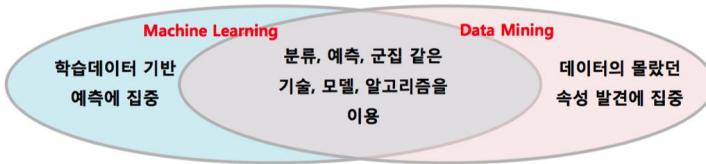


- ① 딥러닝기반
- ⑤ 확률통계기반
- ⑧ 강화학습기반





Since an early flush of optimism in the 1950s, smaller subsets of artificial intelligence – first machine learning, then deep learning, a subset of machine learning – have created ever larger disruptions.



출처 : a data mining primer course SAS offered in 1998

인공지능의 레벨

- **Level 1**

- '센서'를 사용한 단순한 제어 프로그램
 - Ex) 인공지능 세탁기, 청소기, 면도기 등 (가전도구에서 마케팅 용도로)

- **Level 2**

- 전통적 인공지능
- 주로 'NP hard' 문제들 (입력과 출간간의 조합수가 극단적으로 많은 경우)
 - 접근방법) 추론, 탐색, 추론, 지식기반
 - Ex) 퍼즐, 체스 등

- **Level 3**

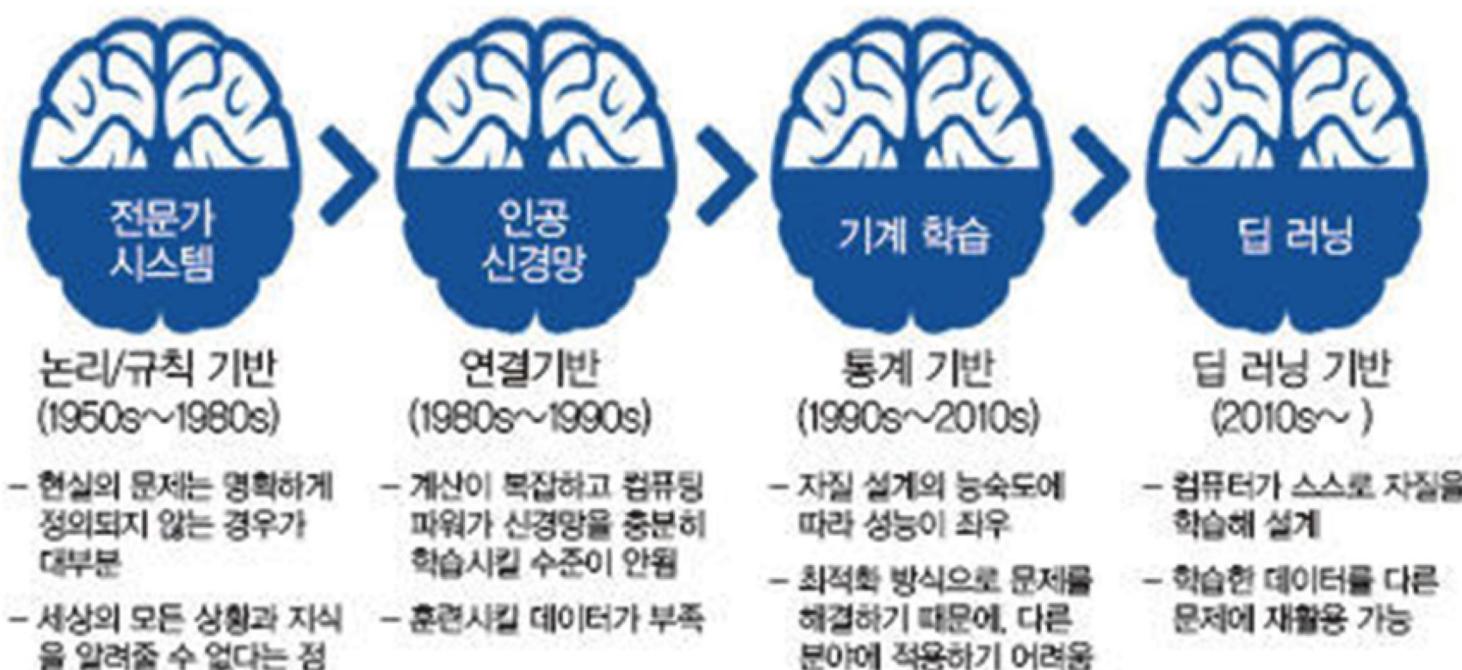
- 기계학습 (데이터 기반)
 - 현재 상태!

- **Level 4**

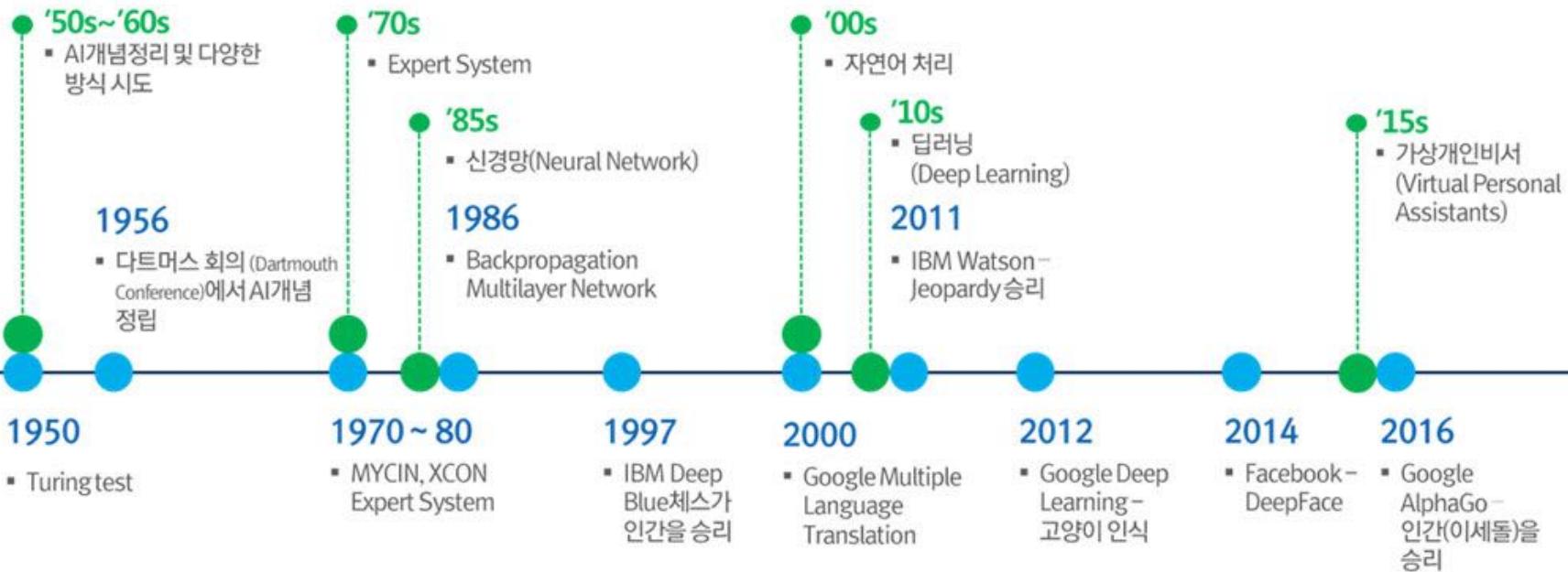
- 딥러닝 Deep Learning
 - 기계학습 + 특징(feature) 표현 학습
 - 최근 가장 뜨거운 분야

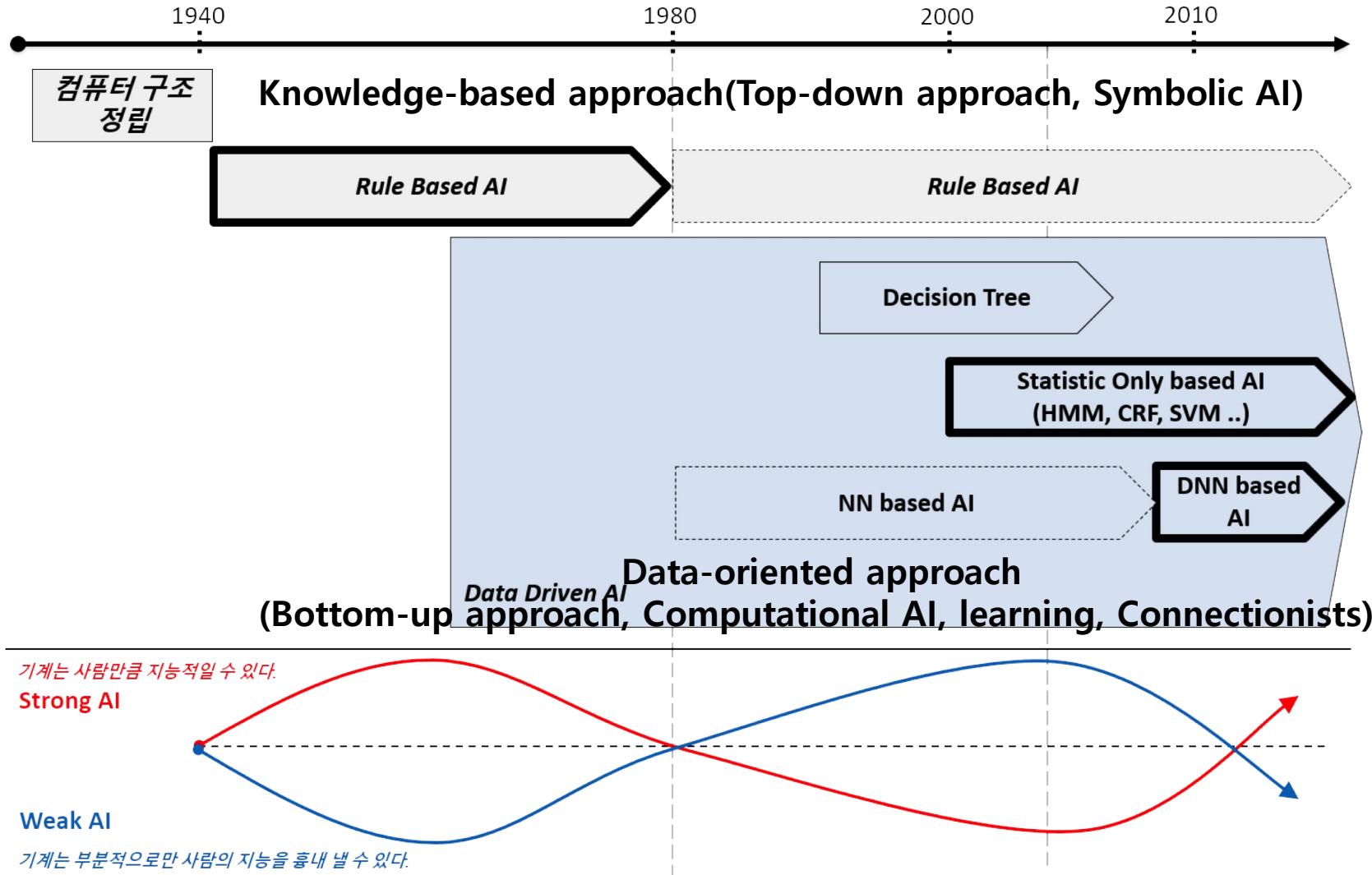
지능형 vs 적응형

인공지능 역사



출처 : 인공지능의 발전 역사 (IITP)





생각

행동

← 강한 인공지능

약한 인공지능 →

인간과 같은 사고 (Thinking Humanly)

- 인간과 유사한 사고 및 의사결정을 내릴 수 있는 시스템
- 인지 모델링 접근 방식

인간과 같은 행동 (Acting Humanly)

- 인간의 지능을 필요로 하는 어떤 행동을 기계가 따라 할 수 있는 시스템
- 튜링 테스트 접근 방식

논리적 사고 (Thinking Rationally)

- 계산 모델을 통해 지각, 추론, 행동 같은 정신적 능력을 갖춘 시스템
- 사고의 법칙 접근 방식

논리적 행동 (Acting Rationally)

- 계산 모델을 통해 지능적 행동을 하는 에이전트 시스템
- 합리적인 에이전트 접근 방식

암흑기: AI의 탄생(1943년 ~ 1956년)

McCulloch and Pitts, *A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity*, 1943

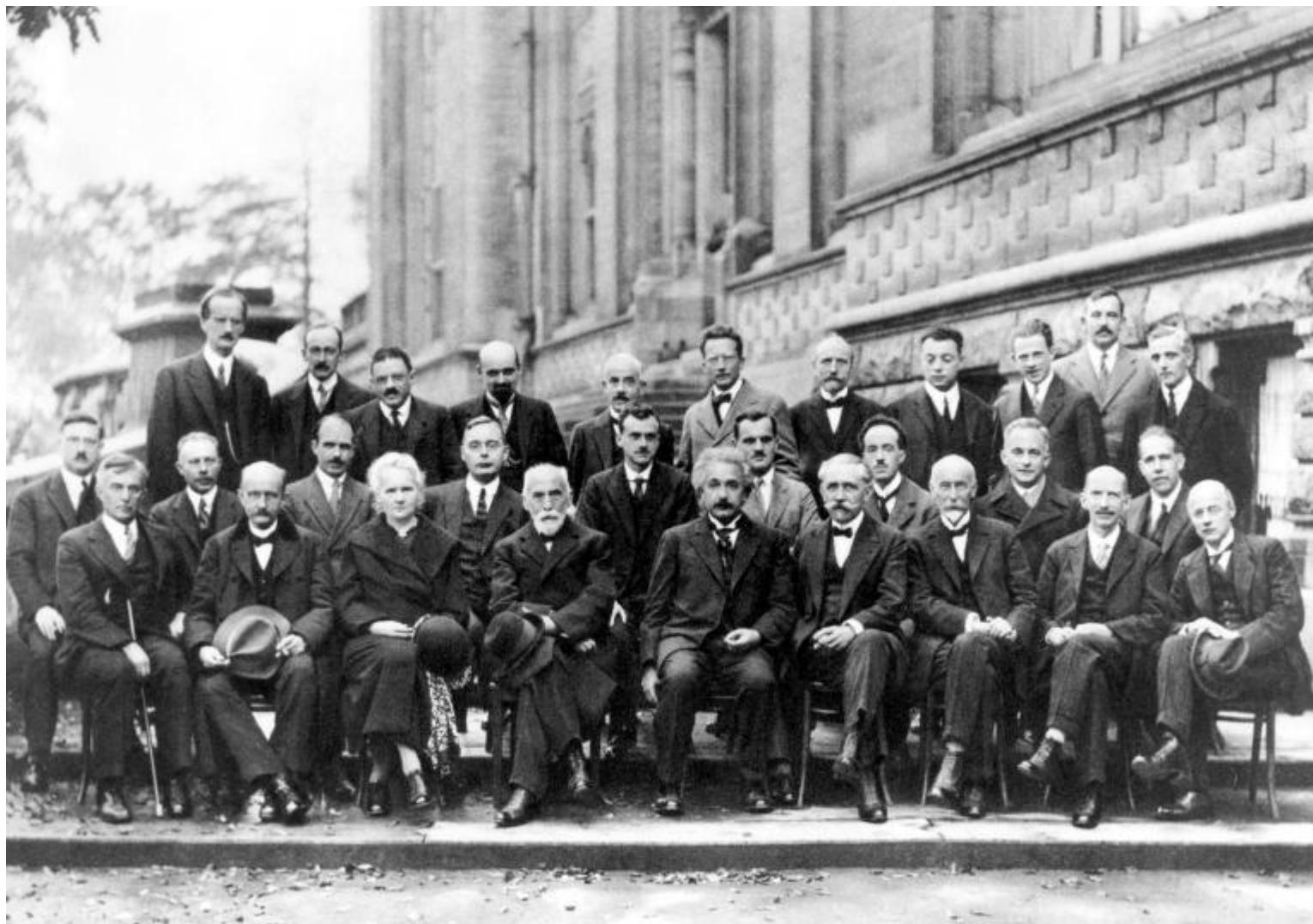
Turing, *Computing Machinery and Intelligence*, 1950

The Electronic Numerical Integrator and Calculator project (von Neumann)

Shannon, Programming a Computer for Playing Chess, 1950

AI의 융성 : 큰 기대의 시기(1956 ~ 1960)

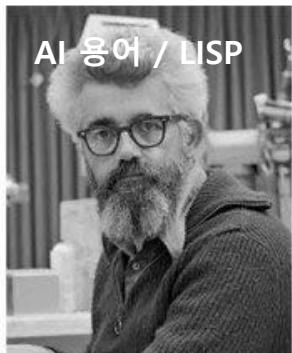




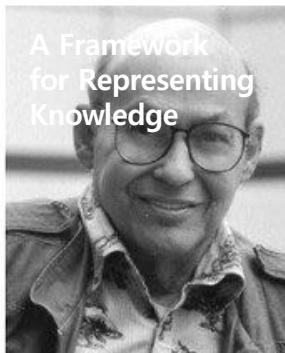
A. Piccard E. Henriot P. Ehrenfest Ed. Herzen Th. De Donder E. Schrödinger J.E. Verschaffelt W. Pauli W. Heisenberg R.H. Fowler L. Brillouin
P. Debye M. Knudsen W.L. Bragg H.A. Kramers P.A.M. Dirac A.H. Compton L. de Broglie M. Born N. Bohr
I. Langmuir M. Planck M. Curie H.A. Lorentz A. Einstein P. Langevin Ch. E. Guye C.T.R. Wilson O.W. Richardson



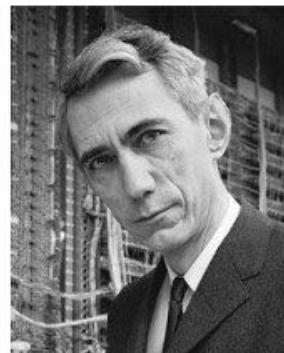
1956 Dartmouth Conference: The Founding Fathers of AI



AI 용어 / LISP



A Framework
for Representing
Knowledge



Claude Shannon



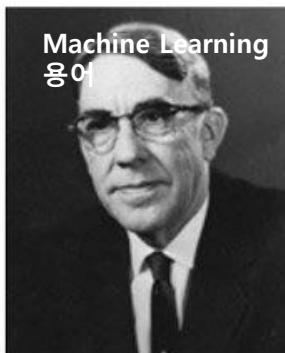
Ray Solomonoff



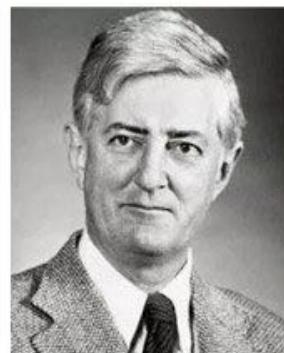
Alan Newell



Herbert Simon



Arthur Samuel



Oliver Selfridge



Nathaniel Rochester



Trenchard More

“학습이나 지능의 **모든 특성을 자세하게 기술**하여 이를 바탕으로 학습이나 지능을 모방할 수 있는 기계를 만들 수 있다는 생각으로 이 연구를 진행할 것입니다. 또한 **언어를 사용하고, 관념과 개념을 형성**하고, 지금은 오로지 인간만이 해결할 수 있는 문제들을 해결할 수 있으며, **스스로를 향상**시킬 수 있는 기계를 만드는 방법을 찾으려고 시도할 것입니다.

지식 표현 , 학습 알고리즘 , 신경망, 오토마타 이론, 단어계산,
추상화 능력, 창의력 등



AI에 관한 환멸 : 현실의 직면(1960년대 후반~1970년대 초반)

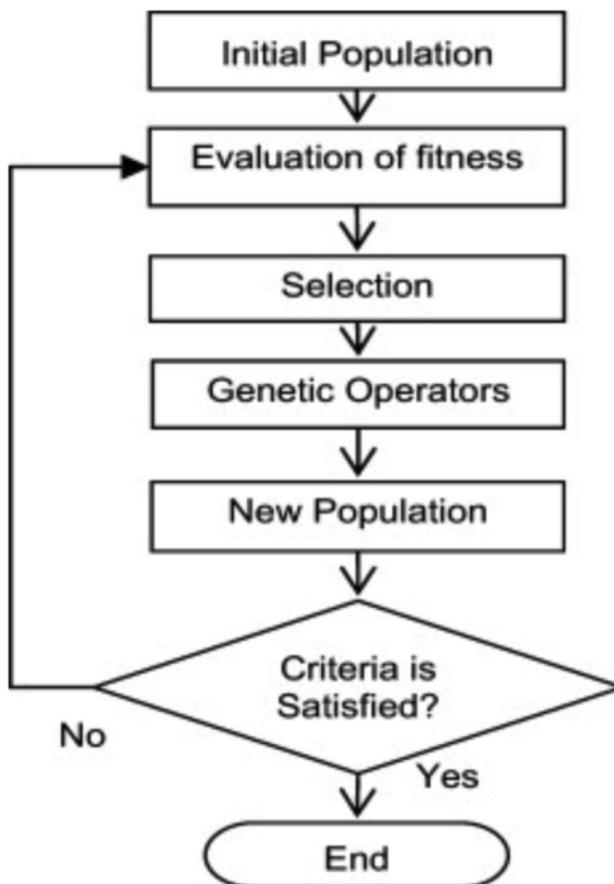
너무 낙관적

- 광범위한 문제를 해결할 일반적인 방법(General methods)을 개발하고 있었기 때문에 복잡한 사고 과정을 모의해서 특정 문제 영역에 관한 지식을 거의 포함하지 못함.
 - 문제 영역에 적합하지 않은 정보를 사용했고 이는 개발한 프로그램의 성능을 저하시켰음.
- 문제를 해결하기 위해 프로그램은 해를 발견할 때까지 작은 단계들을 여러 조합으로 만들어보는 탐색 전략을 적용.
- 'Toy example'과 같은 작은 문제에서 잘 동작. 그러나 어렵고 복잡한 큰 문제에서 잘 동작하지 않음.
- Perceptron 이론의 한계 발견

과대 선전의 대상

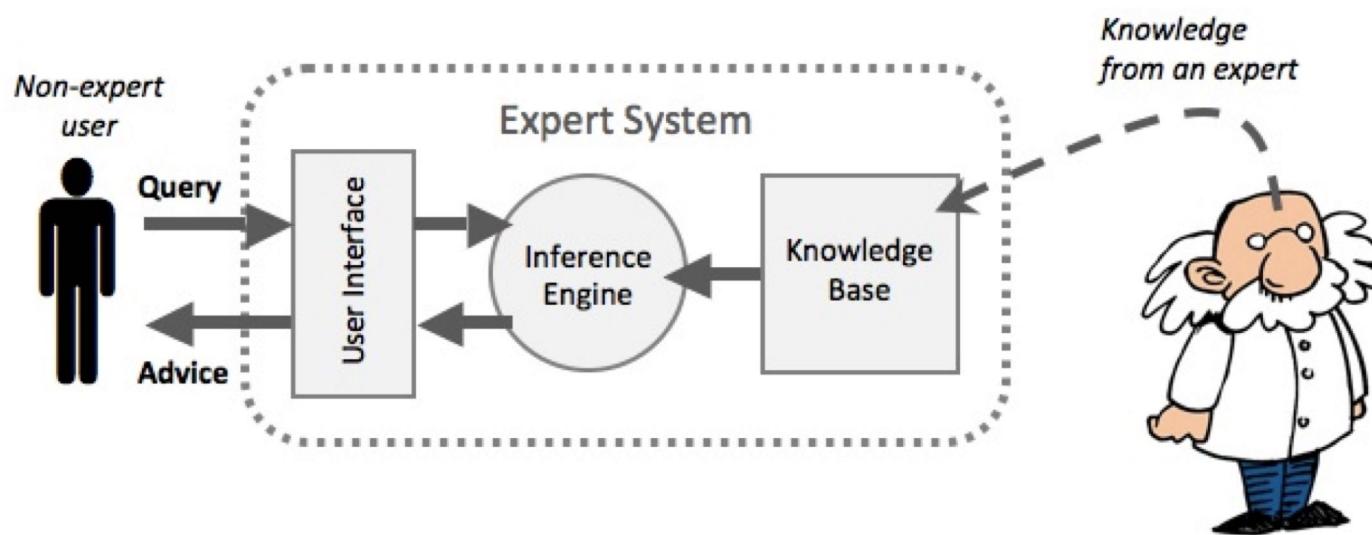
AI에 대한 지원 중단

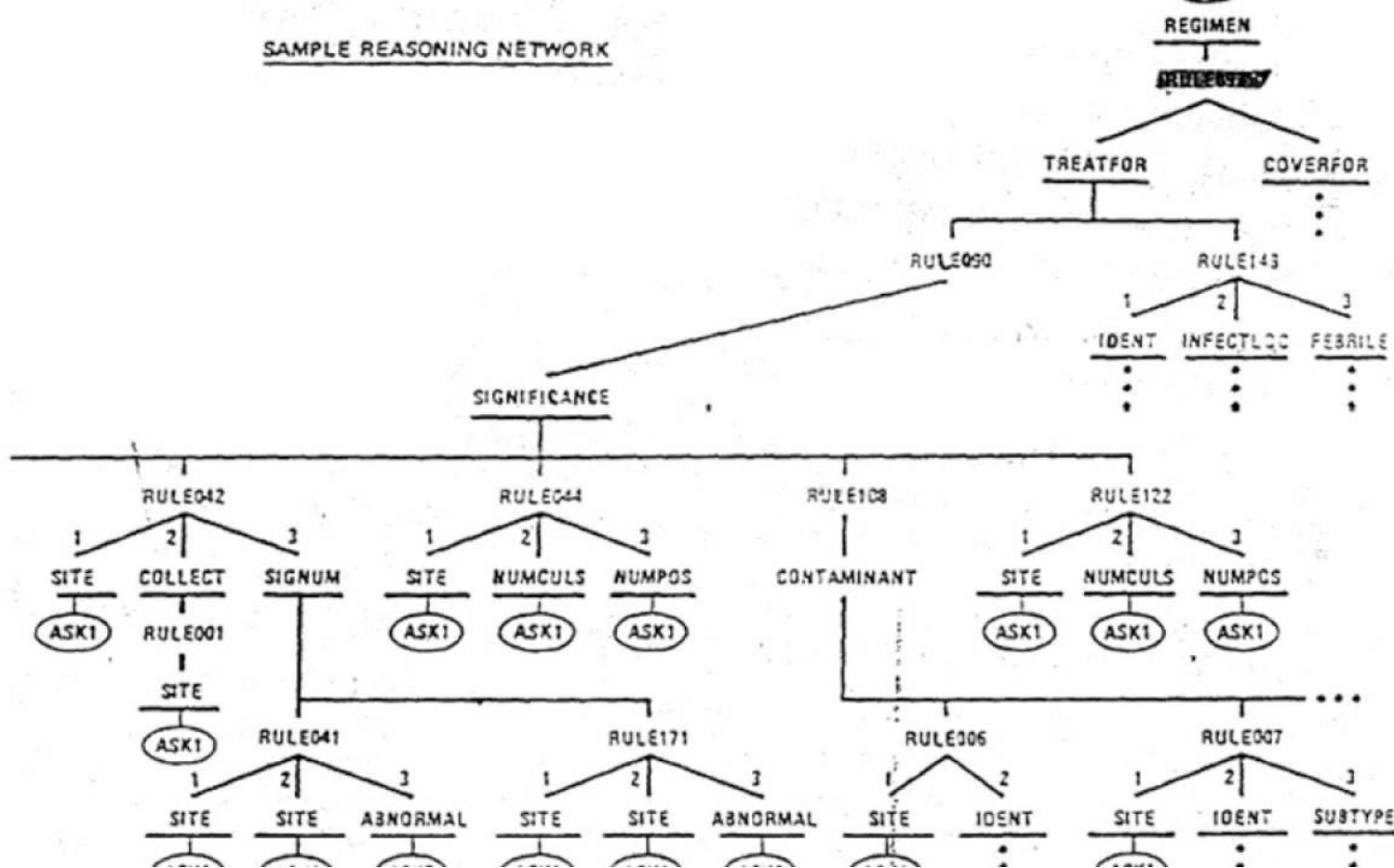
진화 연산 : 탐색하면서 배우기(1970년대 초반~)



- 유전 알고리즘은 이전에 풀리지 않았던 고도로 복잡한 비선형 탐색 및 최적화 문제에 대해 올바른 해를 제시함.
- 유전 프로그래밍은 구체적으로 프로그래밍하지 않고도 컴퓨터가 문제를 풀게 하는, 컴퓨터 과학의 주요 도전과제에 대한 해법을 제시.

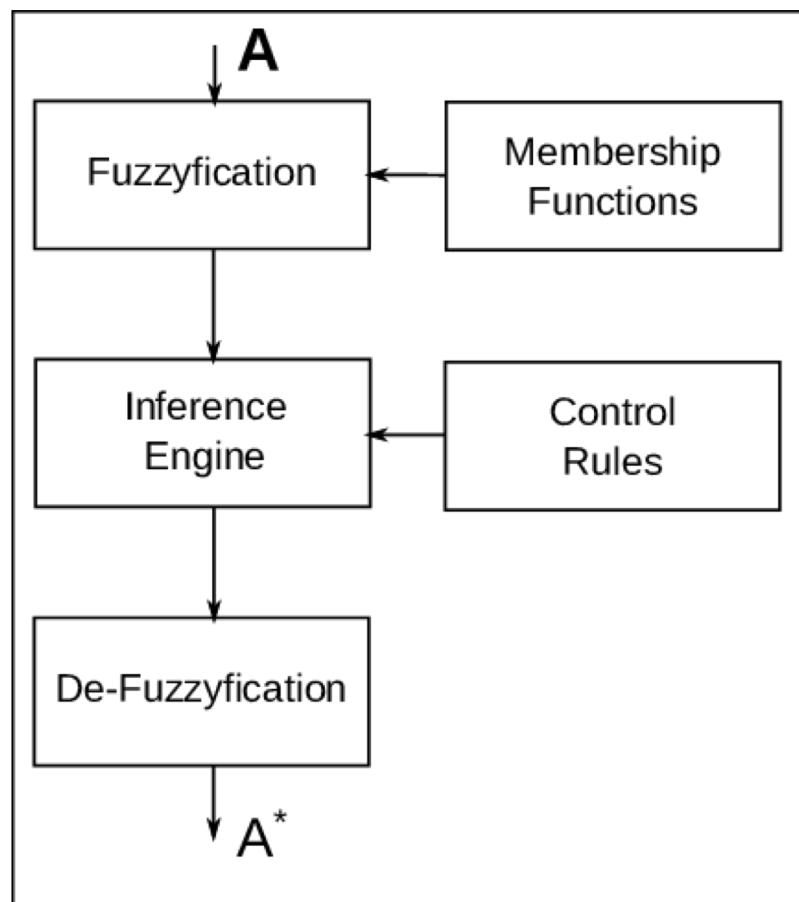
전문가 시스템 등장 : 성공의 열쇠(1970년대 초반~1980년대 중반)





정확하게 입력하고 논리적으로 출력하는 닫힌 시스템 (전형적인 영역으로 제한)
규칙의 형태로 전문가 지식을 사용하고, 필요하다면 특정 사실을 확립

퍼지 논리 (1980년대 ~)



- 기존 전문가 시스템에서 부정확함을 다루는 대부분의 방법은 확률 개념에 기반을 둠.
- 전문가는 보통 확률 값으로 생각하지 않고 '종종', '일반적으로', '가끔', '자주', '드물게'와 같은 용어로 생각함.
- 어렵고 복잡한 문제에 대해 전문가의 이해를 정확히 반영하는 형태로 인간의 지식을 코드화하여 적용하며, 단어의 의미, 인간의 추론, 결정을 알 수 있는 퍼지 값을 사용하는데 집중하고 전통적인 전문가 시스템의 계산 병목 현상 (computational bottleneck)을 극복하기 위해 제안됨.



전문가 시스템의 문제 (1980년대 후반 ~ 1990년대 초반)

- 전문가 시스템의 사용은 매우 한정된 전문적 기술분야로 제한됨.
 - 전문가 지식을 규칙의 형태로 항상 표현할 수는 없으며,. 이는 전문가 시스템이 필요한 지식을 축적하는 것을 방해하여, 결과적으로 실패하게 만듦
- 해에 도달하기 위해 적용했던 일련의 규칙을 보여줄 수는 있지만, 문제 영역을 더 자세히 이해하게 할 수는 없음.
- 결과를 검증하고 유효성을 입증하기 어려움.
- 자신의 경험을 통해 배울 수 있는 능력이 없음.

- 퍼지 시스템이 전문가 지식을 자연스럽게 표현한다고 해도 여전히 전문가에게 얻은 규칙에 의존함.
 - 전문가의 지식에 따라 시스템 성능이 달라짐.
 - 어떤 전문가는 매우 똑똑한 퍼지 규칙을 제공할 수 있지만, 어떤 전문가는 단지 추측만 하고 심지어 잘못된 규칙을 제시할 수도 있음. 그러므로 모든 규칙을 검사하고 조율해야 함.

AI에 대한 지원 중단

다른 분야에서는

생각에 관한 생각

2002년부터 기다려왔던 단 한 권의 책, 행동경제학의 바이블!



노벨경제학상을 수상한 최초의 심리학자!

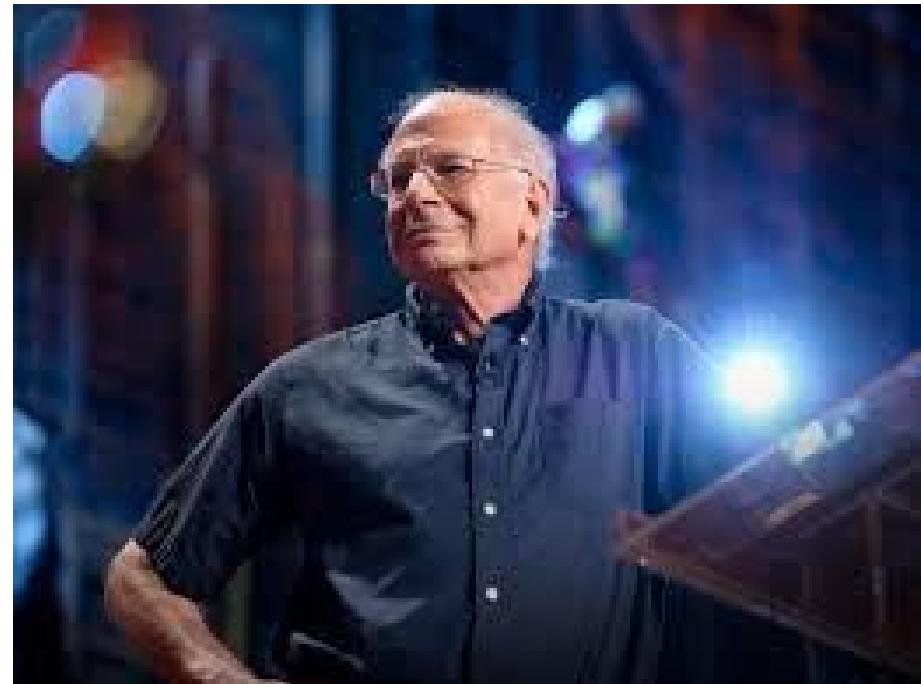
300년 전통경제학의 프레임을 완전히 뒤엎은 행동경제학의 창시자 대니얼 카네먼의 첫 대중교양서!

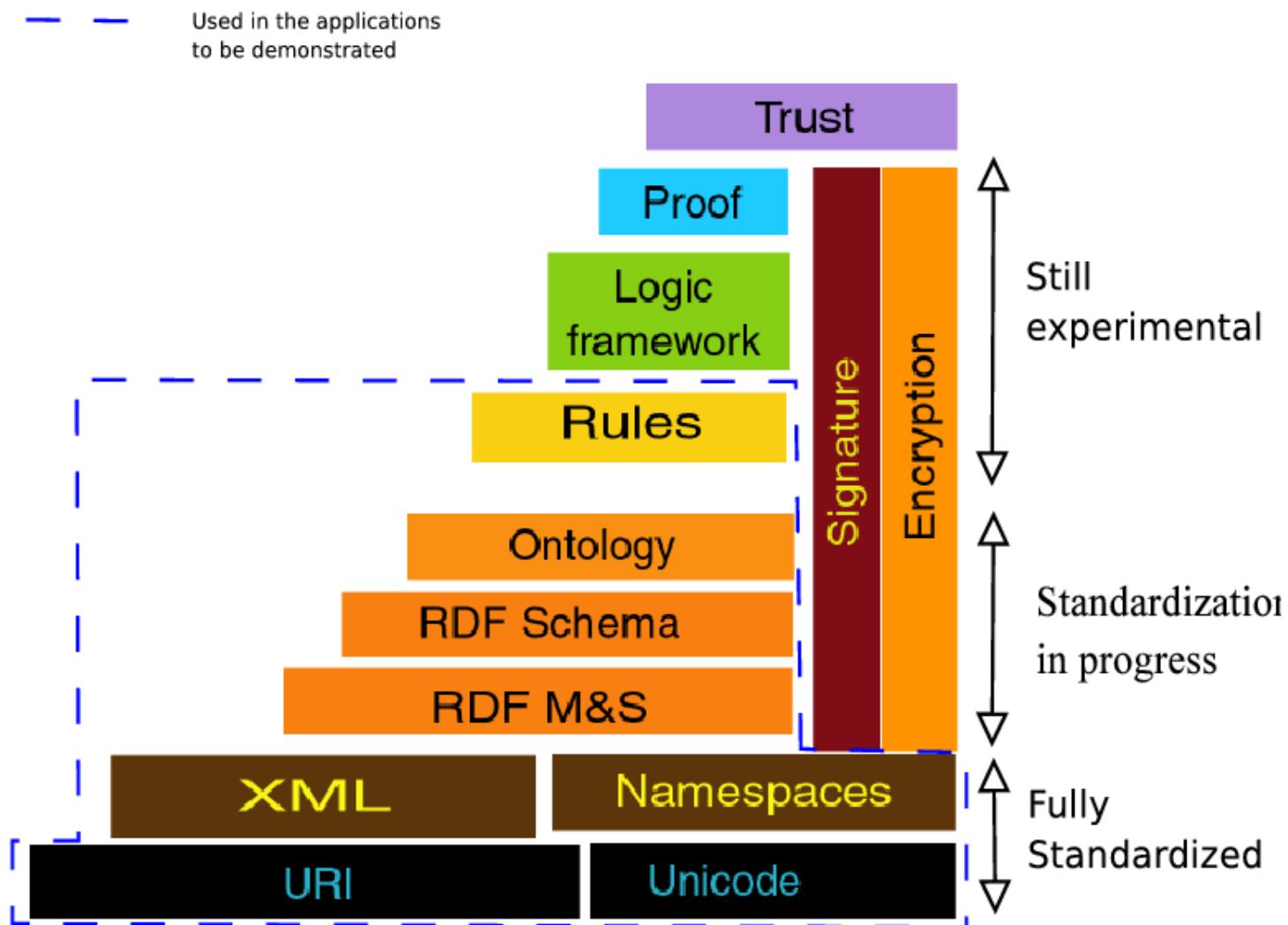
김영사

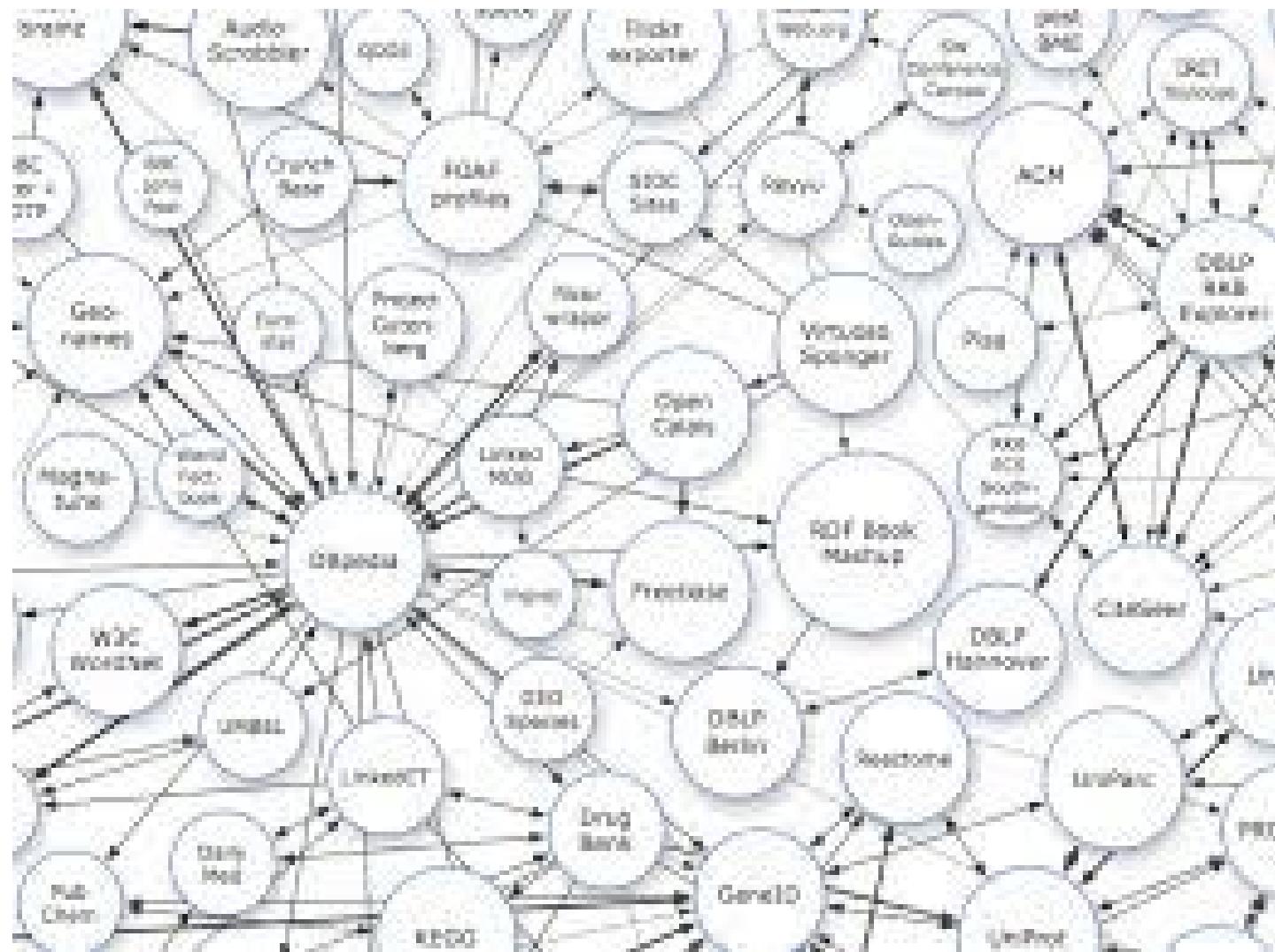
대니얼 카네먼
— 이진원 옮김

대니얼 카네먼 어록

- 인간이 모두 비합리적이라고 말하는 것은 아니다. 하지만 합리성이라는 개념은 매우 비현실적이다. 나는 합리성이라는 개념 자체를 부정하고 싶을 뿐이다.
-2002년 노벨경제학상 수상 직후
- 심리학자 처지에서 인간은 합리적이지도, 이기적이지도 않으며 취향도 불안정한 존재다.
- 심리학과 경제학에서의 인간은 완전히 다른 종(種)이다.







새로운 인공지능

탐색 (슈퍼컴퓨터 도움)



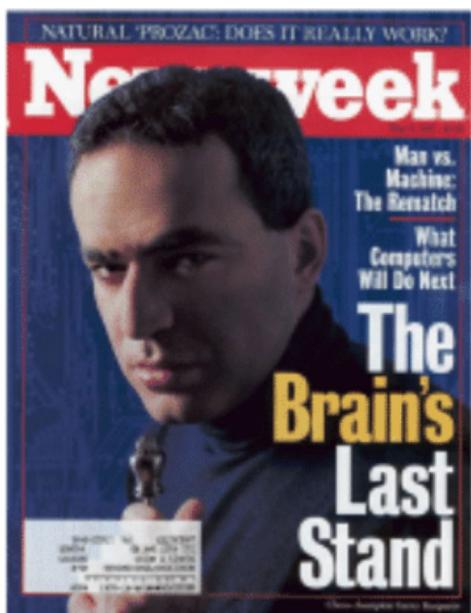


"Weak human + machine + superior process was greater than a strong computer and, remarkably, greater than a strong human + machine with an inferior process."

2005

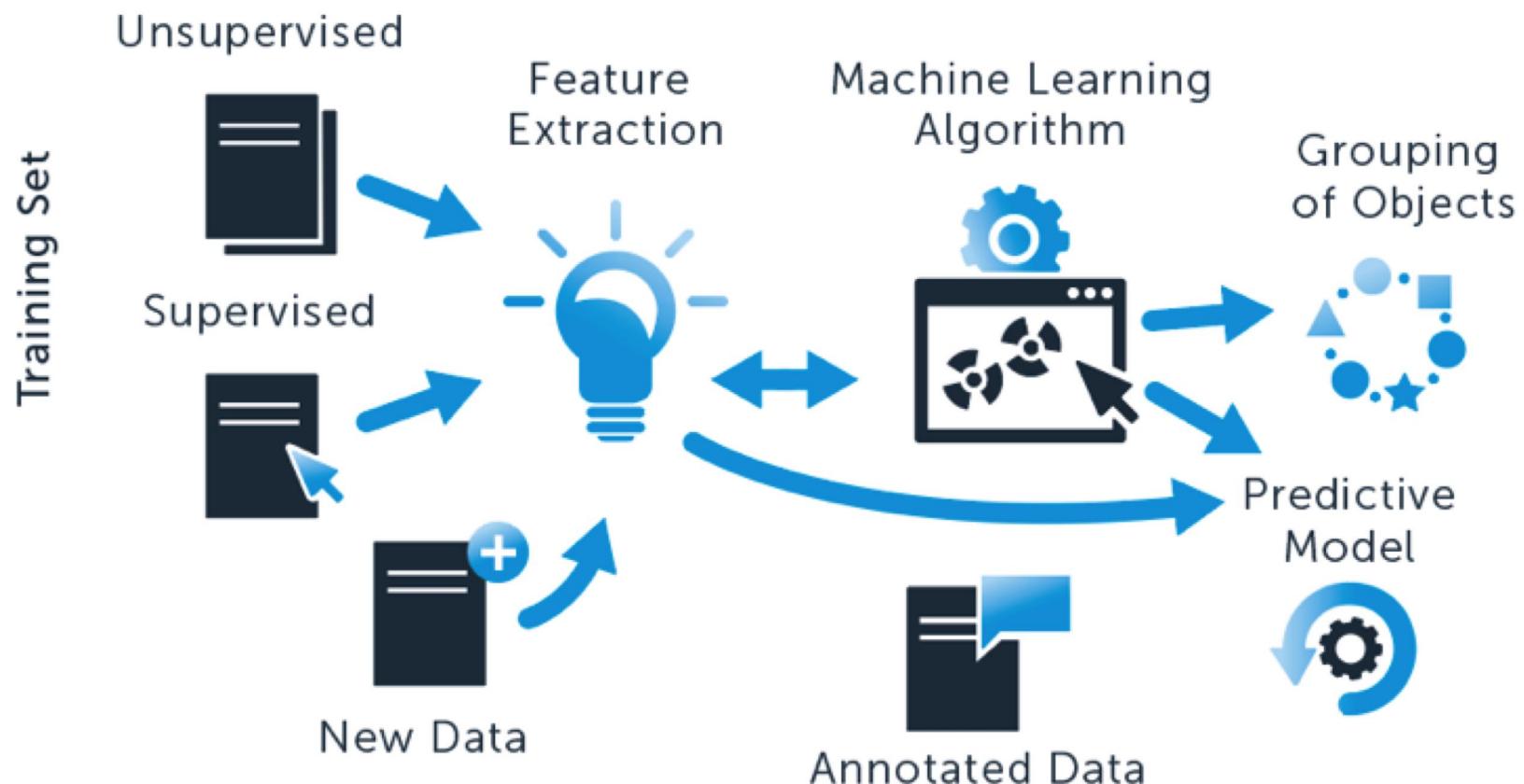
Garry Kasparov

10^{360}

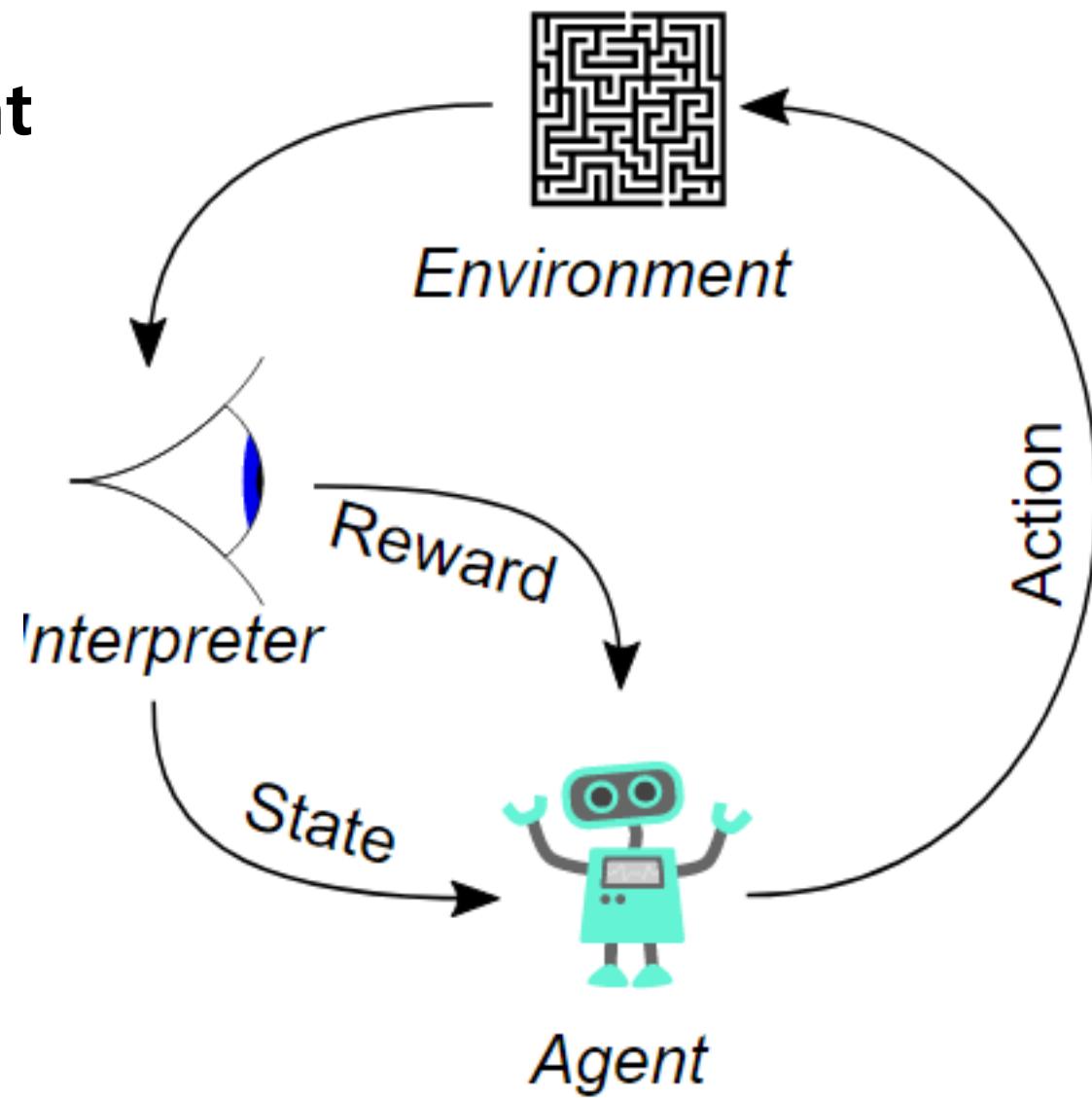


기계학습의 가능성

Machine Learning

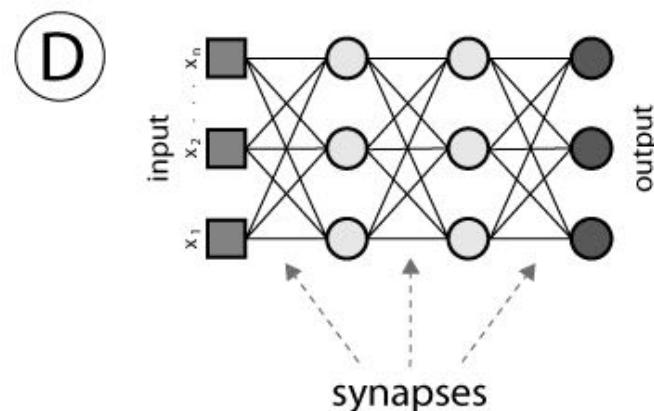
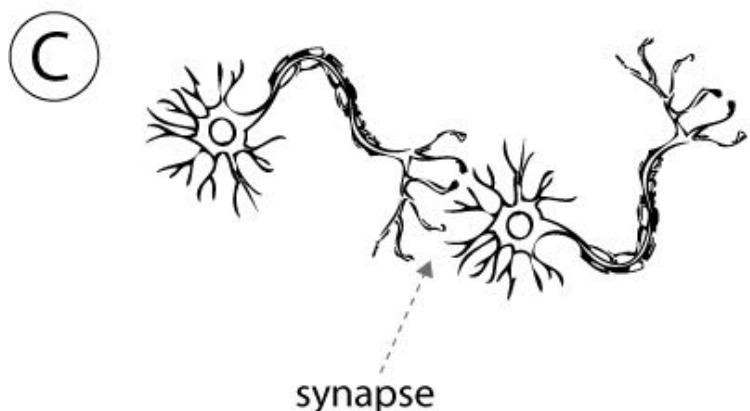
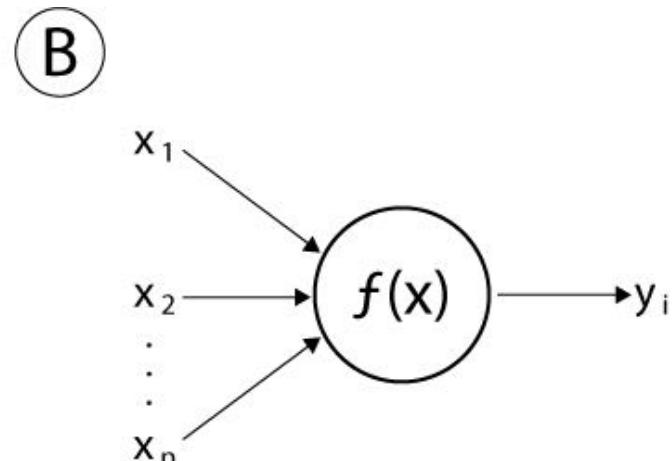
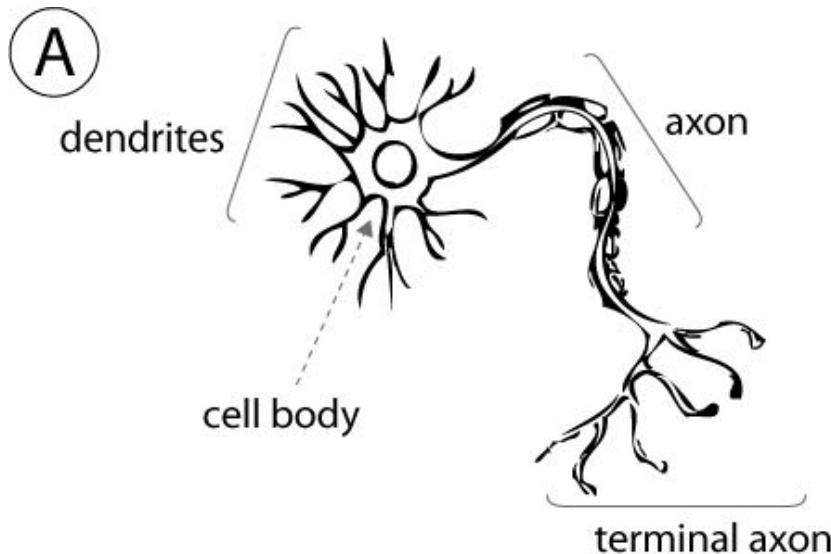


Reinforcement

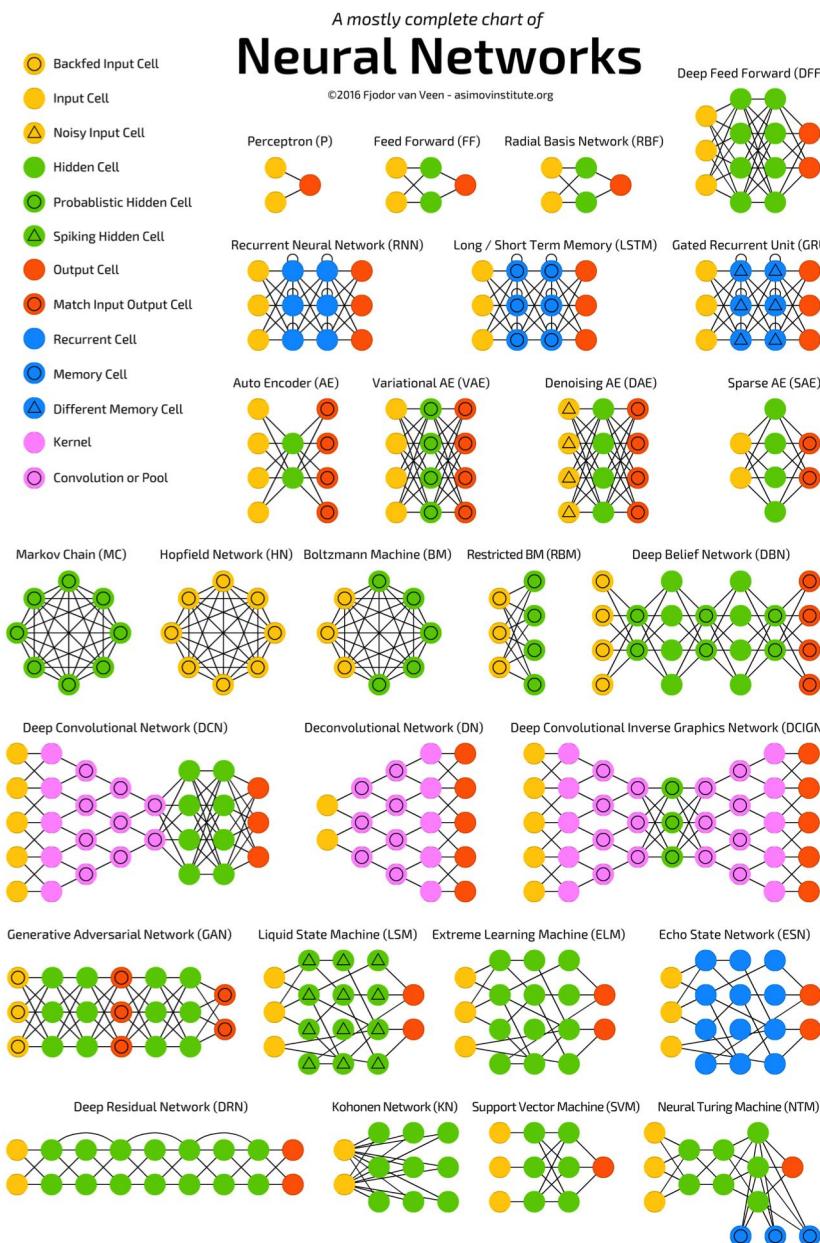


신경망의 탄생/딥러닝으로 재탄생

Neuron의 입력은 다수이고 출력은 하나이며, 여러 신경세포로부터 전달되어 온 신호들은 합산되어 출력 합산된 값이 설정 값(Threshold) 이상이면 출력 신호가 생기고 이하이면 출력 신호가 없음



다수의 Neuron이 연결되어 의미 있는 작업을 하듯, 인공신경망의 경우도 노드들을 연결시켜 Layer를 만들고 연결 강도는 가중치로 처리

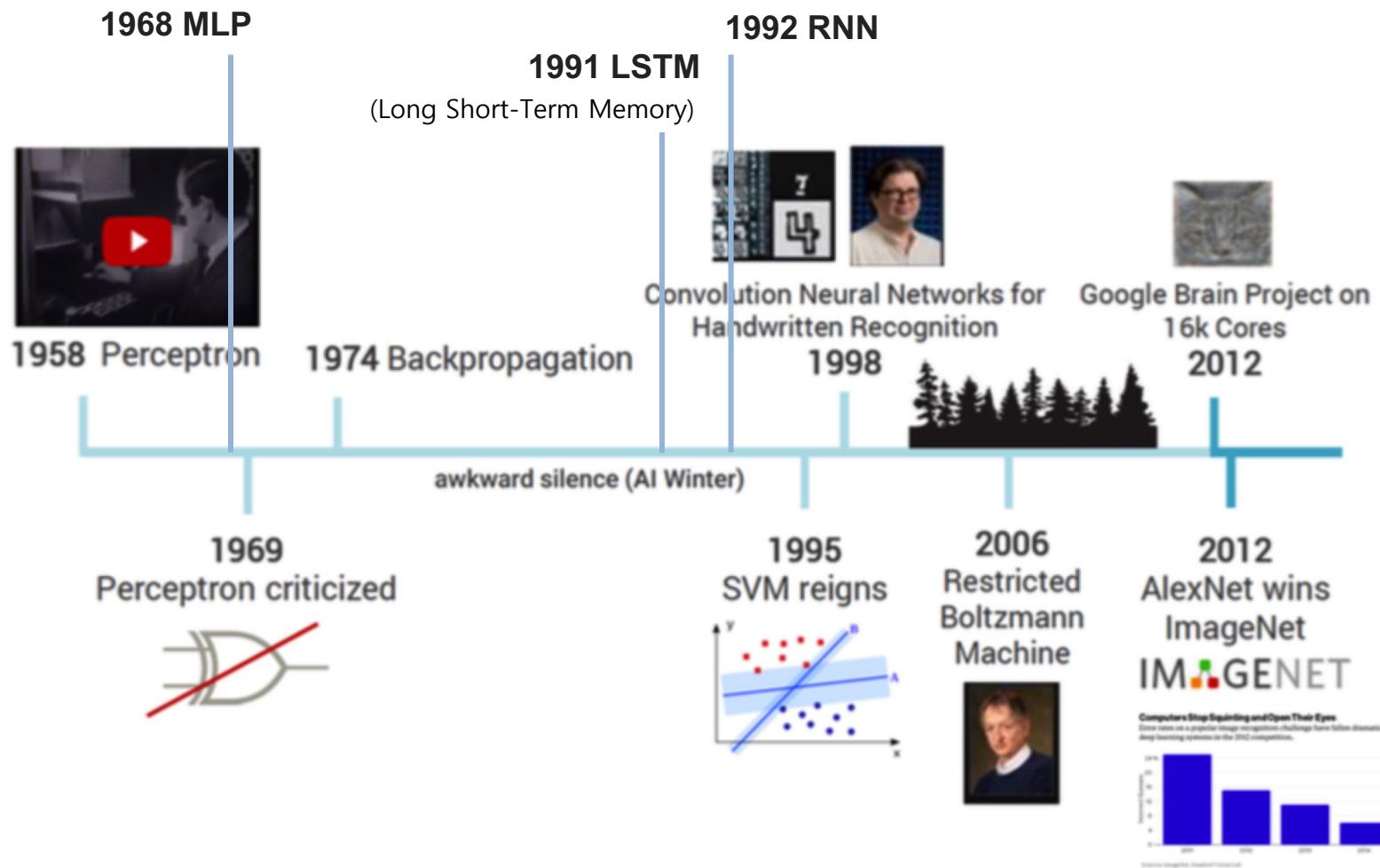


Difficulties		해결 방안
학습	DNN 학습이 잘 안 됨. Vanishing Gradient	Unsupervised Pre-Training을 통한 해결 ReLU(Rectified Linear Unit Function)
계산량	학습이 많은 계산이 필요함	H/W의 발전 및 GPU 활용
성능	다른 Machine Learning Algorithm의 높은 성능	Dropout 알고리즘 등으로 Machine Learning 대비 월등한 성능

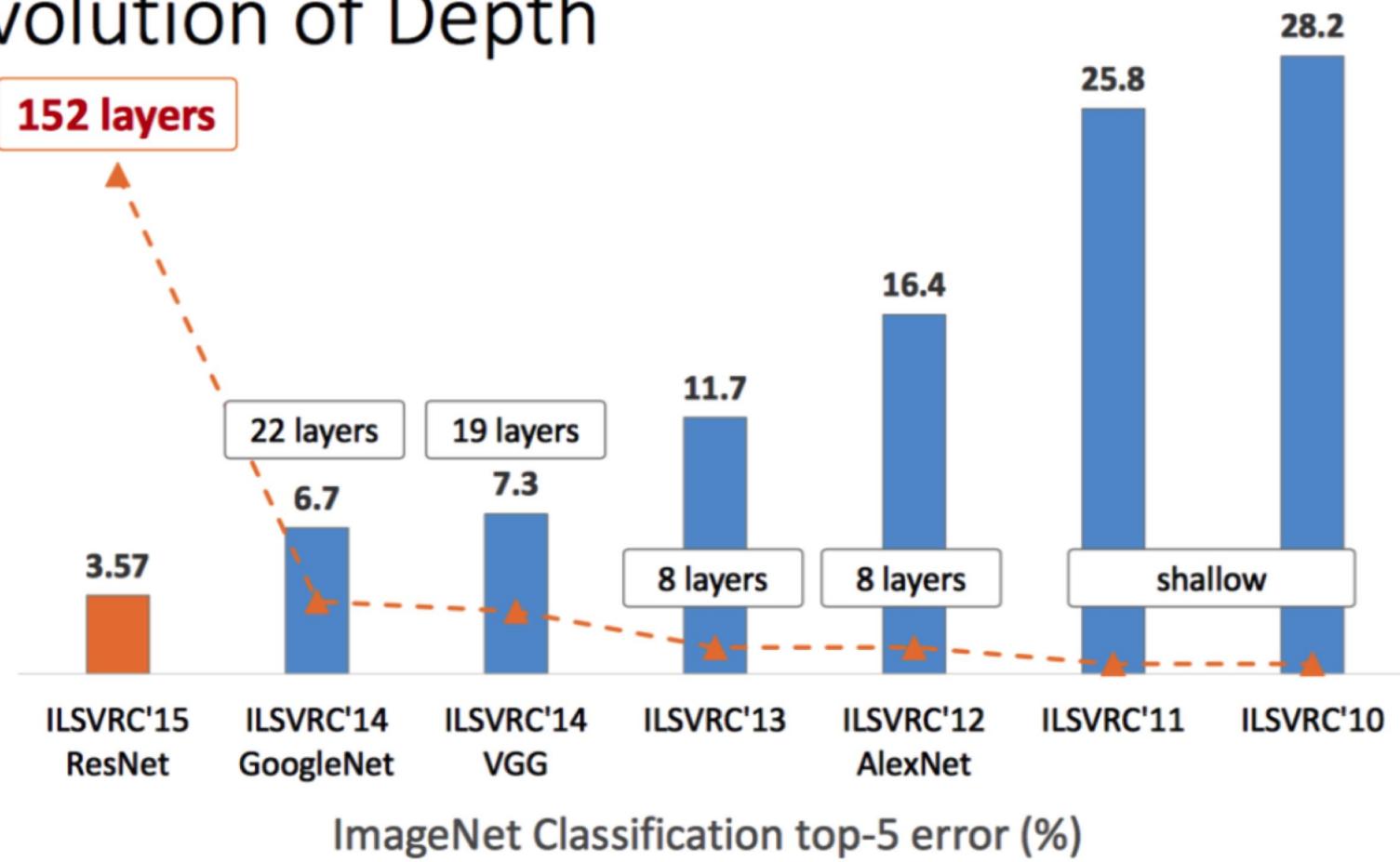
학습

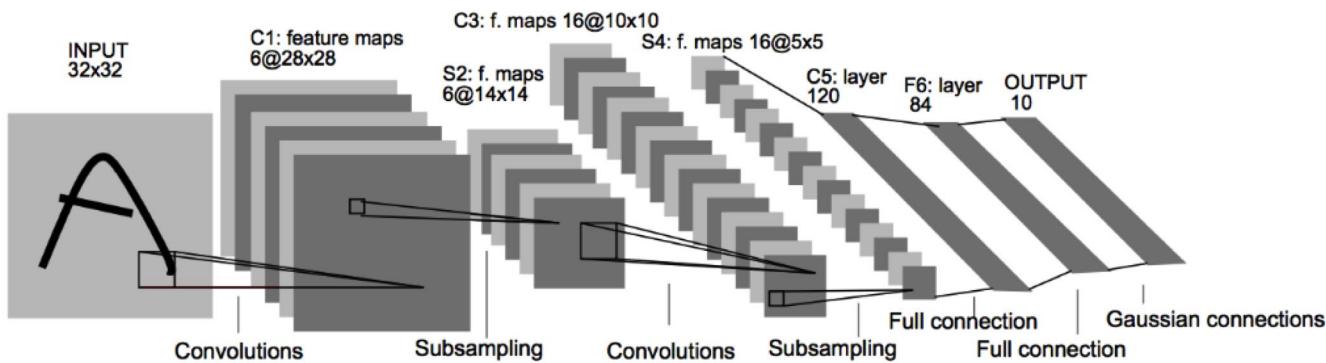
신경망에서 원하는 결과를 얻기 위해
뉴런 사이의 적당한 가중치를 알아내는 것

- 훈련 데이터 (Training Set) 준비 : 입력 데이터와 출력 데이터
- 신경망에 데이터 훈련 : 출력층 값 확인
- 지도학습 데이터와 차이 (오차) 계산
- 오차가 최대한 작도록 가중치를 최적화
(Gradient Method(경사하강법)을 이용)
(Back Propagation(오류 역전파))

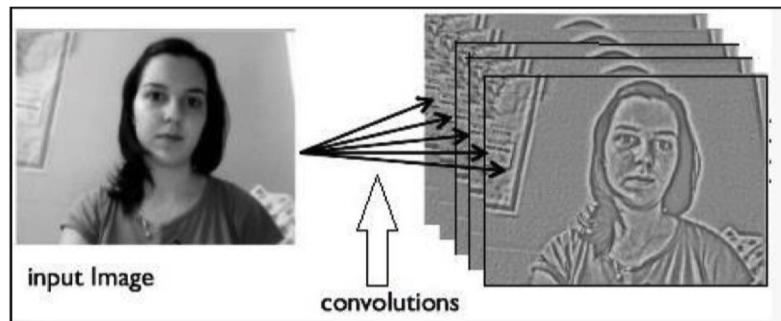


Revolution of Depth

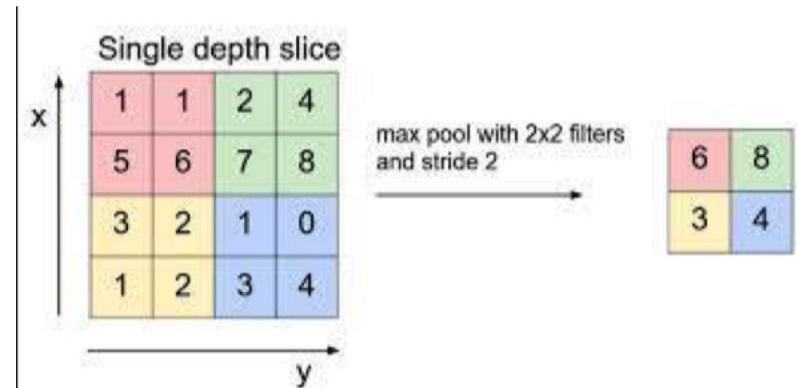




CNN called LeNet by Yann LeCun (1998)

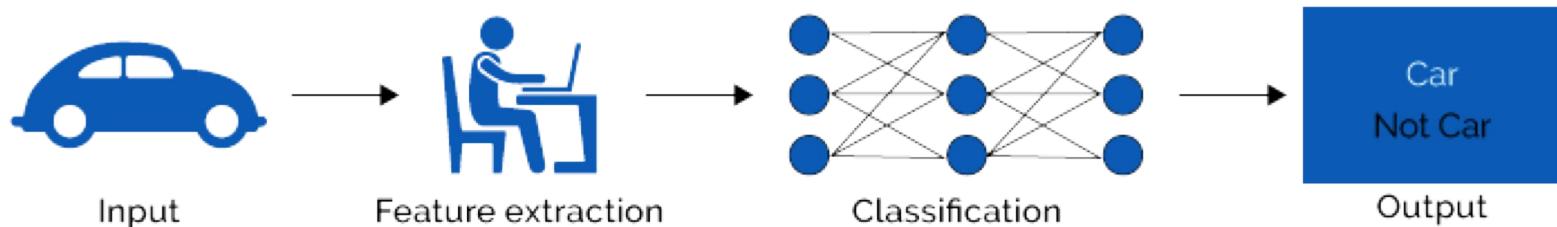


가중치를 갖는 마스크(Convolution Filter, 커널)를 이용해서 특징
(Feature Map) 추출

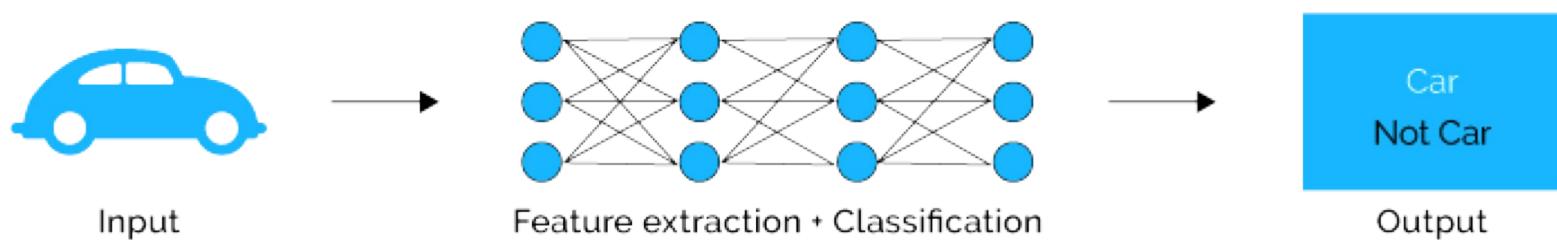


데이터의 크기를 줄이고 특징을 추출

Machine Learning



Deep Learning



Why is Deep Learning Hot Now?

Big Data Availability

facebook

350 millions
images uploaded
per day

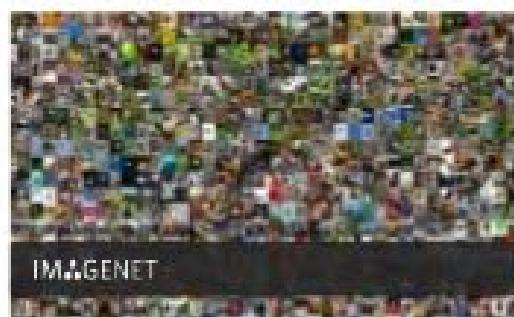
Walmart

2.5 Petabytes of
customer data
hourly

YouTube

300 hours of video
uploaded every
minute

New ML Techniques



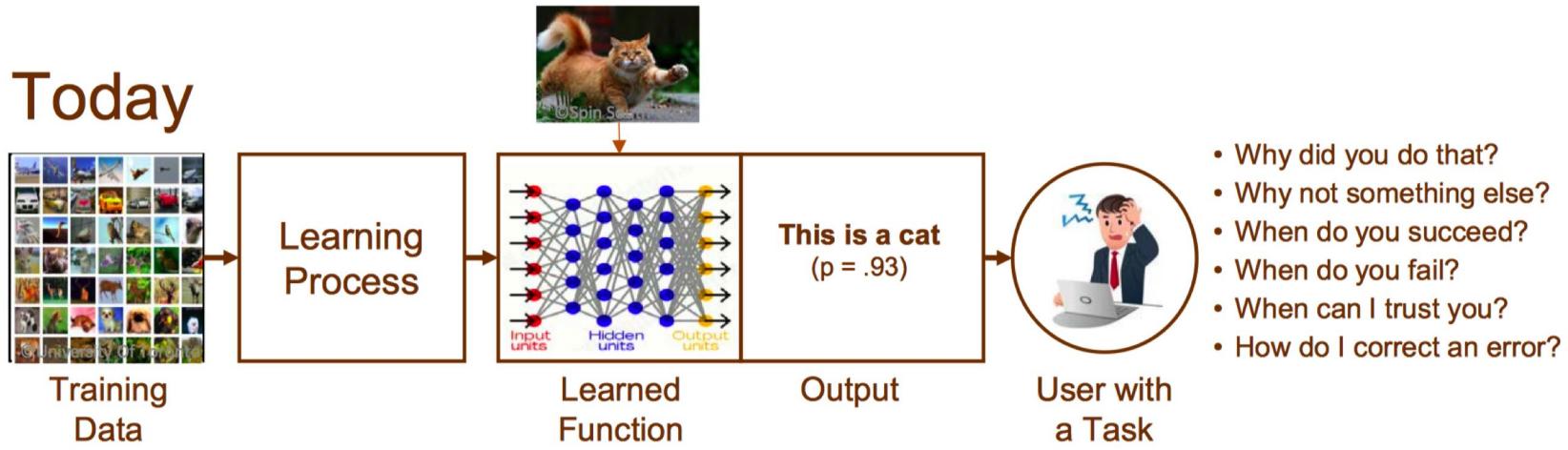
GPU Acceleration



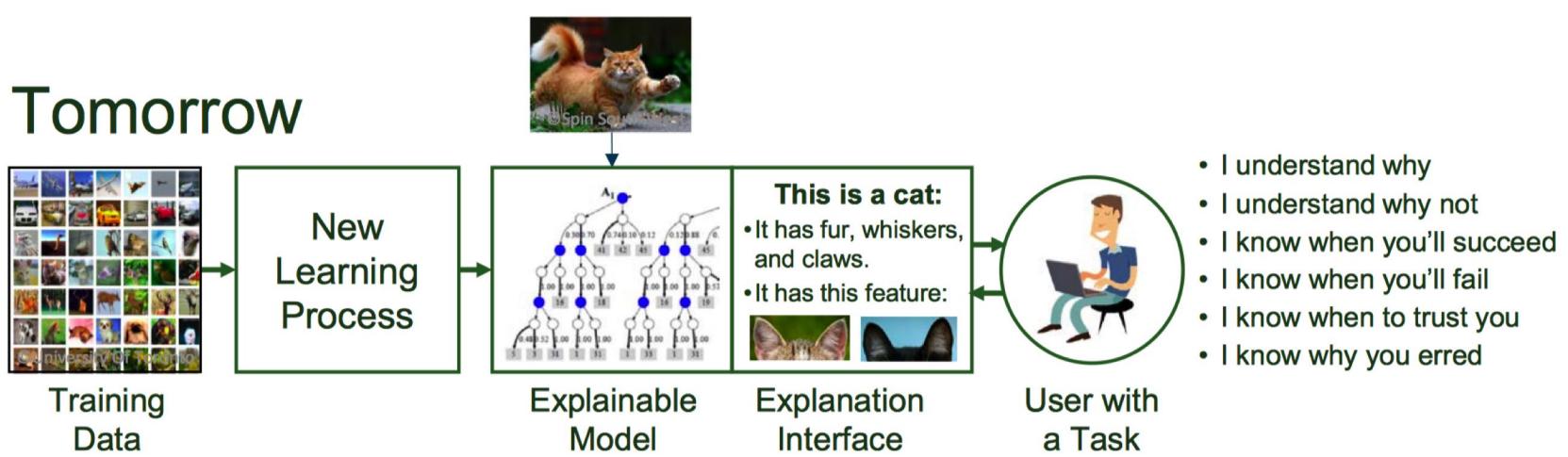


Explainable AI – What Are We Trying To Do?

Today



Tomorrow



A man with dark hair and glasses, wearing a dark blue suit jacket over a white shirt with a red polka-dot pocket square, stands on a stage. He is holding a small black device in his right hand and speaking into a microphone. A large white play button icon is overlaid in the center of the video frame. In the top right corner, there are three circular icons with text: 'Share' (arrow), 'Add to list' (list), and 'Like' (heart). In the bottom left corner, there is Korean text: '아이야드 라흐반(Iyad Rahwan) | TEDxCambridge'. Below that, a large white Korean subtitle reads: '자율주행차는 어떤 도덕적 판단을 내려야 할까?'. At the bottom of the screen is a standard video control bar with a play button, a progress bar, a timestamp of '13:36', and other standard video controls.

아이야드 라흐반(Iyad Rahwan) | TEDxCambridge

자율주행차는 어떤 도덕적 판단을 내려야 할까?



【 Asilomar AI Principles 】

- 17년 초 미국 캘리포니아 아실로마에서 수백 명의 AI 전문가가 모여 회의를 열고 23개 조항의 아실로마 AI 원칙을 발표 (<https://futureoflife.org/ai-principles/>)
 - 살상 가능한 자율적 무기를 개발하기 위한 경쟁은 지양해야 한다.
 - AI연구의 목적인 목적이 없는 지능을 개발하는 것이 아니라 인간에게 유용하고 이롭고 혜택을 주는 지능을 개발하는 것이다.
 - AI는 인간의 존엄성, 권리, 자유 및 문화 다양성의 이상과 양립되어야 한다.

【 유럽 결의안 】

- 17년 유럽의회는 AI 로봇의 법적 지위를 '전자 인간'으로 규정하는 결의안을 통과
 - 로봇은 인간에 도움이 주는 존재로 머물러야 한다.
 - 로봇이 인간에 반항하는 비상상황에 대비해 언제든 로봇의 움직임을 멈출 수 있는 킬 스위치를 달아야 한다.

