



Machine Learning

AI Overview

김선녕(sykim.lecture@gmail.com)



소개 인공지능 역사

인공지능(Artificial Intelligence)의 정의

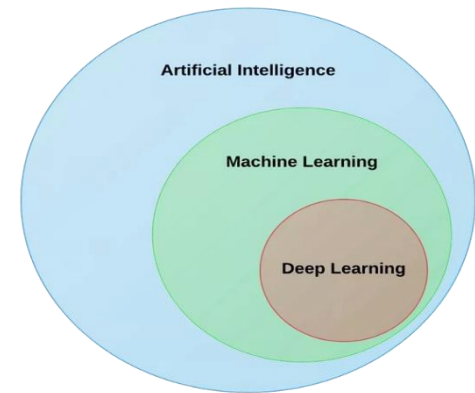
3

- 인간의 지능이 가지는 학습, 추리, 적응, 논증 따위의 기능을 갖춘 컴퓨터 시스템 - 국립국어원
- 지능이 있는 기계를 만드는 과학과 공학 - 존 매카시(John MacCarthy, 1955년)
- 사람의 생각과 관련된 활동. 예를 들면 의사 결정, 문제해결, 학습과 같은 활동을 자동화하는 것 - 벨만(Bellman, 1978년)
- 사람이 하면 더 잘할 수 있는 일을 컴퓨터가 하도록 하는 방법을 찾는 학문 - 리치(Rich)와 나이트(Knight), 1991년
- 지능이 요구되는 일을 할 수 있는 기계를 만드는 예술 - 커즈와일(Kurzweil, 1990년)
- 개발자 관점
 - 사람처럼 행동하도록 만들어진 장치 또는 소프트웨어
 - 장치가 프로그램을 통해 판단을 하고 장치 자체가 의지를 가진 것 처럼 행동



- 머신러닝(Machine Learning)

- 인공 지능의 한 분야로, 컴퓨터가 학습할 수 있도록 하는 알고리즘과 기술을 개발하는 분야
- 아서 사무엘(Arthur Samuel) 에 의하여 처음으로 정의 (1959년)
 - The field of study that gives computers the ability to learn without being explicitly programmed
 - 컴퓨터가 일일이 코드로 명시하지 않은 동작을 데이터로부터 학습하여 실행할 수 있도록 하는 연구 분야
- 명시적인 프로그램의 한계 : too many rules
 - 스팸 메일 필터링(Spam mail filter)
 - 네트워크 침입자 검출(intrusion detection)
 - 컴퓨터 비전(computer vision)
 - 자동주행(Automatic driving)



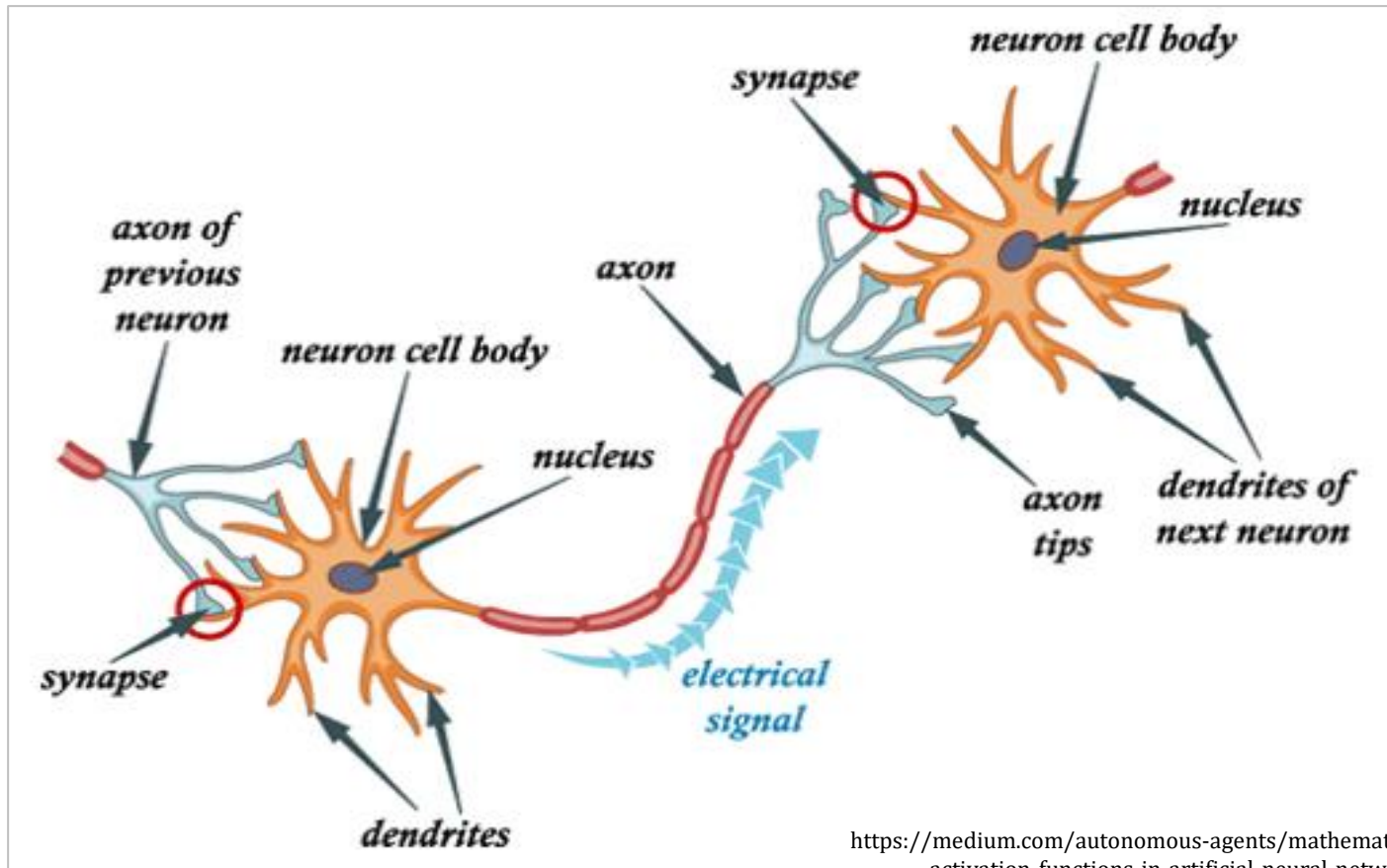
- 딥러닝(Deep Learning)

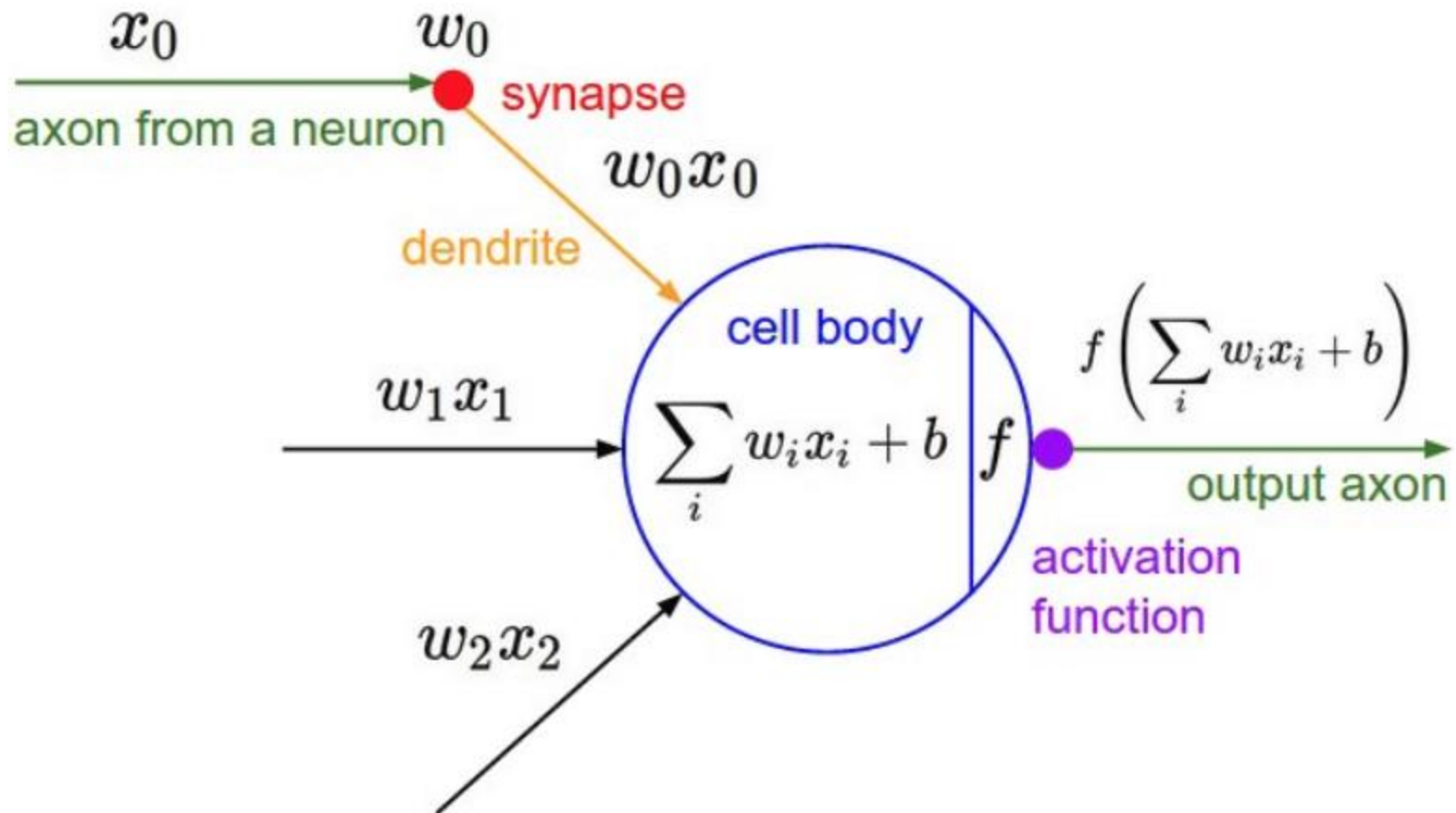
- 인공신경망(Artificial Neural Network; ANN)
- 퍼셉트론을 하나의 빌딩 블록(building block)이라고 생각하고, 여러 개의 퍼셉트론을 여러층으로 연결
- 2016년 3월 바둑 두는 기계인 '알파고(AlphaGo)'가 대한민국의 이세돌 9단을 바둑으로 압승하면서 널리 알려짐

Biological Neuron

5

- 인간의 뇌는 1000억 개가 넘는 뉴런이 100조 개 이상의 시냅스를 통해 병렬적으로 연결되어 있다고 한다.
- 뉴런은 수상돌기(dendrite)를 통해 입력 신호를 받아서 축색돌기(axon)를 통해 다른 뉴런으로 신호를 내보낸다.
- 시냅스(synapse) : 뉴런과 뉴런을 연결하는 역할

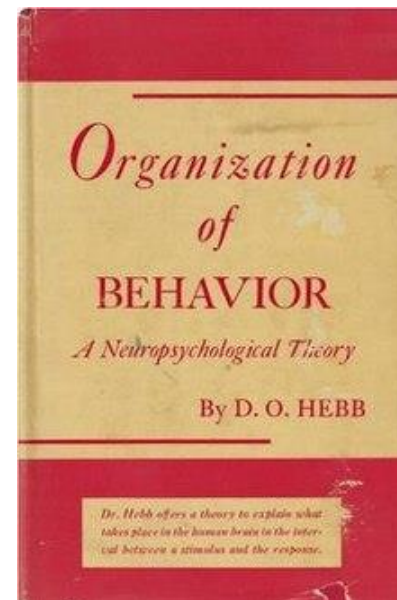






소개 인공지능 역사

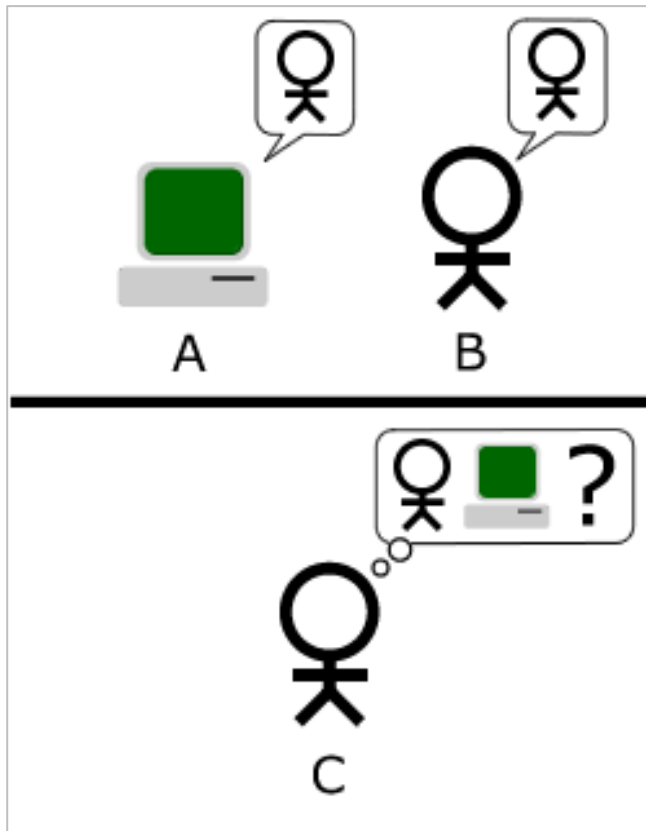
- 1943년 최초의 신경망
 - 워렌 매컬럭(Warren McCullonch)과 월터 피츠(Walter Pitts)의 논문
 - A logical calculus of ideas immanent in nervous activity
 - 전기스위치처럼 on/off 하는 기초기능의 인공신경을 그물망 형태로 연결하면 사람의 뇌에서 동작하는 아주 간단한 기능을 흉내 낼 수 있다는 것을 이론적으로 증명
- 1949년 도널드 헵(Donald Hebb, 심리학자)
 - 시냅스(Synapse) 가설을 처음 제시
 - 뇌는 수 조 개의 신경세포(뉴런)와 신경세포에서 뻗어나온 약 1,000조 개에 달하는 수상돌기(Dendrite)들이 거미줄보다 더 복잡하게 연결된 신경망을 이루고 있다는 이론
 - 최초로 학습 알고리즘 제안
 - 책 : The Organization of Behavior



Cover of the first edition

튜링테스트(Turing Test)

- 1950년 앨런튜링(Alan Turing)
 - 논문 “Computing machinery and intelligence” 에서 소개
 - 기계가 인간과 얼마나 비슷하게 대화할 수 있는지를 기준으로 기계에 지능이 있는지를 판별하고자 하는 테스트. 즉, 사람인지 기계인지 판별
 - 이미테이션 게임(Imitation Game)이라고 한다



다트머스 회의(Dartmouth Conference)

10

- 1956년 다트머스 대학(Dartmouth College)에 있던 존 매카시(John McCarthy)가 개최하였으며 참가자였던 마빈 민스키(Marvin Minsky), 클로드 새넨(Claude Shannon) 등이 조직
- 다트머스 회의에서 ‘인공지능 (Artificial Intelligence)’ 용어가 처음 사용

1956 Dartmouth Conference: The Founding Fathers of AI



John MacCarthy



Marvin Minsky



Claude Shannon



Ray Solomonoff



Alan Newell



Herbert Simon



Arthur Samuel



Oliver Selfridge

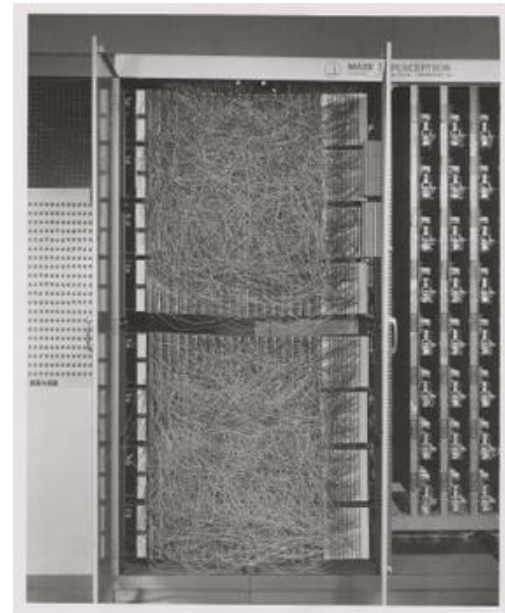


Nathaniel Rochester



Trenchard More

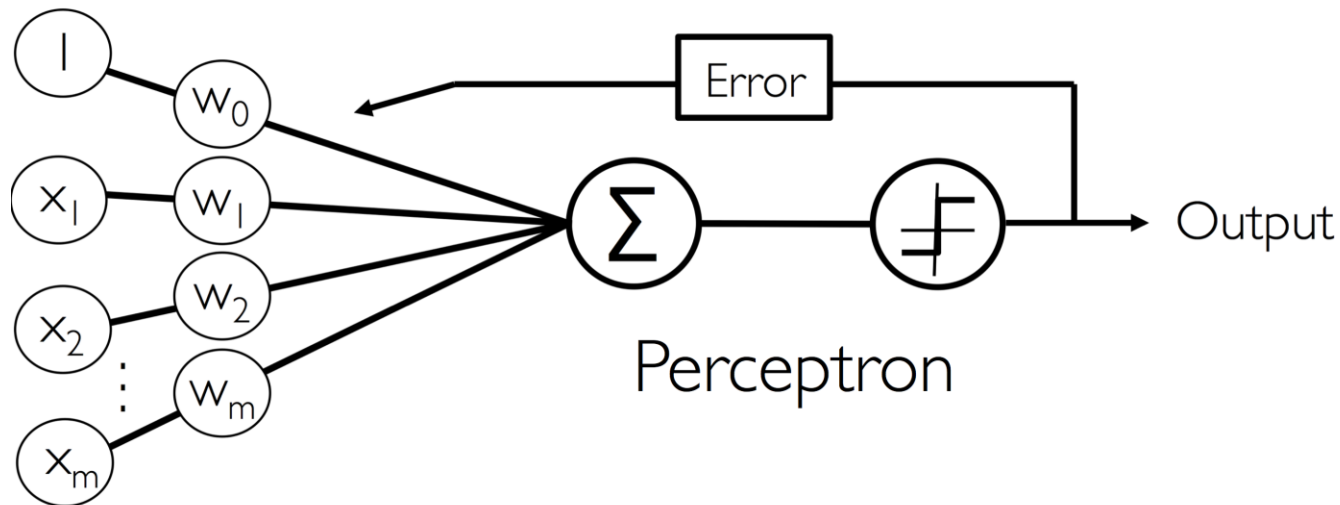
- 1957년 로젠블랫(Frank Rosenblatt) 퍼셉트론 발표
 - 논문 : The perceptron : a probabilistic model for information storage and organization in the brain
 - 책 : Principles of Neurodynamics: Perceptrons and the Theory of Brain Mechanisms (1962)
 - 다수의 신호를 입력으로 받아 하나의 신호로 출력
- AI 첫번째 붐(Boom, 1956~1974)
 - 1960년대는 신경망의 낙관적인 전망으로 활발한 연구 프로그램이 진행



Mark I Perceptron at the Cornell Aeronautical Laboratory', hardware implementation of the first Perceptron (Source: Wikipedia / Cornell Library)

가중치 업데이트 : 계산함수 사용

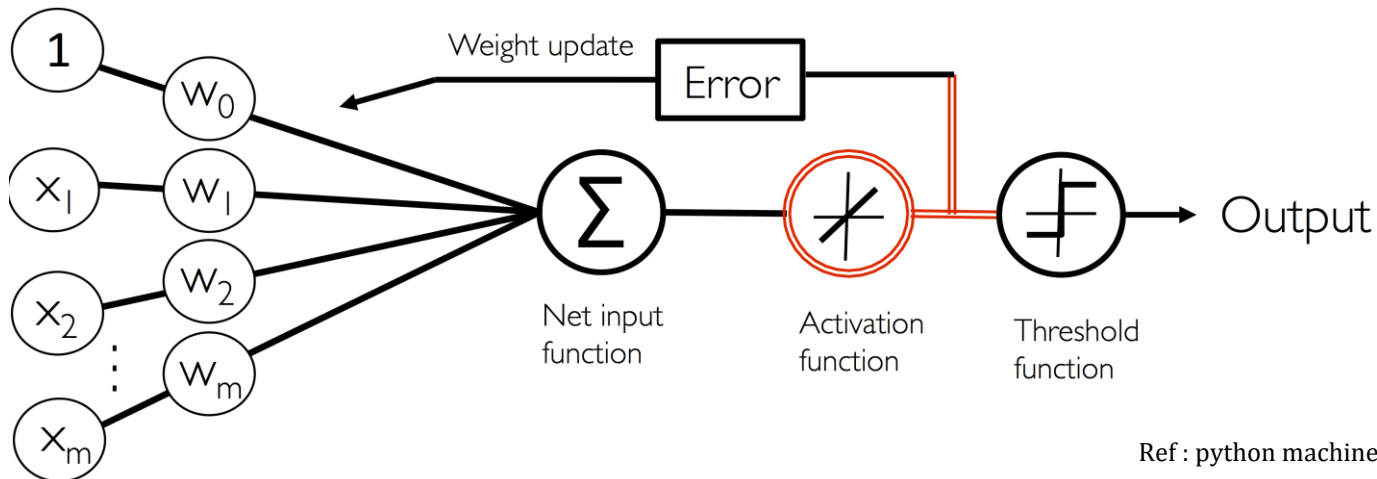
$$\hat{y} = w_1x_1 + w_2x_2 + \cdots + w_mx_m + w_0 = \sum_{i=1}^m w_ix_i + w_0 = w^T x + b$$
$$output = \begin{cases} 0(\hat{y} \leq \theta) \\ 1(\hat{y} > \theta) \end{cases}$$



- 1960 년 버나드 위드로(Bernard Widrow)와 테드 호프(Ted Hoff)
 - 논문 : Adaptive switching circuits
 - 퍼셉트론의 학습알고리즘을 개선한 Adaline/Madaline(ADaptive LInear NEuron/Multiple Adaline)을 발표
 - 실제 레이블값과 예측레이블(선형활성화함수의 출력)값을 비교하여 모델의 오차를 계산하고 가중치 업데이트

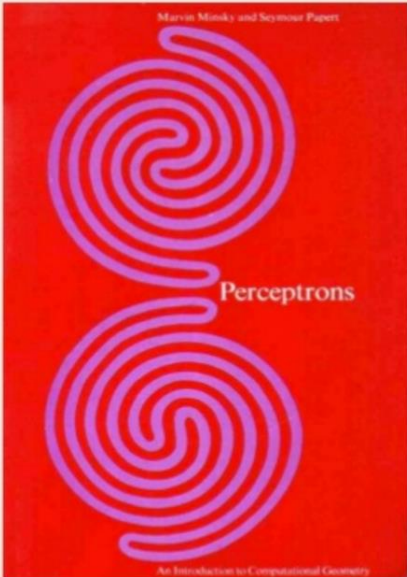
$$\hat{y} = w_1x_1 + w_2x_2 + \cdots + w_mx_m + w_0 = \sum_{i=1}^m w_ix_i + w_0 = w^T x + b$$

$$j(w) = \frac{1}{2} \sum_i^m (y_i - \hat{y}_i)^2, \quad output = \begin{cases} 0(\hat{y} \leq \theta) \\ 1(\hat{y} > \theta) \end{cases}$$



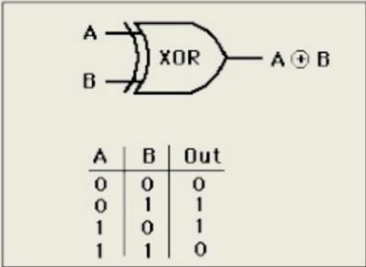
- 1969년 민스키(Marvin Minsky)와 페퍼트(Seymour Papert)의 저서
 - 책 : Perceptrons (This book triggered a long AI Winter)
 - 로젠블랫(Frank Rosenblatt)의 퍼셉트론 한계를 수학적으로 입증
 - 퍼셉트론은 선형분류기에 불과하여 XOR 문제 해결 못함
- 이후 신경망 연구 퇴조(AI Winter, 첫번째 빙하기)

1969: Perceptrons can't do XOR!




Marvin Minsky and Seymour Papert
Perceptrons
An Introduction to Computational Geometry

<http://www.i-programmer.info/images/stories/BabBag/AI/book.jpg>



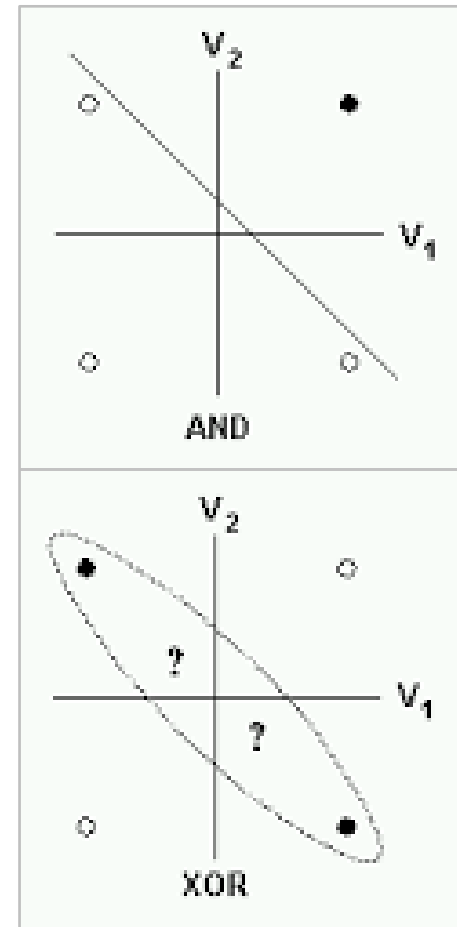
A | B | Out
0 | 0 | 0
0 | 1 | 1
1 | 0 | 1
1 | 1 | 0

<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/electronic/ietron/xor.gif>



Minsky & Papert

<https://constructingkids.files.wordpress.com/2013/05/minsky-papert-71-csolomon-x640.jpg>

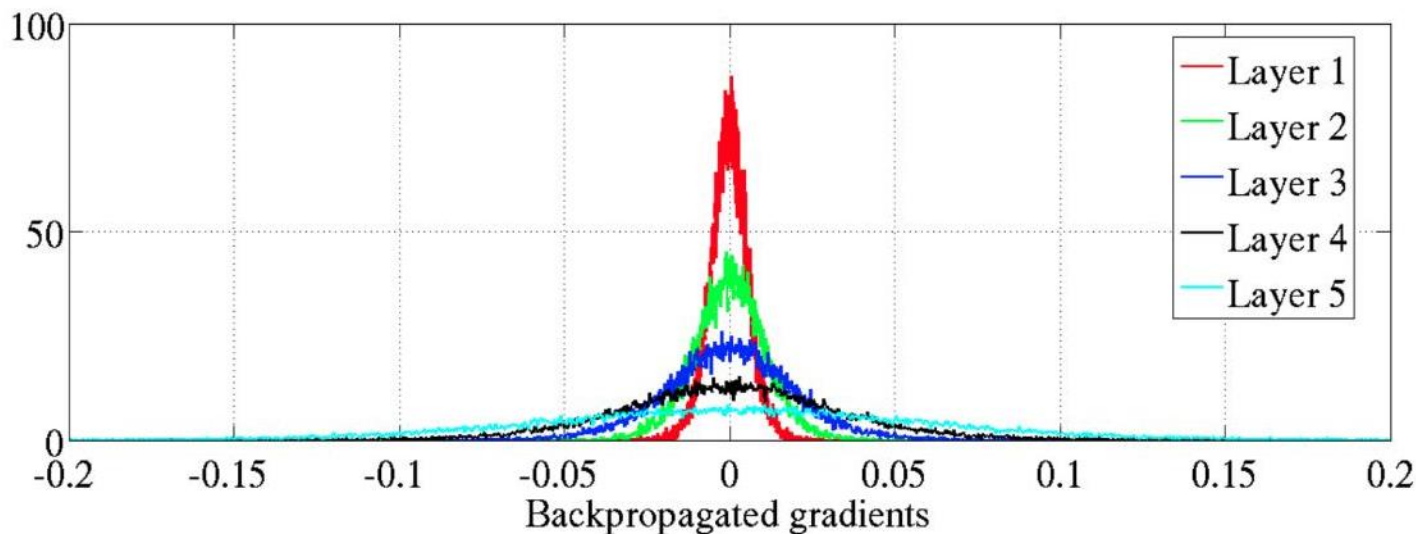
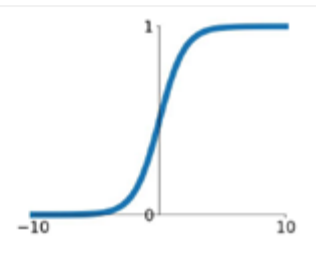


- 1982년 폴 워보스(Paul Werbos)
 - 다층 퍼셉트론 학습시킬 수 있는 Back-propagation 알고리즘 발표
 - 1974년 하버대 박사학위 논문으로 작성하였으나 AI Winter의 영향으로 8년이 지난 1982년에 발표.
 - MIT의 Minsky를 방문(1974년). MLP가 실제로 이전의 문제들을 극복 할 수 있다는 것을 보여주는 공동 논문을 제안(그러나 민스키는 관심이 없었다)
 - 데이비드 파커(David Parker) , 얀 레쿤(Yann LeCun)은 1984년에 이 논문을 발견
- 1986년 데이비드 럼멜하트(David Rumelhart), 제프리 힌튼(Geoffrey Hinton), 로널드 윌리엄스(Ronald Williams)
 - 1986년에 발표하여 마침내 널리 알려짐
 - “Learning representations by back-propagating errors”
 - 책 : Parallel Distributed Processing : Explorations in the Microstructure of Cognition
 - 다층 퍼셉트론과 오류 역전파(Back Propagation) 알고리즘 제시-공식화
 - 1986년에 복잡한 학습 문제를 해결하기 위해 다층 신경망을 훈련 할 수 있는 방법을 널리 이해하게 되었다
- 1989년 얀 레쿤(Yann Lecun) CNN발표
 - Bell연구소에서 “Back-propagation to Handwritten Zip Code Recognition”발표
 - “Handwritten digit recognition with a back-propagation network”라는 논문
 - MLP에서 Backpropagation Algorithm에 기반하여 Convolution과 결합하여 필기체숫자 인식(MNIST) 문제를 시연

- Vanishing Gradient Problem 현상
 - 레이어를 깊게 쌓을수록 Backpropagation 과정에서 Gradient가 사라지는 현상
 - 시그모이드 함수(sigmoid function, logistic function)
- MLP는 다른 현실의 문제에 잘 작동하지 않음
- MLP보다 강력한 성능을 보여주는 SVM의 Kernel Method가 등장함

Sigmoid

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



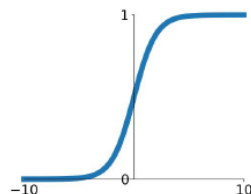
Backpropagated gradients normalized histograms (Glorot and Bengio, 2010).

Gradients for layers far from the output vanish to zero.

- 2006년 **딥러닝**이 실현되어 신경망이 기계 학습의 주류 기술로 자리매김
 - 2006년 토론토대학의 제프리 힌튼(Geoffrey Hinton) 등이 “A fast learning algorithm for deep belief nets” 발표 : 딥러닝 기술이 실용화 가능성
 - 2007년 몬트리올 대학 오슈아 벤지오(Yoshua Bengio) 등이 “Greedy Layer-Wise Training of Deep Networks” 발표
 - 초기값을 잘 선택하면 깊은 신경망도 해결할 수 있다(sigmoid → ReLU)
 - **Deep Nets, Deep Learning으로 발표**

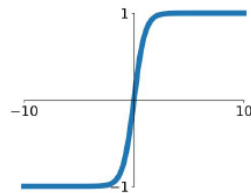
Sigmoid

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



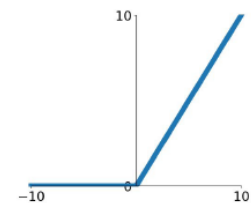
tanh

$$\tanh(x)$$



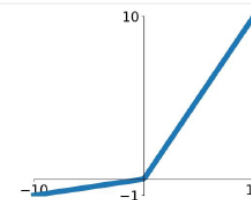
ReLU

$$\max(0, x)$$



Leaky ReLU

$$\max(0.1x, x)$$

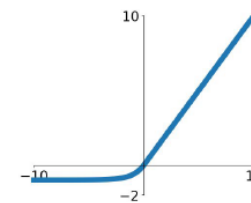


Maxout

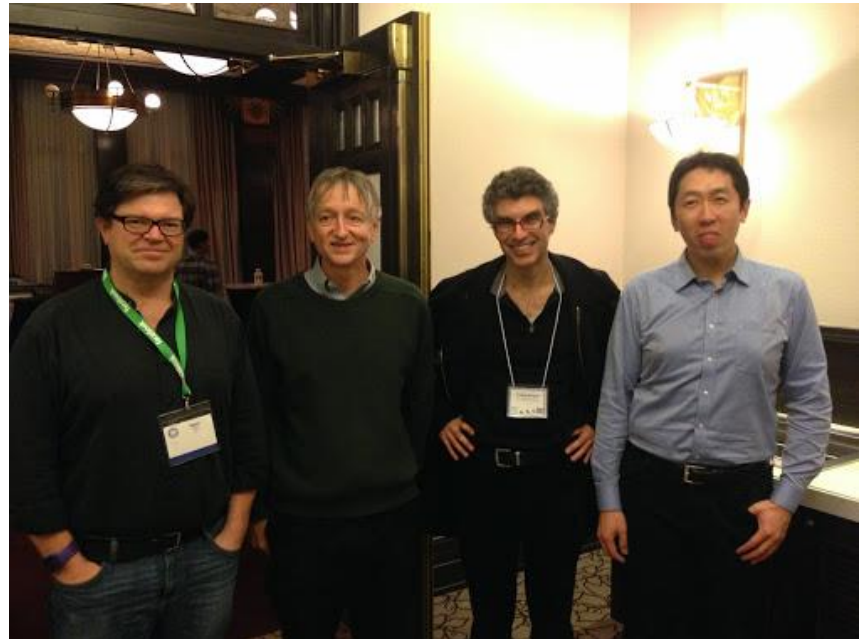
$$\max(w_1^T x + b_1, w_2^T x + b_2)$$

ELU

$$\begin{cases} x & x \geq 0 \\ \alpha(e^x - 1) & x < 0 \end{cases}$$



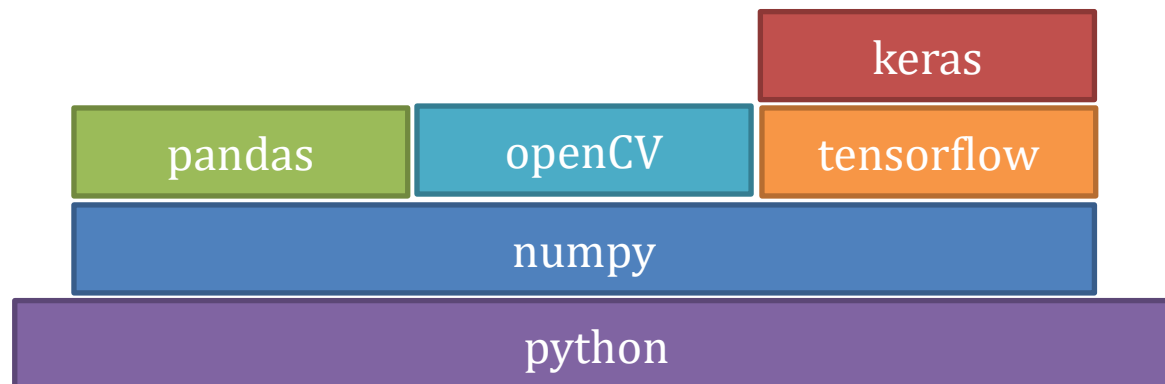
- **안 르쿤**(Yann LeCun, 1960년, 프랑스) : 벨연구소, 페이스북, 뉴욕대학
- **제프리 힌튼**(Geoffrey Hinton, 1947년, 영국) : 구글, 오류 역전파, 토론토대학, 안 르쿤(제자)
- **오슈아 벤지오**(Yoshua Bengio, 1964, 프랑스, 캐나다) : 딥러닝, word2vec(언어모델링), 몬트리올 대학, MILA연구소, 삼성전자와 공동연구, 이안 굿펠로우(제자)
- **앤드류 응**(Andrew Yan-Tak Ng, 1976년, 중국계 영국, 국적 : 미국) : 바이두, 딥러닝, deeplearning.ai and Coursera 설립자
- '2019 Turing Award' 공동수상
 - Geoffrey Hinton, Yoshua Bengio, Yann LeCun



Who ended AI Winter?

19

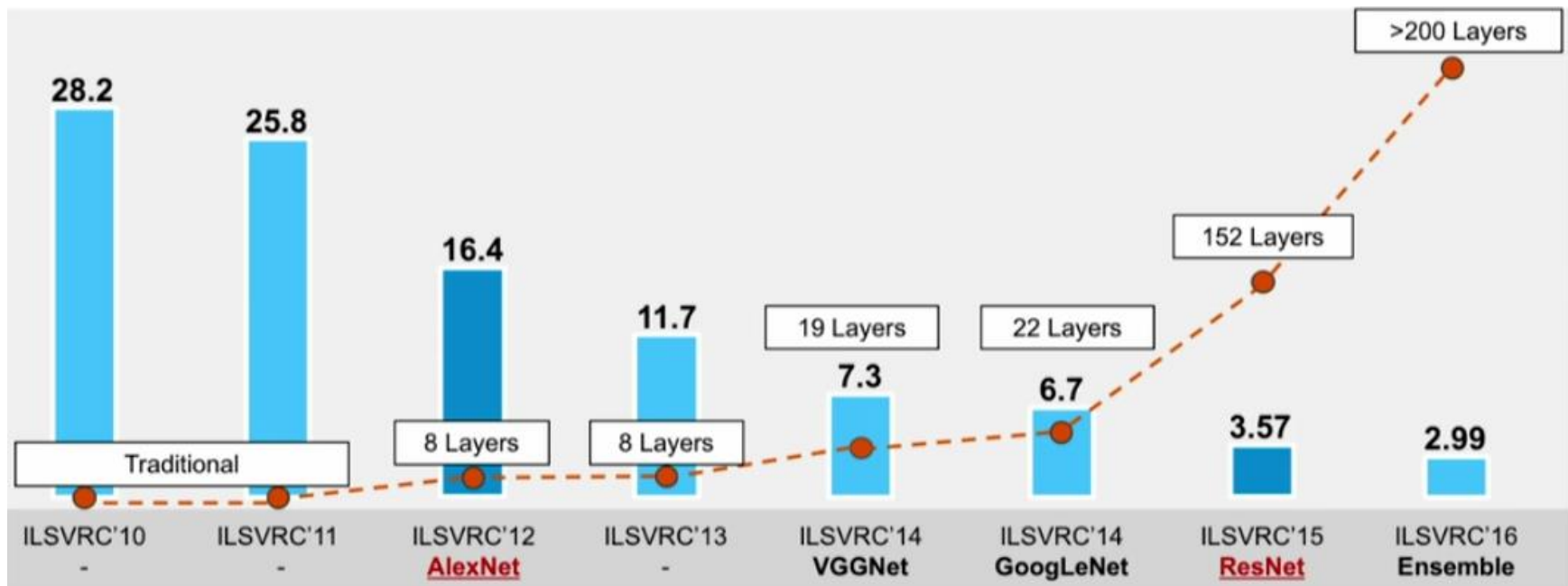
- 2011년 : 앤드류 응(Andrew Yan-Tak Ng)과 제프 딘(Jeff Dean)
 - 마빈 프로젝트(Marvin Project, Google Brain 전신)
- 2015년 TensorFlow 서비스 시작
- 2019년 10월 TensorFlow 2.0 Releases



ILSVRC(ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge)

20

- 2010년 ImageNet탄생. 2009년 페이페리 리(Pei-Fei Li)등 ImageNet Data구축
- ImageNet의 데이터셋을 사용하여 자웅을 겨루는 이미지 인식기술 대회
- 2012년 대회
 - AlexNet(Hinton 연구실의 Alex라는 박사과정학생)이 압도적인 성적으로 우승
 - 딥러닝이 지금처럼 큰 주목을 받게 된 계기. 이후 대회의 주역은 딥 러닝
- 2015년 대회
 - 150층이 넘는 심층 신경망(ResNet)으로 오류율 3.57%.
 - 일반적인 인간의 인식능력을 넘어섰다?



- 2011년 IBM에서 개발한 인공지능 프로그램
- 자연어로 주어진 질문에 답변을 하는 인공지능 시스템
- 자연어처리, 정보검색, 지식 표현 및 추론, 기계학습 이용 질의에 대한 답변
 - ① 비 구조화된 데이터(unstructured data) 분석
 - ② 복잡한 질문 이해
 - ③ 답변 제공
- 퀴즈쇼 '제퍼디!'에서 인간 우승자를 제치고 우승 차지
- 현재 의료, 금융, 유통 등 다양한 분야에 활용



- 2016년 알파고와 이세돌의 바둑 대회에서 알파고 승리
- 구글 DeepMind 개발
- 2016.3.9~3.15 총 5회의 대국에서 알파고가 4승 1패로 승리
- 기계학습과 병렬처리로 구현
- 알파고 버전(2017년 12월 알파고 개발 종료)

버전	하드웨어	경기 실적
AlphaGo Fan (2015.10)	176 GPUs, 분산 컴퓨팅	Fan Hui와 대국에서 5:0 승
AlphaGo Lee (2016.3)	48 TPUs, 분산 컴퓨팅	이세돌 기사와 대국에서 4:1 승
AlphaGo Master (2017.5)	4 TPUs v2, 단일 서버	커제 9단등 기사들과 대국에서 60:0 승
AlphaGo Zero (2017.10)	4 TPUs v2, 단일 서버	AlphaGo Lee와 대국에서 100:0 승 AlphaGo Master와 대국에서 89:11 승

- AI 시대 연 지 10년 만에 **IBM** 골칫덩이로
- 딥마인드도 핵심 프로젝트 접어
- 2011년 2월 IBM 슈퍼컴퓨터 왓슨은 미국 ABC 인기 퀴즈쇼 제퍼디!에서 당대 최고로 꼽히던 켄 제닝스를 완파하고 우승해 폭발적인 관심을 불러일으켰다.

되돌아 보면 IBM에겐 꿈같은 시절이었다

- https://www.chosun.com/economy/tech_it/2021/07/20/2ZE5MWL7MBBU5CGUUXXLUBD4PM/
- http://www.digitaltoday.co.kr/news/articleView.html?idxno=410086&fbclid=IwAR0v7oVzCke6Thp2m9yMvmbal_53nDqozuOq3BaSbNMHfdb_NfZHfihmNs



"man in black shirt is playing guitar."



"construction worker in orange safety vest is working on road."



"two young girls are playing with lego toy."



"girl in pink dress is jumping in air."



"black and white dog jumps over bar."



"young girl in pink shirt is swinging on swing."

Results

Tags

- sink
- floatie
- drown
- bathing
- starfish

Nearest Caption in the Training Dataset

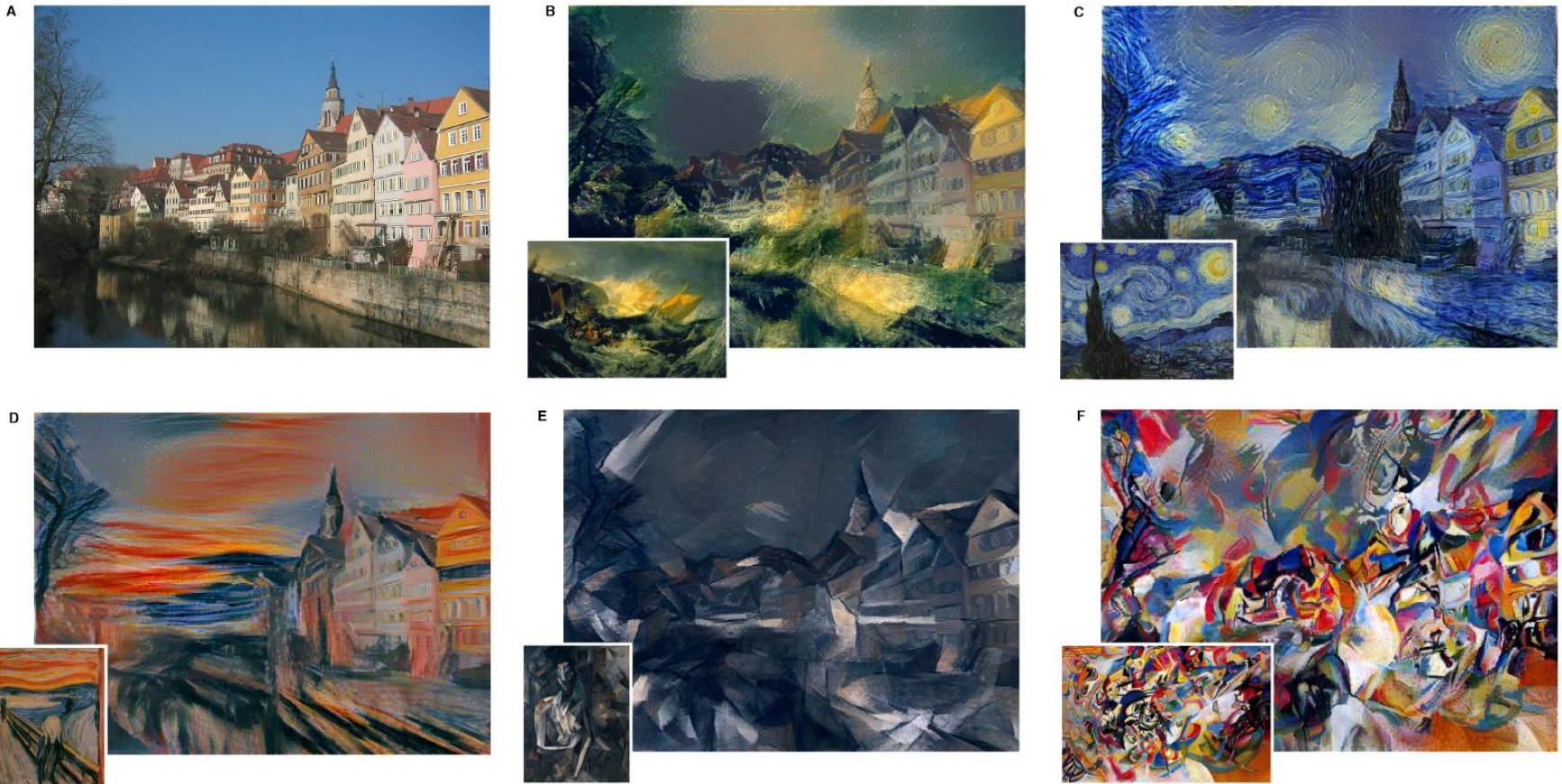
a boy in a swimsuit is playing in gushing water .

Generated Captions

- a young boy swimming in water .
- a young boy is underwater in a swimming pool .
- a young boy in a swimsuit is on a blue bowl of water .
- a baby boy playing in the water .
- a blond boy in a red shirt is swimming in the water .



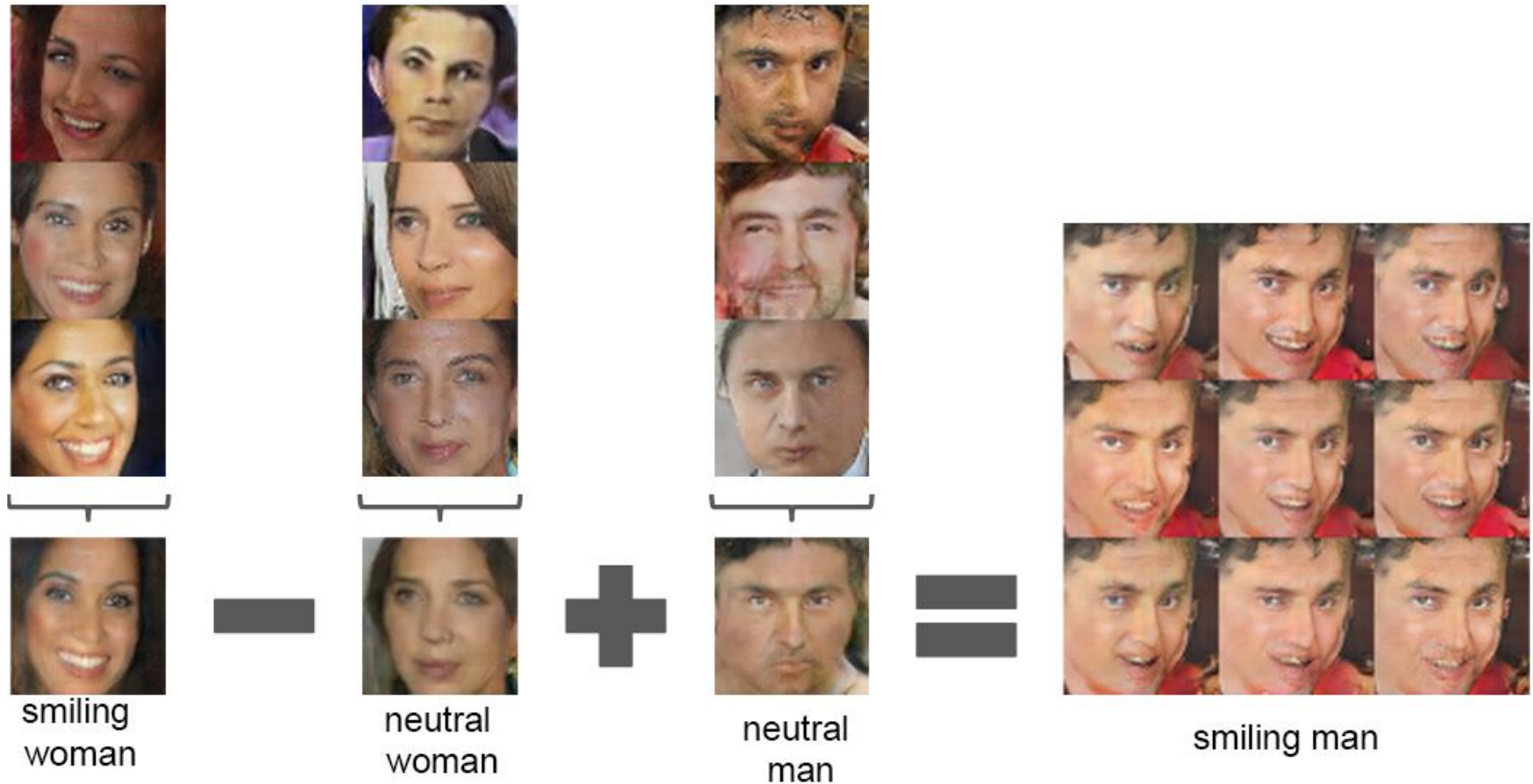
- A Neural Algorithm of Artistic Style(Sep 2, 2015) 논문의 이론을 구현
 - Image Style Transfer Using Convolutional Neural Networks(July 30, 2016)



A Original photograph(Neckarfront in Tübingen, Germany). **B** The Shipwreck of the Minotaur by J.M.W.Turner, 1805. **C** The Starry Night by Vincent van Gogh, 1889. **D** Der Schrei by Edvard Munch, 1893. **E** Femme nue assise by Pablo Picasso, 1910. **F** Composition VII by Wassily Kandinsky, 1913.

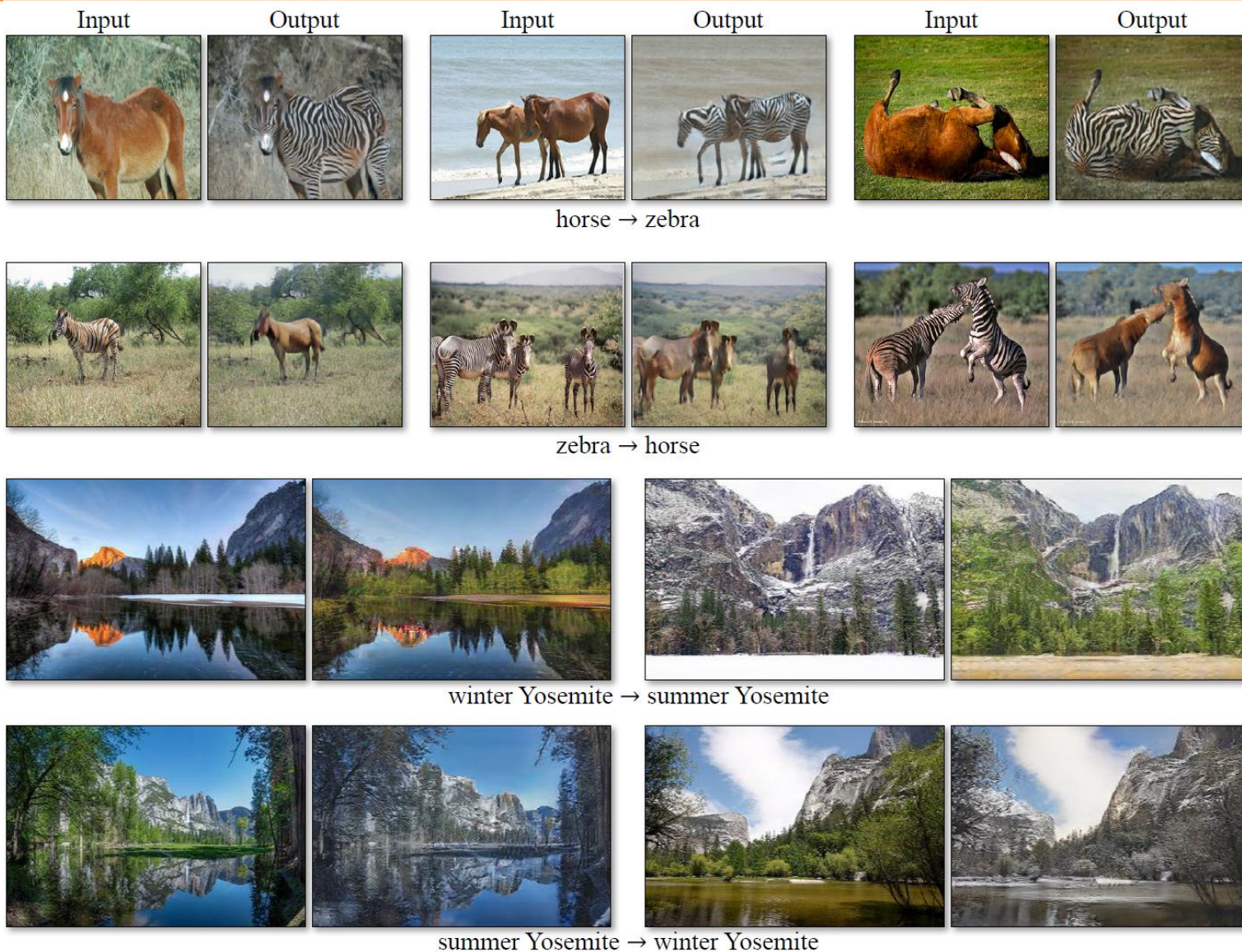
Vector Arithmetic on Face Samples

27

















CycleGAN

28



A mostly complete chart of Neural Networks

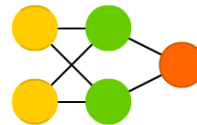
©2019 Fjodor van Veen & Stefan Leijnen asimovinstitute.org

-  Input Cell
-  Backfed Input Cell
-  Noisy Input Cell
-  Hidden Cell
-  Probabilistic Hidden Cell
-  Spiking Hidden Cell
-  Capsule Cell
-  Output Cell
-  Match Input Output Cell
-  Recurrent Cell
-  Memory Cell
-  Gated Memory Cell
-  Kernel
-  Convolution or Pool

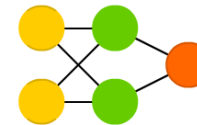
Perceptron (P)



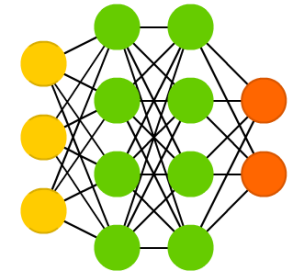
Feed Forward (FF)



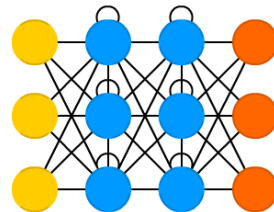
Radial Basis Network (RBF)



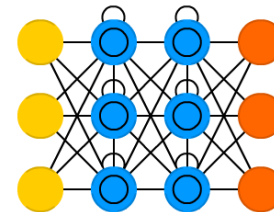
Deep Feed Forward (DFF)



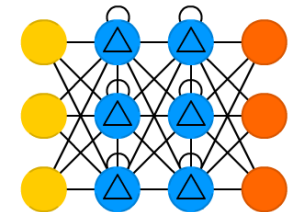
Recurrent Neural Network (RNN)



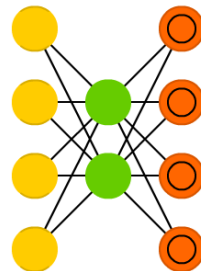
Long / Short Term Memory (LSTM)



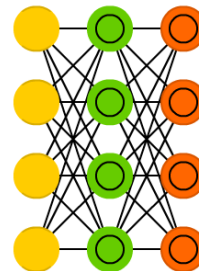
Gated Recurrent Unit (GRU)



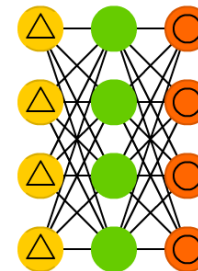
Auto Encoder (AE)



Variational AE (VAE)



Denoising AE (DAE)



Sparse AE (SAE)

