

AI 기술동향

- 딥러닝 이후, AI 알고리즘 트렌드 -

Content

➤ AI 역사

➤ AI 알고리즘 트렌드

- GAN (Generative Adversarial Network)
- Deep Reinforcement Learning
- Transfer Learning
- XAI (eXplainable AI)
- Capsule Networks

인공지능 (AI) 역사

AI 알고리즘은 지난 60년간 두 번의 침체기와 두 번의 전성기를 겪었으며, 딥러닝이 본격적으로 주목받기 시작한 2012년 이후부터 세 번째 전성기를 맞고 있음

다트머스 컨퍼런스 1956년 : AI의 탄생

1956^[18]년에 열린 다트머스 컨퍼런스는 마빈 민스키와 존 매카시, 그리고 IBM의 수석 과학자인 클로드 새넌과 네이션 로체스터(Nathan Rochester)가 개최했다. 컨퍼런스는 "학습의 모든 면 또는 지능의 다른 모든 특성로 기계를 정밀하게 기술할 수 있고 이를 시뮬레이션 할 수 있다"^[19]라는 주장을 포함하여 제안을 제기했다. 참가자는 레이 솔로모노프(Ray Solomonoff), 올리버 셀프리지(Oliver Selfridge), 트렌처드 모어(Trenchard More), 아서 새뮤얼(Arthur Smuel), 앨런 뉴얼(Allen Newell)과 허버트 사이먼(Herbert A. Simon)으로, 그들 모두 수십년동안 인공지능 연구에서 중요한 프로그램을 만들어온 사람들이었다.^[20] 컨퍼런스에서 뉴얼과 사이먼은 "논리 이론"을 소개했고, 매카시는 Artificial Intelligence를 그들의 연구를 칭하는 이름으로 받아들일 것 설득했다.^[21] 1956년 다트머스 컨퍼런스는 AI 라는 이름, 목표점, 첫번째 성공과 이를 이룬 사람들, 그리고 넓은 의미의 AI의 탄생을 포함하는 순간이었다.^[22]

황금기(1956~1974년)

다트머스 컨퍼런스 이후에, AI라는 새로운 영역은 발전의 땅을 질주하기 시작했다. 이 기간에 만들어진 프로그램은 많은 사람들을 "놀랍게(astonishing)"^[23] 만들었는데, 프로그램은 대수학 문제를 풀었고 기하학의 정리를 증명했으며 영어를 학습했다. 몇 사람들은 이와같은 기계의 "지능적" 행동을 보고 AI로 모든 것이 가능할 것이라 믿었다.^[24] 연구자들은 개인의 의견 또는 출판물들을 통해 낙관론을 펼쳤고, 완전한 지능을 갖춘 기계가 20년 안에 탄생할 것이라고 예측했다.^[25] ARPA(Advanced Research Projects Agency)같은 정부 기관은 이 새로운 분야에 돈을 쏟아부었다.^[26]

AI의 첫번째 암흑기(1974-1980)

70년대에 이르자, AI는 비판의 대상이 되었고 재정적 위기가 닥쳤다. AI 연구자들은 그들의 눈앞에 있는 복잡한 문제를 해결하는데 실패했다. 연구자들의 엄청난 낙관론은 연구에 대한 기대를 매우 높여놓았고, 그들이 약속했던 결과를 보여주지 못하자, AI에 대한 자금 투자는 사라져버렸다.^[48] 동시에, Connectionism 또는 뉴럴망은 지난 10년동안 마빈 민스키의 퍼셉트론(시각과 뇌의 기능을 모델화한 학습 기계)에 대한 파괴적인 비판에 의해 완전히 증지되었다.^[49] 그러나 70년대 후반의 AI에 대한 좋지 않은 대중의 인식에도 불구하고, 논리 프로그래밍, 상징 추론과 많은 여러 영역에서의 새로운 아이디어가 나타났다.^[50]

인공지능 (AI) 역사

Boom 1980-1987

1980년대에는 전 세계적으로 사용된 '전문가 시스템'이라고 일컫는 인공지능 프로그램의 형태였고 인공지능 검색에 초점이 맞춰졌다. 같은 시기에 일본 정부는 자신들의 5세대 컴퓨터 프로젝트와 인공지능에 적극적으로 투자하였다. 1980년대에 존 홉필드와 데이비드 루멜하트의 신경망 이론의 복원이라는 또 다른 사건이 있었다.

Terminator 2 (1991)

JOHN: Can you learn? So you can be... you know. More human. Not such a dork all the time.

TERMINATOR: My CPU is a neural-net processor... a learning computer. But Skynet presets the switch to "read-only" when we are sent out alone.

TERMINATOR Basically. (starting the engine, backing out) The Skynet funding bill is passed. The system goes on-line August 4th, 1997. Human decisions are removed from strategic defense. Skynet begins to learn, at a geometric rate. It becomes self-aware at 2:14 a.m. eastern time, August 29. In a panic, they try to pull the plug.

SARAH: And Skynet fights back.

TERMINATOR: Yes. It launches its ICBMs against their targets in Russia.

SARAH: Why attack Russia?

TERMINATOR: Because Skynet knows the Russian counter-strike will remove its enemies here.

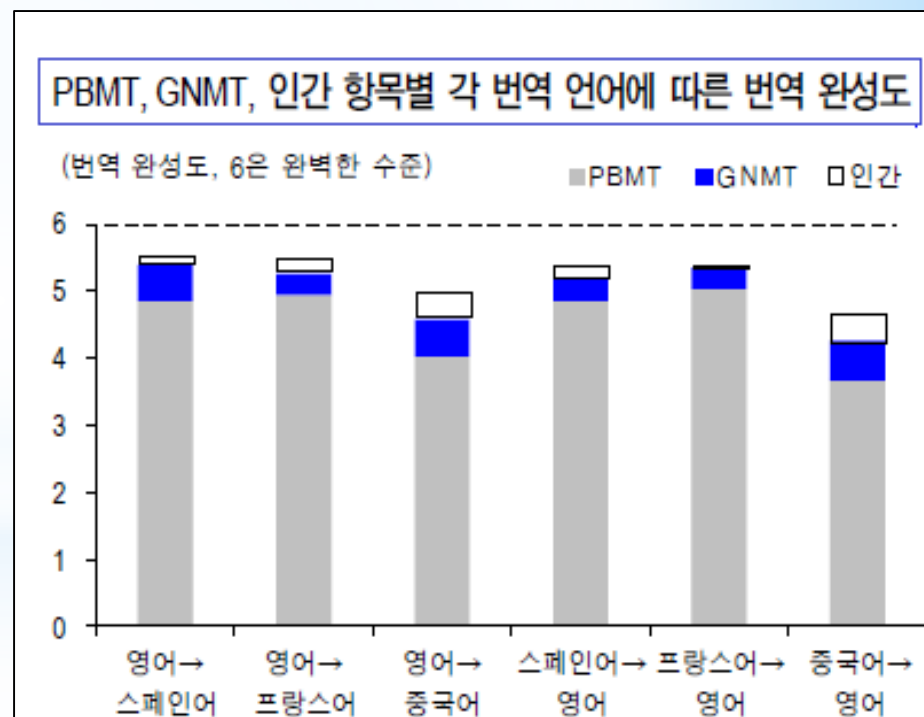
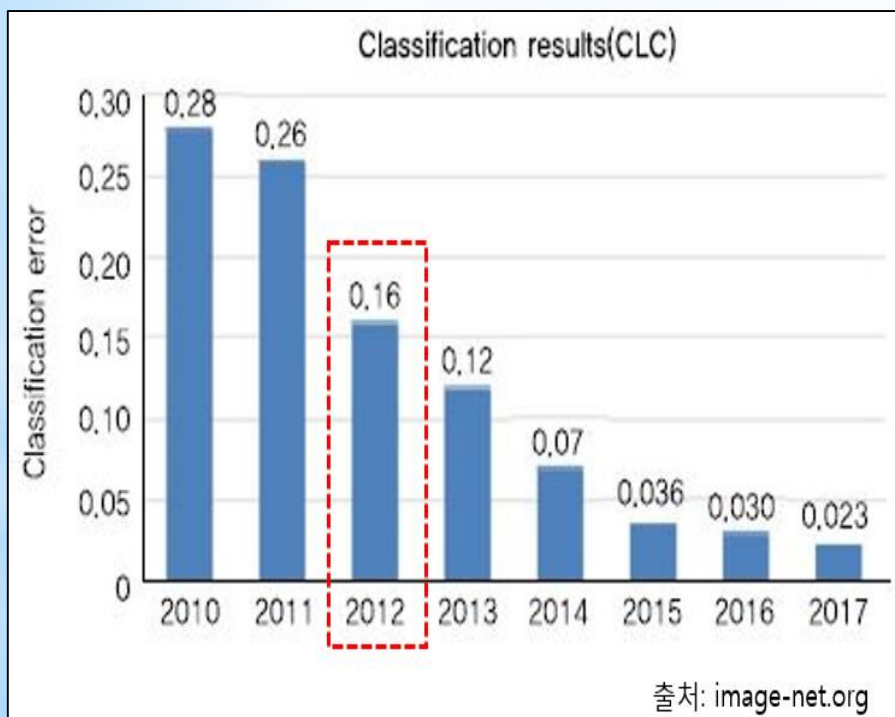


인공지능 (AI) 역사

AI의 두번째 암흑기 1987-1993

AI와 비즈니스 커뮤니티의 매력은 상실했고 경제 거품이라는 고전적 형태의 1980년대에 빠졌다. 붕괴는 정부기관과 투자자들의 '해당 분야는 계속해서 비판에도 불구하고 진보해왔다.'는 인식에 비롯된 것이었다. 로봇 공학 분야에 관련 된 연구원인 Rodney Brooks 와 Hans Moravec는 인공지능에 대한 완전히 새로운 접근 방식을 주장하였다.

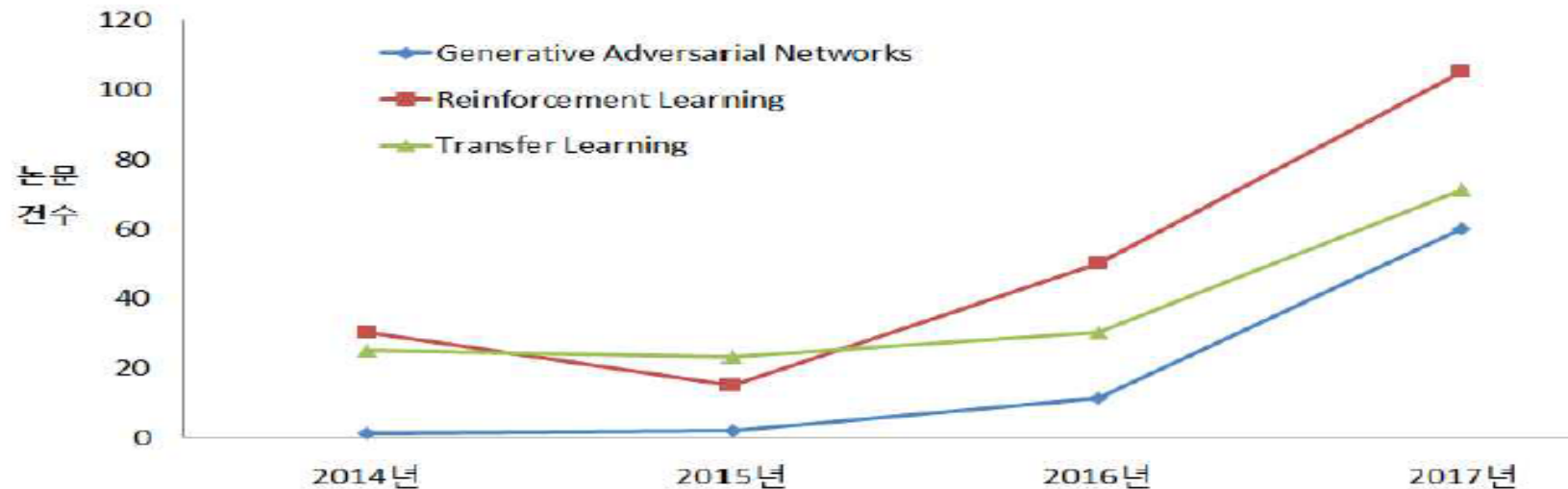
현재 (2019)



인공지능 (AI) 역사

- 딥러닝 알고리즘이 본격적으로 관심을 받기 시작한 이후 이를 활용하는 과정에서 드러난 한계점을 극복하기 위한 다양한 알고리즘이 활발히 연구되고 있음
 - 인공지능 대표 학회인 NIPS/CPVR/ICML에 실린 논문만 보더라도 2014년 이후 생성적 적대 신경망, 강화학습, 전이학습 등의 키워드 증가세가 뚜렷
 - 또한, 주요 AI 논문이 arXiv.org⁴¹⁾ 사이트에 통해 배포되고 있으며 이러한 특징은 저널 게재나 주요 학회 참여와 관계없이 자신이 연구한 결과를 널리 알리는 경향이 빠르게 증가하고 있음을 보여줌
- * 2017년 arXiv.org에 실린 전체 AI 논문 건수는 13,325건이며 이 가운데 Computer vision and pattern recognition 분야가 4,895건(약 37%)으로 가장 많음⁴²⁾

그림 21 주요 AI 알고리즘 논문 건수 추이⁴³⁾



출처 : <https://www.scopus.com>

AI 알고리즘 종류 - overview

Advanced tech.

Capsule Networks

Learning to explain(e.g., XAI)

Learning to learn(e.g., Transfer learning)

Generative Adversarial Networks, Deep Reinforcement Learning

Deep learning neural networks(e.g., CNNs, RNNs)

본 보고서
분석 범위

Dimensionality reduction(e.g., PCA) Ensemble learning(e.g., gradient boosting)

Instance based(e.g., KNN) Decision tree learning

Monte Carlo methods Linear classifiers(e.g., SVM) Clustering(e.g., k-means)

Statistical inference(e.g., Bayesian inference) Markov process Regression Analysis

Traditional tech.

Descriptive Statistics Naïve Bayes classifier

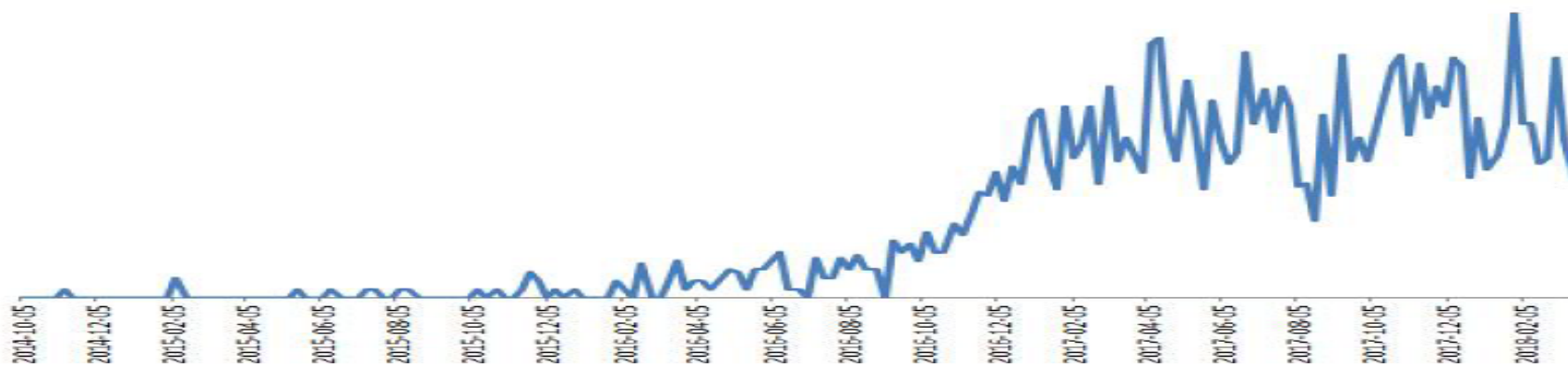
AI 알고리즘 종류 - GAN 등장배경

1 생성적 적대 신경망 (Generative Adversarial Networks)

가. 등장 배경

- GAN¹⁾은 대립하는 두 시스템이 서로 경쟁하는 방식으로 학습이 진행되는 비교사 (Unsupervised) 학습 알고리즘으로 2014년 이안 굿펠로우(Ian J. Goodfellow)가 NIPS(Neural Information Processing System)²⁾에 소개한 이후 학계의 관심이 증가하고 산업계 활용이 본격화되고 있음³⁾
 - CNN, RNN 등은 이미지와 음성을 인식하지만 새로운 이미지와 음성을 생성하지는 못하고 대부분 지도학습 기반으로 활용되고 있다는 한계가 있음
 - GAN의 혁신성은 기존 딥러닝 알고리즘과 달리 비교사 학습 방식으로 스스로 이미지와 음성을 생성한다는 데 있음
 - 즉 현실 세계에서는 라벨링 된 데이터에 비해 라벨링 되지 않은 데이터가 대부분이며 정답이 없는 데이터가 훨씬 많기 때문

그림 2 GAN 키워드의 구글 트렌드 추이



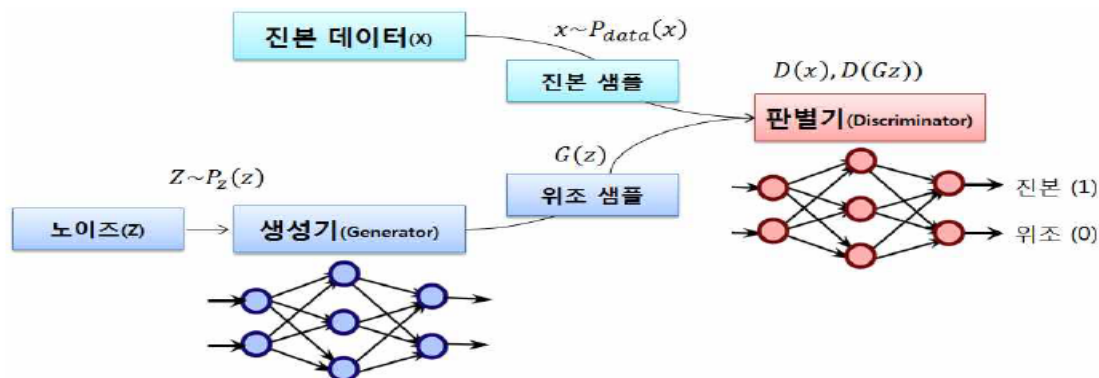
_출처 : Google Trend (2018)

AI 알고리즘 종류 - GAN 구조 및 원리

나. 구조 및 원리

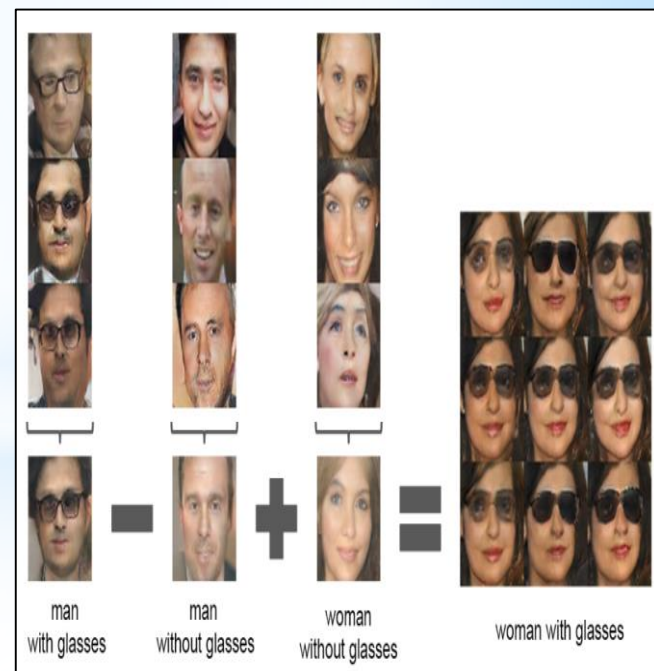
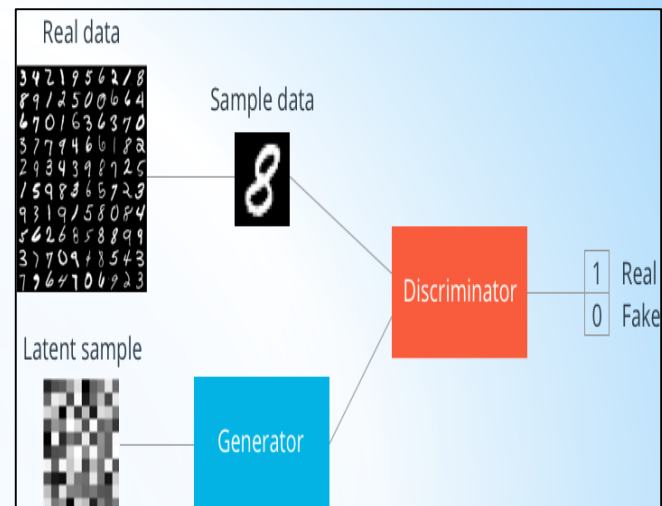
- GAN은 생성기와 판별기로 구성된 서로 다른 주체가 적대적으로 경쟁하며 자신의 성능을 강화하는 과정을 통해 진본 데이터에 가까운 위조 데이터를 생성하는 원리
 - 즉 생성기에서는 임의의 분포로부터 위조 데이터를 생성하고, 판별기는 진본 데이터와 위조 데이터를 구별하기 위해 학습을 진행
 - 이 과정에서 생성기를 판별기를 최대한 잘 속이기 위해 노력하고 판별기는 진본 데이터와 위조 데이터를 최대한 구별하기 위해 경쟁적으로 학습
 - 결과적으로 GAN은 진짜와 같아지는 학습을 통해 사용자가 입력한 조건에 가장 가까운 샘플을 만들어 보다 생생한 데이터(이미지, 음성 등)를 생성할 수 있음

그림 3 GAN의 구조 및 원리



$$\rightarrow \min_G \max_D V(D, G) = E_{x \sim P_{data}(x)} [\log D(x)] + E_{z \sim P_z(z)} [1 - \log D(G(z))]$$

- 생성기 G는 가지고 있는 진본 데이터 x의 분포를 알아내려고 경쟁
- 만약 G가 정확히 진본 데이터 분포를 모사할 수 있다면 이로부터 추출한 샘플은 진본 데이터 분포의 샘플과 구분할 수 없음
- 판별기 D는 자신이 판별하려는 샘플이 생성기 G가 만든 위조 샘플인지 혹은 진본 데이터로부터 만들어진 진본 샘플인지 구별하여 각각의 경우에 대한 확률을 계산
- 판별기 D는 진본 데이터로부터 추출한 샘플 x의 $D(x)=1$ 이 되고, 생성기 G에 임의의 노이즈 분포로부터 추출한 z로 만들어진 샘플에 대해서는 $D(G(z))=0$ 가 되도록 경쟁
- 즉, D는 실수할 확률을 낮추기(min) 위해 경쟁하고 반대로 G는 D가 실수할 확률을 높이기(max) 위해 경쟁하는 minimax 문제임

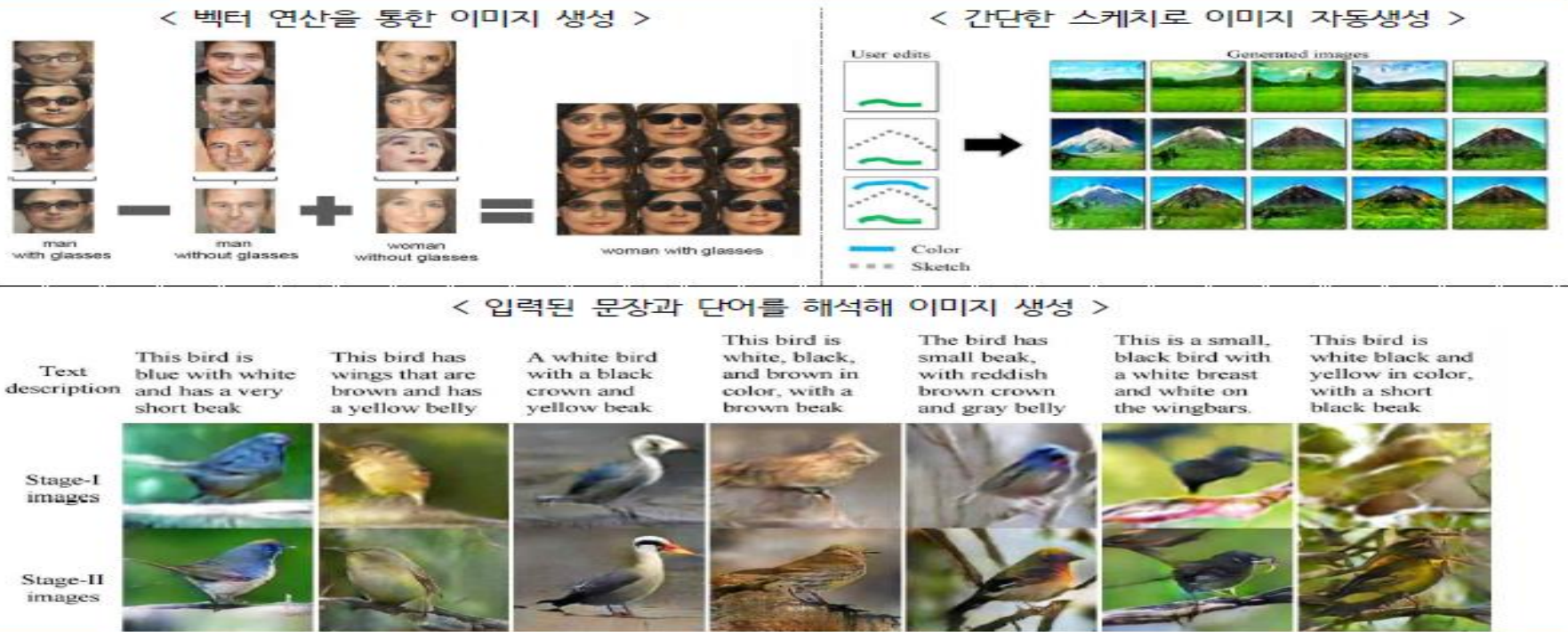


AI 알고리즘 종류 - GAN 이미지생성

다. 연구 동향

- (이미지 생성) 다양한 형태의 이미지를 생성·조작하고, 간단한 스케치만으로 완전한 이미지를 만들거나, 텍스트를 읽고 이에 해당하는 이미지를 생성하는 것도 가능
 - (DCGAN: Deep Convolution GAN) 가장 대표적인 GAN기법으로 유명인, 동물, 자동차 등 다양한 현실 객체를 생성할 뿐 아니라 이미지 연산 조작이 가능⁴⁾
 - (iGAN: Interactive GAN)⁵⁾ 간단한 스케치만으로 자동으로 이미지를 생성
 - (StackGAN: Stacked GAN)⁶⁾ 입력된 문장과 단어를 이용하여 가상의 이미지를 생성하며 저해상도 이미지 생성 단계와 고해상도 이미지 생성단계로 구성됨

그림 4 DCGAN, iGAN, StackGAN을 이용한 이미지 생성

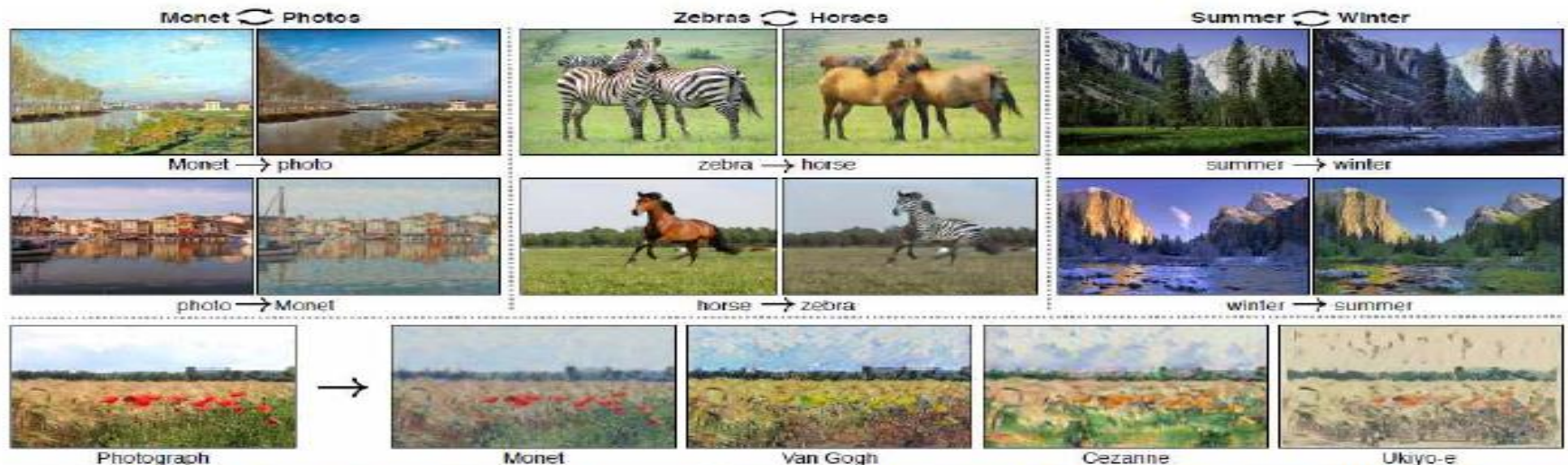


_출처 : A. Radford and L. Metz (2016), <https://github.com/junyanz/iGAN>, Zhang et al. (2017)

AI 알고리즘 종류 - GAN 이미지변환

- (이미지 변환) GAN은 동일한 객체를 스타일이 다른 이미지로 변환하거나 유사한 스타일의 새로운 객체를 생성할 수 있음
 - (CycleGAN: Cycle-consistent GAN) 7) 두 도메인의 데이터 쌍이 없는 상황에서 한 도메인에 있는 이미지를 다른 도메인의 이미지로 스타일을 바꿈
 - * 이와 유사한 기존 논문에서는 변환하고자 하는 두 도메인에 대응하는 데이터 쌍(예: 고희 그림과 이에 대응하는 동일한 풍경 사진)이 있어야 가능
 - * CycleGAN에서는 두 개의 생성기를 사용하여 한 도메인에 있는 데이터를 다른 도메인으로 변환하고 다시 원래의 도메인으로 재변환하는 순환 일관성(Cycle Consistency) 개념을 제안

그림 5 CycleGAN을 이용한 이미지 변환



- 위: 모네 그림과 사진 간 스타일 변환(왼쪽), 얼룩말과 말 이미지 간 스타일 변환(가운데), 요세미티 여름과 겨울 사진 간 스타일 변환(오른쪽)
- 아래: 유명 화가 그림으로 학습한 후, 풍경 사진을 각 화가 스타일의 이미지로 변환

_출처 : Jun-Yan Zhu et al. (2018)

AI 알고리즘 종류 - GAN 이미지복원

- (이미지 복원) SRGAN(Super-Resolution GAN)을 이용하면 낮은 해상도의 이미지를 높은 해상도의 이미지로 복원하는 것 또한 가능

그림 7 GAN을 이용한 이미지 복원과 생성⁹⁾



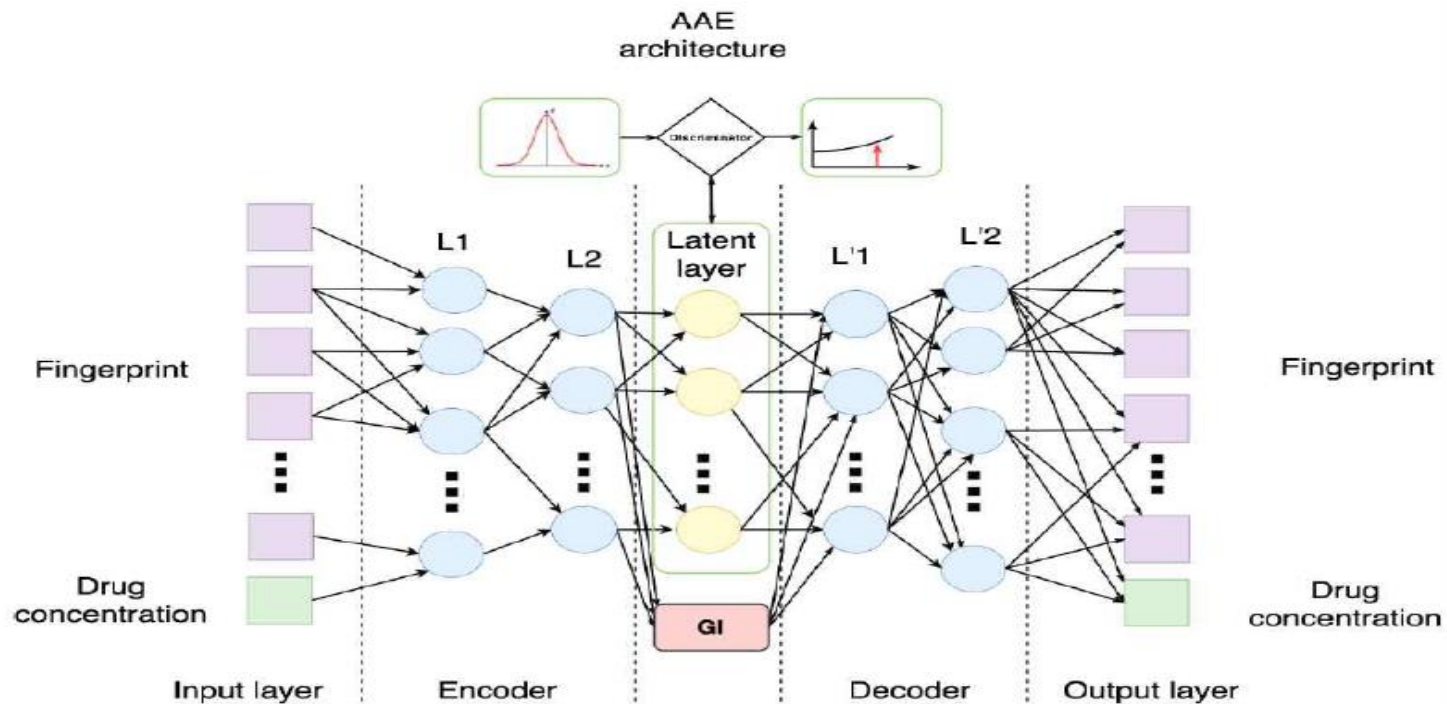
- (bicubic) 기존에 사용하던 2차원 외삽법에 의해 해상도를 높인 이미지
- (SRResNet) 딥러닝 손실함수에 최적화된 SRResNet을 이용해 해상도를 높인 이미지
- (SRGAN) GAN을 이용한 이미지 복원 결과로서 원본 이미지(original)에 가장 가까움

AI 알고리즘 종류 - GAN 신약개발

- **(신약 개발)** 인실리코 메디슨(Insilico Medicine)은 딥러닝과 GAN 등 인공지능 기술을 활용하여 신약개발 기간을 10년에서 3년으로 단축시킬 수 있을 것이라 주장
 - 2017년 발표된 논문¹³⁾에서 GAN과 Autoencoder를 이용하여 항암치료 후보물질을 찾는 과정을 소개, 구체적으로 생성기는 항암 속성을 가진 새로운 분자들을 만들고, 판별기는 기존 치료법을 기반으로 새로 만든 분자가 적절한 지를 판별

그림 8

GAN과 Autoencoder를 이용한 신약 후보물질 탐색 구조



AI 알고리즘 종류 - 심층 강화학습 등장배경

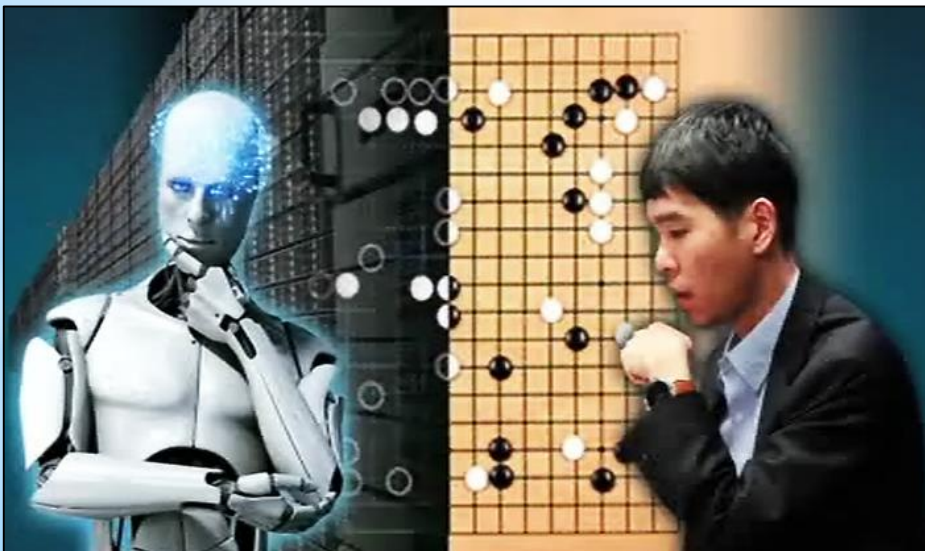
- 강화학습(Reinforcement Learning)은 2016년 AlphaGo와 이세돌 바둑 대결 이후 본격적인 관심을 받기 시작하였으며 2017년 MIT 10대 혁신 기술 중 하나로 선정
 - 강화학습은 특정 환경에서 정의된 에이전트가 현재의 상태를 탐색하고 보상을 최대화하는 행위를 선택하며 스스로를 개선해 나가는 기계학습의 한 영역
 - 강화학습은 반복적인 시행착오를 통해 문제를 해결하는 방법을 스스로 터득한다는 점에서 기존 지도학습, 비지도학습의 정적인 학습 방식과는 다름
- 심층강화학습은 심층학습(Deep Learning)과 강화학습(Reinforcement Learning)을 결합한 기술로서 기존 강화학습의 한계를 극복
 - 현재의 심층강화학습은 단순한 게임 분야를 넘어 최근 자율주행자동차, 로봇틱스 등 잘 정의되지 않는 복잡한 현실 분야에서 적용 가능성을 확인하는 단계

◎ 강화학습 vs. 심층강화학습

- 기존 강화학습은 게임과 같이 현재의 상태와 보상이 잘 정의된 환경에서 매우 뛰어난 성능을 보이나 현실 세계에서는 다양한 상태와 행위에 따른 보상을 정의하기 어렵기 때문에, 결국 에이전트 스스로 이를 이해하고 판단하여 행동해야 한다는 문제가 있음
- DeepMind의 업적은 딥러닝과 강화학습을 결합한 심층강화학습을 통해 기존 강화학습의 한계를 극복하고 다양한 현실 문제에 적용할 수 있다는 가능성을 제시했다는 점

AI 알고리즘 종류 - 심층 강화학습 응용분야 (게임)

- DeepMind는 DQN(Deep Q-Network)이라는 심층강화학습을 개발하여 2013년 Atari Breakout 게임에 적용¹⁵⁾ 이후 알파고에 이르기까지 놀라운 성과를 보여줌
 - Deepmind는 Breakout 게임 외에도 2015년 49종류의 게임에서 인간 수준 이상의 능력을 보인 결과를 Nature지에 발표하고 심층강화학습의 가능성을 제시¹⁶⁾
 - 2016년 AlphaGo와 이세돌 간 바둑 대결은 DQN 심층강화학습의 응용 가능성과 기존 알고리즘의 확장 가능성을 보여준 결정적 계기
 - AlphaGo에 적용된 DQN은 사람의 개입 없이 바둑 AI 끼리의 대국을 통해 스스로 데이터를 만들고 높은 점수를 획득할 수 있는 행동 패턴을 스스로 학습



AI 알고리즘 종류 - 심층 강화학습 응용분야 (자율주행)

- 심층강화학습은 게임 분야 외에 충분한 주행 데이터 확보가 어려워 학습이 어렵거나 시간이 많이 소요되는 자율주행 기술 구현에 본격적으로 활용되기 시작
 - 자율주행을 학습하기 위해 모든 주행 상황을 고려한 학습 데이터를 수집하거나 실제 주행 환경을 완벽히 재현한다는 것은 불가능하기 때문
 - 강화학습은 다양한 주행 데이터를 반복적으로 미세 조정하여 수백만 번의 주행 상황을 재현함으로써 매우 효과적으로 학습모델을 생성할 수 있음
 - * 완성차 업체 중심으로 센서와 딥러닝 등 기존 방법과 함께 강화학습을 보완적으로 적용 연구
 - PFN(Preferred Networks)은 CES 2016에서 심층강화학습을 적용하여 자동차의 속도와 방향 등을 고려하여 개발한 자동주행 시뮬레이터를 소개
 - * PFN이 개발한 기술은 병렬처리 방식으로 다수의 신경망을 동시에 학습하기 때문에 실제 주행 데이터를 수집하여 학습하는 것보다 100만 배 빠른 속도를 보인다고 설명
 - 게임 개발자가 사용하는 게임 제작 엔진 Unity를 만든 기업 Unity Technologies는 최근 자율주행자동차 분야에서 심층강화학습을 통해 가상현실에서 주행시험을 할 수 있도록 Unity 엔진을 적용, 글로벌 자동차 업체와 협력 진행 중
 - * Unity Technologies는 심층강화학습으로 주행성능을 높이기 위한 '데이터 생산 역량'을 보유, 게임 외 자동차, 건설, 제조업, 영화 등 다양한 산업으로 적용 계획

AI 알고리즘 종류 - 전이학습 등장배경

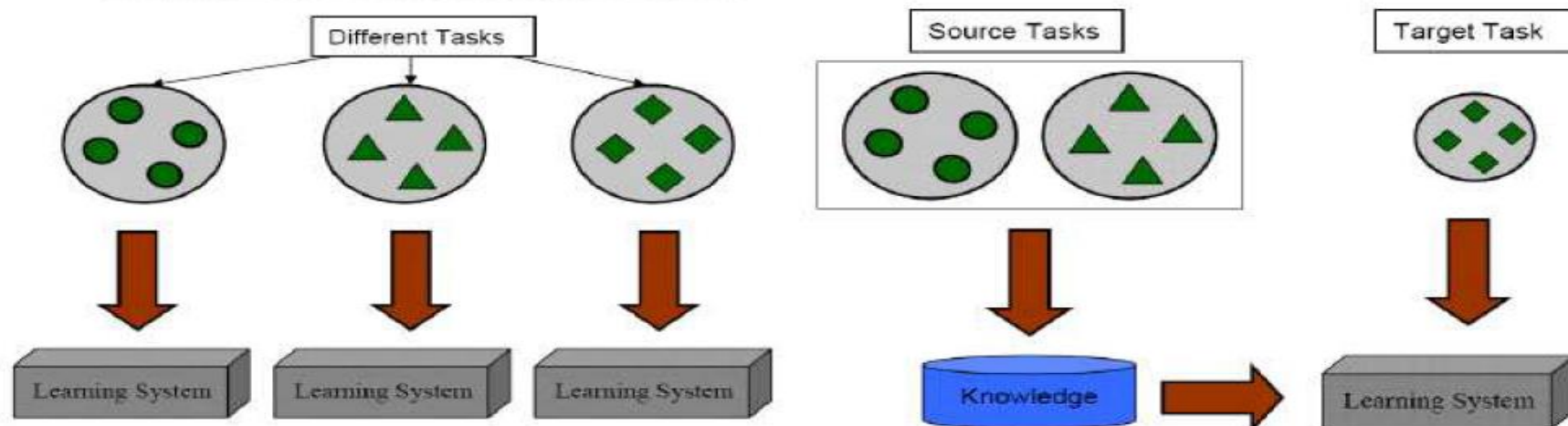
가. 등장 배경

- 기존에 학습한 지식을 재사용할 수 있는 인공지능 알고리즘은 1995년 NIPS에서 'Learning to Learn'의 이름으로 주목받기 시작
 - 이후 전이학습(transfer learning)²⁰⁾, 생애학습(life-long learning), 메타러닝(meta learning) 등 다양한 용어가 등장
 - 전이학습은 사전에 학습이 완료된 모델을 활용하여 새로운 모델을 생성하는 방법으로 Google의 Inception 모델 활용과 DeepMind의 PathNet 등이 대표적
 - 인간의 평생학습 개념과 유사하게 새로운 환경에 적응하여 학습하는 알고리즘 연구로 DARPA의 L2M(Lifelong learning Machines)²¹⁾ 또한 주목

그림 12 기존 머신러닝과 전이학습 비교

<Learning Process of Traditional Machine Learning>

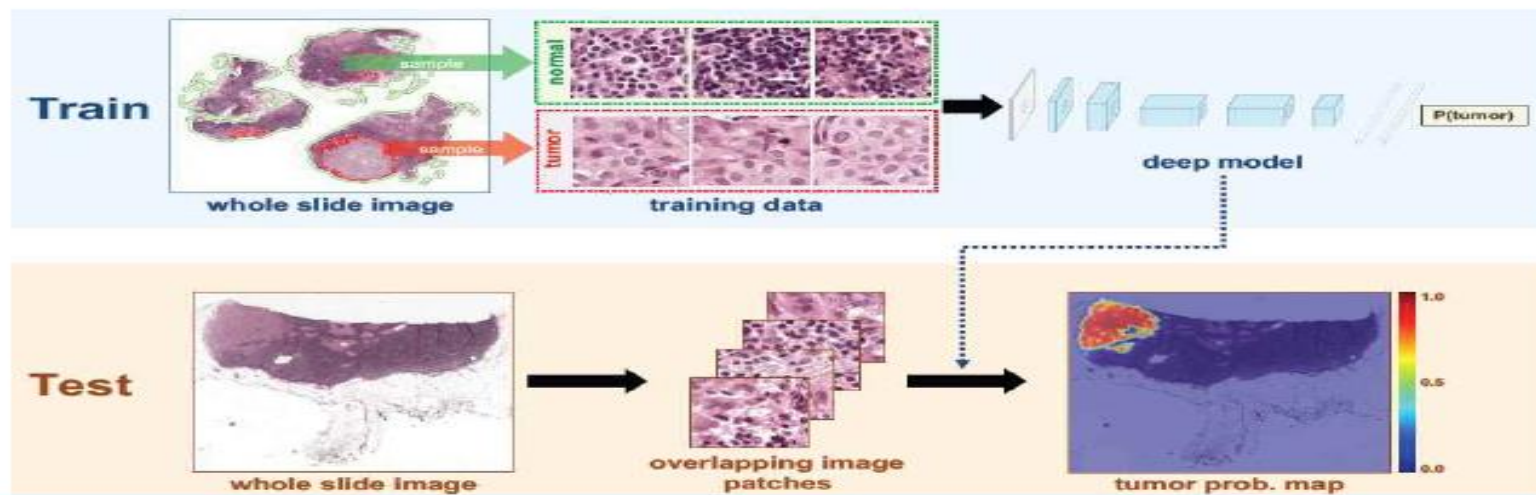
<Learning Process of Transfer Learning>



AI 알고리즘 종류 - 전이학습 활용

- Google의 Inception 모델에 전이학습을 통한 실험 결과 유방암, 피부암, 당뇨병 망막변성 등 의료영상 판독에 전문의 수준과 비슷하거나 능가하는 성능을 보임
 - Camelyon16 대회에서 Andrew Beck 교수팀은 유방암 병리 슬라이드 판독을 위해 Google Inception 모델을 전이학습시켜 7.5% 에러율로 우승²²⁾
 - 유사한 방식으로 전이학습한 결과 피부암²³⁾과 당뇨병 망막변성²⁴⁾ 진단에서 매우 높은 정확도를 보였고 제한된 실험에서 인간 전문의 수준에 근접

그림 13 Andrew Beck 교수팀의 딥러닝 모델



출처 : Dayong Wang (2016)

- Stanford대 연구진은 인공위성이 촬영한 데이터를 이용하여 아프리카 국가들의 빈곤지도를 생성하는 데 전이학습을 활용²⁵⁾
 - 현실적으로 빈곤 데이터는 매우 부족한 상황이며 본 논문에서는 야간에 촬영한 조명 데이터를 부의 분포 분류 지표로 사용함
 - 연구진은 풍부한 야간 조명 데이터를 활용한 전이학습 모델과 고해상도의 주간 위성 데이터를 결합하여 빈곤 지역을 예측할 수 있는 알고리즘을 개발

AI 알고리즘 종류 - 설명가능 인공지능 (XAI) 개요

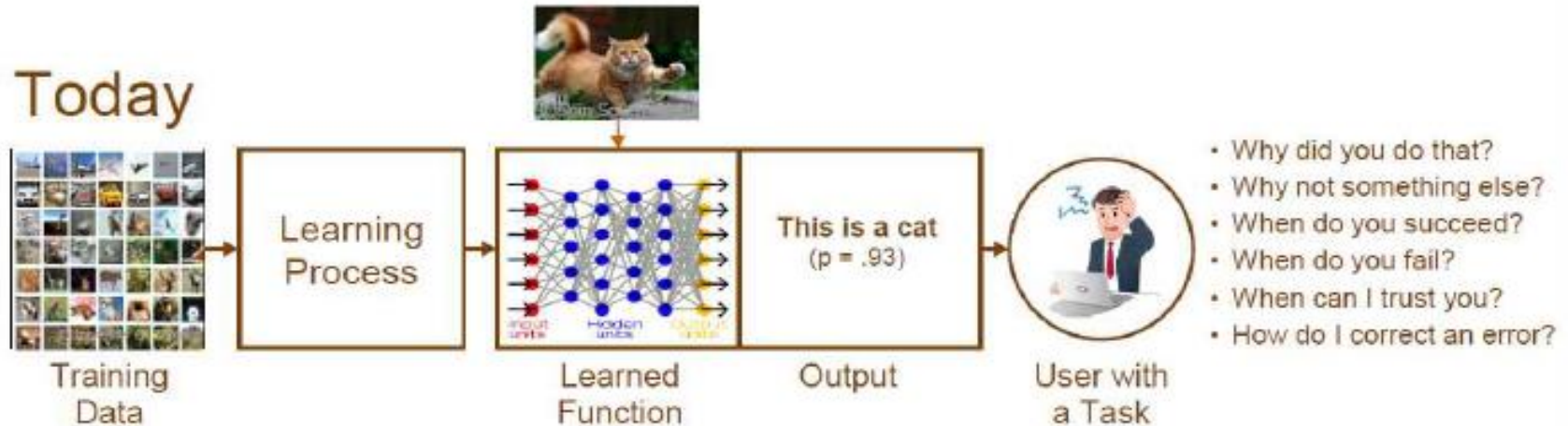
- 최근 딥러닝이 금융, 의료 등 다양한 분야로 확산되고 산업적 가능성을 인정받기 시작하면서 학습 결과에 대한 신뢰성과 도출 과정의 타당성을 확보하려는 요구가 증가하고 있음
 - 사람의 생명과 관련 있는 의료, 자동차 등의 분야와 기업의 의사결정 프로세스 분야를 중심으로 인공지능 알고리즘의 투명성 보장을 위한 기술적, 법적 요구 증가
 - 기술적 대응으로는 2017년 DARPA의 XAI(Explainable AI) 프로젝트를 계기로 설명 가능한 인공지능 알고리즘 기술 개발이 본격적으로 전개됨²⁷⁾
 - 또한 제도적 관점에서 2018년 EU의 GDPR(General Data Protection Regulation) 규제 조항 마련이 설명 가능한 알고리즘 개발 요구를 강화시키는 기폭제로 작용
- DARPA에서는 2017년부터 사용자가 인공지능 알고리즘의 작동 과정을 이해하고 판단 결과에 대한 이유를 설명할 수 있는 기술 개발을 추진
 - 예를 들어 고양이 이미지에 대한 인식의 결과만 알려주는 딥러닝과 달리 XAI에서는 고양이라고 판단한 근거(수염, 털, 발톱 등)를 제시할 수 있어야 한다는 것
 - DARPA의 XAI 프레임워크는 크게 '설명 가능한 모델'과 '사용자 인터페이스 개발'을 포함하고, 특히 '설명 가능한 모델'은 크게 딥러닝을 개선해 설명 가능한 특징값을 학습할 수 있는 기술(Deep Explanation), 결과 도출 과정을 해석할 수 있는 모델(Interpretable Model), 모델 추론 (Model Induction) 등의 방법을 제시

AI 알고리즘 종류 - 설명가능 인공지능 (XAI) DARPA XAI 프레임워크

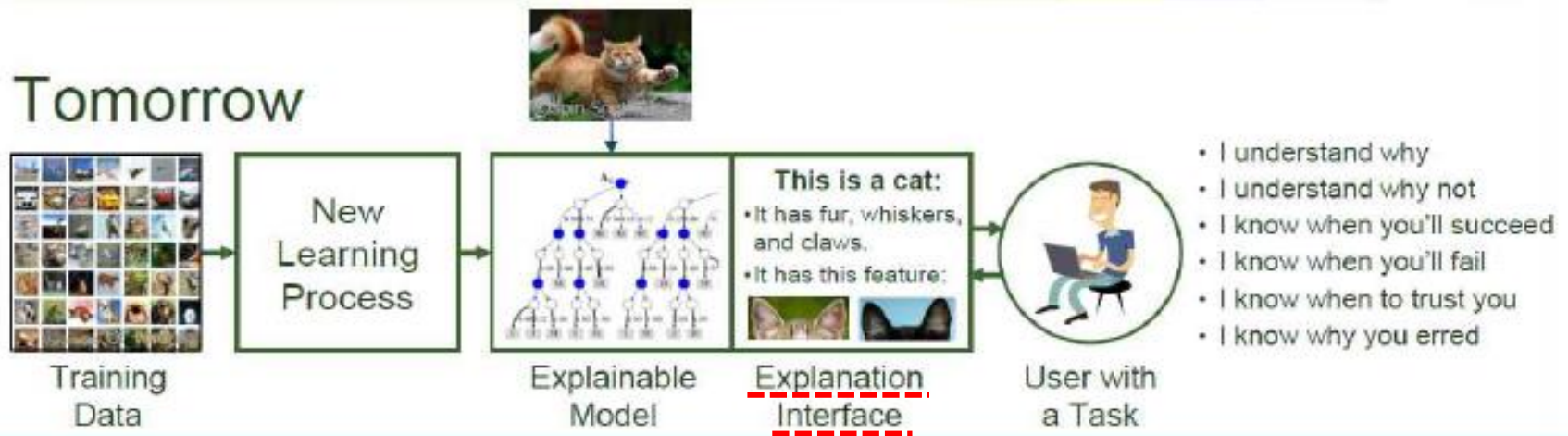
그림 16

DARPA XAI 프레임워크

Today



Tomorrow



출처 : David Gunning (2017)

AI 알고리즘 종류 - 캡슐망 (Capsule Network) 등장배경 및 원리

가. 등장 배경

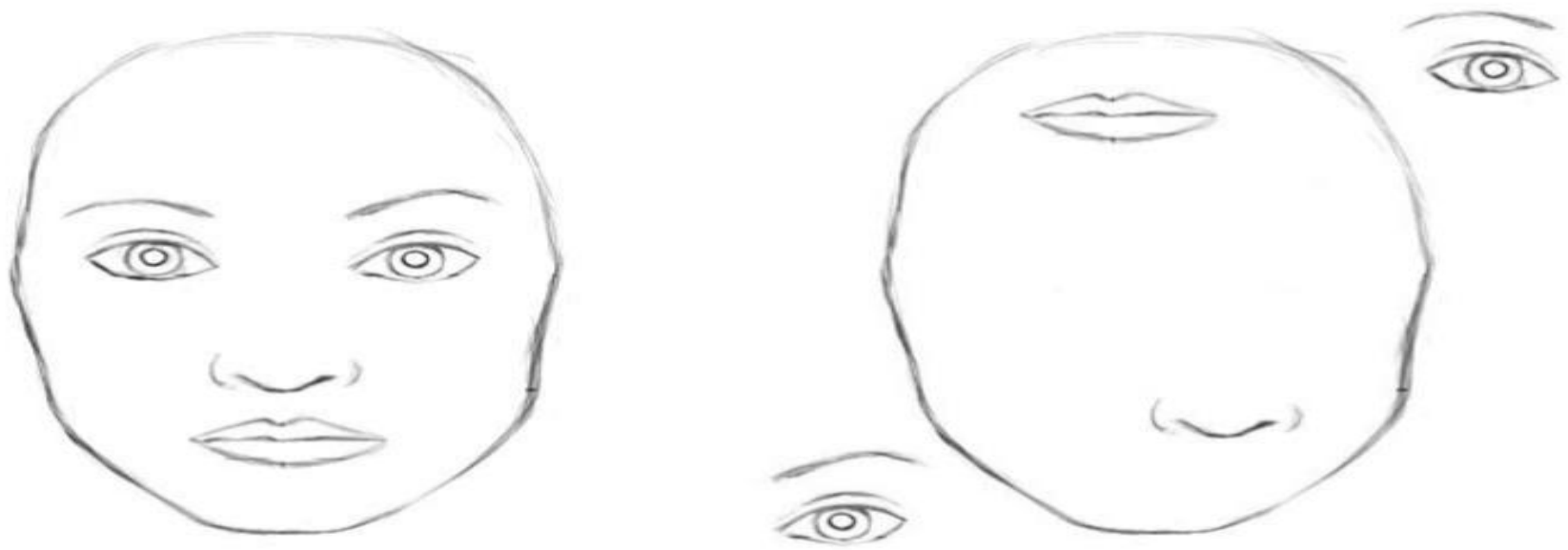
- Hinton 교수는 2017년 'Dynamic routing between capsules' 논문에서 캡슐망 (Capsule Networks)³⁸⁾이라는 새로운 신경망 알고리즘을 제안
 - 이 논문에서는 1979년 힌튼 교수가 처음 제안한 아이디어를 알고리즘으로 구현함으로써 기존 CNN (Convolution Neural Networks)의 구조적 한계를 극복할 수 있는 가능성을 보여줌
 - 기본적인 아이디어는 눈으로 획득한 시각정보를 계층적으로 해체하고 이전에 습득한 지식과 비교해 객체의 종류와 위치, 방향 등의 정보를 역추론하는 것이며, 이러한 점은 사람이 사물을 인식하는 방식과 유사

나. 원리 및 특징

- 캡슐망에서는 각각의 뉴런이 독립적으로 작동하는 CNN과 달리 여러 뉴런들의 그룹을 캡슐이라는 단위요소로 정의하고 특정 개체가 존재할 확률과 성질을 벡터로 표현하여 출력값을 계산
 - CNN의 뉴런 출력값은 스칼라(scalar)이지만 캡슐의 출력값은 벡터(vector)이며 벡터의 크기는 특정 개체가 존재할 확률을, 벡터의 방향은 개체의 성질을 나타냄
 - 캡슐망에서는 개체가 존재할 확률을 효과적으로 표현하기 위해 새롭게 제안한 비선형 함수인 스쿼싱 함수(squashing function)를 사용하고 아래층 캡슐의 출력 벡터 가중치를 계산하기 위해서 맥스풀링(max pooling)이 아닌 동적 라우팅(dynamic routing) 방법을 사용
 - 동적 라우팅에서는 단순히 얼굴을 구성하는 눈, 코, 입 등 구성 요소의 존재(스칼라)만으로 얼굴을 인식하는 것이 아니라 각 요소 간 상관관계(벡터)를 계산

AI 알고리즘 종류 - 캡슐망 (Capsule Network) 등장배경 및 원리

- (정확성) 캡슐망은 기존 CNN과 같은 딥러닝 알고리즘과 비교하여 사람이 사물을 인식하는 방식과 유사하게 3차원으로 세상을 바라봄으로써 보다 적은 데이터를 사용하더라도 우수한 인식 성능을 보임
 - 일반적으로 CNN에서는 은닉 계층이 많을수록 사물의 특징을 잘 인식할 수 있으나 캡슐망에서는 벡터 자체에 충분히 많은 정보가 있어 많은 계층이 필요 없음
 - 결과적으로 캡슐망에서는 CNN보다 적은 학습 데이터를 사용하여 보다 우수한 결과를 보이는 사례를 제시함
- * CNN은 눈, 코, 입이 있으면 얼굴이라고 인식하지만 캡슐망은 두 눈이 가까이 있고 눈 아래에 코가 있고, 눈 아래 입이 있으면 얼굴이라고 인식



CNN은 양쪽의 이미지가 같은 구성요소로 이루어져 있기 때문에 유사한 물체라고 인식합니다.

AI 알고리즘 종류 - 캡슐망 (Capsule Network) 등장배경 및 원리



하지만 CNN으로 여러 각도에서 바라본 물체가 동일한지를 판단한다는 것은 거의 불가능에 가깝습니다. CNN은 3차원으로 물체를 구성해서 인지하지 못하기 때문입니다. 하지만 CapsNet을 사용하면 훨씬 쉽게 여러 관점에서 촬영된 물체가 동일한 물체인지를 판단할 수 있는데, 이는 CapsNet이 명시적으로 모델링된 관계를 가지고 있기 때문입니다. 이번 논문에서는 CapsNet으로는 최근까지 개발된 기술에서 45%의 오류가 감소했다는 연구 결과가 나와있기도 합니다. 이는 엄청난 기술 개선을 의미합니다.