ISSUE PAPER 2016-08

딥러닝(Deep Learning)기술의 이해와 연구개발 정책과제



최근우, 송기선, 강요셉

Ⅰ. 딥러닝 연구개발 및 산업 활성화 필요성
Ⅱ. 딥러닝(Deep Learning) 기술의 개요
Ⅲ. 딥러닝(Deep Learning) 관련 연구개발 · 산업 현황
Ⅳ. 주요국 및 우리나라의 연구개발 정책 현황
Ⅴ. 딥러닝 관련 연구개발 미래정책 과제

KISTEP 한국과학기술기획평가원
Korea Institute of S&T Evaluation and Planning

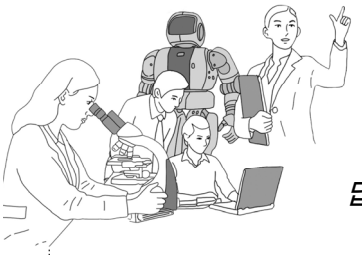
ISSUE PAPER 2016 - 08

딥러닝(Deep Learning) 기술의 이해와 연구개발 정책과제

최근우, 송기선, 강요셉



Ⅰ. 딥러닝 연구개발 및 산업 활성화 필요성 ·····3
Ⅱ. 딥러닝(Deep Learning) 기술의 개요 ·····7
Ⅲ. 딥러닝(Deep Learning) 관련 연구개발 · 산업 현황 ·····15
Ⅳ. 주요국 및 우리나라의 연구개발 정책 현황 ·····30
Ⅴ. 딥러닝 관련 연구개발 미래정책 과제 ·····39



발간사



'제4차 산업혁명시대의 도래'가 과학기술계 뿐만 아니라 사회 전체의 화두이다. 주요국은 자국의 특성을 반영한 산업 활성화, 기술개발전략 등을 쏟아 내고 있으며, 주요 글로벌 기업들의 경쟁도 더욱 확대되고 있다. 그 결과 인공지능(AI) 관련 기술과 시장 선점을 위한 경쟁이 가장 치열한 양상을 보이고 있다.

딥러닝(Deep Learning)은 침체되어 있던 인공지능 연구의 기술적 돌파구(breakthrough)를 마련함으로써, 인공지능 기술 진보 및 산업 활성화를 촉발시켰다. 인공지능기술 선진국은 딥러닝에 대한 연구를 꾸준히 이어오고 있으며, 글로벌 기업은 새로운 비즈니스 모델 개발에 박차를 가하고 있다.

그러나 우리나라는 관련한 전문인력이 현저히 부족하고, 해당 기술에 대한 포괄적 이해와 지원 방향에 대한 거시적 목표도 미흡한 상황이다. 다행히 미래창조과학부 등 관계 부처는 지능정보기술연구소를 설립하고, 관련 분야에 장기적인 투자 전략을 발표하는 등 발 빠르게 대응하고 있다.

본 이슈페이퍼는 딥러닝 기술에 대한 개괄적 설명과 연구개발 정책 방향을 제시한다. 특히, 관련 정책 결정자 및 산업계의 이해도 향상을 위해 딥러닝 기술 출현과 이에 따른 인공지능 분야의 파급효과에 대해 설명한다. 또한 기술경쟁에 뛰어든 우리의 기술개발과 산업화 정책 방향도 제언하고 있다. 이에 따라 향후 인공지능 분야의 기술 주도권 확보와 산업 생태계 구축을 위한 건강한 논의가 보다 활발하게 진행되길 기대해 본다.

끝으로 본 이슈페이퍼의 내용은 필자의 개인적인 견해이며, KISTEP의 공식적인 의견이 아님을 밝힌다.

2016년 8월

한국과학기술기획평가원 원장 박 영 아



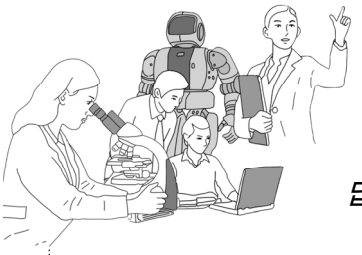
Ⅰ. 딥러닝 연구개발 및 산업 활성화 필요성

인공지능(Artificial Intelligence)의 급격한 발전에 따라 산업 및 노동구조가 급격하게 변화할 것으로 예상됨에 따라 관련 기술에 대한 주목 확대

- 인공지능(Artificial Intelligence)이란, 기계나 소프트웨어를 이용하여 인간의 지능 활동을 구현하도록 한 결과물 또는 연구 분야
  - 이때 지능활동이란, 추론, 학습, 지식보유, 자연어 이해와 구사 등 인간의 추상화에 기반을 둔 활동을 의미
  - 인공지능은 영국 수학자 이자 컴퓨터 과학자였던 '앨런 튜링(Alan Mathison Turing, 1912~1954)'이 고안한 생각하는 기계 '튜링머신'에서 시작한 분야로, 용어는 리스프(Lisp) 언어 창시자인 존 맥카시(John McCarthy)에 의해 고안(기용걸, 2016)
- 정보통신(ICT) 산업뿐만 아니라 기존 제조업 또한 인공지능 기술의 급격한 발전에 따라 융합을 통한 새로운 성장동력 창출 중
  - 인터넷상에서는 이미 광고, 카테고리 분류 등 다양한 분야에서 인공지능 기술이 활용되며 효율적인 인터넷상거래와 웹 환경 구현
  - 기존 제조업으로 분류되었던 자동차, 로봇 등에 인공지능 기술이 결합되며 전혀 새로운 상품과 시장 창출 진행 중
- 인공지능의 확산은 모든 산업에 자동화・최적화를 보다 진전시키며 높은 가치창출과 함께 산업구조를 근본적으로 바꿀 것으로 예상

인공지능 관련 기술 중, 딥러닝(Deep Learning)은 인공지능 연구와 산업 적용에 새로운 돌파구(Breakthrough) 제공

- 딥러닝(Deep Learning, 심층학습)은 인공지능의 한 분야인 머신러닝(Maching Learning)의 한 분야로 인간의 대뇌 연산을 흉내 낸 알고리즘



- 인간 대뇌를 흉내 낸 알고리즘이므로 기존 인간만이 할 수 있다고 여겨지던 고도의 추상 활동을 기계가 할 수 있게 되었으며, 심지어 인간을 능가하는 사례 속출

- 딥러닝 범주에 속하는 알고리즘은 구조에 따라 다양하게 분류되나, 매우 큰 인공신경망을 많은 데이터를 통해 학습시킨다는 공통점

Q 딥러닝은 기술적 한계로 인한 기존 인공지능 기술의 침체를 뛰어넘을 수 있는 기회를 제공함으로써 관련 연구·산업 응용 활성화에 기여

- 제1차 인공지능 붐은 1950년대 후반~1960년대 초반에 진행되었으나, 간단한 문제 외의 복잡한 현실 문제 해결 어려움으로 연구 침체

- 제2차 인공지능 붐은 컴퓨터에 '지식'을 입력하는 접근법[1]을 통해 1980년대에 활성화 되었으나, 지식 서술·관리의 어려움으로 다시 연구 침체

- 제3차 인공지능 붐은 빅데이터를 통한 기계학습과 딥러닝의 기술적 발전으로 인해 2000년대 후반부터 도래하였으며, 현재 관련 연구와 산업 활성화 진행 중

딥러닝 기술의 출현과 함께 전 세계적으로 연구개발 경쟁이 심화되고 있으나, 한국은 이에 대한 대응 미흡

Q ICT 기업을 비롯한 전 세계 주요 기업들은 딥러닝 기술에 대한 활발한 연구개발 투자와 기술융합을 통해 성장 동력 창출 노력 중

- 구글(Google), 페이스북(Facebook), IBM, 바이두(Baidu) 등 세계 주요 IT 기업들은 딥러닝 관련 연구소 설립 및 인재영입을 통해 딥러닝 활용 프로젝트 활발히 진행 중

※ IBM : '10년 이후 슈퍼컴퓨터 '왓슨'과 빅데이터 분야 총 150억 달러 투자, 구글 : '네스트'(Nest, 32억 달러), '딥마인드'(Deep Mind, 6억 달러) 인수, 바이두 : 인공지능연구소 설립(3억 달러) 등

1) '지식'을 입력하는 방식이라 함은 특정문제의 해결을 위해 문제 해결에 필요한 판단 기준을 입력하고, 이를 통해 컴퓨터가 전문가와 유사한 문제 해결을 수행할 수 있도록 시스템을 설계하는 것을 지칭. 예를 들어, 의사의 역할을 대체하기 위해 질병에 관한 지식을 컴퓨터에 입력하고, 이를 통해 컴퓨터가 질병 유무를 판단할 수 있도록 하는 것이 이와 같은 접근법의 일종. 추후 상세 설명.



- 구글과 같은 IT 회사 뿐만 아니라, BMW, 아우디, 포드, 도요타, 현대차 등 자동차 제조 기업들을 딥러닝 기술의 도입을 통해 자율 주행 자동차 개발 활발히 진행

  ※ 2040년 전 세계 75%의 자동차가 자율주행 자동차로 대체될 전망(IEEE. 2012)

- 이 외에도 얼굴인식, 사물인식, 자연어 처리, 상품추천, 금융분석 등 다양한 분야에서 딥러닝 기술이 적용되며, 새로운 서비스 영역 창출 중

Q 주요 기업들의 딥러닝 기술에 대한 적극적 투자와 이를 활용한 상품・서비스의 개발로 관련 시장의 급격한 발전 예상

- 미국 시장조사기관인 IDC는 인공지능 활용 가능 빅데이터 분석 관련 시장은 매년 20% 이상의 속도로 성장하고 있으며, 2019년 관련 분야 시장 규모는 약 486억 달러(약 57조)에 이를 것으로 전망(IDS, 2016)

- 글로벌 컨설팅 기업 맥킨지(McKinsey)는 2025년 인공지능을 통한 지식노동의 자동화의 경제적 파급효과가 연간 5조 2,000억 달러에 이를 것으로 전망(MGI, 2013)

Q 한국은 선진국 대비 낮은 기술력으로 향후 관련 산업 및 시장 창출에 어려움 겪을 전망

- 하이프사이클(hype cycle)상 해외 주요국은 2.9, 한국은 2.2 단계에 이른 것으로 나타났으며, 양산화에 적합한 기술도달 소요 기간은 2.6년으로 나타남(석왕헌·이광희, 2015)

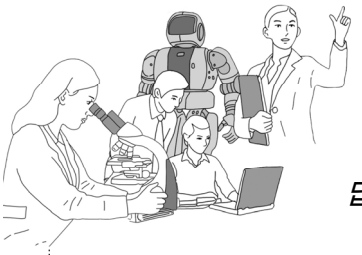
  ※ 하이프사이클은 기술의 발전 단계를 1단계 기술 태동기, 2단계 거품기, 3단계 거품제거기, 4단계 재조명기, 5단계 양산기로 구분

- 인공지능 전반 기술의 세계 최고 기술 수준 100 기준, 국내 평균은 66.3% 수준이며, 약 4.4년의 기술격차가 있는 것으로 조사(석왕헌·이광희, 2015)

- 인공지능 기술의 중분류별 격차는 지능형 SW 3.5년, 인프라 컴퓨팅 3.7년, HW 4.6년, 뇌과학・뇌공학 7.8년 수준으로 조사(석왕헌·이광희, 2015)

딥러닝 기술의 활용 가능성에 대한 탐색과 함께, 연구개발・산업 활성화 방안 마련 필요

Q 주요국들은 인공지능 및 이의 기술적 돌파구를 마련한 딥러닝 기술에 대한 정책 지원 강화 및 연구개발 활성화를 위한 사업 시행 중



- 현재 딥러닝 기술의 발전 전기를 마련한 토론토 대학의 제프리 힌튼(Geoffrey Hinton) 교수 등 대학 소속 연구진은 캐나다고등연구원(CIFAR)의 꾸준한 지원 하에 성과 창출

- 미국의 경우, 인간 뇌를 모사하여 인공지능에 적용하는 것을 최종목표로 하는 「Brain Initiative」('13.2)을 비롯하여, 방위고등연구계획국(DARPA)의 무인기술 등 관련 연구개발에 막대한 투자 진행 중

- 일본의 「로봇신전략」('15.1), EU의 「Human Brain Project」('13 ~ '22) 등 주요국들은 인공지능과 로봇기술의 결합, 인간 두뇌 모사 등 관련 기술에 대한 정책 · 연구개발 지원 계획 진행 중

○ 한국 또한 알파고(AlphaGo) 쇼크로 인해 최근 인공지능과 관련 기술에 대한 정책 지원 및 연구개발 강화를 위한 방안 마련 노력 중

- 2013년 미래창조과학부 주관 「엑소브레인(Exobrain)」 프로젝트를 발족하여 10년 간 3단계에 걸쳐 자연어 이해를 통한 지식 학습, 인간과의 소통이 가능한 SW 개발 진행 중

- 특히 알파고 쇼크 이후, 지능정보기술에 대한 과감한 투자 필요성을 인지하고, 지능정보산업에 대한 5년간 1조원 투자 계획 발표, 「K-ICT 전략 2016」 수립 등 정책적 지원 방안 마련 중

○ 향후 기술발전 동향에 대한 파악을 바탕으로 한 전략적 연구개발 투자와 함께, 산업 생태계 구축을 위한 포괄적 정책 실행 마련으로 신산업 · 시장 마련 필요

▣ 본 이슈페이퍼는 딥러닝 기술발전의 동향을 제시함과 동시에, 향후 한국의 딥러닝 연구개발 · 산업 활성화를 위한 정책방향 제언



Ⅱ. 딥러닝(Deep Learning) 기술의 개요

딥러닝은 인공지능, 보다 세부적으로는 머신러닝(기계학습, Machine Learning) 기술의 일부

- 인공지능은 인간의 인지 · 추론 · 학습 능력 등을 기계(컴퓨터)로 모방하는 기술을 의미하며, 그 성격이나 발전단계에 따라 크게 네 단계로 구분 가능(마쓰오 유타카, 2015)

  - 첫 번째 단계는 전자제품에 탑재된 단순 제어 프로그램 수준이며, '제어공학'이나 '시스템 공학' 등의 학문 분야와 일부 유사한 성격을 지님 (ex. 청소기, 세탁기 등 전자제품의 자동화 기능)

  - 두 번째 단계는 입력과 출력의 수가 극단적으로 많은 경우를 의미하며, 적절한 판단을 위해 추론 및 탐색을 하거나, 기존에 보유한 지식을 기반으로 판단 가능 (ex. 간단한 퍼즐 문제 해결, 진단 프로그램 등)

  - 세 번째 단계는 추론의 구조나 지식이 데이터를 바탕으로 자동적 이루어지는 경우를 의미하며, 전형적으로 머신러닝의 알고리즘을 이용

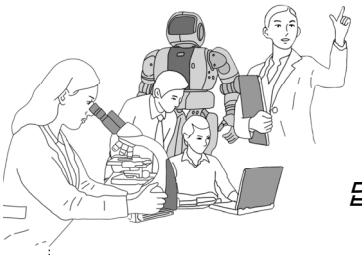
  - 네 번째 단계는 머신러닝에서 보다 발전하여 판단을 위한 특징(feature) 자체를 학습하는 수준의 인공지능을 의미하며, 현재의 딥러닝 기술이 이에 해당

〈참고 1〉 인공지능 4단계의 물류창고 물품 분류 적용 예시

○ (1단계) 엄격하고 단순한 룰에 의한 분류 판단
– 가로, 세로, 높이 크기에 따라 대, 중, 소로 분류하는 기준을 제시하고, 이러한 엄격한 룰에 따라 기계가 물품 분류

○ (2단계) 다양한 분류 및 취급 기준의 처리
– 가로, 세로, 높이 크기에 따른 분류뿐만 아니라, 무게에 따른 특별 취급 사항 처리, 취급주의 스티커가 붙은 물품에 대한 특별 취급 등 다채로운 기준에 따른 물품 분류

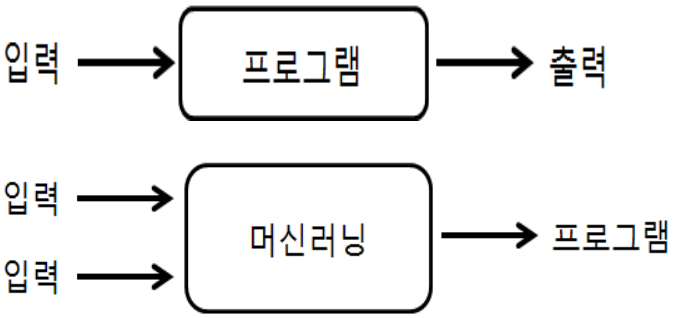
○ (3단계) 판단 기준이 아닌 샘플에 대한 학습을 통한 분류 처리
– 대, 중, 소를 구분하기 위한 크기 기준을 직접 알려주는 것이 아닌, 몇 가지 샘플과 해당 물품이 어디 분류에 속하는지에 대한 정보 제공. 이에 대한 '학습'을 통해 스스로 대, 중, 소 여부를 판단하여 분류



○ (4단계) 샘플에 대한 학습 기준의 자가 생성
– 3단계와 같이 샘플에 대해 어떤 것이 대, 중, 소에 속하는지 알려주지 않고 단순히 샘플만 제공. 분류 기계 스스로 샘플에 대한 학습을 통해 분류 기준을 만들어 물건 취급

※ 출처: 마쓰오 유타카 (2015)

- 머신러닝의 기존 인공지능과의 차별점은 명시적으로 지정된 작업을 절차적으로 수행하는 것이 아니라, 정해진 과업 수행을 위해 스스로 방법을 찾고 결과를 도출한다는 점
  - 공장 기계나 사무실의 스트레드 시트와 같은 전통적인 인공지능(기계, 소프트웨어)은 전문가가 지정해둔 절차를 신뢰성 있게 수행하는 것이었으나, 머신러닝은 사람을 학습시키는 과정에서 착안한 방법 사용 (그림 2 참고)
  - 머신러닝은 어떤 데이터의 입력 값과 이에 대응한 출력 값을 알려주면 입력과 출력 상이의 관계(출력방법)에 대해 스스로 학습
  - 머신러닝은 기존의 전산학 지식 이외에 통계학, 수학, 신호처리 등의 다학제적 지식이 요구되는 분야



〈그림 1〉 전통적 인공지능과 머신러닝 개념적 비교

- 딥러닝은 머신러닝과 같이 스스로 '학습'한다는 점에서는 동일하나, 출력 값에 대한 정보를 학습시키지 않으며, 분류를 위한 특징조차 스스로 학습한다는 점에서 차별
  - 학습은 일반적으로 지도학습(supervised learning)과 비지도학습(unsupervised learning)으로 구분되며, 딥러닝은 이 중 비지도학습법을 사용



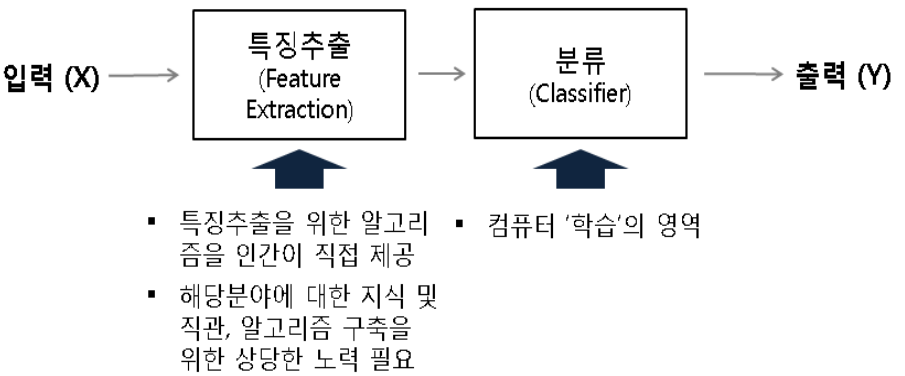
- 지도학습은 입력 값에 대응하는 출력 값을 샘플로 제공하는 것이며, 비지도학습은 입력 값에 대응하는 출력 값의 제공 없이 컴퓨터 스스로 분류하도록 함

※ (예시) 고양이와 강아지 사진을 구분하는 문제가 있다고 할 때, 지도학습은 다량의 고양이와 강아지 사진과 함께 각 사진에 고양이 혹은 강아지 라벨을 붙여 주며, 비지도학습은 사진만 제공

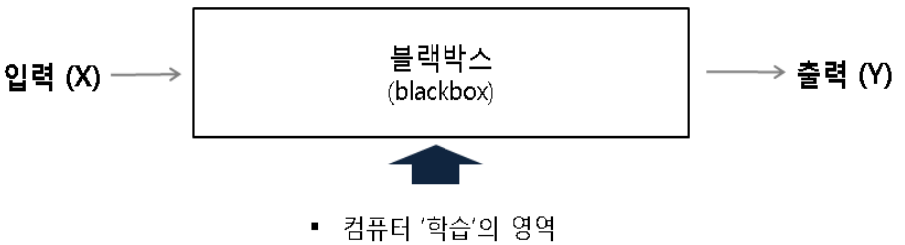
- 기존 머신러닝은 판단을 위한 '특징(feature)'의 추출이 사람의 예측 하에 알고리즘 형식으로 제공하나, 딥러닝은 특징의 추출조차 스스로 해결

※ (예시) 위와 동일한 문제 가정 시, 사람이 이미지 외곽선(이 때, 외곽선이 특징(feature))에 대한 학습이 중요하다고 생각하여 외곽선을 인식하는 알고리즘을 제공하는 것이 기존 머신러닝이라면, 딥러닝은 어떤 특징(외곽선 외에도 색상 분포, 이목구비 간 거리 등)을 학습해야 고양이와 강아지 간의 구별을 가장 효율적으로 할 수 있는지 자체적으로 판단

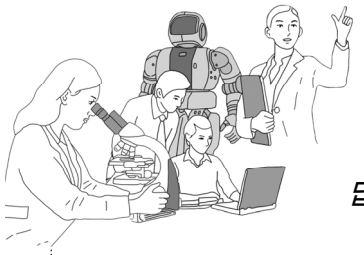
< 머신러닝 (Machine Learning >



< 딥러닝 (Deep Learning >



〈그림 2〉 머신러닝과 딥러닝의 개념적 비교



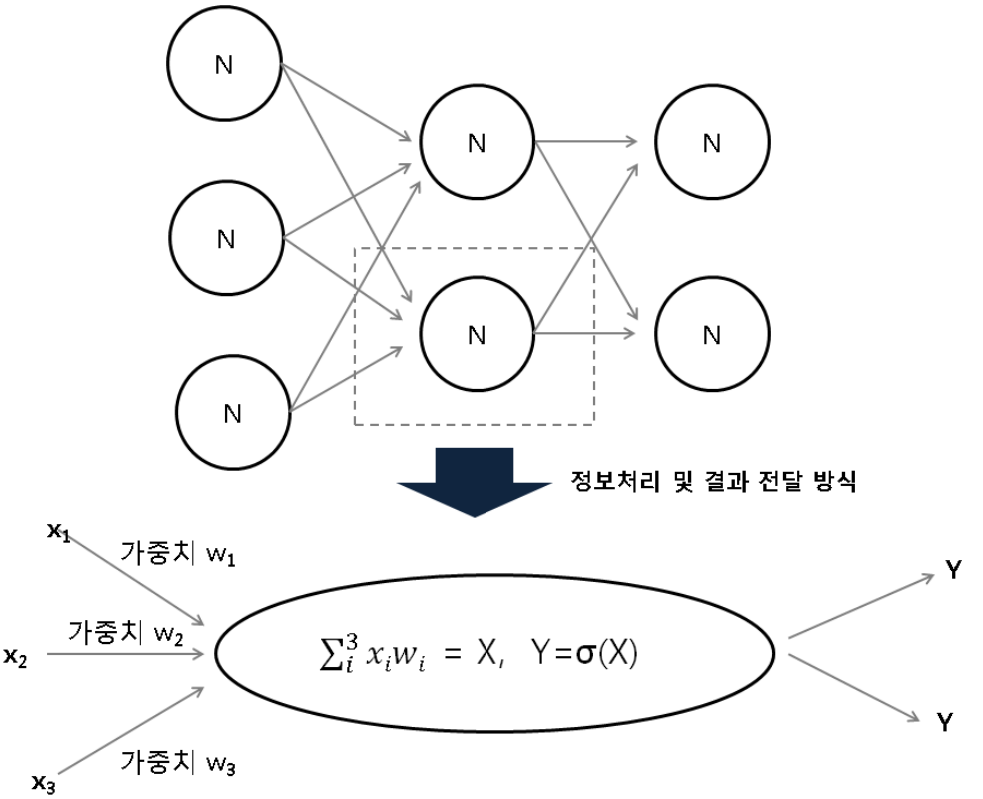
딥러닝은 대뇌가 정보를 처리하는 방법과 인간 두뇌에 대한 이해를 바탕으로 한 기술

- 딥러닝은 인간의 신경망 구조를 간략히 흉내 낸 인공신경망(ANN, Artificial Neural Networks)에 바탕을 둔 기술
  - 뇌는 서로 연결된 신경세포의 집합으로, 이 때 신경세포(뉴런, Neuron)는 정보처리의 단위로서 만 개에서 십만 개의 다른 뉴런과 연결
  - 인간의 두뇌는 이렇게 연결되어 있는 뉴런들끼리 전기적 신호를 주고받으며 사물의 인식, 추상적 분류 등 정보처리를 할 수 있음
  - 위와 같은 인간 두뇌를 부분적으로 흉내 내어 정보처리를 하는 모델이 인공신경망 모델
- 인공신경망 모델은 인간 뉴런에 해당하는 각 정보처리 단위 간 정보전달과 연산, 연산 결과 전달의 반복으로 이루어짐 (그림 3 참고)
  - 인간 뉴런을 흉내 낸 정보처리의 최소 단위인 각 노드(node)는 연결된 이전 노드들로부터 데이터를 받아 처리 후, 다음 노드로 전달
  - 데이터 처리는 개별 링크로부터의 입력 값과 가중치의 곱의 합 (그림 3에서 Σ 에 따라 산출된 X), 이 결과의 특정함수(그림 3 에서 $\sigma()$) 입력에 따른 결과 값 (그림 3에서 Y) 산출
- 딥러닝에서의 학습은 각 노드 간 링크에 할당된 가중치(w)를 찾는 과정
  - 많은 수의 학습데이터에 대해 개별 입력 값에 대응하는 결과를 가장 잘 도출하는 가중치(w)를 반복적 학습을 통해 도출
  - 이를 통해 새로운 입력 값이 주어졌을 때, 위에서 결정된 알고리즘을 통해 결과 산출

인공신경망(ANN) 방법론은 몇 가지 기술적 장벽의 해결을 통해 현재의 딥러닝 기술로 성장

- 딥러닝은 하드웨어(GPU) 및 분산시스템 기반 병렬 처리 기술의 출현을 통해 인공신경망 방법론의 기술적 장벽 극복하며 발전
  - 딥러닝의 시초인 인공신경망 방법론은 방대한 연산량 때문에 비효율적 알고리즘으로 간주되며 발전 정체





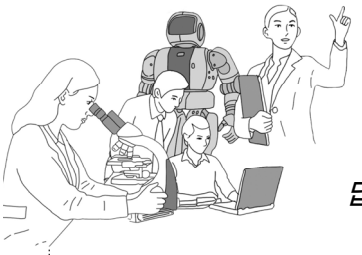
※ 출처 : www.hub-ai.com[2)]

〈그림 3〉 인공신경망 모델의 개념도

- 그러나 2001년 이후, GPGPU(General Purpose Graphic Process Unit)[3)]을 이용한 병렬처리 기술이 소개되었으며, 이로 인한 효율적인 연산이 가능해짐

- 뿐만 아니라 여러 대의 컴퓨터를 네트워크로 연결하여 사용하는 분산 시스템 기반 병렬처리 기술[4)]의 발전도 방대한 연산을 처리하는 인공신경망 방법론의 발전 지원

2) http://hub-ai.com/annhmmcrt/466
3) 일반적으로 CPU는 여러 종류의 연산을 빠르게 응답해주는 것을 목적으로 두고 설계된 반면, GPU는 적은 종류의 연산을 수행하되, 빠른 응답보다는 많은 처리량을 목적으로 설계되어, 인공신경망과 같이 연산량이 방대한 문제에 적합한 프로세서. 본래 GPU는 컴퓨터의 영상처리를 위한 부품으로 3D 게임 등에 의한 GPU의 성능은 지속적으로 발전. 그러나 2001년 이후 GPU를 영상처리 뿐만 아니라 범용적인 연산 목적으로 활용하기 시작(General Purpose Graphic Process Unit).
4) 2016년 이세돌과 대국한 구글 딥마인드(Depp Mind)의 알파고 또한 총 1202개의 CPU와 176개의 GPU로 구성된 분산 시스템 기반의 병렬 처리 기술을 사용함



❑ 딥러닝을 획기적으로 개선시킨 수학적 모델링 방식과 알고리즘이 출현

- 최근 딥러닝 알고리즘에서는 수학적 모델링 방식인 ReLU의 적용과 학습 중 뉴런 노드를 임의로 배제하는 드롭아웃(DropOut) 방식을 통하여 훨씬 빠르고 간결한 네트워크 유지

- 기존 딥러닝 네트워크에서는 각 노드에서 시그모이드(Sigmoid)나 하이퍼볼릭 탄젠트(Hyperbolic Tangent) 함수를 주로 사용했었으나, 2012년부터 ReLU를 활용하게 됨에 따라 훨씬 빠르게 학습 진행[5)]

- 드롭아웃은 반복되는 학습 과정에서 임의로 선택된 노드 일부를 학습에서 배제시키는 방법으로, 수많은 모델을 평균한 효과가 있어 학습시간의 감소와 네트워크 성능 향상

❑ 딥러닝 세부 응용 분야별 연구 발전의 돌파구 마련에 따라, 파생 연구 활발히 진행

- 딥러닝 알고리즘은 노드 간 연결형태와 사용하는 수치 모델에 따라 세부 알고리즘으로 나뉘는데, 대표적으로 영상인식에 주로 활용되는 CNN (Convolutional Neural Network)와 자연어처리에 주로 활용되는 RNN (Recurrent Neural Network)이 있음

- 영상인식 분야의 경우, 토론토 대학의 제프리 힌튼 교수와 그의 제자 알렉스(Alex)가 CNN을 응용한 AlexNet 알고리즘을 통해 영상인식의 오류율을 획기적으로 줄임[6)]

- 자연어처리 분야의 경우, 시계열 데이터를 잘 처리할 수 있도록 1980년대에 고안된 RNN을 기반으로 1990년대 및 2000년대 초반 독일・스위스 학자들이 LSTM (Long Short-Term Memory)을 고안함에 따라 획기적 발전

---

5) 시그모이드(Sigmoid) 함수는 $Y=\frac{1}{1+e^{-X}}$, 하이퍼볼릭 탄젠트(Hyperbolic Tangent) 함수는 $Y=\frac{2a}{1+e^{-bX}}-a$, ReLU, 즉 rectifier 함수는 $Y=\max(0,X)$로 정의

6) 80년대에 등장한 CNN은 고양의 시각처리 방법을 연구한 것에 근간을 두고 있으며, 현재 매해 개최되고 있는 이미지넷(ImageNet)이라는 대회를 통해 발전양상 공유. 2012년 제프리 힌튼과 알렉스는 이미지넷에 출전하여 전년도 우승 알고리즘보다 오류율을 획기적으로 줄인(10% 이상) 오류율 13%로 우승을 차지. 이후 구글, 마이크로소프트, 옥스퍼드 대학 등의 CNN에 대한 개선을 통해, 2016년 현재 이미지넷 우승자의 영상인식 오류율은 3%에 불과



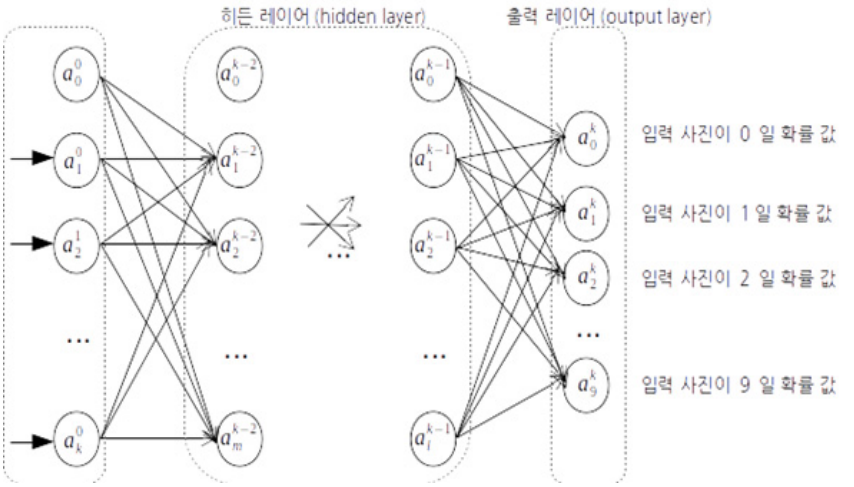
〈참고 2〉 딥러닝의 숫자 필기 인식 예제

○ 이 예제에서 입력 값은 그림파일이며, 각 그림파일은 0부터 9까지 숫자 중 하나의 필기체
– 예제에 사용된 MNIST 데이터는 각 그림을 가로 28 X 세로 28, 총 784개의 픽셀로 구성
– 그림에 대한 정보는 각 픽셀의 색상(검은색 혹은 하얀색)에 대한 정보로 표현

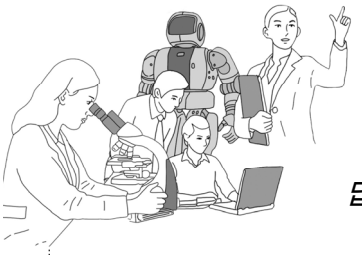


〈그림 4〉 숫자 필기 인식에 사용되는 MNIST Dataset의 이미지

○ 아래 그림에서 히든 레이어(hidden layer)의 각 노드는 이전 레이어에서 받는 데이터에 대한 정보처리를 통해 다음 레이어로 데이터 전달



〈그림 5〉 숫자 필기를 인식하는 딥러닝네트워크(Deep Learning Networks) 개념도



– 정보처리 과정은 상술한 바와 같이, 전달된 값과 가중치 간의 곱의 합 계산, 이 결과에 대한 특정함수 값 도출 및 전달로 이루어짐
– 그림과 같이 히든레이어(레이어는 노드들의 모임)의 개수가 둘 이상인 네트워크를 딥러닝 네트워크(deep learning networks)라고 함

○ 딥러닝은 MNIST와 같은 이미지에 대한 '학습'을 통해 노드 간 링크에 할당된 가중치(w)를 결정

○ 출력레이어(output layer)의 노드는 입력 값(사진)에 대한 확률을 나타냄
– 출력레이어의 각 노드의 산출 값은 입력된 사진이 0일 확률, 1일 확률 등을 나타냄
– 정상적으로 학습된 딥러닝이라면, 숫자 0이 쓰여 진 사진을 입력했을 때, 출력레이어에서 숫자 0에 해당하는 노드에서 도출되는 확률 값이 다른 모든 노드들에 비해 커야함

○ 결과적으로, 0에 해당하는 노드의 확률 값이 가장 클 때, 이 딥러닝 알고리즘은 입력된 사진에 쓰여진 글자가 0이라고 판단



Ⅲ. 딥러닝(Deep Learning) 관련 연구개발·산업 현황

1. 딥러닝 관련 시장의 규모 및 특징[7)]

■ 딥러닝을 포함한 인공지능 관련 산업영역은 확대 추세에 있으며, 기술발전 가속화와 관련 생태계 구축을 통해 시장규모 급속도로 팽창 예상[8)]

Q Tractica(2015)에 따르면, 향후 인공지능 관련 시장은 2020년까지 6년간 매출액 기준 약 20배, 연평균 82.9% 성장할 전망

- 인공지능을 소프트웨어(SW) 측면에서 바라보아 관련 시장만을 추정
- 기술별(8개 기술 분야)로 보면, 딥러닝 관련 시장이 연평균 104.5%로 가장 크게 성장할 것으로 보았으며, 영상인식(37.3%), 자연어처리(27.5%)의 성장세가 클 것으로 예측
- 응용영역(15개 영역)으로 보면 대체적으로 고른 성장세를 보이며, 투자(96.0%), 제조(95.8%), 데이터저장(95.8%), 광고(95.6%), 석유·가스(95.6%) 등의 순으로 성장률이 높을 것으로 예측

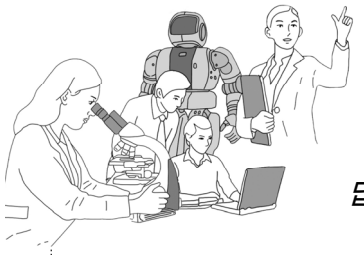
〈표 1〉 기술별 인공지능 관련 시장 매출액 규모 전망('15~'20)

단위: 백만 달러

기술	2015	2016	2017	2018	2019	2020	연평균 성장률 (CAGR)
인지컴퓨팅 (Cognitive Computing)	10.9	11.6	12.4	13.2	14.2	15	6.5%
머신러닝 (Machine Learning)	13.6	14.8	16.2	17.9	19.8	21.4	9.6%
딥러닝 (Deep Learning)	108.5	221.1	453.1	929.5	1,904.60	3,884.90	104.5%
예측 API (Predictive APIs)	20.3	22.9	26.4	30.8	36	43.4	16.4%

7) 주요 시장조사기관 및 연구소들은 딥러닝만이 아닌 인공지능 전반에 대한 시장 규모 및 전망 발표. 그러나 본 이슈페이퍼에서는 현재 인공지능 기술의 돌파구를 마련한 기술이 딥러닝이며, 앞으로도 딥러닝 기술이 인공지능 분야에서 주요한 기술로서 자리잡을 것으로 보아, 인공지능 시장 규모·전망을 딥러닝 시장 규모·전망과 혼용하여 사용

8) 관련 내용은 석왕헌·이광희(2015)의 보고서 2차 데이터 주로 인용



기술	2015	2016	2017	2018	2019	2020	연평균 성장률 (CAGR)
자연어처리 (Natural Language Processing)	7.8	10.1	13.0	16.0	21.1	26.3	27.5%
이미지 인식 (Image Recognition)	24.4	32.6	44.7	61.7	85.7	119.1	37.3%
음성인식 (Speech Recognition)	14.6	16.6	19.3	22.6	26.4	30.9	16.1%
기타(Others)	2.3	2.4	2.6	2.8	3.1	3.5	9.1%
전체	**202.5**	**332.1**	**587.5**	**1,095.10**	**2,111.00**	**4,144.70**	**82.9%**

※출처: Tractica (2015)

〈표 2〉 응용분야별 인공지능 관련 시장 매출액 규모 전망('15~'20)

단위: 백만 달러

응용분야별	2015	2016	2017	2018	2019	2020	연평균 성장률 (CAGR)
광고서비스 (Ad Service)	38.7	71.3	137.8	273.4	549.8	1,109.40	95.60%
자동차(Automotive)	16.9	22.6	32.1	48.4	77	128.8	50.20%
농업(Agriculture)	16.3	21.9	31.3	47.1	74.9	125.5	50.40%
소비자금융 (Consumer Finance)	3.1	5.1	9.1	17.1	33.3	66.7	85.10%
데이터저장 (Data Storage)	0.6	1.1	2.1	4.2	8.4	16.9	95.80%
교육 (Eudcation)	8.5	12.5	19.7	33.5	59.9	111.3	67.20%
투자(Investment)	32.2	59.4	115.1	228.9	461.1	931.4	96.00%
보건(Healthcare)	1.5	2.4	4.2	7.8	15.1	29.6	81.20%
법률(Legal)	2.9	3.9	5.4	8	12.5	20.8	48.30%
제조(Manufacturing)	13.6	25	48.3	96	193.3	390.6	95.80%
미디어(Media)	22.5	35.2	60.4	110.8	211.8	414.7	79.10%
의료진단 (Medical Diagnostic)	7.3	11.2	18.8	33.5	62.6	120.3	75.10%
석유 · 가스 (Oil and Gas)	13.9	25.5	49.2	97.6	196.3	396.5	95.60%
자선활동 (Philanthropies)	0.6	0.9	1.6	2.8	5.3	10.3	78.10%
소매(Retail)	23.9	34.1	52.4	86.1	149.7	271.9	62.60%
전체	**202.5**	**332.1**	**587.5**	**1,095.10**	**2,111.00**	**4,144.70**	**82.90%**

※출처: Tractica (2015)



- TechNavio(2015)에 따르면, 향후 인공지능 관련 시장은 2013부터 2018년까지 6년간 매출액 기준 약 2.5배, 연평균 19.8% 성장할 것으로 전망

  - 응용분야를 전문가시스템(Expert System), 자율로봇(Autonomous Robot), 지능가상보조시스템(Intelligent Virtual Assistants), 기타(Others), 총 4분야로 구분

    ※ 전문가시스템(Expert System)은 인간전문가의 의사결정을 모사한 시스템을 의미하며, 자율로봇(Autonomous Robot)은 자율주행차 · 제조로봇 등 SW와 HW의 결합분야, 지능가상보조시스템(Intelligent Virtual Assistants)은 기업 · 개인 대상 각종 서비스를 제공하는 시스템 의미

  - 이 중 지능가상보조시스템의 성장세가 연평균 20.19%로 가장 높을 것으로 예측하고 있는데, 이는 기존 서비스가 특정 개인 · 기업을 타겟으로 서비스를 제공하는 데 비해, 인공지능이 결합된 서비스는 롱테일비즈니스(Long-tail business)* 특성을 지닐 것이기 때문

    * 파레토 법칙에 따른 기존 주요 소비자 상위 20% 외에, 소비성향이 낮은 80%의 소비자까지 포괄하는 비즈니스로 온라인 소규모광고, 아마존의 도서 추천 등이 이에 해당

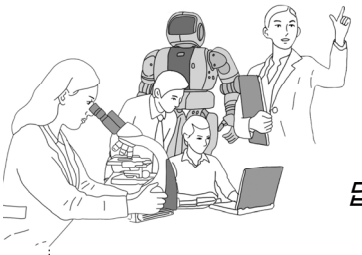
  - Tractica(2015)의 예측에 비해 시장성장세 예측이 현저히 낮은 이유는 예측 기간이 보다 가까운 시기이며, 자연어처리와 같이 복잡한 알고리즘을 요구하는 기술의 성장세를 보수적으로 추정하였기 때문

〈표 3〉 산업별 인공지능 관련 시장 매출액 규모 전망('13~'18)

단위: 백만 달러

기술	2013	2014	2015	2016	2017	2018	연평균 성장률 (CAGR)
전문가시스템 (Expert System)	3,030.1	3,455.8	3,949.7	4,520.8	5,185.3	5,959.5	14.49%
자율로봇 (Autonomous Robot)	1,137.5	1,375.9	1,668.4	2,025.7	2,464.5	3,003.2	21.43%
지능가상보조시스템 (Intelligent Virtual Assistants)	456.4	592.3	769.7	1,002.2	1,306.7	1,706.9	30.19%
기타(Others)	652.2	838.8	1,081.0	1,396.2	1,805.5	2,339.7	29.11%
전체	**5,276.2**	**6,262.8**	**7,468.8**	**8,944.9**	**10,762.0**	**13,009.3**	**19.80%**

※출처: TechNavio (2015)



딥러닝(혹은 인공지능)과 관련된 상품 · 서비스 시장은 다음의 성격을 가짐

- 딥러닝 연구개발에 의한 결과물은 그 자체로 상품 속성을 가지는 것이 아닌 SW+기존 SW, SW+HW 융합방식을 통해 가치 제공
  - 현재 딥러닝 관련 유망산업 분야인, 자율형 자동차 · 제조 로봇 등은 모두 기존 하드웨어 산업에 인공지능 기능을 추가한 것이며, 광고 · 전문가시스템 등은 기존 소프트웨어를 인공지능 기능을 통해 성능을 강화한 것임
  - 딥러닝 관련 연구개발은 그 자체의 성능향상뿐만 아니라 특정 하드웨어 · 소프트웨어와의 결합을 목표에 두고 융합적으로 일어날 가능성이 높음
- 제조 · 서비스에서 맞춤형 상품 제공이 보다 강화됨에 따라 롱테일 비즈니스 (Long-tail business)의 속성을 가질 것으로 보임
  - 딥러닝은 수많은 데이터에 대한 학습을 통해 개별적 상황에 대한 분류, 예측 등의 기능을 효과적으로 수행
  - 이에 따라, 기존 분류, 예측의 어려움으로 특정 소비자 군만을 타겟으로 하던 비즈니스 또한 딥러닝 기술의 도입을 통해 맞춤형 상품 · 서비스를 제공하여 시장 확대 가능
- 학습 데이터의 질이 기술의 성능을 좌우할 것임에 따라 기업이 가진 데이터의 질이 상품의 경쟁력을 좌우
  - 딥러닝을 위한 기초적 학습데이터는 분야별로 대중적으로 공개된 경우가 많으나(예를 들어, 영상인식의 MNIST Dataset), 이는 기업 제품 · 서비스에 따른 특수한 문제해결을 위해서 광범위하게 활용되기는 어려움
  - 따라서 동일한 딥러닝 기술수준을 가진 기업이라 하더라도 보다 딥러닝 네트워크의 성능을 향상시킬 수 있는 데이터를 보유했느냐 여부가 시장 성패를 좌우할 것으로 보임
- 일반적인 SW 상품과 같이, 네트워크 효과(network effect)가 강하게 작용
  - 현재 글로벌 주요기업들은 개발 플랫폼을 오픈소스 형태로 공개(예를 들어, 구글의 TensorFlow)하여, 해당 플랫폼의 성능향상과 사용자 확보를 동시에 추구



- 이는 네트워크 효과를 통해 타 기업들의 각종 제품・서비스 개발 과정에서 해당 플랫폼을 활용하도록 유도하고, 이를 통해 자사 중심의 생태계 구축과 함께 플랫폼 활용에 따른 사용료 등의 매출을 기대하기 때문으로 보임

2. 딥러닝 주요 적용 분야 및 기업별 현황

(적용분야) 딥러닝 분야는 융・복합을 통한 제조・서비스 영역에서의 광범위한 적용 가능성에 따라 연구분야를 지속적으로 확장 중이며, 분야별 현황은 다음과 같음

(자율주행 자동차) 컨볼루션네트워크(CNN, Convolution Neural Network) 기술의 발전에 따라 주요 IT・완성차 업체의 시범주행 및 기초기능 적용 활발히 진행 중

- 구글의 경우 자율 주행 거리가 '16년 3월 기준 지구 60바퀴에 해당하는 240만km에 달하고 있으며, 애플은 '14년 자동차 전용 운영체제 '카플레이(CarPlay)'를 개발하는 등 주요 IT기업의 연구개발 활발

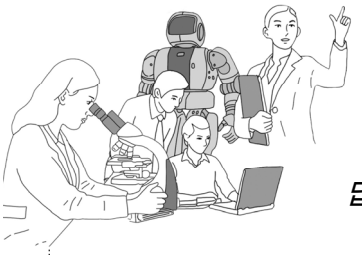
- 아우디의 경우 240km 속도로 주행하는 자율 주행차를 선보여 최고 속도 기록을 보유하고 있으며(그림 6), 볼보는 '15년 자사의 자율 주행차를 이용 중일 때 사고가 발생할 경우, 이에 대한 법적인 책임을 지겠다고 선언하는 등 완성차 업체 또한 딥러닝 역량 구축 가속화

- 자율주행 자동차의 발전은 딥러닝의 일종인 컨볼루션네트워크를 바탕으로 표지판, 교통신호, 보행자 등 주변 환경 정보에 대한 인식 성능이 획기적으로 발전하였기 때문

(자율로봇) 시각정보 판단에 활용되는 컨볼루션네트워크 기술의 발전에 따라 제품 종류와 공정을 가리지 않고 범용적으로 활용되는 로봇연구 활발히 진행 중

- 대표적으로 NASA와 Vanderbilt 대학이 우주정거장에서의 활용으로 목표로 공동으로 개발한 Neocortex 플랫폼의 경우, 새로운 물체에 대한 인식과 기존에 관찰한 물체의 변화를 학습함으로써 작업 현장에서 범용적으로 활용 가능한 신뢰성 높은 자율로봇 개발[9)]

9) Deep Learning for Robot. 2014.08.08. Universal Robot. http://www.universalrobotics.com/deep-learning -for-robots/



- 그뿐만 아니라 버클리 대학은 사람의 동작으로 기계가 인지하여 배우고 그에 따라 작업을 진행하는 등 스스로 시행착오와 학습을 하는 작업로봇 BRETT 개발(그림 7)[10]

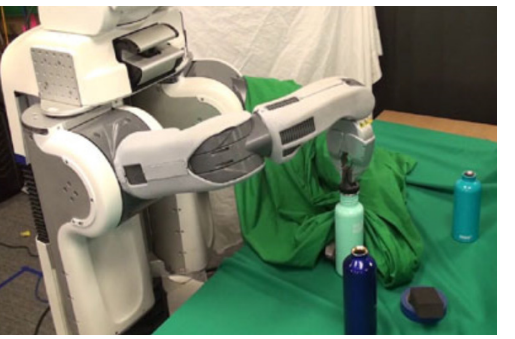
- 현재까지 위와 같은 딥러닝 적용 로봇이 활발한 상용화 단계에 이른 것은 아니나 알고리즘의 개선과 신뢰성 향상에 따라 시장이 점차 확대될 것으로 보임

(이미지 인식) 딥러닝을 이용한 대상의 인식과 구별은 이미 사람의 인지능력을 뛰어넘는 수준으로 발전했으며, 글로벌 주요 기업의 적용 또한 활발

- 페이스북의 경우, '14년부터 딥러닝 기술이 적용된 딥페이스를 통해 과거에 사용자가 올린 사진과 태그를 학습 데이터로 활용하여 새 사진을 올리면 유사한 얼굴을 인식한 뒤 이를 알려주는 서비스 제공(딥페이스의 인식률 97.35%, 사람의 평균적 인식률 97.5%)



※출처: Carmedia,com



※출처:Berkeley News (2015)

〈그림 6〉 아우디의 RS7 기반 자율주행차〈그림 7〉 Berkeley 대학의 로봇 BRETT

- '15년 출시된 구글의 구글포토의 경우, 업로드한 사진 속에 객체가 어떤 음식, 어떤 종의 동물, 어떤 인종의 사람인지 등 세분화된 자동 인식 기능을 제공

- '15년 12월 이미지넷에서 주최한 머신러닝 사진 인식 콘테스트에서는 머신러닝 알고리즘들뿐만 아니라 사람도 참여할 수 있도록 했는데, 이 콘테스트에서 사람은 마이크로소프트(4.94% 오류)와 구글(5.03% 오류)에 이어 3위(5.1%)를 차지

10) New 'deep learning' technique enables robot mastery of skills via trial and error. 2015.03.21. Berkeley News. http://news.berkeley.edu/2015/05/21/deep-learning-robot-masters-skills-via-trial-and-error/



- (자연어처리) 음성 합성, 음성 인식, 자연어 번역 등의 자연어 처리 분야에서는 각각 고유의 알고리즘을 사용하고 있었으나, 현재는 딥러닝 발전에 따라 딥러닝 공통 적용

  - 음성인식의 경우, '00년 이후 딥러닝 적용 이후 인식률이 크게 향상되었으며, 현재 최고 기술 수준인 구글의 경우 '15년 기준 92% 정도의 인식 정확도를 보이고 있으며, 향후 음원 분리・노이즈 제거 등의 딥러닝 적용에 따라 성능의 빠른 개선 예상

  - 자연어 번역의 경우, 구글・마이크로소프트・네이버 등이 이미 다국어 번역 온라인 서비스를 제공하고 있으나, 문화, 번역 대상, 발화자 성향 등 상황에 대한 포괄적 이해가 필요하여 발전의 예상 속도는 늦은 편

- (상품추천) 소비자 성향에 대한 빅데이터 기반 학습을 바탕으로, 특정 소비자의 소비 성향을 예측하는 방식으로 서비스 제공 중

  - 인터넷 쇼핑몰의 경우, 상품의 가격, 사진, 각종 정보 및 상품 구매 후기 등 다양한 데이터가 존재하여 자동화하기에 매우 적합하며, 이에 자연어 처리, 이미지인식 기술 등 현재 딥러닝 기술을 조합한 연구가 추천 시스템 학회인 RecSys 등에 소개

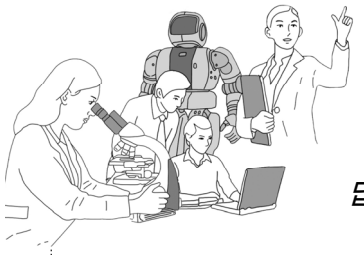
  - 딥러닝의 발전은 음악 인식에도 많은 영향을 주었으며 그 결과로 애플뮤직, 스포티파이, 판도라 등 글로벌 음악 스트리밍 업체에는 개인화된 음악 추천 및 라디오 서비스를 성공적으로 선보임

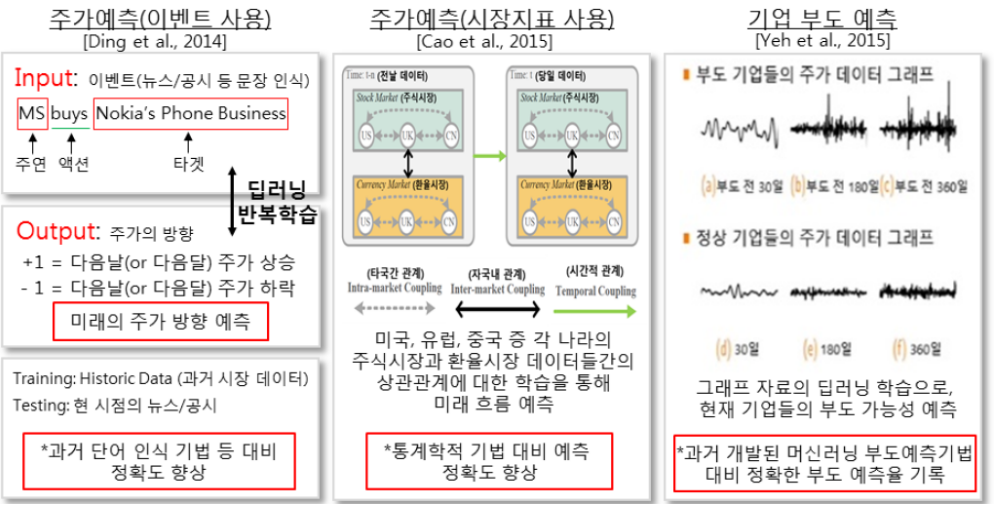
- (금융) 딥러닝 기술을 기반으로 방대한 데이터를 해석하여 투자자의 의사결정을 돕거나, 신용평가・심사, 보안 등 각 금융영역에 활발히 적용 중

  - 투자자문 및 트레이딩의 경우 이미 알고리즘 트레이딩 기법이 오래전부터 활용 중이나, 딥러닝 출현에 따라 더 방대한 데이터에 대한 효율적 분석과 예측 제공

  - 핀테크 기업인 TrustingSocial의 경우, 유럽・아시아 금융회사 대상으로 SNS, 모바일, 인터넷 웹 데이터 활용한 개인 신용평가 모델을 제공하는 등 딥러닝을 통한 신용도와 채무불이행 가능성을 예측하는 신용평가・심사 등장 (KB 금융지주 경영연구소, 2016)

  - 미국의 온라인 결제 서비스인 페이팔은 이상 금융거래 탐지 시스템(FDS)에 딥러닝 기술을 활용하는 등 온라인 결제 패턴 분석에서 얻어진 데이터를 바탕으로 범죄여부를 분류 (KB 금융지주 경영연구소, 2016)





※출처:KB금융지주 경영연구소 (2016)

〈그림 8〉 딥러닝을 활용한 금융시장 예측

Q (그림제작) 인간의 창의 · 창작의 영역이라고 생각되던 그림제작 또한 컨볼루션 네트워크의 역이용을 통해 구현

- 컨볼루션 네트워크는 사진 물체 학습을 위해 라벨링 되어있는 사진을 이용해 네트워크를 학습시키는데, 이러한 학습 과정을 역이용하여 결과값이 '나무'일 가능성이 40%, '건물'일 가능성이 60%가 되도록 하는 그림을 생성하는 방법을 제안함

- 구글의 딥드림(Deep Dream)은 이러한 방식을 활용하여 추상적인 그림을 그려내는 생성기를 제공하고 있으며, 마이크로소프트와 네덜란드 기술자가 개발한 The Next Rembrandt은 렘브란트 화풍의 그림을 재현해내기도 함



※출처:구글 딥드림(Deep Dream)

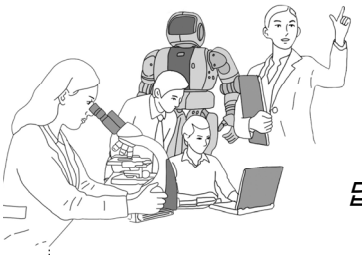
〈그림 9〉 구글 딥드림을 통해 그려낸 회화작품

- (작곡) 인간의 영역으로 생각한 음악창작 또한 딥러닝 기반의 알고리즘 RNN을 이용해 코드진행, 리듬패턴 등을 생성할 수 있음



※출처:Choi e al. (2016)

〈그림 10〉 RNN을 이용해 생성한 드럼 패턴 악보



(주요기업현황) 딥러닝 주요기업들은 관련 인재영입 및 기업인수를 통해 기술 수준의 향상을 꾀함과 동시에 다변화된 프로젝트를 통해 사업영역 확장 중

(구글) 딥러닝 연구 분야의 구루인 토론토 대학의 제프리힌튼(Geoffrey Hinton) 교수 영입과 함께 공격적인 M&A로 검색, 이미지 인식, 자율차 등 다방면에서 산업 주도

- (인력) 구글은 심층신경망(DNN, Deep Newral Network)을 통해 딥러닝의 개념을 제시하고 인공지능 연구를 부활시킨 제프리힌튼 교수의 'DNN리서치'를 인수함으로써 힌튼 교수와 제자들을 연구진으로 확보

- (M&A) 또한 '14년 영국 머신러닝 전문기업 '딥마인드(Deep Mind)'를 5억 달러에, 스마트홈 관련 기업 '네스트(Nest)'를 32억 달러에 인수하며 경쟁적 기술・인력 흡수

- (검색) 핵심영역인 검색 부분에서는 딥러닝을 이용한 텍스트 마이닝 기법을 통해 성능 향상을 꾀하고 있으며, 이미지 인식・음성인식을 통한 이미지・음성 검색 기능 도입

- (자율주행) '10년부터 자율주행기술에 대한 투자를 지속해오고 있으며, '14년 자율주행차 시제품을 공개하는 등 알고리즘 개발과 관련 하드웨어 개발에서 선도적 역할

- (개인 서비스) 사용자 활동 내용과 기기 정보 등을 활용한 자연어 인터페이스 기반 비서 서비스 '구글나우(Google Now)', LSTM 기반 이메일 답글 추천 기능인 스마트 리플라이(Smart Reply), 코퍼스 기반 기계번역(CBMT)인 구글번역 서비스 등 제공

- (플랫폼) 딥러닝 분야 엔진인 '텐서플로우(TensorFlow)'를 오픈소스로 공개하여 플랫폼 주도권을 강화하고 있으며, 기존 검색데이터, 구글포토를 통한 이미지 수집 등으로 데이터 역량 우위 확보 중

(페이스북) 페이스북 플랫폼을 통해 보유하고 있는 이미지・영상 데이터를 바탕으로 세계 최고수준의 인재영입과 연구소 설립을 통해 서비스 개선을 위한 연구 진행 중

- (인력) 힌튼 교수의 제자였던 뉴욕대 얀 레쿤(Yann Lecun) 교수를 필두로 이미지처리 분야 인재영입에 노력을 기울이고 있으며, 페이스북인공지능연구팀(FAIR)의 연구소를 실리콘밸리, 뉴욕, 파리 세 곳에 설립하여 운영 중

- (M&A) 얼굴인식 소프트웨어 딥페이스(DeepFace)를 개발한 스타트업 기업인 페이스(Face.com)를 '07년에 인수했으며, '15년 1월에는 8명의 팔로 알토(Palo Alto)의 스타트업 기업인 윗.에이아이(Wit.ai)를 인수했는데, 이들은 음성 비서인 M을 개발



- (개인 서비스) 딥러닝 기반 얼굴 인식 엔진인 딥페이스(Deep Face)를 바탕으로 이미지 인식 분야에서 획기적 성능 증진을 이루어냈으며, '15년에는 얼굴 인식기술을 바탕으로 하는 사진 공유 서비스 모멘트(Moments) 출시

- (광고) 이미지 인식을 통한 개인의 성별, 헤어스타일, 옷, 얼굴 표정 등 세부사항을 파악하여 이를 광고정보로 가공하고 맞춤형 광고를 내보내는 서비스 개발 중

- (고객대응) '16년 4월 샌프란시스코에서 열린 연례 개발자 회의 F8에서 인공지능 챗봇(Chatbot, 사람과 대화하는 프로그램)인 '메신저 봇(Messenger Bot)'의 베타 버전을 공개하면서, 향후 소비자-업체 간 자연스러운 소통을 목표로 하는 서비스 출시 예고

- (플랫폼) 페이스북은 경쟁사에 비해 가장 먼저 딥러닝 모듈인 토치(Torch)를 오픈소스의 형태로 '15년 공개했으며, 현재 각 대학연구소, 트위터, 인텔, NVIDIA 등 다양한 주체들이 페이스북의 플랫폼 사용[11)]

- (마이크로소프트) IT 기반 서비스는 대부분 구글, 페이스북, 애플 등에 뒤지고 있으나, 플랫폼과 사용자 생산성 향상을 목적으로 하는 기술 위주로 연구 활발

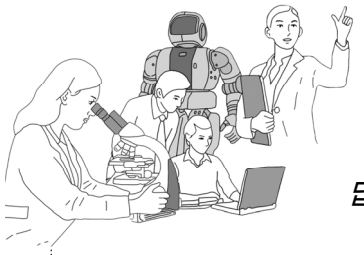
  - (개인 서비스) 구글・애플 등과의 웹서비스 경쟁을 위해 인공지능 개인비서 '코타나(Cortana)'에 기술 역량을 집중하고 있으며, 코타나를 통해 메일 송수신, 일정관리, 교통정보 제공 등 개인화 맞춤형 서비스 제공 추진

  - (비즈니스솔루션) 기계학습 기반의 서비스인 애저 기계학습 (Azure Machine Learning)을 통해 기업들에게 기계학습 알고리즘과 컴퓨팅 파워를 제공하고 있으며, 승강기 기업 티센크루프, 카메기 멜론 대학 등의 활용 성공사례가 알려짐

    ※ 티센크루프는 애저를 통해 74%의 승강기 고장을 예측하였으며, 카네기 멜론 대학은 건물 내 유동인구에 대한 데이터를 바탕으로 에너지 소비 30% 절감[12)]

  - (플랫폼) '15년 열린 'Build2015'에서 머신 러닝, 자연어 번역 등에 대한 전문 지식 없이 개발자가 쉽게 스마트한 앱을 개발할 수 있는 프로젝트 옥스퍼드의 API를 공개하였으며, '15년 11월에는 머신러닝 툴킷인 DMTK를 오픈소스로 공개하여 플랫폼 주도권 확보를 위한 노력 진행 중

11) 페이스북 인공지능 '머신러닝', '딥러닝'의 현재와 미래. 2015.12.03. ICT PORTAL MEDIA. http://www.itnews.or.kr/?p=16848
12) [딥러닝] MS의 새 승부수, 인공지능비서 '코타나'. TECH M. 2015.03.23



3. 향후 산업별 파급 효과 예측

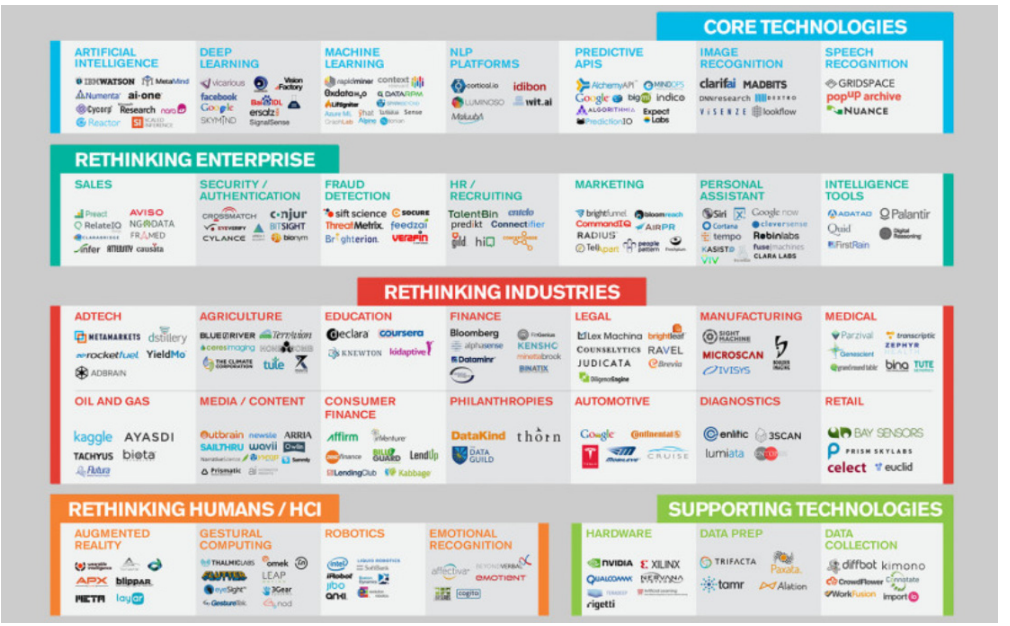
▣ 인공지능 관련 비즈니스는 핵심기술 개발 비즈니스, 기업 내 직무 효율화, 기존 산업 재구조화, 인간-기계 간 인터페이스, 보조기술 등으로 생태계 형성 중

- (핵심기술개발) 딥러닝 기술이 인공지능 분야의 돌파구를 마련하였으나, 적용 분야별로 상이한 알고리즘이 적용됨에 따라, 세부 기술별 연구개발 및 연구개발 역량 기반 솔루션 제공 기업의 성장세가 두드러짐
- (기업 직무 효율화) 기존 기업 내 필수업무인 판매, 보안, 인사, 마케팅 등에서 인공지능 적용이 가능해짐에 따라 해당 기능에 대한 비즈니스 솔루션 제공 기업 확대
- (기존 산업 재구조화) 광고, 농업, 교육, 금융 등 기존의 산업에서 인공지능 도입을 통한 효율적인 비즈니스를 추구하는 기업 등장 확대
- (인간-기계 인터페이스) 증강현실, 동작컴퓨팅, 로봇, 감정인식 등의 분야에서 인공지능 기술 향상에 따른 새로운 기업 출현 중
- (보조기술) 인공지능을 활용한 제품개발 및 서비스 제공을 위해 소요되는 하드웨어, 데이터 관련 기업 등이 급성장 중

▣ 향후 딥러닝을 활용한 인공지능 기능이 적용분야별로 실용화 수준에 이름에 따라 관련 산업의 운영 방식 및 산업구조에 상당한 변화를 초래할 전망

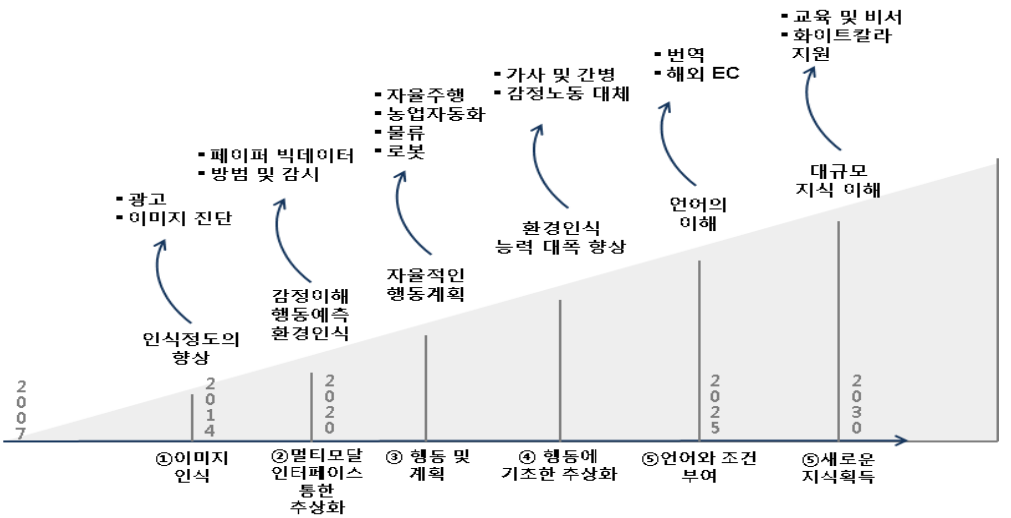
- 주요 적용분야별로 기술적 수준에 따라 실용화 시기는 차별화될 것으로 보이며, 이에 따라 장기적 관점에서의 연구개발이 필요할 것으로 보임
  - 딥러닝을 통한 연구 중 가장 기술 수준이 높은 분야는 이미지 인식 분야이며, 이에 따라 현재 이를 활용한 상당 부분의 실용화가 진행되고 있음
  - 그러나 언어에 대한 이해, 지식에 대한 이해는 기술적 난제가 많으며, 충분한 기술 수준의 축적과 상용화에는 10여 년 이상이 소요될 것으로 예측





※출처: airesearch.com[13)]

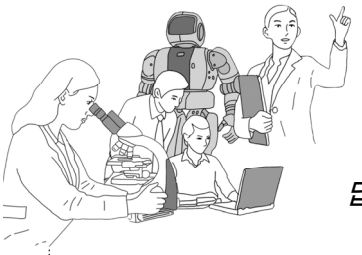
〈그림 11〉 인공지능 산업 생태계 구축 현황



※출처:마쓰오 유타카(2015)

〈그림 12〉 인공지능 기술 발전에 따른 파급효과 시간별 예상

13) http://airesearch.com/ai-blog/ai-startups-companies-in-the-landscape-of-machine-intelligence/



- (이미지 인식) 이미지 인식 능력의 향상으로 광고, 이미지 진단, 인터넷 검색 관련 비즈니스가 단기적으로 급성장할 것으로 예측
  - 광고 분야에서 개인별 이미지 식별에 의한 취미・기호 판단에 따른 타켓형 광고가 일반화 될 것으로 전망되며, 이에 따른 광고 시장이 급성장할 것으로 예측
  - 의료 분야에서는 X-레이나 CT 이미지 등을 인식하여 보다 정확한 진단을 내리고, 이를 바탕으로 의료 전문가의 판단을 보조할 전망
  - 검색 및 소셜 네트워크 산업은 이미지 기반 검색 제공 및 서비스 제공이 가능
- (멀티모덜 인터페이스) 텍스트나 숫자가 아닌 음성・펜 등의 인터페이스에 대한 인식 기술의 발달을 통해 퍼스널 로봇, 방범, 빅데이터 관련 산업 확산 전망
  - 수년 내 음성 및 감촉 등 멀티모달 인터페이스 정밀도가 급상승함에 따라 소프트뱅크의 로봇 '패퍼'와 같이 인간과 커뮤니케이션이 가능하거나 손님을 접대하는 등의 임무를 수행하는 등 기초적인 퍼스널 로봇 등장 전망
  - 동영상에 대한 인식 및 상황 판단 능력 향상에 따라 방법 시스템이 보다 효율화 되고, 이에 따른 범죄율 저하 및 검거율 향상 등이 가능
  - 빅데이터 분야에서 데이터 특징에 맞는 특성 추출이 보다 수월해짐에 따라 관련 기업의 시장기회가 확대될 것으로 보임
- (행동・계획) 약 10년 이내에 인간의 움직임을 모사하거나 주변 상황 판단에 따른 행동 계획 기술이 발전함으로써 자동차, 물류, 교통, 농업 분야 산업의 성장 전망
  - 자율주행 자동차의 경우, 현재는 시제품만이 운행되고 있으며 안전성에 대한 논란도 여전하나 환경 인지 능력과 이에 따른 자율적 운행력이 강화됨에 따라 시장 생성 전망
  - 드론의 판단과 운행 안전성 확보에 따라 현재 물류시장은 드론 중심의 빠르고 효율적인 시스템으로 이동할 전망
  - 농업 분야 또한 인간의 판단을 대체함과 동시에 넓은 범위의 농산지를 관리할 수 있게 됨에 따라 보다 대형화・고부가가치화가 진행될 전망



- (행동 추상화) 인간의 행동을 추상적으로 이해하고 이에 대한 대응이 가능해짐에 따라 가사, 간병, 감정노동 서비스 분야 등이 로봇에 의해 대체될 가능성

  - 멀티모달 인터페이스의 발달은 기초적인 수준의 대인 서비스만을 제공할 수 있으나, 인간의 감정에 대한 판단 능력이 향상되면 가사, 간병 등 지극히 개인화된 서비스 산업 또한 인공 지능에 의해 발전할 전망

- (언어이해) 2025년 이후에는 대화의 상황판단, 문화적 맥락 등에 대한 이해가 넓어지며 인공지능 기반 통·번역 서비스, 비즈니스의 글로벌화가 보다 가속화될 전망

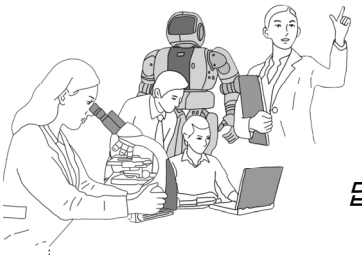
  - 통·번역의 경우 현재의 기술 수준에서는 대화 상황 판단, 문화적 맥락 등의 이해가 어려워 시장 확대가 어려우나, 이에 대한 알고리즘 발전 및 학습 데이터 구축에 따라 기존 통·번역 시장을 대체하며, 외국어 교육 시장의 축소를 가져올 전망

  - 언어적 장벽에 의해 국내에만 시장이 한정되었던 온라인 쇼핑몰 및 서비스 등이 통·번역 품질의 향상에 따라 보다 글로벌화 될 전망

- (지식이해) 2030년 이후에는 인간 지식에 대한 이해와 판단 능력이 보다 향상됨에 따라 교육, 비서, 화이트칼라 직업 지원 등 보다 고도의 추상화가 필요한 업무 영역 확산

  - 인간 언어에 대한 이해와 이를 지식으로 전환하는 기술의 발전에 따라 인간의 지적 활동 영역으로 인공지능 서비스의 범위가 확대될 것으로 예상

  - 이에 따라 교육·비서 등 화이트칼라 업무 전반에 인공지능 도입 확대 예상



Ⅳ. 주요국 및 우리나라의 연구개발 정책 현황

1 해외 주요국 연구개발 정책 현황

(캐나다) 캐나다 고등연구원(CIFAR, Canadian Institute for Advanced Research)의 머신러닝 연구에 대한 장기적 지원 결정을 통해 현재 딥러닝 연구의 기반 마련

- 캐나다고등연구원은 '80년대 후반 붐 이후 침체된 인공지능 연구에 대해 장기적이고 안정적인 연구개발 자금 투자를 결정함으로써 딥러닝 연구의 전기 마련

  - '80년대 후반 딥러닝 연구는 프레임 문제* 심볼그라운딩 문제** 여러 가지 기술적 한계를 극복하지 못하고 침체되었으며, 이에 각국 연구자금 지원 중단 및 대학・연구소의 연구 중단 속출

    * 인공지능의 대가 중 한 사람인 존 매카시(John McCarthy)의 논의에서 제기된 문제로, 어떤 작업을 실행할 때 컴퓨터가 보유한 지식 중 작업과 관계있는 지식을 구별해내는 것이 어려움을 의미(마쓰오 유타카, 2015)

    ** 인지과학자인 스테반 하나드(Stevan Harnad)에 의해 논의된 문제로, 심볼(Symbol, 기호)와 그것이 의미하는 것(grounding) 간 연결이 인간에게는 쉽지만, 컴퓨터는 그렇지 않기에 발생하는 문제(마쓰오 유타카, 2015)

  - 인공지능 연구의 침체기에 토론토대학의 제프리힌튼 교수는 그의 제자들과 함께 캐나다 고등연구원을 설득하고, 이에 '04년에 10년간 투자 결정으로 NCAP(Neural Computation and Adaptive Perception) 그룹이 만들어져 인공지능 연구 진행

    ※ NCAP는 일반 컴퓨터 과학자 뿐만이 아니라 소프트웨 엔지니어, 뇌과학자, 물리학자, 심리학자 등을 연구원으로 섭외하여 다학제적인 접근을 통해 연구개발 지향

  - 캐나다 고등연구원의 지원을 받은 힌튼교수는 '06년 현재 딥러닝 알고리즘 발전의 기념비적 업적을 세운 논문[14]을 발표

- 캐나다고등연구원(CIFAR)의 인공지능 분야 지원은 이의 출범과 함께 시작되었으며, 총 2차에 걸친 지원을 통해 현재까지 이어져 오고 있음

14) Hinton, G., Osindero, S., and Teh, Y.W. (2006). A fast learning algorithm for deep belief nets. Neural Compoutation, Vol. 18, No. 7, Pages 1527–1554



(CIFAR 1차) CIFAR 설립 초기 (1982~ 1995)에 선정된 연구 프로그램으로 2차 인공지능 붐과 함께하며 인공지능 연구의 기반 마련

- 1982년 CIFAR 설립 이후, 1983년 인공지능과 로보틱스 분야에서 인간 감각, 특히 시각 시스템 모델링을 목적으로 하는 연구소 설립 후 1995년까지 장기 지원
- 이에 따라, 컨볼루션 네트워크를 이용한 손글씨 인식, 인공 신경망 학습의 근간이 되는 Backprop 알고리즘 개발 등의 성과 창출

(CIFAR 2차) 인공지능을 뇌과학의 관점에서 접근하는 제프리 힌튼 교수의 연구에 약 1천만 달러 장기 투자(2004~2014)

- 기계학습을 이용한 뇌 모델링을 목적으로 신경과 뇌의 뉴런 모델링을 연구주제로 삼은 힌튼 교수의 연구에 장기적인 투자 지원 결정
- 대표적으로 '08년 파이썬 기반의 딥러닝 라이브러리 Theano 0.1 개발 및 배포, AlexNet('12) 개발을 통한 딥러닝 연구 주도 등의 성과 창출

〈참고 3〉 캐나다고등연구원(CIFAR)

CIFAR
CANADIAN INSTITUTE
for ADVANCED RESEARCH

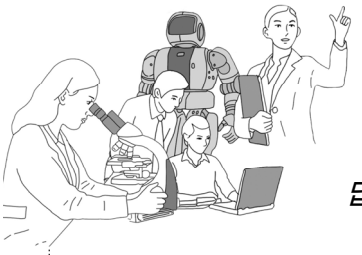
○ (설립목적) 전 세계의 우수 연구자들의 네트워크 형성을 통해 새로운 관점을 지닌 혁신적 연구개발을 지원

○ (운영원칙) 1) 변혁적 연구(transformative research) 수행을 위한 연구의 자율성을 최대한 보장하며, 2) 연구결과에 따른 지식의 공유를 추구하며, 3) 연구결과의 확산을 도울 이해관계자의 참여를 최대한으로 보장

○ (설립연도) 1982년

○ (연간예산) 1,600만 달러 (약 180억 원)

○ (인력) 17개 국, 115개 기관 소속 349명의 연구자 지원 (18명의 노벨상 수상자 배출)



○ (운영연구프로그램) 2016년 현재 14개 (설립 이후, 23개 프로그램 지원)
- 뇌, 사고, 의식 연구 프로그램(Azrieli Program in Brain, Mind & Consciousness)
- 바이오 기반 태양 에너지(Bio-inspired Solar Energy)
- 유아 뇌 발달 연구(Child & Brain Development)
- 우주 및 중력(Cosmology & Gravity)
- 유전 네트워크(Genetic Networks)
- 인간과 미생물유전체(Humans & the Microbiome)
- 제도, 조직, 그리고 경제성장(Institutions, Organizations & Growth)
- 통합적 미생물 생물다양성(Integrated Microbial Biodiversity)
- 기계와 뇌 학습(Learning in Machines & Brains)
- 생체 분자 구조(Molecular Architecture of Life)
- 양자정보과학(Quantum Information Science)
- 양자재료(Quantum Materials)
- 사회 상호작용, 정체성, 그리고 웰빙(Social Interactions, Identity & Well Being)
- 성공적 사회(Successful Societies)

※출처:https://www.cifar.ca/

(미국) 정부 차원의 뇌과학연구, 로봇연구 등과 더불어 민간 차원의 공동 연구소 설립

(NIH) 오바마 대통령이 2013년 2월에 발표한 Brain Initiative를 통해 인간 뇌에 대한 이해도를 높이고, 이를 인공지능, 특히 딥러닝 기술에 적용하는 방안 탐색 중

- 브레인이니셔티브는 범국가적 프로젝트로 '13년 발표되었으며, '25년까지 뇌과학, 신경과학, 뇌질환치료 및 이의 응용 분야 등에 대한 연구 계획 수립

- '14년 예산규모는 4,600만 달러였으며, '15년에는 8,500만 달러로 증액하여 미국 등 9개 국가의 125개 연구소에 67개의 과제를 새롭게 지원

- NIH 이외에도 방위고등연구계획국(DARPA), 식품의약청(FDA), 국립과학재단(NSF), 지능발전연구프로그램(IARPA)이 참여하여 뇌 연구를 통한 다양한 공공 문제 해결 추구



- 인공지능 분야에서는 신경회로 연결 맵핑 도구, 이미징 기술, 나노과학 등을 통해 인간 뇌 시냅스 구조와 이의 데이터 처리 메커니즘을 파악하고, 이를 컴퓨터 시스템에 적용하여 인공지능을 구현하는 방안 탐색 중

(DARPA) 군사적 목적으로 활용되는 로봇, 자연어처리 기술 등에 투자를 진행하고 있으며, DARPA 특유의 도전적・혁신적 연구 촉진을 위한 대회 개최

- '08년도에는 IBM과의 협업 하에 인간 뇌의 데이터 처리 방식을 모사한 '뉴로모픽 칩 (Neuromophic Chip)'을 개발

- 전장에서 활용될 무인기술의 개발을 위해 자율항공기로의 완전한 대체를 목표로 하는 'ALIAS (Aircrew Labor In-cockpit Automation System)'을 '14년 발표하였으며, 무인 드론 프로젝트 'CODE (Collaborative Operations in Denied Environment)' 또한 '15년 발표

- 자연어처리를 통한 군사정보 습득 및 작전 수행 능력 향상을 위해 '12년부터 4.5년의 연구기간을 가지는 DEFT (Deep Exploration and Filtering of Text) 프로젝트 시작

- 민간 차원의 인공지능 관련 연구개발을 진작하기 위해 자율주행차에 대한 그랜드 챌린지, 로봇 분야에 대한 로보틱스 챌린지 등을 운영

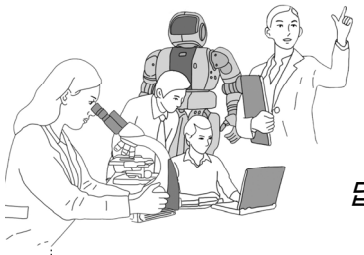
(Open AI) 2015년 민간 합동으로 비영리 인공지능 연구소인 OPEN AI 개소

- 딥러닝을 위시한 인공지능의 역할이 현재보다 더 중요해질 것이며, 이 성과를 인류가 공유해야 한다는 모토아래 테슬라의 엘론 머스크 등 IT업계의 거물들이 1조원을 넘게 투자하여 설립

- Ian Goodfellow, Ilya Sutskever, Andrej Karpathy 등 세계 최고 수준의 연구자들이 합류하여 연구 진행 중

- 이는 공공 목적의 연구조차 민간의 참여와 협력이 활발한 미국의 연구개발 및 정책 환경을 반영

- 구글, 페이스북 등 민간기업 차원에서도 연구성과를 공유하고 있으나 기업 특성상 완전한 공개에는 한계가 있어, Open AI를 통한 보다 폭넓은 연구결과의 공유 및 생태계 구축 기대



(일본) 북미 · 유럽 등에 뒤처진 인공지능 연구의 주도권 확보를 위해 최근 활발한 연구개발 정책 구축 및 지원 강화

- 일본은 로봇 및 컴퓨팅 분야에서 인공지능 관련 연구를 위한 기반을 기 구축하였으나, 북미 · 유럽 등에 비교하여 산업생태계에 대한 적응력이 낮음

  - 일본 정부의 인공지능 관련 지원은 '82년부터 10년에 걸쳐 570억엔의 투자를 진행한 '제5세대 컴퓨터'프로젝트부터 있었으나, 웹환경 미비에 따른 학습 데이터 부족, 주요 알고리즘 개발의 정체 등으로 큰 진전을 보지 못함

  - 최근 소니의 애완형 로봇 '아이보', 혼다의 두 발로 걷는 로봇 '아시모' 등 일본 민간 기업 차원의 로봇연구를 통해 인공지능 연구의 기반 구축

  - 일본 정부 또한 로봇혁명실현회의의 결과를 바탕으로 '15년 1월 「로봇신전략」을 발표하는 등 로봇산업 지원에 대한 정책적 의지가 강함

  - 그러나 현재 일본은 로봇개발 차원에서 인공지능이 연구됨에 따라 최신기술 개발능력이 부족한 편이며, 미국 중심의 연구 · 산업 생태계 편입이 늦어 인공지능 연구에 어려움을 겪고 있음

- 일본 정부는 2016년을 인공지능 연구의 원년으로 삼고, 향후 전폭적지지 천명[15)]

  - 문부과학성, 경제산업성, 총무성은 '16년부터 향후 10년 간 1,000억엔을 이화학연구소(RIKEN), 과학기술진흥기구(JST) 등에 인공지능 연구를 위해 투자하는 계획 발표

  - 산업기술총합연구소(AIST)는 '15년 인공지능연구센터를 개설하고 민관 공동연구 확충 계획을 수립하였으며, 정보통신연구기구(NICT)는 뇌정보통신융합연구센터를 운영 중

15) 알파고에 놀란 일본, 인공지능 기술의 현주소, 2016.05.02, Global Window, http://www.globalwindow.org/gw/overmarket/GWOMAL020M.html?BBS_ID=10&MENU_CD=M10103&UPPER_MENU_CD=M10102&MENU_STEP=3&ARTICLE_ID=5036600&ARTICLE_SE=20302



〈표 4〉 일본의 인공지능 관련 지원 현황 및 계획

단위: 억 달러

주관부처	연구 및 지원기관	거점명
문부과학성	이화학연구소(RIKEN)	AIP 센터(설립 예정)
	과학기술진흥기구(JST)	인공지능프로젝트(설립 예정)
경제산업성	산업기술총합연구소(AIST)	인공지능연구센터 https://unit.aist.go.jp/airc/
	신에너지 산업기술총합개발기구(NEDO)	인공지능프로젝트
총무성	정보통신연구기구(NICT)	뇌정보통신융합연구센터 http://brain.nict.go.jp/

※출처: www.globalwindow.org

2 한국의 연구개발 정책 현황

- 한국은 미국의 Brain Initiative, EU의 Human Brain Project와 유사하게 뇌 연구를 통한 인공지능의 이해와 기술 향상을 위해 법적 기반을 마련하고, 연구 추진

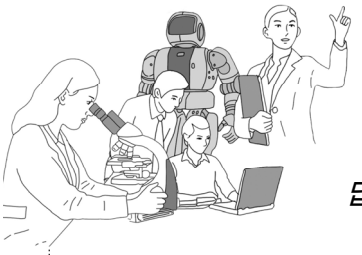
  - 우리나라는 '98년 「뇌연구촉진법」(이하, 촉진법)을 마련함으로써 국가적인 뇌 연구 지원 및 관련 산업 육성을 위한 법·제도적 기반을 마련

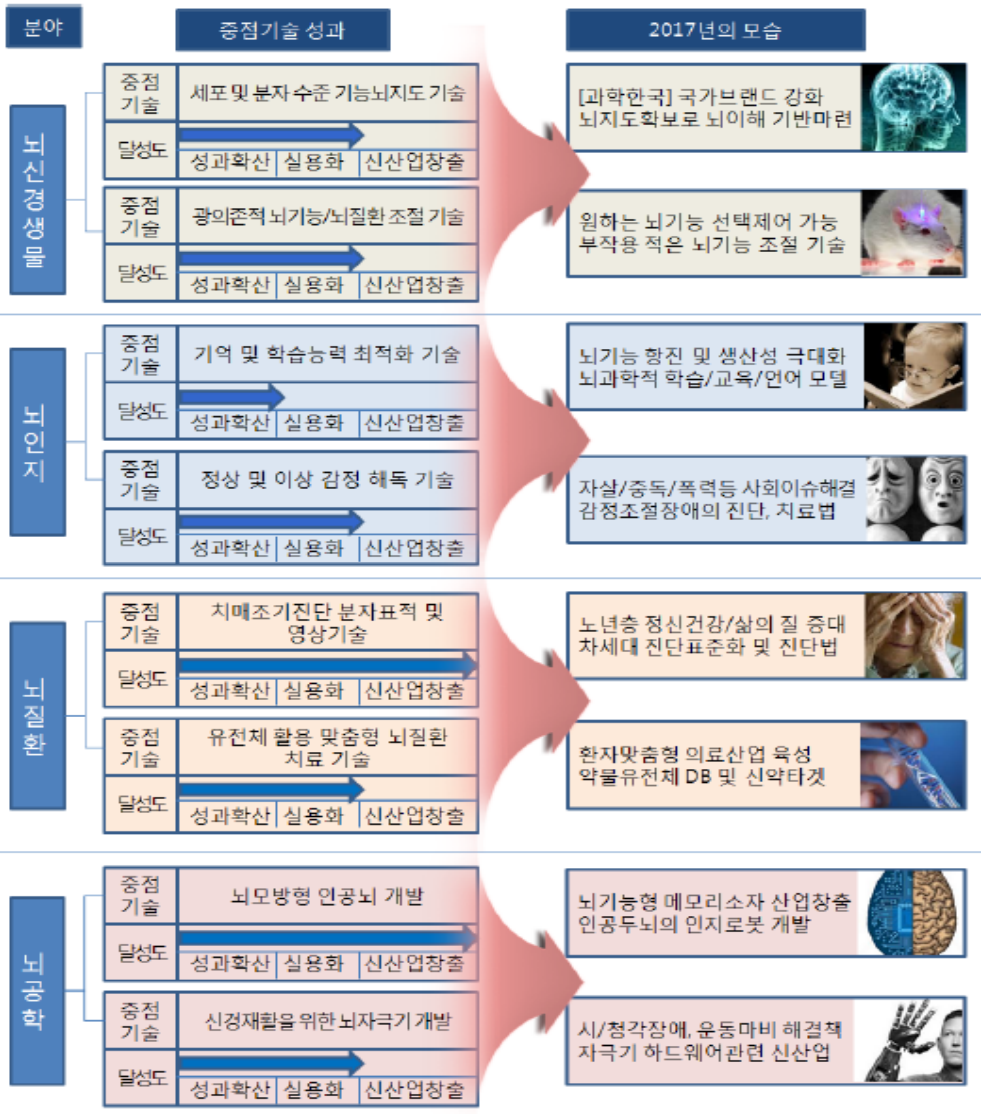
  - 촉진법에 따라 뇌연구촉진기본계획을 수립하고 있으며, 현재 시행되고 있는 제2차 뇌연구촉진 2단계('13~'17) 기본계획에서는 '17년까지 세계 7위 뇌 연구 선진국 진입을 목표로 R&D 핵심역량 강화, 연구개발 시스템 혁신, 산-학-연 협력 및 인프라 기반 구축 등의 3대 전략을 추진 중

  - 특히 뇌 관련 연구를 지속적으로 수행할 수 있는 전담연구기관인 '한국뇌연구원(KBRI)'을 설립하여 연구역량 결집 및 융합 연구의 기반 마련

- 인공지능 구현에 집중한 연구개발 투자는 주요국 대비 늦은 편이며, 2013년 '엑소브레인' 프로젝트의 발족을 통해 관련 연구개발 수행 중

  - 엑소브레인 프로젝트의 목표는 자연어를 이해하여 지식을 자가학습하며, 전문직종에 취업 가능 수준의 인간과 기계의 지식소통이 가능한 지식과 지능이 진화하는 SW인 엑소브레인 SW를 개발하는 것





※출처: 제2차 뇌연구촉진 2단계 기본계획

〈그림 13〉 제2차 뇌연구촉진 2단계 기본계획의 기술별 성과 목표

- 프로젝트는 '13년부터 10년간 총 3단계에 걸쳐 진행되며, 3대 핵심기술인 인간 모사형 지능 기술, 자율학습 기반 지식 진화 기술, 문제해결형 협업 기술 확보를 위해 총 4가지의 세부과제 운영





※출처: www.exobrain.kr

〈그림 14〉 엑소브레인 프로젝트의 단계별 목표 및 기대 연구결과



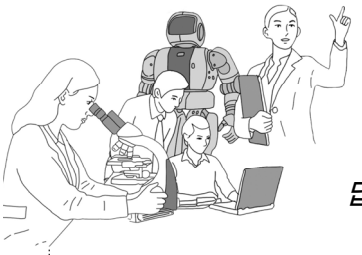
※출처: www.exobrain.kr

〈그림 15〉 엑소브레인 프로젝트의 핵심기술과 세부과제

Q 특히 최근 알파고 쇼크와 딥러닝 기술의 파급력에 대한 인지를 바탕으로 지능정보산업 발전을 위한 투자계획 및 연구소 설립 계획 마련

- '16년 3월, 지능정보기술 연구소 설립 등을 중심으로 한 「지능정보산업 발전전략」을 대통령 주재 민관합동 간담회에서 발표

- 주요내용은 LG전자 등 여섯 개 기업이 참여하는 지능정보기술연구소 설립과 5년간 1조원 투자, 2조5000억원 민간 투자 유치 등



- 이에 더해 '16년 10월 「지능정보사회 중장기 종합대책」을 마련하는 것을 목표로 현재 우리나라 인공지능 관련 연구개발 및 산업 현황, 발전 방향에 대한 분석 진행 중



〈그림 16〉 지능정보기술연구소 설립 및 관련 분야 투자 계획

- 그러나 뒤늦은 연구개발 경쟁 진입, 미약한 SW 연구기반, 주요국 대비 적은 연구비 규모 등으로 향후 관련 연구개발 진행에서 어려움을 겪을 전망

- 우리나라의 인공지능 분야에 대한 정부의 연구개발 진입이 본격적으로 이루어지기 시작한 것은 엑소브레인 프로젝트가 시작된 '13년부터로 볼 수 있으며, 전반적인 연구개발 인력·인프라 확보 미흡

- 뿐만 아니라, 하드웨어를 제외한 소프트웨어 분야에 대해서는 연구개발의 개념이 미흡하고, 민간 기업의 경우 삼성·네이버 등이 연구를 수행하고 있으나 주요국에 비해 규모와 역사 면에서 부족

- 대표 프로젝트의 연구비 또한 미국·유럽·일본의 10분의 1에도 미치지 못하여 관련 연구개발을 위한 자원 또한 부족할 것으로 예상



※출처: 현대경제연구원(2016)

〈그림 17〉 국가별 주요 AI 프로젝트 투자 비교



Ⅴ. 딥러닝 관련 연구개발 미래정책 과제

(인력양성) 학문 특성에 맞는 교육방식과 더불어 장기적 인력양성 플랜 구축

- 딥러닝을 비롯한 인공지능 관련 연구 분야는 변화의 속도가 여타 학문 분야보다 급속도로 이루어지므로, 교과서 위주의 지식 전달이 아닌 MOOC 등 다변화된 교육 전달 방식 필요

  - 딥러닝 분야를 위시한 인공지능 분야의 현재 기술적 발전은 대부분 2010년 이후에 이루어진 것으로, 기존 컴퓨터 과학(CS. Computer Science) 분야의 학습내용과 교구 등은 현 학문발전의 현실 반영 미흡

  - 또한 빠른 기술발전의 속도로 인해 특정 교육 프로그램을 마련하거나 학습 자료를 자체적으로 개발하여도, 이미 해당 학습 내용은 최신의 발전 현황을 반영하지 못할 가능성이 큼

  - 따라서 기술발전의 최신 동향을 즉각적으로 교육 내용에 반영할 수 있도록 온라인 공개강좌서비스(MOOC), 웹 튜토리얼, 유튜브 등 다양한 형태의 교육 프로그램 장려 및 인력 양성 필요

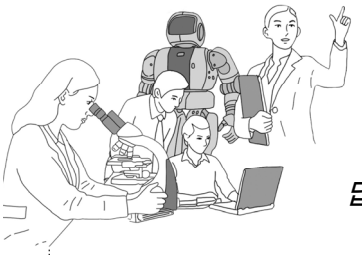
  - 실제로 딥러닝 분야에서 교과서라 할 만한 서적이 존재하지 않으며, 해당 분야 연구자들은 학습 시에 교구의 형태에 구애받지 않는 특성을 보임

- 최신 기술에 대한 즉각적 학습 및 해외 연구자들과의 활발한 교류를 위해 영어 교육을 보다 활성화할 필요

  - 기술발전의 속도가 빠른 딥러닝 분야의 연구자들은 자신의 연구 성과물을 논문이나 정제된 보고서 형태보다 즉각적으로 오픈소스로 공개하거나 arXiv에 결과를 공개하는 것을 선호

  - 최신기술 발전 동향에 대한 빠른 학습과 최고 기술 수준을 가진 해외 연구자들과의 교류를 위해서는 학습과 소통의 도구로서 영어에 대한 교육을 보다 강화할 필요

  - 실제로 번역 및 학술 내용의 현지화를 통해 대부분의 영역에서 성공을 거두는 일본 학술계도 딥러닝을 비롯한 인공지능 분야에서는 커다란 성과를 거두지 못한다는 사실을 상기할 필요



- 타 분야보다 인력난이 심각한 인공지능 분야 인력양성을 위한 수급전망 구축 및 장기인력 마스터플랜 구축 필요
  - 현재의 딥러닝 기술 발전으로 인한 인공지능 붐은 '00년도 후반에 들어 이루어졌으며, 이전까지는 기술발전의 정체로 연구자들의 타 분야로의 전향 및 저조한 지원으로 인력풀 지극히 미흡
  - 현재 우리나라 또한 인공지능 붐에 힘입어 벤처기업, 기존 대형 IT 기업에서 관련 연구 인력에 대한 수요가 폭증하고 있으나, 공급은 현저히 부족
  - 관련 연구 및 산업 수요의 충족을 위해 기술·적용분야별로 인력 수급 전망을 구체적으로 수립하고, 이에 따른 장기적 인력 양성을 위한 마스터플랜을 수립할 필요

(데이터 구축) 딥러닝 학습을 위한 데이터 구축이 연구개발·상용화 성패를 결정하므로, 데이터 구축 관련 연구개발 지원 및 공공데이터 강화 요구

- 해외 딥러닝 연구개발의 중요한 성공 요인은 풍부한 공개 데이터를 바탕으로 한 딥러닝 알고리즘의 학습 강화(김인중, 2016)
  - 현재 해외에서는 딥러닝 연구 분야별로 주요하게 활용하는 공공 데이터가 있으며, 연구자들은 이를 바탕으로 연구 진행 및 연구 결과물의 우수성 입증
  - 특히 공공부문에서 관련 연구개발 지원을 위해 학습을 위한 데이터를 과감하게 공개하고 있으며, 미 국립표준기술연구소(NIST)의 공공 데이터, Netflix, ImageNet 대회를 위해 제공된 데이터는 이의 예시
  - 일반적으로 대학은 인력규모가 작아 자체적 데이터 구축이 어려우며, 기업은 개인정보 보호 등 법적 이슈와 비즈니스 정보 보호 등의 이유로 데이터 공개를 꺼리므로, 공공 데이터가 딥러닝 학습을 위한 중요한 자원으로 활용될 가능성이 높음
- 한국은 정부 3.0을 통한 공공데이터 개방 강화 및 데이터 접근성 강화를 통해 딥러닝 연구를 위한 기반 조성 필요
  - 현재 박근혜 정부는 국정과제 중의 하나로 정부 3.0을 통한 공공 데이터 개방 및 이를 통한 산업 활성화를 추진하고 있음



- 정부 3.0의 취지와 현재까지의 성과는 긍정적이나, 공개 데이터의 연구 및 상용화 활용 가능성, 파급효과에 대한 사전 고려 미흡으로 주요국 공공데이터에 비해 활용성은 여전히 미흡

※ '15년 월드와이드웹재단(World Wide Web Foundation)의 세계 86개국 대상 오픈데이터 지표에 따르면, 공공데이터 개방의 성과는 1위 영국의 점수 100점 기준, 한국은 57.65점으로 17위에 불과(World Wide Web Foundation, 2013)

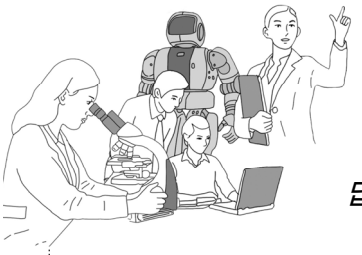
Country	Barometer Rank	ODB Scaled	Readiness (Scaled)	Implementation (Scaled)	Impact (Scaled)	2013 ODB	ODB Change	2013 Rank	Rank Change
UK	1	100	98	100	100	100	0	1	0
US	2	92.66	96	88	100	93.38	-0.72	2	0
Sweden	3	83.7	100	76	88	85.75	-2.05	3	0
France	4	80.21	91	75	84	63.92	16.29	10	6
New Zealand	4	80.01	81	88	55	74.34	5.67	4	0
Netherlands	6	75.79	95	76	57	63.66	12.13	10	4
Norway	7	74.59	88	73	64	71.86	2.73	5	-2
Canada	7	74.52	90	75	58	65.87	8.65	8	1
Denmark	9	70.13	94	54	95	71.78	-1.65	5	-4
Australia	10	68.33	92	69	43	67.68	0.65	7	-3
Germany	10	67.63	85	67	53	65.01	2.62	9	-1
Finland	12	66.49	93	54	78	49.44	17.05	14	2
Estonia	13	60.18	84	51	64	49.45	10.73	14	1
Spain	13	59.89	78	60	42	48.19	11.7	17	4
Chile	15	58.7	69	73	8	40.11	18.59	25	10
Austria	15	58.52	83	42	84	46.03	12.49	18	3
Czech Republic	17	58.07	64	61	46	43.18	14.89	22	5
Korea	17	57.65	79	54	48	54.21	3.44	12	-5
Japan	19	53.58	81	53	30	49.17	4.41	14	-5
Israel	20	52.97	70	51	43	45.58	7.39	18	-2

※출처: World Wide Web Foundation (2015)

〈그림 18〉 월드와이드웹재단의 오픈데이터 지표 국별 순위('15년 기준)

- 공공데이터 개방 시 양적 성과가 아닌 연구 및 산업계에서의 활용 가능성에 대해 민간 참여하에 사전적 평가를 통해 데이터 가공 및 제공 범위에 대한 합리적 결정 필요

- 특히, 단순한 데이터 제공뿐만이 아니라 개발자 및 연구자들이 데이터에 쉽게 접근하고 이를 가공・활용할 수 있는 효율적 APIs (Application Programming Interface)의 제공이 성공 요인



(연구개발평가) 양적 평가의 지양 및 분야 특성을 반영한 과제 · 사업 평가 필요

- 기존 논문 및 특허 중심의 연구개발 사업 · 과제 평가는 딥러닝 등 인공지능 관련 분야의 연구 성과 평가에는 적합하지 않음
  - 한국 정부는 '15년 발표된 「제3차 국가연구개발 성과평가 기본계획(2016~2020)」을 통해 질적 성과평가 중심으로의 평가체계 전환 방침을 발표
  - 그러나 여전히 연구현장에서는 사업 · 과제평가에서 논문 · 특허 · 사업화 성과 등 양적 성과지표에 대한 부담 상존
  - 특히, 딥러닝 분야의 연구자들은 대부분의 지식과 알고리즘 등을 개발 즉시 공개하는 것을 선호하고 있으며, 이에 빠르게 발전하는 알고리즘의 속도를 저널의 평가과정이 따라가지 못함
  - 또한 학술적인 차원에서도 CS 분야는 성과 발표를 위한 채널로 논문보다는 학술대회를 선호하고 있으며, 이에 따라 NIPS, ICML 등의 학술대회 논문이 타 분야 저널과 맞먹는 권위를 지님
  - 정상급 연구자들 또한 학술대회와 별도로 arXiv에 논문을 공개하며, 학회가 열리기 전 관심 있는 논문을 인터넷에서 찾아서 읽어보는 것도 매우 흔함
- 딥러닝 등 인공지능 학술 분야의 연구자들이 연구성과를 창출하는 방식에 대한 이해를 바탕으로 관련 과제 · 사업의 평가 방식을 적극 개선할 필요
  - SCI급 학술논문뿐만 아니라 주요 학술대회 발표, arXiv에의 논문 및 코드 공개 등 딥러닝 분야 학술성과 공유 방식을 반영한 성과평가 고려 필요
  - 질적 성과에 대한 평가를 위해서는 게재 학술지의 품질(예를 들어, SCI급)에 대한 평가뿐만 아니라, 발표 학술대회의 권위, 피인용수 등에 대한 평가를 보다 강화할 필요



(연구협력) 국내 · 외 연구협력 활성화를 통한 성과공유와 빠른 기술추격 필요

- 기존 오픈소스를 활용한 연구협력과 학술적 기여를 활성화함과 동시에 자체적인 오픈소스 개발을 장기적으로 추진할 필요

  - 현재 널리 쓰이는 텐서플로우(TensorFlow), 띠아노(Theano), 토치(Torch), 카페(Caffe), MXNet등 딥러닝 프레임워크는 모두 오픈소스로 개발됨

  - 이에 따라, 오픈소스를 중심으로 전 세계 연구자들의 연구협력이 이루어지고 있으며, 이에 대한 기여 정도가 해당 국가의 관련 분야 연구개발 위상과 주도권에 직결

  - 따라서, 대학 · 출연(연) 등의 딥러닝 관련 연구개발 추진 시, 오픈소스를 활용한 연구개발을 장려하고 이에 대한 기여를 강화할 필요

  - 장기적으로 오픈소스를 중심으로 관련 산업 생태계가 조성될 가능성이 높으므로, 자체적 오픈소스를 개발하고 이를 토해 산업주도권 확보 필요

- 분야별 산업적 응용 가능성을 고려한 융합 연구를 장려하고, 관련 연구 과제의 기획 확대 필요

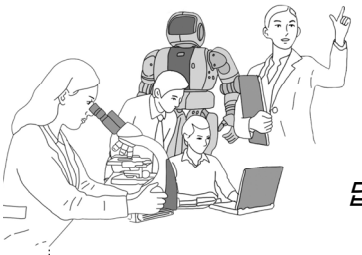
  - 딥러닝 분야는 자체적인 연구 외에 SW+타 SW, SW+HW 간 융합연구를 통해 적용 분야별로 실용성 높은 연구성과 창출

  - 따라서 적용분야별로 산업 응용 가능성을 고려한 융합연구 과제의 지원을 강화하고, 글로벌 산업 생태계에 대한 분석을 통해 주요 융합 가능 연구분야의 지속 발굴 필요

  - 특히, 인공신경망 구조 개선을 위한 뇌 연구, 알고리즘의 작동 원리에 대한 근원적 이해를 위한 수학 분야 등 딥러닝 연구의 돌파구를 마련할 수 있는 분야와의 융합연구 장려 및 지원 강화 필요

- 국내 딥러닝 연구기반의 확충 및 연구협력 활성화를 위해 국내학술대회 활성화 방안 마련 필요

  - 대부분의 학문 분야에서 국내학술대회의 성과는 주요한 연구성과로 인정되지 않으며, 주요 연구결과의 해외학술대회 위주 발표에 따라 국내학술 네트워크 구축 미흡



- 해외 주요국에 비해 매우 취약한 딥러닝 분야 인력 양성 및 네트워크 구축을 위해서는 국내학술대회 또한 활성화함으로써 자체 연구 생태계 구축 필요

- 이를 위해 국내학술대회의 논문 또한 영어 위주로 작성하는 것을 장려하며, 관련 연구 논문과 코드를 arXiv에 공개하는 것을 장려할 필요

- 해외에 기 발표한 연구성과의 경우 또한 성과 확산과 교육을 위해 국내학술대회에 국문의 형태로 재발표하는 것을 발표의 한 형태로 인정하고, 이를 자기표절의 문제에 해당하지 않도록 하는 제도 구축 필요

(R&D 자금) 연구 저변 확산을 위한 소규모 · 장기 지원 확대와 컨테스트 방식의 연구 자금지원 확산

- 대규모 연구자금 지원보다는 소규모 · 장기지원을 통한 연구자금 수혜 대상 확대와 연구 저변 확대 필요

  - 딥러닝 연구를 포함한 대부분의 알고리즘 연구는 시설 · 기기보다 관련 인력의 역량이 연구개발 성패의 가장 중요한 부분

  - 현재 한국의 딥러닝 등 인공지능 관련 연구개발인력의 수는 극히 미흡하여, 단기적으로 연구 인력의 확대를 위한 연구자금 지원 방식의 마련 필요

  - 소수의 과제에 대한 대규모 자금지원보다 인력양성 차원의 소규모 · 장기 연구개발 자금 지원을 확대하여, 연구 저변 확대 필요

- 성능 중심 연구개발을 위한 컨테스트 방식의 연구 자금 지원 적극 도입 필요

  - 딥러닝 분야는 연구 결과의 학술적 가치 혹은 논리성보다는, 해당 연구를 통한 특정 적용분야에서의 성능 향상 정도에 대한 측정이 평가의 주를 이룸

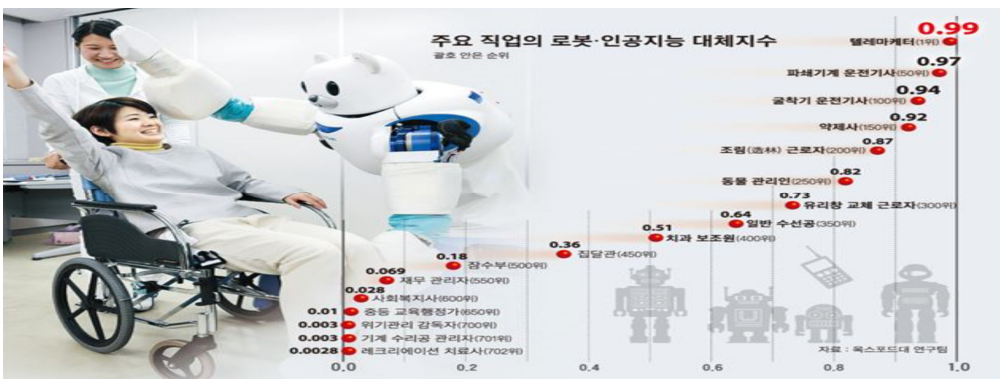
  - 이에 따라 이미지넷 대회와 같이 성능 향상(예를 들어, 이미지 인식률) 정도에 대한 평가를 중심으로 하는 콘테스트가 활발히 운영되고 있으며, 이를 통해 연구결과의 실용성을 극대화하고 연구 커뮤니티 간 결과 공유 장려

  - 적용 분야별 표준 데이터를 기반으로 하는 컨테스트 형식의 연구개발 자금 지원을 확대하고, 특히 환경 · 안전 등 국가 · 사회적 문제 해결을 위한 연구 과제 · 사업에 이와 같은 자금지원 방식을 적극 도입할 필요



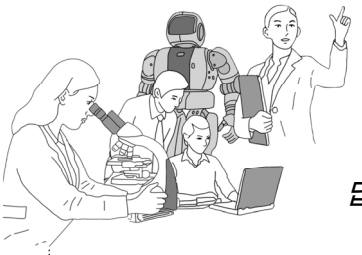
(사회문화조성) 인공지능의 장기적 사회적 영향 평가를 강화하고, 이에 대한 사회적 수용성을 높임과 동시에 부작용을 최소화할 수 있는 방안 마련 필요

- 딥러닝 기술의 도입으로 촉발된 인공지능 기술의 급격한 발전과 함께 이에 대한 사회적 논란 및 거부감 확산
  - 구글의 기술고문인 레이 커즈와일(Ray Kurzweil) 박사의 '특이점(Singularity)' 논의는 인공지능에 의한 기계와 인간관계의 역전 등 인공지능 기술의 부작용에 대한 사회적 불안감 촉발
  - 특히, 인공지능에 의한 직군별 장기적인 일자리 감소에 따라 인공지능 시대에 대비한 인력·교육 정책의 마련 필요성 증가
- 향후 인공지능과 관련한 기술영향평가를 강화하고, 인공지능과 인간이 공존하기 위한 사회 시스템에 대한 대중적 논의 강화 필요
  - 현재 과학기술 관련 최상위 법령인 「과학기술기본법」에 따라 기술영향평가가 시행되고 있으며, 개별 기술의 부정적 영향을 극소화하기 위한 정책 방향 마련 중
  - 그러나 평가 대상 기술의 선정 및 평가 이후 지속적인 추적평가가 이루어지고 있지 않으며, 대상기술의 확대 및 장기 모니터링을 위한 예산 및 인력 부족
  - 인공지능은 산업구조와 일자리 구조, 사회문화 등에 근본적인 영향을 미칠 기술이므로, 이에 대한 장기적인 모니터링을 통해 지속적 정책 대응 방안 마련이 요구됨



※출처: 전방위 로봇혁명, 10년 뒤 직업 3분의 1이 사라진다. 2015.03.10. 한국일보

〈그림 19〉 주요 직업의 로봇·인공지능 대체 지수



참 고 문 헌

기용걸(2016). 인공지능과 심층학습의 연구동향. 정보통신기술진흥센터: 주간기술동향 통권 1736호, pp.10-19

김병운(2016). 인공지능 동향 분석과 국가차원의 정책 제언. 정보화정책, 제23권 제1호, 2016년 봄호, pp.74-93

김인중(2016). 기계학습의 발전 동향, 산업화 사례 및 활성화 정책 방향: 딥러닝 기술을 중심으로. 소프트웨어정책연구소: SPRI Issue Report 2016-017호

김재필 · 나헌(2016). 인공지능(AI), 완생이 되다. 디지에코 보고서 Issue & Trend

마쓰오 유타카(2015) 저, 박기원 역(2015). 인공지능과 딥러닝: 인공지능이 불러올 산업 구조의 변화와 혁신. 동아 엠엔비

미래창조과학부 · 교육부 · 산업통상자원부 · 보건복지부(2013). 제2차 뇌연구촉진 2단계 ('13~'17) 기본계획

석왕헌 · 최광희(2015). 인공지능 기술과 산업 가능성. 한국전자통신연구원: Issue Report 2015-04

전상원(2015). 지능형로봇의 국내외 산업 동향. TTA Journal, Vol. 158, pp.49-54

최희열 · 민윤홍(2015). 딥러닝 소개 및 주요이슈. 정보처리학회지, Vol. 22. No.1, pp.7-21

현대경제연구원(2016). AI 시대, 한국의 현주소는?: 국내 인공지능 산업 기반 점검. 현대경제연구원: VIP 리포트 16-8 (통권 646호)

현대경제연구원(2014). 인공지능 관련 유망산업 동향 및 시사점. 현대경제연구원: VIP 리포트 14-33 (통권 584호)



KB금융지주경영연구소(2015). 머신러닝과 금융업 적용 사례. KB금융지주경영연구소: KB지식비타민 15-87호

Choi, K., Fazekas, G., & Sandler, M. (2016). Text-based LSTM networks for Automatic Music Composition. 1st Conference on Computer Simulation of Musical Creativity, Huddersfield, UK, 2016

McKinsey Global Institute (2013). Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy

Tractica (2015). Artificial Intelligence for Enterprise Applications: Deep Learning, Predictive Computing, Image Recognition, Speech Recognition, and Other AI Technologies for Enterprise Markets - Global Market Analysis and Forecasts

TechNavio(2015). Global Smart Machine Market

World Wide Web Foundation (2015). Open Data Barometer 3rd Edition Global Report

www.airesearch.com

www. deeplearningbook.org

www.exobrain.kr

www.hub-ai.com

저자 소개

■ **최 근 우**
- Queen Mary University of London 박사과정
- e-mail:gnu.choi@qmul.ac.uk

■ **송 기 선**
- NAVER Labs 책임연구원
- kisun.song@navercorp.com

■ **강 요 셉**
- 한국과학기술기획평가원 전략연구팀 연구원
- 전화 : 02-589-5243
- e-mail : joseph@kistep.re.kr

KISTEP Issue Paper 2016-08

| 발 행 | 2016년 8월
| 발행인 | 박 영 아
| 발행처 | 한국과학기술기획평가원
서울시 서초구 마방로 68(양재동) 동원산업빌딩 9층~12층
전화 : 02) 589-2200 / 팩스 : 02) 589-2222
http://www.kistep.re.kr
| 인쇄처 | (주)비전테크시스템즈 [TEL : 02)3432-7132]