

9.1

인공지능 기술발전의 역사

- ➔ 인공지능(Artificial Intelligence, AI)은 미국의 컴퓨터과학자인 존 매카시 (John McCarthy)가 1956년 다트머스 컨퍼런스(Dartmouth Conference)에서 최초로 사용한 표현임
- ➔ 인공지능은 인간과 유사하게 사고하는 컴퓨터 지능을 일컫는 포괄적 개념으로 인간의 **지각, 추론, 학습능력** 등을 컴퓨터 기술을 이용하여 구현한 컴퓨터 알고리즘
- ➔ 존 매카시를 필두로 인공지능의 연구가 시작되었으며, 인공지능의 기술발전은 **계산주의 시대, 연결주의 시대, 딥러닝 시대**로 구분됨

9.1

인공지능 기술발전의 역사 - 계산주의

- ➔ 초창기 시대는 **계산주의(computationalism)** 시대, 계산주의는 인간이 보유한 지식을 컴퓨터로 표현하고 이를 활용해 현상을 분석하거나 문제를 해결하는 지식기반시스템을 말함
- ➔ 1950년대 존 매카시를 비롯하여 마빈 민스키(Marvin Minsky), 나다니엘 로체스터(Nathaniel Rochester), 클로드 새넨(Claude Shannon) 등 당시 최고의 정보과학자들이 다트머스대학교(Dartmouth College)에 모여 계산주의 인공지능을 연구함
- ➔ 컴퓨팅 성능 제약으로 계산기능(연산기능)과 논리체계의 한계, 데이터 부족 등의 근본적인 문제에 직면하여 결국 계산주의 연구는 기대에 부응하지 못함

9.1

인공지능 기술발전의 역사 - 연결주의

- ➔ 계산주의로 인공지능 발전에 제약이 생기면서 1980년대에 **연결주의 (connectionism)**가 새롭게 대두됨
- ➔ 연결주의는 지식을 직접 제공하기보다 지식과 정보가 포함된 데이터를 제공하고 컴퓨터가 스스로 필요한 정보를 학습함
- ➔ 연결주의는 인간의 두뇌를 모사하는 **인공신경망(Artificial Neural Network)**을 기반으로 한 모델,
연결주의 시대의 인공지능은 인간과 유사한 방식으로 데이터를 학습하여 스스로 지능을 고도화함
- ➔ 연결주의는 막대한 컴퓨팅 성능과 방대한 학습데이터가 필수적이거나 당시에 이들이 부족하여 비즈니스 활용 측면에서 한계가 있음,
연결주의 시대도 학습에 필요한 빅데이터와 컴퓨팅 파워의 부족이라는 한계를 극복하지 못함

- ➔ 2010년 이후 GPU(Graphic Processing Unit, 그래픽 프로세서)의 등장과 분산처리기술의 발전으로 계산주의와 연결주의 시대의 문제점인 방대한 양의 계산문제를 대부분 해결하게 됨
- ➔ 최근의 인공지능은 **딥러닝(deep learning, 심층학습)의 시대**, 딥러닝 역시 연결주의 시대와 동일하게 신경망을 학습의 주요 방식으로 사용함
- ➔ 신경망의 기본 구조인 입력층(input layer)과 출력층(output layer) 사이에 다수의 숨겨진 은닉층(hidden layer)으로 구성된 신경망을 딥 뉴럴 네트워크 (Deep Neural Networks, 심층신경망)라고 부르면서 딥러닝 용어가 탄생함

9.1

인공지능 기술발전의 역사 – 딥러닝 시대

- ➔ 최근에는 4차 산업혁명 기술력의 급성장, 혁신적 알고리즘의 등장, 그리고 분산컴퓨팅, 특히 GPU의 발전으로 딥러닝 기술이 진보하고 있음
- ➔ 현재 딥러닝은 음성인식, 이미지인식, 자동번역, 그리고 무인주행(자동차, 드론) 등에 큰 성과를 나타내고 있으며 의료, 법률, 세무, 교육, 예술 등 다양한 범위에서 활용됨

[표 9-1] 인공지능 발전의 시대적 구분

시대적 구분	시대	특징
계산주의 시대	1950년대	<ul style="list-style-type: none"> - 인간이 보유한 지식을 컴퓨터로 표현하고 이를 활용해 현상을 분석하거나 문제를 해결하는 지식기반시스템 - 계산기능(연산기능)과 논리체계의 한계, 데이터 부족 등
연결주의 시대	1980년대	<ul style="list-style-type: none"> - 지식을 직접 제공하기보다 지식과 정보가 포함된 데이터를 제공하고 컴퓨터가 스스로 필요한 정보를 학습하는 것 - 컴퓨팅 성능과 방대한 학습데이터가 부족하여 비즈니스 활용 측면에서 한계점 대두
딥러닝 시대	2010년 이후	<ul style="list-style-type: none"> - 컴퓨팅 성능 향상, GPU 등장, 분산처리기술의 발전 - 사물인터넷과 클라우드 기술의 발전으로 빅데이터 생성·수집됨 - 딥 뉴럴 네트워크(Deep Neural Networks, 심층신경망)의 활용 - 음성인식, 이미지인식, 자동번역, 무인주행(자동차, 드론) 등을 딥러닝에 적용

9.2

인공지능의 정의와 유형

- ➔ 아마존의 알렉사(Alexa), 애플(Apple)의 시리(Siri), MS의 코타나(Cortana) 등 대화형 에이전트(개인비서)에서 자율주행차의 인지·판단시스템에 이르기까지 인공지능 기술이 빠르게 확산되고 있음
- ➔ 미국의 미래학자 레이 커즈와일(Ray Kurzweil)은 2045년을 **기술적 특이점 (technological singularity)**, 특이점 기준 아래에 그 기준을 적용할 수 없는 점)으로 예상하면서 인간의 두뇌보다 창의력과 지혜, 사회적 능력 등이 뛰어난 초지능이 등장할 것으로 주장함
- ➔ 인공지능이 인간 지능에 의존하지 않고 스스로 진화해가면, 미래에 인간이 미래를 예측할 수 없는 시점에 이를 수도 있다는 것

9.2

인공지능의 정의

[표 9-2] 인공지능의 정의

연구자 및 기관	정의	핵심 키워드
Ray Kurzweil(1990)	인간에 의해 수행될 때 필요한 지능에 관한 기능을 제공하는 기계를 만드는 작업	지능, 기계
Rich & Knight(1991)	컴퓨터가 특정 순간에 사람보다 더 효율적으로 작업이 가능하도록 만드는 연구	효율성
Luger & Stubblefield(1993)	지능적인 행동의 자동화에 관한 컴퓨터 과학의 한 부문	지능자동화 컴퓨터과학
가트너(Gartner)	인간을 대체, 인지능력을 제고, 인간의 의사소통 통합, 복잡한 콘텐츠의 이해, 결론을 도출하는 과정 등 인간이 수행하는 것을 모방하는 기술	인지능력, 모방
한국정보화진흥원(NIA)	인간의 학습능력, 추론능력, 지각능력, 이해능력 등을 실현한 기술	학습, 추론, 지각, 이해능력
창조경제연구회(2016)	학습을 통하여 예측과 맞춤의 가치를 제공하는 최적화 시스템	학습, 예측, 맞춤, 최적화

9.2

인공지능의 유형

→ 미국의 철학자 존 설(John Searle)은 인공지능은 주어진 조건에서 작동 가능한 약한 인공지능(**Weak AI** 또는 Artificial Narrow Intelligence)과 자의식을 지니고 인간과 같은 사고가 가능한 강한 인공지능(**Strong AI** 또는 Artificial General Intelligence)으로 분류

→ **약한 인공지능**은 인공지능 기술을 유용한 소프트웨어 기술로 파악하고, 특정 문제를 해결하기 위한 인간의 지능적 행동을 수행하도록 공학적 응용을 모색한 접근방식,

약한 인공지능은 합리적으로 생각하고, 행동하는 시스템

→ **강한 인공지능**은 인간과 같은 사고체계로 문제를 분석하고 행동할 수 있도록 인공지능을 연구하는 접근방식,

강한 인공지능은 인간처럼 생각하고 행동하는 시스템

[표 9-3] 약한 인공지능과 강한 인공지능

구분	약한 인공지능	강한 인공지능
인간의 사고	<p>합리적으로 생각하는 시스템</p> <ul style="list-style-type: none"> - 정신적 능력을 갖춘 시스템 - 사고의 법칙 접근 방식 	<p>인간처럼 생각하는 시스템</p> <ul style="list-style-type: none"> - 사고 및 의사결정을 내리는 시스템 - 인지 모델링 접근방식
인간의 행동	<p>합리적으로 행동하는 시스템</p> <ul style="list-style-type: none"> - 지능적 행동을 하는 에이전트 시스템 	<p>인간처럼 행동하는 시스템</p> <ul style="list-style-type: none"> - 어떤 행동을 기계가 따라하는 시스템

9.2

인공지능의 수준(레벨)에 따른 분류

→ 인공지능을 에이전트(agent)로 인식하고 입력과 출력의 관계에서 그 수준에 따라 4단계의 레벨로 구분하는 방법

→ 첫 번째 레벨(Level 1)은 단순한 제어프로그램,
Level 1은 상업적으로 인공지능이라고 지칭하는 것들로 지극히 단순한 제어프로그램을 탑재한 전자제품(에이컨, 세탁기, 청소기 등)을 인공지능 탑재라고 부름

→ 두 번째 레벨(Level 2)은 고전적인 인공지능(Classical AI),
Level 2는 행동 패턴이 지극히 다채로운 경우의 지능을 말함,
장기프로그램, 퍼즐프로그램, 청소로봇, 진단프로그램, 그리고 단순한 질문에 대답하는 인공지능이 이에 해당함

9.2

인공지능의 수준(레벨)에 따른 분류

→ 세 번째 레벨(Level 3)은 기계학습(machine learning)을 적용한 인공지능, Level 3은 검색엔진에 내장된 데이터 또는 빅데이터를 학습하여 자동적으로 판단하는 인공지능,

Level 3 인공지능의 사례로는 추천시스템

→ 네 번째 레벨(Level 4)은 딥러닝(deep learning)을 적용한 인공지능, 딥러닝(심층학습)은 기계학습을 실현하는 기술,

딥러닝은 다층구조 신경망(심층신경망, Deep Neural Network) 기반의 기계 학습 분야로, 다량의 데이터로부터 높은 수준의 추상화 모델을 구축하는 기법

→ 현재 인공지능은 약한 인공지능에서 강한 인공지능으로의 전환과 딥러닝을 적용한 인공지능(레벨 4)으로 가속화되고 있음

9.3

인공지능 산업동향과 비즈니스 모델 혁신

- ➔ 최근 인공지능 선도기업들은 자사의 인공지능 알고리즘을 공개하여 인공지능 시스템의 표준화를 주도하고 있음
- ➔ 2015년을 기점으로 인공지능 소스코드를 **오픈소스(open source)**화하여 인공지능 개발에 필요한 투자비용을 대폭 감소시키고 있음
- ➔ 구글(Google)은 인공지능 오픈소스 텐서플로우(TensorFlow) 등 자사 보유의 인공지능 기술을 일반인에게 무료로 공개하고 있음
- ➔ 인공지능 개발기업과 연구자들은 공개된 오픈소스를 활용함으로써 인공지능 개발비용과 시간을 절감하고 있음
- ➔ 인공지능 소스코드 개방기업들은 빅데이터 플랫폼과 양질의 빅데이터를 보유하고 있다는 공통된 특징을 지니고 있음, 글로벌 기업들이 보유한 인공지능 기술이 공개됨에 따라 인공지능 생태계의 발전은 가속화되고 있음

9.3

인공지능 산업동향과 비즈니스 모델 혁신

- ➔ 공격적인 인수합병(Mergers & Acquisitions, M&A)을 통해 기술력과 인재를 확보하여 인공지능 시대를 준비하고 있음
- ➔ 인공지능 후발주자 기업은 M&A를 통해 자체 기술개발과 비교하여 개발 속도를 증진하는 것은 물론 신기술 융합을 가능하게 함
- ➔ 알파벳, 애플, 아마존, 삼성전자 등 글로벌 기업들은 경쟁적으로 스타트업(창업기업)을 인수하고 있으며 인수대상 기업은 대부분 4차 산업혁명 분야에 집중되고 있음
- ➔ 인공지능은 첨단기술 영역으로 어느 산업보다 기술개발을 이끌어갈 인재가 중요하기 때문에 공격적으로 인공지능의 석학들을 영입함
- ➔ 공격적으로 M&A을 통한 인재를 영입하는 등 인공지능 전문가 영입 경쟁은 계속해서 과열되고 있음

- ➔ 2015년 8월, 경영컨설팅기업 보스턴컨설팅그룹(BCG)과 경제전문잡지 포브스(Forbes) 등은 인공지능 분야를 포함한 글로벌 혁신기업을 선정하여 발표한 바 있음
- ➔ 글로벌 혁신기업 50군에는 미국이 29개, 일본이 5개 기업이 선정되었고, 국내 기업은 삼성전자, 네이버, 아모레퍼시픽이 선정됨
- ➔ 4차 산업혁명 기술(인공지능, 3D프린팅, 사물인터넷, 클라우드) 관련 분야에서 인공지능 소프트웨어 분야는 전 세계 158개 기업이 혁신기업으로 선정되었으나 국내는 단지 1개 기업만이 선정됨
- ➔ 국내의 인공지능 기술력은 선도국가인 미국에 비해 약 2년의 기술격차가 나고 있으며 이를 줄이기 위해 인공지능 관련 투자와 활성화 정책이 시급한 실정임

- ➔ 인간과 인공지능의 역사적 대결에서 인공지능은 모두 승리함
- ➔ 2016년 구글 딥마인드(Google DeepMind) 인공지능 바둑프로그램 알파고(AlphaGo)와 한국기원 소속의 프로기사 이세돌 9단의 대결은 알파고의 승리로 끝남
- ➔ 1997년 IBM의 딥 블루(Deep Blue)가 인간 체스 챔피언(가리 카스파로프, Garry Kasparov)과의 체스 게임에서 승리
- ➔ 2011년 IBM의 인공지능 왓슨(Watson)이 제퍼디(Jeopardy) 퀴즈쇼에서 인간 퀴즈 챔피언과 경쟁하여 우승
- ➔ 인간은 인공지능의 **학습능력**, **추론능력**, 그리고 **지각능력**을 넘을 수 없기에 인간과 인공지능의 대결은 의미가 없음

9.4

인공지능의 적용 분야 – 인간과 인공지능의 대결



[그림 9-1] IBM Watson과 인간과의 퀴즈대결(출처: www.ibm.com)

9.4

인공지능의 적용 분야

- ➔ 인공지능은 근본적으로 미래기술들과 융합하여 온라인과 오프라인이 융합하는 O2O 세상을 선도하고 있음
- ➔ O2O 융합을 이끄는 클라우드, 빅데이터, 사물인터넷, 생체인터넷, 핀테크 (Fintech), 디지털 헬스케어(Digital healthcare) 등이 인공지능과 융합하여 혁신적인 비즈니스 모델과 서비스가 창출되고 있음
- ➔ 제조업·서비스업 분야에서 인공지능이 적용되어 자동화·지능화가 촉진되고, 생산성과 품질이 향상되고 있음
- ➔ 제조업의 스마트화, 스마트팩토리(smart factory, 지능형 공장)는 인공지능 기반의 사이버물리시스템을 통해 효율성을 높이고 있음

9.4

인공지능의 적용 분야

- ➔ 구글(Google)은 중·장기 인공지능 프로젝트의 일환으로 **무인자동차** 개발 프로젝트를 수행함
- ➔ 자동차에 부착된 센서(sensor)로 데이터를 확보하고, 클라우드에서 빅데이터를 축적하여 인공지능이 제공한 예측과 맞춤으로 가치를 창출하고 현실을 최적화시키는 과정을 무인자동차로 구현함
- ➔ 구글의 무인자동차는 부착된 센서를 통해 주변의 환경을 감지하면서 도로 위의 데이터를 수집함, 수집한 데이터는 클라우드를 통해 데이터로 축적(저장)되고, 이를 인공지능(딥러닝)으로 분석함
- ➔ 인공지능은 분석한 데이터를 바탕으로 최적의 경로로 자동차를 운행함, 각각의 무인자동차들의 경로를 최적화하여 도로 위의 모든 차량은 최적의 경로로 운행할 수 있음

9.4

인공지능의 적용 분야



[표 9-5] 구글(Google)의 무인자동차 구조

단계	기능	핵심기술
데이터 수집	자동차의 센서에서 데이터 수집	사물인터넷(IoT)
저장 및 분석	지원 센터로 데이터 송출 및 분석	클라우드(Cloud), 빅데이터(BigData)
가치 창출	경로탐색, 자동 운행 서비스 제공	인공지능(AI), 딥러닝
최적화	최적 경로로 차량 운행	기술융합(convergence)

9.4

인공지능의 적용 분야

- ➔ 미국의 지능형 법률자문회사 로스인텔리전스(ROSS Intelligence)는 IBM의 인공지능 왓슨(Watson)을 기반으로 대화형 법률서비스(ROSS, 인공지능 변호사)를 제공하고 있음
- ➔ 단순히 키워드 검색 결과를 나열하는 기존 법률정보 검색시스템과는 달리 이용자가 일상의 대화체로 질문하면 질문과 연관성이 높은 법률적 답변과 함께 판례 등의 근거 자료를 제공함
- ➔ 유통과 물류 영역에서도 인공지능이 적극적으로 활용됨
- ➔ 아마존(Amazon)은 기존의 주문과 물류가 이원화된 시스템에서 주문, 재고, 유통을 통합한 주문이행센터를 고안하여 고객의 다양한 주문을 예측할 수 있는 인공지능 기반 예상배송시스템을 구축함

9.4

인공지능의 적용 분야

[표 9-6] 아마존의 예상배송시스템

단계	기능	핵심기술
데이터 수집	고객의 구매정보 데이터 수집	사물인터넷(IoT)
저장 및 분석	구매 패턴 분석	클라우드(Cloud), 빅데이터(BigData)
가치 창출	예상 구매 물품 예상	인공지능(AI)
최적화	유통과 물류 비용 감소	기술융합(convergence)

9.4

인공지능의 적용 분야

- ➔ 최근 인공지능은 예술의 영역에 도전하기 시작함
- ➔ 인공지능을 활용한 안면인식, 영상인식, 생체인식 기술이 크게 발전하여 분별의 정확도가 인간 능력의 이상으로 향상됨
- ➔ 구글과 마이크로소프트는 딥러닝 기술을 이용하여 대량의 영상으로부터 고양이 얼굴을 스스로 학습하는 인공지능을 개발함
- ➔ 인공지능(안면인식 기술)을 활용하여 마이크로소프트는 렘브란트 미술관과 공동으로 인공지능 프로젝트인 넥스트 렘브란트(Next Rembrandt)를 수행하고 있음
- ➔ 네덜란드의 대표적인 화가 렘브란트(Rembrandt)의 작품 300점 이상을 학습한 후에 그 화풍을 재현하여 렘브란트의 신작을 그림

9.5 인공지능 기술: 기계학습, 딥러닝, 그리고 융합기술

➔ 기계학습(machine learning, 머신러닝)과 딥러닝(deep learning, 심층학습)으로 대표되는 인공지능 기술이 놀라운 속도로 발전함에 따라 음성인식, 영상인식, 자동번역 등의 분야에서 획기적인 성과가 달성됨

➔ **기계학습(머신러닝)**은 인공지능을 구현하는 구체적인 접근 방식, 기계학습은 방대한 데이터를 분석해 미래를 예측하는 기술로 일반적으로 생성 (발생)된 데이터를 정보와 지식(규칙)으로 변환하는 컴퓨터 알고리즘

➔ **딥러닝(심층학습)**은 기계학습을 실현하는 기술, 딥러닝은 심층신경망을 학습의 주요 방식으로 사용함

심층신경망은 은닉층을 포함한 계층이 많을수록 더 높은 수준의 특징을 효과적으로 추출할 수 있음

- 딥러닝은 특정 이미지나 음향 및 동영상 데이터의 패턴 분석을 반복적으로 학습하여 이를 통해 스스로 무엇인지 인지하는 기술
- 최근의 인공지능 기술로 주목받고 있는 것이 바로 **융합기술**
- 인공지능의 핵심은 **예측**과 **맞춤**을 통한 가치 창출이며, 이러한 과정에는 사물인터넷, 클라우드, 빅데이터, 인공지능이 서로 융합됨
- 사물인터넷을 통해 데이터를 수집하고, 이들 데이터를 클라우드를 통해 저장하며, 인공지능으로 분석하여 빅데이터의 가치를 높임
- 다음으로 가상의 공간(Online)에서 예측과 맞춤을 통해 현실(Offline)에서 최적화하여 가치를 창출하는 과정이 기술의 융합

→ (1) 인공지능의 개발·활용 전략으로 **공개된 오픈소스 및 개방 플랫폼을 적극적으로 활용**해야 함,

새롭게 인공지능 기술을 개발하기보다 개방 플랫폼 활용 및 클라우드를 활용하는 방안이 우선시 되어야 함

인공지능 선도기업들이 제공한 오픈소스를 이용하면 인공지능 개발 관련 시간과 비용을 줄일 수 있으며, 다양하게 형성된 인공지능 커뮤니티는 활용과정에서 많은 도움을 받을 수 있음

→ (2) **빅데이터 확보전략과 규제 완화**가 필요함,

인공지능 선도기업들이 인공지능 관련 소스코드를 공개하고 있으나 경쟁우위를 유지하기 위해 데이터는 공개하지 않고 있음

인공지능 산업의 발전과 활성화를 위해서는 공공데이터 개방과 개인데이터가 활용될 수 있는 토대가 마련되어야 함

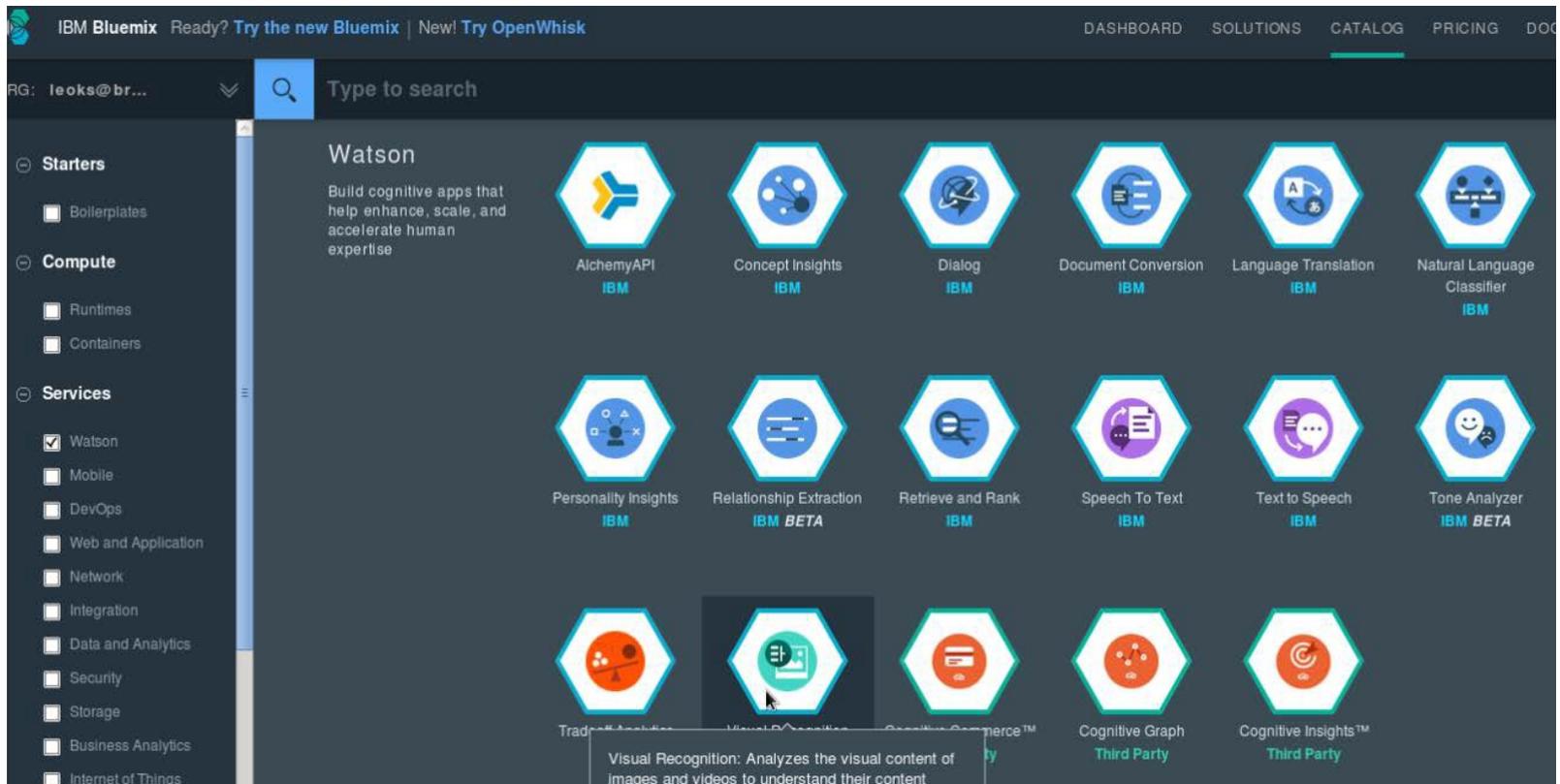
- ➔ (3) 인공지능 분야의 **우수한 인재 확보 및 육성 전략**이 필요함,
인공지능 산업은 하드웨어 중심의 산업이 아닌 소프트웨어 중심의 산업이므로
물리적인 자원보다 인적 자원이 중요함
인공지능 관련 교육을 전문적으로 수행할 전문교육기관을 확충하고, 인공지능
산업에 투입될 인재를 양성하기 위한 민간교육기관과 연구기관을 활용한 교육시
스템의 확보가 필요함
- ➔ 정부와 민간이 공동으로 인공지능 융합교육 프로젝트를 수행하여 실무에 투
입할 인공지능 전문가를 양성하는 방안도 필요함

9.6

인공지능 산업의 활성화 및 활용 전략

활성화 전략	실천 과제
<p>공개된 오픈소스 및 개방 플랫폼 활용</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 개방 플랫폼 활용 및 클라우드 활용 - 비즈니스 도메인 설정 후 특정 영역에서 인공지능 기술의 차별화 전략 필요 - 양질의 빅데이터 확보 방안 마련 - 데이터 거래소의 활성화와 빅데이터 플랫폼 구축 및 개방
<p>빅데이터 확보전략과 규제 완화 필요</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 공공데이터의 원칙적 개방 - 데이터 관련 규제 네거티브 방식(사후규제)으로 전환 - 데이터 수집·활용과정에서 개인정보관리 수준을 검증하는 시스템 구축, 개인정보 통제권 강화 - 공공 및 민간데이터 개방을 위한 '데이터 3법 개정안' 시행
<p>인공지능 분야의 우수한 인재 확보 및 육성전략 필요</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 인공지능 교육을 전문적으로 수행할 교육기관 확충 - 민간교육기관과 연구기관을 활용한 교육시스템 확보 - 정부와 민간이 공동으로 인공지능 융합교육 프로젝트 수행 - 국내외 인공지능 연구 커뮤니티 적극 참여 - 인공지능 학회 및 세미나 개최하여 연구성과 공유

➔ Watson Developer Cloud(WDC, 이하 왓슨)는 IBM이 2005년에 개발한 **인공지능 기반 개방형 플랫폼**으로 왓슨시스템(전문가시스템)을 클라우드 서비스를 통해 제공함, 기업들은 왓슨을 통해 별도의 인프라 없이 분석기술을 내부 데이터와 연동하여 활용할 수 있음



- ➔ 인공지능이 인간 행동을 대체하는 업무가 점점 많아지고, 인공지능 기술력의 발전으로 인간 없이도 자율적인 판단이 가능해짐
- ➔ 최근 인공지능 설계단계에서 윤리적 기준을 알고리즘화하는 소프트웨어 방법이 개발되어 인간 통제 없이도 인공지능의 자율적인 윤리적 행동이 가능하다는 연구가 발표됨
- ➔ 인공지능의 발전으로 윤리적(ethical), 법적(legal), 사회적 영향(social implications)에 영향을 미치고 있음
- ➔ 인공지능 알고리즘이 탑재된 로봇이 인간의 가치판단 및 의사결정 수준까지 가능해질 것으로 예상되어 기존 인간 중심의 규범 체계에 근본적인 변화가 필요함

- ➔ 지안마르코 베루지오(Gianmarco Veruggio)는 로봇을 사용하는 인간의 통제권, 로봇이 지켜야 하는 윤리적 규범, 인간 수준의 자율적인 윤리 판단에 관한 내용 담은 **로봇윤리론(Roboethics)**을 발표함
- ➔ 로봇윤리론은 로봇기술의 안전하고, 지속가능한 발전을 위해 필요하며, 로봇의 등장으로 발생할 수 있는 위험으로부터 안전을 확보하는 데 필요함
- ➔ 최근 인공지능 선도국 미국과 영국에서 로봇과 인간의 관계, 로봇의 자율적 판단 규제, 로봇의 행동 규범 등에 대한 **로봇윤리**가 발표됨
- ➔ 주요 내용은 로봇의 행동을 규정하는 로봇원칙, 인간과 로봇이 공존하는 관계임을 강조하는 로봇선언, 로봇 설계·사용·운용에 있어서 법 규범에 부합해야 함을 강조하는 로봇행동규범 등

- ➔ 인공지능과 로봇의 판단은 인간의 기술적 판단, 법적 판단, 윤리적 판단을 대신하여 수행할 수 있음
- ➔ **기술적 판단**은 일정한 정보에 따라 일률적·일관적인 판단을 내려야 하는 경우 또는 변수가 정해져 있어 물리적 조건의 일반적 수준의 판단에 해당하는 경우, 기술적 판단은 상대적으로 일정하고 일관된 판단이 가능하여 인공지능이 인간보다 효율적·객관적 판단이 가능함
- ➔ **법적 판단**은 성문화된 규범에 의한 판단으로 이것 역시 일관된 판단이 가능하여 인공지능이 인간보다 효율적·객관적 판단이 가능함
- ➔ **윤리적 판단**은 인간 행위의 옳고 그름에 관한 판단, 윤리기준은 시간이 흐름에 따라 과거와 현재의 윤리기준은 달라지는데 인공지능의 윤리적 판단은 문화나 시대에 맞지 않는 의사결정을 내릴 수 있음

[표 9-8] 인공지능의 판단

인공지능의 판단	판단 내용	예시	인공지능의 판단 능력
기술적 판단	일정한 정보에 따라 일률적·일관적인 판단을 내려야 하는 경우, 변수가 정해져 있어 물리적 조건의 일반적 수준의 판단에 해당하는 경우	공학적 및 의학적 판단	공정, 효율, 일관적인 판단 가능
법적 판단	성문화된 규범에 의한 판단	교통법규, 마약사범 단속, 운동경기 심판	일관적인 판단 가능
윤리적 판단	인간 행위의 옳고 그름에 관한 판단	전쟁터에서 살상 행위, 생명유지 장치에 관한 결정, 무인차 접촉사고 등	변수가 많고, 일관적이지 않은 판단 영역

- (1)로봇은 인간을 죽이거나 해할 목적 즉 무기를 설계해서는 안 된다.
단 국가안보를 위한 경우는 제외한다.
- (2)로봇으로 발생한 문제는 로봇이 아니라 인간이 법적 책임을 져야 한다. 로봇은 사생활 보호뿐만 아니라 현존하는 법 규범에 부합되도록 설계되고 운용되어야 한다.
- (3) 로봇은 안전과 보안 보장에 적합하도록 설계되어야 한다.
- (4)로봇은 지능이나 감정을 가지는 것처럼 디자인될 수 있지만, 사람(특히 심신 미약자)에게 이에 대한 착각이나 환상에 빠지도록 설계되거나 사용되면 안 된다.
- (5)모든 로봇은 관리와 사용에 대해 법적 책임을 지는 사람이 명확히 명시되어야 한다.

- 인공지능 시대는 기술 적용의 경제적·사회적 효과에 대한 기대 뿐만 아니라 인공지능으로 인한 일자리 대체, 통제불능문제, 윤리적 문제 등 부정적 영향에 대한 우려의 목소리도 커지고 있음
- IT분야 실무자 및 전문가들은 인공지능의 위험성과 인류의 미래에 대해 불안감을 여러 차례 언급한 바 있음
- 첫째, **에너지 확보와 환경 문제**가 문제점으로 대두됨, 사물인터넷, 인공지능, 3D프린팅을 유지하기 위해서는 엄청난 양의 컴퓨팅파워(에너지)가 필요함, 알파고는 10만 개가 넘는 바둑기보 학습을 위해 1,202개의 CPU, 176개의 GPU를 사용하여 1MW(megawatt)의 에너지를 소비함

→ 둘째, **대량실업과 빈부격차의 심화**로 인한 양극화의 확대 가능성, 인공지능은 대량실업을 예고하고 결국에는 실업문제를 악화시킴, 아마존(Amazon)은 고객의 구매성향을 파악·분석하여 개인에게 최적화된 상품을 추천하는 업무를 인공지능으로 대체하여 수많은 직원이 정리해고를 당함, 미국과 영국에서는 아마존고(Amazon Go)를 비롯한 무인점포의 등장으로 유통업 및 매장 직원들의 대량실업이 예상됨

→ 셋째, **기술개발과 사회적·제도적 혁신과의 격차로 인한 부작용**, 인공지능 시대는 사회시스템이 가지는 관성 때문에 몇 번의 충격(부작용)을 겪게 될 것, 산업구조의 전환은 단순히 기술개발로 이루어지는 것이 아니라 교육, 문화, 거버넌스(governance), 일하는 방식 등 사회시스템과 제도적 혁신(institutional innovation)이 동반 실현할 때 가능함

➔ 넷째, 인공지능이 사이버 공격 및 테러로 국가안보에 위협이 되는 등 인간에게 재앙을 불러일으킬 수 있음,

인공지능이 테러, 절도, 살인, 방화 등의 심각한 범죄에 악용될 수 있다는 것

➔ 다섯째, 인공지능은 책임을 전가할 대상이 불분명하고, 법과 제도의 적용 범위가 모호하여 사회적 혼란을 야기할 수 있음,

범죄를 직접적으로 저지른 인공지능에 책임을 물을 것인지 또는 직접적으로 범죄를 저지르지 않는 명령자(인공지능 개발자)에게 책임을 전가할 것인지에 대한 문제

인공지능 판사 및 변호사(ROSS)의 잘못된 판결 및 기소사항과

인공지능 의사 왓슨(Watson)이 내린 잘못된 처방 및 진단 경우에도 문제가 발생됨

핵심용어 (1)

- 인공지능(Artificial Intelligence, AI): 인간의 학습능력과 추론능력, 지각능력, 자연 언어의 이해능력 등을 컴퓨터 프로그램으로 실현한 기술
- 계산주의(computationalism): 인간이 보유한 지식을 컴퓨터로 표현하고 이를 활용 해 현상을 분석하거나 문제를 해결하는 지식기반시스템
- 연결주의(connectionism): 지식을 직접 제공하기보다 지식과 정보가 포함된 데이터를 제공하고 컴퓨터가 스스로 필요한 정보를 학습하는 것, 인공지능망 구축을 기반으로 한 모델
- 약한 인공지능: 인공지능 기술을 유용한 소프트웨어 기술로 파악하고, 특정 문제를 해결하기 위한 인간의 지능적 행동을 수행하도록 공학적 응용을 모색하는 접근방식
- 강한 인공지능: 인간과 같은 사고체계로 문제를 분석하고 행동할 수 있도록 인공지능을 연구하는 접근방식

핵심용어 (2)

- 기술적 특이점(Technological Singularity): 미국의 미래학자 레이 커즈와일(Ray Kurzweil)이 만든 용어로, 인공지능 발전이 가속화되어 모든 인류의 지성을 합친 것보다 더 뛰어난 초인공지능이 출현하는 역사적 기점(2045년)을 의미함, 초지능(super-intelligence)의 등장
- 인공신경망(artificial neural network): 기계학습과 인지과학에서 생물학의 신경망(뇌)에서 영감을 얻은 통계학적 학습 알고리즘
- 기계학습(machine learning, 머신러닝): 기계학습은 방대한 데이터를 분석해 미래를 예측하는 기술로 일반적으로 생성(발생)된 데이터를 정보와 지식(규칙)으로 변환하는 컴퓨터 알고리즘을 의미함
- 딥러닝(Deep learning): 다층구조 신경망(심층신경망) 기반의 기계학습 분야로, 다량의 데이터로부터 높은 수준의 추상화 모델을 구축하는 기법

핵심용어 (3)

- 심층신경망(Deep Neural Network, DNN): 입력층(input layer)과 출력층(output layer) 사이에 다수의 은닉층(hidden layer)을 포함하는 인공신경망
- 융합기술(convergence technology): 사물인터넷을 통해 데이터를 수집하고, 데이터가 저장 및 분석할 수 있는 클라우드와 인공지능이 저장된 데이터를 처리 및 분석하여 가치 있는 빅데이터를 창출하고, 가상의 공간에서 예측과 맞춤을 통해 현실(Offline)에서 최적화하여 가치를 창출하는 과정
- 로봇윤리론(Roboethics): 로봇을 사용하는 주체인 인간의 통제권, 로봇이 지켜야 할 윤리적 규범, 인간 수준의 자율적인 윤리 판단에 관한 내용
- 로봇윤리: 로봇의 행동을 규정하는 로봇원칙, 인간과 로봇이 공존하는 관계임을 강조하는 로봇선언, 로봇 설계·사용·운용에 있어서 법 규범에 부합해야 함을 강조하는 로봇 행동규범 등을 포함

핵심용어 (4)

- 인공지능의 기술적 판단: 일정한 정보에 따라 일률적·일관적인 판단을 내려야 하는 경우 또는 변수가 정해져 있어 물리적 조건의 일반적 수준의 판단에 해당하는 경우
- 인공지능의 법적 판단: 성문화된 규범에 의한 판단으로 일관된 판단이 가능하여 인공지능이 인간보다 효율적·객관적 판단이 가능함
- 윤리적 판단: 인간 행위의 옳고 그름에 관한 판단, 윤리기준은 사회, 문화, 장소에 따라 차이가 발생하고, 시간이 흐름에 따라 과거와 현재의 윤리기준은 달라지는데 인공지능의 윤리적 판단은 문화나 시대에 맞지 않는 의사결정을 내릴 수 있음

연습문제 (1)

1. 다음 설명에서 공통적으로 ㉠가 무엇인지 답하십시오.

사물인터넷, 클라우드, 빅데이터, 그리고 인공지능이 융합되어 가상세계에서 예측과 맞춤을 통한 현실 세계를 최적화하는 (㉠) 시스템 구축에 인공지능은 중추적인 역할을 담당한다. (㉠) 융합 (convergence)은 현실 세계에 물리적으로 실재하는 것과 사이버 공간의 데이터 및 소프트웨어를 실시간으로 통합하는 시스템을 말한다.

㉠ - ()

2. 다음 설명에서 ㉡와 ㉢가 무엇을 말하는지 답하십시오.

(㉡)는 인간이 보유한 지식을 컴퓨터로 표현하고 이를 활용해 현상을 분석하거나 문제를 해결하는 지식기반시스템을 말한다. (㉢)는 지식을 직접 제공하기보다 지식과 정보가 포함된 데이터를 제공하고 컴퓨터가 스스로 필요한 정보를 학습하는 것이다.

㉡ - () ㉢ - ()

연습문제 (2)

3. 다음 설명에서 ㉠가 무엇인지 답하시오.

레이 커즈와일(Ray Kurzweil)은 2045년을 (㉠)으로 예상하면서 인간의 두뇌보다 과학적 창의력과 일반적인 지혜, 사회적 능력 등이 뛰어난 초지능(super-intelligence)이 등장할 것으로 주장하였다.

㉠ - ()

4. 다음 설명에서 ㉠와 ㉡가 무엇을 말하는지 답하시오.

(㉠)은 인공지능 기술을 유용한 소프트웨어 기술로 파악하고, 특정 문제를 해결하기 위한 인간의 지능적 행동을 수행하도록 공학적 응용을 모색한 접근방식이다. (㉡)은 인간과 같은 사고체계로 문제를 분석하고 행동할 수 있도록 인공지능을 연구하는 접근방식이다.

㉠ - () ㉡ - ()

연습문제 (3)

5. 다음 설명에서 ㉠과 ㉡가 무엇을 말하는지 답하시오.

인공지능을 에이전트(agent)로 인식하고 입력과 출력의 관계에서 그 수준에 따라 4단계의 레벨로 구분할 수 있다. 세 번째 레벨(Level 3)은 (㉠)을 적용한 인공지능이다. 네 번째 레벨(Level 4)은 (㉡)을 적용한 인공지능이다.

㉠ - () ㉡ - ()

6. 다음 설명에서 ㉠이 무엇인지 답하시오.

딥러닝 기반의 지능형 시스템은 지식베이스(규칙베이스와 데이터베이스 포함), (㉠), 그리고 인터페이스 부분의 지능화가 모두 갖추어진 상태이다. 딥러닝 기반의 지능형 시스템은 학습, 추론, 인식의 3가지 주요 기술이 융합되어 실현된다.

㉠ - ()

연습문제 (4)

7. 다음 설명에서 ㉠과 ㉡가 무엇을 말하는지 답하시오.

최근의 인공지능 기술로 주목받고 있는 것이 바로 (㉠)이다. 인공지능은 핵심은 예측과 (㉡)을 통한 가치 창출이며, 이러한 과정에는 사물인터넷, 클라우드, 빅데이터, 인공지능이 서로 융합 된다. 이처럼 인공지능은 단순히 하나의 기술로 끝나는 것이 아니라 예측과 (㉡)이란 핵심기능을 제공 하며 다양한 기술의 융합을 수행한다.

㉠ - () ㉡ - ()

8. 다음 설명에서 ㉠가 무엇인지 답하시오.

인공지능 산업의 활성화 및 활용 전략에는 공개된 오픈소스 및 개방 플랫폼 적극적으로 활용, (㉠), 인공지능 분야의 우수한 인재 확보 및 육성 전략 필요 등이 있다.

㉠ - ()

연습문제 (5)

9. 다음 설명에서 ㉠가 무엇인지 답하시오.

로봇공학자 지안마르코 베루지오는 로봇을 사용하는 주체인 인간의 통제권, 로봇이 지켜야 하는 윤리적 규범, 인간 수준의 자율적인 윤리 판단에 관한 내용이 담은 (㉠)을 발표하였다.

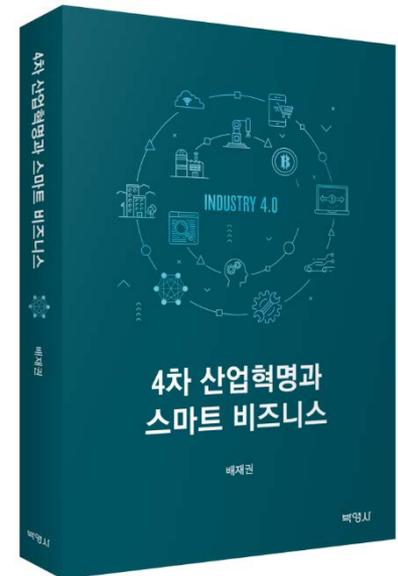
㉠ - ()

10. 다음 설명에서 공통적으로 ㉠가 무엇인지 답하시오.

인공지능과 로봇의 판단은 인간의 (㉠), 법적 판단, 윤리적 판단을 대신하여 수행할 수 있다. 첫째, (㉠)은 일정한 정보에 따라 일률적·일관적인 판단을 내려야 하는 경우 또는 변수가 정해져 있어 물리적 조건의 일반적 수준의 판단에 해당하는 경우이다.

㉠ - ()

[Chapter 10] 4차 산업혁명과 일자리의 미래



- ➔ 4차 산업혁명은 기술융합을 통해 생산성과 효율성을 높이고 생산 및 유통비용을 낮춰 개인의 소득증가와 삶의 질 향상이라는 긍정적인 효과를 기대하고 있음
- ➔ 사회적 불평등, 빈부격차, 그리고 기계가 사람을 대체하면서 우려되는 노동시장의 붕괴 등의 부정적인 요소도 무시할 수 없음
- ➔ 향후 노동시장은 고기술·고임금과 저기술·저임금간의 격차가 벌어지고 일자리 양분으로 중산층의 지위가 축소됨
- ➔ 국내외 노동시장은 4차 산업혁명의 기술적 혁신으로 긍정적인 효과와 더불어 부정적인 효과를 미칠 것
- ➔ 일자리 변화에 따른 대응 전략, 4차 산업혁명 시대의 유망 직종과 창의적·혁신적 인재양성 방안에 대해 학습 필요함

- ➔ 낙관론자들은 기술혁신으로 인해 근로자의 숙련이 고도화하고 생산성이 높아져 경제성장과 고용증가에 기여한다는 입장
- ➔ 비관론자는 기술혁신으로 인해 기계가 인간의 노동을 대체하여 취업기회를 축소시키고, 근로자의 탈숙련화를 가져옴으로써 **소득양극화**를 초래한다고 주장
- ➔ 사물인터넷, 클라우드, 빅데이터, 그리고 인공지능 기술의 발달로 업무영역이 자동화되고, 자율주행기술 및 3D프린팅 기술의 등장으로 일자리 지형이 크게 변하고 있음
- ➔ 최근 제조업 분야에서 활용되고 있는 스마트시스템(스마트팩토리)은 생산성과 효율성을 높이고, 인공지능 로봇과 3D프린팅의 활용으로 고객의 니즈(needs)를 충족시키고 있음

- ➔ 4차 산업혁명 시대는 융합기술 직군과 응용 분야에서 새로운 일자리가 등장하고, 고숙련(high-skilled) 노동자에 대한 수요 증가함
- ➔ 3D프린팅, 빅데이터, 인공지능, 산업로봇 등 4차 산업혁명의 주요 변화동인과 관련이 높은 기술 분야에 약 200만 개의 일자리가 창출되며, 이 중 65%는 신생직업
- ➔ 독일 제조업 분야 내 노동력 수요는 대부분 소프트웨어 개발 및 IT분야에서 경쟁력을 갖춘 노동자를 대상으로 나타남
- ➔ 데이터 통합 및 빅데이터 분야 일자리 증가, 인공지능과 로봇 배치의 일반화로 로봇 코디네이터(robot coordinator) 일자리 증가

- ➔ 4차 산업혁명 시대는 데이터 사이언티스트(Data Scientist, 데이터 과학자), 로봇 연구개발 및 소프트웨어 개발·운용, 수리 및 유지보수 관련 직업 등 지식집약적인 일자리가 지속적으로 창출
- ➔ 사람을 직접 돕고 보살피거나, 다른 사람을 설득하고 협상하는 등의 면대면 위주의 직종은 인공지능으로 대체하기 어려움
- ➔ 최근 인공지능 도우미 로봇이 사회·복지분야에 널리 적용되면서 복지서비스가 한층 향상됨,
초고령화 사회에 복지업무를 담당할 인력 문제를 해결할 수 있으며 인간이 수행하기 힘든 업무를 대체하거나 보완할 수 있음
- ➔ 인공지능으로 인해 일자리는 고급화되고, 서비스는 개인화되는 스마트 월드(Smart World) 시대가 도래함

- ➔ 2016년, 세계경제포럼(다보스포럼)에서 4차 산업혁명의 도래로 선진국과 신흥국을 포함한 15개국(세계 고용의 65%)에서 2020년까지 일자리 710만 개가 사라질 것으로 전망함
- ➔ 로봇을 비롯한 신규 기술이 새롭게 만들어낼 일자리는 200만 개에 불과하여 결국 일자리 510만 개가 감소할 것으로 전망함
- ➔ 일자리 미래에 관한 보고서(The Future of Employment)에서 향후 10년 이내에 약 47%의 일자리가 컴퓨터로 대체되거나 직업 형태가 바뀔 것으로 전망함
- ➔ 인공지능 기술의 발전으로 도서관 사서, 회계사, 택시기사, 텔레마케터, 스포츠 경기 심판, 계산원, 전화교환원 등의 단순·반복적인 업무의 직업들이 자동화 기술로 인해 사라질 것으로 전망

- ➔ 단순·반복적인 업무뿐만 아니라 전문직 분야의 직업들도 인공지능으로 대체될 가능성이 크다고 전망함
- ➔ 의사 및 교수 역할을 대체할 인공지능 전문가시스템 왓슨(Watson)과 인공지능 변호사 로스(ROSS)의 등장으로 전문직 분야의 일자리도 대체될 가능성이 존재함
- ➔ 유엔미래보고서(State of the Future) 2045는 2045년에 인공지능이 인간을 대신할 직업군으로 의사, 변호사, 기자, 통·번역가, 세무사, 회계사, 감사, 재무 설계사, 금융 컨설턴트 등을 선정함

10.2

20년 내 없어질 가능성이 큰 직업순위

직업	확률(단위: %)
텔레마케터	99
회계사	94
소매판매업자	92
전문작가	89
부동산중개인	86
기계전문가	65
비행기조종사	55
배우	37
소방관	17
편집자	6
화학엔지니어	2
성직자	0.8
운동트레이너	0.7
치과의사	0.4

→ 인공지능이 대체하는 직업들이 사라지는 만큼 새로운 일자리가 만들어지지 않는다는 것,

노동총량이론(Lump of Labor Theory)은 세계에 필요한 노동총량이 정해져 있으며 미국인, 인도인, 혹은 한국인이든 상관없이 일단 그 양이 채워진 후에는 남은 일자리가 없어진다는 것

→ 인공지능과 로봇이 빠른 속도로 인간노동을 대체함으로써 일자리가 급감하고 노동시장이 급속하게 위축됨

→ 인공지능과 로봇에 의한 인간노동의 대체는 육체노동, 단순노동에서 시작하여 지적노동에 이르기까지 전방위적으로 일자리 소멸을 가속화시킴

→ 기술혁신의 결과로 고숙련 노동자에 대한 수요가 높아지는 반면, 비숙련 노동자에 대한 수요는 감소하여 노동수요의 양극화 현상 발생

- ➔ 칼 프레이(Carl Frey)와 마이클 오스본(Michael Osborne) 교수는 기술혁신이 향후 노동시장에 미칠 충격을 진단하기 위해 미국 노동청 통계자료를 이용하여 직종별로 **컴퓨터에 의한 인간노동의 대체확률**을 추정함
- ➔ 직종별로 컴퓨터 대체확률의 크기(0 ~ 1 사이의 값, 0은 대체불가)에 따라 저위험군(0 ~ 0.3 미만), 중위험군(0.3 ~ 0.7 미만), 고위험군(0.7 ~ 1.0)의 세 가지 범주로 구분함
- ➔ 운수업, 도매 및 소매업, 금융 및 보험업, 사업시설관리업이 고위험 직업군(컴퓨터 대체확률 0.7 이상)으로 선정되었고, 교육서비스업, 보건업 및 사회복지서비스업, 예술 및 스포츠, 전기·가스 및 수도사업, 농업·임업·어업 등이 저위험 직업군(대체확률 0.3 미만)으로 선정됨

10.3

4차 산업혁명으로 인한 직종별·연령별 일자리 충격

[표 10-2] 미국의 직종별 컴퓨터 대체확률

직종	컴퓨터 대체확률	직종	컴퓨터 대체확률
운수업	0.95	부동산업 및 임대업	0.45
도매 및 소매업	0.85	농업 임업 및 어업	0.25
금융 및 보험업	0.80	출판 영상방송 통신	0.25
사업시설관리	0.75	전기, 가스 및 수도 사업	0.20
건설업	0.75	예술 및 스포츠	0.20
숙박 및 음식점업	0.70	전문 과학 및 기술	0.15
제조업	0.70	보건업·사회복지서비스업	0.15
광업	0.55	교육서비스업	0.10

- ➔ 미국의 직종별 컴퓨터 대체 고위험 직종에 종사하는 비율을 살펴보면, 운수업이 81.3%로 가장 높고, 도매 및 소매업 81.1%, 금융 및 보험업 78.9%, 사업시설관리업 70.3% 등의 순으로 나타남
- ➔ 컴퓨터 대체확률이 높은 고위험 직업군에 종사자의 비율도 높은 것으로 나타나 이들 직업군이 4차 산업혁명의 영향으로 일자리 충격이 클 것
- ➔ 직종별로 전체 취업자 수 대비 고위험 직업군에 종사하는 취업자 수 비율은 판매종사자가 100%로서 가장 높고, 장치기계조작 및 조립종사자 93.9%, 기능원 및 기능관련종사자 82.9%, 단순노무종사자 73.7% 등의 순으로 나타남

- ➔ 연령별로 컴퓨터 대체확률 고위험 직업군에 종사하는 비율을 분석하면, 50세 이상의 연령계층이 가장 취약하고, 15~29세 연령계층이 상대적으로 양호한 것으로 나타남
- ➔ 2018년 기준, 컴퓨터 대체확률 고위험 직종에 종사하는 비율은 15~29세 48.6%, 30~49세 47.4%, 50세 이상 60.1%로서 50세 이상이 특히 취약함
- ➔ 미래학자들은 4차 산업혁명 시대가 가속화되면서 50세 이상의 고위험 직종 종사비율이 상대적으로 더 빠르게 증가할 것으로 전망함
- ➔ 연령별로 기술혁신에 따른 일자리 충격의 강도는 다르지만 4차 산업혁명 시대의 학습은 학령기뿐만 아니라 생애 전체에 걸쳐서 필수적으로 이루어져야 함

➔ 첫째, 4차 산업혁명 시대에 적합한 창의적·인지적 능력을 갖춘 인력을 확대하기 위해 **교육·훈련 제도의 재검토** 필요함,
주입식 교육의 교육과정과 훈련제도를 산업수요 변화에 유연하게 대응할 수 있는 심층학습(deep-learning) 중심으로의 변화 필요,
4차 산업혁명 속도의 가속화에 대응하기 위해 현장 중심의 직업훈련에서 핵심역량 배양 중심의 평생교육으로 전환 필요

➔ 둘째, 4차 산업혁명 시대의 일자리 소멸에 대한 **고용복지전략**이 필요함,
미래의 기술혁신 속도를 따라가기 위한 근로자의 재교육과 재훈련을 위해서 현재 실업보호제도의 관대성(generosity)을 확대해야 함,
새롭게 노동시장 진입을 준비하는 청년들을 위한 청년수당제도 도입 필요

- ➔ 셋째, 4차 산업혁명 기술을 활용한 **일자리 창출 전략**이 필요함
사물인터넷, 클라우드, 빅데이터, 인공지능을 활용한 창업 지원과 신규 직종 개발을 위한 정부 차원의 일자리 창출 전략 수립 필요함,
핵심원천기술과 기존 주력 사업과의 융·복합화를 정부가 지원하고, 이를 통해 고용창출이 이루어지도록 고용 생태계를 조성해야 함
- ➔ 지역 내 고부가가치 지식기반산업과 고용 흡수력이 높은 산업을 육성하고, 기존 인력의 융·복합 인력화 전환을 지원해야 함
- ➔ 최근 급성장하고 있는 공유경제 플랫폼 구축을 지원하여 신규 일자리가 창출될 수 있도록 독려해야 함

[표 10-3] 온라인 플랫폼 공유경제 해외사례

기업명(국가)	비즈니스 모델
Peerby(네덜란드)	온라인에서 특정 물건(예. 전자기기)에 대한 일시적인 수요를 가진 사람들을 매칭시켜주는 형태
ShareYourMeal (네덜란드)	온라인(웹, 어플)에서 이웃에게 '가정요리'를 판매함
Sorted(영국)	온라인 플랫폼 기반으로 개인의 서비스 판매를 중개(서비스 공급자가 서비스 종류 및 시간당 요금을 제시하고, 플랫폼 기업이 보증함)
Fixura(핀란드)	온라인 기반 P2P 대출 플랫폼(다자간 대출을 통해 채권자의 개별 위험 감소 가능)
Task Rabbit(미국)	개인 또는 기업 간 아웃소싱 업무를 입찰·중개하는 온라인 플랫폼(아웃소싱 대상 업무에 가격을 제시하고, 일할 의사가 있는 사람이 입찰하는 형태)

10.5

4차 산업혁명 시대 직무역량의 변화

- ➔ 다보스포럼(WEF)에서 발표한 미래의 일자리(The Future of Jobs) 보고서에서 사회·경제적 측면의 주요 변화동인으로 업무환경 및 업무방식의 변화를 제시함
- ➔ 4차 산업혁명은 기술발전 및 산업변화에 따른 고용인력에 요구되는 역량의 변화와 이미 확보한 역량의 유통기한 변화를 의미하는 **직무역량 안정성(skills stability)**에 영향을 미침
- ➔ 산업분야가 요구하는 주요 능력 및 역량에도 변화가 생겨 **기초문해력(인지능력)**, **창의적 문제해결능력**, **능동적 리더십**이 4차 산업혁명 시대의 직무역량이 될 것으로 전망함

- 과학기술정보통신부와 한국과학기술원은 공동연구를 통해 문제인식역량, 대안도출역량, 협업소통역량 등의 미래 직무역량을 발표함
- **문제인식역량**은 유연하고 감성적인 인지력, 비판적 상황해석력, 능동적 학습 능력을 말함
- **대안도출역량**은 시스템적 사고, 협력적 의사결정, 체계적 모니터링 능력을 말함
- **협업소통역량**은 기계를 활용해 인간과 기계를 조합하는 능력과 정교한 첨단 기술 조작역량을 말함,
협업소통역량은 인공지능과의 협업의 중요성을 강조함

[표 10-4] 4차 산업혁명 시대의 직무역량

기관	직무역량	설명
다보스포럼	기초문해력	일상 속에서 핵심기술을 적용해 현상을 파악하는 능력
	창의적 문제해결능력	복잡한 도전과제를 비판적 사고로 분석하고 창의성, 협력을 통해 해결하는 능력
	능동적 리더십	도전정신을 가지고 변화하는 환경에 능동적, 적극적으로 대처하고 리더십을 발휘하는 능력
과학기술정보통신부, 한국과학기술원	문제인식역량	유연하고 감성적인 인지력, 비판적 상황해석력, 능동적 학습능력
	대안도출역량	시스템적 사고, 협력적 의사결정, 체계적 모니터링 능력
	협업소통역량	기계를 활용해 인간과 기계를 조합하는 능력, 정교한 첨단기술 조작성역량

- ➔ GE는 미국 제조업계가 2018년까지 전체 일자리의 63%가 *STEM*(*Science, Technology, Engineering and Mathematics*) 분야의 교육 이수를 요구하고, 첨단 제조분야의 15% 이상이 STEM 관련 고급학위(석사 이상)가 필요할 것으로 전망함
- ➔ BCG는 로봇 및 기계를 다루는 전문적인 직업 노하우를 ICT와 접목할 수 있는 역량과 더불어 소프트스킬(*soft skills*)이 미래사회의 중요한 역량이라고 언급함
- ➔ 소프트스킬은 변화에 대한 유연성 및 다양한 기술의 활용능력 또는 조직 내 커뮤니케이션, 협상, 팀워크, 리더십 등을 활성화할 수 있는 능력을 말함

➔ 첫째, 미래 혁신기술에 대한 대응 및 활용 역량을 강화하기 위해 ICT에 기반을 둔 소프트웨어 교육을 확대·강화하고, 스마트 교육환경을 조성해야 함, 초·중등 소프트웨어 교육을 의무화하고, 소프트웨어 역량 강화를 위해 수준별 프로그래밍 및 코딩 중심의 소프트웨어 교육 체계 구축필요

➔ 둘째, 4차 산업혁명은 미래사회 인력이 갖추어야 할 역량의 변화를 요구한다는 점에서 기존 교육시스템에서 벗어나 창의적이고 융합적인 역량을 갖춘 인재 양성을 위한 교육시스템 전환이 필요함,

예) 미네르바 스쿨(Minerva School): 온라인 수업을 기반으로 토론 및 세미나 등을 통해 지적 개발에 중점을 두는 거꾸로 수업(Flipped Learning) 방식을 활용하여 창의성 및 융합성을 접목한 고등교육 시스템

- ➔ 셋째, 인공지능과 빅데이터 분석 등 미래 신기술을 개발할 인력양성을 위해 체계적인 STEM 교육과 더불어 인재양성영역을 핵심원천기술 인력과 응용기술 인력으로 구분하여 프로그램을 수행해야 함,
인공지능 전문가, 빅데이터 분석가 양성은 대학 및 전문교육기관의 역할이 크며, 특히 STEM 등 기초원천기술에 대한 교육 중요함
- ➔ 주요 선진국의 교육기관은 기존의 지식 습득에 초점이 맞춰진 교육시스템에서 벗어나, 창의성, 융합성 및 문제해결능력 등의 ‘역량’에 초점을 맞춰진 교육시스템 운영

10.7

4차 산업혁명 시대의 유망 직종과 전문가 양성 방안

10.7.1 4차 산업혁명 시대의 유망 직종

- ➔ 우리 정부는 4차 산업혁명 시대의 유망직종으로 스마트팩토리, 스마트 에너지제어, 바이오 제약, 가상현실 및 증강현실, 드론 제작 관리운영, 스마트 금융시스템, 스마트 팜, 스마트 카 등 8가지 선정함
- ➔ 우리 정부는 제조 중소·중견기업의 제조 능력 향상 및 스마트화 달성을 위해 2022년까지 스마트팩토리 30,000개 구축 목표를 함
- ➔ 스마트팩토리 관련 인력으로 2022년까지 약 12만 명의 지능형 로봇 신규인력과 2천 명의 IoT기기 인증심사원이 필요함

10.7

4차 산업혁명 시대의 유망 직종과 전문가 양성 방안

10.7.1 4차 산업혁명 시대의 유망 직종

- ➔ 스마트 에너지제어 산업은 2020년부터 진행하는 **그린 뉴딜(Green New Deal)**의 핵심 정책으로 신재생에너지, 친환경 도시 건설, 스마트 홈, 전기자동차, 수소차 등을 말함
- ➔ 국내외적으로 친환경 에너지 시장의 급성장이 예상되어 에너지 신산업분야의 인력양성이 필요함
- ➔ 바이오 제약 산업은 유명 항체 의약품 특허가 선진시장에서 단계적으로 만료 되면서 바이오시밀러(Biosimilar, 복제약) 시장이 본격적으로 열리고 있음
- ➔ 2022년까지 바이오 의약품 관련 신규인력 수요는 약 8천 명으로 전망함

10.7

4차 산업혁명 시대의 유망 직종과 전문가 양성 방안

10.7.1 4차 산업혁명 시대의 유망 직종

- ➔ 한국판 뉴딜(디지털 뉴딜, Digital New Deal)정책에서 가장 중요한 융합기술은 가상현실(VR)과 증강현실(AR)
- ➔ VR과 AR 산업은 모바일, 게임, 문화, 예술시장을 중심으로 가상현실 디바이스 확산에 따라 시장이 확대됨
- ➔ 글로벌 가상현실 신시장 개척 및 플랫폼 선점을 목표로 2022년까지 100개의 가상현실 전문기업의 육성을 추진함
- ➔ 드론(drone) 제작 관리운영 산업은 정밀농업, 인프라 관리, 택배, 화물 수송 등의 영역에서 무인기 활용이 활발해지고 있음
- ➔ 2022년까지 산업용 무인기 관련 신규인력이 6천 명 이상 필요할 것으로 전망

10.7

4차 산업혁명 시대의 유망 직종과 전문가 양성 방안

10.7.1 4차 산업혁명 시대의 유망 직종

- 스마트 금융시스템, 핀테크(Fintech)가 유망직종으로 선정됨
- 금융빅데이터분석가, 블록체인전문가, 로보어드바이저전문가, 인슈어테크전문가 등의 인력 필요
- 스마트 팜(smart farm) 산업에는 스마트 팜 설계자, 로봇 감시자, 농업기술자, 작목별 전문지도자 등의 인력양성 수요가 급증하고 있음
- 자율주행분야의 스마트 카(smart car) 산업은 차량기술에 전기·전자, 정보·통신, 지능제어를 접목하여 고안전·고편의 기능 및 자율운행이 가능한 차량, 자율주행 관련 인력은 2022년까지 1만 5천 명이 필요함

10.7

4차 산업혁명 시대의 유망 직종과 전문가 양성 방안

10.7.2 스마트팩토리 전문가 양성방안

- ➔ 스마트팩토리 전문가 양성은 공급기업 전문가와 수요기업 전문가로 구분하여 인재 양성 필요
- ➔ **공급기업 전문가**는 프로그래밍 언어 및 개발도구 지식을 보유하는 등의 운영 시스템 개발능력과 스마트 제조기술(가상물리시스템, 스마트센서, 사물인터넷, 클라우드, 빅데이터)의 이해능력을 보유해야 함
- ➔ **수요기업 전문가**는 공급기업에서 제공하는 솔루션의 사용자 역할을 담당하며, ERP시스템, PLM시스템, 공정시뮬레이션 소프트웨어, 프로세스통제 소프트웨어 등을 다룰 수 있는 역량을 보유해야 함
- ➔ 최근에는 제조빅데이터 분석 및 활용에 관한 교육을 시행하고 있음

10.7

4차 산업혁명 시대의 유망 직종과 전문가 양성 방안

10.7.3 빅데이터 분석가와 데이터 과학자 양성방안

- ➔ 빅데이터 분석가는 통계학 지식과 비즈니스 컨설팅에 대한 이해, 데이터 분석을 위한 설계기법 활용 등에 관한 전문적인 역량이 필요함,
빅데이터 분석가는 IT활용능력뿐만 아니라 해당 기술로 얻어낸 자료들을 통계학, 경영학 지식으로 분석하고 가공하여 실전에서 가치를 창출할 수 있는 능력이 필요함
- ➔ 데이터 과학자는 통계학 지식을 포함한 넓은 범위의 학문적 지식을 가지고 있으며, 이를 바탕으로 데이터 분석을 통해 가치 있는 결과물을 얻을 수 있음,
데이터 과학자는 고도로 숙련된 IT역량뿐만 아니라 수학, 통계학, 심리학, 사회문화, 인문학 등 다양한 방면의 지식을 갖추고 있음

10.7

4차 산업혁명 시대의 유망 직종과 전문가 양성 방안

10.7.3 빅데이터 분석가와 데이터 과학자 양성방안

- ➔ 하버드비즈니스리뷰(HBR) 보고서에서 **데이터 과학자**란 수학, 통계학, 컴퓨터공학의 이해와 적용 분야의 지식(경영학, 우주공학, 물리학, 사회과학, 생태학, 생물학 등)을 갖춘 사람들로 정의함
- ➔ 데이터 과학자는 주로 그룹이나 팀으로 일을 수행하므로 소통능력, 협업능력, 스토리텔링(story telling) 능력이 요구됨
- ➔ 데이터 과학자는 응용 수학 및 통계학, 프로그래밍 및 데이터베이스, 도메인 지식 및 소프트스킬, 커뮤니케이션 및 시각화 영역에서 다양한 기술 목록을 필요로 함

10.7

4차 산업혁명 시대의 유망 직종과 전문가 양성 방안

10.7.3 데이터 과학자의 주요 기술 목록

영역	필요 기술 목록
응용 수학 및 통계학	<ul style="list-style-type: none"> - 기계학습, 통계적 모형의 이해 - 베イズ 추정 - 로지스틱 회귀분석 - 신경망, 의사결정나무 - 클러스터링 - 최적화
프로그래밍 및 데이터베이스	<ul style="list-style-type: none"> - 컴퓨터 과학 기초지식 - 파이썬(Python)과 R 프로그래밍 - 관계형 DB 및 DB SQL - 병렬 DB 및 병렬 질의 처리 - 맵리듀스(MapReduce)와 하둡(Hadoop)
도메인 지식 및 소프트 스킬	<ul style="list-style-type: none"> - 빅데이터 분석에 대한 열정 - 데이터에 대한 호기심 - 문제해결능력 - 전략적, 주도적인 사고방식 - 창조적, 혁신적인 사고방식
커뮤니케이션 및 시각화	<ul style="list-style-type: none"> - 경영진과의 협업 및 소통능력 - 스토리텔링(story telling) 기술 - 데이터 결과 해석 능력 - 의사결정 활용능력 - 시각화 소프트웨어 활용능력