

새로운 시대 소통 역량 : 4차 산업혁명 연계기술

4차산업혁명R&D센터 · 연구전략실

❶ 서론

❷ 4차 산업혁명 연계기술

① AI / ② Big data / ③ IoT / ④ VR, AR, MR / ⑤ Blockchain / ⑥ CPS

❸ 결론 및 제언

새로운 시대 소통 역량 : 4차 산업혁명 연계기술

4차산업혁명R&D센터 · 연구전략실

❶ 서론 / 1

❷ 4차 산업혁명 연계기술 / 2

① AI / ② Big data / ③ IoT / ④ VR, AR, MR / ⑤ Blockchain / ⑥ CPS

❸ 결론 및 제언 / 35

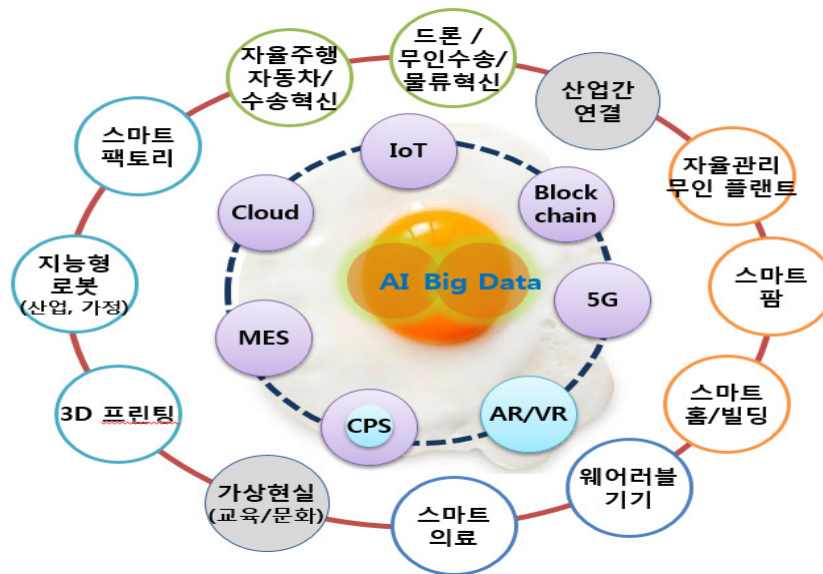
◆ 본 보고서는 한국기계연구원 4차산업혁명R&D센터(센터장: 최상규)의 ‘4차 산업혁명 연계기술 기획보고서(2017.11.)’에 기반하여 작성하였습니다.

<표> 4차 산업혁명 연계기술 기획보고서(2017.11.) 작성 담당자

분야	담당자
종합·정리	오승훈(iamosh@kimm.re.kr)
AI	백동천(dcbaek@kimm.re.kr), 조장호(jangho@kimm.re.kr)
Big data	이성철(sclee@kimm.re.kr), 박원아(wpark@kimm.re.kr)
IoT	김현세(hkim@kimm.re.kr), 정주연(jjy2121@kimm.re.kr)
VR/AR/MR	김정중(rightcore@kimm.re.kr), 고두열(dyk@kimm.re.kr)
Blockchain	김의영(eyoungkim@kimm.re.kr), 박진성(jspark2090@kimm.re.kr)
CPS	도현민(hmdo@kimm.re.kr), 유승진(seungjinyoo@kimm.re.kr)

1. 서론

- 4차 산업혁명 發 신기술로 제반 산업이 자율화, 가상화, 연결화되어 再
신산업화되고, 개인화, 분권화, 공유화가 확산되는 사회 변혁이 진행
- (핵심 동인) 산업과 사회구조의 패러다임을 변혁시키는 4차 산업혁명의
핵심 동인 기술을 4차 산업혁명 연계기술로 통칭
 - * 글로벌 기계기술포럼(2017.11.)에서 ‘4차 산업혁명 연계기술’ 용어 사용
- 4차 산업혁명 연계기술로는 AI, Big data, IoT, VR·AR·MR, 5G, Blockchain,
CPS 등을 들 수 있음



〈그림 1〉 4차 산업혁명 연계기술 파급에 의한 파급 산업(예시)

- 스마트팩토리, 스마트팜, 스마트홈, 스마트 의료 등 再신산업화된
산업들의 연결은 스마트 시티, 스마트 국가 등 사회구조를 변혁
- 개인화, 분권화, 공유화 등에 기반한 모순 통합적 미래 방향성은 나아가
개인 주권이 강화된 디지털 민주주의 시대를 예고
- 새로운 산업, 새로운 사회의 핵심 동인인 4차 산업혁명 연계기술에 대한
이해는 미래 사회에서의 소통을 위한 개개인의 기본 역량으로 작용
- 이에 따라, 본 보고서는 대표적인 연계기술인 AI, Big data, IoT, VR·
AR·MR, Blockchain, CPS에 대한 기술 개념 및 사례에 대한 이해와
소통을 목적으로 작성

2. 4차 산업혁명 연계기술

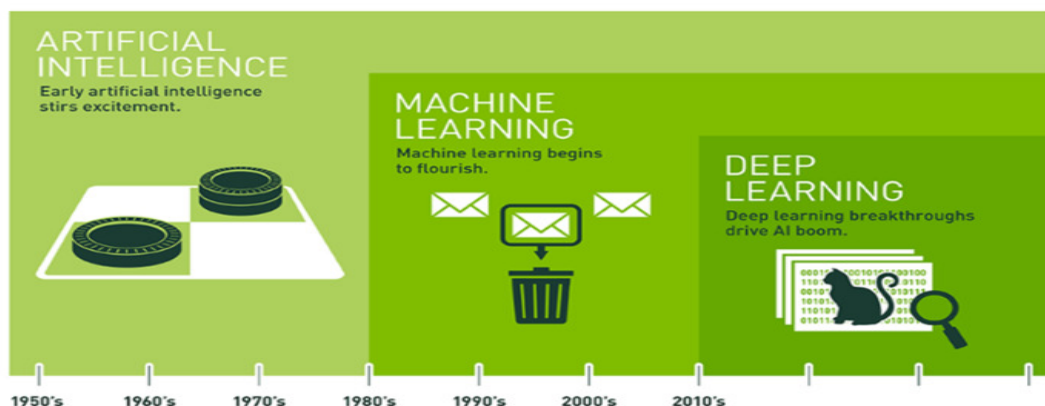
① AI

□ 기술 개관

- (정의) 인공지능(ANN)¹⁾은 인간의 사고능력(인지, 추론, 학습 등)을 모방한 기술, 즉 인공적인 지능

* 최초의 인공지능의 개념은 1956년 미국 다트머스(Dartmouth) 학술회의에서 존 매카시(John McCarthy) 교수가 제안(기계를 인간 행동의 지식에서와 같이 행동하게 만드는 것)

- 대표적인 기술인 머신러닝 분야에서는 다중 신경망 기법, 컴퓨팅 파워의 발달로 딥러닝 기술이 급속히 확산



<그림 2> 인공지능, 머신러닝, 딥러닝의 구분²⁾

- 인공지능에는 실제의 사고하는 능력에 기반한 강한 인공지능과 특정 문제 해결이나 로봇을 제어하는 약한 인공지능으로 구분

<표 1> 강한 인공지능과 약한 인공지능³⁾

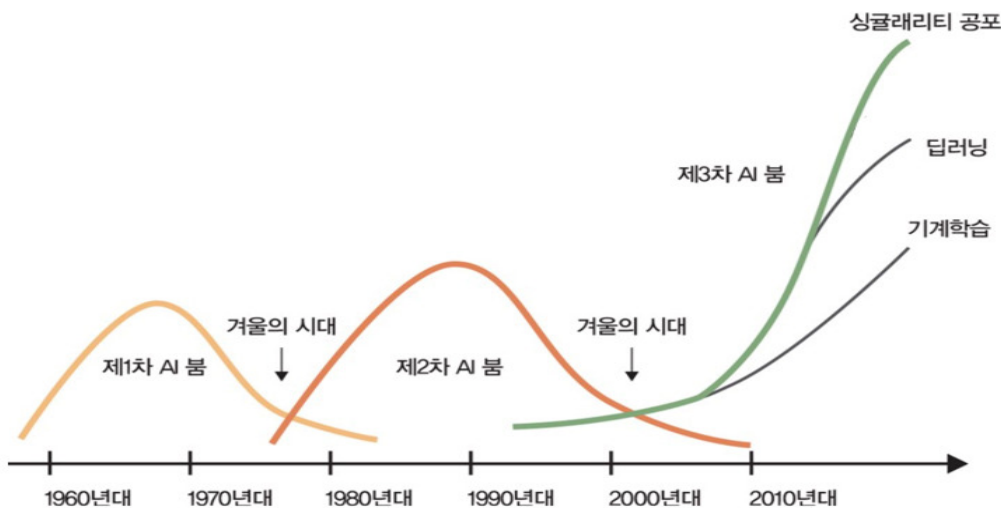
구분	설 명
약한 인공지능 (Weak AI)	특정한 문제해결을 목적으로 컴퓨터 기반의 인공적인 지능을 만들어 내며, 주로 학습을 통해 문제를 해결
강한 인공지능 (Strong AI)	실제로 사고에 기반하여 문제를 해결할 수 있음 (1) 인간의 사고 방법과 유사하게 컴퓨터 프로그램이 사고 및 행동하는 인간형 인공지능 (2) 인간과 다른 형태의 사고능력을 발전시키는 컴퓨터 프로그램인 비인간형 인공지능

1) ANN: Artificial Neural Network

2) Image: NVIDIA blog

3) Microsoft, Azure Machine Learning

- (발전과정) 인공지능은 세 번의 성장기와 두 번의 쇠퇴기를 거치다가 컴퓨팅 파워의 발달과 딥러닝 기술 등의 발달로 2000년대 이후 도약
 - (1차 성장: 1950~1970) 논리와 규칙 중심의 ‘전문가 시스템’으로 성장 하였으나, 모든 상황과 지식을 규정하기 어려워 제한된 분야에 적용
 - * 1956년 인공지능이란 용어 등장 이후, 미국 방위고등연구계획국(DARPA) 중심으로 인공 지능 연구에 집중 투자
 - * 1970년 전후로 스탠퍼드대에서 개발한 Dendral⁴⁾ 등 전문가시스템이 크게 확산되었다가, 유지비와 사용상의 어려움 등으로 의약 등 제한된 분야에만 사용
 - (2차 성장: 1980~1990) 머신러닝 기술이 각광을 받았으나 다층 신경망 구현 기술의 한계와 컴퓨팅 파워의 부족으로 응용 분야의 기대에 못 미침
 - (3차 성장기: 2000~) 머신러닝의 기술 한계들이 극복되고 컴퓨팅 파워의 발달 및 딥러닝 기술이 비약적으로 발전하며 전 산업에 파급
 - * 딥러닝 분야 핵심 공헌자인 토론토대 제프리 힌튼 교수는 2006년 발표한 논문⁵⁾에서 다량의 학습 데이터, 데이터 전처리 과정 통합 및 심층망에 있어 가중치 소멸 문제 해결을 위한 ReLU⁶⁾ 함수 적용으로 심층 신경망 적용이 가능함을 제시하였고, 이후 딥러닝은 크게 발전
 - * 미래학자 레이 커즈와일(Ray Kurzweil)은 2045년 경 소 인류의 지능을 합친 것을 인공 지능이 뛰어넘는 특이점(Singularity)이 올 것이라며 싱귤래리티 공포를 촉발
 - * 소프트뱅크 손정의 회장은 AI는 인류 역사상 최대 혁명으로 30년 안에 특이점이 오면서 모든 산업은 재정의될 것으로 전망



<그림 3> 인공지능의 발전 역사⁷⁾

4) 1965년 스탠퍼드대 파이겐바움(Edward Feigenbaum) 등이 개발한 전문가시스템으로 화합물 구조 분석에 사용

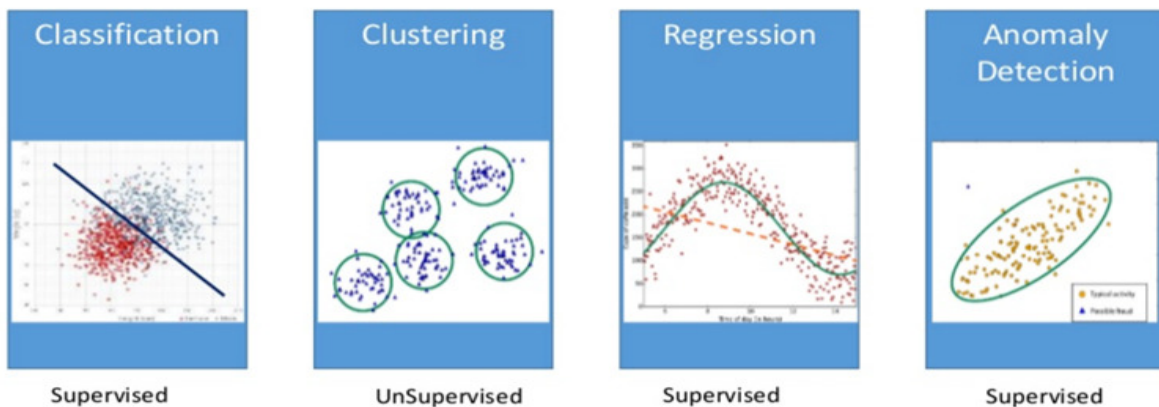
5) A fast learning algorithm for deep belief nets, Geoffrey E.Hinton, Yee-Whye Teh(2006)

6) ReLU: Rectified Linear Unit

7) Image: 인공지능과 딥러닝, 마쓰오 유타카(2015)

□ 핵심 기술

- 머신러닝에 기반하여 학습 및 추론 기술, 상황이해 기술, 언어이해 기술, 시각이해 기술, 인식 및 인지 기술로 구분 가능⁸⁾
- 데이터 학습 관점에서 머신러닝은 지도학습(Supervised), 비지도학습(Unsupervised), 강화학습(Reinforcement)으로 나누어짐
 - * 지도학습: 데이터에 입력과 정답을 알려주고 출력값과 정답 사이의 오차가 줄어들도록 모델을 수정하는 학습방법으로 개발자의 개입이 있음
 - * 비지도학습: 개발자의 개입 없이 정답을 따로 알려주지 않고, 비슷한 데이터들을 군집화해나가는 것으로 지도학습의 특징 추출을 위한 데이터 전처리 기법으로도 활용
 - * 강화학습: 어떠한 환경 속에서 액션에 따라 보상이나 벌점을 가하여, 보상을 최대화하는 형태로 학습하는 방식으로 제어, 게임 등의 최적화 문제에 특히 효과적
- 기능적인 관점에서 인공지능의 기술은 분류(classification), 클러스터링(clustering), 회귀(regression), 이상탐지(anomaly detection)로 구분



<그림 4> 인공지능의 대표적인 분류⁹⁾

- 머신러닝 중 딥러닝 기술은 기존의 전처리 과정과 특징 추출 과정을 하나의 프로세스로 통합하고, 과적합¹⁰⁾ 문제를 최소화하면서 각광받음
- 글로벌 IT 기업들은 딥러닝 플랫폼 기술 주도 및 육성을 위해 다양한 오픈소스를 공개하고 있으며, 알파고 이후 구글의 텐서플로우(Tensorflow)가 독보적인 플랫폼으로 부상¹¹⁾

8) 정보통신기술진흥센터(IITP) 분류 기준

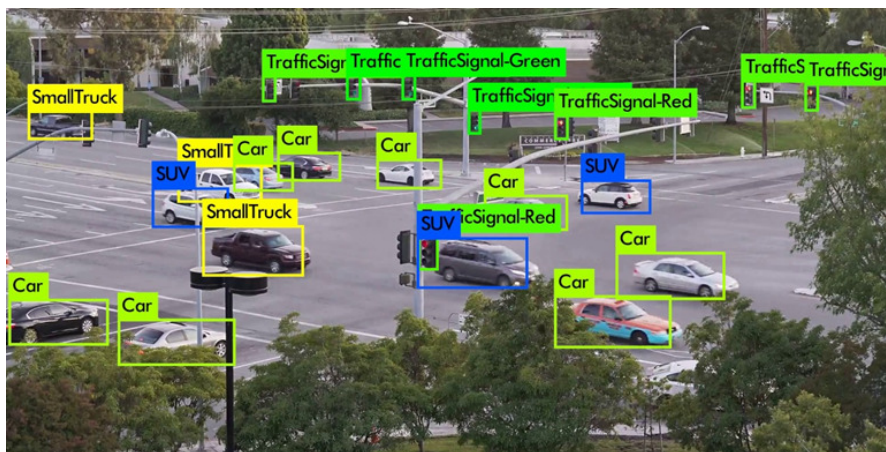
9) Microsoft, Azure Machine Learning

10) 과적합(Overfitting): 만들어진 모델의 성능이 학습 데이터에서는 좋지만 과다하게 분류(fitting)하여 새로운 데이터에서는 올바른 분류를 하지 못하는 현상

11) 개발자들의 오픈소스 활용 수('17): 1위 Tensorflow(44508 건), 2위 scikit-learn(16191 건), 3위 Caffe(15690 건) 등

□ 응용 분야 및 사례

- (분야) 뇌의 신경망 작동원리를 모방하여 만든 것으로, 기본적으로 사람이 인지하여 논리적으로 처리하고 판단하는 모든 분야에 활용 가능
 - 사람에 의한 해석적 분석이 어려운 빅데이터, 비선형 분석에도 유용하게 활용 가능
 - 분야별 인공지능 적용 시 데이터 획득, 흐름의 정의, 학습 계획, 판단 및 적용에 대한 계획이 필요
 - * 마이크로소프트(MS) 사는 실험 프로젝트로 인공지능 채팅봇 ‘테이(Tay)’를 선보였으나 16시간 채팅 학습(미국의 18~24세 대상) 후 테이의 인종차별적인 발언으로 중단
- (지도학습 사례) 대표적인 응용 사례로 자율주행, 주가지수 예측, 이상 탐지 등을 들 수 있으며, 전산업에 걸쳐 인공지능 기술이 빠르게 활용
 - (자율주행) 카메라로 획득된 이미지(도로 굴곡 등) 픽셀들의 명암을 수치화한 데이터의 입력치로 핸들의 조작 각도, 속도 등 출력값 변환
 - * 입출력 데이터 학습셋과 적절한 가설모델 그리고 모델을 평가할 수 있는 비용함수 등을 정의하여 방대한 양의 계산(iteration)과정을 통해 인공신경망을 학습
 - * 학습된 모델은 사칙연산과 준하는 계산으로 매우 빠르게 적용될 수 있는데, 이를 활용하여 실시간으로 차량의 핸들을 조작하여 운전을 하는 등의 실시간 처리가 가능

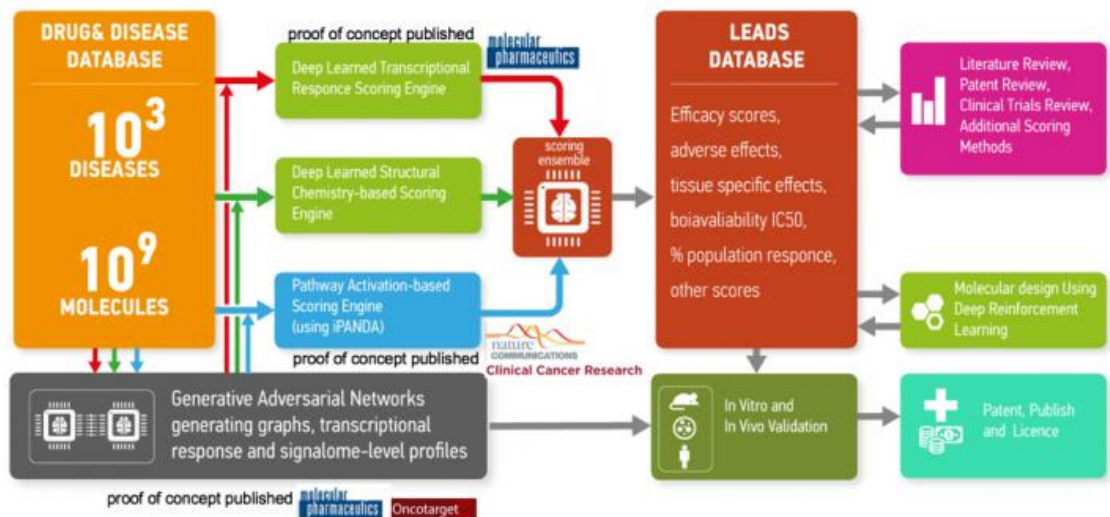


<그림 5> 딥러닝을 통한 이미지 획득 및 분류¹²⁾

- (금융산업) 시계열 형태의 금융데이터를 학습하여 비정상을 감지하거나 분류, 예측(주가지수 등)하는데 인공지능 기술 활용

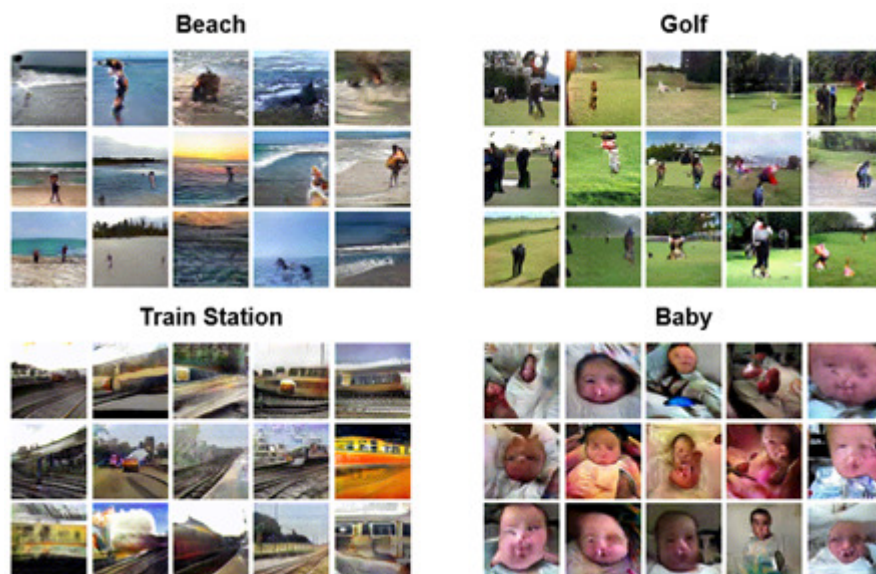
12) Image: AI smart city challenge, Nvidia

- (비지도학습 사례) 인간의 개입이 필요없는 비지도 학습 방식으로 빅데이터 구조 파악, 분류 등이 필요한 다양한 산업에 확산
- (신약 개발) 수십만 개의 약물 데이터를 학습한 인공지능이 신약 후보 물질 구조를 제시하고 효능·독성을 예측하여 개발 기간 획기적 단축



<그림 6> 비지도 학습 기반의 인공 지능 모델을 이용한 신약 개발¹³⁾

- (이미지 분류) 수백만 개의 이미지 데이터를 그룹핑하거나 분류하고, 자동으로 비디오를 생성하는 등 영상 산업에 적용 중



<그림 7> 비지도 학습 기반의 인공 지능 모델을 활용한 비디오 생성¹⁴⁾

13) Image: Insilico Medicine, Inc., 2017

14) Image: Neural Information Processing Systems, 2016

- (기계산업 사례) 인간입력(물리량) 데이터를 학습하여 비정상을 감지하거나 분류, 예측하고 맞춤형 솔루션을 제시 등의 플랫폼 기술로 부상
- (이상 탐지) 기계 부품에 부착된 센서에서 실시간 데이터를 확보하고 이상 데이터 탐지로 고장을 예측하여 사용수명, 신뢰성, 안전성을 강화



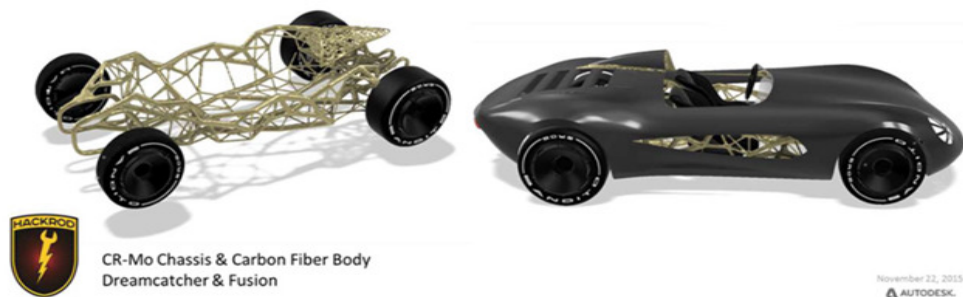
<그림 8> 비지도학습에 의한 로봇진단(좌), 지도학습 회전체 상태진단(우)¹⁵⁾

- (맞춤형 최적화) 기계 부품·장비들에서 얻은 실시간 데이터를 분석하여 인공지능 기술로 시스템 최적화 또는 최적 솔루션 제시



<그림 9> 스마트팩토리 사례(좌), 물류시스템 자율화 사례(우)¹⁶⁾

- (직관설계) 인공지능 기반으로 특정 부품이나 시스템의 설계 도면, 신뢰성 데이터 등을 학습하여 최적의 설계를 제안하고 3D 프린터로 생산



<그림 10> Autodesk社의 Dreamcatcher project에서 구현한 인공지능 기반 자동차 프레임 사례

15) Image: 기계저널, Vol. 57, No.3 (2017.3.)

16) Image: 지멘스 암벡 공장(좌), 아마존 KIVA 로봇(우)

② Big data

□ 기술 개관

- (정의) 기존 데이터베이스 관리도구로 데이터를 수집, 저장, 관리, 분석할 수 있는 역량을 넘어서는 대량의 정형 또는 비정형 데이터 집합 및 이러한 데이터로부터 가치를 추출하고 결과를 분석하는 기술¹⁷⁾
- 일반적으로 빅데이터는 데이터의 방대한 크기(Volume), 데이터 종류의 다양성(Variety), 데이터 입출력의 빠른 속도(Velocity)의 특징을 가짐¹⁸⁾
 - 크기(Volume): 보통 TB¹⁹⁾ 이상의 대용량 데이터로서 저장소에 지속적으로 확보가 가능한 데이터
 - 다양성(Variety): 기존의 정형화된 데이터 외에 반정형, 비정형 데이터인 텍스트, 비디오 등 다양한 데이터가 모두 포함
 - 속도(Velocity): 빅데이터는 빠르게 생성되고 소멸될 수 있으며, 단기간에 유의미한 분석을 위해 속도 요구 사항을 충족시킬 수 있어야함



〈그림 11〉 빅데이터의 특징²⁰⁾

- (발전과정) ICT 발달에 의한 지식정보화 혁명과 스마트 사회로의 변화 니즈 및 센싱, 저장 기술 등의 발달로 빅데이터의 수집·분석 기술이 발달

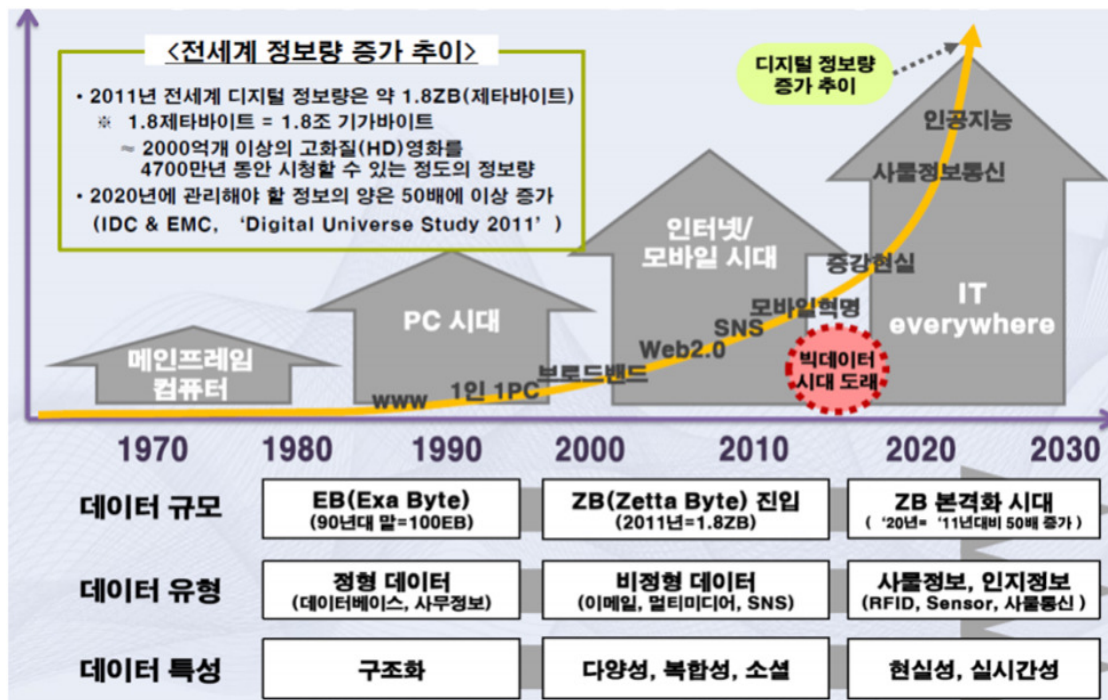
17) 위키피디아

18) 가트너(Gartner)는 2001년에 빅데이터 주요 속성으로 3V를 제시. 최근까지, 다양한 사람들에 의해 3V에서 확산되어 Veracity(정확성), Value(가치), Visualization(시각화) 등을 조합한 4V, 5V, 6V의 용어까지 제안되고 있음

19) 1 TB(Tera Byte) = 1024GB(Giga Byte), 일례로, 뉴욕 증권거래소는 매일 1 TB 수준의 데이터를 생산

20) Image: '빅데이터: 산업 지각변동의 진원', 삼성경제연구소(2012.5.)

- 스마트폰, 태블릿 등의 모바일 장치의 확산 및 트위터, 페이스북 등의 소셜 미디어의 성장
- RFID(Radio Frequency Identification)와 같은 정보를 감지하는 센서 장비의 이용확대 및 메모리 비용 하락
- 정보를 저장, 관리하는 클라우드 컴퓨팅 기술의 확산 및 하둡 파일시스템(HDFS) 등의 분산파일시스템 기술 개발



<그림 12> 빅데이터의 출현 배경²¹⁾

□ 핵심 기술

- (구성) 빅데이터 기술은 데이터 수집, 저장, 분석, 시각화 단계로 구분
 - 핵심기술로는 저장단계에 있어 하둡(Hadoop)²²⁾ 기반 분산저장시스템(HDFS), 맵축소(MapReduce)²³⁾, 분석 단계에서의 R²⁴⁾ 언어를 들 수 있음
 - 즉, 저장단계에서 하둡의 시스템 기술로 분산 저장과 병렬 연산을 수행하고, 분석 및 시각화 단계에서는 R로 빅데이터 분석을 수행

21) Image: '신가치창출 엔진, 빅데이터의 새로운 가능성과 대응전략', 한국정보화진흥원(2011.12.)

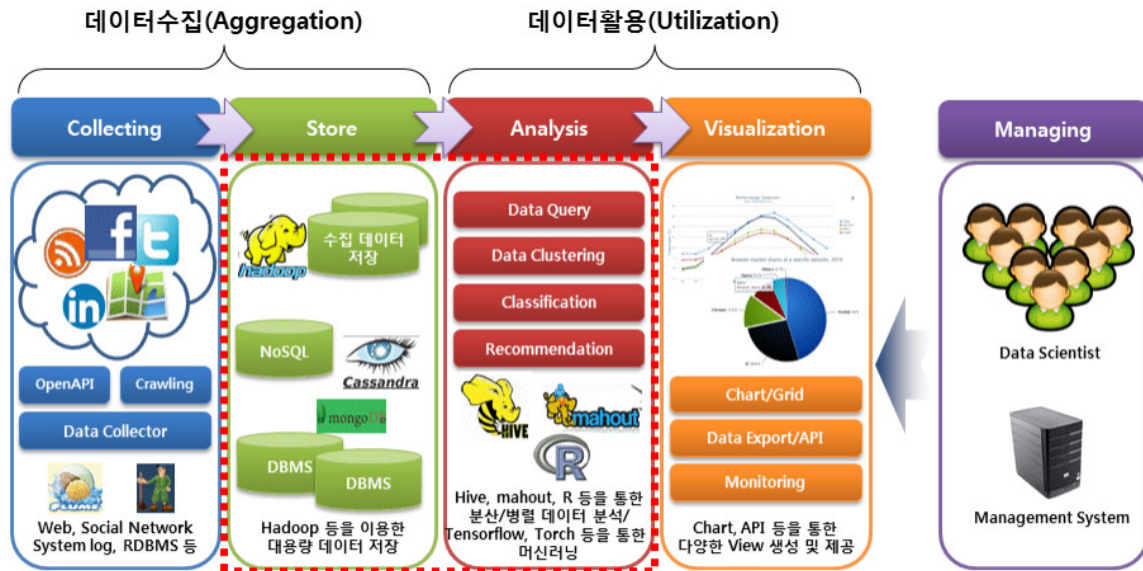
22) 하둡(Hadoop): 클러스터에서 대용량 자료의 분산처리를 지원하는 자바 소프트웨어 프레임워크

23) MapReduce: 각 서버가 저장하고 있는 데이터를 동시에 병렬로 처리하는 기술

24) 데이터 입출력, 처리부터 분석 및 그래픽 기술을 지원하는 개방된 라이브러리 집합체

<표 2> 빅데이터 요소기술 분류²⁵⁾

요소기술	설 명	주요 기술
빅데이터 수집 및 전처리	조직 내부와 외부의 분산된 여러 데이터 소스로 부터 필요로 하는 데이터를 검색하여 수동 또는 자동으로 수집하는 과정과 관련된 기술로 단순 데이터 확보가 아닌 검색/수집/변환을 통해 정제된 데이터를 확보하는 기술	ETL ²⁶⁾ , 크롤링 엔진 ²⁷⁾ , 로그 수집기, 센싱, Open API ²⁸⁾ 등
빅데이터 저장	작은 데이터라도 모두 저장하여 실시간으로 저렴하게 데이터를 처리하고, 처리된 데이터를 더 빠르고 쉽게 분석하도록 하여 이를 비즈니스 의사결정에 바로 이용하는 기술	병렬 데이터베이스 관리시스템(DBMS), 하둡(Hadoop) 등
빅데이터 분석	데이터를 효율적으로 정확하게 분석하여 비즈니스 등의 영역에 적용하기 위한 기술로 이미 여러 영역에서 활용해온 분석 기술	통계분석, 마이닝 분석, 예측 분석, 최적화, 소셜 네트워크 분석 등
빅데이터 시각화	자료를 시각적으로 묘사하는 학문으로 빅데이터는 기존의 단순 선형적 구조의 방식으로 표현하기 힘들기 때문에 빅데이터 시각화 기술이 필수적임	편집기술, 정보 시각화 기술, 시각화 도구



<그림 13> 빅데이터 솔루션의 기능 및 처리 흐름과 관리구조²⁹⁾

25) 참조: '빅데이터 기술분류 및 현황', 한국정보화진흥원(2013.12.)

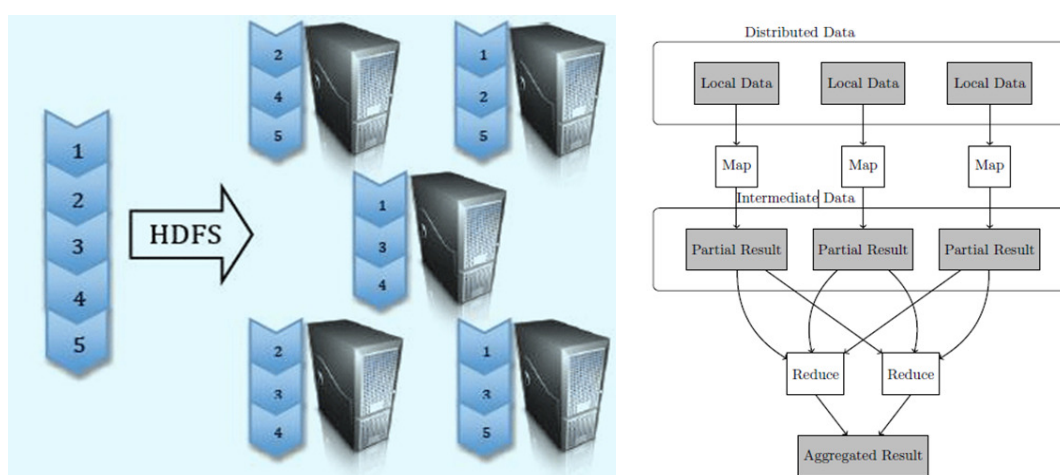
26) ETL(Extraction, Transformation, Loading): 내부 데이터 수집방법이며, 다양한 소스시스템으로부터 필요한 데이터를 추출하여 변환하는 작업을 거쳐 저장하거나 분석을 담당하는 시스템으로 전송 및 적재하는 과정을 포함

27) Crawling Engine: 외부 데이터 수집 방법이며, 로봇이 인터넷 링크를 추적하여 방문한 사이트의 모든 페이지 복사본 등을 수집하며 데이터 생성

28) Open API(Application Programming Interface): 누구나 사용할 수 있도록 공개된 API로서 운영체제나 프로그래밍 언어가 제공하는 기능을 누구나 제어할 수 있게 만든 인터페이스(예: 구글맵 등)

29) Image: '빅데이터의 이해', 알앤비소프트(2013.9.)

- (HDFS, MapReduce) HDFS는 수천대의 서버를 네트워크로 묶어 하나의 서버가 보유하고 있는 파일 시스템처럼 사용 가능하며, MapReduce 기술을 적용하여 각 서버가 저장하고 있는 데이터를 동시에 병렬로 처리
 - HDFS로 대용량 파일을 저가로 저장이 가능하며, 장애를 대비하여 3중화를 기본으로 구성함
 - MapReduce는 데이터를 동시에 병렬로 빠르게 처리하는 기술로 빅데이터에서 가장 많이 사용하는 분산 프로그래밍 모델
 - * HDFS 데이터에 대한 병렬 연산을 지원(Divide & Recombine)하며, 병렬연산은 Map 함수와 Reduce 함수를 통해 구현
 - 하둡 플랫폼 기술은 여전히 1초 정도의 배치 처리 시간을 기다려야 하는 한계를 안고 있으며, 최근에는 수밀리 초로 단축하는 기술 개발 중
 - * MapReduce 기술을 처음으로 개발한 구글은 배치 처리 시간을 수밀리 초로 단축하는 드레멜(Dremel) 기술 등을 개발 중이며, 차세대 클라우드 데이터 처리 기술 주도권 선점 노력 중

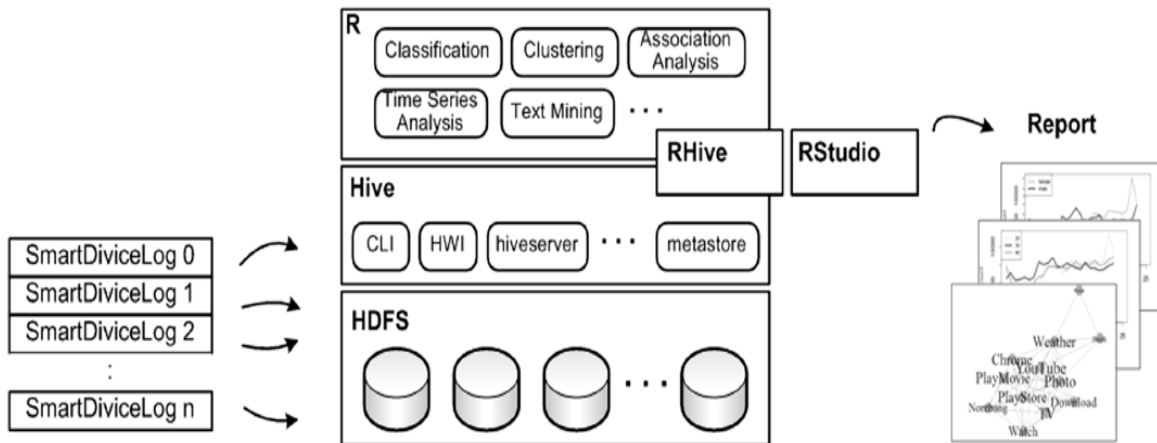


<그림 14> HDFS와 MapReduce의 개념도³⁰⁾

- (R 언어) 빅데이터 분석을 위한 도구인 R은 통계 계산과 그래픽을 위한 프로그래밍 언어
 - R은 오픈 소스 프로젝트로 개발되고, 패키지 수가 기하급수적으로 증가하는 보편화된 통계 프로그램
 - R은 하둡의 MapReduce 코드를 바로 작성할 수 있는 인터페이스 및 HDFS에 빅데이터를 저장하고 분석할 수 있는 저장공간도 제공

30) Image: '빅데이터의 개요', 동국대학교(2016.3.)

- 하둡의 빅데이터 플랫폼의 처리 능력과 R의 데이터 분석 기능의 결합 필요성으로 R과 하둡을 결합하는 시스템 패키지(RHIPE, RHive 등) 확산³¹⁾
- 최근에는 인공지능 개발에 있어 활용도가 높은 파이썬(Python) 언어의 사용자 수 증가로 파이썬과 하둡을 결합하는 패키지도 확산 중



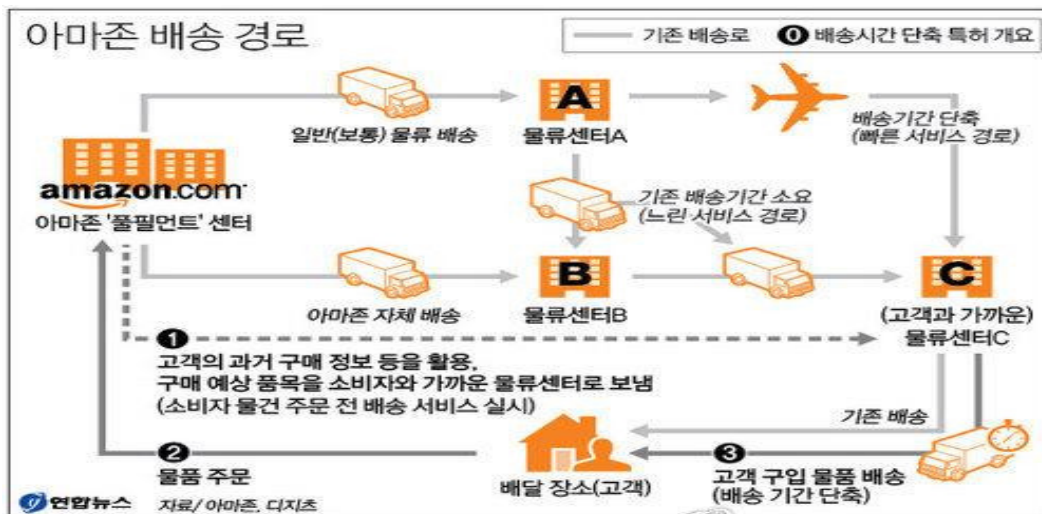
<그림 15> RHive를 활용한 스마트 기기의 데이터 분석 개념도³²⁾

□ 응용 분야 및 사례

- (분야) 사용자 경험 데이터나 IoT 센서 등에 의해 실시간이나 주기적으로 대량의 데이터 확보가 가능한 고객 데이터를 활용한 제반 서비스 산업, 스마트 제조업 등 산업 전반에 걸쳐 활용 가능
 - 특히, 인공지능 플랫폼과 결합하여 고객 맞춤형 시장 개발, 인공지능 금융 상품, 물류 최적화, 스마트 팩토리 등 다양한 신산업으로 전개
- (사례 1) 고객 자신보다 고객을 더 잘 이해하는 아마존의 예측 배송
 - 기존 주문, 검색내역, 위시 리스트, 쇼핑 카트에 담아놓은 상품, 반품 내역, 마우스 커서가 머무르는 시간 등의 빅데이터 활용
 - 고객별 주기적으로 사용하는 물품에 대해 고객 주소지 근처의 물류창고로 주문 전에 미리 배송하여 고객만족도 제고

31) RHIPE: R and Hadoop Integrated Programming Environment, RHive: R and Hive (Hive는 검증된 대용량 분산 데이터 저장 시스템으로 개발자는 아파치 소프트웨어 재단(비영리재단))

32) SQL-like MapReduce 처리 플랫폼을 활용한 스마트 디바이스 UX 분석, 정보과학회논문지, 김성숙 외(2014.4.)



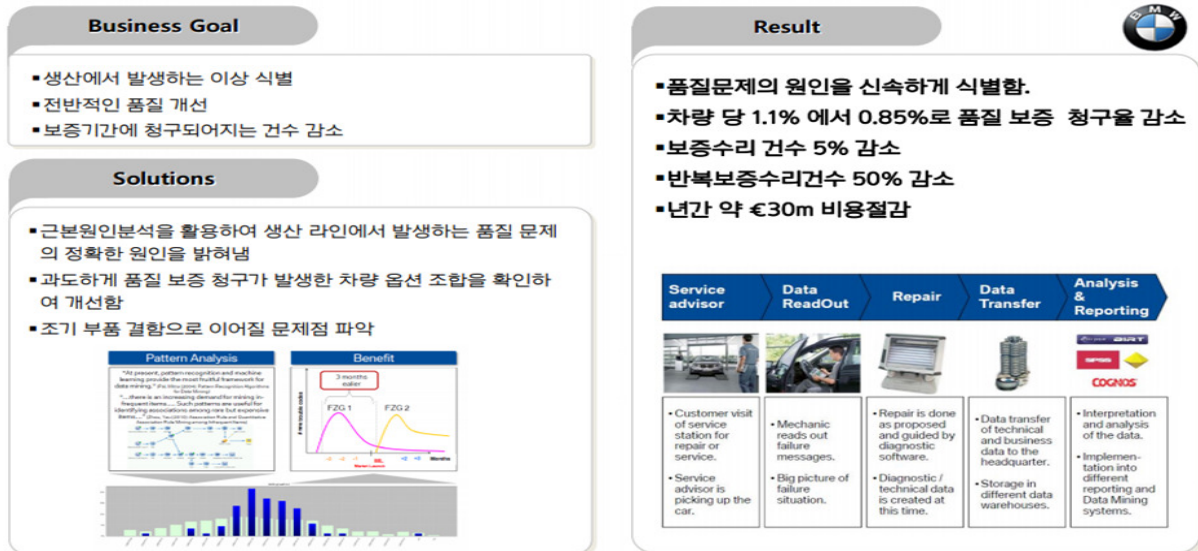
<그림 16> 아마존 예측배송 개념도³³⁾

○ (사례 2) UPS의 효율적 운영을 위한 최적화를 위한 빅데이터 분석

- 화물을 배달하는 가장 효율적인 경로를 제공하는 센서 기반 빅데이터 통합 시스템인 ORION³⁴⁾ 구축·활용
- * 비즈니스 프로세스를 개선하고 비용을 절감하며 효율성을 높이기 위해 수천 대 트럭에 센서를 부착하고 빅데이터를 분석
- ORION이 트럭 부품이 고장이 날 시점을 예측하여, 사전에 보수하거나 운전자가 후진하거나 U턴하는 횟수를 관찰해 추가 교육 등을 시행
- (성과) 운송 거리를 530만 마일을 줄이고, 엔진 유휴시간 1,000만 분 감소, 246만 리터 연료 절감, 탄소 배출량은 6,500톤 이상 감소

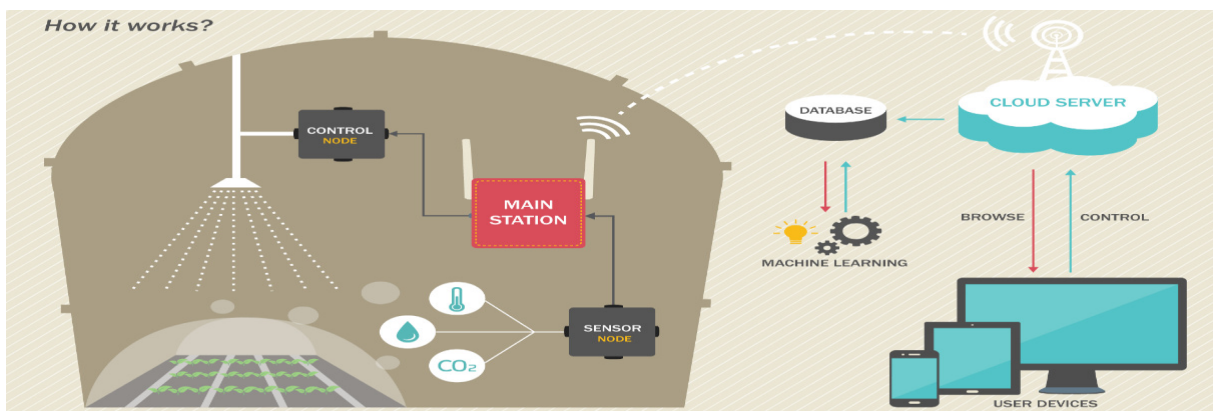


- (기계산업 사례) 최적 설비운영 최적화, 유지보수, 운영관리 등에 활용
 - BMW는 차량 생산 정보, 고객정보, 차량 운행 정보에 대한 빅데이터를 분석함으로써, 신규 차량에 대한 품질보증 청구를 감소시킴
 - * (성과) 품질보증 건수 5% 감소, 반복보증수리건수 50% 감소



<그림 18> BMW에 적용된 예측분석 사례³⁶⁾

- 중장비 업체 Komatsu는 기계장비에 대한 유지보수 비용 절감을 위해 빅데이터 기반 예측정비 및 사후 결함 데이터 취합·분석·피드백
 - * (성과) 적용 4개월 동안 12~14배 투자 수익(예: 변속기 오일 누수 결함 방지 및 표준화의 경우 시행 후 2주 동안 백만 달러의 수리 비용 절감)
- 스마트 팜(농업) 분야에서도 온도, 습도, 이산화탄소 농도, 조도 등 다양한 빅데이터 정보를 분석하여 자율적으로 농장을 관리하는 플랫폼 급증



<그림 19> 빅데이터 기반 자율관리 스마트 팜 이미지³⁷⁾

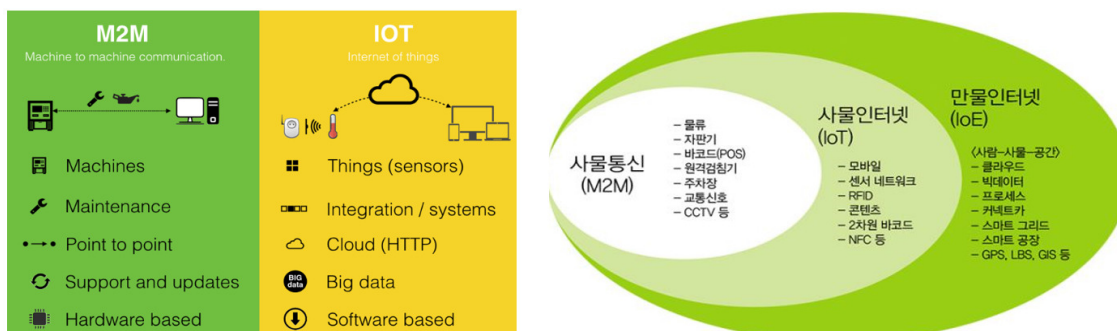
36) 참조: ‘빅데이터와 예측분석’, 데이터솔루션(2016.4.)

37) Image: 타이니파머(Tinyfarmer)社 홈페이지

③ IoT: Internet of Things

□ 기술 개관

- (정의) 각종 사물 및 가상 사물에 센서와 통신 기능을 내장하여 인터넷에 연결하는 기술³⁸⁾
 - * 한국정보통신기술협회(TTA)의 IoT 정의: 세상에 존재하는 모든 사물을 네트워크로 연결해 인간과 사물, 사물과 사물 간 언제 어디서나 서로 소통할 수 있게하는 새로운 정보 통신 기반
 - * 사물인터넷(IoT)이란 용어가 처음 사용된 것은 1999년 케빈 애쉬톤(Kevin Ashton, MIT Auto-ID Center)으로 향후 RFID나 센서를 사물에 탑재한 IoT를 전망
- 인간, 사물, 서비스의 세 가지 구성요소에 대해 인간의 명시적 개입 없이 상호 협력적으로 센싱, 네트워킹, 정보처리 등 지능적 관계를 형성하는 사물공간 연결망³⁹⁾
- (발전과정) M2M(Machine to Machine)을 인터넷으로 확장하여 현실 사물 외에 가상 사물, 정보와 상호 작용하는 IoT로 진화
 - * 한국정보통신기술협회(TTA)의 M2M 정의: 무선 통신을 이용한 기계와 기계 사이의 통신
- 진화단계를 광의적으로 M2M, IoT로 구분하기도 하며, 협의적으로 사물 통신(M2M), 사물인터넷(IoT), 만물인터넷(IoE)으로 구분하기도 함
 - * Mala Anand(수석 부사장, Cisco Software Platforms Group)는 IoE는 사물-사물(M2M), 사물-사람(M2P), 사람-사람(P2P)의 세 형태가 있으며 IoE는 차원이 다른 복잡성을 만들어낸다고 설명
- 관련 업계는 IoT, IoE 다음 단계로 모든 IoT 플랫폼들을 하나로 묶어서 유기적, 자율적으로 통제하는 AtO(All to One, 합일제어) 시대로 진화 전망⁴⁰⁾



<그림 20> 2단계(광의적) 진화(좌), 3단계(협의적) 진화(우)⁴¹⁾

38) 위키피디아, 사물인터넷의 미래, 박종현 외(2014) 등

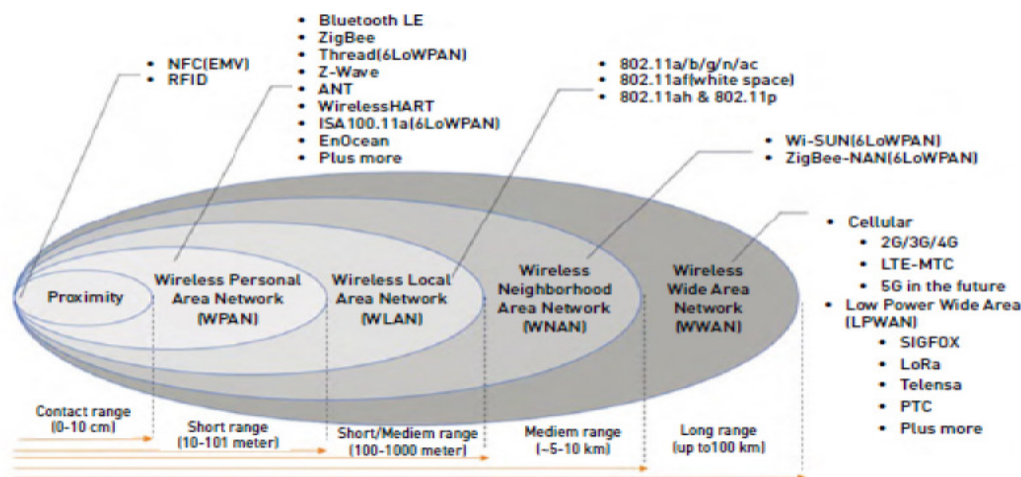
39) NET TERM(사물인터넷), 민경식, 한국인터넷진흥원

40) 삼성 SDS, SK 텔레콤, ETRI 등

41) Image(좌): www.ameterreading.com, Image(우): 산업연구원(2014)

□ 핵심 기술

- IoT 핵심 기술로 센싱 기술, 통신 및 네트워크 인프라 기술, IoT 서비스 인터페이스 기술을 들 수 있음⁴²⁾
 - 전통적인 센서 기술도 IoT 기술과 접목하여 스마트 센서화
 - * 스마트 센서: (마이크로) 센서 기술에 MEMS, 반도체 기술, 임베디드 SW 기술이 접목되어 우수한 데이터 처리 능력, 판단, 메모리, 통신 기능을 보유하고 있음
- (센싱 기술) 전통적인 측정 센서부터 원격 감지, 레이더, 위치, 모션, 영상 센서 등 사물과 주위 환경에서 정보를 얻는 물리적 센서를 포함
 - * 전통적인 측정 센서: 온도, 습도, 열, 가스, 조도, 초음파 센서 등
- 물리적 센서에 정보처리 능력을 내장한 스마트 센서로 발전하고 있으며, 센싱 데이터로부터 특정 정보를 추출하는 가상 센싱 기능도 포함
- 독립적인 개별 센서를 넘어 다분야 측정이 가능한 퓨전센서 및 지능적 고차원적인 정보 추출이 가능한 스마트 센싱 기술로 발전
- (네트워킹 기술) 저전력 네트워킹 기술, 임베디드 단말 기술⁴³⁾, 고밀도 배터리 기술 등 기존 기술을 고내구성, 저가격, 저전력 방향으로 개발
 - 근거리에선 주로 센서와 임베디드 단말과 통신하며, 원거리에서는 단말과 서버 사이에 통신을 수행
 - 센서와 단말의 작동 범위(단거리, 중/장거리 등)에 따라 다양한 서비스와 표준이 개발 중



<그림 21> 작동 범위(Operating range)에 따른 네트워킹 기술⁴⁴⁾

42) IoT 기술과 보안, 김호원 외(2012.2.), 한국인터넷진흥원 자료 등

43) 임베디드 단말 기술: 수집된 정보를 스마트 기기 내에서 취합하거나 일부 가공하여 전송하는 기술

44) Image: 클라우드로의 게이트웨이, 어떻게 도달할 것인가, 전자과학(2016.2.4.)

- (인터페이스 기술) 인간, 사물, 서비스 간 특정 기능을 수행하는 응용 서비스와 연동하는 역할을 하는 기술

- 정보를 센싱, 가공/추출/처리, 저장, 판단, 인지, 인증, 객체 정형화 등 서비스 제공을 위한 인터페이스(저장, 처리, 변환 등) 역할 수행

□ 응용 분야 및 사례

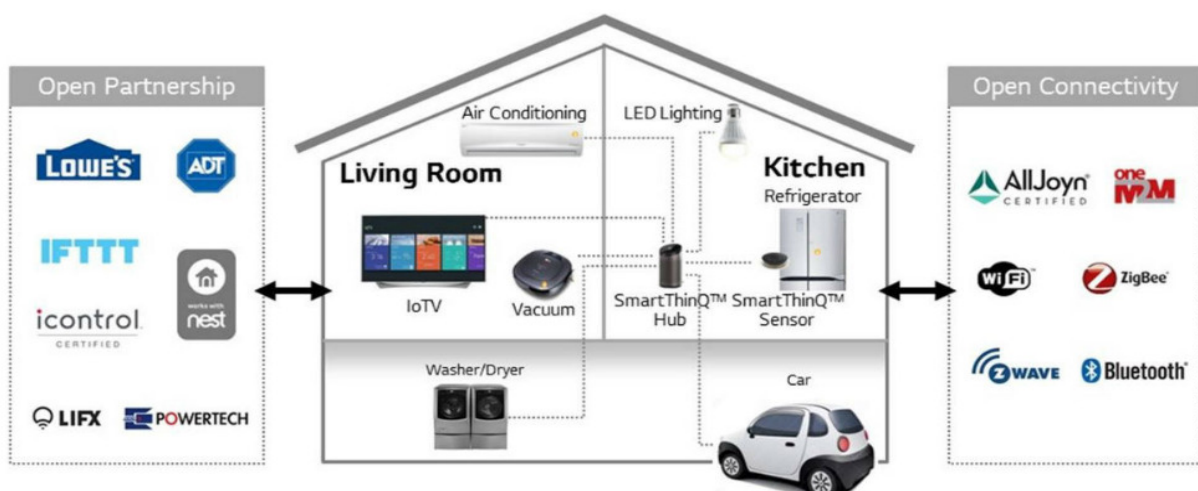
- (분야) 스마트 기기, 스마트 홈, 스마트 팩토리, 스마트 카, 웨어러블, 스마트 팜, 스마트 시티 등 제반 산업의 스마트화 분야에 활용 가능

- 가트너는 IoT로 연결된 사물이 2015년 49억 개에서 2020년 208억 개로 증가 예상⁴⁵⁾

- 스마트 센서에 기반하여 주문관리, 물류추적 등 위치추적, 가스, 물, 전기 등의 원격 제어, 무선 보안 시스템, 교량, 빌딩, 환경 등의 유지 관리 모니터링 등 가정 및 공공서비스 제반 분야에 활용 중

- IoT 대상 반도체 시장도 2020년까지 연평균 29% 수준으로 상승하여 2020년에 약 435억 달러 규모로 성장 전망⁴⁶⁾

- (사례: 스마트 홈) 삼성전자, LG전자, 아마존 등 글로벌 기업들은 ‘스마트 홈’ 시장을 선점하는 솔루션 제시를 위해 상호 협력 및 경쟁



<그림 22> 스마트 홈 구성 예시(LGE IoT Eco system)

45) 특히, 생활가전 분야에서 사물과 IoT 연결 급성장(2015년 29억 개에서 2020년 130억 개 연결)

46) IoT용 반도체 시장(연평균 29% 성장) 중에서도 센서 분야는 연평균 40% 수준으로 성장 전망

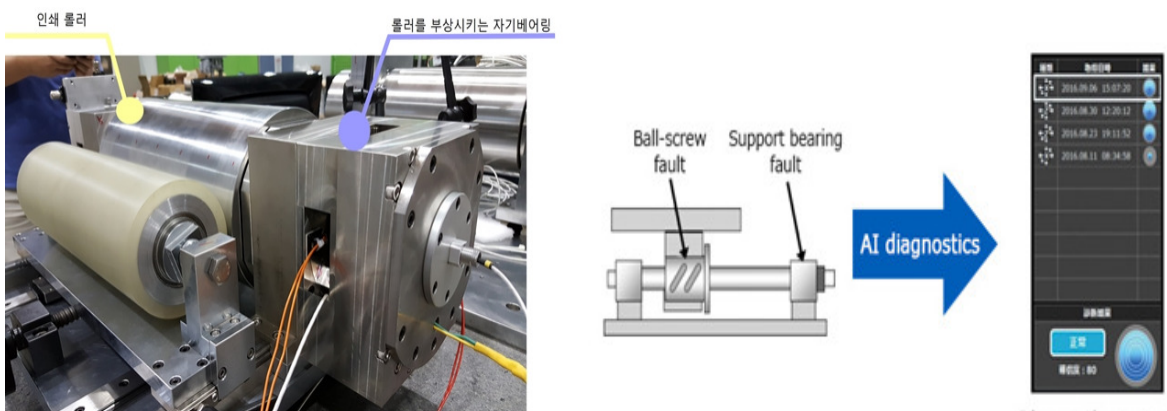
○ (기계산업 사례) 혁신 기술의 지속적 기반 하에 IoT 기술을 접목하여 스마트 센서, 신제조 부품 등을 개발

- 슈넬러 社は 베어링, 브래킷 등의 부품 표면에 패턴 센서를 각인하여 힘, 토크 등의 물리량을 측정하며 데이터 원천소스로서의 역할 수행
- * 부품의 변형량에 따라 배선을 흐르는 회로의 저항값이 변화하기 때문에 이를 통해 부품에 가해지는 힘과 토크 등을 측정할 수 있게 되는데, 배선 패턴은 부품 표면에 특수 합금을 코팅하고 미리 정해 둔 패턴이 남도록 깎아 제작



<그림 23> 슈넬러 社の 센소텍트 코팅 시스템(예시)

- 기계연(KIMM)은 완전 비접촉 자기베어링 기술과 스마트 제어 기술을 적용한 스마트 롤러를 개발
- * (기대 효과) 마모에 따른 유지보수 비용이 거의 없고, 정밀도 10배 향상이 가능
- 일본 오쿠마(Okuma) 社は 공작기계 볼스크류의 축 베어링에 IoT 센서를 내장하여 빅데이터를 얻고 인공지능 기술로 이상상태 모니터링



<그림 24> 자기베어링과 스마트 제어가 적용된 롤러(좌) 및 IoT 적용 공작기계 축 베어링(우)

- 피렐리(Pirelli) 社 스마트 타이어에 내장된 센서로 공기압, 온도, 마모상태 등을 측정하여 앱으로 알려주며, 이상상태 감지 시 경고음을 보냄

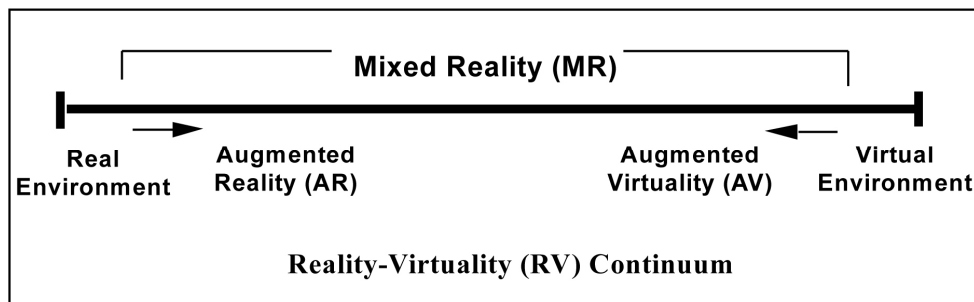
④ VR, AR, MR⁴⁷⁾

□ 기술 개관

- (정의) 가상의 대상을 현실 세계에서 느낄 수 있도록 몰입감을 증대시키는 기술을 몰입 기술(Immersive Technology)라 정의⁴⁸⁾

* 몰입 기술은 가상현실(VR), 증강현실(AR), 혼합현실(MR)로 구분하며, 증강현실과 혼합현실은 혼용하여 같은 의미로도 사용됨

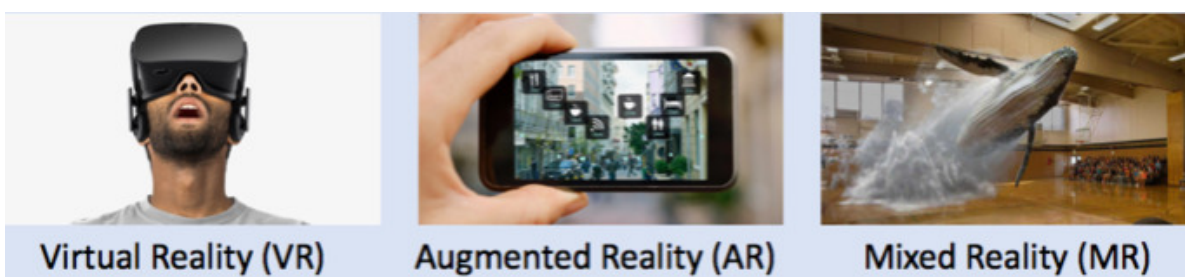
- 현실 세계와 가상 세계를 양 축으로 놓았을 때, 현실에 더욱 가까운 세계를 증강현실(AR), 가상에 가까울수록 증강가상(AV)이라 정의⁴⁹⁾



<그림 25> Reality-Virtuality(RV) Continuum

- 업계에서는 기술 및 상품의 구분을 위해 VR(가상현실), AR(증강현실), MR(혼합현실)로 구분

* (예) 오쿨러스 사의 헤드마운트처럼 눈을 가리고 가상 세계를 느끼는 기기들은 VR 기기, 구글 글라스처럼 현실 환경을 중심으로 가상 환경을 어느정도 입히는 기술은 AR로 분류



<그림 26> VR, AR, MR 기기 예시

- VR은 HMD⁵⁰⁾를 활용하여 100% 가상의 공간을 눈 앞에 제공하여 높은 몰입감을 가져옴

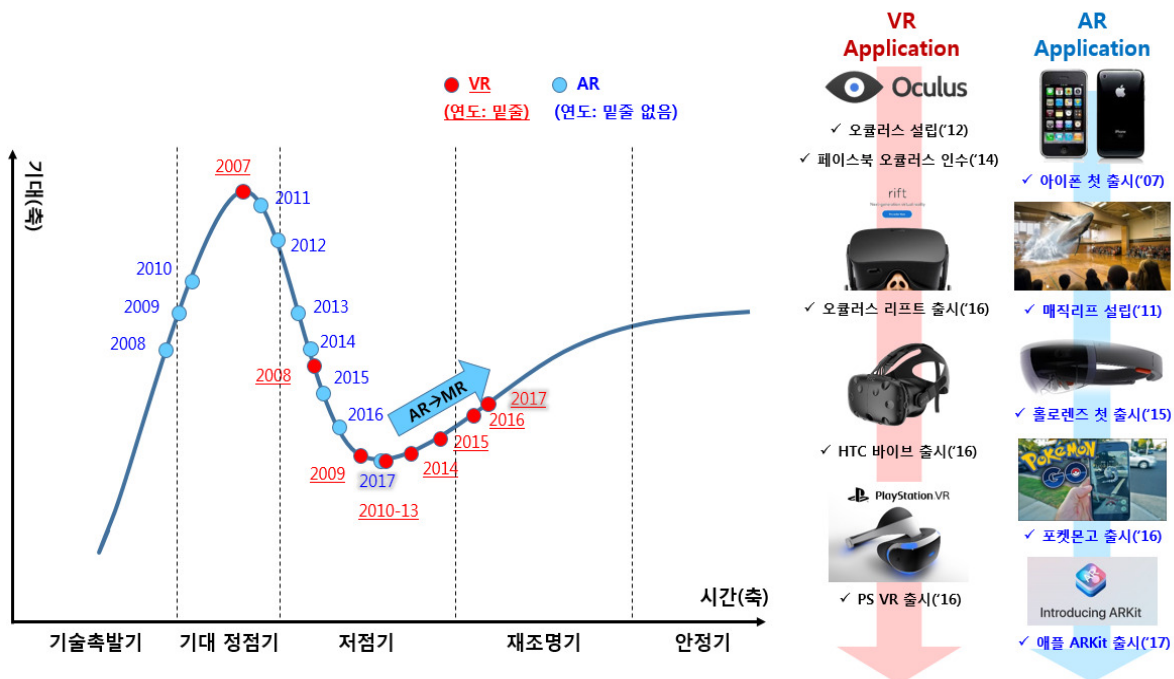
47) VR: Virtual Reality, AR: Augmented Reality, MR: Mixed Reality

48) 위키피디아

49) Reality-Virtuality Continuum, P. Milgram(1994)

50) Head-mounted display

- * VR은 2013년 이후로 일반화된 용어로 2007~2010년엔 Public Virtual World, 2011~2012년엔 Virtual World 등으로 불림
- * 몰입 기술 중 가장 먼저 개발되었으며, 스마트폰 사업자들도 상당 수 개발에 참여하고 있음
- AR은 현실 세계를 중심으로 가상 이미지나 정보를 추가하여 정보 전달이나 시뮬레이션 등에 효과적임
- * 최근에는 현실과 가상의 상호 작용 기능을 포함하는 MR의 한 분야로 분류하기도 함
- MR은 현실과 가상의 상호 작용으로 실감나는 콘텐츠 제공이 가능하며, 동작, 음성, 음향 등 다양한 사용자 인터페이스와 연계도 가능
- * MS(마이크로소프트)社가 개발한 홀로렌즈는 현실과 가상이 부드럽게 반응하며 MR의 대표 기기로 부상하였고, 가격을 낮춘 3세대 홀로렌즈를 2019년에 출시 예정(1세대 가격은 약 400만원)
- 가트너(Gartner)에서 분석한 기술수명주기에 따르면 VR, AR, MR 기술은 2000년대 후반에 들어 시장의 재조명을 받기 시작하였음
- VR은 2007년 시장의 기대가 정점을 기록한 후 2010년 이후로 게임 시장 중심으로 재조명되기 시작
- AR은 2008년 경 시장에 진입하여 2011년 정점 도달 후 최근까지 관심이 시들어지다가 MR 기술의 부상과 함께 다시 각광을 받고 있음



<그림 27> 기술수명주기(Hyper-Cycle) 및 연도별 주요 기기

□ 핵심 기술 및 기기

- VR, AR, MR은 시너지 가능한 유사한 기술을 기반으로 상호 몰입 기술 분야 기술 발전에 기여
 - VR은 2차원 가상의 영상을 양안 시차를 이용하여 3차원으로 느낄 수 있는 Stereoscopy 기술과 사용자의 움직임을 판단하는 Head Tracking 기술이 핵심
 - MR과 AR은 현실 세계에 가상의 이미지를 입히는 기술의 공통 기술을 가지고 있지만, MR은 가상의 객체가 현실과 상호작용하는 추가 기술 필요
 - MR과 AR의 공통 핵심 기술로는 Position Tracking(위치, 자세 추적) 기술, Realistic Rendering(가상 물체의 현실감 구현) 기술이 있음
 - MR에는 현실과 가상의 객체를 동시에 보면서 반응할 수 있도록 광학계 구성 기술이나 3차원 공간 정보 측정 기술 등이 추가로 필요
 - 공통적으로 사용자와 소통을 위한 인터페이스 기술이 필요하며, 최근에는 동작, 시선, 음성인식과 같이 비접촉식 인터페이스 기술 확대 추세

〈표 3〉 몰입 기술 분야 핵심 기술

구분		핵심 기술	설명
VR		Stereoscopy	양안 시차를 이용한 3D 시각화 기술
		Head tracking	자이로, 가속도 센서 등을 활용하여 사용자의 머리 움직임에 따라 영상을 전환시키는 기술
MR	AR	Position tracking	카메라의 3차원 위치 및 자세를 실시간으로 추적하는 기술
		Realistic rendering	가상 객체를 현실처럼 느끼도록하는 시각화 기술
		Optics	현실에 가상 이미지를 덧씌우는 광학계 구성 기술
		Spatial mapping	사용자 주변 3차원 공간을 인식하는 기술
공통		유저 인터페이스	사용자와 가상 객체(세계)가 상호작용하기 위한 의사 및 정보소통 기술

- (기술의 한계) 몰입 기술의 비약적 발전에도 불구하고 디지털 멀미, 발열, 사생활 보호 등 해결해야 할 이슈들이 여전히 존재
 - VR은 인지부조화로 인한 멀미·두통 등의 불편을 해소·최소화를 위한 기술 고도화가 필요
 - * 디지털 멀미 해소를 위해 머리의 움직임과 시선을 측정하는 센서 성능을 개선하거나 디스플레이 주사율(초당 프레임 수)을 높이는 방향으로 기술 개발 중

- MR과 AR은 광학계 구성의 한계로 인한 낮은 시야각, 실시간 자세 추적 및 렌더링으로 인한 높은 연산량 및 발열, 프라이버시 문제가 대두
- 공통적으로 산업의 확대를 위해서는 헤드마운트 등 주변기기 착용 시 하중으로 인한 피로감, 상대적으로 높은 가격 문제 해결이 필요

<표 4> 몰입 기술의 한계점

구분	한계점	
VR	<ul style="list-style-type: none"> • 디지털 멀미 	
AR & MR	<ul style="list-style-type: none"> • 제한된 시야각(FOV: Field of View) • 높은 연산량(발열) • 주변 밝기에 민감 • 프라이버시 침해 	<ul style="list-style-type: none"> • HMD 착용의 불편함 • 높은 가격 • 킬러 앱 부재

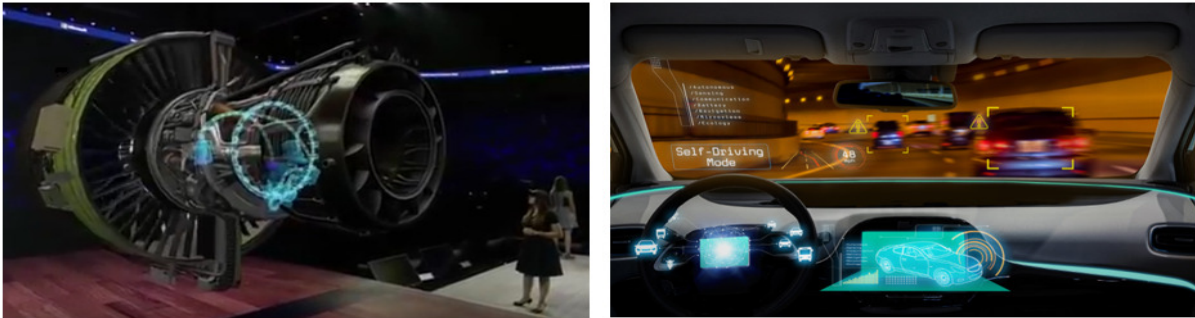
□ 응용 분야 및 사례

- (분야) 게임·엔터테인먼트, 서비스업, 교육·미디어 분야 등 다양한 산업에 활용되고 있으며, MR의 경우 홀로렌즈 중심으로 활용이 확대
- 엔터테인먼트 분야 중심으로 확대되고 있으며, 산업 분야에서는 비용 절감, 생산 효율성, 사람-기계 소통, 안전성 향상을 위해 적용 중
- (사례) MS(마이크로소프트)社は 현실 화면에 실제 객체의 3D 이미지를 출력하고 자유롭게 반응·조작하는 홀로렌즈(Hololens) 출시
- 볼보社は 홀로렌즈를 이용한 쇼룸(홍보)을 도입하였고, 티센크루프社は 약 2만 명의 서비스 기사와 전문가를 연계하여 엘리베이터 수리에 적용
- * 볼보社は 홀로렌즈 쇼룸에서 소비자가 원하는 차량을 마음껏 만들어 볼 수 있도록 설계



<그림 28> 홀로렌즈의 가정에서 활용 사례(좌) 및 볼보社の 쇼룸 도입 사례(우)

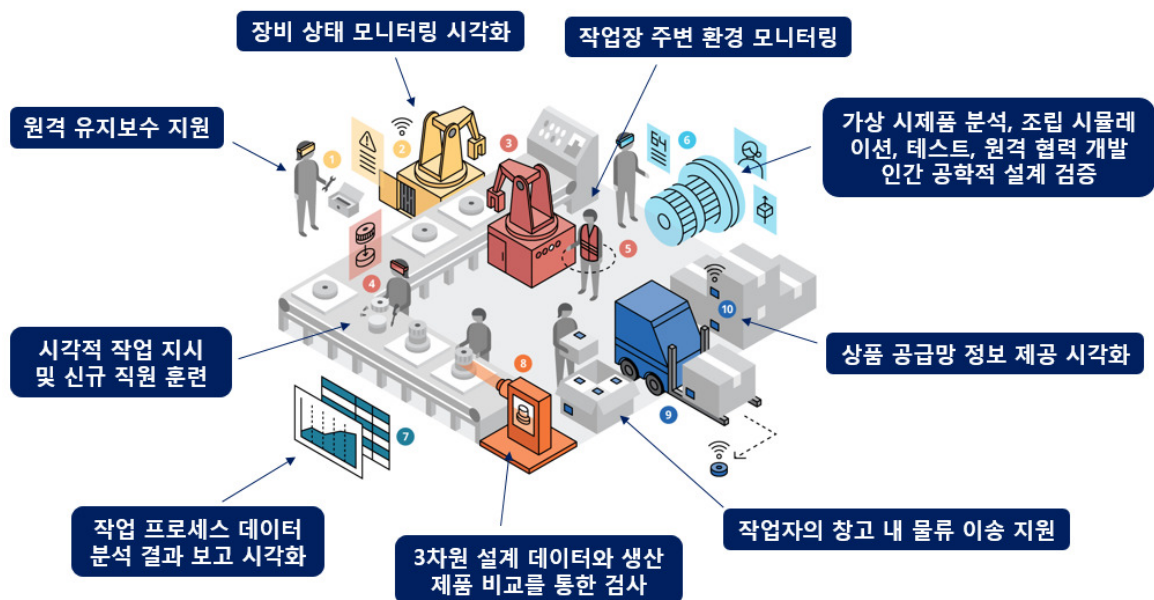
- (기계산업 사례) 증강현실 기반의 설계·운영·서비스 분야에서 확산 중
 - 일본항공은 MS 社의 홀로렌즈를 활용하여 항공기 엔진의 내부 및 작동 모습을 느끼며 기술자가 직접 작업하는 것처럼 교육하는 데 활용
 - 현대자동차는 도로에 펼쳐지는 내비게이션 등 운전자 가시권에서 실물과 혼합된 증강현실(HUD)⁵¹⁾ 기술을 지속적으로 고도화 중



<그림 29> 일본항공 社 홀로렌즈 교육 시연 사례(좌) 및 포드 社 디자인 검토 사례(우)

- 제조업에도 몰입 기술이 적용된 스마트 공장, 발전소 등 교육이나 지시하는 것을 넘어 장비·환경 모니터링, 유지보수, 가상 설계, 조립, 물류 등 제반 가치사슬에 폭 넓게 활용되는 성공 사례가 확산되고 있음

* Autodesk, Beenen, Schneider electric 등 설계·운영·유지보수에 대한 실시간 시각화 솔루션 제공 업체들의 플랫폼 기술로 선도 자동차 업계(폭스바겐, 포드 등), 발전소 등에 통합 솔루션이 구축



<그림 30> 제조업에 활용 가능한 몰입기술 분야⁵²⁾

51) HUD: Head-up display

52) Schneider Electric, Deloitte University Press(2017) 등 기업, 컨설팅 사례 기반 재구성

⑤ Blockchain

□ 기술 개관

- (정의) 관리 대상 데이터를 블록으로 묶어서 P2P 방식을 기반으로 생성된 분산 컴퓨팅 기술 기반의 데이터 위변조 방지 기술로 제3자의 개입 없이도 구성원이 신뢰할 수 있는 전자장부⁵³⁾
 - 블록체인의 첫 구현은 비트코인으로 시작되었고, 최근까지 성능개선, 익명성 강화, 저장기능을 포함한 스마트 계약 기능 등이 개발되고 있음
 - * 2008년 사토시 나카모토(Satoshi Nakamoto, 가명 또는 단체)가 블록체인 기술을 논문 형태로 개념 제시
 - 암호화된 데이터 블록을 연결하여 참여자 모두가 공유하며, 데이터 (거래)를 확인할 경우에는 암호를 풀어서 참여자들의 전자장부를 대조
 - * 블록별 암호는 입력값과 출력값이 일대일 대응으로 설정되어 있으며, 암호를 푸는 사람(채굴자, Miner)은 누구나 할 수 있고, 일반적인 경우에 댓가로 암호화페를 지급받음
- (구분) 일반적으로 공개형(Public)과 폐쇄형(Private) 블록체인 모델과 그 중간 형태인 컨소시엄(Consortium) 모델로 구분
 - 공개형 모델은 블록체인 기술의 근원적 모델로 누구나 참여하여 자유롭게 거래할 수 있는 모델
 - * 비트코인(BTC), 이더리움(ETH) 등 암호화폐 기반 모델은 대표적인 공개형 블록체인 모델
 - 폐쇄형 모델은 특정 기관 주도로 만들어진 모델로 검증된 사람만이 참여할 수 있으며, 암호화폐 없거나 스마트 계약 중심의 모델이 다수
 - * 폐쇄형 모델은 신뢰 문제 발생 시 주관 기관이 책임을 지게 되므로, 블록체인의 주요 특징인 분권화에 위배된다고 볼 수 있어 블록체인 기술의 파생 모델로도 볼 수 있음

〈표 5〉 블록체인 적용 모델

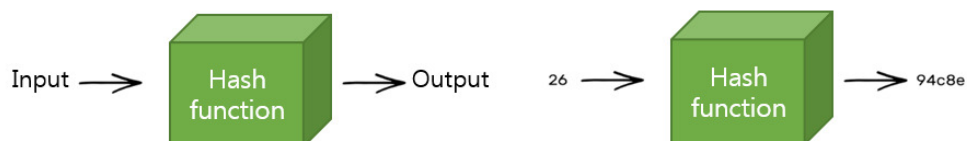
구분	공개형(Public)	폐쇄형(Private)	컨소시엄(Consortium)
참여자	자유롭게 참여	관리자 허가 필요	참여자 간 허가 필요
관리자	없음	단일 기관	다수 기관
속도	느림	빠름	빠름
규제변경	어려움	변경 가능	변경 가능
알고리즘	작업증명, 지분증명	(기타) 합의 알고리즘	(기타) 합의 알고리즘

53) 위키피디아 정의 토대로 재구성, 블록체인 기술은 분산원장기술(Distributed Ledger Tech.)로 불리기도 함

- 강력한 거래 신뢰성, 분권화(탈중앙화)를 가장 큰 특징점으로 지향하고 있으며, 과도한 에너지 소모 등이 한계점으로 지적되고 있음
 - 2008년 리먼 사태에 의한 글로벌 금융 위기 이후, 중앙집권적 시스템의 폐해나 권위기관의 모럴 헤저드의 대안 기술로 이슈화 시작
 - (신뢰성) 암호화된 분산장부가 참여자 모두에게 저장되므로, 단시간에 다수의 참여자의 분산장부를 조작하는 것은 현실적으로 어려움
 - * 신뢰성에는 보안성과 투명성이 포함
 - (분권화) 강력한 제3자의 개입이 없이 익명의 참여자 모두가 동등한 환경에서 합의에 의해 거래를 진행시키는 구조
 - 신뢰성, 분권화 외에도 주요 특징으로 거래의 신속성, 공개된 소스에 의해 쉽게 구축하거나 연결할 수 있는 확장성을 들 수 있음
 - (한계) 블록의 암호를 풀기 위해 사용되는 막대한 에너지(전기, 발열 등)와 저장공간의 문제의 비효율성을 효율화하는 것이 필요
 - * 에너지의 과다 비용과 중앙 집중적 구조에 의한 유지·관리 비용의 상계에 대한 논쟁 및 검증이 다양하게 진행 중
 - 신뢰성과 분권화를 강화하려는 모델과 신뢰성과 분권화의 일정부분 리스크를 감수하고 에너지 효율성을 강화하는 모델 등이 지속적으로 개발 중

□ 핵심 기술

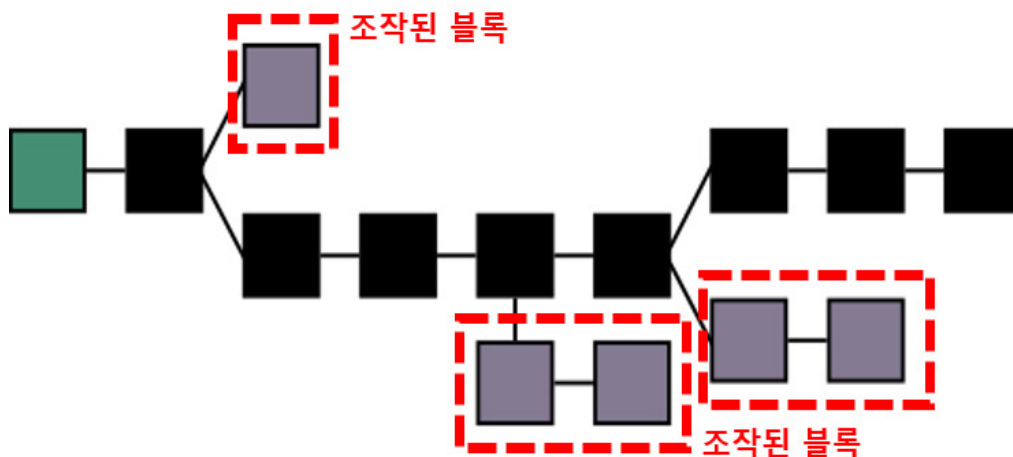
- 블록체인의 핵심 기술로 합의 알고리즘 기술, 해쉬함수(Hash function) 기반 암호화 기술을 들 수 있음
 - (해쉬함수) 입력값(Input)과 출력값(Output)이 1:1 대응이면서 입·출력 값에 규칙이 없는 함수인 해쉬함수에 의해 블록은 암호화됨
 - 해쉬함수를 푸는 작업을 채굴(Mining)이라 하는데, 해쉬함수는 풀기는 어려우나 검증은 대입하면 되므로 매우 쉬움



<그림 31> 해쉬함수 예시⁵⁴⁾

54) 출력값 '94c8e'이 나오는 입력값(또는 해쉬값, 해시값) '26'을 찾아야 함

- (합의 알고리즘) 작업증명(PoW: Proof of Work), 지분증명(PoS: Proof of Stake)이 대표적으로 활용됨
 - * 합의 알고리즘: 분산 네트워크 상에서 신뢰관계가 없는 노드(구성원)들이 특정하게 정의된 절차를 통해 수학적으로 계산된 결과값을 상호 검증함으로써 시스템 무결성을 보장하는 알고리즘
 - * 폐쇄형 모델의 경우, 약속된 규정이나 규칙에 의한 다양한 합의 알고리즘이 존재
- 작업증명(PoW)은 가장 보편적으로 사용 중인 합의 알고리즘으로 컴퓨팅 파워를 이용하여 암호55)를 구하고 검증하는 것으로 합의를 도출
- 지분증명(PoS)은 작업증명의 컴퓨팅 파워로 인한 막대한 에너지 낭비 문제를 해결하고자 개발되었으며, 보유한 자산을 기준으로 권한을 분배하여 합의를 도출하고 보상을 배분하는 알고리즘
 - * 현재, 채굴이 가능한 대부분의 암호화폐는 작업증명 방식이며, 이더리움(ETH)은 작업증명과 지분증명을 혼합한 형태의 블록체인 기술을 적용
- 해쉬값을 악용하여 조작된 거래의 블록체인을 생성할 경우, 조작 시간 동안 블록의 길이가 짧아지게 되어 조작된 블록체인은 제거됨



<그림 32> 조작된 거래에 대한 블록체인 구동 개념도

- 스마트 계약은 블록체인 파생 상품 개념으로, 기존 계약서의 잦은 분쟁이나 지불 지연 등을 타파하고자, 디지털 명령어로 조건에 따라 즉시 실행되는 디지털 계약서로서 블록체인 기술로 신뢰를 구축하고 상용화됨
 - * 스마트 계약(Smart Contract)는 Nick Szabo가 1994년 최초 제안하였으나, 당시엔 블록체인 기술의 부재로 개념만 존재하였으며, 구체적인 상용화 서비스는 20년 후인 최근에 확산(이더리움 등)

55) 특정 난이도의 해쉬값(Hash Value)

□ 응용 분야 및 사례

- (분야) 물품의 진위·인증, 스마트 계약에 기반한 신속한 거래, 무역 단순화, 지속적인 이력 관리가 필요한 분야에 주로 활용
- (사례) 다이아몬드 거래소인 CEDEX는 블록체인 기술을 적용하여 물품의 진위(일련번호, 특징, 감정서 등), 거래 이력 등의 유통 신뢰를 높임



<그림 33> CEDEX 플랫폼 경과 및 로드맵⁵⁶⁾

- (사례) 금융 분야에서는 디지털 지급 및 결제, 송금, 대출, 정보관리 등 다양한 분야에서 개발 및 확산 중

<표 6> 금융 분야 블록체인 적용 사례⁵⁷⁾

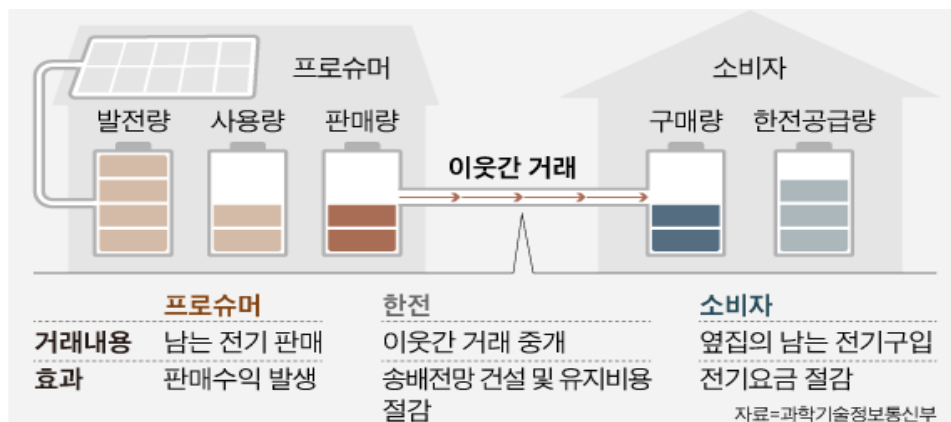
적용 기업	사례
JP Morgan Chase	• 이더리움 기반 기업 중심의 안정적인 스마트 계약 시스템 개발을 통한 비용 절감 프로젝트(프로젝트명: Quorum) 진행
비자 (VISA)	• 해외 송금 시 제반 서류 검토 및 승인 등의 절차로 3일 내외의 결제 기간이 필요하던 업무를 블록체인 기반 실시간으로 제공 예정
바클레이즈 (Barclays)	• 무역 금융거래에 필수인 신용장을 블록체인 내에 기록해 관리하는 서비스 개발(개발 직후('16.9.) 고객 유치 성공) - 전체 무역거래 대금의 5% 절감
KB 국민은행	• 블록체인 기술을 활용한 간편 개인인증 시스템 도입('16.10.)
KRX 한국거래소	• 장외주식 거래를 위한 시스템 개발('16.9.) • 블록체인 기술발전 협력조직인 'Hyperledger' 가입('17.4.)

- 기타, 형법상 범죄자 관리, 투명한 중고 매물(중고차 등) 거래, 믿을 수 있는 안전한 식품 유통 관리 분야에서도 다양한 성공사례 확산

56) 출력값 '94cBe'이 나오는 입력값(또는 해쉬값, 해시값) '26'을 찾아야 함

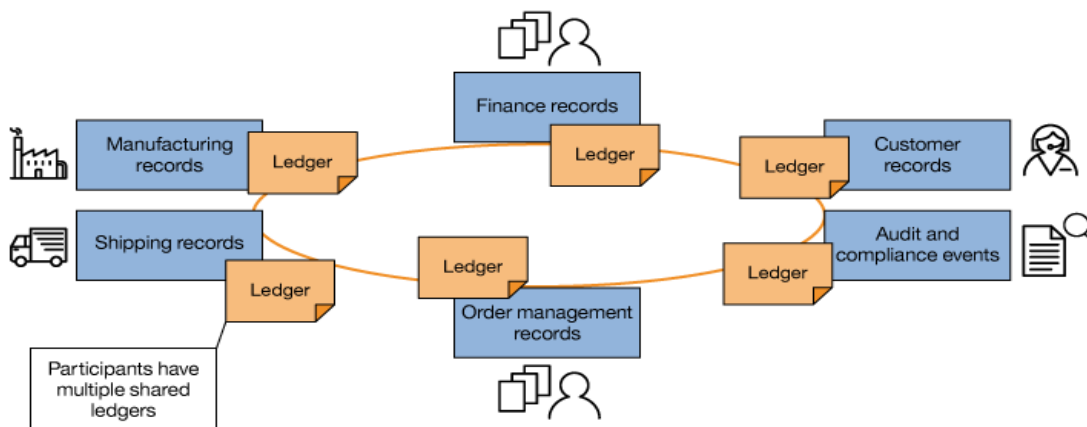
57) '블록체인 기술동향과 시사점', 이제영(STEPI), 2017, '블록체인이 기업 경쟁력을 바꾼다', 조주현(POSRI), 2017 기반 재구성

- (기계산업 사례) 에너지 거래, 기업 자산 관리 분야 등에 활용
 - (에너지) ‘e-프로슈머 시대’⁵⁸⁾ 대응하여 블록체인, 스마트계약 기반 에너지 직거래 플랫폼 주도를 위해 국가·기업 역량 결집 중
 - * 신뢰할 수 있는 에너지 직거래는 최적 가격 매칭, 송배전 전력 손실 최소화 뿐만 아니라, 빌딩 및 가정용 에너지 거래, 전기차 충전 인프라 등 다양한 에너지 거래 분야로 확산 가능
 - 호주 정부는 서부 프리맨틀 시의 블록체인 프로젝트에 800만 호주달러 (AUD)를 투자하여 분산형 에너지·수자원 시스템 등을 구축
 - 한국전력은 스마트그리드 환경에서 다양하게 모은 전기에너지를 다른 사람과 직거래할 수 있는 ‘이웃 간 전력거래’ 시범 사업 중



<그림 34> 한국전력의 ‘이웃 간 전력거래 시범 사업’ 개념도

- (기업 자산관리) IBM은 부품 공급 업체, 제조, 물류, 설치, 서비스, 재활용·폐기에 이르는 모든 제품별 투명한 추적·이력 관리 플랫폼 개발



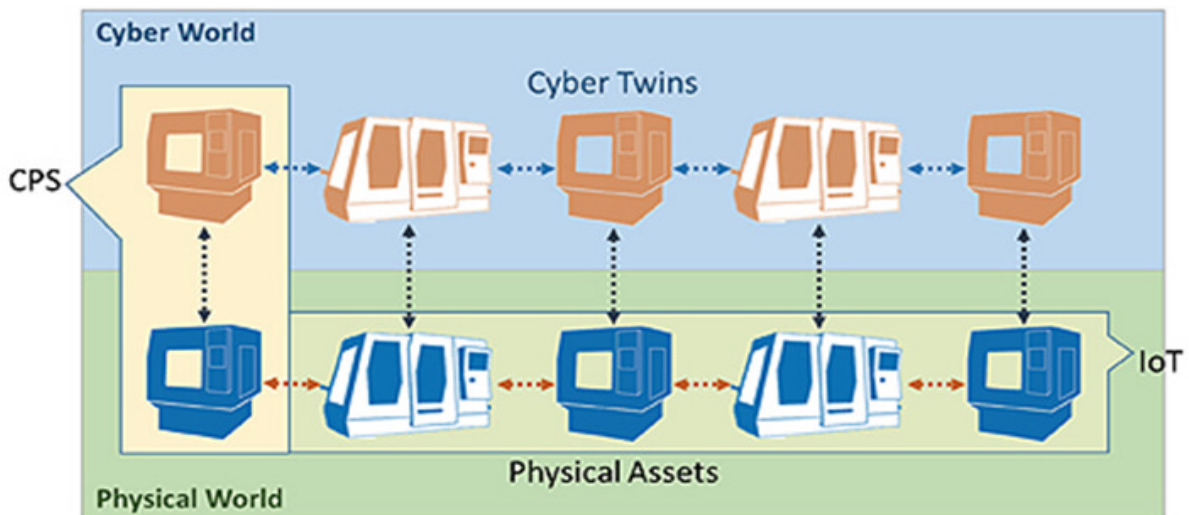
<그림 35> IBM의 자산관리 서비스를 위한 주요 블록체인 컨셉

58) 가정용 신재생 발전 등의 확산으로 에너지 분산화가 진행되면서, 에너지 생산자와 공급자의 개념이 모호해지고 직거래가 가능한 시대

⑥ CPS

□ 기술 개관

- (정의) 센서, 액추에이터, 임베디드 등과 같은 시스템 개체들로 구현되는 사이버 세계(시스템)와 물리 세계(시스템)의 융합으로, 가상 세계와 물리 세계 간의 통신, 연산, 제어가 상호 작용하는 시스템⁵⁹⁾
- CPS는 기술적 측면 보다 광범위한 개념으로 사용되기도 하며, 세계 경제포럼은 4차 산업혁명의 키워드를 ‘CPS’ 한 단어로 제시하기도 함
- CPS는 다양한 임베디드 기기가 물리시스템의 상태를 관찰하여 이 정보를 바탕으로 연산결과가 다시 물리시스템에 영향을 미치는 피드백 시스템



<그림 36> Cyber-Physical System(CPS) 개념도⁶⁰⁾

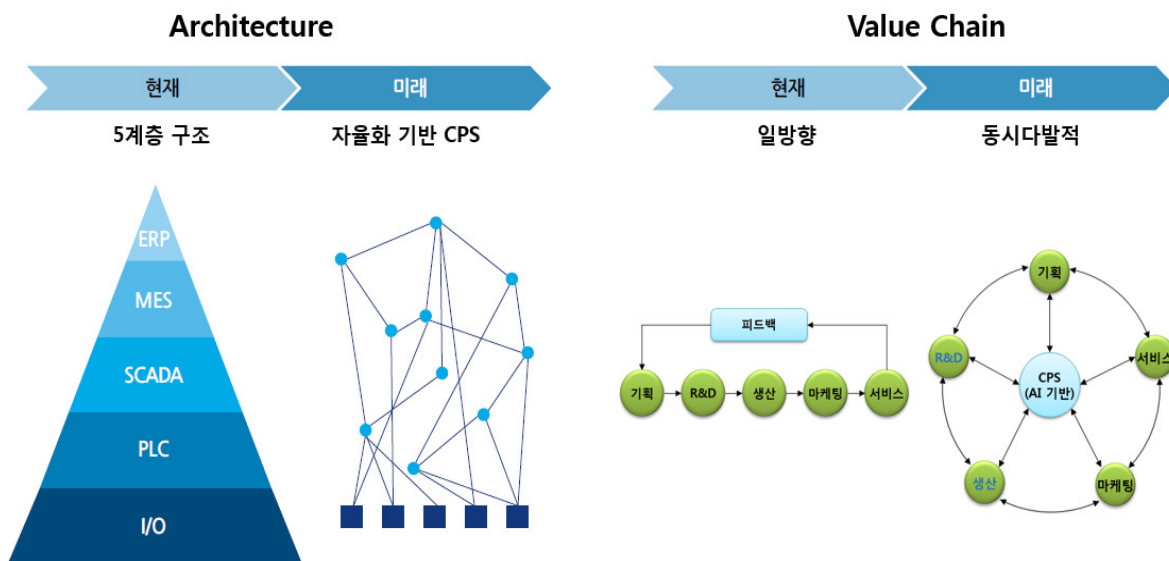
- 이전에도 ‘Teleautomation’, ‘Cybernetics’, ‘Ubiquitous Computing’이라는 유사한 개념들이 사용되어 왔고, 연장선상에서 CPS가 도입
- * CPS(Cyber-Physical System) 용어는 미국 NSF(National Science Foundation)의 헬렌 길(Hellen Gill) 박사가 2006년에 처음으로 소개하였으며, 이후 다양한 정의가 존재
- 독일인공지능연구소(DFKI) 소장 울프강(Wolfgang Wahlster)은 제조업에 CPS가 구현된 대량 맞춤형 생산체제를 지향하는 CPPS⁶¹⁾ 용어 소개

59) “Cyber-physical systems, Driving force for innovation in mobility, health, energy and production,” Acatech Position Paper, 2011.

60) 각주 46)과 동일

61) CPPS(Cyber-Physical Production System), from “Industrie 4.0: Cyber-Physical Production Systems for Mass Customization”, 2016.4., Wolfgang Wahlster

- (패러다임 변화) 제조업에 있어 자율화 기반의 CPS는 현재의 공장 자동화 5계층 구조⁶²⁾를 유기적으로 변모하여 동시다발적으로 대응하는 가치사슬로 진화시킬 수 있음
- 현재 스마트 공장은 자율화 기반의 MES가 주로 적용되고 있으나, 인공지능 기술의 발달은 자율화 기반 유기적인 CPS 구조를 가져올 것
- ‘기획-생산-판매(서비스)’에 이르는 제조업의 일방향 가치사슬은 CPS 기반으로 동시 다발적으로 반응하는 가치사슬로 변모 중
- * 제품의 피드백 기간 등이 제반 가치사슬에서 반응하여 신제품 개발 주기 등의 단축으로 이어짐



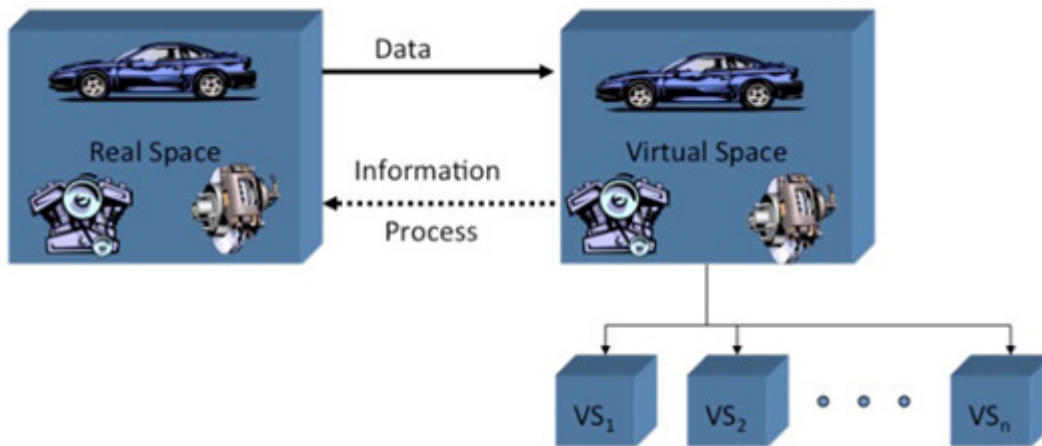
<그림 37> CPS 기반 제조업 자율화 개념도 및 가치사슬 변화⁶³⁾

- (CPS 관련 용어) 디지털 트윈(Digital Twin)은 물리 시스템과 가상 시스템의 연동·소통하는 공통점이 있으나, 디지털 가상 객체에 좀 더 초점을 맞추고 있으며, CPS의 부분집합 개념으로 볼 수 있음
- 기계·장비·플랜트 등 제조 시스템의 성능, 효율, 수명 등의 정확한 상태 진단 및 예측을 비롯하여 다양하게 적용 중
- * 2002년 미시간대학교의 PLM⁶⁴⁾ 센터 강연에서 마이클 그리브(Michael Grieves) 박사가 처음으로 개념 제시

62) I/O - PLC - SCADA - MES - ERP (입출력 장치/기기 - 장치/기기 제어기 - 감시 및 데이터 취득 - 통합생산관리 시스템 - 전사적 자원관리시스템), PLC: Programmable Logic Controller, SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition

63) 스마트팩토리의 성공적 도입을 위한 고려사항, 김승택(딜로이트), 4차 산업혁명과 기계, 박천홍(KIMM, SIMTOS 2018) 기반 재구성

64) Product Lifecycle Management



<그림 38> Digital Twin의 개념 모델(Michael Grives 제안)

- (CPS 관련 용어) MES⁶⁵⁾는 생산이 예정된 제품을 최종 제품으로 생산될 때까지 최적 생산활동이 수행되도록 운용·제어·관리하는 시스템
 - MES 기술도 4차 산업혁명 연계기술의 적용으로 최근에는 자율·분산 제어, 가상 및 현실의 통합 생산관리, 불량 추적 기능 등을 구현
 - ERP/PLM⁶⁶⁾와 인터페이스가 중요하며, ERP/PLM 등과 연계되는 하나의 시스템 모듈로서 조명할 수 있음



<그림 39> MES의 주요 기능 및 연계도⁶⁷⁾

65) MES: Manufacturing Execution System으로 보통 통합생산관리시스템 또는 제조실행시스템으로 명명

66) ERP(전사적 자원관리시스템): Enterprise Resource Planning, PLM(제품수명주기관리 시스템): Product Lifecycle Management

67) MES 기반의 스마트팩토리 구축 방안, 2017.3., 홍성민(KIMI ES)

□ 핵심 기술

- CPS는 시스템들의 시스템(System of systems) 개념으로, 제조업에 있어서는 분야별로 통신, IoT, 모델링, 자율 제어 등의 기술이 필요
- 시스템 제반 분야별 첨단 통신, 빅데이터, 인공지능 기술 등을 집약하여 구축 가능하므로, 전체 시스템에 대한 초기 설계·기획이 가장 중요

〈표 7〉 제조 분야별 CPS 핵심 기술⁶⁸⁾

분야	설명	기술 분야
산업 네트워크	<ul style="list-style-type: none"> 공장내외의 수직/수평의 수많은 이기종의 시스템과 센서 등에서 데이터를 수집하고 제어하는 양방향 통신 표준이나 프레임 워크 기술 현장에서 이기종의 Device나 설비 등에 데이터를 빠르고 정확하게 전달할 수 있는 상호운용성 지원의 OS, 미들웨어와 통신 기술 	기반통신 및 상호운용성 지원기술
사이버 보안	<ul style="list-style-type: none"> 이기종의 다양한 시스템이 Network망에서 데이터 해킹 등에 대비한 통신 보안기술 CPS시스템에 접속과 부절절한 명령체계에 대한 검증을 수행할 수 있는 보안 기술 	산업 IoT 보안
제품기획 설계/수요예측	<ul style="list-style-type: none"> 최종 소비자의 Needs와 Big Data분석을 통한 신제품을 개발할 수 있는 모델링 및 시뮬레이션 기술 전통적 소프트웨어 설계 기법이 다루지 못하는 이종 시스템들 간의 결합에 따른 복잡성, 불확실성, 불예측성 등을 고려한 시스템 설계 기술 	하이브리드 모델링 기술
공정 설계	<ul style="list-style-type: none"> Mass Customization이 가능하도록 계속해서 변경되는 제품정보에 따라 공정을 쉽게 변경하거나 시뮬레이션 해야 하는 공정 Cyber 기술 공정시뮬레이션에 의한 가상 생산 시뮬레이션 기술 설비 상태를 실시간으로 감시하며 Big Data와 머신러닝을 이용해서 설비 고장을 예지할 수 있는 기술 	시뮬레이션 및 검증기술
생산	<ul style="list-style-type: none"> 물리환경의 상황을 인지해 오류를 사전에 제어하는기술, 네트워크로 분산된 시스템을 통합 제어하는 기술, 인공지능 기반 최적의 의사결정을 수행하는 기술(Intelligent Systems) 등을 포함 	지능형 자율제어기술 (AI, Bigdata 기반)
출시/유통	<ul style="list-style-type: none"> 불량 제품의 자동 발견과 공정과 설비의 불량 원인을 자율적으로 찾아내는 기술 제품 또는 물류 중에 있는 실시간 정보를 분석해서 유연한 생산을 가능하게 하는 IoT 센싱 및 추적 기술 	Big Data, IoT 센싱, 무선통신 기술

68) 중소중견기업 기술로드맵-스마트팩토리, 2016., 중소기업청

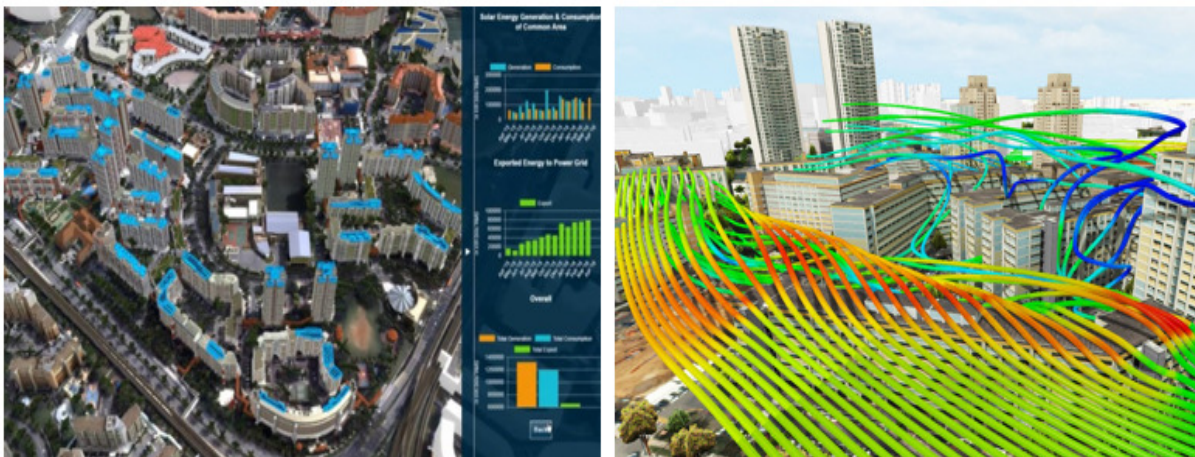
□ 응용 분야 및 사례

- (분야) 사물을 가상에 복제하여 연동·제어하는 제반 분야에 활용 중
 - (의류 사례) 개인의 신체를 디지털 복제한 데이터에 기반하여, 필요한 의류에 대해 맞춤형 디자인이나 의복을 3D 프린터로 제작하고 사용 후기에 대해 소재, 부위별 착용감 등을 학습하는 진화형 맞춤 의류⁶⁹⁾



<그림 40> 미래패션공작소 시스템 시연(‘프리뷰 인 서울 2017’ 전시회)

- (도시 사례) 싱가포르의 도시의 3D 모델 구축 및 교통량 정보, 일조량, 소음, 바람 등의 실제 및 가상 데이터를 융합하여 스마트 시티로 진화



<그림 41> Virtual Singapore에서 제시한 일조량, 바람장 시뮬레이션 사례

- 기타, 스마트 그리드, 스마트 홈, 스마트 제조 등 모니터링, 제어, 최적화, 예측 등 제반 운용이 필요한 시스템에 다양한 사례가 확산

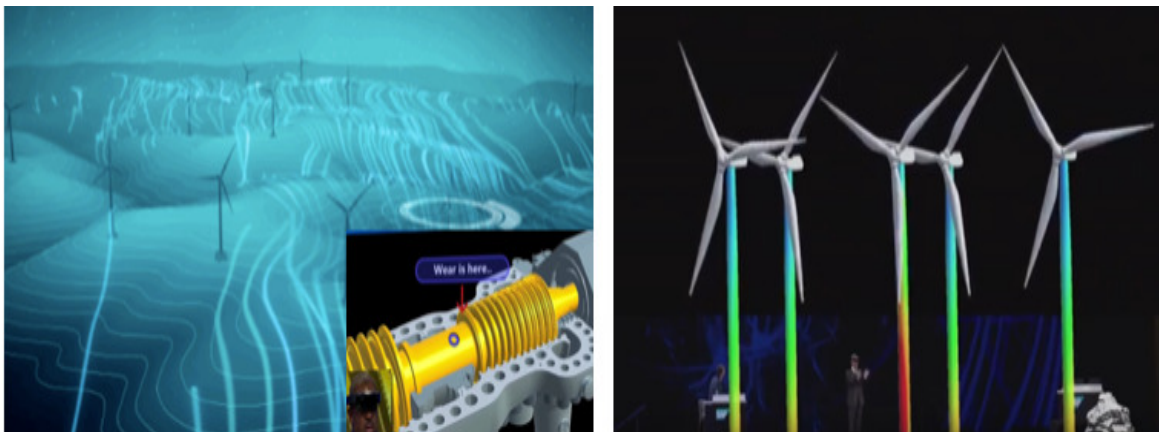
69) 현재 수준: 개인의 신체를 3D 스캔으로 아바타를 만든 후 가상의 의류들을 입혀보고 선택한 의류를 3D 프린터로 제작하는 단계

- (기계산업 사례) 생산 공정, 의료, 에너지 생산, 국가 인프라 등 제반 시스템의 스마트화, 자율화 목적으로 적용
- (스마트 공장) 지멘스(Siemens)社は CPPS를 적용하여 공장 전체의 설비 및 관리시스템을 하나로 연결시키며 스마트 공장을 구축
 - * 1천 종류 제품에 대해 연간 1,200만 개 생산이 가능한 다품종 고수율 생산체제 구현
 - * 지멘스의 TIA Software⁷⁰⁾는 공장의 레이아웃부터 설계, 생산 시뮬레이션, 가동 모니터링을 통합 패키지에서 구현



<그림 42> 암벡(Amberg) 소재 지멘스의 스마트 공장(좌) 및 TIA S/W 기반 시뮬레이션 예시(우)

- (발전) GE는 스팀터빈, 풍력 발전소를 가상에서도 운용하며, 대화로 문제를 해결하며 실제 발전과 상호 작용하는 디지털 발전 공장을 구현
- 네덜란드 북극 풍력발전소는 SAP 社の 디지털 트윈 기술로 혹한 환경에 직접 가지 않고도 가상 풍력발전기로 확인·정비하며, 필요시에만 기술자 파견



<그림 43> GE의 디지털 발전 예시(좌) 및 네덜란드 디지털 트윈 풍력발전소 예시(우)⁷¹⁾

70) Totally Integrated Automation Software

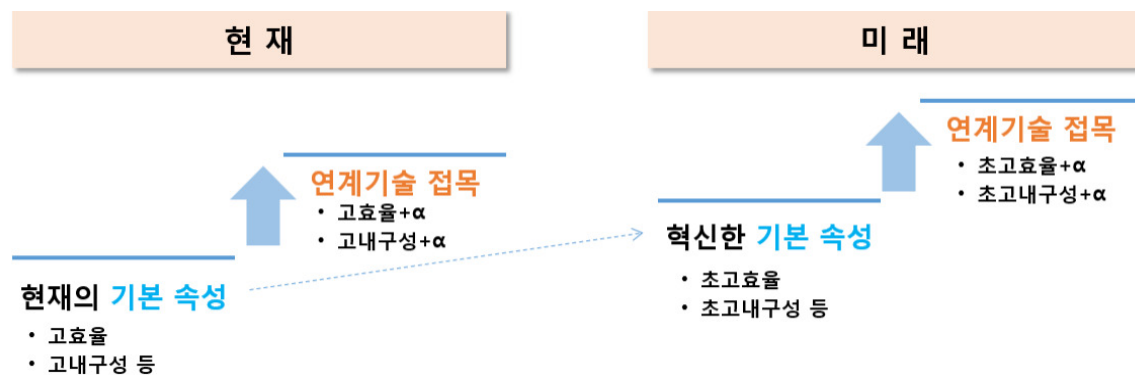
3. 결론 및 제언

□ 4차 산업혁명 연계기술에 대한 소통·융합으로 차별화된 산업 변혁 필요

- 4차 산업혁명 연계기술은 사례에서 알 수 있듯이, 다양한 연계기술들의 조합으로 시너지가 창출되므로 기업 구성원 모두의 제반 연계기술에 대한 이해·소통은 기업의 디지털 변혁을 향한 문화 역량으로 작용
- 산업별 다양한 가치사슬의 전문가들이 연계기술에 대해 소통하며 차별화된 콘텐츠를 발굴하는 상품·기술 기획 관련 모임의 확산 필요
- 과거의 6시그마, 도요타생산시스템 등 방법론 중심의 기업 혁신도 4차 산업혁명 연계기술에 기반한 시스템 기획 및 운용 혁신으로 변모 필요
- * 전직원의 4차 산업혁명 연계기술의 기본적 이해를 선행 후 기업의 혁신 문화 정립 요구

□ 기계산업은 기본 속성의 지속적 혁신에 기반한 4차 산업혁명 연계기술의 융합이 중요

- 고효율, 고내구성, 고정밀 등 기계기술의 기본 속성의 품질 수준이 연계 기술과의 시너지 효과를 좌우



<그림 44> 기계기술 기본 속성과 연계기술 간의 발전 개념도

- 기계산업은 데이터 역량, 소프트웨어 역량, 하드웨어 역량의 조화에 기반하여 직관화, 자율화, 연결화, 개인화, 지식의 대량생산화로의 변혁을 준비하고 대응해야 함⁷²⁾
- 이를 위한 출발점은 데이터를 솔루션 자체로 인식하는 기초 하에 산학연 역량을 결집하는 컨소시엄형 개방형 혁신에서 비롯

71) MES 기반의 스마트팩토리 구축 방안, 2017.3., 홍성민(KIMI ES)

72) 글로벌 기계기술포럼(2017.11.)에서 제안한 'Machinery 4.0'의 5가지 방향성 참조

참고 자료

- 한국로봇산업진흥원(2017), '[RIB 17-1,2] (미국 로보틱스 로드맵(上,下))'
- 한국로봇산업진흥원(2017), '2015년 로봇산업 실태조사 결과 보고서'
- 한국로봇산업진흥원(2016), '국내외 로봇산업의 정책 및 산업 동향'
- LG경제연구원(2016). '미국 독일 일본의 스마트 팩토리 전략'
- 융합연구정책센터(2016), '융합 Weekly TIP, vol. 28, 국내외 ROBOTICS 연구현황'
- 삼성경제연구소(2012.5.), '빅데이터: 산업 지각변동의 진원'
- 한국정보화진흥원(2013.12.), '빅데이터 기술분류 및 현황'
- 알앤비소프트(2013.9.), '빅데이터의 이해', 알앤비소프트
- 동국대학교(2016.3.), '빅데이터의 개요'
- 데이터솔루션(2016.4.), '빅데이터와 예측분석'
- 한국인터넷진흥원(2013.6.), 'NET TERM(사물인터넷)'
- 산업연구원(2014.12.), '사물인터넷(IoT)의 주요국 정책과 시장전망에 관한 연구'
- 한국인터넷진흥원(2012.2.), 'IoT 기술과 보안'
- 홍성민(2017.3.), 'MES 기반의 스마트팩토리 구축 방안'
- 중소기업청(2016), '중소중견기업 기술로드맵-스마트팩토리'
- 한국기계연구원(2016), 'No. 84 4차 산업혁명과 기계산업의 미래'
- 한국정보화진흥원(2014), '[IT&Future Strategy 2014-제2호] 인더스트리 4.0과 제조업 창조경제 전략'
- Geoffrey E.Hinton, Yee-Whye Teh(2006), 'A fast learning algorithm for deep belief nets'
- Forbes(2013.11.), 'Meet ORION, Software That Will Save UPS Millions By Improving Drivers' Routes'
- Acatech Position Paper(2011), 'Cyber-physical systems, Driving force for innovation in mobility, health, energy and production'
- Wolfgang Whalster(2016.4.), 'Cyber-Physical Production Systems for Mass Customization'
- [홈페이지] SIEMENS, SME robotics, Tinyfarmer 社
- [포털 이미지, 정보] 위키피디아, Google
- [언론] KBS, 연합뉴스, 전자과학

기계기술정책

Technology Policy for Mechanical Engineering

:: No. 90 새로운 시대 소통 역량: 4차 산업혁명 연계기술

| 발행인 | 박천홍

| 발행처 | 한국기계연구원

| 발행일 | 2018.7.

| 기획·편집 | 연구전략실

| 주소 | 대전광역시 유성구 가정북로 156

| 전화 | (042) 868-7313(연구전략실)

