

제 7 장

스마트팩토리

- 
1. 제4차 산업혁명 / 7-02
 2. 제4차 산업혁명 스마트공장 / 7-03
 3. 스마트 팩토리 / 7-07
 4. 스마트공장의 주요 기술 / 7-14
-

1. 제4차 산업혁명

1.1 제4차 산업혁명의 개념

(1) 제4차 산업혁명의 의의

- * 제4차 산업혁명 (The Fourth Industrial Revolution)은 인공지능, 사물 인터넷, 빅데이터, 모바일 등 첨단 정보통신기술이 경제·사회 전반에 융합되어 혁신적인 변화가 나타나는 차세대 산업혁명.

(2) 제4차 산업혁명의 특징

- * 제4차 산업혁명은 초연결(hyperconnectivity)과 초지능(superintelligence)을 특징으로 하기 때문에 기존 산업혁명에 비해 더 넓은 범위(scope)에 더 빠른 속도(velocity)로 크게 영향(impact)을 끼침.

(3) 제4차 산업혁명의 유래

- * ‘제4차 산업혁명’ 용어는 2016년 세계 경제 포럼(WEF: World Economic Forum)에서 언급되었으며, 정보 통신 기술(ICT) 기반의 새로운 산업 시대를 대표하는 용어가 됨.
- * 컴퓨터, 인터넷으로 대표되는 제3차 산업혁명(정보 혁명)에서 한 단계 더 진화한 혁명으로도 일컬어짐.

[도표 1] 산업혁명의 발전 과정



1.2 제4차 산업혁명 스마트공장

- * 제4차산업혁명의 연관 산업으로서 스마트공장(스마트제조)은 대표적인 적용분야로 부각되고 있으며, 이외에도 스마트시티 등 다양한 분야로 응용이 되고 있는 기술경영의 관심사임.
- * 제4차산업혁명의 기반기술로는 인공지능(AI), 사물 인터넷(IoT), 클라우드 컴퓨팅, 빅데이터, 모바일 등 지능정보기술이 기존 산업과 서비스에 융합되거나 3D 프린팅, 로봇공학, 생명공학, 나노기술 등 여러 분야의 신기술과 결합되어 실세계 모든 제품·서비스를 네트워크로 연결하고 사물을 지능화함.

2. 제4차 산업혁명의 기반 기술

2.1 인공지능

(1) 인공지능의 정의

- * 인공지능(AI : Artificial Intelligence)인간의 경험과 지식을 바탕으로 문제를 해결하는 능력, 시각 및 음성 인식의 지각 능력, 자연 언어 이해 능력, 자율적으로 움직이는 능력 등을 컴퓨터나 전자 기술로 실현하는 것을 목적으로 하는 기술 영역.

(2) 인공지능의 목표

- * 인공지능의 궁극적 목표는 사람처럼 생각하고 행동까지 할 수 있는 기계를 개발하는데 있음.

2.2 사물 인터넷

(1) 사물 인터넷의 정의

- * 사물인터넷(IoT : Internet of Things)은 세상에 존재하는 유형 혹은 무형의 객체들이 다양한 방식으로 서로 연결되어 개별 객체들이 제공하지 못했던 새로운 서비스를 제공하는 인터넷으로 정의됨.
- * 사물인터넷은 단어의 뜻 그대로 ‘사물들(things)’이 ‘서로 연결된(Internet)’ 것 혹은 ‘사물들로 구성된 인터넷’을 말함.

(2) 사물 인터넷의 특징

- * 기존의 인터넷이 컴퓨터나 무선 인터넷이 가능했던 휴대전화들이 서로 연결되어 구성되었던 것과는 달리, 사물인터넷은 책상, 자동차, 가방, 나무, 에어컨 등 세상에 존재하는 모든 사물이 연결되어 구성된 인터넷이라 할 수 있음.

(3) 사물 인터넷의 연결대상

- * 사물인터넷은 연결되는 대상에 있어서 책상이나 자동차처럼 단순히 유형의 사물에만 국한되지 않으며, 교실, 커피숍, 버스정류장 등 공간은 물론 상점의 결제 프로세스 등 무형의 사물까지도 그 대상에 포함됨.
- * 사물인터넷의 표면적인 연결 대상은 사물, 사람, 장소, 프로세스 등 유/무형의 사물들이 연결된 것을 의미하지만, 본질에서는 이러한 사물들이 연결되어 진일보한 새로운 서비스를 제공하는 것을 의미함.
- * 즉, 두 가지 이상의 사물들이 서로 연결됨으로써 개별적인 사물들이 제공하지 못했던 새로운 기능을 제공하는 것임.

2.3 클라우드 컴퓨팅

(1) 클라우드 컴퓨팅의 정의

- * 클라우드 컴퓨팅(cloud computing)은 인터넷 기술을 활용하여 가상화된 정보 기술(IT) 자원을 서비스로 제공하는 컴퓨팅을 말함.

(2) 클라우드 컴퓨팅의 특징

- * 사용자는 IT 자원(소프트웨어, 스토리지, 서버, 네트워크 등)을 필요한 만큼 빌려서 사용하고, 서비스 부하에 따라서 실시간 확장성을 지원받으며, 사용한 만큼 비용을 지불하는 컴퓨팅을 말함.

2.4 빅데이터

(1) 빅데이터의 정의

- * 빅데이터(Big Data)는 기존의 관리 방법이나 분석 체계로는 처리하기 어려운 방대한 양의 정형, 반정형, 비정형 데이터 집합. 또는 이러한 데이터 집합을 수집, 저장, 관리, 분석, 시각화하는 정보통신 기술 분야로 정의됨.

- * 빅데이터에서 데이터는 컴퓨터 및 디바이스를 통해 생성되거나 저장된 정보를 의미함.

(2) 빅데이터의 특징

- * 빅데이터는 폭발적으로 증가하고(Volume), 시간에 따라 빠른 속도로 변화하며(Velocity), 포맷과 형식이 다양(Variety)하다는 특징이 있음.

(3) 빅데이터의 분류

- * 일반적으로 데이터는 구조에 따른 분류로서, 데이터베이스에 테이블 형태로 저장되는 정형 데이터(structured data), 확장성 마크업 언어(XML : eXtensible Markup Language)와 같이 데이터의 구조를 포함하여 파일로 저장하는 반정형 데이터(semi-structured data), 텍스트, 그림 또는 사진과 같이 전혀 구조화되지 않은 비정형 데이터(unstructured data)로 분류됨.

(4) 빅데이터의 한계점

- * 빅데이터를 효과적으로 분석하고 처리하면 미래를 예측하거나, 의사 결정에 활용하여 새로운 가치를 창출할 수 있지만, 반면에 입력 데이터에 대한 의존성이 매우 높아 부정확하거나 편향적인 데이터를 사용할 경우 처리한 결과의 품질을 보장하기 어려움.

2.5 모바일

(1) 모바일의 정의

- * 모바일(Mobile)은 정보통신에서 이동성을 가진 것의 총칭.

- * 본래 '움직일 수 있는'이라는 뜻으로, 정보통신에서의 모바일은 스마트폰(smartphone)과 태블릿(tablet)PC 등과 같이 이동 중 사용이 가능한 컴퓨터 환경을 뜻함.

(2) 모바일의 특징

- * 일반적으로는 사람이 휴대하면서 사용할 수 있는 소형화 된 전자 기기, 즉 모바일 기기 혹은 단말을 나타냄.
- * 이러한 모바일 기기는 손으로 들고 다니므로 가볍고 작은 것이 특징임.

(3) 모바일 기기

- * 무선 인터넷이나 멀티미디어 이용 목적의 모바일 인터넷 기기(MID, mobile internet device)나 모바일 웹 사용에 초점을 둔 태블릿 컴퓨터, 휴대용 게임 기기, 스마트 워치(smartwatch)와 같은 웨어러블(wearable) 컴퓨터와 같은 다양한 모바일 기기들이 연구 및 개발되어 왔음.

(4) 모바일의 한계점 대책

- * 기술 개발 초기에는 입력장치와 디스플레이 기능이 떨어지는 점과 확장성이 부족하고, 전력 공급이 원활하지 않다는 약점이 있었음.
- * 저장 및 배터리 기술, 휘어지거나 투명한 플렉서블(flexible) 디스플레이 기술이나 웨어러블(wearable) 컴퓨팅 기술의 발달로 이러한 한계를 극복해 나가고 있음.

(5) 모바일의 발전 경과

- * 모바일 기기가 처음으로 개발되었던 1990년대 초반에는 모바일은 좁은 의미로 스마트폰의 전신인 휴대정보기기 PDA(Personal Digital Assistant)를 의미하는 경우가 많았음.
- * 하지만 2000년대 이후 스마트폰의 사용이 활성화되면서 다양한 모바일 기술 및 모바일 비즈니스가 개발되고 있음.

(6) 모바일 서비스 유형

- * 휴대전화를 인터넷에 접속하여 입출금 등의 은행업무를 보는 모바일뱅킹, 온라인게임을 하는 모바일게임, 영화를 실시간으로 보는 모바일영화, 모바일 TV 및 모바일 잡지 등 다양한 서비스가 제공되고 있음.
- * 모바일 비즈니스와 모바일 마케팅·모바일 전자화폐·모바일 전자정부 등 새로운 모바일 서비스도 생겨나고 있음.

2.6 3D 프린팅

(1) 3D 프린팅의 정의

- * 3D프린팅 기술은 3D 도면을 활용해 3차원 물체를 만드는 기술을 가리킴.

(2) 3D 프린팅의 특징

- * 워드(Word) 문서를 프린터로 인쇄해 글자를 찍어 내는 것과 유사함.
- * 3D프린팅에서는 3D 도면이 워드 문서이고, 3D프린터가 문서 인쇄용 프린터 역할을 함.
- * 출력되는 결과물이 종이 위의 2차원 글자나 그림이 아니라 3차원 물체라는 점이 다름.

(3) 3D 프린팅의 프린팅 기술

- * 글자를 인쇄하는 2차원 프린터 중에는 잉크를 사용하는 것도 있고, 레이저를 활용하는 것도 있으며, 3D프린터도 마찬가지임.
- * 프린팅은 분말을 원료로 이용하는 방식, 녹였다가 굳힐 수 있도록 고안된 플라스틱 수지를 원료로 쓰는 방식 등 다양한 기술이 있음.

(4) 3D 프린팅의 발전경과

- * 3D프린터가 대중의 영역에 들어온 것은 그리 오래되지 않음.
- * 과거에는 일부 산업의 대형 장비로 그 역할을 하다가 이제 막 대중과 접점을 찾는 쪽으로 발전하는 중임.
- * 이 같은 이유로 3D프린터 시장에서는 주도적인 역할을 하는 단 하나의 기술을 꼽기 어려움.
- * 역사적으로 다양한 갈래에서 뻗어 나온 많은 기술이 분야와 필요에 따라 각기 다른 역할을 하고 있음.

2.7 로봇공학

(1) 로봇공학의 정의

- * 로봇공학 (Robotics)은 로봇에 관련한 모든 기술에 대해 연구하는 공학으로 정의됨.

(2) 로봇공학의 관련 학문

- * 로봇은 사람과 비슷한 기계, 즉 주어진 제어 명령에 따라 공학적으로 업무를 처리하는 기계를 의미함.
- * 로봇에 관련된 학문으로는 구조 설계, 제어와 운용 기술, 지능에 관한 기술 등을 활용하기 위해 기계공학, 전기·전자공학, 컴퓨터공학, 생체공학 등을 융합시켜 적용하는 것임.

(3) 로봇공학의 적용

- * 로봇공학은 효과적으로 이용하기 위해 사람의 기술을 모방하여 자동적으로 작동할 수 있게끔 하는데, 주로 산업체의 생산 라인 등에 먼저 적용되기 시작했음.
- * 나이가 IT기술의 발달 및 기계 제어 기술의 발전으로 산업용뿐만 아니라, 가정용, 국방용, 의료용, 오락용, 교육용 등으로 그 활용 범위가 넓어짐.

2.8 생명공학

(1) 생명공학의 정의

- * 생명공학(Biotechnology)은 생명체가 가진 유전자의 재조합, 세포 융합 따위의 기술을 통해 생명체의 특성을 유용하게 이용하는 것을 말함.

(2) 생명공학의 적용분야

- * 생명공학은 기초학문이면서, 이를 기초로 신기술을 개발할 수 있는 응용학문이기도 함.

(3) 생명공학의 양면성

- * 생명 공학은 인간의 수명 연장, 불치병의 치료 등이 가능한 긍정적 측면이 큼.
- * 한편 생명 공학은 복제된 인간의 존엄성 등이 문제로 대두되면서 사회적 찬반 양론이 계속되고 있기도 함.

2.9 나노기술

(1) 나노기술의 정의

- * 나노기술(Nano Technology)은 나노스케일, 즉 수nm에서 100nm 범위 내에서 나타나는 새로운 물리적·화학적 현상 및 특성을 연구하고 이용하는 기술.

(2) 나노기술의 양자역학

- * 양자역학이란 새로운 물리 법칙 아래 물질의 분자 또는 원자 수준을 조절하는 초미세 극한 기술로서 물질 내부의 전자가 갖는 에너지가 기존 물질과는 판이하게 다르고, 같은 물질이라도 촉매 활성, 자기 특성, 광학 및 전자 특성 등에서 전혀 예기치 못한 성질이 나타나기 때문에 나노스케일에서의 물질을 제어하게 되면 엄청난 기술 혁신으로 이어질 것으로 예측됨.
- * 나노의 세계는 1959년에 노벨 물리학상을 받은 리처드 파인먼(Feynman)이 처음 제시함.

3. 스마트 팩토리

3.1 스마트 팩토리의 개요

(1) 스마트 팩토리의 의미

- * 스마트 팩토리(Smart Factory)은 설계·개발, 제조, 유통·물류 등 생산 전체 과정에 정보 통신 기술(ICT)를 적용하여 생산성, 품질, 고객만족도 등을 향상시킬 수 있는 지능형 공장.

(2) 스마트 팩토리의 특징

- * 사이버 물리 시스템(CPS : Cyber Physical Systems)를 이용하여 실제와 똑같이 제품 설계 및 개발을 모의 실험하여 자산을 최적화하고, 공장 내 설비와 기기 간에 사물 인터넷(IoT)을 설치하여 실시간 정보를 교환하게 하여 생산성을 증가시키고 돌발 사고를 최소화함.

* 제품 위치, 재고량 등을 자동 감지하여 인적·물적 자원 절감 등 공장의 효율성을 향상시킴.

(3) 스마트 팩토리의 주요 기능

- ① 원격 모니터링 : 장비 구성부품의 작동 상태를 (시간순 및 실시간으로) 파악할 수 있어 플랜트 관리자가 신속하게 시스템을 원격으로 모니터링 및 진단하고 장비의 가용성과 생산성에 영향을 미치지 전에 문제를 파악해 해결할 수 있음.
- ② 예측 유지 관리, ③ 공정 최적화

(4) 스마트 팩토리 수준 5단계

- * 중소기업부는 2019년 3월부터 '스마트 팩토리 수준확인제'를 시행하며 스마트 팩토리 수준을 5단계로 정의했음.
- * 레벨 1은 부분 디지털화 단계, 레벨 2는 디지털화, 레벨 3은 데이터 분석, 레벨 4는 시뮬레이션 최적화, 레벨 5는 지능화 단계로 구분됨.

3.2 스마트공장의 구현 기술

(1) 스마트공장(스마트제조) 핵심기술

- * 스마트공장(스마트제조)은 9가지 핵심기술을 기반으로 구축이 됨으로서 실현이 가능함.
- * 9가지 핵심기술로는 ① IIoT, ② 클라우드 컴퓨팅, ③ VR·AR, ④ CPS, ⑤ 인공지능, ⑥ 3D 프린팅, ⑦ 스마트 머신, ⑧ 5G, ⑨ 빅데이터 등.

[도표 2] 스마트팩토리 구현 9가지 핵심기술



(2) 스마트공장(스마트제조) 개념

* 일반공장과 대비하여 본 스마트공장의 개념을 제시해 보면 [도표 3]과 같음.

[도표 3] 스마트공장의 개념도



3.3 스마트공장(스마트제조) 9가지 핵심기술

(1) IIoT

(가) IIOT의 정의

- * 산업용 사물인터넷(IIoT : industrial internet of things)은 제조 및 에너지 관리를 포함한 컴퓨터의 산업 부문과 함께 네트워크로 상호 연결되어 있는 센서, 장비 등의 장치를 말함.
- * 이러한 연결을 통해 데이터 수집, 교환, 분석, 그리고 생산과 효율성의 개선을 용이케 하는 것 및 그 밖의 경제적 이점을 실현시킬 수 있음.

(나) IIOT의 특징

- * 먼저 IIOT는 사물인터넷(IoT)의 산업용 버전임.
- * IoT와 같이 사물에 센서를 부착해 실시간으로 데이터를 인터넷으로 주고받는 기술은 같음. 다만 산업용 목적에 중점을 뒀어 IoT보다 센서의 응답성이 뛰어나다.

(다) IIOT의 적용 원리

- * 공장에서 어떤 특정 설비를 작동한다고 가정해 볼 때, 해당 설비는 1초 만에 응답해야 정확하게 제품을 생산할 수 있지만, 일상생활에서 사용하는 것이 목적인 기존의 IoT는 중간에 연결이 지연되거나 반응속도가 느려 응답 시간이 지연될 가능성이 높음.
- * 공장은 센서의 응답 속도가 단 1초만 지연되더라도 생산 과정에서 심각한 문제가 생길 수 있으므로, IIoT는 이런 부분을 보완한 산업용 IoT임.
- * 이를 구축해 전체 공급망의 효율성과 생산성을 향상시킬 수 있음. 사람과 기계가 조화롭게 작업하도록 돕는 역할도 함.

(2) 클라우드 컴퓨팅

(가) 클라우드 컴퓨팅의 정의

- * 클라우드 컴퓨팅(cloud computing)은 인터넷상의 서버를 통하여 데이터 저장, 네트워크, 콘텐츠 사용 등 IT 관련 서비스를 한 번에 사용할 수 있는 컴퓨팅 환경을 말함.
- * 정보가 인터넷상의 서버에 영구적으로 저장되고, 데스크톱, 태블릿컴퓨터, 노트북, 넷북, 스마트폰 등의 IT 기기 등과 같은 클라이언트에는 일시적으로 보관되는 컴퓨터 환경을 뜻함.

(나) 클라우드 컴퓨팅의 특징

- * CPS 등을 통한 시뮬레이션 결과는 100% 정확하지 않을 수 있음.
- * 약 90% 정도의 정확도를 보이는데 나머지 10%의 오차는 클라우드 컴퓨팅에서 플랫폼화된 정보를 토대로 AI가 책임지고 해결한다는 기술임.

(다) 클라우드 컴퓨팅의 적원 원리

- * 어떤 제품이 불량인지에 대한 정보를 데이터를 활용해 수집한 뒤 AI에 입력하면 AI는 불량 제품이 나올 때마다 실시간으로 이를 발견하고, 더 나아가 문제가 되는 부분을 파악하고 보다 최적화된 결과물을 CPS에 전달함.
- * CPS는 이를 기반으로 다시 시뮬레이션을 돌리는 작업을 반복하며 보다 뛰어난 생산품을 만들어 낼 수 있는 환경을 만듦.

(3) VR·AR

(가) 가상현실 VR

- * 가상현실(VR : virtual reality)은 컴퓨터로 만들어 놓은 가상의 세계에서 사람이 실제와 같은 체험을 할 수 있도록 하는 최첨단 기술을 말함. 머리에 장착하는 디스플레이 디바이스인 HMD를 활용해 체험할 수 있음.

(나) 증강현실 AR과 혼합현실 MR

- * 가상현실(VR : virtual reality)과 현실 세계에 가상정보를 더해 보여 주는 기술인 증강현실 (AR : augmented reality)을 혼합한 기술은 혼합현실(MR : mixed reality)이라고 함.

(다) VR·AR의 진전형 MR

- * MR은 AR과 VR을 혼합해 현실 배경에 현실과 가상의 정보를 혼합시켜 제공하는데, 대용량 데이터를 처리할 수 있는 기술이 필요함.

(라) VR·AR과 MR의 공통점과 차이점

- * VR과 AR, MR은 모두 실제로 존재하지 않은 현실을 구현해 사람이 이를 인지할 수 있도록 하는 기술이라는 점에서 공통점이 있음.

- * 다만 AR은 실제 현실에 가상의 정보를 더해 보여 주는 방식이고, VR은 모두 허구의 상황이 제시된다는 점에서 차이가 있음.

(마) 디스플레이 디바이스 HMD

- * HMD(head mounted display)는 VR 체험을 위해 사용자가 머리에 장착하는 디스플레이 디바이스로, 외부와 차단한 후 사용자의 시각에 가상세계를 보여 주는 역할을 함.
- * 눈앞에 디스플레이가 오도록 얼굴에 쓰는 형태로 마이크, 스테레오 스피커를 비롯해 여러 센서 등이 탑재돼 있음. VR 헤드셋에 스마트폰을 탑재해 스마트폰 패널을 활용하는 기기는 다이브라고 부름.

(바) VR·AR의 적용 원리

- * VR·AR의 구현을 위해서는 공장 각 설비마다 바코드를 부착해야 함.
- * 스마트 글라스를 쓴 뒤 바코드를 바라보면 자동으로 이를 인식해 설비에 대한 정보가 눈앞에 펼쳐짐. 한 기계가 일정 시간 동안 얼마나 많은 작업 결과물을 만들어 냈고 제대로 움직이고 있는지 등에 대한 것들임. 이를 바탕으로 비숙련 기술자도 빠른 판단과 선택을 내릴 수 있음.
- * 비숙련 기술자들이 기계 조작에 어려움을 겪을 때도 도움이 됨. 스마트 글라스를 착용하고 기계를 비추면 사무실 내부에서 해당 영상을 뜨게 할 수 있어 숙련 기술자들이 원격으로 업무 지시를 내릴 수 있음.
- * 더 나아가 향후엔 직원들의 건강 상태 등을 점검하는 방향으로 발전할 것으로 예상됨.

(4) 가상 물리 시스템 CPS

- * 디지털 트윈이라고도 불리는 CPS는 사이버상에서 공장을 가상으로 가동해 보는 시스템임.
- * 스마트 팩토리에서는 CPS를 돌려 가동률 등을 미리 예측함.
- * 문제점이 발생하면 보완할 수도 있음.
- * 최적화된 설비와 인력의 배치 또한 CPS를 이용해 결정할 수 있음.

(5) 인공지능

(가) 인공지능의 정의

- * 인공지능(AI : artificial intelligence)은 인간의 경험과 지식을 바탕으로 문제를 해결하는 능력으로서, 시각 및 음성 인식의 지각 능력, 자연 언어 이해 능력, 자율적으로 움직이는 능력 등을 컴퓨터나 전자 기술로 실현하는 것을 목적으로 하는 기술 영역.

(나) 인공지능의 목표

- * 인공지능의 궁극적 목표는 사람처럼 생각하고 행동까지 할 수 있는 기계를 개발하는데 있음.

(다) 인공지능의 특징

- * 인간의 지능으로 할 수 있는 사고, 학습, 자기 개발 등을 컴퓨터가 할 수 있도록 하는 방법을 연구하는 컴퓨터 공학 및 정보기술의 한 분야로서, 컴퓨터가 인간의 지능적인 행동을 모방할 수 있도록 하는 것을 인공지능이라고 말하고 있음.

(라) 인공지능의 연관 분야

- * 또한 인공지능은 그 자체로 존재하는 것이 아니라, 컴퓨터 과학의 다른 분야와 직간접으로 많은 관련을 맺고 있음.
- * 특히 현대에는 정보기술의 여러 분야에서 인공지능적 요소를 도입하여 그 분야의 문제 풀이에 활용하려는 시도가 매우 활발하게 이루어지고 있음.

(6) 3D 프린팅

(가) 3D 프린팅의 정의

- * 3D 프린팅은 프린터로 평면으로 된 문자나 그림을 인쇄하는 것이 아니라 입체도형을 찍어 내는 것을 말함.

(나) 3D 프린팅의 특징

- * 종이를 인쇄하듯 3차원 공간 안에 실제 사물을 인쇄하는 3D 기술은 의료, 생활 용품, 자동차 부품 등 많은 물건을 만들어 낼 수 있음.
- * 축구화에 쓰일 천을 인쇄하거나 무인 항공기·자전거 뼈대·인공 뼈를 만드는 등, 제품을 제작하는 대부분의 분야에서 3D 프린팅의 예시를 들 수 있을 만큼 그 쓰임새는 무궁무진함.

(다) 3D 프린팅의 적용 관련

- * 3D 프린팅 역시 9가지 핵심 기술 중 하나로 꼽히지만 일각에서는 9대 기술에 포함하는지에 대한 의문의 목소리도 나옴.
- * 해당 기술을 공장에 접목하면 여러 제품들을 한 번에 생산 가능하지만 문제는 시간이 됨.
- * 스마트 팩토리의 핵심은 빠르고 정확한 생산인데, 3D 프린팅은 한 제품을 생산하는데 아직까지 오랜 시간이 소요되고 있음.
- * 속도 문제만 해결되면 스마트 팩토리 구축에 반드시 포함해야 하는 기술 중 하나가 될 것이라는 데는 전문가들의 의견이 일치함.

(7) 스마트 머신

(가) 스마트 머신의 정의

- * 스마트 머신(smart machine)이란 ‘실시간으로 주변 환경의 정보를 수집하고 자율적으로 움직이는 기기’로 정의됨.

(나) 스마트 머신의 역할

- * 로봇으로 대표되는 스마트 머신 역시 스마트 팩토리의 한 축을 담당하는 중요한 요소임.
- * 스마트 팩토리에 배치된 로봇은 과거와 비슷한 단순 작업 위주의 역할을 부여받음.
- * 사람이 같은 작업을 반복하면 실수하기 마련인데 로봇은 그렇지 않기 때문임.
- * 이전과 다른 점이 있다면 스스로 판단할 수 있는 능력을 갖춘 것임.

(다) 스마트 머신의 장점

- * 자신이 언제 정비가 필요한지 등을 체크해 정보를 전달하며 미리 대비할 수 있게 해 줌.
- * 또 사람에게 기계가 닿으면 자동으로 멈추는 기능을 갖춰 위험하지도 않음.
- * 라인의 구성을 자유롭게 바꿀 수 있는 것도 장점임.
- * 유연한 생산 체계를 갖출 수 있게 함.
- * 스마트 로봇이 탑재된 스마트 머신은 각각의 라인을 레고 블록처럼 쉽게 놓았다 뺐.
- * 몇 개의 라인만 교체하면 갑자기 고객의 요구가 변하더라도 여기에 맞춰 새로운 형태의 제품을 생산할 수 있음.

(라) 스마트 머신의 제약점

- * 기존 공장이 생산방식을 변경하려면 기존에 있던 라인을 새롭게 깔아야 함.
- * 많은 돈과 시간이 투입됨.

(8) 5G**(가) 5G의 정의**

- * 5G(fifth generation)는 5세대 이동통신)으로 쓰이며, 국제전기통신연합(ITU)의 정의에 따른 최대 속도가 20Gbps에 달하는 이동통신 기술로 정의됨.

(나) 5G의 특징

- * 장점인 초저지연성과 초연결성을 통해 4차 산업혁명의 핵심 기술인 가상현실, 자율주행, 사물인터넷 기술 등을 구현할 수 있음.

(다) 5G의 진전형 6G

- * 상용화 단계에 있는 5G는 앞으로 스마트 팩토리의 성패를 좌우하는 핵심으로도 지목되고 있으나, 2021년 현재 우리나라는 6G 개발의 착수단계에 돌입했음.
- * 6세대 이동 통신 6G는 5세대 이동 통신 이후의 표준 무선통신 기술임.
- * 2030년쯤 실현될 것으로 예측되는 6G는 초당 100기가비트(100Gbps) 이상의 전송속도를 구현할 것으로 예상됨. 5G 이동통신 최대 속도 20Gbps보다 5배 빠름.
- * 각종 설비를 포함한 사물이 데이터를 생산하게 되면 이를 전송하기 위해선 지금보다 빠르고 정확한 연결망이 요구됨.

(9) 빅데이터

(가) 빅데이터의 정의

- * 빅데이터(big data)란 디지털 환경에서 생성되는 데이터로 그 규모가 방대하고, 생성 주기도 짧고, 형태도 수치 데이터뿐 아니라 문자와 영상 데이터를 포함하는 대규모 데이터.

(나) 빅데이터의 특징

- * 빅데이터 환경은 과거에 비해 데이터의 양이 폭증했다는 점과 함께 데이터의 종류도 다양해져 사람들의 행동은 물론 위치정보와 SNS를 통해 생각과 의견까지 분석하고 예측할 수 있음.

(다) 빅데이터의 적용 원리

- * 공장 내에서 IIoT와 CPS, 스마트 머신 등이 각자 역할을 해내며 생겨나는 정보들은 모두 빅데이터로 저장됨.
- * 빅데이터는 클라우드 컴퓨팅을 통해 플랫폼화 되고 AI는 이를 활용해 보다 신속하고 완벽한 의사결정에 기여함.

4. 스마트공장의 주요 기술

4.1 인공지능 관련 용어

4.1.1 인공지능의 관련 용어

(1) 인공지능 (AI : Artificial Intelligence)

- * 컴퓨터로 구현한 지능(intelligence) 또는 이와 관련한 전산학 분야의 연구.
- * 사람 또는 동물의 지능이 컴퓨터로 모사될 정도로 세밀하고 정확하게 표현될 수 있다는 생각에 기반을 두며, 지능과 마찬가지로 다양하게 정의됨.
- * AI 기술은 자연어 처리(NLP : Natural Language Processing), 컴퓨터 시각(CV: Computer Vision), 패턴 인식(pattern recognition), 로봇 공학(robotics) 등의 분야에 응용됨.

(2) 범용인공지능 (AGI : Artificial General Intelligence)

- * 특정 문제뿐 아니라 주어진 모든 상황에서 생각과 학습을 하고 창작할 수 있는 능력을 컴퓨터로 구현하는 기술 또는 이에 대한 연구.
- * 인공지능(AI) 연구의 궁극적 목표 중 하나임.
- * 현재 인공지능 연구는 음성 인식, 바둑 등 특정한 문제에 대해서는 좋은 성과를 보이고 있으나, 사람과 같은 지능을 갖추지는 못하고 있음. 예를 들어, 사람과 대화하며 동시에 바둑도 둘 수 있는 인공지능 에이전트(Agent)는 아직 개발되지 않았음.

- * 범용 인공지능(AGI)은 컴퓨터로 사람과 같은 또는 그 이상의 지능을 구현하는 것을 의미하며 알파고(AlphaGo)와 같이 특정 문제만을 해결하는 인공지능은 좁은 인공지능(ANI : Artificial Narrow Intelligence)이라 함.

(3) 기계 학습 (ML : Machine Learning)

- * 컴퓨터 프로그램이 경험이나 데이터를 이용한 학습을 통해 정보 처리 능력을 향상시키는 것 또는 이와 관련한 연구.
- * 대부분의 기계 학습(ML)은 다수의 파라미터1)(parameter)로 구성된 모델을 이용하는데, 주어진 데이터나 경험을 통해 파라미터를 최적화하는 것을 학습이라고 함.
- * 학습 문제의 형태에 따른 분류로서, 지도형 기계 학습(supervised learning), 비지도형 기계 학습(unsupervised learning), 강화형 기계 학습(reinforcement learning)의 3가지임.

(4) 튜링 시험 (Turing test)

- * 컴퓨터가 지능이 있는지를 판별할 수 있는 시험.
- * 튜링 시험(Turing test)은 컴퓨터가 사람처럼 신체를 이용해 동작하는 것은 지능과 관련이 없다는 전제하에 사람이 사용하는 언어(자연어)를 이용함.
- * 최초의 튜링 시험에서는 사람인 조사관이 블라인드 상태에서 컴퓨터와 5분간 대화(채팅)하여 상대가 컴퓨터인지 사람인지 판단하고, 여러 조사관들 중 상대가 사람일 것이라고 판단하는 조사관이 30% 이상이면 컴퓨터는 지능이 있는 것으로 튜링 시험에 합격 판정을 받았음.
- * 튜링 시험은 기본 대화 과정에 영상과 작은 연결 통로로 물건을 주고받는 동작 시험을 포함시킨 전체 튜링 시험(total Turing test)도 있음.

4.1.2 AI 응용 분야

(1) 자연어 처리 (NLP : Natural Language Processing)

- * 컴퓨터를 이용해 사람의 자연어1)(natural language)를 분석하고 처리하는 기술.

(2) 기계 번역 (machine translation)

- * 인간이 사용하는 자연 언어, 즉 세계 각국 언어 간의 번역을 기계(computer)에 맡겨 처리하는 것.

(3) 컴퓨터 시각 (CV : Computer Vision)

- * 사람이나 동물 시각 체계의 기능을 컴퓨터로 구현하는 것.

(4) 챗봇 (Chatbot)

- * 문자 또는 음성으로 대화하는 기능이 있는 컴퓨터 프로그램 또는 인공지능.

(5) 소셜 로봇 (Social Robot)

- * 언어, 몸짓 등 사회적 행동으로 사람과 교감하고 상호 작용하는 자율 로봇.

(6) 데이터 채굴 (Data mining)

- * 인공지능(AI) 기법을 이용하여 대용량의 데이터에서 의미 있는 통계적 패턴이나 규칙, 관계를 찾아내 분석함으로써 유용하고 활용 가능한 정보를 추출하는 기술.

(7) 생물정보학 (Bioinformatics)

- * 컴퓨터를 이용하여 대규모 생물학 데이터를 분석하고 가공하여 유용한 정보를 얻어내는 응용과학 학문.
- * 생물학과 전산학이 융합된 학제 간(interdisciplinary) 학문으로 기계 학습(ML)의 주요 응용 분야 중 하나임.

(8) 뇌-컴퓨터 인터페이스 (BCI : Brain-Computer Interface)

- * 뇌파(brainwave)를 해석한 코드를 이용하여 외부 기기의 동작을 제어하거나 외부신호를 이용하여 신경 세포를 자극하는 기술.

(9) 휴먼 증강 (Human Augmentation)

- * 외부 장비, 신체 임플란트, 약물 등으로 신체의 인지, 감각, 물리적 능력을 높이고 기능성 또는 생산성을 향상시키는 기술.

4.2 정보통신기술

4.2.1 정보통신기술의 개요

(1) 정보통신기술의 정의

- * 정보통신기술(ICT : Information and Communication Technologies)은 정보기술(IT)과 통신기술(Communication Technology)의 합성어로, 정보기기의 운영과 관리에 필요한 소프트웨어 기술과 이들 기술을 이용한 정보 수집·생산·가공·보존·전달·활용하는 모든 방법을 의미.

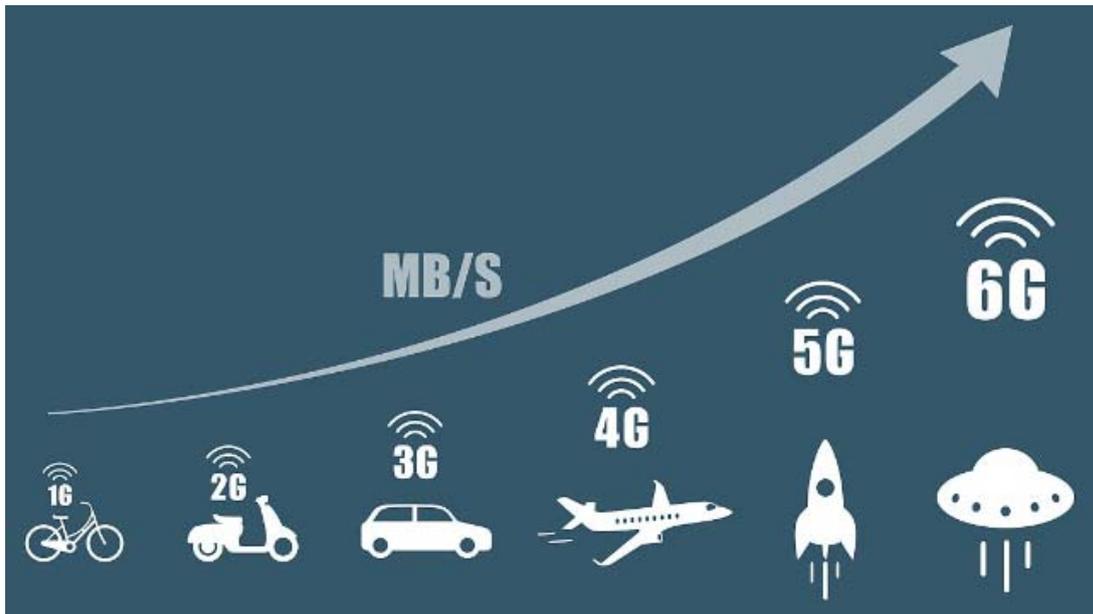
(2) 정보통신기술의 접목·응용

- * 이들 기술이 접목·응용된 디지털 기반의 새로운 형태의 제품이나 서비스들이 출시되고 있는데, 컴퓨터 기술과 통신 기술이 접목된 스마트폰과 태블릿PC 등의 스마트 기기, 소셜 네트워크 서비스나 클라우드 서비스 등의 웹 플랫폼과 네트워크 서비스 등이 정보통신기술의 대표적인 예가 됨.

(3) 정보통신기술의 적용범위

- * IT(Information Technology)는 ‘정보기술’, 즉 정보의 수집, 가공, 유통, 소비에 대한 모든 분야를 포함함.

[도표 4] 이동통신의 발전 과정



(2) 이동통신의 발전 과정

(가) 1세대 이동통신 1G, 최초의 상업용 휴대폰의 등장

* 1988년부터 1996년까지 음성통화만 가능했던 아날로그 통신 시대의 1G

(나) 2세대 이동통신 2G, 디지털 기술의 등장

* 1990년대 중반, 이동통신 기술이 아날로그에서 디지털로 전환되며 음성통화뿐만 아니라 문자 메시지, 이메일 등의 데이터 전송을 가능하게 한 2G가 등장

(다) 3세대 이동통신 3G, 스마트폰의 등장

* 모바일 시장을 뒤흔들었다고 해도 과언이 아닌 3G 이동통신의 등장, 회선 정보를 저장할 수 있는 유심칩을 통해 여유만 된다면 자유로운 기기 교체가 가능해졌으며, 핸드폰으로도 빠른 속도의 인터넷을 할 수 있게 됨.

* 또한 고음질의 음성통화 및 영상통화, 다양한 스마트폰 어플리케이션 등을 사용 가능하게 됨.

(라) 4세대 이동통신 4G, 빠른 전송속도

* 스마트폰과 태블릿 PC 등 모바일 기기의 보급 증가로 인해 늘어난 데이터 전송량을 기존의 3세대 이동통신(3G)로는 감당할 수 없어 2011년에 도입된 LTE(long term evolution)이 4세대 이동통신(4G)임.

* 정지상태에서는 무려 1 Gbps, 60km이상의 고속이동 중에는 100 Mbps의 전송량을 보임.

* LTE보다 2배 빠른 LTE-A를, 더 나아가 LTE보다 3배 빠른 광대역 LTE를 그것도 모자라 LTE보다 4배 빠른 3밴드 LTE-A를 서비스하며 주파수의 효율과 안정성을 높였음.

(마) 5세대 이동통신 5G, 4차 산업혁명의 시작

- * 4차 산업 혁명의 기반이 될 필수적인 기술이라고 할 수 있는 5세대 이동통신(5G).
- * 5G는 현재 상용화 되어있는 LTE의 속도보다 약 20배 정도 빠른 속도를 보임.
- * 5G의 대단한 점은 전송량과 전송 속도가 급격히 업그레이드되면서 우리의 일상생활을 변화시킬 수 있게 된 것임.
- * 5G는 LTE 대비 20배 빠른 초고속의 속도와 10분의 1수준의 초저지연 시간, 그리고 100만 개의 기기를 동시에 연결할 수 있는 초연결을 통해 4차 산업 혁명의 핵심 기술인 가상현실(VR), 자율주행, 사물인터넷(IoT), 빅데이터 등 첨단기술과 결합되어 원격의료나 무인택배 배송, 스마트 시티와 같이 다양한 분야에서 사회 전반적인 변화를 안겨 줄 전망이다.

(바) 6세대 이동통신 6G, 더욱 빠른 속도

- * 6세대 이동통신 6G는 5G보다 약 50배 빠른 데이터 전송을 목표로 하는 미래 통신 기술임.
- * 이 기술이 실현되면 가상현실(VR)과 증강현실(AR)도 옛 기술이 되고, 새로운 시대가 열릴 것이라고 전망됨.
- * 2021년 대한민국 정보통신부에서는 몇 년 전부터 준비해 온 6G 핵심기술 개발사업에 세부적으로 착수하여 6G의 초격차 선두 리더국으로서의 확고한 자리매김을 예상함.

4.2.4 차세대 이동통신기술 6G**(1) 6G의 출현****(가) 6G 출현의 배경**

- * 이동통신 기술은 우리 일상과 더욱 밀접한 관계를 맺고 편리함을 더해 주며 진화하고 있음.
- * 비대면과 디지털로 많은 것이 전환되는 과정에서 안정적 네트워크의 중요성이 더욱 부각됨.
- * 6G 기술로 데이터 전송 속도는 물론 서버 속도까지 빨라져 신기술들을 확장시켜줄 것으로 기대됨.

(나) 6G 출현으로 더욱 빨라지는 속도

- * 우선 일상 속에서 현재 우리가 체감하는 고해상도 콘텐츠나 게임을 훨씬 빠른 속도로 즐길 수 있게 됨.
- * 현재 국내에서 서비스 중인 5G는 평균 속도를 기준으로 했을 때 4분 정도가 걸리나, 20기가 바이트 용량의 영화 한 편을 내려 받는 데 0.2초도 안 걸리게 되는 것임.

(다) 6G에 의한 산업현장의 변화 예상

- * 산업 현장에서의 6G는 훨씬 더 혁신적인 기술들을 가능하게 함.
- * 사물인터넷인 IoT가 확장된 만물인터넷(IoE : Internet of Everything) 시대로 나아감으로써 자율주행차나 수술 로봇의 원격조종 지연 시간이 짧아지게 되는 것처럼 6G는 미래의 산업 현장에서 꼭 필요한 기술임.

[도표 5] 6G에 의한 산업현장의 변화 예상 정리

구분	5G	6G
디지털 헬스케어	모바일을 통한 건강상태 상시감시 (혈당, 혈압, 운동량)	양자암호기술을 통한 생체정보 암호화, 원거리 원격 수술
실감콘텐츠	모바일 VR·AR 방송	원거리에서의 실시간 비대면 홀로그램 회의
자율주행차	차량-차량, 차량-인프라간 초저지연통신	6G 위성으로 플라잉카, 드론과 초저지연통신
스마트시티	우체국드론택배: 차로 30분 걸리는 산간지대 배송을 6분으로 단축	디지털트윈 : 물류, 교통이동체에 대한 완전한 디지털 재현 및 관계
스마트공장	유선기반 제조설비 라인의 무선화	산업현장 빅데이터 기반 안전하고 최적화된 설비 자동정밀제어

(라) 6G에 의한 연관 분야의 변화 예상

- * 또한 6G로는 5G에서 불가능했던 수중통신이 가능하게 될 전망이다.
- * 6G는 땅에서 바다까지 모두 하나의 통신 인프라로 묶을 수 있는 기술임.
- * 이러한 6G 기술을 통해 실시간 원격수술, 완전 자율주행차, 플라잉카 등 고도화된 융합서비스의 대중화도 2028~2030년 경이면 가능해질 것으로 예상됨.

(2) 6G의 핵심기술

- * 물론 지금의 5G도 끊임 없는 실시간 통신을 가능하게 해 주지만, 앞으로 데이터가 더욱 방대해지면 이를 안정적으로 처리해 줄 수 있는 네트워크가 필요함.
- * 5G보다 더 나은 속도와 확장성을 기대할 수 있는 것이 6G가 됨.
- * 우리나라의 과학기술정보통신부는 2021년 1월 초 6G 원천기술을 개발하겠다고 발표했다.
- * 우선 2026년 스마트시티, 스마트공장, 디지털 헬스케어, 실감 콘텐츠, 자율주행차에서 상용화 시범 사업을 추진할 계획이며, 6G 핵심기술 개발사업을 통해 저궤도 위성통신 기술개발 등 도전적이고 선도적인 분야에서의 기술 개발을 중점 추진할 예정이라고 함.

[도표 6] 과학기술정보통신부의 6G 핵심기술개발사업 전개

			
비대면 초현실 서비스	원격수술, 원격근로	전국 스마트시티	저궤도위성 6G통신
1Tbps급 전송속도 (1Tbps=1,000bps)	장거리 실시간 원격수술 → 골든타임 확보	똑똑한 AI로 통신, 자동제어	통신 커버리지 지상→공중 확대
초성능, 초대역	초정밀	초지능	초공간

4.2.5 5G 이동통신의 기반 기술

(1) 5G의 관련 기술

- ① 5세대 이동통신 5G 기술
 - * 5세대 이동통신(5G : 5th Generation)은 4세대 이동통신(4G)에서 진화된 이동통신이라는 의미로 3GPP에서 정한 마케팅 용어.
 - * 국제전기통신연합(ITU)에서 정한 공식 명칭은 아이엠티-2020(IMT-2020)이지만, 이동통신 시장에서는 세대로 구분하여 5세대 이동통신(5G)이라고 함.
 - * 과거 4G 기술에 대한 3GPP의 기술 상표명(brand name)은 LTE이고, LTE는 속도증진을 위해 LTE-Advanced, LTE-Advanced Pro로 진화하였음.
 - * 3GPP 규격 Release 15부터는 LTE-Advanced Pro에 해당하는 표준과 새로운 무선 접속 기술인 NR(New Radio)에 해당하는 표준 모두에 대해 '5G'라는 로고와 상표명을 적용함.
- ② IMT-2020 (International Mobile Telecommunications-2020)
 - * 국제전기통신연합(ITU)에서 채택한 5세대 이동통신의 공식 명칭.
- ③ 향상된 모바일 브로드밴드 (eMBB : enhanced Mobile BroadBand)
 - * 5G에서 사용자가 체감하는 대용량 데이터 전송 속도가 기존 모바일 브로드밴드1)(MBB)보다 빠른 서비스.
- ④ 초고신뢰·저지연 통신 (URLLC : Ultra-Reliable and Low Latency Communications)
 - * 5G에서 데이터 전송의 신뢰도가 매우 높고 지연 시간이 매우 짧은 통신.
- ⑤ 대규모 사물통신 (mMTC : massive Machine Type Communications)
 - * 5G에서 대규모 기기가 망에 연결되어 정보를 주고받는 사물 통신을 일컫는 명칭.

(2) 5G 시스템·네트워크 구조

- ① 5세대 이동통신 시스템 (5GS : 5th Generation System)
 - * 5G에서 핵심망과 무선 접속망을 합한 전체 시스템.
- ② 5세대 이동통신 핵심망 (5GC : 5th Generation Core network)
 - * 5G 시스템(5GS)은 5G 핵심망(5GC)과 5G 무선 접속망(NG-RAN)으로 구성됨.
- ③ 차세대 무선 접속망 (NG-RAN : Next Generation Radio Access Network)
 - * 차세대 무선 접속망(NG-RAN)은 5G 무선접속 기술인 NR(New Radio)은 물론 기존 LTE(계열) 무선 접속 기술인 E-UTRA를 모두 수용하는 형태로 설계되어, 5G 기지국(gNodeB)과 LTE(계열) 기지국(eNodeB)을 포함함.
- ④ 지노드비 (gNodeB, gNB : next generation Node B)
 - * 3GPP에서 기존 LTE(계열)의 기지국 명칭 이노드비 (eNodeB)와 구별하여 5G 기지국을 '다음 세대 (next generation)'의 알파벳 'g'를 인용하여 지노드비 (gNodeB)로 정하였음.
 - * 5G 차세대 무선 접속망(NG-RAN)은 다수의 gNodeB로 연결 구성되며 eNodeB를 포함하기도 함.