

4차 산업혁명

바르게 이해하기

2016년 스위스 다보스에서 열린 세계경제포럼에서 클라우스 슈밥 회장은 “4차 산업혁명이 몰려와 모든 시스템을 바꿀 것이다. 각국의 산업들이 파괴적인 기술에 의해 대대적으로 재편될 것”이라고 밝힌 바 있습니다. 클라우스 슈밥 회장이 4차 산업혁명을 언급한 이후 많은 언론 매체에서 경쟁적으로 이 주제에 대해 기사를 쏟아내고 있지만 아직 우리에게 낯선 얘기로 느껴지는 게 사실입니다. 오늘은 4차 산업혁명이 왜 일어났는지 그리고 4차 산업혁명을 일으키는 주요 동인이 무엇인지에 대해 알아보려고 합니다. 우선 구글(물론 네이버를 이용하셔도 됩니다.)에서 “4차 산업혁명”이라고 검색을 하면 무수한 글과 이미지들이 나옵니다. 그 중에 하나를 보시죠.

1차 산업혁명	1784년 증기기관 발명, 기계를 통한 생산 시작
2차 산업혁명	1870년 생산 현장에서 전기에너지 이용, 컨베이어벨트 도입 따른 대량생산
3차 산업혁명	1969년 컴퓨터 공학 적용한 생산자동화기술 도입
4차 산업혁명	현재 산업현장에 빅데이터와 사물인터넷, 인공지능(AI) 적용, 인간이 아니라 기계의 의사결정을 통한 생산 최적화

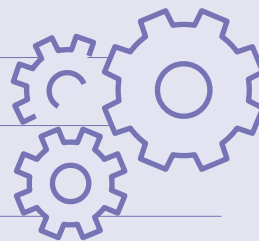


표 1. 1차 산업혁명에서 4차 산업혁명까지 / 출처 : 한국경제신문

뭔가 이해가 되려고 하시나요? [표 1]에 의하면 1차 산업혁명은 증기기관에 의한 것이고 2차 산업혁명은 전기와 컨베이어 벨트 시스템에 따른 생산성 혁명으로 이해할 수 있습니다. 현재도 진행 중인 3차 산업혁명은 PC와 인터넷에 의한 것이고 앞으로는 4차 산업혁명이 다가올 것이다 정도는 알아낼 수 있습니다. 그런데 [표 1]에는 치명적인 단점이 하나 있습니다. 그것은 4차 산업혁명이 마치 무슨 공장에서 뭔가를 생산할 때 생산성을 높이기 위한 수단인 것처럼 보인다는 점입니다. 4차 산업혁명은 단순히 제조업의 생산성을 높이기만 하는 것이 아닌데 말입니다. 사실 [표 1]은 일반인들의 이해를 돕기 위한 것일 뿐이고 실제로 산업혁명은 1차, 2차, 3차, 4차 이런 식으로 무우 자르듯이 정확히 구분할 수 있는 개념은 아닙니다. 결론부터 먼저 말씀드리면 “4차 산업혁명은 인공지능에 의한 제품과 서비스를 통해 인간의 생활과 사회 시스템이 변화하는 것”이라고 나름대로 정의를 내리고 싶습니다. [표 1]보다는 차라리 [표 2]가 좀 더 4차 산업혁명을 잘 설명하고 있다고 생각합니다.

[표 2]는 이전과 달리 좀 더 포괄적인 얘기를 하고 있습니다. 즉 산업혁명은 단순한 제조업의 혁신이 아니라 그에 따른 다양한 사회경제적인 변화가 수반되고 있음을 살짝 보여주고 있습니다. 더 쉽게 이해하기 위해서 1차 산업혁명을 증기기관이 있기 전과 후로 구분할 수 있고 2차 산업혁명을 전기와 컨베이어 벨트 시스템이 있기 전과 후로 구분할 수 있다면 3차 산업혁명은 무엇이 있기 전

			
제1차 산업혁명	제2차 산업혁명	제3차 산업혁명	제4차 산업혁명
18세기	19세기~20세기 초	20세기 후반	2015년 ~
증기기관 기반의 기계화 혁명	전기에너지 기반의 대량생산 혁명	컴퓨터와 인터넷 기반의 지식정보 혁명	IoT/CPS/인공지능 기반의 만물초지능 혁명
증기기관을 활용하여 영국의 섬유공업이 거대산업화	공장에 전력이 보급되어 벨트 컨베이어를 사용한 대량 생산보급	인터넷과 스마트 혁명으로 미국 주도의 글로벌 IT 기업 부상	사람, 사물, 공간을 초 연결, 초 지능화하여 산업구조 사회 시스템 혁신

표2. 출처 : 포스코경제연구원

과 후로 구분할 수 있을까요? 바로 PC와 인터넷입니다. 1980년대 말부터 일반인들에게 본격적으로 보급되기 시작한 PC는 불과 30년 만에 사회경제 시스템을 완전히 바꿔버렸습니다. 전통적인 제조업이 쇠락하고 정보를 가진 사람이 부를 움켜쥐게 되는 구조로 변화하게 된 것이죠. 물론 여기서 의미하는 PC에는 우리가 매일 사용하는 스마트폰도 포함됩니다. 여러분은 스마트폰 없는 삶을 생각해 보신 적이 있으신지요? 스마트폰이 본격적으로 보급된 것도 불과 10년 전입니다. 그런데 스마트폰이라는 기기가 가져온 변화는 너무나 커서 여기에 전부 언급하기도 어려울 지경입니다. 그렇다면 4차 산업혁명은 무엇이 있기 전과 후로 구분할 수 있을까를 한번 생각해 보시죠. 저는 그것이 인공지능이 있기 전과 후로 구분될 수 있을 것이라고 생각합니다.

자 이제 초점을 4차 산업혁명을 촉발하는 가장 중요한 요인인 인공지능으로 한번 옮겨 보겠습니다. 인공지능이라는 개념은 1950년대 다트머스 회의에서 처음 제시되었습니다. 그러나 그 당시에는 데이터의 양이 워낙 제한적이었고 컴퓨터의 성능도 낮아서 개념적으로만 제시되었을 뿐 일반인들의 관심을 받지는 못했습니다. 그러다가 1997년 딥블루가 체스 세계 챔피언을 꺾었고 2011년 2월에는 IBM의 왓슨이 제퍼디라는 퀴즈 게임에서 인간을 제치고 우승을 차지하게 되었습니다. 그게 끝이 아닙니다. 2016년에는 프로바둑 기사인 이세돌 기사가 구글의 알파고에 패했습니다. 바둑은 체스나 장기와 달리 경우의 수가 거의 무한대라고 합니다. 그럼에도 불구하고 이세돌 기사와의 승부를 승리로 이끈 뒤로 2017년에는 커제와의 경기에서도 승리를 하게 됩니다. 도대체 인공지능에 무슨 일이 있었길래 갑자기 이렇게 급부상하게 된 것일까요? 바둑을 한번 생각해보시죠. 앞서 말씀드린 바와 같이 바둑은 경우의 수가 매우 많습니다. 상대 기사가 어떤 수를 두었을 때 그다음 수에 따라 경기의 결과가 매우 많은 경우의 수를 가지고 변화하는 게임입니다. 알파고는 이세돌 바둑기사와의 경기에서 엄청난 컴퓨팅 파워를 동원했습니다. 즉 매우 많은 경우의 수를 빨리 계산하기 위해서 컴퓨터의 힘을 빌렸다는 얘기입니다. 그리고 더 중요한 것은 알파고가 수많은 기보를 가지고 학습해왔다는 것입니다. 알파고의 사례에서 보실 수 있듯이 인공지능 기술의 발달은 컴퓨터 성능의 향상과 많은 양의 데이터의 확보에 있다고 볼 수 있습니다.

다시 근원적인 질문을 드리고 싶습니다. 여러분이 생각하시는 인공지능이란 무엇인가요? 터미네이터에 나왔던 스카이넷이나 이글 아이에 나왔던 아리아, 그것도 아니면 아이로봇이라는 영화에 나왔던 비키를 떠올리실 수도 있겠네요. 인공지능이 사람을 공격하는 이러한 영화들은 우리가 인공지능에 대해 거부감을 가지는데 많은 기여를 했습니다. 언젠가는 인공지능이 영화에서처럼 전쟁을 일으키고 사람을 공격하는 일이 벌어질지도 모를 일입니다. 하지만 인간은 새로운 기술을 통제하는 방법을 항상 고민해 왔습니다. 그러니까 막연한 두려움만 가지고 있는 것이 답은 아닐 것입니다. 인공지능은 본질적으로는 알고리즘입니다. 그런데 이 알고리즘은 데이터가 많이 입력되지 않으면 별로 유용하지 못합니다. 그러다 보니 인공지능의 알고리즘을 설계하고 개발하는 기술도 매우 중요하지만 그것보다 더 중요한 것이 인공지능에 피드백시킬 수 있는 데이터가 얼마나 많이 확보되어 있는가 하는 부분입니다.

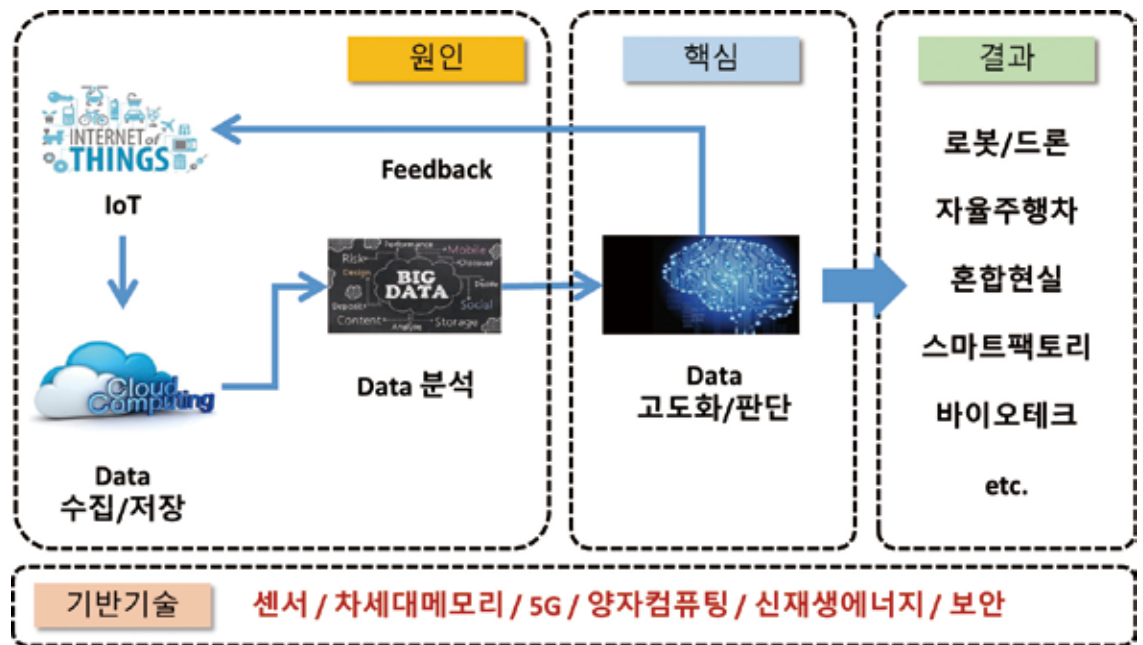
그렇다면 데이터는 도대체 어떻게 확보해야 할까를 생각해봐야 합니다. 인공지능의 학습방법 중의 하나인 머신러닝이나 딥러닝도 데이터가 없으면 불가능하기 때문입니다. 과거에는 데이터를 수집하는 주체가 사람이었고 데이터를 수집하더라도 저장의 문제가 있었기 때문에 데이터는 매우 제한적이었습니다. 그런데 지금은 어떨까요? 구글만 이용하셔도 여러분은 무한대에 가까운 데이터를 수집하실 수 있습니다. 게다가 최근에는 IoT(Internet of Things, 사물인터넷) 기기가 증가하면서 데이터의 수집도 자동적으로 이루어지고 있습니다. 이렇게 인터넷상에 존재하는 데이터와 사물인터넷 기기들이 발생시키는 데이터를 합치게 되면 어마어마한 양의 데이터가 발생합니다. 데이터가 기하급수적으로 증가하는 현상 그리고 이 많은 데이터에서 유의미한 데이터를 추출하는 개념을 빅데이터라고 부릅니다.

여기서 또 한 번 질문을 드리지 않을 수 없네요. 그렇다면 저렇게 많이 발생하는 데이터는 도대체 어떻게 저장하고 처리해야 할까를 생각해봐야 합니다. 여러분의 PC나 회사에 있는 서버로는 도저히 감당이 안 될 양이니까 말입니다. 바로 여기에서 클라우드의 중요성이 부각됩니다. 시장조사업체 IDC에 따르면 2012년 기준 전 세계 디지털 데이터량은 2.8ZB(제타바이트)에 이르렀지만, 2020년에는 디지털 데이터량이 44ZB로 증가할 것이라고 합니다. 이렇게 많이 발생하는 데이터를 저장하기 위해서는 클라우드의 도입은 불가피하다고 볼 수 있습니다. 우리나라는 클라우드의 도입이 매우 저조한 편입니다. 그래서 KAIST의 이민화 교수님께서도 클라우드의 도입 미비로 인해 우리나라의 4차 산업혁명 발전이 발목을 잡힐 것이라는 말씀을 하신 바도 있습니다. 혹자는 클라우드의 도입이 보안의 이슈 때문이라고 합니다만 제가 봤을 때는 SI의 인건비가 너무 저렴하기 때문에 클라우드의 경제성이 크게 부각되지 않는 점도 일조하지 않았나 생각을 해봅니다.

이제 정리를 해보면 4차 산업혁명은 인공지능에 의한 산업의 변화이고 그 변화를 이끌기 위해서 필수적인 것이 바로 데이터라는 점입니다. 이 데이터를 수집하기 위해 IoT가 있는 것이고 IoT에서 수집한 데이터를 저장하기 위해 클라우드가 존재해야 합니다. 또한 저장된 데이터를 분석하기 위해 빅데이터 분석 엔진이 필요하고 이러한 분석 결과가 피드백되어 인공지능이 더욱 발전하는 형태를 갖추게 될 것입니다. 한 가지 중요한 사실이 빠졌는데, 바로 5G에 대한 것입니다. IoT에서 수집된 데이터가 클라우드로 전송되고 다시 빅데이터 엔진을 통해 분석된 결과가 인공지능으로 피드백되려면 현재의 네트워크 구조로는 감당이 어려울 수도 있습니다. 데이터의 양이 워낙 많고 실시간성이 요구되는 경우가 많기 때문에 그렇습니다. 아무리 좋은 데이터가 있고 아무리 좋은 인공지능 솔루션이 있다고 하더라도 그사이를 연결해주는 것이 없다면 무슨 소용이 있겠습니까? 그래서 주요 IT 기업 그리고 국가 간에 5G 도입 경쟁이 촉발되고 있습니다. 5G는 [표 3]에서 보실 수 있듯이 최대 20Gbps 정도의 데이터 전송 속도를 목표로 하고 있습니다. 이러한 고속의 데이터 전송을 실현하기 위해 20GHz 이상의 고주파 대역을 사용하고 안테나 Array(Massive MIMO) 기술을 사용하게 됩니다. 5G는 2018년 평창 올림픽에서 시범서비스로 선보였으며, 표준화가 완료된 이후 2020년부터 세계 각국에서 본격적인 상용화가 시작될 것으로 전망됩니다. 5G 이외에도 4차 산업혁명을 위한 기반 기술들이 많습니다. 대표적인 것이 컴퓨팅 파워

	4G (IMT-Advanced)	5G (IMT-2020)
최대 전송속도	1Gbps	20Gbps
이용자 체감 전송속도	10Mbps	100~1000Mbps
주파수 효율성	-	4G 대비 3배
고속 이동성	350km/h	500km/h
전송지연	10ms	1ms
최대 기기 연결 수	10 ⁵ /km ²	10 ⁶ /km ²
에너지 효율성	-	4G 대비 100배
면적당 데이터 처리 용량	0.1Mbps/m ²	10Mbps/m ²

표 3. 4G 대비 5G 핵심 성능 비교 / 출처 : 머니투데이



를 획기적으로 높이는 양자컴퓨팅입니다. 또한 인터넷에 접속하는 기기가 증가하면서 자연스럽게 보안 이슈도 더욱 중요성을 더할 것입니다.

마지막으로 드리고 싶은 말씀은 인공지능이 가져오는 변화들이 어떤 것이 있을까 하는 점입니다. 위 그림을 한번 보시죠. 인공지능에 의한 4차 산업혁명의 결과물 중 대표적인 것이 자율주행차입니다. 자율주행차는 도로상의 수많은 상황과 돌발 변수에 대응할 수 있어야 합니다. 기존에는 사람이 주행에 대한 책임을 지고 컨트롤을 했지만 2020년 이후에는 차량이 인공지능의 힘을 빌려 자율적으로 주행하는 시대가 열릴 것입니다. 뿐만 아니라 로봇도 산업의 변화에 많은 영향을 끼칠 것입니다. 제조업 현장에는 이미 많은 수의 로봇이 사용되고 있지만 제조현장 이외에 음식점에서의 고객 접대나 반복적인 동작을 요구하는 많은 현장에 로봇이 활용될 것입니다. 자연스럽게 고도의 지식이 필요하지 않은 단순 작업은 인공지능의 통제를 받는 로봇에 의해 대체될 가능성도 높습니다. 그렇지만 인공지능을 단순히 우리의 직업을 위협하는 것으로만 이해하지 않으시길 바랍니다. 과거에 증기기관이 등장했을 때도 기존의 노동자들과 농부들이 직업의 위협을 받았으나 증기기관에 의해 새롭게 생겨난 산업으로 대부분의 노동력이 이동했습니다. 우리가 지금 집중해야 할 것은 무엇이 없어질지가 아니라 앞으로 무엇이 생길지에 집중하고 그에 대비를 하는 것이 바람직하겠습니다. 📖