

6장 과학기술이 바꾸는 현재와 미래

창조적 파괴란 ‘내부로부터’ 끊임없이 경제 구조를 혁신하고 낡은 것들을 파괴하며 새로운 것들을 창조하는 산업적 돌연변이의 과정이다.

- 아프리카 전역의 수많은 마을에서 휴대전화를 사용할 수 있다. 그렇지만 전등이나 상수도 시설은 사용하지 못한다. 수세식 화장실은 당연히 꿈도 꿀 수 없다. 게다가 식량 사정도 시원치 않다. 사람들 대부분이 상수도와 하수도 시설, 전기, 포장도로 등을 가장 기본적인 생활 조건으로 생각하고 있겠지만, 깜짝 놀랄 정도로 많은 사람이 지금도 19세기 생활을 못 벗어나고 있다.
- 씻을 수 있는 깨끗한 물이 부족하고 위생적인 하수도 시설이 없으면 아이들이 병에 걸려 죽을 수 있다. 그리고 전기가 제대로 안들어 오면 밤에 공부를 할 수 없고 휴대전화 말고는 외부 세계와 이어질 방법이 없다. 교육과 성공의 기회가 제한되는 것이다.
- 사하라 사막 이남 지역과 남아시아 전역에서 기본적인 위생 시설에 대한 투자가 점점 줄어드는 데, 이동통신 시설에 대한 투자는 크게 증가했다. 예를 들어 인도의 하위 20%에 속하는 가정에는 화장실보다 휴대전화가 3배나 많았다. 이는 이동통신 기술은 투입되는 비용이 상대적으로 적기 때문이다.
- 기술적 변화는 세계의 경제와 문화 곳곳에 스며들어 기준이나 규범을 바꾸곤 한다. 휴대전화와 건식 화장실 사례가 보여주듯 기술은 특히 도시 주민 수십억 명의 삶의 질을 개선할 가능성을 품고 있다.

손목시계의 흥망성쇠

- 역사의 교훈은 새로운 기술이 오래된 기술을 대체하며 그에 따라 일자리가 만들어졌다가 사라지고 각기 다른 국가에서 시계산업이 부흥했다가 스러지며, 새로운 소비 성향이 연이어 나타난다는 것이다. 시계는 그런 수많은 사례 중 하나일 뿐이다.

캠브리아기 대폭발

- 2030년이 되면 기술 변화를 통해 공장과 사무실, 병원, 학교, 가정, 그리고 모든 사회기반시설에 수십억 개에 달하는 컴퓨터와 감지 장치, 로봇 기술이 투입되는 세상이 열릴 것이다. 제조업에는 사상 최초로 인간의 두뇌보다 많

은 컴퓨터가, 인간의 눈보다 많은 감지 장치가, 그리고 인간의 노동력 보다 많은 로봇이 투입 될 것이다.우리는 캄브리아기 대폭발에 가까운 기술적 변화의 시대를 통과하고 있다.

- 가상현실에서 3D 인쇄술, 그리고 인공지능에서 나노 기술에 이르는 오늘날의 변화를 캄브리아기 대폭발과 비교하면 과장 같을 것이다. 그러나 이 새로운 기술들은 빈곤과 질병, 환경 파괴, 기후변화, 사회적 고립에 이르는 감당하기 어려운 문제들을 해결할 수 있다는 희망을 안겨준다. 또한 선견지명을 갖춘 젊은 기업가들이 대부분인 새로운 계층을 만들고 있다.

인간과 로봇은 친해질 수 있을까?

- 기술이 일으키는 혁신과 혼란이 반복되면 창조적 파괴 때문에 엄청난 폭풍이 휘몰아친다. 삶은 제자리를 벗어나고 경력은 단절되며 공동체는 분열되고 흩어진다.
- 인공지능은 새로운 기회로 향하는 문을 열어젖혔고, 우리가 아는 기존의 세상이 종말을 고하는 가장 큰 원인이 되었다. 인공지능에는 전통적으로 인간의 두뇌가 하는 일이었던 음성 인식, 시각 인식, 그리고 의사결정등을 수행하기 위한 다양한 장치들이 포함되어 있다. 자율 주행 승용차와 트럭, 더 효율적이고 반응이 빠른 사회기반시설, 그리고 스스로 알아서 문제를 해결하는 의료 장비나 가전제품등이 속속 등장하고 있다. 안내 로봇, 돌봄 로봇, 요리 로봇, 반려 로봇등 다양한 역할을 하는 로봇이 등장하고 있다. 일본에서는 인간형 로봇 아시모를 개발했는데 이 로봇은 다양한 기능으로 인간을 도울 수 있다. 애플은 인공 지능 비서 시리를 만들어서 아이폰에 탑재했다. 특정 대상이 목표인 소셜 미디어 광고에서 사진 검색에 이르기까지, 인공 지능은 이미 우리 주변에서 얼마든지 찾아볼 수 있다. 중국에서는 국가 안보 기관이 인공 지능을 기반으로한 얼굴 인식 기술로 작은 마을에 사는 사람들까지 일상적으로 감시하고 있다. 이른바 날카로운 눈의 감시를 뜻하는 쉘량공청의 목적은 사람의 행동을 바탕으로 사상을 점수 매기고 감시하는 데 있다. 조지 오웰의 소설 [1984]의 빅 브라더가 연상되는 섬뜩한 일이 아닐 수 없다.
- 일부 미래학자들은 ‘특이점’, 즉 인공지능이 더 복잡하고 정교하게 진화해 말 그대로 인간을 무용지물로 만드는 순간이 곧 우리가 아는 세상의 종말이 될 것이라고 예측한다. 인간과 세상의 종말은 차치하더라도 인공지능이 획기적 변화를 가져올거라는 데는 의심의 여지가 없다. 지금 이 순간에도 수많은 인간 과학자가 스스로 배우고 응용하는 인공지능을 갖춘 기계장치를 끊임없

이 개선하고 발전시키고 있다.

- 자율 주행 자동차의 미래는 아주 밝은 듯하다. 자율 주행차는 산만해지거나 지루해하거나 피곤해하지도 않는다. 최적화된 경로를 찾아내고 교통신호와 도로상황도 감안해 움직일 수 있다. 그것도 연료 효율까지 높이면서 말이다.
- 제조업 분야에서는 로봇 한 대가 평균 5~6명의 인간 노동자를 대신할 수 있다. 2030년이 되면 제조업 분야에서는 현장에서 일하는 노동자가 아니라 컴퓨터 전문가와 관리자를 더 많이 채용할 것이다.
- 사무직이나 행정직처럼 사무실에서 반복적인 일을 하는 일자리는 머지않아 인공지능의 영향을 받을 것이다. 또한 늘 같은 업무를 하는 의사나 기존의 사건 자료들을 모으는 일만 하는 신참 변호사, 그리고 매학기 입문 과정만 가르치는 교수들도 인공지능을 갖춘 기계장치 때문에 직장을 빼앗길 위험에 처해 있다. 아마도 마지막 단계에는 반복적이지 않고 창의적인 일부 직업도 소멸할 것이다. 정말로 특이점이 온다면 말이다. 자율형 수술 로봇이 똑 같은 수술을 집도한 인간 의사보다 뛰어난 솜씨를 발휘했다는 사실도 있다.
- 로봇 기술의 또 다른 장점은 개인적 의견을 바탕으로 판단을 내리지 않는다는 점이다. 인간과 기계의 상호작용을 연구하는 MIT의 셰리 터클은 사람들이 로봇에게 마음을 여는 것은 그리 어렵지 않다고 이야기 한다. “인간과 로봇은 쉽게 친해질 수 있다.”

인공지능의 윤리학

- 기술은 우리에게 이득을 주지만 동시에 윤리적 갈등도 제기한다. 자동화와 인공지능, 그리고 빅 데이터와 관련된 윤리적, 도덕적 갈등등을 무시하고 넘어가기는 어렵다. “인류 역사에서 기계장치로 하여금 인간의 생명을 순식간에 , 그것도 인간이 실시간으로 통제하지 않고 자동으로 결정하게 한 적은 지금까지 없었다.” 도덕 기계 실험에 참여한 연구진의 결론이다. “우리는 언제든 그 길을 갈 것이다.” 그 시기는 바로 2030년이 되지 않을까? “우리는 자동차가 윤리적 결단을 하도록 만들기 전에 그 자동차를 컴퓨터로 통제하는 작업을 하는 자동차 회사에, 그리고 관련 법규를 만드는 정치가들에게 우리의 선택과 선호를 알리기 위해 전 세계적인 합의를 도출할 필요가 있다.” 문제는 자동화와 관련된 윤리와 도덕이 컴퓨터 제어장치 안에서 자동적으로 작동하도록 만들 수 없다는 점이다.

모두가 3D 프린터를 갖고 있는 세상에는 파리기후협약이 필요없다

- 3D 인쇄 장치는 무척 얇은 막을 인쇄되는 순서대로 쌓아 올려 3차원 물체를 만든다. ‘적층 가공’이라고도 하는 이 기술로 플라스틱 부품에서 의치, 또는 대체 가능한 인간의 생체 조직에 이르는 모든 것을 꼭 필요한 만큼의 재료만 사용해 만들 수 있다.
- 전통적인 제조 기법에 비해 에너지가 적게 들어 매연이나 유독 가스를 적게 배출한다. 가장 큰 장점은 고객과 가까운 곳에 인쇄 장치를 설치한 소형 공장을 지음으로써 기업들이 운송비와 물류 비용을 크게 절감할 수 있다는 점이다. 앞으로 우리는 물건을 더 적게 사고 있는 것만으로도 행복해질 것이다. 더 적은 재료로 물건을 더 적게 만들면 그만큼 탄소 가스도 적게 배출된다.
- 경영자와 고객들이 오래된 고정관념을 버리고 습관을 바꾼다면, 새로운 가능성을 상상하기 위해 익숙한 환경을 벗어나려 한다면, 그리고 다른 방식으로 생각하려 한다면 3D 인쇄 기술은 대중화 될 수 있을 것이다. 필요할 때 반출할 수 있도록 제품을 미리 생산해 창고에 쌓아두는 대신, 기업들은 실시간 주문에 응해 생산하는 방식을 배워야 한다. 또한 고객도 실제로 무언가가 필요해질 때까지 기다리는 법을 배워야 할 것이다. 3D 인쇄 기술은 맞춤형 혹은 주문형 부품 등에 이상적이지만 의치 같은 것에만 생각을 한정할 필요는 없다. 해수면 상승으로 위협받는 도시들이라면 3D 기술로 일종의 방파제를 만들어 세울 수 있다.
- 중국에서는 3D 기술로 집 전체를 만들고 있다. 가장 흥미로운 분야는 우주 탐사와 우주 식민지 건설이다. 화성에 식민지를 건설할 때 필요한 장비와 자재 모두를 지구에서 실어오는 것이 아니라 현지에서 3D 인쇄 기술로 만들 수 있다고 상상해보자. 지구에서 화성까지 가는 데 7개월이 걸린다는 사실을 감안하면 비용뿐만 아니라 시간도 절약된다는 사실을 알 수 있다.
- 3D 인쇄 기술은 무척 유용하지만, 생산 및 공급 과정에 종사하는 가장 숙련되고 수입도 많은 현장 노동자들의 일자리를 위협할 수 있다. 또한 정치적 의미도 커질 수 있다. 3D 인쇄 기술로 구조가 단순한 총기 정도는 쉽게 만들 수 있는 현재의 상황을 생각해보자. 자동화와 인공지능, 3D 인쇄 기술의 본질을 깨달으려면 이 기술들이 모든 상황을 뒤바꿀 수도 있다는 사실부터 알아야 한다. 자동화는 인간과 노동의 관계를 새롭게 정의하며, 인공지능은 기계 학습을 통해 인간의 정신 활동을 대체하고 있다. 또한 3D 인쇄 기술은 구매자와 공급자가 경제적으로 상호작용하는 방식 자체는 물론 기존의 운송

생태계까지 바꾸고 있다.

더 공정해지는 보험

- 미래에는 보험사들이 실시간으로 자료를 수집해 ‘위험군’ 같은 일반화한 기준이 아니라 도로 위에서의 실제 행동에 따라 그때그때 보험료를 부과할 지도 모른다. 운전자의 성별이나 나이에 상관없이 평소 운전습관이 위험하거나 나쁘면 결국 더 많은 보험료를 납부하게 되는 것이다. 빅 브라더의 감시를 연상시키는 이런 상황은 물론 불안한 감이 있지만, 많은 사람이 보험료만 공정하게 책정된다면 도로 위에서의 행동을 실시간으로 확인하는 데 동의할지도 모른다.
- 이런 잠재적인 발전 가능성 뒤에 있는 중요한 기술을 ‘사물 인터넷(Internet of Things)’이라고 부른다. 사물 인터넷이란 모든 사물에 감지 장치와 제어 장치를 설치하고 연결하여 공장이나 광산, 에너지 설비, 수송 체계, 소규모 상업 시설 차량과 가정, 사무실, 심지어 사람들까지도 운영하고 관리할 수 있는 기술이다. 이 기술은 보험 업계뿐만 아니라 경제계와 사회 전체를 혁명적으로 뒤바꿀 잠재력을 지니고 있다. 전면적인 사물인터넷의 적용이 필요한 생태계는 대단히 방대한데, 거기에는 물리적 장치들뿐만 아니라 자료 전송이나 자료 저장을 위한 설비, 분석, 그리고 정보 처리를 위한 순환 회로등도 포함된다. 이 거대한 사회기반시설을 유지하기 위해 당연히 새로운 일자리가 많이 만들어질 것이다. 이런 창조적인 파괴의 흐름을 통해 결국 일자리는 사라지는 동시에 새롭게 만들어진다.

건강하고 행복한 뇌 만들기

- 가상현실(virtual reality. VR)기술을 이용하여 의사와 간호사들은 복잡한 수술을 성공적으로 진행할 최적의 방법을 미리 확인할 수 있다. VR 기술은 정신 보건 분야에서 진단과 치료에 핵심적인 역할을 할 가능성이 크다. VR 기술은 뇌의 특정 부위에 이상이 발생한 환자들의 운동 기능을 자극하는 데도 효과적이다. “VR 장비는 환자의 신경 계통을 적절히 자극할 수 있으며, 따라서 신경가소성을 통해 운동 체계와 인지 체계 모두를 자극할 수 있다”는 사실을 한국 연구진들이 찾아냈다. 이와 유사하게 VR 기술은 자폐증을 앓는 아이들을 도울 수도 있다.

나노 기술, 기후변화의 해결사

- 기후변화의 주요 원인 중 하나는 바로 의류 산업이다. 추정에 따르면 의류 산업은 전체 탄소 가스의 8% 가량은 배출한다. 국제 항공과 해상 운송 분야가 배출하는 것과 맞먹는 규모다. 나노 기술이라는 새로운 분야는 화석연료로 만들어내는 합성섬유에 대한 의존도를 크게 낮추어 준다.
- 소비자들은 새 옷을 몇 번 입지도 않고 버리는데, 옷의 수명이 이렇게 짧아진다는 건 제조 과정에서 많은 폐기물과 탄소 가스가 배출된다는 뜻이다. 중산층 확대와 인구통계학적 변화에 맞춰 구매 규모가 늘면서 당분간 탄소 가스나 폐기물도 계속 많아질 것이다. 하지만 사람들은 중고 옷 구매를 꺼리는 경우가 많다. 반면에 자동차의 경우 요령 있는 구매자들은 새것보다는 중고차를 선호하는 경향이 있다.
- 나노 기술은 기후변화와 의류 산업에 새로운 해법을 제공할 수 있다. 나노 기술은 예컨대 10억 분의 1 cm 정도의 작은 입자들로 더 튼튼하고 저렴한 거나 환경친화적인 소재를 만들 수 있다. 가장 광범위하게 적용할 수 있는 나노 기술은 외부의 신호나 감지 장치에 반응해 모양과 밀도, 전도성 같은 물리적 특성이나 광학적 특성을 바꿀 수 있어서 변형이나 개조가 가능한 소재를 개발할 수도 있다. 2030년이 되면 우리는 계절에 따라 옷을 갈아입을 필요가 없을지도 모른다. 똑같은 옷 한 벌로 추울 때는 따뜻하게, 더울 때는 시원하게 보낼 수 있을 것이다. 외부의 온도에 반응해 옷 색깔까지 바꿀 수 있을지도 모른다. MIT의 자체 조립 연구소에서는 “날씨에 상관없이 옷 한 벌로 충분한 상황은 더 이상 꿈이 아니다”라고 주장한다.
- 나노 기술은 에너지 효율을 개선해 2030년 무렵이면 한계에 도달할 기후변화 문제를 해결하는 데 도움이 될 수 있다.
- 의료 분야에서는 ‘나노 약물’이 다양한 질병을 진단하고 치료하는 데 이용될 것이다. 분자 단위의 약물을 실어 나르고 종양에 대한 혈액 공급을 차단하도록 설계한 나노 로봇을 투입해 암세포를 죽여 종양의 크기를 줄인다는 개념이다.

전자책, 포도주 그리고 혁신의 조건

- 최근의 기술 진화는 끊이지 않고 이어지는 진보의 승리처럼 보인다. 디지털 대체물들은 신문이며 음반, 비디오 등의 자리를 대신하고 있다.
- 반면에 전자책은 종이책을 넘어서지 못하고 있다. 그 이유로는 출판사들이

이른바 '구조적 관성'의 포로가 된 것도 여러 원인 중 하나인 듯하다. 관성이란 결국 기존의 관습과 방식, 절차를 버리지 못하고 새로운 모형에 대한 추구를 심리적, 인지적, 조직적으로 주저하는 현상이다. 또 다른 원인으로는 종이책만이 독특한 형태를 띠기 때문일 것이다. 종이책은 선물로도 완벽하고, 진정한 애서가나 독서가라면 비통해마지 않을 일이겠지만 가정용 장식품으로도 최고다.

- 미국을 비롯한 선진국에서 전자책은 아직 큰 빛을 보지 못하고 있지만 발상을 전환하면 개발도상국에 큰 기회가 될 수도 있다. 아프리카가 발전하기 위해 해결해야 하는 과제들 중 하나는 빠르게 늘어나는 인구를 제대로 교육하는 일이다. 남아공의 신생 기업 디지털 교육 지원 업체인 스내플리파이는 도서관이나 서점이 없는 지역에 책을 제공하는 일을 한다. 샌프란시스코에 본사가 있는 비영리 조직 월드리더는 전자책으로 채운 가상 도서관을 만들었고, 개발도상국 학생들은 전자책 전용기와 스마트폰으로 무료로 접속해 이용할 수 있다. 전기마저 들어오지 않는 외진 지역에는 태양광 발전기, USB 허브, LED 조명, 전자책 기기, 그리고 디지털 도서관에 접속할 수 있는 인터넷 등이 포함된 종합적 해결책까지 제공한다.
- 포도주는 소비자들이 인터넷으로 구매하는 비율이 극히 적다. 그 이유로는 여러 가지가 있지만 설득력이 있는 이유로는 대부분의 사람들이 포도주를 직전에 구입하기 때문이 아닐까 생각한다. 즉, 연회나 모임에 참석하기 전이나 특별히 축하할 일이 생겼을 때 말이다.
- 프랑스에서는 2만 7000여곳의 개인 양조장들이 각각의 특성과 풍미를 자랑하는 포도주를 생산한다. 개인 양조장 포도주는 대형 기업의 상표를 달고 대량으로 판매되는 포도주처럼 인터넷에서 쉽게 찾아볼 수 없다.
- 전자책의 사례와 마찬가지로 온라인 구매라는 선택지를 제공했다고 해서 무조건 소비자들의 상상력을 충족시키고 관심을 끌 수 있는 것은 아니다. 특정 환경이 갖추어지지 않으면 효율적이거나 저렴한 기술도 결국 성공하기 어렵다.

기술 개발 그리고 재창조

- 기술은 사회나 경제 분야에서 진행되고 있는 흐름과 잘 맞아떨어질 때 수용되고 널리 퍼질 수 있다. 성장과 접근을 용이하게 해주는 새로운 기술은 언제나 사람들의 환영을 받는다. 아프리카의 휴대전화와 전자책 기술, 혹은 중국과 영국의 인터넷 포도주 판매처럼 말이다. 세상을 그야말로 완전하게 바

꾸고 싶다면 기술적 혁신은 반드시 거대한 인구통계학적 혹은 경제적 흐름
과 궤를 같이해야 한다.

-