

4차 산업혁명의 윤리적 과제

0. 들어가기

무엇이 옳고 그른가를 체계적으로 규명하고 개념을 세워가는 것은 윤리학, 또는 도덕철학의 주요과제로 도덕적 명제의 이론적 의미나 근거를 세워가는 메타윤리, 도덕적인 행동방침을 결정하는 실용적인 도구로서의 규범윤리, 그리고 주어진 특정 분야 또는 상황에서 취해야 할 도덕적 기준에 관하여 연구하는 응용윤리의 세 분야가 있는데, 특히 기술의 발전에 따라 사회의 변화에 따라 발생하는 다양한 상황에 대하여 도덕적 기준을 세우는 응용윤리 적인 접근을 통하여 4차 산업혁명 시대의 발전 방향을 정하고 예상되는 부정적인 영향을 줄여 가는데 큰 의미가 있다고 본다.

1. 4차 산업혁명의 도래

기술의 혁신을 통하여 인간의 삶의 모습은 엄청나게 바뀌었다. 증기기관의 발명과 더불어 시작된 1차 산업혁명에서는 수공업에서 기계를 통한 공업생산이 가능하게 하였으며 기차와 증기선의 출현으로 운송혁명이 일어나게 되었다. 이러한 결과로 생산과 소비가 분리되게 되었으며 대량생산의 기초를 쌓게 되었다. 내연기관과 전기의 사용으로 자동차, 항공기와 모터 등이 보편화 되면서 대량생산과 이동성이 엄청나게 증가되는 제2차 산업혁명을 맞게 되었다. 하지만 화석연료에서 에너지를 얻거나 새로운 소재를 만드는 과정에서 많은 양의 온실가스와 오염물질을 배

출하면서 기후의 변화, 환경오염 등 우리의 삶을 위협하는 상황을 수반하게 되었다. 컴퓨터와 인터넷 등 정보통신의 혁신으로 일어난 제3차 산업혁명에서는 정보를 효과적으로 활용하여 엄청나게 큰 생산성과 더불어 온라인 경제가 활성화되어 유통과 거래에 혁명이 일어나게 되었다. 한편 생물학과 보건의료 기술의 발전으로 인류의 생존율과 수명은 크게 늘어나 20세기 초 16억 명이었던 세계 인구는 20세기 말에 64 억명으로 한 세기 동안 4배가 늘어 기하급수적인 증가를 보이고 있다. 그럼에도 불구하고 전 세계적인 양극화와 빈곤, 기아, 물 부족, 교육, 인권 등 인류가 안고 있는 수많은 문제들이 노출되었다. 21세기에 들어서면서 UN에서

는 지속가능한 개발 목표 Sustainable Development Goals, 그림 1를 세우고 이러한 목표를 달성하기 위한 국제적인 협력을 모색하고 있다.

하지만 이를 뒷받침할 만한 혁신이 필요하던 차에 IoT (사물인터넷), 클라우드 컴퓨팅과 빅데이터, 인공지능과 기계학습, 모바일 기술등 관련 기술이 지수적 exponential로 발전하기 시작하면서 초연결지능화사회로의 디지털 변혁digital transformation이 일어나게 되었다. 2016년 클라우드 슈밥 회장이 다보스 포럼의 주제를 4차 산업혁명으로 정하고 미래의 변화에 어떻게 대응할 것인가를 세계적인 지도자들과 논의하면서 집중적인 관심

을 받게 되었다. 이어서 Google사가 인수한 Deep Mind가 개발한 인공지능 바둑 소프트웨어인 AlphaGo가 세계바둑의 고수들을 차례로 이기면서 도저히 인간의 영역인 바둑을 넘보지 못하던 소프트웨어가 인간의 능력을 능가하는 싱귤래리티Singularity의 시대의 도래를 보여주자 많은 사람들이 4차 산업혁명의 도래를 실감하게 되었다. 또한 독일을 중심으로 유럽에서는 Industry 4.0이라는 슬로건으로 다양한 고객의 요구를 만족시킬 수 있으며 무인으로 운영이 가능한 스마트공장을 제시하였다. 한편 초연결지능사회에서 Uber나 Air B&B와 같이 자원을 공유하는 플랫폼을 통하여 많은 사람들에게 편익을 주면서 중간자middle man또는

매개자 역할을 통하여 순식간에 거대기업이 탄생되며 엄청난 부의 집중이 일어나게 되는 사회적 불평등이나 부의 집중이 일어나자 은행과 같은 중간자가 없이도 모두가 거래장부를 소유하는 탈중앙화를 통하여 신용 거래를 가능케 하는 블록체인기술과 암호화폐가 출현하게 되었다. 인공지능 특히 딥 러닝은 빅데이터로 부터 기계가 스스로 학습하도록 바둑뿐만 아니라 자율주행, 의료진단, 영상분석, 자연어처리 및 음성인식, 자연스러운 로봇의 움직임에 이르기까지 인간의 기능을 대체가 가능하게 하고 있다. 이와 같은 발전은 미래의 일자리에 많은 변화를 줄 것으로 우려를 낳고 있다.



그림 1 지속 가능한 개발 목표

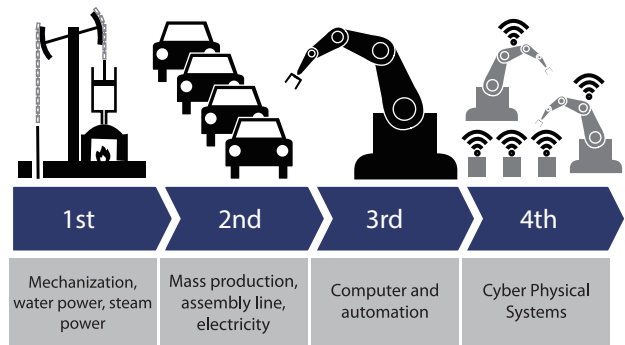


그림 2. 산업혁명의 단계별 특징

2. 사례로 살펴보는 4차 산업혁명의 윤리적인 측면

2-1. 20세기의 기술개발과 윤리적 문제들

과학과 기술의 급격한 발전과 더불어 이미 기술의 윤리적 측면에 대한 논의가 이루어져왔다. 즉 인류가 안고 있는 문제를 풀기 위하여 개발된 기술이 인류의 지속 가능성에 큰 위협이 되고 있기 때문이다.

우선 두 차례의 세계 대전을 통하여 기술의 발전은 엄청난 파괴력을 가진 무기들이 개발되었다, 각종 총기, 대포, 탱크, 지뢰, 전투기, 폭격기, 전함, 항공모함, 잠수함 등이 그러하며, 나치는 독가스 등을 이용하여 1700만명이 넘는 대량학살을 자행하였다. 핵무기는 이미 2차 세계대전에 사용되어 가공할 위력을 보였으며 전 인류를 몰살 시킬 수 있을 만큼의 많은 양을 여러 나라가 보유하게

되어 핵 확산을 막기 위한 필사적인 노력을 기울이고 있다.

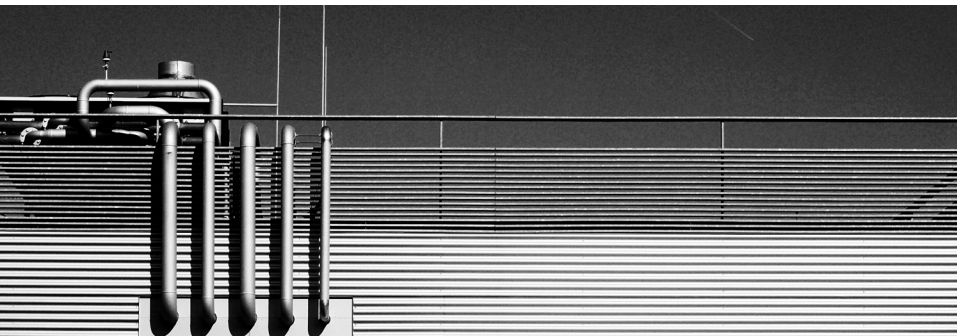
미국의 경우 네바다 주의 라스베가스 160 Km 서북쪽에서 1951-1992년까지 약 1000회 가까운 핵실험을 진행했는데 특히 1960년 초반까지는 방사능에 대한 이해가 부족해서 라스베가스에서는 핵실험이 관광 산업화 될 정도로 무방비 상태로 노출 되었다. 그 결과 네바다 주민들에게서 흑색종 피부암, 백혈병, 갑상샘 암 등에 대한 높은 유병율을 보였으며 공식적으로 판정 받은 핵실험의 영향으로 인한 암환자만 28800명에 이르고 소송을 통한 피해보상금이 19억 달러에 달하고 있다.

냉전 상황에서 핵개발이 국가안보에 중요한 우선 순위였고, 방사선의 위험에 대한 인식 부족으로 장기간에 걸쳐 큰 피해를 낳았다. 원자력발전의 경우도 체르노빌이나 후쿠시마에서의 재앙적인 사건 때문에 경제적인 장점에도 불구하고 많은 논란이 있으나 늘어나는 전력수요를 감당할 마땅한 대안이 없는 상황으로 윤리적인 판단이 필요한 문제라 할 수 있다.

생명을 다루는 생명윤리도 바이오풀복제 (cloning)나 유전자 조작으로 만들어진 먹거리 (GMO)가 장기적으로 건강에 어떠한 영향을 미칠지에 대한 논란이 지속되고 있다. 이러한 20 세기적인 기



그림 3. 라스베가스에서도 자주 관찰된 핵실험의 버섯구름



술의 윤리적 문제에 덧붙여 심각한 새로운 문제들이 대두되고 있다.

이외에도 바다에 버려지는 플라스틱 쓰레기가 해류에 의해 태평양 상에서 거대한 쓰레기더미 (Great Pacific Gabage Patch) 를 형성하고 태양광에 의해 작은 조각으로 부서지면서 물고기의 몸속으로 들어가 먹이 사슬을 통하여 생태계에 큰 혼란을 가져올 뿐만 아니라 결국에는 사람의 몸속으로 미세 플라스틱이 들어가게 되어 건강에 큰 위협이 되고 있다. 플라스틱의 발명은 많은 편리함을 가져왔으며 플라스틱이 없다면 일상이 돌아가지 못할 정도로 다양하게 사용되고 있다. 하지만 문제를 인식하고 이에 대한 해법을 찾아가는 노력이 시급한 것이다.

화석연료의 사용으로 인한 온실가스, 경작지나 도시 개발로 인한 산림의 훼손과 온실가스 방출, 축산으로 인한 온실가스 등 지난 100년간 지구의 평균기온은 계속 상승하고 있으며 이로 인하여 북극과 남극 빙하, 고산 지대의 만년설이 계속 녹고 있으며 해수면의 상승과 기후변화가 인류의 지속가능성에 큰 도전이 되고 있다.

2-2. 21세기의 4차 산업혁명과 윤리과제

초연결지능사회에서 엄청나게 다양한 윤리적 과제들이 산적해 있다. 몇 가지 예를 통하여 그 심각성에 대해 고찰해 보고자 한다

데이터 프라이버시의 침해 / 가짜 뉴스 / 여론조작 초연결지능사

회에서는 SNS에 의하여 서로 소통하면서 대량의 데이터를 생산하고 교환하게 된다. 그러다 보니 여론에 미치는 영향력 또한 엄청나다. 최근에 미국의 대선 과정에서 페이스 북이 불법적으로 5000만 명의 고객의 정보를 데이터분석 회사에 제공하여 개인별 정치 성향에 따른 맞춤형 선거 광고를 함으로서 대선과정에 개입하였음이 들어났으며, 우리나라에서도 드루킹이 매크로를 이용하여 모바일 댓글을 조작함으로써 거짓 여론을 주도하는 등 데이터 프라이버시를 침해하고 가짜 뉴스를 양산하며 여론을 왜곡하여 민주사회의 근간을 무너뜨리며 사회적 불신과 불안을 조장하는 범죄가 증가하고 있다.

인공지능/기계학습/자율주행

/드론 인공지능이 특수한 전문분야에 한정 되는 것이 아니라 일반 인공지능 (Artificial General Intelligence)과 같이 인간인지 기계인지를 구별하는 튜링 테스트를 통과하며 양심을 가지며 추론과 상식, 그리고 계획을 세우고 학습을 하며 자연어 처리가 보편적으

로 가능한 인공지능이 탄생된다면, 다음과 같은 우려가 생긴다. 인간을 초월하는 초지능 (super intelligence)이 출현하면서 인간의 통제를 벗어난 존재로서 생존 본능이 발동될 경우 인류를 지배하는 결과를 낼 수도 있게 될 것이다. 이러한 지능과 전투로봇, 학살로봇 (slaughterbot) 처럼 인공지능을 가진 로봇이나 드론이 목표물을 끝까지 추적하여 공격하는 그야말로 영화 터미네이터에 나오는 로봇 인간이 현실화 될 것이다.

한편 최근에 큰 관심을 끌고 있는 비지도 기계학습 (unsupervised machine learning) 방식인 생성적적대신경망 (Generative Adversarial Network, GAN)을 활용하면 진짜 같은 가짜를 쉽게 만들 수 있어 궁극적으로는 구별이 어려운 가짜 사진, 영상, 보이스를 생산하는 것이 가능해 진다. GAN의 구조는 가짜를 생성하고 진짜와 얼마나 다른지를 비교하는 과정을 반복하면서 구별할 수 없을 때까지 발전시키도록 학습하면 진짜 같은 가짜를 만들 수 있다. 물론 이러한 방식으로 흑백영화를 천연색영화로 색을 입히기도 하고, 사진에 있는 풍경을 세잔이나 고흐와 같은 특정 화가 풍으로 바꾸어 그럴 수도 있다. 하지만 거꾸로 전혀 사실과 다른 진짜와 구별할 수 없는 동영상을 만들어 가짜 뉴스를 생성할 수 있다.

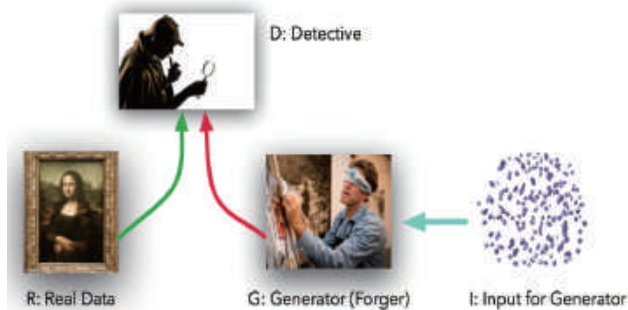
자율주행자동차는 다수의 카메라와 라이다 (LIDAR, 레이저 레이더)를 이용해

주변 사물을 감지하고 확인해 차의 주행을 위한 정보로 활용하고 있으며 첨단 운전 지원 시스템 (ADAS)을 통해 인공지능 기술이 안전운전을 돕는 단계를 넘어서 운전자 개입 없이 차 스스로 목적지까지 갈 수 있는 시대가 곧 다가오리라는 기대에 부풀어 있지만, 여전히 기술적으로 극복해야 할 허점이 있음이 드러나고 있다. 학습되지 못한 상황이 발생할 경우 예상치 못한 대응으로 큰 사고를 유발시키기도 하여, 책임의 소재를 규명하는데도 어려움이 큰 상태이다.

CRISPR+CAS9
**생명윤리법과 3세대 유전자 가위를
 이용한 인간배아의 유전자교정**

인간의 염색체내에 돌연변이 유전자를 유전자 가위를 사용하여 교정해 후손에게 유전질환이 대물림 되지 않도록 예방할 수 있는 기술이 새로이 각광을 받고 있다. 인간 배아에서의 병을 일으키는 돌연변이 유전자를 교정하는데,

그림4. 생성적적대신경망 (GAN)의 구조



유전자 가위를 이용한 교정의 효율성, 정확성, 안전성을 증빙하는 연구가 Nature에 게재되었으며, 이 연구 성공으로 심장병을 포함한 1만가지가 넘는 유전질환의 대물림을 막을 수 있는 길을 열었다는 평가를 받고 있다. 안타까운 것은 국내에서는 인간 배아 유전자를 교정하는 연구가 불법이기 때문에, 한국의 유전자 가위 기술을 미국에 보내 미국에서 교정 실험이 이루어졌으며, 실험 후의 데이터 분석은 한국에서 이루어졌고 그 결과를 미국에 보내 종합해서 논문을 발표했다는 것이다. 하지만 황우석 박사 사건 이후 우리나라에서는 생명윤리법에 의해 인간의 배아에 대한 시행은 금지되어 있으므로 향후 이에 대한 윤

리적 타당성과 아울러 연구를 가늠케 하는 논의가 필요하다는 의견도 만만치 않다.

그러나 무엇보다도 강조되어야 할 것은 여러 가지 사례를 통해 기술을 개발하고 사용하는 과정에서 기술의 영향력을 측정하고 새로운 기술의 가치에 대한 윤리적 검토를 가볍게 여기지는 않아야 한다는 것이다. 기술을 추구하는 목적보다 기술경쟁 자체에 매몰되거나 새로운 기술의 혁신성과 편리함에 도취되어 기술이 초래할 수 있는 위험을 잊어버리지 않는 것이 중요하다.

사람은 불완전하다. 그래서 발명과 연구를 통해 사람의 부족함을 채울 수 있는 기술을 만들고자

하는 욕구 또한 강하다. 그런데, 완벽하지 않은 존재인 사람이 만들어낸 기술은 과연 완벽할 수 있을까? 아무리 기술이 완벽하게 발전한다 해도 그것이 사람의 손에서 완벽하게 쓰일 수 있을까? 완벽한 기술에서 사람을 완전히 떼어 놓을 수 있다면 기술의 구현도 완벽하게 이루어지겠지만, 그것을 사람을 위한 기술이라고 할 수 있을까? 이런 의문은 피할 수 없고 피해서도 안 된다.

과학과 기술이 인간을 교만하게 만들고 인본주의가 극에 달하여 창조의 질서를 교란하므로 지속 가능한 미래를 단축할지도 모른다는 우려를 깊이 숙고하여야 할 때이다.

생명윤리 및 안전에 관한 법률(약칭: 생명윤리법) [시행 2017.7.26.]
[법률 제14839호, 2017.7.26]

제6장 유전자치료 및 검사 등

제47조(유전자치료)

① 인체 내에서 유전적 변이를 일으키는 일련의 행위에 해당하는 유전자 치료에 관한 연구는 다음 각 호의 모두에 해당하는 경우에만 할 수 있다.<개정 2015.12.29>

1. 유전질환, 암, 후천성면역결핍증, 그 밖에 생명을 위협하거나 심각한 장애를 불러일으키는 질병의 치료를 위한 연구
 2. 현재 이용 가능한 치료법이 없거나 유전자치료의 효과가 다른 치료법과 비교하여 현저히 우수할 것으로 예측되는 치료를 위한 연구
- ② 유전물질 또는 유전물질이 도입된 세포를 인체로 전달하는 일련의 행위에 해당하는 유전자치료에 관한 연구는 제1항 제1호 또는 제2호 중 어느 하나에 해당하는 경우에만 할 수 있다.<신설 2015.12.29>
- ③ 유전자치료는 배아, 난자, 정자 및 태아에 대하여 시행하여서는 아니 된다.
<개정 2015.12.29>

이남식 회장

이남식 회장은 카이스트에서 산업공학 석사와 박사를 취득하였고, 전주대와 계원예술대학교 총장을 역임하였다. 현재 서울디자인재단이사이자 CCF 포럼 회장이다.

