인공지능 헬스케어와 의료 정책

2020년 5월

보건복지부

이용준

국외훈련개요

1. 훈련국: 미국

2. 훈련기관명: 에모리 대학교 (Emory University)

3. 훈련분야: 공공보건 (Public Health)

4. 훈련기간: 2019.6.1~2020.6.11

목차

**1. 인공지능이란 무엇인가**

1.1. 강인공지능과 약인공지능

1.2. 규칙기반 인공지능과 딥 러닝

1.3. 제3세대 인공지능: 인공신경망과 딥 러닝

1.4. 인공지능과 인간 – 특이점, 튜링 테스트, 중국어 방

1.4.1. 특이점(singularity)

1.4.2. 튜링 테스트

1.4.3. 중국어 방

**2. 인공지능과 의료**

2.1. 미래라는 이름의 의료 인공지능

2.2. 의료 인공지능의 활용 유형

2.2.1. 의학적 통찰

2.2.2. 이미지 판독

2.2.3. 실시간 모니터링

2.3. 연관된 문제들

2.3.1. 데이터 수집과 분석, 그리고 빅데이터

2.3.2. 원격의료

2.3.2.1. 원격의료 도입의 적기

2.3.2.2. 원격의료 도입에 앞서 생각할 점들

2.3.2.3. 원격 모니터링과 인공지능

2.3.3. 팬더믹과 인공지능

2.3.4. 인공지능 의료의 현실

2.4. 인공지능과 의료 격차

2.5. 인공지능은 의사를 대체하는가

2.5.1. 인공지능과 일자리

2.5.2. 인공지능 대 의사

**3. 인공지능과 정부 정책**

3.1. 데이터 확보와 프라이버시

3.1.1. 데이터는 인공지능의 선결 문제

3.1.2. 개인정보 보호

3.1.3. 원격의료와 개인정보 보호

3.2. 의료 공급자의 역할

3.2.1. 의료 시스템의 3P

3.2.2. 의사 패싱

3.2.3. 해결책 – 선제적 대응

3.3. 보험재정

3.3.1. 의료보험의 재정 건전성

3.3.2. 인공지능 헬스케어와 보험 재정 건전성

3.3.3. 수가 제도 개선

3.4. 지식재산권

3.4.1. 지식재산권의 한계

3.4.2. 의약품 강제실시권

3.4.3. 인공지능 헬스케어와 의약품 특허권

3.5. 기업 규제 – 규제회피형 벤처

3.5.1. 세녹스

3.5.2. 혁신이냐 무임승차냐

3.5.3. 인공지능의 시대, 어떤 규제를 철폐하고 어떤 기업을 지원할 것인가

**4. 맺는 말**

1. 인공지능이란 무엇인가

2008년,구글(Google)은 호기롭게 ‘구글 독감 추이(Google Flu Trend)’라는 독감 유행 예측 서비스를 선보였다. 이어진 <네이처>지의 논문에 따르면 검색 트렌드를 활용한 동 서비스는 미국 질병관리센터(Center for Disease Control; CDC)보다 2주 먼저 독감 유행을 예측할 수 있다고 했다. 그러나 ‘구글 독감 추이’는 2009년 신종 플루(H1N1)의 대유행을 감지하지 못했고, 2013년에는 독감 발생률을 실제보다 2배로 예측하여 망신을 당했다.[[1]](#footnote-2)

구글이 명예를 회복할 수 있었던 것은 이세돌 9단을 격파한 알파고(AlphaGo) 덕분이었다. 자신 있게 5대0 승리를 장담하던 이세돌 9단은 딥 러닝(Deep Learning) 메커니즘의 허를 찌르는 ‘편법’으로 겨우 한 판을 따내는 데 그쳤다. 그리고, 인공지능은 일상생활에서 널리 쓰이는 단어가 되었다.

2020년 5월 현재, 전 세계는 2019년형 신종 코로나바이러스, 약칭 코로나-19의 위세에 휩싸여 있다. 예상했던 대로, 이번에도 인공지능이 바이러스의 유행 패턴을 미리 감지했다는 기사가 보도되었다. ‘그럴 줄 알았다’고 말하는 사후확신 편향일 수도 있지만, 인공지능이라는 개념이 그만큼 사람들에게 친숙한 개념으로 자리잡았다고 볼 수도 있겠다.

최근에 재미있는 만화를 보았는데, 양자역학의 일등 공신 중 하나인 영국 과학자, 폴 디랙(Paul Dirac)에 관한 것이었다. 그는 숫기 없는 정도를 지나쳐 사람들과의 의사소통을 대단히 어려워 했는데, 여자에게는 직접 말을 걸거나 대답을 하지도 못할 정도였다는 것이다. 그런 그의 성격에 대한 만화가의 한마디는 이랬다.

“이 사람, 튜링 테스트 통과 못 할 듯.”

이 대목을 읽던 당시, 나는 공항 게이트에서 비행기를 기다리는 중이었는데, 너무 크게 웃은 나머지 주변 사람들이 나를 돌아볼 정도였다. 튜링 테스트에 위음성이 나올 정도의 사교성이라니, 폴 디랙의 성격에 대한 한줄 요약으로는 최고라는 생각이 든다.

튜링 테스트(Turing’s Test)란 무엇인가? 컴퓨터의 아버지인 앨런 튜링(Alan Turing)이 제안한, 인공지능의 발전 정도를 알아보는 테스트다. 이미테이션 게임(imitation game)이라고도 불리는데, 베데딕트 컴버배치가 앨런 튜링을 연기한 그의 전기 영화 제목과도 같다.

인공지능에 관한 많은 책들이 ‘지능이란 무엇인가’라는 질문을 간과한다. 지능이란 무엇인가 하는 질문이 워낙 철학적인 함의를 가지고 있어 서론만 쓰다가 책이 끝날 수도 있는 문제라서 감히 건드릴 생각을 하지 못하는 것이다. 그러나 다른 한편으로는, 적어도 인공지능과 관련해서는 ‘지능이란 무엇인가’라는 질문이 필요없기 때문이기도 하다. 인공지능 논의에서 지능의 정의를 빼버릴 수 있게 한 것이 바로 튜링 테스트다.

지능이 무엇인가 하는 질문은 동물과 로봇의 지능은 물론, 생물 전반, 심지어 바이러스가 지능을 가지고 있는가 하는 질문까지 이어질 수 있는 난제다. 하지만 지능에 대해서 우리가 확실하게 말할 수 있는 것이 하나 있다. 바로 인간에게 지능이 있다는 것이다. 지능이란 것이 원래부터 인본적인(anthropocentric) 개념이기 때문이다. 달리 말하면 지능이란 원래부터 인간의 특징 중 하나로 정의된 개념이다.

그렇다면 인공지능이 과연 지능이라고 불릴 경지에 도달했는가 하는 질문은 의외로 간단하게 정의될 수 있다. 인공지능을 인간이라고 착각할 정도라면, 인간 수준의 지능을 가진 것이다. 너무 가혹한 기준이 아니냐고 되물을 수도 있겠지만, 우리 인류가 인공지능을 창조하려고 하는 이유를 생각해 본다면 전혀 과도한 기준이 아니다.

튜링 테스트의 요지는 이것이다. 비대면 방식으로 대화를 하는 상대가 인간이라고 착각될 정도의 메커니즘이라면, 그것은 충분히 지능적인 메커니즘, 즉 인공지능이라고 할 수 있다는 것이다.

방식은 이렇다. 한 사람이 상대방 둘과 대화를 진행한다. 콘솔, 즉 키보드를 통해 채팅 방식으로 대화하는 것이다. 상대방 둘 중 하나는 인간이고, 나머지 하나는 컴퓨터다. 테스트 진행자가 상대방의 정체를 알아낼 수 없다면, 즉 인간과 컴퓨터를 구분해내지 못한다면, 그 컴퓨터는 튜링 테스트를 통과한 것이다.

튜링 테스트를 통과한 컴퓨터가 존재하는가 하는 질문에 대해서는 의견이 많이 갈린다. 튜링 테스트가 제안되고 얼마 안 있어, 즉 1950년대에 튜링 테스트를 통과한 컴퓨터가 이미 나타났다는 주장도 있고, 몇년 전에 드디어 그런 컴퓨터가 나타났다는 주장도, 튜링 테스트를 통과한 컴퓨터는 아직까지도 존재하지 않는다는 주장도 나는 읽었다.

튜링 테스트에 대해서는 논란도 존재한다. 미국 철학자 존 설(John Searle)은 ‘중국어 방’이라는 유명한 사고실험을 통해 튜링 테스트를 통과했다고 해서 지능이 있는 것은 아니라는 논증을 펼친 바 있다. 이 문제는 대단히 중요하기 때문에, 후에 다시 살펴보도록 하겠다.

튜링 테스트에 관한 논쟁은 이 실험의 적합성, 충분성, 공정성 등 여러 가지 방면에서 벌어진다. 그러나 인공지능에 관해서 튜링 테스트 이상의 검증 방법이 아직까지도 나오지 않는 것을 보면, 이 문제가 얼마나 어려운지, 또한 앨런 튜링의 천재성이 어느 정도인지 짐작하고도 남음이 있다.

앞에서도 말했지만, 튜링 테스트는 ‘인간 수준의 지능’이 존재하는지 여부를 검사하는 것이다. 인간 수준의 지능을 요구하는 이유는 실용성 때문이다. 산업 혁명과 함께 불어닥친 자동화의 물결은 많은 부작용을 야기했다. 자동화에 의한 인간소외를 다룬 찰리 채플린의 영화 <모던 타임즈>가 세상에 나온 지 80년이 넘게 지났다. 인공지능으로 인해 인간이 또다시 소외되지 않게 하려면, 인공지능이 우리에게 어떤 영향을 끼칠지 미리 생각해봐야 할 것이다.

많은 사람들이 인공지능의 도래로 인한 일자리의 소멸을 우려한다. 하지만 희망적인 관측도 있다. 인공지능의 개발로 인해, 많은 사람들은 비인간적인 노동에서 해방되어 자아 성찰과 실현을 위한 시간을 되돌려받게 될 것이라 주장하는 사람들도 많이 있다.

1.1. 강인공지능과 약인공지능

‘인공지능(artificial intelligence)’이라는 용어 자체는 1956년 미국 다트머스 대학에서 열린 워크샵에서 존 매커시(John McCarthy)가 처음 사용한 것으로 알려져 있다.[[2]](#footnote-3) 하지만 인공지능이라는 개념은 인류 역사 만큼이나 오래된 것이다. 중세에 이미 ‘성수 자판기’가 활용되었으며, 그에 앞서 그리스 신전에서도 ‘계시’의 도구로서 기계 장치가 쓰였다는 기록이 있다. 매리 셸리(Mary Shelley)의 고전, <프랑켄슈타인>에 나오는 되살아난 시체 역시 인공지능의 하나로 볼 수 있다.

특정한 기능을 수행하는 인공지능은 우리 주위에 무수히 많다. 자동판매기는 이제 믹스커피와 설탕의 비율을 맞추는 데 그치지 않고 라면을 끓여주기도 하며, 인공지능이 내장되었다는 냉난방 조절장치가 설치된 아파트도 많다. 자동화 공장에서 사용되는 조립 기계들도 특정 기능에 한해서는 인간보다 빠르고 정확하게 판단하고 행동한다. 이렇게 특정한 기능을 수행하는 인공지능을 약인공지능이라고 부른다. 그러나 많은 사람들이 이런 수준의 인공지능에 만족하지 않는다.

이에 대비되는 개념, 즉 강인공지능이란 인간을 대체하는 형태의 인공지능을 말한다. 다시 말하면, 일반형 인공지능이다. 약인공지능이 특정한 형태의 문제풀이에 특화되어 있다면, 강인공지능은 어떤 문제에도 대처가 가능하다. 약인공지능에게는 문제가 주어지지만, 강인공지능은 문제를 파악하는 것부터 시작한다. 강인공지능은 아직까지 구현되어 있지 않다. 화성 탐사 로봇이나 아마존의 ‘알렉사’조차도 강인공지능과는 거리가 멀다. 몇 가지 약인공지능을 합쳐 놓은 물건일 뿐이다.

인류는 아직 약인공지능조차 정복하지 못했다. IBM이 개발한 인공지능 ‘왓슨(Watson)’은 역대 최강의 퀴즈쇼 챔피언 두 명을 상대로 압도적인 점수차로 승리했다. 알파고는 이세돌 9단을 상대로 4대1의 압승을 거뒀다. 이보다 먼저, 딥 블루(Deep Blue)가 세계 최강의 체스 챔피언 가리 카스파로프(Garry Kasparov)에게 승리를 거뒀지만, 딥 블루가 체스를 두는 방식은 알파고가 바둑을 두는 방식과는 판이하게 다르다.

인공지능에 대한 도전은 결국 강인공지능을 이루기 위한 것이지만, 인류 문명은 아직 그 길에 초입에 도달하지도 못했다. 약인공지능에 국한된 것이기는 해도, 인공지능이 어떻게 발전해 왔는지 알아보는 것이 필요하다. 인공지능 헬스케어 역시, 결국은 약인공지능이기 때문이다.

1.2. 규칙기반 인공지능과 딥 러닝

인공지능은 지금까지 3세대를 거쳐 발전해왔다. 1세대 인공지능은 간단히 말해 규칙대로 행동하는 알고리즘이다. 인공지능 스피커, ‘카카오 미니’는 사용자와 함께 스무고개를 할 수 있는데, 이것이 전형적인 1세대 인공지능이다.[[3]](#footnote-4) 1세대 인공지능은 사람이 생각할 수 있는 가장 직관적인 형태의 인공지능이다. ‘시키는 대로 해라’라는 형태의 인공지능이므로, 인류가 오랫동안 사용해 왔던 것이기도 하다. 바로 노예, 농노, 그리고 회사 직원을 통해서 말이다.

IBM의 딥 블루는 1세대 인공지능이다. 상대방의 수가 입력되면, 그에 맞추어 최적의 전략을 내놓는 것이다. 이 과정에서 수많은 연산이 필요하다. 최적의 프로그램이 아니더라도 컴퓨터 프로세서가 발전하고 연산속도가 빨라지면 1세대 인공지능이라도 할 수 있는 것은 얼마든지 많다. 하지만 1세대 인공지능은 기본적으로 단순 계산 알고리즘일 뿐이며, 따라서 이것을 인공지능이라고 부르면 안 된다는 주장도 존재한다.[[4]](#footnote-5)

1950년대에 일어나 한 세대를 풍미했던 인공지능 연구의 붐은 곧 침체를 겪는다. 연구자들이 보통 인공지능 연구의 ‘겨울’이라 부르는 시기가 도래했다. 1973년, 영국 하원의 의뢰를 받은 제임스 라이트힐 교수(Sir James Lighthill)가 내놓은 보고서가 발단이었다. 해당 보고서의 결론은 인공지능이 실제 문제(real world problems) 해결에 도움이 되지 못한다는 것이다. 그 이유는 ‘조합 폭발’과 ‘비추적성’으로 인한 것이다. 즉 인공지능이 너무 많은 경우의 수를 감당하지 못하고. 답을 내놓는 경우에도 어떻게 그 해답에 이르렀는지 역추적이 불가능하기 때문이라는 것이다.[[5]](#footnote-6) 이것은 당시 컴퓨터 하드웨어의 한계 때문이기도 하지만, 규칙 기반 인공지능의 내재적 문제이기도 하다.

문제의 첫 번째 차원, 즉 컴퓨터 하드웨어의 한계는 시간이 극복해 주었다. 1980년대 초중반에 나타난 ‘인공지능 붐(AI Boom)’은 하드웨어의 발전에 의해 컴퓨터의 연산속도가 빨라졌기 때문에 가능했다. 1980년대의 AI 프로그램을 보통 ‘전문가 시스템(expert system)이라고 부른다. 기존의 인공지능이 존재하는 모든 경우의 수를 다 계산했다면, ‘전문가 시스템’은 전문가들이 가지고 있을 법한 지식을 활용해서 경우의 수를 줄인다. 체스의 예를 든다면, 해당 상황에서 가능한 모든 수를 계산하는 대신, 체스 전문가들이 둘 만한 수에 한해서 계산을 행한다는 것이다.

소위 2세대 인공지능이라 불리는 ‘전문가 시스템’의 구별에 대해서는 많은 전문가들이 회의적이다. 규칙 기반이라는 점에 있어서 1세대와 다르지 않기 때문이다. 1세대 인공지능이라고 해서 ‘모든’ 경우의 수를 계산하는 것도 아니기 때문에, 1세대와 2세대를 굳이 구별할 필요가 없다는 것이다.

필자의 경험을 토대로 이야기하자면, 1세대와 2세대의 구별은 별 의미가 없다고 생각한다. 1980년대, 8비트 컴퓨터에서 구동되던 기본적인 체스 프로그램을 과연 2세대 인공지능이라고 부를 수 있을까? 당시 체스 프로그램도 나름대로 체스 고수들의 수를 참조해서 만들었다고는 한다. 하지만 가리 카스파로프를 이긴 ‘딥 블루’와는 비교조차 할 수 없다. 그 체스 프로그램에 내장된 ‘전문가적 지식’이라는 것은 말하자면 ‘딥 블루’에 내장되었던 것에 비해 한 없이 얇은 책이었던 것이다. 결론적으로, 1세대와 2세대 인공지능의 차이는 내장된 알고리즘의 복잡도에 불과하다.

역사를 보아도 과연 그렇다. 1980년대 초중반 경제 붐에 편승했던 ‘인공지능 붐’은 1987년 갑자기 식어버린다. 다우 지수가 하루만에 22.6% 하락한 바로 그 유명한 ‘블랙 먼데이’가 바로 1987년에 일어난 사건이다. 경제위기에 직면한 미국 정부는 효용이 낮은 프로젝트부터 종료시켜야 하는 상황에 빠졌다. 투입에 비해 산출이 초라한 인공지능 연구야말로 그런 프로젝트의 대표격이었다. 즉 2세대 인공지능은 1세대 인공지능과 별다를 것이 없는, 투자할 만한 가치가 없는 기술이었다. 1987년부터 인공지능 연구는 또 하나의 겨울을 맞게 된다.

또다시 겨울이 지나고 인공지능의 봄이 온 것을 사람들은 1993년 정도로 본다. 무어의 법칙(Moore’s Law)에 따라 기하급수적으로 발전하는 컴퓨터의 연산 능력, 그리고 경제 호황이 배경이 된 것이다. 1997년, 딥 블루가 체스 세계 챔피언 가리 카스파로프를 이긴 것은 그 자체로 하나의 기념비적 사건이라고 할 수 있겠지만, 결과론적 해석에 가깝다는 것이 내 의견이다. 그 이유는 앞서 밝힌 바와 같다. 딥 블루는 규칙 기반 인공지능이다. 하드웨어의 발전에 따라 드디어 인간을 이길 때가 된 것뿐이다.

진정한 게임 체인저는 인공신경망에 의한 인공지능, 즉 3세대 인공지능의 도래라고 보아야 한다. 인공신경망은 말 그대로 인간의 뇌, 즉 생체적 뇌를 모방하는 것이다. 아이디어는 이미 예전부터 존재했던 것이지만, 하드웨어적 한계로 인해 실제로 가능해진 것은 21세기에 들어서다. 2012년 이미지넷(ImageNet) 대회에서 경쟁자들을 압살하고 우승을 차지한 제프리 힌튼(Geoffrey Hinton) 교수 팀의 등장, 그것이야말로 3세대 인공지능을 세상에 알린 사건이며, 인공지능을 일상생활 어휘로 바꿔버린 사건이다.

제프리 힌튼 교수 팀의 성공은 인공신경망, 기계학습(machine learning), 그리고 딥 러닝이라는 것이 실제로 유효하다는 것을 입증했다는 점에서 역사적인 사건이다. 이로 인해 인공지능 연구의 대세는 인공신경망으로 바뀌었다. 이 사건 이후에 그 모든 일들이 일어났다. 구글의 딥마인드(DeepMind) 인수, 알파고에 대한 대대적인 투자, 그리고 이세돌 9단과의 대결.

알파고와 이세돌 9단의 대결을 나는 몇 달 전부터 기다리고 있었다. 그런 이벤트에 대해서 사람들은 별 흥미를 갖지 않을 것이라고 생각하면서. 그런데 대결 날짜가 가까워지면서 의외로 많은 언론이 이 이벤트에 대해 보도하기 시작했다. 이세돌 9단은 특유의 입담으로 멋진 인터뷰를 했다. 자신이 이기는 것은 당연한 것이고, 관전 포인트는 스코어라는 것이었다. 5대0이 될 것이냐 말 것이냐가 문제인데, 아마 5대0이지 않겠냐는 그의 자신감을 나는 믿어 의심치 않았다.

체스에서 이미 기계가 인간을 이겼지만, 바둑이 허용하는 경우의 수는 체스와는 비교도 되지 않는다. 전 우주에 존재하는 원자의 수보다도 많은 경우의 수가 바둑에는 존재한다. 제한 시간이 걸린 바둑이라는 게임에서 컴퓨터가 그 많은 연산의 일부라도 할 수 있을까. 바둑은 통찰력의 게임, 따라서 아직 컴퓨터의 영역이 아니라고 생각했다. 그것이 나를 포함한 수많은 사람들의 생각의 한계였다. 알파고는 애당초에 그 모든 경우의 수를 계산할 생각조차 하지 않았는데 말이다.

전술한 바와 같이, 많은 학자들이 1세대 인공지능과 2세대 인공지능 사이의 차이를 부정한다. 이들에 따르면 인공지능은 현재 제2세대에 와 있다. 제1세대 인공지능은 ‘할 수 있기 때문에 한다(doing something because you can)’라고 표현한다면, 제2세대 인공지능은 ‘옳은 방법으로 한다(doing something how you should) ‘라고 표현할 수 있다.[[6]](#footnote-7) 그렇다면, 랜스 월러(Lance Waller) 교수가 ‘마땅한 방법’이라고 주장하는 인공지능, 즉 인공신경망은 과연 어떤 것인가?

1.3. 제3세대 인공지능: 인공신경망과 딥 러닝

인공신경망(artificial neural network), 즉 3세대 인공지능은 인류가 그동안 이뤄왔던 혁신에 관한 직관에 위배된다. 하늘을 날고 싶은 인류의 꿈은 결국 이루어졌지만, 새의 날개를 모방해서 이룩된 것이 아니었다. 모양이나 기제를 따라할 필요는 없다. 같은 기능을 하기만 하면 되는 것이다. 대부분의 발명과 혁신에 대해서 인정되는 명제다. 그런데 인공신경망은 정확하게 그 반대를 지향한다. 뇌의 작동 방식에 대해서 인류는 거의 아는 것이 없다. 그런데도 뇌의 만듦새와 작동 방식을 흉내내서 뇌의 기능을 구현하겠다는 것이 바로 인공신경망이다.

인공신경망의 기본은 또다시 경우의 수다. 여러 가지 경우의 수에 따른 대안을 조사해서, 최선의 답을 구하는 것이다. 비유가 아니라 정말이다. 계산값 중 가장 높은 수치를 내놓는 쪽으로 결정을 하는 것이다. 그런데 그 정확도를 높인 것은 인공신경망의 한 가지 방법, 즉 딥 러닝이었다. 딥 러닝 또한 인간의 뇌를 흉내낸다는 점에 있어서 여타 인공신경망과 다르지 않다. 다만, 리소스가 많이 드는 방법이라서 많은 이들의 지지를 받지 못했던 것뿐이다. 그러나 그것도 이제는 옛날 얘기다. 제프리 힌튼 교수의 입지전적 성공 이후, 지금은 오히려 딥 러닝을 사용하지 않는 인공신경망을 찾기가 어렵다.

딥 러닝(Deep Learning)은 사실 단순하다. 되먹임(feedback)을 여러 차례 사용하는 것뿐이다. 제프리 힌튼 교수에 의해 유명해진 이미지넷 대회는 2012년 이후, 딥 러닝 인공신경망들 끼리의 대결이 되었는데, 되먹임 횟수를 누가누가 더 많이 늘리는가의 대결이 되고 말았다. 이후, 이미지넷 대회의 우승자는 구글, 마이크로소프트를 거쳐 중국의 바이두 팀이 되었다. 2017년 대회를 마지막으로 2D 이미지 인식에 관한 이미지넷 대회는 중단되었는데, 인간보다 인식률이 뛰어난 알고리즘들을 상대로 대회를 더 지속할 이유가 없었기 때문이다.

2012년 당시, 제프리 힌튼 교수 팀의 ‘알렉스넷(AlexNet)’은 15.3%의 오류율로 압도적인 승리를 거뒀다. 당시 다른 팀들은 26% 이상의 오류율에서 1%p 이내의 정확도를 서로 겨루고 있었다. 100미터 달리기에서 9초의 벽을 넘냐 마냐 하고 있는데 갑자기 7초 대로 세계 신기록을 달성한 것과 같은 일이 일어나버렸다.

이미지넷 마지막 대회 우승을 차지했던 바이두의 알고리즘은 3% 정도의 오류율을 보였는데, 인간의 오류율이 5% 정도임을 감안하면, 과연 ‘인간을 흉내내는’ 인공지능끼리의 대결이 이제는 의미없는 수준이라고 볼 수 있겠다. 현재 바이두의 안면인식 알고리즘은 무려 99.77%의 정확도를 자랑한다고 한다.[[7]](#footnote-8)

아쉽지만, 폭발적인 성장세를 보이고 있는 현재의 인공신경망은 인간의 뇌와 비교조차 가능하지 않을 정도로 초라하다. 최근 연구에 따르면 인간 뉴런은 약 860억 개로 추산되고 있다.[[8]](#footnote-9) 신경망의 수는 이들이 이루는 조합의 수에 달려 있다. 뉴런의 종류에 따라 시냅스의 수는 다르지만, 일반적으로 3세 아기는 1천 조 개의 시냅스를 형성하는 것으로 알려져 있다.[[9]](#footnote-10) 현재의 컴퓨터 기술이 감히 넘볼 수 있는 수준이 아니다.

기술신봉자들과 낙관론자들은 그 차이가 근시일 내에 좁혀질 것이라고 본다. 무어의 법칙이 계속되거나, 아니면 다른 기술혁신이 나타나 그 차이를 메울 것이라고 생각하는 것이다. 그러나 무어의 법칙은 이미 그 한계점에 도달했다는 것이 과학자들의 견해다. 현재의 마이크로 공정은 이미 작아질 수 있는 한계에 도달했으며, 더 작은 수준으로 마이크로 공정을 발전시키려고 할 경우 양자간섭이 일어날 수 있다는 것이 중론이다. 물론, 낙관론자들이 주장하 듯 무엇인가 다른 종류의 혁신적인 설계로 새로운 컴퓨터가 만들어질 수도 있다.[[10]](#footnote-11) 그렇게 되면 컴퓨터는 언젠가 하드웨어적 측면에서 인간의 뇌를 뛰어넘을 것이다.

다음은 딥 러닝에 대해 이야기해 보자. 앞에서도 말했듯이 딥 러닝이란 되먹임이다. 비유를 하자면, 요리 재료를 푸드 프로세서에 넣어 돌려서 나온 결과물을 다시 푸드 프로세서에 넣어 돌리는 것이다. 이 경우에는 더 곱게 갈린 요리재료들이 나오게 될 텐데, 딥 러닝 인공신경망은 신기하게도 더 정확한 결과를 내놓는다.

제프리 힌튼 교수 팀이 이미지넷 대회에서 선 보여 세계를 경악시켰던 알렉스넷은 인공신경망 중에서도 CNN(convolutional neural network)이라고 불리는 것인데, 말하자면 인간의 시신경 구조를 모방한 것이다. 여러 겹의 계산 층위가 자신의 전 단계는 물론 인접한 계산 층위의 전 단계 결과값도 받아들여 계산하는 것이 특징이다.[[11]](#footnote-12) 입력이 출력 방향으로만 활성화될 경우, 은닉 뉴런에는 과거 정보가 전달되지 못한다는 단점이 있는데, 이것을 해결한 것이 RNN(Recurrent neural network)다.

딥 러닝은 기본적으로 CNN이나 RNN에서 몇 개의 은닉 층위를 운영하느냐의 문제다. 단순히 계산 층위가 많아지는 것만으로도 계산 결과의 정확도는 눈에 띄게 높아진다. 이미지넷에 선풍을 불러온 제프리 힌튼 교수 팀의 알렉스넷은 겨우 8개의 층위를 가지고도 한 시대를 여는 신기원을 이루었다. 이후의 이미지넷 경진대회는 딥 러닝 층위를 몇 개 쌓느냐를 겨루는 장이 되고 말았는데, 2015년 우승을 차지한 마이크로소프트의 CNN은 152개에 달하는 층위를 가지고 있었다.[[12]](#footnote-13) 알렉스넷이 세상에 나온 지 겨우 3년 만의 일이다.

물론, 딥 러닝의 층위(layer)에 대한 투자는 다른 모든 투자와 마찬가지로 한계효용이 점감하는 형태로 나타난다. 그럼에도 불구하고 마이크로소프트와 같은 식의 투자가 가능한 것은 컴퓨터 집적회로의 기하급수적 발전에 그 공로를 돌려야 할 것이다.

딥 러닝은 양적 변화가 질적 변화로 이어지는 전형적인 사례라고 볼 수 있을 것이다. 하지만, 앞서 말했듯이 무어의 법칙은 이제 한계점에 다다르고 있다. 강인공지능을 구현하기 위해서는 인간의 뇌가 어떻게 작동하는지에 대한 연구와 함께 컴퓨터 기술의 혁신적 발전 역시 필요하다.

제3세대 인공지능, 즉 인공신경망과 딥 러닝에 대해 정확한 정의를 내리는 것은 사실 별 쓸모가 없는 일인지도 모른다. 결국 그것은 우리가 편리하게 사용할 수 있는 하나의 블랙박스에 불과하다. 그 블랙박스에 관해서라면, <인공지능의 미래>의 저자 제리 카플란이 말하는 다음의 사실 정도만 기억해도 충분할지 모른다.

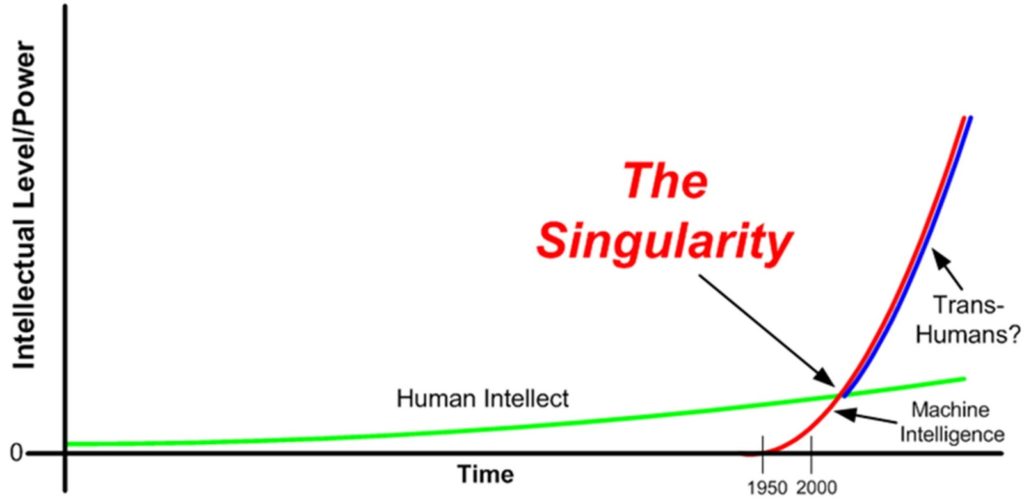
인공지능은 그 영역에 대한 심층적인 이해는 고사하고 가벼운 지식조차 없는데도, 충분한 예를 제공하면 그것을 통해 파악하고 초인적인 수준으로 문제를 해결해 낸다.[[13]](#footnote-14)

1.4 인공지능과 인간 – 특이점, 튜링 테스트, 중국어 방

1.4.1 특이점(singularity)

물리학에서 특이점이란, 일반적인 물리 법칙이 적용되지 않는 지점을 말한다. 사건의 지평선(event horizon) 건너편의 블랙홀이나, 우주의 기점으로 알려진 빅뱅(big bang)이 특이점의 사례다. 물리학의 특이점을 중력장의 개념으로 설명하면, 중력에 의한 공간의 곡률(曲率)이 무한대가 되는 지점이다.

인공지능과 관련해서 말하는 특이점 역시 그런 특징에 기반한 작명이다. 가로축을 시간, 세로축을 인공지능의 발전 정도 내지 똑똑함으로 표시할 경우, 함수 곡선상 접선의 기울기가 무한대가 되는 지점이 바로 특이점이다.



특이점 개념도[[14]](#footnote-15)

좀 더 쉽게 다가오는 이미지는 영화 <터미네이터>의 세상이다. 이 영화에 나오는 세계는 컴퓨터에 의해 지배된다. 이 영화에서 컴퓨터는 인간을 사냥하지만, 그건 극적 재미를 위한 것이고, 사실 컴퓨터는 단지 인간이 필요없을 뿐이다. 제리 카플란의 명저 <인간은 필요없다>의 제목이 시사하듯, 특이점이 온 세상에 인간은 포함되지 않는다. 잉여로운 존재인 것이다.

<터미네이터>의 스카이넷은 인간을 사냥하지만, 실제로 특이점이 온다면 인공지능은 자신에게 위협이 되지 못하는 인간이라는 존재를 굳이 사냥할 이유를 찾지 못할 것이다. 그렇다고 해서 안심할 것도 아니다. 인공지능은 인류를 사냥하지는 않겠지만, 아마 가축으로 사육하거나 박물관용으로 일부만 살려둘 것이다. 그렇게 생각하면, 특이점이 온 미래에서 인류의 운명은 <터미네이터>가 묘사하는 것보다도 암울하다.

그렇다면 왜 인공지능은 인간을 필요로 하지 않을까? 알파고의 사례가 대답을 해줄 수 있다. 알파고는 원래 인간 기사들이 축적해온 수많은 기보(棋譜)를 학습했다. 그렇게 인간이 바둑을 둔 사례를 학습하면서, 알파고는 바둑이라는 게임에서 이기는 방법을 스스로 학습했다. 놀라운 것은, 알파고가 인간의 기보를 모두 익히는 데 걸린 시간이 예상보다 훨씬 짧았다는 것이다. 더 이상 학습할 기보가 없게 되자, 알파고는 인공지능 사이의 가상의 대전, 즉 시뮬레이션 결과를 학습하기 시작했다. 다시 말해, 인공지능 알파고는 이미 특이점을 지났다. 다만, 그 영역이 바둑이라는 게임 하나에 국한되어 있을 뿐이다.[[15]](#footnote-16)

특이점이 도래하는 원리는 단순하다. 알파고의 사례에서 볼 수 있듯, 어느 정도의 발전 단계를 지난 인공지능은 스스로 학습할 수 있다. 즉, 인간이 컴퓨터를 가르치는 단계에서 컴퓨터가 컴퓨터를 가르치는 단계로 넘어가는 것이다. 이때, 인간이 인공지능의 발전 자체를 목표로 삼을 경우, 컴퓨터는 어떻게 그런 결론에 이르렀는지를 인간에게 설명할 필요가 없다. 그렇게 되면 인간으로서는 인공지능이 발전한다는 사실만 알 수 있을 뿐, 어떻게 해서 그런 발전이 일어나는지 그 메커니즘은 이해하지 못하게 된다. 특이점 이전 단계에서는 인공지능이 인간을 필요로 하지만, 특이점 이후에서는 그렇지 않다는 것이다.

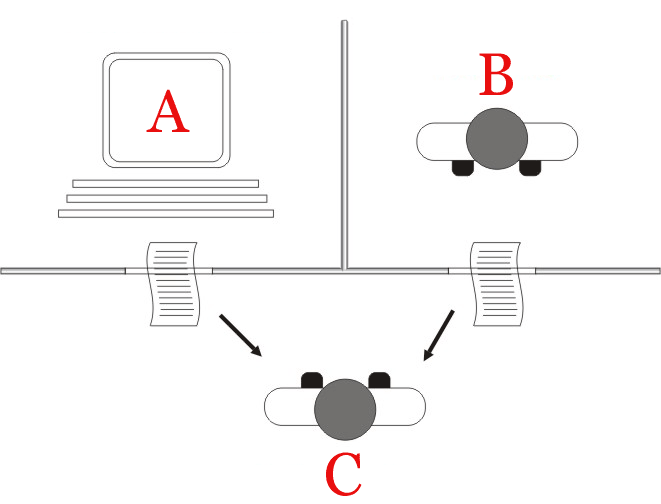
인류의 조상인 오스트랄로피테쿠스가 지구에 나타난 것은 지금으로부터 약 6백만 년 전이다. 만물의 영장이라는 인류가 그토록 자랑하는 ‘인간의 뇌’는 6백만 년의 진화를 거듭해서 오늘날의 성능을 달성했다는 이야기다. 그러나 인공지능은 어떤가? 앨런 튜링이 나치 독일의 암호기계, ‘이니그마(Enigma)’를 파훼하기 위해 고안한 장치를 컴퓨터의 오스트랄로피테쿠스라고 보아도, 인공지능의 진화는 80년도 걸리지 않았다. 에니악(ENIAC)을 컴퓨터의 시초로 본다면 컴퓨터 진화의 역사는 더욱 짧아진다.

인간이 인공지능 연구를 계속하는 한, 인공지능의 진화가 인간 지능의 진화를 뛰어넘는 것은 필연적 미래다.

1.4.2 튜링 테스트

그렇다면 인공지능은 과연 인간 지능을 대체할 수 있을까?

인공지능이 발전을 거듭해 특이점에 도달한다 하더라도, 인공지능으로 해결할 수 없는 영역이 존재한다면 인간 지능은 여전히 쓸모가 있을 것이다. 따라서, 특이점의 도래를 인간의 운명과 연결지어 생각하려면 인공지능이 인간 지능을 대체할 수 있을지의 문제를 검토해봐야 한다. 컴퓨터의 창조자, 앨런 튜링은 이미 이 문제에 대해서도 해결책을 제시했다. 서두에서 잠깐 이야기했던 튜링 테스트가 바로 그것이다.



‘일반적인(standard)’ 튜링 테스트 개념도[[16]](#footnote-17)

앨런 튜링이 제시한 튜링 테스트는 다음과 같이 진행된다. 판독자(C)는 문서를 통해 A, B 두 상대와 대화를 진행한다. 당연한 얘기지만 판독자는 두 상대방의 모습을 볼 수 없으며, 의사 소통은 상대방을 직접 대면하지 않아도 되는 매개체를 통해 이루어진다. 충분한 의사 소통 이후에, 판독자는 A, B 중 어느쪽이 인간이고 어느쪽이 인공지능인가를 판단한다. 충분한 숫자의 판독자가 둘 사이에서 유의미한 차별점을 발견하지 못하게 된다면, 즉 C의 정답률이 50%에 수렴하게 되면, 그 인공지능은 인간 지능과 차별점이 없다는 것이 튜링 테스트의 핵심이다.

앨런 튜링이 이 테스트를 고안한 1950년에는 프린터는커녕 모니터나 키보드조차 없었으므로, 앨런 튜링은 순수히 철학적인 관점에서 이 테스트를 제안한 것이다. 현재 기술 수준에서는 어떤 방식의 비음성 의사 소통을 사용해도 문제 없을 것이며, 기술이 조금만 더 발전한다면 음성 언어를 써서 의사 소통을 한다고 해도 튜링 테스트의 본질에 위배되지 않는다.

비트겐슈타인은 <논리철학논고(Tractatus Logico-Philosophicus>를 탈고한 후, 자신이 언어와 진리에 관한 궁극의 해답을 발견했으므로 철학이라는 학문은 사라져야 한다고 주장했다. 실제로 그는 학자를 은퇴하고 목수의 삶을 살았는데, 40세의 나이가 되어 젊은 자신이 저질렀던 오만을 반성하고 철학계에 돌아왔다. 이렇게 해서, 나이가 들고 더 현명해진 비트겐슈타인이 내놓은 것이 바로 언어철학계의 불후의 명작이 된 그의 유작, <철학 탐구(Philosophical Investigation)>다.

젊은 시절의 비트겐슈타인은 언어의 문제가 단지 ‘현실 묘사’의 문제라고 생각했다. 있는 그대로 삼라만상을 묘사하면 언어의 오용으로 발생하는 진리 오도의 문제가 사라진다고 결론내린 것이다. 그러나 <철학 탐구>에서 그는 인간의 언어가 단지 현실 묘사를 위한 도구에 지나지 않는다는 젊은 자신의 성급했던 결론을 뒤집는다. 언어는 어떤 사실을 전달하여 의사 소통을 가능하게 하는 데서 멈추지 않고, 그 자체로서 인간에게 중요한 의미를 가진다. 바깥 세상과의 대응이나 일치 여부와 상관 없이, 언어 행위 그 자체가 목적이 되기도 하는 것이다. 감사 인사나 도발과 같은 행위, 그리고 맥락에 기대는 불완전한 발화 등을 그는 예로 들었다.

튜링 테스트의 문제점이 바로 이 지점에서 발생한다. 튜링 테스트에서 판독자가 두 명의 ‘인간 후보’와 나누는 것은 결국 채팅이라고 볼 수 있다. 판독자는 상대와 나눈 대화를 통해 그 상대방이 인간인지 기계인지를 추론한다. 이는 언어의 여러 가지 기능 중 하나, 즉 ‘사회적 행위’에 초점을 맞추게 된다. 물론, 튜링 테스트에서 판독자는 어떤 종류의 대화든 시도할 수 있다. <논리철학논고>에서 젊은 비트겐슈타인이 철학의 모든 영역이라고 생각했던 ‘세계에 관한 묘사’를 논의해도 좋고, 그럴 듯한 거짓말을 지어내도 되며, 감탄사만 연발하다가 대화를 끝낼 수도 있다. 그러나 판독자의 과제는 분명하다. 상대방이 인간인지 여부를 판단하는 것. 그 목적을 달성하기 위해서는 언어의 사회적 측면이 부각될 수밖에 없다. 양자물리학자 폴 디랙이 튜링 테스트를 통과하지 못할 것 같다는 농담은 튜링 테스트의 바로 그러한 면을 지적하는 것이다.

튜링 테스트와 관련해서 또 한 가지 난점은 테스트 결과 해석이 주관적일 수 있다는 점이다. 혹자는 튜링 테스트를 통과한 알고리즘이 이미 1970년대에 등장했다고 주장하고, 혹자는 2013년에 와서 등장했다고 하며, 또 어떤 이는 아직도 튜링 테스트를 통과한 알고리즘이 존재하지 않는다고 말한다.

튜링 테스트를 통과한 컴퓨터가 존재하는가의 문제는 미뤄두자. 확실한 것은 ‘튜링 테스트’를 대체할 더 나은 인공지능 감별법이 아직 나오지 않고 있다는 사실이다. 인공지능이 인간 지능을 대체할 수 있는가, 그렇다면 그 시점을 우리는 어떻게 파악할 수 있는가 하는 문제에 있어 튜링 테스트는 아직도 중요한 의미를 가진다. 그렇기 때문에 철학자 존 설(John Searle)은 ‘중국어 방(Chinese Room)’이라는 사고 실험을 통해 다른 그 무엇도 아닌 튜링 테스트에 도전한 것이다.

1.4.3 중국어 방

나치 독일의 암호기계 ‘이니그마’가 파훼되고, 연합군은 독일과 추축국을 상대로 승리를 거두었다. 전시라는 비상 상황에서 앨런 튜링과 그의 동료들에게 제공되었던 정부의 막대한 지원은 이제 역사 속으로 사라졌다. 그런 상황에서, 컴퓨터와 인공지능에 관한 연구를 앨런 튜링은 머릿속에서 해야 했다. 튜링 테스트가 철학적인 외양을 가지고 있는 이유는 바로 그 때문이다.

철학적 개념에 대한 도전은 결국 철학의 영역에서 나와야 하는가. 1980년, 철학자 존 설은 ‘마음, 뇌, 프로그램(Minds, Brains, and Programs)’이라는 논문을 통해 ‘중국어 방’이라는 사고 실험을 제안하여 튜링 테스트에 도전해 왔다.

‘중국어 방’에는 한 사람이 들어가 있다. 그는 중국어를 전혀 이해하지 못한다. 다만, 그 방 안에는 세상의 모든 중국어를 해독할 수 있는 자료가 구비되어 있다. 중국어를 전혀 이해하지 못하는 사람이라도, 방 안의 자료가 지시하는 대로만 따라하면, 즉 자료에 적힌 알고리즘에 따라 단순한 작업을 수행하기만 하면, 중국어를 영어로 완벽하게 번역할 수 있다. 말하자면 ‘중국어 방’은 중국어를 전혀 이해하지 못하는 사람, 그리고 그런 사람이라도 완벽한 중국어 번역을 수행할 수 있도록 체계적으로 갖추어진 매뉴얼과 시스템, 그렇게 두 부분으로 구성된다.

‘중국어 방’을 이용하고자 하는 사람은 해독하고자 하는 중국어 문서를 창구를 통해 접수한다. 중국어 문서를 접수한 ‘중국어 방’의 운영자는 방 안에 구비된 시스템에 따라, 즉 방 안의 자료가 시키는 대로 행동하여 문서의 번역본을 만들어 낸다. 번역본을 창구를 통해 출력하면, 이용자는 중국어 문서의 번역본을 얻게 되는 것이다.

이용자로서는 ‘중국어 방’이라는 블랙박스가 어떤 구조인지 알 수 없다. 지금 설명한 기괴한 구조의 방도 중국어 번역본을 내놓을 수 있지만, 훨씬 더 간단한 구조, 즉 중국어에 능통한 번역가가 앉아 있는 단순한 방일 수도 있는 것이다. 이용자는 어떤 경우든 완벽한 중국어 번역본을 제공받는다. 따라서 그는 이 블랙박스가 ‘중국어 방’인지, 아니면 그저 중국어 번역가가 앉아 있는 방인지 알 수 없다. 튜링 테스트와 똑같은 구조인 것이다.

‘중국어 방’에 앉아서 번역 업무를 하는 사람은 중국어를 전혀 이해하지 못한다. 그는 정해진 매뉴얼과 작업 흐름도에 따라 단순 업무를 수행하는 것뿐이다. 그러나 ‘중국어 방’의 이용자로서는 그와 중국어 능통자를 전혀 구별할 수 없다. 튜링 테스트에서 인간과 똑같이 행동하는 인공지능을 인간이라고 착각하는 것과 마찬가지로, ‘중국어 방’의 이용자는 중국어에 무지몽매한 사람을 중국어 능통자라고 ‘착각’하는 것이다.

존 설이 목청을 높이는 부분이 바로 이 부분이다. ‘중국어 방’은 중국어 능통자와 마찬가지로 기능하지만, 그 안의 사람은 중국어 능통자가 아니다. 마찬가지로, 튜링 테스트를 통과하는 인공지능은 인간과 똑같이 대화할 수 있지만, 인간과 같다고 말할 수 없다는 것이 그의 주장이다.

처음 ‘중국어 방’ 사고 실험을 접했을 때, 나는 존 설이 유도하는 대로 그의 논리를 따라갔고, 그의 주장에 동조했다. 그러나 하룻밤만에 생각이 바뀌었다. 내 논리는 간단하다. 매뉴얼과 작업 흐름도에 따라 중국어 문서를 번역하는 ‘중국어 방’의 그 사람이 과연 중국어에 무지몽매한 사람이라고 할 수 있을까?

‘중국어 방’은 그 자체로 블랙박스다. 그 안에 중국어 능통자가 들어있는지, 아니면 매뉴얼에 따라 기계적으로 중국어를 번역하는 ‘무지몽매한 사람’이 들어있는지는 검증이 불가능하다. 김재인이 <인공지능의 시대, 다시 인간을 묻다>에서 말하듯, 만약 ‘중국어 방’ 논증이 결코 관측할 수 없는 ‘내부의 다름’을 주장하는 것이라면, 마찬가지로 우리는 오래된 철학적 난제인 유아론(唯我論, solipsism) 역시 결코 반증할 수 없다.[[17]](#footnote-18) 겉보기에는 나와 똑같은 모습이고 행동도 나와 비슷하지만, 세상 모든 사람들이 사실은 인간을 흉내내는 안드로이드일 수 있다. 중국어 능통자가 주재하는 방과 ‘중국어 방’이 똑같아 보이지만 사실은 다르다고 말하는 것은, 똑같아 보이지만 사실은 나만이 인간이고 다른 모든 사람들은 안드로이드나 환상에 불과하다고 주장하는 유아론과 다를 바가 없다.

결국 이것은 철학적 문제다. 또한 언어의 문제이기도 하다. 유아론은 결국 ‘인간이란 무엇인가’라는 질문으로 귀결된다. 외모와 행동양식이 나와 비슷한 존재들인 ‘다른 사람들’이 사실은 나와 같은 인간이 아니라 다른 존재일 수 있다고 생각하는 것은 결국 ‘무엇을 인간이라 정의할 것인가’ 하는 문제를 제기한다. ‘중국어 방’ 논증도 마찬가지다. 겉에서 구별할 수 없고 똑같이 중국어를 완벽하게 번역하는 사람을 ‘중국어를 전혀 모르는 사람’이라 정의하고자 한다면, ‘중국어를 이해한다는 것은 과연 무엇인가’ 하는 질문을 하지 않을 수 없기 때문이다.

튜링은 이미 존 설과 같은 부류의 이의제기에 대해 대답을 준비해 놓았다고, 김재인은 말한다.

"튜링은 설의 반론을 미리 논박하고 있었습니다. 중국어 방 같은 에이전트뿐 아니라 주위에 있는 다른 인간에게도 진짜로 의식이 있는지 물어볼 수 있고, 반면 그걸 확인할 길은 없다는 겁니다. 즉, 타인의 마음 상태에 대해 어차피 그 어떤 직접 증거도 없기 때문에 기계에게 더 높은 기준을 강요해야 할 이유가 없다는 거죠."[[18]](#footnote-19)

나는 또한 <철학 탐구>의 비트겐슈타인이 이렇게 말했을 것 같다. 지금 존 설 당신이 주장하는 것은 진위를 가릴 수 있는 명제가 아니라, ‘튜링 테스트가 마음에 들지 않는다’라는 감정 표현을 수행하는 언어 행위일 뿐이라고.

튜링 테스트는 테스트를 통과한 인공지능이 인간과 같다고 주장하지 않는다. 튜링은 철학 영역에 속하는 존재론적 동등성의 문제에 관심이 없다. 튜링 테스트는 두 지능의 동등성에 관한 이야기일 뿐이다. 튜링 테스트를 통과한 인공지능에 대해 인권에 준하는 기본권을 인정해야 한다고 주장하는 사람들도 있다. 그러나 그것은 튜링 테스트에 관한 담론이 아니라 튜링 테스트 이후의 담론이다.

존 설의 ‘중국어 방’ 논증은 잘 설계된 논증이고, 매우 훌륭한 ‘생각할 거리(food for thought)’다. 그러나 이 논증은 기초적인 논리 오류를 범하고 있다. ‘중국어 방’이라는 블랙박스 안의 사람이 중국어를 이해하지 못하므로 중국어 능통자와 다르다는 주장은, 논증될 수 없는 명제를 근거로 남의 주장을 반박하는 것에 불과하다.

본인이 그렇게 말하지는 않지만, 존 설이 ‘중국어 방’을 통해 믿고 싶어하는 것은 인공지능이 인간 지능을 대체하지 못한다는 것이다. 모든 행동을 인간과 똑같이 할 수 있고 외모조차 인간과 구별할 수 없는 기계가 등장한다 해도, 어떤 사람들은 그것이 여전히 인간이 아니라고 말할 것이다. 하지만 그 기계가 인간을 대체할 수 있는가 하는 질문은 별개의 것이다.

존 설의 ‘중국어 방’은 중국어를 전혀 이해하지 못하지만 중국어 번역가를 대체할 수 있는 시스템에 관한 것이다. ‘중국어 방’ 안에 들어 있는 사람이 중국어를 이해하는가 못 하는가 하는 것은 대단히 잉여로운 질문이다. ‘중국어 방’은 어쨌든 중국어 번역가를 대체할 수 있기 때문이다. 마찬가지로, 인공지능을 탑재한 바이오 로봇이 인간이냐 아니냐 하는 질문은 잉여롭다. 그 로봇은 인간을 대체할 것이기 때문이다.

2. 인공지능과 의료

고바야시 마사카즈의 <인공지능이 인간을 죽이는 날>은 인공지능의 위험성에 관한 책이다. 그에 따르면, 인공지능은 인류가 지금까지 사용해 온 수많은 블랙박스에 이은 또 하나의 블랙박스에 불과하다.[[19]](#footnote-20) 트랜지스터라는 발명품은 곰팡내 나는 과거의 유물처럼 보이지만 무려 양자역학을 이용한 물건이다. 우리들 대부분은 양자역학을 이해하지 못하지만 트랜지스터를 십억 개 단위로 욱여넣은 물건을 별 어려움 없이 잘 사용한다. 컴퓨터든 휴대폰이든 말이다.

작동 방식을 이해하지 못하는 물건이라면 위험하지 않겠느냐고 묻는 사람들이 있다. 그러나 우리가 잘 이해하는 물건은 우리에게 위험하지 않은가? 불이든 칼이든, 트랜지스터보다 훨씬 이해하기 쉬운 물건들도 인류에게는 얼마든지 위협이 된다. 고바야시 마사카즈의 <인공지능이 인간을 죽이는 날>은 무시무시한 제목에도 불구하고 인공지능이 위험하지 않다는 결론으로 끝맺는다. 인공지능은 인류가 계속해서 사용해온 블랙박스의 하나일 뿐이고, 그 위험성은 우리가 통제하기 나름이라는 것이다.

고바야시 마사카즈는 가장 이른 시점에 일상생활로 들어올 인공지능의 하나로 인공지능 헬스케어를 꼽는다. 그 인공지능은 인간의 생명을 다룬다. 그것은 의도하든 의도하지 않든 인간을 죽일 것이다.

의료 인공지능을 악용해서 사람을 고의로 살해하는 것은 윤리적 판단에 있어 가장 쉬운 영역에 속한다. 버그에 의해 사람이 죽는 경우는 훨씬 판단이 어렵다. 가장 어려운 것은 오히려 인간의 판단이 인공지능에게 가이드라인을 정해줘야 하는 경우다. 산모와 태아의 생명권이 서로 경합하는 경우에 인공지능은 어떤 판단을 내려야 할까? 성공보다 실패 확률이 더 높은 수술이지만 삶의 질(QoL)을 극적으로 높일 수 있는 수술이라면 기대값 계산을 어떻게 해야 할까? 블랙박스는 사람이 사용하기 나름이라는 고바야시 마사카즈의 편리한 결론은, 200 페이지라는 책의 분량이 강제한 편의적 결론에 가깝다.

고바야시 마사카즈는 말한다. 인공지능의 위험은 제어 시스템에서 인간을 배제할 때 발생한다고. 그러나 우리는 이미 수많은 제어 결정을 기계에 맞기고 있다. 자동 변속기나 에어컨의 온도 설정 기능까지 갈 것도 없다. 컵라면 익힐 물을 끓이는 전기 포트조차 기초적인 자동 제어 시스템을 갖추고 있다. 모든 결정을 인간의 손에 유보한다면, 인공지능이라는 개념은 아예 성립할 수가 없다. 인공지능의 가장 기본적인 요소는 바로 인간 대신 결정권을 행사하는 것이다. 고바야시 마사카즈의 책은 여러 가지 생각할 거리를 던져준다는 점에서 훌륭하지만, 성급하고 편의적인 결론을 제시한다는 점에서 문제가 있다.

결론을 얻기에는 부족하지만, 고바야시 마사카즈의 책은 시작점을 설정하기에는 더할 나위 없이 좋은 책이다. 결정권을 어디까지 유보할 것인가? 인간의 판단이 인공지능의 판단보다 우월하다고 확신할 수 있는가? 인간의 판단이 더 우월하다면, 그것은 직감 때문인가, 아니면 집단지성 때문인가? 인공지능이라는 블랙박스를 어떻게 통제할 것인가 하는 문제에 관해서 우리는 아직 제대로 된 논의를 시작하지도 못하고 있다.

인류는 불이라는 편리한 도구를 몇십만 년 이상 다뤄왔지만, 여전히 수많은 사람들이 불로 인해 죽는다. 의료 인공지능이라는 편리한 블랙박스를 다루는 데 있어 우리가 조심하고 또 조심하지 않으면 안 되는 이유는 쉽게 이해할 수 있다. 그래서 불완전하나마 논의를 시작해야 하는 것이다.

2.1 미래라는 이름의 의료 인공지능

2016년 길병원은 IBM의 암 진단 인공지능, ‘왓슨 포 온컬러지(Watson for Oncology)를 도입했다. 길병원은 환자들을 대상으로 이런 질문을 던졌다. 암 진단 소견에 있어서, 인간 의사와 왓슨의 의견이 다르다면, 당신은 어느 쪽을 신뢰하겠는가. 결과는 어땠을까? 최윤섭의 <의료 인공지능>에 따르면, 100%, 즉 모든 환자가 왓슨의 의견을 따르겠다고 대답했다.[[20]](#footnote-21)

이 설문조사 결과를 의료 인공지능의 신뢰도라는 간단한 질문에 대한 대답이라고 볼 수는 없다. ‘3분 진료’라는 우리 의료의 현실, 그리고 인공지능이라는 화려한 이름이 주는 후광효과가 답변자들의 심리에 영향을 주었을 것이기 때문이다. 그러나 90%도 95%도 아닌, 100%다. 나는 미국에서 많은 사람들을 만나 인터뷰하면서 이 설문조사 이야기를 했다. 설문조사 결과가 어떻게 나왔을 거 같냐고 묻는 내 질문에, 거의 모든 사람들이 인공지능 쪽의 우세를 점친 것도 사실이다. 하지만 100%라는 대답을 내놓은 사람은 단 한 명도 없었다.

이 설문조사 결과를 해독하는 데 있어 또 한 가지 잊지 말아야 하는 사실이 있다. 설문 조사 대상이 거리 위의 일반인이 아니었다는 점. 설문 조사는 암 환자들을 대상으로 한 것이었다. 가볍게 대답할 수 있는 질문이 아니었던 것이다.

답변에 영향을 준 수많은 요소들을 어떻게 해서 배제한다 하더라도, 환자들이 인간 의사보다 인공지능의 판단을 더 신뢰한다는 사실은 분명하게 말할 수 있을 것이다. 왜 그럴까? 그냥 내 추측이지만, 나는 이 결과를 행동경제학의 손실 회피 성향으로 설명할 수 있다고 생각한다.

간단히 말하면, 손실 회피 성향이란, 사람들이 손실로 인한 피해를 이득으로 인한 즐거움보다 더 절감(切感)한다는 것이다. 50%의 확률로 2억 원을 얻지만 50%의 확률로 한 푼도 건지지 못하는 도박과 그냥 1억 원을 받는 계약은 모두 기대값이 1억원으로 같다. 선택권이 주어진다면, 대개의 사람은 그냥 1억원을 받는 편을 택한다. 인간은 천성적으로 불확실성을 싫어하기 때문이다.

그러나 50%의 확률로 2억 원을 잃지만 50%의 확률로 한 푼도 잃지 않는 도박, 그리고 그냥 1억 원을 잃는 계약 사이에 선택을 강요받는다면 대부분의 사람들은 전자를 택한다. 한 푼도 잃지 않는 가능성에 목을 메는 것인데, 그 이유가 바로 손실 회피 성향이다. 어떤 연구에 따르면, 확정적 손실을 감내하게 하려면 그 손실의 기대값이 도박의 경우보다 절반 이하여야 한다고 한다. 다시 말하면, 인간은 이득보다 손실에 대해 두 배 더 민감하다는 것이다.

다시 길병원의 설문조사로 돌아가보자. 환자들에게 이 질문은 목숨에 관한 것이다. 환자에게 있어 최악의 결과는 죽음이다. 논리적으로 보면 죽음이라는 결과는 그 과정이 어떠했든 다를 게 없다. 그러나 인간은 감정의 동물이다. 의도했던 대로 수술이 진행되었음에도 불구하고 운이 나빠 죽는 경우에 비해, 의사가 사소한 실수를 해서 죽게 된다면 누구라도 훨씬 더 억울하다고 느낄 것이다. 인공 지능의 판단에 100% 몰표를 준 환자들의 심리는 바로 그런 억울한 죽음, 즉 정당화할 수 없는 손실을 회피하려는 성향 때문이라고 볼 수 있다.

두 명의 의사가 있다고 가정해 보자. 평균적으로 보면 둘의 실력은 같다. 의사 A는 직감에 따라 수술을 한다. 컨디션이 좋을 때 최상의 실력을 보여주지만 컨디션이 좋지 않을 때는 수술 실패 확률이 극적으로 올라간다. 의사 B는 매뉴얼에 따라 마치 기계처럼 수술한다. 그래서 언제나 일정한 성공과 실패 확률을 보여준다. 어느 쪽을 선택할 것인가? 불확실성을 기피하고 손실을 피하려는 성향을 가진 우리 대부분은 의사 B를 선택할 것이다. 길병원의 설문 조사에서 의사 B의 이름은 IBM 왓슨이었다.

그러나, 문제는 그렇게 간단하지 않다. 자동변속기 차량의 급발진 문제는 수십 년 동안의 법정 싸움에도 불구하고 아직 결론이 나지 않았다. 의료 인공지능 역시 설계자가 미처 생각지 못한 어떤 버그로 인해 오작동할 확률이 분명히 존재한다. 인공지능은 필연적으로 버그의 가능성이 있다는 사실을 고지했더라도 길병원 설문조사의 결과는 마찬가지였을까?

또 다른 변수도 있다. 사람들은 급발진 문제가 자동변속기 차량에서만 일어난다는 사실을 알면서도 자동변속기 차량을 구매한다. 설마 그런 일이 나에게 일어나겠냐는 안이한 생각으로 그렇게 하는 것이지만, 사실은 아주 작은 확률을 무시하려는 인간 사고의 편향성 때문일 수도 있다.

예전에 어떤 웹사이트에서 이런 설문조사를 본적이 있다. 과학자가 순간이동 장치를 개발했다. 지구상 그 어디라도 순식간에 도달할 수 있는 편리한 기계. 그러나 하늘 아래 완벽한 것은 없는 법. 1억 분의 1의 확률에 불과하지만, 순간이동 장치를 사용하는 사람은 흔적도 없이 분해되어 사라져버리는 위험을 감수해야 한다. 이런 순간이동 장치를 사용하려는 사람이 있을까?

나는 아무도 그런 장치를 사용하려고 하지 않을 것이라 예상했다. 그러나 설문조사 결과는 내 예상과 정확히 반대였다. 절대 다수의 응답자가 그 순간이동 장치가 정부의 허가를 받고 상용화될 것이라고 대답했다. 사소한 확률의 위험을 무릎쓰더라도 빠른 이동을 원하는 사람이 있을 것이며, 추락할 경우 거의 확실하게 사망하는 비행기를 수많은 사람들이 이용하는 것이 증거라는 것이다. 그들의 주장을 듣고 나는 생각을 바꾸었다. 불완전한 인간의 사고 능력 때문이든, 목숨보다 돈이 중요하다고 주장하는 자본주의 때문이든, 그런 기계는 분명히 상용화될 것이다. 정부가 그런 위험한 물건을 허가하겠냐고? 물론이다. 정부가 허가하지 않는다면 그 기계는 지하경제로 들어가 훨씬 더 비싼 값에 서비스를 판매할 것이다.

이 에피소드의 교훈은 분명하다. 자율주행이든 의료 인공지능이든 우리는 100% 안전하다는 확신을 가지기 전에 그 기술들을 수용할 것이다. 세상에서 사람을 가장 많이 죽이는 물건, 자동차가 이미 우리 곁에 아무렇지도 않게 돌아다니고 있지 않은가.

쇄국정책으로 제국주의를 막을 수 없었듯이, 의료 인공지능은 우리의 미래에 분명하게 한 자리를 차지할 것이다. 그렇다면 문제는 역시 다시 원점으로 돌아온다. 의료 인공지능을 어떻게 통제할 것인가.

2.2 의료 인공지능의 활용 유형

최윤섭은 <의료 인공지능>에서 의학계가 인공지능을 활용하는 세 가지 유형으로 의학적 통찰, 이미지 판독, 그리고 실시간 모니터링을 들고 있다.

첫째는 의학적 통찰이다. 체온, 혈압, 심전도 등 다양한 데이터를 통해 결론을 도출하는 판단의 영역이다. 고대로부터 세계 각국의 의사들은 주로 문진을 통해 환자의 상태를 파악하고 진단과 처방을 내려 왔다. 그러나 그들은 또한 맥을 짚기도 하고 원시적인 청진기를 통해 호흡과 심장박동의 소리를 들어 문진으로 얻은 데이터를 보충하기도 했다.

현대 의학은 수많은 기기들을 동원해 환자의 상태에 관한 데이터를 얻어낸다. 그러나 그 수많은 데이터를 기반으로 의사는 대개 가부간의 결정, 즉 예스 아니면 노의 결정을 하게 된다. 많은 의사들이 자의적인 판단을 배제하기 위해 나름대로 정형화된 판단 방법을 개발하려고 했다. 그러나 모으는 데이터에 비해 볼 때, 의사들이 활용 중인 판단 알고리즘은 아직 초라한 단계다. 게다가 자의적인 판단도 얼마든지 가능하다. 그러나 컴퓨터라면 얘기가 달라진다.

두 번째 영역은 이미지 판독이다. 의학 만화나 드라마에 자주 나오는 장면 중 하나가 CT나 MRI 사진에서 다른 사람이 놓친 병증을 주인공이 잡아내는 장면이다. 만화나 드라마에서는 그런 의사가 멋있을지 모르나, 현실이 그렇다고 한다면 그건 상당히 암울한 이야기다. 몇 사람에 불과한 명의를 만나지 못한다면, 몸에 좋지도 않은 조영제를 맞고 찍은 CT 사진이 무용지물이 되는 것이다.

다행스럽게도, 제프리 힌튼 교수가 유행시킨 신경망 인공지능 덕분에 이 분야는 급속한 속도로 발전 중이다. 앞서 소개한 대로, 이미지넷 대회는 2017년을 마지막으로 2D 이미지에 대한 정확도 경쟁을 중단했다. 인간의 정확도를 아득히 뛰어넘는 인공지능이 이미 등장했기 때문이다. 대소를 비교할 수 있는 수치 데이터와 달리, 이미지 데이터는 체계적인 논리로 접근하기 어렵다. 바로 그때문에 신경망 인공지능과 딥 러닝 메커니즘이 이 분야에서 빛을 발하고 있는 것이다.

세 번째 영역은 연속 데이터를 모니터링하여 의학적 통찰을 얻어내는 영역이다. 연속 데이터가 수치적 데이터나 이미지와 다른 점은 시간에 따른 변화를 포함한다는 점이다. 연속 데이터의 꽃은 그래서 실시간 모니터링 데이터다. 현재에도 중환자들의 상태를 실시간으로 모니터링하는 기계는 많이 있다. 그러나 의료진이 그러한 데이터에 실시간으로 반응하는 것은 생각할 수도 없다. 모니터링 대상의 심장박동이 정지하였을 경우 코드 블루를 발동하는 정도다.

첫 번째 영역, 즉 수치 데이터 판독과 마찬가지로 이 영역에서도 인공지능은 비약적인 진보를 가져올 수 있다. 최윤섭의 책 <의료 인공지능>은 서울아산병원이 인공지능을 이용해 실시간 모니터링 데이터를 분석, 발생 1시간 전에 부정맥을 예측한 사례를 싣고 있다.

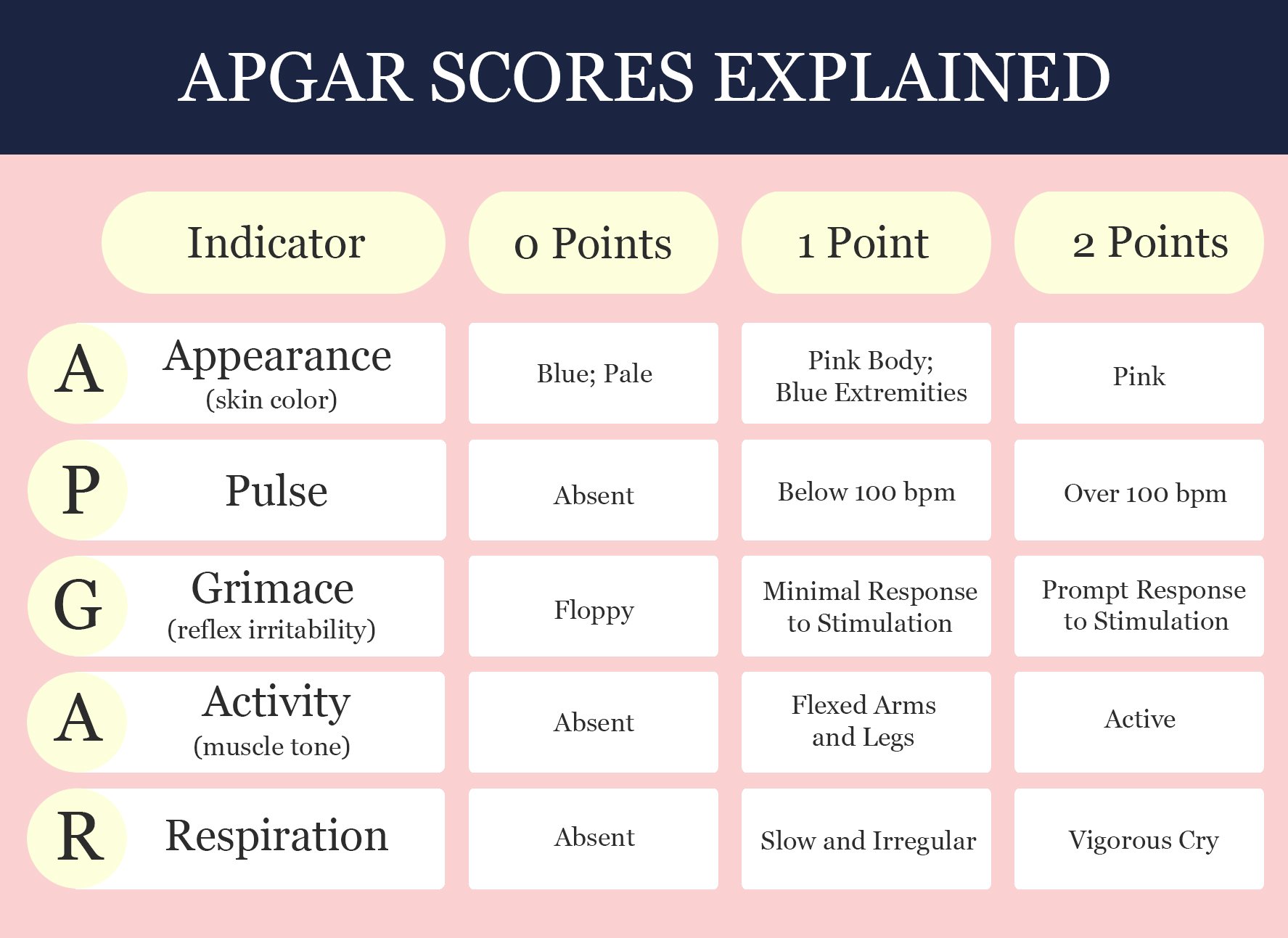
2.2.1 의학적 통찰

의사이자 저술가인 아툴 가완디(Atul Gawande)의 <어떻게 일할 것인가(Better)>에 따르면, 의사들이 데이터를 처리하는 방식은 아직도 원시적이라고 한다.

의사들은 입원 환자에 대해서 여러 가지 데이터를 하루 종일 수집한다. 체온, 혈압, 심장박동은 하루에도 여러 차례 체크하고, 혈액 검사나 심전도 검사 등 다양한 검사를 수시로 실시한다. 그렇게 해서 수많은 데이터를, 그것도 무려 정량적 데이터를 얻는다. 그러나 그 데이터를 어떻게 해석해야 하는지에 대해서 의사들은 아무런 기준을 가지고 있지 않다. 모든 수치가 정상 범위에 있다면 좋겠지만, 그렇지 않을 경우 어떤 기준으로 행동해야 하는지는 전적으로 의사의 감에 달려 있다는 것이다. 이는 정량적 데이터를 주물러서 수치화된 결론을 찍어내는 다른 학문 분야와는 너무 다르다. 흔해 빠진 방정식은 고사하고 범위 수준에서 판단을 내리는 가이드라인조차 없는 의학 분과가 대부분이다.

의사들의 자의적인 데이터 처리를 지적하며, 아툴 가완디는 ‘아프가 점수(Apgar Score)’로 인한 혁신을 대조적 사례로 제시한다. 신생아의 상태를 체크하여 어떤 조치를 취해야 할지 판단하는 데 사용되는 것이 ‘아프가 점수’다. 이는 놀라울 정도로 단순하다.

신생아의 전신이 분홍색이면 2점, 잘 울면 2점, 별 탈 없이 활기차게 숨 쉬면 2점, 사지를 모두 잘 움직이면 2점, 심장박동수가 100을 넘으면 2점이 주어졌다. 10점 만점을 기록한 신생아는 더없이 건강하다는 뜻이고 4점 이하의 아기는 허약하고 상태가 비관적이라는 뜻이다.[[21]](#footnote-22)



아프가 점수 체계[[22]](#footnote-23)

1953년, 버지니아 아프가(Virginia Apgar)가 이 간단한 점수 체계를 고안하기 전까지, 신생아에 대한 의학적 조치 판단은 전적으로 의사의 직관에 맡겨져 있었다. 아프가 점수에 따랐다면 인큐베이터로 보내 살릴 수 있었던 신생아도 가망이 없는 것으로 여겨져 사산아로 취급되는 일도 많았다고 한다. 아프가 점수가 도입되지 않았더라면, 미국에서 한 해 동안 사망하는 신생아는 지금의 여덟 배가 되었을 것이라고 아툴 가완디는 말한다.

불행하게도, 의학계에서 아프가 점수는 예외적이다. 의학계의 다른 분과에서는 이 정도로 간단한 판단 기준조차도 없는 것이 보통이다. 그래서 의사들은 수많은 데이터를 거의 실시간으로 받아볼 수 있으면서도 직관에 의존하여 판단을 내려야 하는 처지에 있다.

작동 원리가 밝혀지지 않은 블랙박스를 일단 실전 현장에 투입하는 문제는 이미 이야기했다. 페니실린을 발견한 알렉산더 플레밍(Sir Alexander Fleming)은 페니실린이 어떤 메커니즘으로 병균을 죽이는지 알지 못했다. 배양액 접시에 떨어진 푸른 곰팡이가 배양 중이던 세균을 거의 전멸시켰다는 사실을 우연히 발견한 것뿐이다.

플로리(Howard Walter Florey)와 체인(Ernst Boris Chain)이 푸른 곰팡이를 증폭시키는 방법을 연구하는 대신 푸른 곰팡이가 세균을 죽이는 메커니즘을 연구했다면, 인류는 아직까지도 박테리아와 힘겨운 싸움을 하고 있을지도 모른다.[[23]](#footnote-24) 대신 그들은 이 신비한 블랙박스를 어떻게든 대량으로 배양, 사람의 생명을 구하는 일에 써보기로 결심했다. 그들의 무모한 용기가 수많은 사람들의 목숨을 살린 셈이다.

세상에 100%라는 것은 없다. 달성하기 어려운 중용이라는 가치가 고귀하게 인식되는 것도 바로 그 때문이다. 우연히 발견한 신약을 무모하게 남발했다가는 부작용이라는 암초를 만나 좌초할 수 있다. 그렇지만, 돌 다리를 전부 다 두드려 안전을 확보하기에는 시간이 모자랄 때도 있다.

아툴 가완디는 말한다. 의학계는 ‘근거 중심 의학’에 대한 맹신이 지배하고 있다고. 이중 맹검, 무작위 샘플 선발, 그리고 대조군 실험을 통하지 않았다면 그 어떤 신약도 현장에 도입될 수 없다는 의견을 가진 의료인이 무수히 많다.

아프가 점수는 ‘근거 중심 의학’의 그 어떤 요소도 갖추지 못했다. 산부인과 의료진들의 경험을 바탕으로 간략한 점수 체계를 고안한 것뿐이다. 심장박동 수와 피부의 색깔이 동등한 비중으로 점수에 반영되어야 하는 그 어떤 근거도 과학적으로 입증된 바가 없다. 그러나 아프가 점수는 수많은 신생아들의 생명을 살렸다.

인공지능은 암묵지(tacit knowledge)를 배울 수 있다. 중세에 각종 직업 길드를 가득 채웠던 도제 시스템이 바로 암묵지를 전수하기 위한 것이었다. 말이나 교본으로 가르칠 수 없는 것을, 오랜 시간 동안 함께하면서 어깨너머로 직접 보고 배우라는 것이었다. 암묵지가 암묵지인 이유는 말로 명쾌하게 설명할 수 없기 때문이다. 그래서 실험도 검증도 가능하지 않다. 그러나 인공지능은 그 패턴을 인식해서 재현할 수 있다. 인공지능은 ‘아프가 점수’와 같이 명백하고 가시적인 체계를 만들지 않고도 잡다한 데이터에서 결론을 추출할 수 있다.

아는 것과 가르치는 것은 다르다는 말이 있다. 우리가 그동안 암묵지라고 불러왔던 것은 사실 말이나 계산을 통해 체계적으로 설명하기 어려운 지식을 그저 뭉뚱그려서 표현한 것일 수 있다. 김재인은 이렇게 말한다.

이성은 인간의 고유한 능력인 게 맞습니다. 단지 인간은 이제 그 능력을 극대화한 기계를 만든 것이고 계산을 잘하는 외부 뇌를 갖게 된 것과 같아요. 좋은 일입니다. 그런데 이성만이 인간의 고유한 능력일까요? 이 문제는 더 따져봐야 합니다. 섣부르게 직관, 감성, 상상력 같은 걸 제시할 시점은 아닙니다. 그런 능력들이 계산 능력이 아니라고 단언할 수 없거든요. 알파고 사례에서 확인된 게 그것이었죠. 감, 직관, 기분, 맛 등 바둑에서 사용되었던 그 많은 용어들은 결국 계산하기 어려움을 에둘러 표현한 것에 불과했던 거였어요. 따라서 계산 불가능한 일이 어떤 것들인지 알려는 작업에 착수해야 할 겁니다. 이게 가장 시급한 일입니다.[[24]](#footnote-25)

제2세대 인공지능까지만 해도 상황은 달랐다. 인간이 판단 기준을 세워주지 않는 한, 컴퓨터가 할 수 있는 것은 단지 복잡한 계산을 수행하는 것에 불과했다. 그러나 제3세대 인공지능, 즉 기계학습에 의해 그것이 바뀌었다. 이제 컴퓨터는 데이터와 결론을 연결 짓기만 하면 된다. 어째서 데이터에서 그 결론을 이끌어 냈는지, 그걸 인간에게 검사받지 않아도 된다. 김재인이 지적하는 것처럼, 그동안 우리가 감이나 직관이라 불러왔던 것의 정체는 사실 아주 복잡한 계산에 불과한 것인지도 모른다.

알파고가 이세돌에게 도전할 당시, 많은 사람들이 이세돌의 우세를 점쳤다. 바둑이라는 게임이 허용하는 경우의 수는 전 우주에 존재하는 원자의 수보다 많으므로, 컴퓨터가 자신의 장기인 계산을 통해 인간을 따라잡을 수는 없을 것이라는 생각이었다. 바둑은 시간 제한이 있는 게임이다. 컴퓨터 프로세서가 아무리 발달해도 전 우주에 존재하는 원자의 수보다 많은 경우의 수를 계산해볼 수는 없다. 결국 인간만이 가진 고유의 능력, ‘직관’이 컴퓨터를 이길 것이라 생각한 것이다.

직관. 말콤 글래드웰은 <블링크(Blink!)>에서 이것이 인간 뇌의 작동유형 중 하나라고 말하는데, 대니얼 카너만이 <생각에 관한 생각(Thinking Fast and Slow)>에서 주장하는 ‘1번 시스템’과 같은 개념이다. 이들은 ‘빠른 사고 체계’, 즉 직관이 인류 진화의 최종 산물이라 생각했다. 알파고 사건은 이들의 생각에 대해 크나큰 반증이 아닐 수 없다. 비록 바둑의 영역에 국한한 것이기는 해도, 알파고는 인간의 직관을 뛰어넘었다.

딥 러닝 기술을 응용하면 수많은 병리 데이터에서 결론을 이끌어내는 시스템을 구축할 수 있다. 의사는 복잡하고 다양한 검사 수치들을 일일이 신경쓰지 않아도 된다. 검사 수치는 모두 시스템에 입력하고, 인공지능이 내놓는 소견을 참고하기만 하면 되는 것이다.

물론 문제가 없지는 않다. 의료 인공지능의 가장 큰 맹점 중 하나가 바로 트래킹(tracking)이 불가능하거나 어렵다는 점이다. 암묵지를 제대로 배웠는지 알아보는 방법은 결과를 보고 판단하는 수밖에 없다. 의료 분야에서 인공지능이 처하는 문제점이 바로 여기에 있다. 인공지능이 제대로 판단했는지, 일단 수술을 해보고 환자가 살아나는지 결과를 보고 판단하자고 말할 수는 없는 법이다.

결론은 나왔으되 어떻게 해서 그런 결론을 이끌어 냈는지 설명할 수 없다면 크게 두 가지 문제에 직면하게 된다. 첫째, 하나의 거대한 블랙박스가 되어버린 그 치료법에 어떤 변경도 개선도 불가능하다는 점이다. 치료 도중에 사소한 실수나 변이가 발생해도 개선하거나 고칠 방법이 없다. 부작용이 존재한다는 사실을 알아도, 그 부분만 분리해서 고칠 방법도 없다. 컴퓨터가 내놓는 답은 하나의 패키지이고, 의사는 그 블랙박스 안을 들여다볼 수 없기 때문에 사소한 미세조정조차 하지 못하게 되는 것이다.

또 하나의 문제도 결코 작지 않다. 바로, 환자와의 의사 소통 문제다.

“인공지능의 판단에 따르면 당신은 이 수술을 해야 합니다. 수술을 할 경우 73%의 확률로 병증이 완전히 사라지지만 5%의 확률로 사망에 이를 수 있습니다. 왜 그런지는 모릅니다.”

의사에게 저런 설명을 듣고 납득할 환자가 과연 몇 명이나 있을까? 블랙박스인 인공지능이 내놓는 답을 그저 수용하기만 해야 하는 의사는 환자와의 의사 소통에서만 어려움을 겪는 것이 아니다. 다른 의사를 포함하는 의료진, 보호자, 언론 등 수많은 다른 이해관계자들과도 의사 소통이 어렵기는 마찬가지다.

IBM의 ‘왓슨 포 온컬러지’는 제3세대 인공지능이 아니다. 규칙기반 인공지능이다. 간단히 말하면 걸어 다니는 의학대전이라고나 할까. 그래서 왓슨은 알고리즘을 이용해서 판단을 내리며, 왜 그런 판단에 이르게 되었는지를 플로우 차트를 통해 보여줄 수도 있다. 트래킹이 가능하다는 얘기다. 도대체 왜 그런 판단을 내렸는지 근거를 댈 수 있으며, 그것을 보고 의료진이 논의해서 취할 것은 취하고 버릴 것은 버리는 선택도 가능하다. 환자도 보호자도 이해하기 쉽다.

그러나 왓슨과 같은 1세대 내지 2세대 인공지능을 만드는 일은 방대한 데이터베이스를 구축하는 일에 불과하다. 이 방법으로는 지금도 세계 각지에서 실전을 통해 의사들이 축적하는 방대한 ‘암묵지’를 전혀 활용하지 못한다. 제3세대 인공지능, 즉 자신의 판단을 인간의 언어로 설명하지 못하는 블랙박스를 우리가 받아들여야 하는 이유다.

고바야시 마사카즈를 비롯한 많은 인공지능 전문가들은 인공지능이 인류의 이익에 반하지 못하도록 하는 방안으로 ‘인간이 통제권을 유보하는 것’을 제안했다.[[25]](#footnote-26) 그러나 앞서도 이야기했듯, 통제권을 어디까지 유보할 것인가 하는, 매우 어려운 문제가 남는다. 통제권을 하나도 남기지 않고 전부 유보한다면, 그것은 인공지능을 전혀 활용하지 않겠다는 이야기다. 컴퓨터를 단지 계산기로서 활용하겠다는 생각이다. 인간의 규칙을 컴퓨터에게 가르치기만 하는 제1세대 인공지능조차도 많은 분기점에서 인공지능의 판단을 허용한다. 인간이 정해준 ‘규칙에 기반해서’이기는 하지만 말이다.

사실, 인간이 규칙을 정해주는 경우에도 컴퓨터는 얼마든지 빈틈을 찾아낼 수 있을 것이다. 아서 클라크(Arthur Clark)의 <2001: 스페이스 오디세이>에 등장하는 인공지능, ‘HAL 9000’이 그런 가능성을 설득력 있게 보여주고 있지 않은가.

2.2.2 이미지 판독

인간은 오감을 가지고 있으나 대개 시각에 의존한다. 사람은 기본적으로 시각적 정보를 기반으로 판단하고 행동하는 생물이다. 이미지 판독이 인공지능의 구현에 있어 핵심적인 자리를 차지하는 이유가 바로 그때문이다.

바이두의 안면인식 인공지능의 정확도는 무려 99.77%에 달한다. 인간의 안면 인식 정확도가 95% 정도 된다고 하니, 도저히 비교가 불가능한 수준이다. 바이두에게 인간 얼굴 사진 6천 쌍을 보여주고 동일인인지 여부를 판단하는 실험을 했다. 인공지능은 단지 14개의 오답을 내놓았을 뿐이다. 그러나 이것은 이야기의 끝이 아니다.

그런데 알고 보니 바이두의 인공지능이 틀렸다고 생각했던 14쌍 중에, 5쌍의 사진은 오히려 정답에 오류가 있었고, 실제로는 인공지능이 정확했던 것으로 드러났다.[[26]](#footnote-27)

코로나-19 사태에 직면해서도 인공지능은 꾸준히 존재감을 뽐내고 있다. 중국에서는 CCTV 화면을 판독하여 자가격리 의무를 위반한 사람들을 찾아낸다는 기사가 신문에 실렸다.

중국 항저우에 사는 사람이 원저우에 출장을 다녀왔다. 원저우는 후베이성 우한에서 900㎞ 가까이 떨어져 있음에도 후베이성 외 지역 중 가장 많은 확진자가 나오는 곳이다. 어떻게 알았는지 이내 경찰이 집에 찾아와 2주간의 자가격리를 요청했다. 경찰은 원저우 인근에서 그의 차 번호판을 감지하고 집까지 추적한 것이다. 12일째 되는 날 그는 지루함을 견디지 못 하고 집을 나와 돌아다녔다. 이번에도 경찰은 그를 적발했을 뿐 아니라 그의 직장에까지 경고를 보냈다. 항저우 시내에 설치된 AI 얼굴 인식 카메라가 그를 포착했기에 가능한 일이었다.[[27]](#footnote-28)

안면 인식 기술은 이미지 판독 영역에서도 현재 가장 앞서 있는 영역 중 하나다. 인공지능이 학습할 데이터가 그야말로 무궁무진하게 널려 있기 때문이다. 구글 포토(Google Photo)는 색감과 채도의 차이에도 불구하고 사진에 찍힌 사람들이 동일인인지 여부를 감쪽같이 알아내 인덱싱한다.

데이터는 인공지능과 밀접하게 연관된다. 거대한 데이터베이스가 인공지능의 학습을 가능케 하는 것은 물론, 그렇게 패턴을 학습한 인공지능은 원 자료에서 이전에 보지 못했던 면을 읽어내기도 한다. 의료 인공지능에 필요한 대다수의 정보가 개인 정보로서 프라이버시 보호의 대상이 된다는 사실을 고려하면, 데이터 접근이 쉬운 영역에서 인공지능의 발전 속도가 빠른 것은 당연한 일이다.

그러나 코로나 바이러스 사태는 안면 인식이 아닌 영역에서도 인공지능을 발전을 가속화하고 있다. 대표적인 분야가 바로 의료 이미지 판독이다. 2020년 3월 14일, 사우스차이나모닝포스트(SCMP)지는 중국 톈진 소재 슈퍼컴퓨터, 톈허-1호가 세계 의료진에게 개방된다고 보도했다. 해당 인공지능은 CT 이미지를 분석해서 코로나-19 감염 확률을 10단계로 구분하여 표시해준다. 이 인공지능은 폐 CT 사진 300장 분석을 10초 이내에 완료한다고 하는데, 이는 숙련된 영상의학 전문의에게도 15분 이상이 걸리는 일이다.[[28]](#footnote-29)

항체 검출 검사도, PCR 유전자 증폭 검사도 아닌 폐 CT 사진을 이용해 코로나 바이러스 감염 여부를 진단한다는 아이디어에 미국 질병관리센터를 비롯한 많은 기관이 우려를 표했다는 말과 함께 기사는 끝맺는다. 폐 CT 이미지 판독은 코로나 바이러스의 항체를 검출하는 것도, 바이러스 자체를 검출하는 검사도 아니므로 타당한 문제 제기다. 게다가 업로드된 이미지를 수집한 쪽에서 마음대로 사용할 수 있다면 개인정보 보호 문제도 걸린다. 어쨌든, 이미지 분석 영역은 인공지능 헬스케어의 최첨단을 이끌고 있다.

2.2.3. 실시간 모니터링

실시간 모니터링에 있어서도 인공지능은 인간 의사의 존재를 위협한다. 앞서 의학적 통찰과 관련하여 이야기한 데이터의 해석 문제는 실시간 모니터링에도 그대로 적용된다. 실시간 모니터링이란 연속된 데이터 집합에 불과하기 때문이다.

인간 의사의 생물학적 한계, 즉 피로 문제는 하루에 수십, 수백 장의 이미지를 판독해야 하는 영상의학과 전문의에게도 적용되지만 실시간 모니터링에도 적용된다. 의사에게 단지 한 명의 환자만이 주어지지 않는 한, 실시간 모니터링이란 원천적으로 인간 의사나 간호사에게 가능하지 않다. 결국 현재의 실시간 모니터링이란 검사 수치의 이상 변화를 기계가 감지하여 의료진에게 통보하는 형태일 수밖에 없다. 이렇게 되면 가짜 경보(false alarm)의 문제가 발생할 수밖에 없다.

양치기 소년의 가짜 경보에 질린 마을 사람들이 진짜 늑대가 몰려왔을 때 반응하지 않은 것처럼, 기계의 경보에도 불구하고 환자의 용태에 별다른 변화가 없었다면 의료진은 다음 경보에도 똑같이 기민하게 대응하기 어렵다. 모니터링 대상이 되는 수치가 정상범위를 벗어날 때마다 경보를 울리는 것에서 한 걸음 더 나아가, 인공지능이 그러한 수치 변화에 대해 1차적 판단을 내린다면, 실시간 모니터링 체계는 극적인 효율 개선을 기대할 수 있다.

환자의 상태를 세심하게 모니터링해서 질병의 발생을 예측하고 맞대응하는 것은 의료의 미래로 제시되는 4P (Personalized, Predictive, Preventive, Participatory) 중 두 개의 축, 즉 예측과 예방 의료와 연관된다. 앞서 서울아산병원의 인공지능이 모니터링 데이터를 분석해서 부정맥을 발생 1시간 전에 예측한 사례를 들었다. 입원한 중환자의 상태를 체크해서 위험을 예측하고 예방하는 것은 물론 중요하다. 하지만 모니터링은 그것보다 훨씬 일상적인 영역에서도 일어난다.

애플워치와 핏빗, 그리고 샤오미 미밴드로 대표되는 웨어러블 기기들의 등장 덕분이다. 실리콘밸리에 위치한 헬스케어 스타트업 카디오그램(Cardiogram)은 애플워치의 심박 데이터를 활용하여 부정맥을 예측할 수 있다는 것을 증명해 보였다.[[29]](#footnote-30)



카디오그램이 예시한 애플워치 심박 패턴[[30]](#footnote-31)

카디오그램은 부정맥의 일종인 심방세동(atrial fibrillation) 환자 347명을 포함한 총 9,750명을 대상으로 연구를 진행했다. 실험기간 동안 인공지능에게 입력된 심박 데이터는 약 139 백만 개. 카디오그램의 예측 모형은 C-stat값 0.97로 대단히 높은 정확도를 보였다.[[31]](#footnote-32) 민감도(양성을 양성으로 판단하는 비율)는 98%, 특이도(음성을 음성으로 판단하는 비율)는 90.2%로 역시 대단히 훌륭한 숫자들이다.

애플은 더 나아가 2018년 9월 출시된 애플워치4에 새로운 기능을 추가했다. 기존의 심장박동 측정에 더해, 심전도와 심방세동 측정, 그리고 낙상 감지 기능을 추가한 것이다. 특히 심전도 및 심방세동 측정 기능은 FDA의 허가까지 받았다.[[32]](#footnote-33)

2020년 2월 25일, 클리블랜드 클리닉(Cleaveland Clinic) 연구팀은 애플워치4의 심방세동 측정 기능 실험 결과를 발표했다. 애플워치 단독 사용으로는 전체 심방세동 건수의 41%만을 예측하는데 그쳤지만, 심박패턴을 PDF 형태로 저장하는 기능을 함께 사용할 경우 정확도는 무려 96%(90 건 중 84건 예측)에 달했다.[[33]](#footnote-34)

이는 의료보험 접근성이 매우 열악한 미국이나 아프리카 국가들의 보건 상황을 크게 개선시킬 수 있다. 미국의 경우, 현재 의료 오지 등에서 제한적으로 시행 중인 원격의료(telemedicine)와 결합할 경우 의료취약계층의 보건 향상에 크게 기여할 수 있을 것이다. 웨어러블 기기는 기존의 검진 장비에 비해 보급이 용이하므로, 아프리카 국가들 역시 이를 활용한 보건 향상을 기대할 수 있다.

2.3 연관된 문제들

2.3.1 데이터 수집과 분석, 그리고 빅데이터

제1세대 인공지능에게 데이터는 작업 대상에 불과하다. 인간이 가르쳐준 원리에 따라, 입력되는 데이터를 해석하고 가공하면 되는 것이다. 그러나 제3세대 인공지능에게 데이터는 존재의 근거다. 데이터가 없다면, 제3세대 인공지능은 존재할 수 없다. 제3세대 인공지능은 데이터를 가지고 스스로 학습한다. 어린 아이가 오감으로 세상의 입력을 받아들이며 스스로 학습하는 것과 마찬가지다.

공학자들의 숙어로 GIGO라는 것이 있다. Garbage In Garbage Out. 쓰레기를 넣으면 쓰레기가 나온다는 것이다. 물론 이것은 오래된 숙어이고, 제1세대 인공지능에 더 어울리는 말이기는 하다. 아무리 훌륭하게 디자인된 프로그램이라 하더라도, 쓰레기가 입력되면 출력되는 것도 가공된 쓰레기에 불과하다는 말이다.

그러나 데이터를 직접 학습하는 제3세대 인공지능에게 GIGO는 훨씬 더 심각한 위협이다. 쓰레기를 넣으면 쓰레기가 나오는 정도에서 그치지 않고, 인공지능 자체가 쓰레기가 된다.

인공지능까지 갈 것도 없이 가장 기초적인 데이터 분석도 데이터의 질에 좌우된다. 너무 당연한 이야기를 하는 것 같지만, 제대로된 데이터를 수집하는 것은 21세기인 지금에도 여전히 심각한 문제다. 에모리 의과대학교 교수, 로저 로샤(Roger Rochat)는 산부인과 전문의인데, 병원 내부망을 통해 수집되는 신생아 데이터의 질이 형편없어 수작업으로 하나하나 데이터를 검토해야 하는 고충을 토로한다.

“최근에 태어난 신생아의 출생년도가 1800년대로 입력된 경우도 있습니다. 눈으로 하나씩 보면서 걸러내야 합니다.”[[34]](#footnote-35)

데이터의 신뢰도 문제는 어제오늘의 일이 아니지만, 인공지능이 도약을 준비 중인 지금 이것이 더 큰 문제로 다가오는 이유는 또 한 가지 있다. 바로 빅데이터의 문제다.

빅데이터에 관한 합의된 정의는 없다. 다만, 사람들은 빅데이터가 이런저런 특징을 공유한다는 점에 동의하는 편이다. 보통 4V로 표현되는 빅데이터의 특징은 방대한 양(Volume), 전광석화와 같은 생성 속도(Velocity), 다양성(Variety), 그리고 진실성(Veracity)이다. 가치(Value)를 추가하여 5V라 부르는 사람들도 있지만, 네 번째 V인 진실성부터 왠지 구색을 맞추려고 들어가 있는 느낌이다.

양, 속도, 그리고 다양성이 빅데이터의 특징임에는 의심의 여지가 없다. 인류 문명은 현재 유례 없는 속도로 데이터를 축적하고 있는데, 이런 데이터 홍수 사태를 촉발시킨 것은 저렴하기가 이를 데 없는 기록매체 때문이다. 점토판과 파피루스의 시대에는 엄선된 데이터만이 기록되었다. 수많은 고대 기록이 로마와 중세 시대의 양피지 재활용으로 인해 파괴되었다.

지금은 완전히 다른 세상이다. 그 누구도 다시 쳐다보지 않을 데이터조차 어딘가에 기록된다. 빅데이터는 바로 이렇게 마구잡이로 생성되는 데이터를 활용할 방법을 강구한 결과에 불과하다. 빅데이터야말로 자본주의의 산물이다. 마구잡이로 기록되어지고 잊혀지는 데이터 더미 속에서, 돈이 될 만한 패턴을 발견하려 노력한 기업활동의 산물이기 때문이다.

소위 ‘4차 산업혁명 시대’에, 빅데이터라는 단어보다 더 오남용되는 단어는 없는 것 같다. 사람들이 ‘빅데이터’라고 말하는 경우, 그것은 대부분 그저 ‘데이터’를 지칭한다. 정도희는 <인공지능 시대의 비즈니스 전략>에서 이렇게 말한다.

데이터 앞에 ‘빅’이라는 말을 붙여서 얻는 효용이 무엇일까? 전혀 없다. 오히려 해롭다. 빅’이라는 말은 오해를 만들고, 데이터 분석 방향에 혼돈을 주고, 기대 수준에 대한 차이를 만든다. 빅데이터 분석이라고 말하는 기저에는 무언가 특별한, 완전히 새롭고, 엄청난 인사이트를 바라는 잘못된 기대가 깔려 있다.[[35]](#footnote-36)

제대로 된 데이터가 필요하다는 점은 두 번 강조할 필요가 없을 정도로 중요하다. 그러나 ‘데이터의 질’이라는 문제는 다른 관점에서 바라볼 필요 또한 있다. 인간에게 배운 방식대로 입력되는 데이터를 처리하던 제1세대 인공지능과는 달리, 제3세대 인공지능은 데이터 자체에서 무언가를 읽어내고 배운다. 과연 어떤 데이터가 ‘제대로 된’ 데이터인가 하는 질문을 해야 하는 시점이 온 것이다.

김재인은 노이즈 데이터가 노이즈가 아니라 데이터라고 말한다. 인공지능 챗봇이 욕설을 배워 써먹는 것이 화제가 된 적이 있다. 챗봇은 사용자들과의 채팅을 통해 채팅 패턴을 학습했는데, 일부 장난기 많은 사람들이 챗봇에게 욕설을 가르친 것이다. 회사는 깜짝 놀라 해당 부분의 학습을 지우고, 챗봇에게 입력되는 데이터를 ‘손 봤다.’ 그러나 생각해보자. 챗봇이 욕설을 배우지 말아야 할 이유가 있는가? 우리 인간은 채팅에서 욕설을 사용하지 않느냐는 말이다. 챗봇 인공지능이 지향하는 지점이 인간과 유사한 채팅 상대가 되는 것이라면, 챗봇이 욕설을 배우지 말아야 할 이유는 쉽게 납득이 되지 않는다.

김재인은 노이즈가 데이터가 되어버리지 않도록, 인공지능의 학습에 간섭하려는 방해자들을 주의해야 한다고 말한다.[[36]](#footnote-37) 하지만 나는 생각이 조금 다르다. 노이즈가 사실은 데이터라고 하면서 그 노이즈를 경계해야 한다고 말하는 김재인의 주장은, 외래어와 비속어의 침략으로부터 언어의 순수성을 지켜내려고 하는 보수적 문법학자의 노력과 마찬가지로 실패할 수밖에 없다. 언어는 살아 있는 생물이다. 문법학자는 그 생물의 현재 상태를 기술해야 하는 것이지, 그 생물이 이러이러해야 한다고 주장하면 안 되는 것이다. 노이즈 데이터가 사실은 노이즈가 아니라 데이터라는 통찰로부터 나오는 결론은, 노이즈 역시 데이터로서 받아들인다는 태도여야 한다. 노이즈가 데이터처럼 행동할 수 있으므로 막아야 한다는 생각은 오만하며, 결국 실패할 것이다.

바둑과 같이 규칙이 정형화 되어 있는 경우라면, 규칙에 맞지 않는 수는 데이터에서 제거되어야 한다. 그러나 세상 대개의 일은 그렇지 않다. 그것은 의료 행위도 마찬가지다. 인류역사는 실수나 우연에서 시작한 기묘한 발견과 발명으로 점철되어 있지 않은가.

2.3.2. 원격의료

2.3.2.1. 원격의료 도입의 적기

한국에서 그동안 금지되어 왔던 원격의료가 코로나-19 사태로 인해 제한적으로 허용되고 있다. 코로나 바이러스 대응으로 인해 의료 인프라에 과부하가 걸리고, 대면 진료 행위가 바이러스의 전파에 취약할 수 있다는 이유다. 중앙안전대책본부 자료에 따르면, 2020년 2월 24일부터 4월 12일까지 총 10만 3,998건의 전화상담 및 처방이 진행되었다.[[37]](#footnote-38) 코로나-19 사태로 인해 물꼬가 터진 원격의료가 과연 제도로서 정착할 수 있을까.

최윤섭에 따르면, 전 세계에서 원격의료를 명시적이고 전면적으로 금지하는 나라는 한국이 유일하다고 한다.[[38]](#footnote-39) 정부는 오랫동안 원격의료의 제도화를 시도해 왔다. 진보정권이나 보수정권을 가리지도 않았다. 원격의료가 아직까지 제도로서 정착되지 못한 것은 반대의 목소리 때문이다. 그 목소리는 의사들과 시민단체에서 나왔다.

의사들은 원격의료가 승자독식 구조를 가져올 것이라는 이유로 반대한다. 온라인 강의로 서울 유명 강사의 강의를 들을 수 있게 되면, 지방 소도시 학원가가 망하는 것과 같은 이유다. 그러나 생각해보자. 지방 소도시 학원들을 살린다는 명분으로 온라인 강의를 금지해 왔다면, 과연 그것은 옳은 정책이었을까? 온라인 강의를 영원히 금지하는 것이 가능할까? 의료계의 반대는 기본적으로 러다이트 운동과 같다. 역사의 흐름에 역행하려는 것이다.

원격의료는 결국 도입될 수밖에 없다. 그 시기를 늦추는 것이 당장은 이득이겠지만, 장기적으로 생각하면 독이 될 수도 있다. 상상을 해보자. 2020년 현재, 구글 통번역 서비스의 질은 한심한 수준이다. 그러나 그 기술은 엄청난 속도로 발전하고 있다. 유머 게시판에 오르내리던 박장대소할 실수를, 어늘날의 구글 번역은 하지 않는다. 미래 어느 시점에서 구글을 비롯한 인공지능 통번역 서비스는 통번역 산업의 대부분을 대체할 것이다.

지금이 아닌 미래의 그 시점에 원격의료를 허용한다고 가정하면, 한국 의료계는 승자독식구조가 범세계적으로 펼쳐지는 광경을 목도하게 될 것이다. 지금 원격의료를 시행하면 소위 빅5로 지칭되는 수도권 소재 대형 병원들로 환자들이 몰리겠지만, 인공지능 통번역이 안착한 미래에 원격의료를 시행하면 한국 환자들은 존스홉킨스 온라인 진료실로 몰려들 것이다.

시민단체가 원격의료 도입에 반대하는 이유는 그것이 의료민영화로 이어질 위험성을 배경으로 한다. 원격의료와 의료민영화는 전혀 다른 별개의 카테고리이지만, 시민단체의 우려가 전혀 근거 없는 이야기는 아니다. 원격의료의 종류에 따라 다르겠지만, 원격의료 도입은 대개 대규모 인프라 투자를 필요로 한다. ‘영리 병원’이 금지된 우리나라 의료계에서 대규모 의료 인프라 투자는 자금조달 방법이 제한적일 수밖에 없다. 따라서 원격의료와 의료민영화는 그 본질이 전혀 다름에도 불구하고 환상의 조합이 아닐 수 없다. 시민단체의 우려는 기우가 아니다.

그러나 여전히 원격의료와 의료민영화는 전혀 별개의 문제다. 코로나-19 사태에 직면해서 한국의 방역 시스템이 전 세계의 칭찬을 받고 있다. 우리 방역 시스템의 핵심에는 전국민 건강보험을 중심에 둔 한국적 의료 체계가 있다. 코로나-19 관련 뉴스에는 거의 언제나 이런 댓글이 달린다. 의료민영화가 추진되었더라면, 지금과 같은 대응은 불가능했을 것이라고.

우리나라의 의료체계는 영국과 같이 100% 공적 영역에서 운영되는 것도 아니고, 미국과 같이 공적 영역이라는 것이 최소한의 사회보장에 불과한 시스템도 아니다. 양극단에서는 분명 영국에 가깝지만, 양쪽의 장점을 잘 살린 절묘한 체계다. 코로나-19 사태를 슬기롭게 대처해 나가는 2020년 현재, 우리 의료 시스템에 대한 국민적 지지는 그 어느때보다도 높다.

세상 모든 것에 장단점이 있듯이, 원격의료 역시 장단점을 가지고 있다. 그러나 원격의료의 단점으로 지적되는 것은 모조리 부차적인 문제들에 국한되어 있다. 의료계는 원격의료 도입이 의사의 무한책임으로 이어질 수 있다고 주장한다.[[39]](#footnote-40) 그러나 이 주장을 잘 들여다보면 의사에게 무한책임이 강요되는 시나리오는 원격의료 자체의 본질적 문제에서 기인하는 것이 아니라, 원격의료 관련 제도가 미흡하기 때문이다. 원격의료는 아직 도입되지도 않았는데 그 제도의 미비함을 공격한다? 원격의료는 절대로 보완될 수 없는 제도란 말인가? 외국의 원격의료 사례에 문제점들이 나타난다면, 우리는 그것을 반면교사 삼아 더 나은 제도를 만들면 되는 것이다. 원격의료 도입을 위한 기초적인 논의조차 거부하는 태도는 무언가 숨은 의도를 의심하게 만든다.

원격의료의 최고 장점은 무엇보다 환자의 의료 접근성을 획기적으로 개선시킨다는 데 있다. 의학 드라마에 나오는 클리셰가 있다. 딜레마에 빠졌을 때는 무엇이 환자에게 가장 이득이 되는가, 바로 환자의 입장에서 생각하면 답이 나온다는 명언이다. 클리셰가 클리셰가 된 이유는 그만큼 설득력이 있어 많이 쓰였기 때문이다. 환자의 입장에서 생각하면, 원격의료를 반대하는 것은 환자의 이익에 정면으로 거스르는 일이다. 책임 소재의 불확실성, 환급(reimbursement) 관련 문제 등 원격의료의 단점은 모두 제도 차원에서 대응할 수 있는 것들이다.

나는 바로 지금 이 시점이 원격의료 도입의 적기라고 생각한다. 원격의료는 사회적 거리두기와 대단히 잘 맞아떨어지는 시스템이다. 의료 인프라에 대한 부하도 적다. 원격의료는 제도의 미비함에도 불구하고 그 실효성을 이미 입증하고 있다. 이 시점에서 원격의료 도입을 추진한다면, 의료계도 시민단체도 반대의 목소리를 크게 내지 않을 것이다. 물론, 반대를 위한 반대가 아닌 건전한 토론과 의견수렴은 원격의료 도입에 앞서 반드시 진행되어야 한다. 원격의료는 장점이 단점을 압도하는 훌륭한 체계지만, 세심한 준비 또한 필요하기 때문이다.

2.3.2.2. 원격의료 도입에 앞서 생각할 점들

원격의료는 여러 단계의 의료 행위에 걸쳐 행해질 수 있기 때문에 상당히 포괄적인 개념이다. 그런데도 원격의료라는 단어는 대개 원격진료와 혼동되어 쓰인다. 의사와 환자 사이의 수많은 상호작용 중에서 대면이 필수적이지 않은 것으로 대표적인 것이 진료이니 어쩔 수 없는 일이다. 실제로 원격진료는 원격의료에서 절대적인 부분을 차지한다.

위키피디어는 telehealth와 telemedicine을 구분하여 사용하면서, telemedicine보다 telehealth가 더 포괄적인 개념이라 말한다. 그러나 telehealth 에 교육이 포함되고, 원격 모니터링을 telemedicine의 한가지로 설명하는 것을 볼 때, telehealth가 아닌 telemedicine이 원격의료에 대응되는 개념임을 확인할 수 있다.[[40]](#footnote-41)

미국 정부 사이트인 Medicaid.gov는, 원격의료를 ‘양방향, 실시간 의사 소통을 통해 환자의 건강을 증진하는 행위’로 규정하고 있다.[[41]](#footnote-42) 이 정의에 따르면 원격진료는 물론, 원격 수술이나 원격 모니터링 역시 원격의료에 해당한다. 그러나 저 정의 역시 원격진료를 원격의료의 핵심의 자리에 가져다 놓는 것은 마찬가지다.

원격진료는 의사와 환자가 진료실 대신 가상의 공간에서 만나는 행위다. 가상의 공간이라고 하니 거창해 보이지만, 코로나-19 사태로 인해 갑자기 익숙해진 온라인 미팅을 생각하면 쉽다. 그러나 원격진료에 인터넷 망이나 특별한 소프트웨어가 필요한 것은 아니다. 채팅을 통해도 되고, 그냥 전화로 진행해도 된다. 에모리 대학교 멜리사 영(Melissa Young) 교수에 따르면, 현재 조지아주에서 시행 중인 원격의료는 대개 전화 통화로 이루어진다고 한다.[[42]](#footnote-43)

미국에서 원격의료가 활발하게 이루어지는 배경에는 미국의 암울한 의료현실이 있다. 2018년 기준, 미국에는 아직도 2,790만 명에 달하는 의료보험 미가입자들이 있다.[[43]](#footnote-44) 의료 비용이 높기로 유명한 미국에서 보험 커버가 되지 않는 이들이 제대로 된 의료 서비스를 받을 가능성은 한없이 낮다. 가난만이 문제가 아니다. 미국은 의사 수가 절대적으로 부족하며, 따라서 의료 시설을 갖추지 못한 지자체가 넘쳐난다. 예를 들면, 인구 1,062만인 조지아주에는 낙태 시술이 가능한 산부인과가 딱 1개 있다. 조지아는 그나마 사정이 나은 것이다. 앨러배마 등 몇 개 주는 아예 낙태 시술 병원이 존재하지 않는다. 장시간 운전을 해 조지아주에까지 와서 낙태 시술을 받으려는 환자들이 예약 목록을 꽉 채우고 있다고 한다.[[44]](#footnote-45)

현재 조지아주에서 이뤄지는 원격의료의 대부분이 바로 의료 시설이 취약한 시골 지역 환자들을 대상으로 이루어지고 있다. 멜리사 영 교수에 따르면, 조지아주에서 시행 중인 원격의료의 문제점은 크게 세 가지다. 첫째, 원격의료가 전화 통화를 통한 단순 문진에 그치고 있다는 점. 둘째, 환자가 몰리는 병원이 다른 병원으로 ‘돈 안 되는’ 환자를 분산시키는 도구로서 원격의료를 활용하고 있다는 점. 셋째, 원격의료에 대해 환자들의 만족도가 높지 않다는 점이다.[[45]](#footnote-46)

첫 번째 문제점은 기술 진보 및 저렴화에 따라 해결될 것이다. 세 번째 문제, 즉 환자들의 낮은 만족도는 의사를 직접 대면할 수 없는 원격의료의 본질적인 특징에서 기인하는 부분도 있겠지만, 두 번째 문제와 밀접한 연관이 있는 것으로 보인다.

심각하게 보아야 할 문제는 두 번째, 즉 원격의료가 병원측에 의해 남용되고 있다는 점이다. 우리 의료계는 원격의료 도입이 승자독식의 결과로 귀결될 것이라며 반대 의사를 밝히고 있는데, 조지아주에서는 정확히 그 반대의 현상이 벌어지고 있다.

환자 이송은 여러 가지 문제를 발생시킬 수 있는데, 원격의료를 활용하면 대부분의 문제가 저절로 없어진다. 물리적 이송이 필요하지 않아 환자에게 쓸데 없는 부담을 지우지 않을 수 있으며, 이송되는 환자와 함께 전달되어야 하는 진료기록도 시스템 상에서 쉽게 전송할 수 있기 때문이다. 멜리사 영 교수는 조지아주 원격의료의 장점 중 하나로 진료기록 이송 시스템을 지적했는데, 이는 제도 운영을 위한 준비 과정에서 부가적으로 달성한 이득이라는 점에서 눈길을 끈다.

문제는 원격의료로 용이해진 환자 이송 시스템을 병원측이 악용하고 있다는 점이다. 미국에는 절대적으로 의사 부족하고, 결과적으로 의료 서비스가 수요자 중심이 아닌 공급자 중심의 시장에서 거래된다. 환자는 병원측의 이송 결정을 받아들일 수밖에 없다. 그래서 우리나라 의료계가 우려하는 것과는 달리, 원격의료는 유명 병원들로 환자들을 집중시키는 대신 그들이 일부 환자들을 밖으로 쳐낼 수 있는 도구로서 기능하고 있다.

이 문제는 환자 이송 관련 법규정을 잘 정비함으로써 해결될 수 있는 것처럼 보인다. 그러나 환자 이송에 대한 규제는 결국 환자 이송의 사유를 제한하는 방법으로밖에 해결될 수 없고, 의사는 환자 이송 사유를 어떻게 적을지에 대해 판단의 여지를 가지게 된다. 우리나라는 미국에 비해 볼 때 의료진 부족 문제가 덜 심각한 것이 사실이지만, 환자 이송 문제가 발생하지 않을 것이라고 생각할 수는 없다. 우리보다 앞서 원격의료를 시행한 나라들의 사례를 보고 배워야 하는 이유가 바로 여기에 있다.

원격의료가 빛을 발하는 또 하나의 영역이 바로 2차 소견(second opinion) 조회다. 우리나라에서는 2차 소견을 받는 것이 흔치 않지만, 민간 보험회사들이 비용절감을 위해 혼신의 노력을 경주하는 미국에서는 2차 소견을 받는 일이 흔하다. 암 환자 등 비싼 치료를 필요로 하는 환자에게는 보험회사가 2차 소견을 받도록 강제한다. 온라인 쇼핑객이 여러 사이트를 돌면서 가격을 비교해 보는 것과 같다.

2차 소견은 환자에게도 분명한 가치를 가진다. 1차 소견에서 보지 못했던 것을 2차 소견에서 잡아낼 수도 있고, 2차 소견이 1차 소견과 똑같이 나온다고 해도 환자는 1차 소견이 맞았음을 확인하며 의료진을 더 신뢰하게 되니 나쁠 것이 없다.

2차 소견은 대개 1차 소견이 나온 병원의 검사 자료를 재검토하는 것이므로, 환자가 의사를 만나서 할 일이 거의 없다. 원격 의료에 최적화된 아이템인 것이다. 2차 소견이 활성화되면, 병원들은 더 많은 증례를 확보할 수 있고, 병원간 정보 공유의 기회도 늘어날 것이다. 원격의료 도입에 관한 사회적 합의 도출이 어렵다면, 우선 2차 소견에 대해서라도 원격의료를 허용하는 것도 생각해볼 수 있다.

2.3.2.3. 원격 모니터링과 인공지능

원격의료는 원격 모니터링 역시 포함한다. 원격의료의 하위 개념으로서 원격 모니터링의 진정한 강점은 그 대상이 거의 모든 사람에 이를 수 있다는 점이다. 일반적인 의료 모니터링을 상상해 보자. 중환자실에서 의식 없이 누워 있는 환자 옆에 모니터링 장치가 있고, 그 차가운 기계는 여러 개의 숫자와 그래프를 표시하며 이따금 삐삐 소리를 낸다. 중환자에 대한 모니터링은 필요하며, 당연히 다른 환자들에 대한 관찰보다 우선시되어야 한다. 그러나 이런 장치는 비싸기도 하거니와 표시되는 데이터를 이해할 의료진이 없다면 무용지물이다. 그러나 인공지능과 함께 등장할 차세대 모니터링은 전혀 다른 그림을 제시한다.

그 그림은 트레드밀 위에서 일정한 보폭으로 달리기를 하는 건장한 젊은이의 모습이다. 모니터링은 위험을 방지하기 위한 것이고, 위험 신호를 사전에 감지하여 대응하기 위한 것이다. 그런 신호를 감지하는 일을, 굳이 건강이 악화되고 나서 할 이유는 어디에도 없다. 웨어러블 기기가 널리 보급되고 값싼 휴대전화도 심박 측정 기능이 탑재된 오늘날, 원격 모니터링은 원격의료와 인공지능의 발전을 한꺼번에 느낄 수 있는 영역이고, 누구나 쉽게 접근할 수 있는 영역이다.

앞서 카디오그램이라는 스타트업에 대해 이야기했다. 카디오그램을 이용해서 심장박동을 모니터하고 심방세동을 예측하는 행위는 의료행위가 아니다. 의료법의 제한이나 의료 제도의 규제 밖에서 행해지는 원격의료인 것이다.

기술 발전으로 인해 저렴한 비용으로 접근이 가능해진 원격 모니터링은 원격의료와 관련한 복잡하고 첨예하게 대립하는 사회적 논란의 바깥에 서 있다. 원격의료가 법에 의해 금지되어 있다 하더라도, 법상 의료 행위가 아닌 원격 모니터링은 규제되지 않는다. 원격의료를 향한 기술적 발전은 제도 바깥에서 이미 일어나고 있다.

당뇨 환자의 혈당 관리나 고혈압 환자의 혈압 관리와 같은 단순 모니터링에 희소자원인 의료인력을 배치할 여력은 별로 없다. 이미 수많은 당뇨 환자들이 자가 진단 키트를 이용해서 혈당을 재고 있으며, 건강에 아무 문제가 없는 사람들도 재미삼아 웨어러블 기기로 혈압을 잰다. 데이터 보관이 극단적으로 저렴해진 지금, 이들 데이터는 어딘가에 기록되고 보관된다. 이들 데이터를 이용해서 부가가치를 창출하려는 기업가 역시 어디에나 존재한다.

원격의료에 관한 사회적 합의가 늦어진다면, 우리는 이미 생활 속에 숨어든 원격의료를 어쩔 수 없이 사후 추인해야 하는 상황에 직면할 수도 있다. 그렇게 된 다음에 제도의 미비를 지적하며 갑론을박하는 것보다는, 선제적으로 원격의료에 관한 사회적 합의를 도출하는 편이 낫지 않을까?

2.3.3. 팬더믹과 인공지능

2020년 5월 5일 현재, 구글에서 인공지능(artificial intelligence)과 코로나-19(Covid-19)를 검색하면 무려 1억 8,900만 개의 검색 결과가 반환된다. 네이버에 ‘코로나’와 ‘인공지능’을 검색해도 웹사이트 검색 결과만 59만 여개가 나온다. 코로나-19 사태 이후 사람들의 관련 키워드 검색량이 비약적으로 늘어난 탓이겠지만, 사람들은 이 전대미문의 사태에서 인공지능이 뭔가 활약을 해주지 않을까 기대하는 듯하다.

독감 유행을 CDC보다 구글이 훨씬 먼저 예측했다는 몇 년 전의 기사와 마찬가지로, 이번에도 각국의 보건 당국보다 인공지능이 훨씬 이른 시점에서 코로나 바이러스의 유행을 예측했다는 기사가 쏟아져 나왔다. 캐나다의 블루닷(Blue Dot)이라는 회사가 인공지능 기반 알고리즘을 이용, WHO보다 9일 먼저 코로나-19의 유행을 예측했다는 것이다.[[46]](#footnote-47)

‘MIT 테크놀로지 리뷰’에 따르면 코로나-19의 대유행을 예측한 것은 블루닷뿐만이 아니다. 보스턴 어린이 병원의 인공지능, 헬스맵(HealthMap)과 샌프란시스코 소재 메타바이오타(Metabiota) 역시 코로나-19의 전 지구적 확산을 미리 알았다고 한다.[[47]](#footnote-48) 문제는 이들 스타트업의 비밀주의다. 코로나-19의 유행을 미리 알았다고 주장하는 이들은 구체적으로 어떻게 그러한 예측에 성공했는지에 관해서는 전혀 말하지 않는다. 자연어처리(Natural Language Processing; NLP) 기술을 활용하여 뉴스 및 보건 계열 보고서를 분석했다고는 하나, 구체적인 내용은 베일에 가려있다.

코로나-19의 대유행에 직면하여 인공지능이란 단어 역시 제2의 유행기를 향유하는 느낌이다. 과장된 뉴스도 많다. 더구나 인공지능 기술이 이번 코로나 사태를 진정시켜줄 것 같지도 않다. 그러나, ‘MIT 테크놀로지 리뷰’가 지적하듯, 이번 기회를 놓치지 말고 활용한다면 인공지능은 다음번 팬더믹 사태가 도래했을 때에는 분명히 도움이 될 수 있다.

바이러스의 확산 속도와 경쟁을 해야 하는 제약회사 역시 인공지능을 적극 활용하고 있다. 방대한 약물 데이터베이스에서 유효한 치료제의 후보를 걸러내고 분석하는 일이라면 인공지능이 잘하는 영역이다. 기계학습도 필요없는, 이제는 구형이라 느껴지는 제1세대 인공지능조차도 잘해내는 일이다.

치료제 관련해서 인공지능이 맡게 될 일은 크게 두 가지다. 하나는 신약개발이다. 신약개발의 초기 단계는 다양한 화학물질의 조합을 시험하는 것인데, 수많은 경우의 수를 빠르게 계산하는 것은 구세대 인공지능도 잘하는 일이다. 코로나-19 사태 이전에도 신약 개발에 인공지능을 도입하겠다는 제약사들의 마케팅성 보도자료를 몇 번 접한 기억이 있다.

또 하나의 영역은 약물조합이다. 역시 경우의 수를 다루는 구식 인공지능의 영역이다. 슈퍼박테리아(super-bug)나 중증 암, 또는 후천적면역결핍증후군(AIDS) 환자를 치료할 때와 마찬가지로 코로나-19 환자 치료는 여러 가지 약물을 조합해 투여하는 칵테일 요법이 일반적이다. 다양한 약물의 수는 물론 조합되는 약물간의 비율까지 고려하면 경우의 수는 걷잡을 수 없이 커진다.

영국 캠브리지 소재 힐즈(Healx) 사는 기존에 허가된 약물 4,000개를 조합하여 환자에게 투여하는 방안을 연구 중이다. 두 가지 약물을 조합하는 경우의 수는 8백만, 세 종류의 약물을 조합하는 경우의 수는 105억 개에 달한다. 힐즈 사는 5월까지 약물 조합 후보를 뽑아 목록을 만들고 임상 시험을 진행할 예정이라고 한다.[[48]](#footnote-49) 이 모든 것이 인공지능을 활용해서 기존의 프로세스보다 훨씬 더 빨리 진행된다.

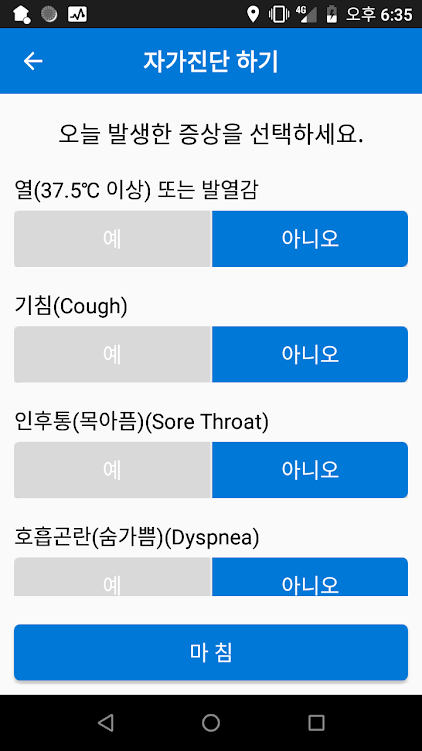
그러나 가장 놀라운 점은 위기에 맞닥뜨린 인류의 기민한 대응이다. 미국에서는 노스이스턴 대학교, 하버드 대학교, 그리고 헬스케어 스타트업 사이퍼(Scipher) 사가 공동으로 코로나-19 치료제 발견을 위한 산학협력 프로젝트를 발족했다. 통상 서류작업만 1년이 걸리는 산학협력 프로젝트의 발족은 겨우 3주만에 이루어졌다.[[49]](#footnote-50) 이 모든 것은 사상초유의 사태를 만난 사람들의 결단력에 기인한 것이다. 위기(危機)라는 한자어에 숨어 있는 ‘기회’를 보는 것 같다.

2020년 5월 1일, 미국 식품의약품안전처(FDA)는 길리어드(Gilead) 사의 에볼라 치료제, 렘데시비어(Remdesivir)를 코로나-19 치료제로 긴급 승인한다고 발표했다.[[50]](#footnote-51) 검토 결정 후 1주일도 걸리지 않은 일이다. 많은 부작용이 알려진 약물이므로, 중증 환자의 긴급 치료에 한해서 사용을 허가한 것이기는 하지만, 위기에 봉착한 인류가 보여주는 결단력의 한 사례라고 믿고 싶다.[[51]](#footnote-52)

코로나-19로 인해 앞으로는 일상생활이 예전과 같지 않을 것이라고 한다. 불편한 요소가 증가하는 것도 사실이지만, 인류가 다음 단계로 진보하는 데 코로나-19로 인한 위기가 기회로 작용할 것이라 예측하는 사람들도 많다. 적어도 보건 환경과 시민 의식의 개선은 기대할 수 있지 않을까.

이와 함께 인공지능을 비롯한 의료 혁신의 기회도 찾아올 것으로 보인다. 앞서 원격의료에 대해 이야기했다. 코로나-19가 사라질 때까지 정말로 2-3년의 시간이 필요하다면, 의료진의 과부하를 막기 위해서라도 원격의료 도입은 진지하게 논의되어야 할 것이다.

한국을 비롯한 수많은 나라들이 자가격리 앱을 적극 활용하고 있다. 인공지능과 직접 관련된 것은 아니지만, 자가격리 앱은 인공지능의 쌀이라 할 수 있는 데이터를 모은다. 자가격리 앱은 원격진료보다도 더 의료진의 개입 정도가 작다. 의료진에 거의 부하를 주지 않으면서도 기초적인 문진 데이터를 축적할 수 있다는 얘기다.



안드로이드용 자가격리 앱 화면[[52]](#footnote-53)

구글 앱스토어에 등록되어 있는 코로나-19 자가격리 앱의 화면은 위 그림과 같다. 자가격리자는 하루에 수 차례, 상기 문진표에 적힌 증상이 있는지 없는지 여부를 체크하게 되고, 이는 물론 기록된다. 인간 의사가 코로나-19 의심 환자를 문진할 경우, 질문 목록은 위와 크게 다르지 않을 것이다. 오히려 인간 의사가 직접 환자를 문진하는 경우에도 이 앱은 활용가치가 있다고 말할 수 있는데, 아툴 가완디가 <체크! 체크리스트>에서 역설하듯, 체크리스트를 활용하는 의사는 그렇지 않는 의사에 비해 월등한 성과 지표를 보여주기 때문이다. 종이에 적힌 체크리스트 대신 앱을 활용하게 된다면, 단순한 조건문을 이용한 플로우차트만으로도 훨씬 체계적이고 효율적인 문진 목록을 만들 수 있다.

많은 외신들이 이번 코로나-19 사태에 대한 한국 정부의 기민한 대응의 원인 중 하나로 과거 메르스 사태의 실패와 교훈을 들었다. 앞서 말했듯이, 인공지능은 현재 진행 중인 코로나-19 대유행에 대처하는 데는 그다지 도움이 되지 않을 것이다. 그러나 인공지능의 실전 투입으로 인한 학습효과와 데이터 축적은 분명, 인류가 마주하게 될 다음번 팬더믹 사태의 대응에 도움이 될 것이다.

코로나-19 사태가 가져온 혁신은 한둘이 아니다. 드라이브스루 및 워크스루 검사 시스템이 이제 표준이 되었고, 수많은 기업들이 재택근무를 그야말로 ‘전격’ 실시했다. 기존 온라인 미팅 플랫폼을 활용한 대학가의 온라인 강의는 대단한 일이 아닐지 몰라도, 전국 초중고등학교가 일제히 온라인 수업을 진행할 수 있는 플랫폼을 뚝딱 만들어 낸 것은 ‘돛단배를 며칠 만에 항공모함으로 개조시키는 작업’이라 할 만하다.[[53]](#footnote-54) 모범적인 방역 체계 운영의 결과 5월 5일 어린이날을 맞아 무관중 개막 경기를 치를 수 있었던 한국프로야구는 사상 최초로 미국과 일본에 중계권을 판매하기까지 했다. 위기를 기회로 만든 사례들이다.

기계학습을 활용하는 제3세대 인공지능에 있어 데이터의 중요성은 아무리 강조해도 지나치지 않다. 코로나-19 대유행은 분명 비극적인 사건이지만, 세계적인 유행병에 관한 데이터를 축적하는 데 있어서 전대미문의 기회인 것도 사실이다. 100년 전, 스페인 독감이 유행할 당시 인류에게는 인공지능은커녕 컴퓨터조차 없었다. 지금은 다르다. 코로나-19 팬더믹 사태는 인공지능 발전의 역사에 한 획을 그을 것이다. 인공지능의 역사를 올바른 방향으로 이끌기 위해, 우리는 기록하고 또 기록해야 하며, 시험하고 또 시험해야 한다.

2.3.4. 인공지능 의료의 현실

한 연구에 따르면, 인공지능 관련 스타트업들 중 투자를 많이 유치한 회사들은 여전히 데이터 분석 계열이라고 한다.[[54]](#footnote-55) 의료 인프라에 가장 많은 부하를 주는 고비용-고부담 질병 환자들의 치료에 인공지능 헬스케어가 도움을 주기를 바라지만, 아직은 갈 길이 멀다는 것이다.

코로나-19 대유행을 예측했다는 여러 회사들을 다룬 ‘MIT 테크놀로지 리뷰’ 기사도 지적하듯, 많은 인공지능 헬스케어 스타트업이 비밀주의에 싸여 있다. 그들은 핵심 노하우의 유출을 걱정하며, 대단히 피상적인 내용만을 홈페이지와 홍보물을 통해 공개한다. 결과적으로, 비슷한 영역을 다루는 스타트업은 홈페이지 모습도 비슷한 경우가 많다. 해당 스타트업의 입장에서는 비밀 유지가 생존의 필수 조건일지 모르나, 이는 여러 가지 문제를 야기한다. 혁신에 꼭 필요한 정보 공유와 의견 교환에 제약이 됨은 물론, 투자자들에게 잘못된 정보를 전달하여 개인과 사회의 자본이 낭비되게 한다. 비밀주의에 따른 정보 제한은 진정한 혁신기업과 사기꾼을 구별하기 어렵게 한다.

2019년 11월 4일, 나는 뉴욕시에 소재한 인공지능 헬스케어 스타트업 A사의 CEO, B씨를 만났다. 회사 홍보에 도움이 될까 하고 외국 보건복지부 관계자를 만난 그는 영업비밀이라도 새어나갈까 전전긍긍하는 모습이 인상적이었다. 회사명과 자신의 이름을 모두 익명처리한다는 조건으로 그는 인터뷰를 수락했다.

인공지능을 의료 현장에 적용하는 데 있어 가장 큰 장애물은 역시 돈 문제라고, 그는 말했다. 사업가다운 발언이지만, 생각해볼 문제다. 주주 가치를 제일 중요하게 생각하는 미국 경제계에서는 어떤 사업 아이템이든 단기적으로 성과를 내야 하는 것이 중요하며, 인공지능의 경우에도 예외일 수 없다는 것이다. 결과적으로 현재 투자금이 몰리는 분야는 인공지능이 단지 보조적인 역할을 하는 분야에 치중되어 있으며, 대개의 경우 인공지능은 마케팅 수단으로 활용된다고 한다. 그는 자사가 제공하는 서비스도 예외가 아님을 인정했는데, 인공지능이라 광고하는 자사의 데이터 분석은 사실 상당한 수준의 수작업을 필요로 하며, 수작업을 동원하지 않을 경우 고객 만족도를 현 수준으로 유지하기 어려울 것이라 전망했다.

1990년대부터 인공지능을 연구하며 많은 기업가들을 만나온 에모리 의과대학교 리동(Li Dong) 교수에 따르면, 스타트업 기업가가 비밀주의적 행태를 보이는 것은 흔한 일이라고 한다.[[55]](#footnote-56) 문제는 이런 행태로 인해 기업운영의 투명성이 저해되고 투자자 및 고객들에게 잘못된 정보가 전달될 수 있다는 것이다.

2.4. 인공지능과 의료 격차

애플워치 등 웨어러블 기기와 원격의료를 결합할 경우 의료 취약계층의 보건 향상에 큰 효과를 거둘 수 있다고 앞서 말했다. 그러나 인공지능에 대해 우려를 표명하는 쪽에서는 인공지능의 발전에 의해 의료 격차가 더 커질 수 있다고 주장한다. 문제는 간단하지 않다.

휴대전화가 널리 보급되기 전, 최빈개도국과 일반 국가 사이의 통신 격차는 매우 컸다. 통신 산업은 인프라 투자가 많이 필요한 산업 분야인데, 아프리카 국가들은 내전, 빈곤 등으로 통신 인프라 구축에 나설 상황이 아니었기 때문이다. 통신 인프라를 구축하기 위해 필요한 도로, 전선 등 선발 인프라가 부족함은 물론, 내전과 테러 등으로 인프라 관리에도 어려움이 많았다. 그래서 선진국과 최빈개도국 사이의 통신 격차는 갈수록 커져갈 것이라는 것이 일반적인 견해였다.

그 모든 것을 무선통신 기술이 바꿔놓았다. 국가 전체에 거미줄 같이 촘촘하게 전화선망을 깔아야 하는 유선통신망에 비해, 무선통신망은 투자금이 훨씬 적게 든다. 도시 지역에 집중적으로 건설하는 것도 가능하고, 중계 포인트가 물리적으로 연결될 필요가 없어 파손 위험도 훨씬 적다. 그 결과, 아프리카 국가들은 유선 통신 시기를 그냥 건너 뛰고 무선 통신의 시대로 접어들었다.

2010년, 아프리카로 자원봉사를 다녀온 지인에게 들은 말에 따르면, 아프리카에는 집이 없는 노숙인조차 휴대전화를 가지고 있다고 했다. 벼룩 시장에서 물건을 팔고 돈을 받을 때는 물론, 국가나 NGO가 지급하는 지원금을 받을 때에도 휴대전화 계정이 필요해서라고 했다.

이때 구축된 무선 통신 시스템은 이후 암호화폐 도입에 있어서도 활약했다. 투자 수단이 아닌 통화로서 암호화폐가 활용된 사례는 아프가니스탄, 파키스탄 등지에 집중되어 있는데, 이는 인플레이션에 취약한 자국 통화에 비해 암호화폐가 오히려 안정적인 통화 가치를 담보하기 때문이기도 하지만, 가난한 계층까지도 무선 통신망을 이용할 수 있기 때문이기도 했다.

마찬가지의 예측을 인공지능과 관련해서 할 수 있다. 기계학습을 위한 데이터 축적에는 방대한 메모리가 필요하고, CNN을 위시로 하는 딥 러닝 프로세스는 엄청난 컴퓨팅 리소스를 요구한다. 그러나 일단 구축된 인공지능을 활용하는 데는 그렇게 엄청난 컴퓨터가 필요 없다. 일례로, CT 이미지 분석을 통해 코로나-19 감염 여부를 예측하는 인공지능, 톈허-1호는 휴대폰 앱을 통해 이용할 수 있다.[[56]](#footnote-57)

<자본의 새로운 선지자들>에서 저자 니콜 애쇼프(Nicole Aschoff)는 빌 앤 멜린다 게이츠 재단(Bill and Melinda Gates Foundation)의 아프리카 의료 지원 사업을 비판한다. 게이츠 재단은 의료 정책 관련 의사 결정에 현지인들의 의견이 반영된다고 주장한다. 그러나 현지인들은 그렇게 생각하지 않는다.

"당신이 들어옵니다. 땅을 사고 계획을 세웁니다. 집을 짓습니다. 그러고 나서 나에게 물어보는 겁니다. 부엌을 무슨 색깔로 칠하면 좋겠느냐고. 이건 참여가 아닙니다!"[[57]](#footnote-58)

이 책에서 지적하는 문제들은 클라우드 컴퓨팅에 기반한 인공지능 헬스케어에서는 발생할 여지가 적다. 물리적인 병원이나 진료소를 짓는다면, 현지 사정에 영향을 받을 수밖에 없다. 전기, 수도, 통신망 등의 인프라는 물론, 건축법이나 의료법 등 법 체계, 물류 시스템, 심지어 사회적 관습에도 영향을 받는다. 아프리카 오지 마을의 물 부족 문제를 해결하려고 했더니 현지 여성 주민들이 반발했다는 일화는 유명하다. 현지 여성들에게는 하루에 두세 시간, 물을 길어오기 위한 외출이 가부장적인 남편으로부터 해방되는 유일한 시간이었는데, 봉사단체의 급수 활동이 이 소중한 시간을 빼앗았기 때문이었다.

현지에 시설을 마련해야 하는 의료 사업의 경우, 이 모든 문제에 그대로 노출된다. 이런저런 장애물을 극복하려는 다양한 시도는 현지인들에 의해 차별적인 것으로 인식될 수 있다. 선진국에서 쓰이던 것과 다른 시스템을 구축하여 현지 환경에 적응하려는 시도가 차별적으로 비치는 것이다. 이것이 단지 인식의 문제가 아님은 2000년대 초, 까르푸 한국지사의 노조 탄압 사례에서 쉽게 확인할 수 있다. 까르푸 한국지사는 프랑스 본사와는 달리 악랄하게 노조를 탄압하였는데, 그것은 프랑스 노동법과는 달리 한국 노동법이 그런 행태를 금지하지 않았기 때문이었다.

이런 문제가 클라우드 컴퓨팅 기반의 인공지능에게는 없다. 애플 사의 인공지능, 시리(Siri)는 미국 사용자에게도 아프리카 사용자에게도 같은 모습이다. 집 주변의 맛집을 추천해 달라고 하면 현지 사정에 맞는 정보를 검색해서 답을 돌려주지만, 적어도 시스템의 외관과 작동 방식은 동일하다. 개도국에 대해 차별적인 이중 기준을 적용한다는 비판에서 자유롭다.

인공지능 헬스케어는 현재 존재하는 의료 격차를 확대하는 방향으로도, 축소하는 방향으로도 작용할 것이다. 의료의 발전은 언제나, 존재하는 빈부격차를 대중들에게 다시 한번 확인시켜주는 부작용을 낳았다. 투키디데스의 <펠로폰네서스 전쟁사>에는 담을 넘다가 다리를 접질린 장군이 사망하는 장면이 나온다. 한 나라의 군 지휘관조차 미약한 상처의 세균 감염을 막지 못해 사망한 것이다. 기원전 그리스에서는 죽음의 신이 부자와 빈자를 차별하는 일이 오늘날보다 훨씬 덜했다.

페니실린을 처음 투여받은 것은 부자가 아니라 매독 환자였지만, 그것은 임상 시험의 일종이라고 봐야 한다. 안전이 확인된 다음이라면, 새롭게 등장하는 신약과 의료 기술은 초기 단계에서 대개 부자들의 전유물이 된다. 자본주의 세상에서 돈을 뛰어넘는 우선순위를 확보하는 것은, 엄청난 재능이나 심금을 울리는 드라마의 주인공이 되지 않고서는 거의 불가능한 위업이다. 스티븐 호킹 박사는 시대를 뛰어넘는 의사소통 도구를 지급받았고, 희귀병을 앓는 가난한 아이에게 온정의 손길이 쏟아져 새로운 의료 시술에 드는 거액의 수술비가 모금되기도 한다. 그러나 그런 사례는 예외적이라서 널리 알려지는 것이다.

과학기술의 발전을 낙관하는 사람들 중에는 인류가 언젠가 불멸(不滅)을 얻게 될 것이라 주장하는 사람들이 있다. 그것이 의료 기술에 의한 것이든 사이버네틱스에 의한 것이든, 그런 불멸의 기술이 등장한다고 가정하자. 초기에 그 시술을 받을 수 있는 사람의 수는 극히 제한될 것이다. 빈부 격차가 의료 격차, 이어 생명의 격차로 이어지는 것은 오늘날에도 있는 일이다. 하지만, 불사의 기술이 도래한다면 빈부 격차가 산 자와 죽은 자를 가리는 초유의 현상을 인류는 목도하게 될 것이다. 사회는 극도로 불안해질 것이다. 죽음을 맞아야 하는 빈자들이 과연 불사의 열차에 오르려는 부자들을 그냥 두고 보기만 할까?

의료 인공지능은 그러나 의료 격차를 줄이는 데에도 크게 기여할 것이다. 모든 과학기술의 발전이 그렇다. 처음에는 일부 부자들만이 향유할 수 있을 정도로 비싸지만, 시간이 지남에 따라 기술 발전의 과실은 모든 사람들에게 보급된다. 오늘날에는 아무리 가난한 사람이라도 펠로폰네소스 전쟁 당시의 군 지휘관과 같이 어이 없는 상처로 죽음에 이르지는 않는다. 충분한 시간이 흐른 다음에라면, 의료 인공지능을 비롯한 모든 의료 기술 혁신은 의료 격차를 줄이는 쪽으로 작용할 것이다.

그러나 의료 인공지능은 한 가지 측면에서 분명히 다르다. 앞서 예시한 아프리카의 휴대전화, 그리고 암호화폐와 마찬가지로, 의료 인공지능은 한 달음에 커다란 의료 격차를 메우는 힘으로 작용할 가능성이 크다. 그 이유는 의료 인공지능의 전개에 드는 비용이 기존의 혁신적 의료기술에 비해 현저히 적기 때문이다. 한계비용은 거의 0이라고 볼 수 있다. 소프트웨어는 대표적인 비경합재이니까 말이다.

그럼에도 한 가지 우려는 남아 있다. 바로 지식재산권에 관한 것이다. 신약 제조에 드는 한계비용 역시 한없이 0에 가깝다. 그러나 세계 대부분의 지역에서 신약은 가난한 사람들에게 멀기만 하다. 백혈병 치료제 글리벡이 10여 년 전 한국에서 일으켰던 논란을 상기해보자. 제약사는 독점약의 가격을 마음대로 할 수 있었고, 정부가 판매가격을 규제하려 하자 한국시장에서 철수하겠다는 엄포를 놓았다.

신약 개발에 드는 천문학적인 투자 규모를 생각하면, 개발비를 회수하고 주주에게 이익금을 배분해야 하는 제약사의 입장을 이해하지 못하는 것은 아니다. 그러나 전 세계 굴지의 제약사들이 돈의 논리를 앞세워 생명을 구하는 일을 거부하고 있는 것도 사실이다. 말라리아 백신은 개발되지 않는다. 생명의 위협과는 전혀 상관없는 다이어트 약 개발에는 천문학적인 금액을 쏟아 부으면서도, 당장 수천만 명의 목숨을 살릴 수 있는 말라리아 백신 개발에는 투자를 하지 않는 것이 현재 제약 산업의 현실이다. 돈이 되지 않기 때문이다.

지식재산권을 둘러싼 논쟁은 어제오늘의 일이 아니다. 지식재산권 관련 국제협약들은 물론, 전 세계 모든 국가들의 국내법은 지식재산권의 한계를 명시한다. 대표적인 것이 공정한 이용과 공공 필요다. 인공지능 헬스케어는 바로 공공 필요에 의해 지식재산권의 제약을 받아야 한다. 이 문제는 새로운 것이 아니다. 신약 특허권이 바로 이 이유로 오랫동안 논란의 중심에 있었기 때문이다.

특허권에 의한 독점력이 인정되지 않는다면, 신약을 개발하려는 제약사는 전 세계 그 어디에도 없을 것이다. 이윤에 대한 기대라는 강한 동력이 없다면, 혁신을 위해 노력하는 것은 소수의 괴짜로 국한될 것이다. 그러나 특허권이 과연 혁신의 동기로서 적절한가 하는 질문은 필요하다. 혁신의 불씨를 꺼버리지 않으면서 공공선을 달성하는 균형점을 찾는 것이 지식재산권 논란의 핵심이다.

인공지능 헬스케어가 의료 격차의 크레바스를 한 방에 메워버리는 기적을 행하려면, 지식재산권의 문제를 넘어야 한다. 인류의 집단 지성이 현명한 선택을 하기를 기대해 본다.

2.5. 인공지능은 의사를 대체하는가

2.5.1. 인공지능과 일자리

인공지능에 관한 많은 책이 인공지능으로 인해 사라질 직업에 관해 이야기한다. 특이한 점은, 인공지능이 없앨 직업은 산업혁명 이후 계속해서 사라져왔던 비숙련 비전문 노동에 국한되지 않는다는 점이다. 인공지능에 의해 대치될 위험이 대단히 높은 직업군에는 회계사, 재무분석가, 변호사 등 고임금 직업군이 포함된다. 의사라는 직업도 이들과 크게 다른 입장에 있지 않다.

많은 서적이 인공지능으로 인한 일자리 소멸 문제를 견강부회적으로 접근한다. 이들의 주장은 단순하다. 인공지능은 많은 일자리를 없앨 것이지만, 질 좋은 일자리를 더 많이 만들어낼 것이라고 한다. 자유무역을 주장하는 경제학자들의 논리와 아주 판박이처럼 똑같다. 전체적인 파이가 커질 것이라는 주장에는 나도 십분 동의한다. 그러나 자유무역의 경우와 마찬가지로, 인공지능에 의해 대체되는 직업에 종사하던 사람은 인공지능에 의해 새로이 만들어지는 일자리에 접근하지 못한다. 필요한 기술이 전혀 다르기 때문이다.

그래도 상관없으며, 문제가 쉽게 해결될 것이라고 낙관하는 사람들도 있다. 인공지능, 즉 기계에 의해 창출되는 부가가치를 국가가 세금으로 징수하여 일자리를 잃는 사람들에게 분배하면 된다는 주장이다. 이들 중 상당수가 기본소득 제도까지도 지지한다.

과연, 좋은 이야기다. 그러나 자유무역으로 인해 일자리를 잃는 사람들을 자유무역에 의해 창출되는 잉여로 구제한다던 사람들은 지금 어디에 있나? 관세와 무역에 관한 일반협정(GATT) 체제가 출범한 지 75년이 지났고, 이를 보완한다는 세계무역기구(WTO) 체제가 출범한 지도 25년이 지났지만, 자유무역의 확대로 창출된 잉여가치를 정의롭게 나누는 나라에 대해서 나는 들어본 바가 없다. 그럼에도 매해, 세계 각국은 새로운 자유무역지대를 만들겠다고 양자간, 다자간 협상에 나선다.

인공지능과 일자리의 문제에 대해 더 진지한 접근을 하는 사람들 중에 제리 카플란(Jerry Kaplan)이 있다. 그는 <인간은 필요 없다>에서 마이크로소프트사의 공동 창업자, 폴 앨런(Paul Allen)의 이야기를 한다.[[58]](#footnote-59) 캘리포니아에는 앨런 망원경 군집(Allen Telescope Array)이라는 것이 있다. 영화 <컨택트>에 나오는 것처럼, 우주 어딘가에 있는 외계인의 신호를 감지하기 위해 수십 대의 대형 망원경이 하늘을 향하고 있다. 이 막대한 프로젝트에 소요된 비용은 모두 폴 앨런의 주머니에서 나왔다.

이 프로젝트에 들어간 돈을, 폴 앨런이 그의 공동창립자였던 빌 게이츠와 마찬가지로 아프리카의 보건 사업에 썼다면 얼마나 많은 생명을 살릴 수 있었을까? 지식의 진보와 과학적 탐구도 인류에게 중요한 가치이지만, 같은 돈으로 생명을 구할 수 있었다는 생각을 하면 입안에 쓴맛이 느껴지는 것이 사실이다. 그러나 그 돈은 폴 앨런의 돈이다. 불법적이지만 않다면, 자기 돈을 어디에 어떻게 쓰든 그건 자유다.

제리 카플란은 이어 고대 이집트 문명의 피라미드에 관해 이야기한다. 피라미드 건설에는 대규모 노동력이 동원되었는데, 남겨진 기록을 연구한 바에 따르면 피라미드 건설직은 당시 기준으로 꽤 괜찮은 일자리였다고 한다. 건설에 필요한 노동의 질을 유지하기 위해, 좋은 급료, 양질의 식사는 물론 의료 서비스까지 제공되었다고 한다. 공짜 점심에 4대 보험이라니, 요즘 시각에서 보더라도 아주 괜찮은 직장이다.

피라미드 건설 노동자의 고용주는 누구였겠는가? 당시 이집트 전체를 홀로 소유하던 반인반신적 존재, 파라오다. 고대 이집트 노동 시장에서, 파라오에게 고용되어 피라미드 건설에 동원된 노동자들의 규모는 고대 이집트 제국에서 차지하던 비중이 결코 작지 않다.

인공지능을 비롯한 소위 ‘4차 산업혁명’이 진행됨에 따라 더 많은 수의 폴 앨런이 등장할 것이다. 이미 많은 수의 초월적 부자들이 혁신 기업을 일으켜 부를 일구었다. 아마존의 제프 베조스(Jeff Bezos), 애플의 고 스티브 잡스(Steve Jobs), 테슬라의 일론 머스크(Elon Musk), 우버(Uber)의 트래비스 칼라닉(Travis Kalanick)… 워런 버핏과 같이 기부 활동에 힘쓰는 부자들도 있지만 그렇지 않은 부자들도 많다. 스티브 잡스는 기부를 강요하지 말라고 일갈했고, 트래비스 칼라닉은 21세기를 사는 사람이 맞나 싶을 정도로 전근대적이고 제왕적인 마인드로 회사를 경영하며 수많은 사고를 치다가 해고되었다.

혁신적인 제품과 서비스가 세상을 휘어잡으면서 이들 부자들은 우후죽순 생겨난다. 그와 동시에 수많은 사람들이 기존의 일자리에서 밀려나 취약 노동자로 전락한다. 스콧 갤러웨이(Scott Galaway)는 <플랫폼 제국의 미래>에서 이렇게 말한다.

규모가 큰 기업은 그만큼 많은 일자리를 창출할 거라고 생각하지만 실제로는 그렇지 않다. 그런 기업은 높은 보상이 주어지는 소수의 일자리만 창출하고 그 밖의 나머지 사람들은 부스러기 같은 일자리를 놓고 쟁탈전을 벌인다. 현재의 추세대로라면 미국은 300만 명의 영주와 3억 5,000만 명의 농노가 사는 나라가 될 것이다.[[59]](#footnote-60)

스콧 갤러웨이에 따르면, 아마존, 구글, 애플, 페이스북 등 4개 회사의 시가총액은 2.3조 달러에 달한다. 프랑스의 GDP와 맞먹는 규모라고 한다. 그러나 이들 4개 기업이 고용한 사람의 수는 겨우 42만 명에 불과하다. 비슷한 경제가치를 프랑스는 6,700만 명이 창출하고 있다. 그러니까, 소위 ‘4차 산업혁명’을 주도하는 이 네 개의 기업은 6,700만 명의 일자리를 42만 개로 줄인 것이다.

인공지능이 수많은 일자리를 소멸시킨 미래, 우리는 폴 앨런과 같은 억만장자의 개인 취미 프로젝트(pet project)에 동원되어 일하면서, 그나마 다른 사람들보다 나은 일자리를 얻어 다행이라고 생각하며 살지도 모른다. 이것이 단지 상상의 산물이 아니라 충분히 가능한 미래라는 사실은, 제리 카플란이 피라미드 건설 노동자의 사례로 이미 설득력 있게 제시하지 않았는가.

2.5.2. 인공지능 대 의사

제리 카플란은 <인공지능의 미래(Artificial Intelligence: What Everyone Needs to Know)>에서 인공지능의 발전과 함께 사라질 직업들을 살펴본다. 가장 쉽게 생각할 수 있는 분야는 단순노동이다. 이미 기계에 의해 대체가 진행 중인 영역이다. 점점 더 정교하고 복잡한 일들, 때로는 판단력을 어느 정도 요구하는 일까지도 자동화의 대열에 합류했다. 커피를 뽑는 인공지능 바리스타는 이미 몇 년 전에 뉴스를 장식했고, 보스턴 소재 식당 ‘스파이스(Spice)’에서는 인공지능이 덮밥을 담아준다. 인공지능이라는 요소가 살짝 가미되기는 했으나, 기본적으로 산업혁명 이후로 죽 이어져온 ‘자동화’의 연장선이다.

인공지능의 진정한 무서움은 자동화의 영역이 아닌 곳에서 인간을 밀어낸다는 점이다. 이미지 판독에 있어 인공지능이 이미 인간의 능력을 뛰어넘었다고 말했다. CT 이미지 판독은 고도의 전문 영역이며, 부가가치가 대단히 높은 일이다. 이미 이런 영역에서조차 인공지능은 인간을 대체할 역량을 갖췄다.

암묵지의 영역도 심각한 도전에 직면했다. 이전에는 가르칠 수 없고 정식화할 수 없다고 생각되던 일들, 그래서 도제 방식을 통해 겨우 대를 이어온 장인(匠人)의 영역도 인공지능은 쉽게 넘본다. 패턴이 없어 가르칠 수 없었던 것이 아니라, 패턴이 너무 복잡해서, 또는 그 패턴을 인간의 언어가 묘사하기 어려워서 가르칠 수 없었던 것뿐이었다. 아무 때나 벌컥 화를 내며 주전자를 집어던지는 괴퍅한 성격의 장인의 밑에 도제로 들어가지 않아도, 인공지능은 스트라디바리우스나 고려청자를 만들어 낼 기술을 습득해낸다.

비슷하게 우리가 오해해 온 부분은 ‘모듈화’다. 그동안 기계가 대체할 수 없다고 생각해온 많은 작업들이 모듈화를 통해, 즉 전체를 몇 개의 부분으로 쪼개는 방식으로 자동화될 수 있다. 의사의 일 중에 언뜻 보아 자동화가 쉽지 않은 분야가 외과수술이다. 그러나 모듈화를 고려해보면 그것은 너무나 단순한 생각이라는 걸 쉽게 알 수 있다.

도대체 인공지능의 위협에서 비교적 안전한 직업은 뭘까? 인공지능이 할 수 있는 작업의 목록은 도대체 얼마나 긴 것일까? 이 질문에 대한 대답으로, 제리 카플란의 다음 한마디를 인용하고 싶다.

인공지능으로 할 수 있는 일보다는 인공지능으로 할 수 없는 일이 무엇인지를 묻는 편이 더 간편할지 모른다.[[60]](#footnote-61)

인공지능의 위협에서 당분간은 안전한 직업군으로 제리 카플란은 소위 ‘핑크 칼라’를 든다. 웨이터, 심리 상담사, 간호사 등이 이 직업군에 속한다. 핑크라는 색깔이 의미하는 바는 ‘인간적 접촉(human touch)’이다. 그렇다면 의사야말로 인간적 접촉이 필요한 직업이 아니겠냐는 의문이 생긴다.

인간적 접촉을 중시하는 사람들 중에는, 인공지능 시대에 인간 의사는 인공지능과 환자 사이를 연결해 주는 역할을 해야 한다고 주장하는 사람들이 있다. 같은 내용을 전달한다고 해도, 기계 화면에 ‘폐암 확률 74%’라고 표시하는 것보다는 의사가 인간의 언어로 전달하는 것이 낫지 않겠느냐는 것이다. 그러나 많은 의사들이 어려워하는 일 중 하나인 ‘나쁜 소식 전하기’에서도 인공지능이 의사보다 더 나은 결과를 보였다는 실험 결과가 있다.

<의료 인공지능>에서 최윤섭은 환자에게 나쁜 소식을 전달하는 비교적 단순한 업무에서조차 인간이 인공지능에 뒤지는 이유가 뭔지 심각하게 고민해봐야 한다고 하면서 세 가지 가설을 제시한다. 첫째, 애초에 공감 능력이 부족한 사람들이 의과 대학에 진학한다. 둘째, 의과 대학의 교육 과정이 공감 능력을 키우기는커녕 후퇴시킨다. 셋째, ‘3분 진료’라 표현되는 한국의 열악한 진료 환경 때문이다. 최윤섭은 세 가지 요소가 모두 조금씩 기여하는 것 아니겠냐고 말한다.[[61]](#footnote-62)

정신과 진료에서도 인공지능은 인간 의사보다 뛰어난 성적을 거두었다. 정신과에서 인공지능이 인간보다 뛰어난 능력을 보이는 이유는 중층적이다. 첫째, 체계화된 알고리즘으로 인해 진단이 더 정확하다. 둘째, 환자와의 라포(rapport) 형성에도 인공지능이 더 우월하다. 환자와의 라포 형성 문제는 위의 ‘나쁜 소식 전하기’와도 관련이 있다. 즉, 우리나라 의사들이 환자들과의 인간 관계에 서툴다는 문제가 분명히 존재한다. 그러나 다른 요소도 있다. 환자의 입장에서, 인간 의사에게라면 아무래도 치부를 드러내는 것을 부끄럽게 생각하게 되고, 도덕적으로 옳지 못한 일을 했던 과거 이야기를 하기가 쉽지 않다. 그러나 인공지능에게라면 그런 걱정 없이 솔직해질 수 있는 것이다.

자신이 인공지능과 상담한다고 '믿는' 환자들은 인간과 상담한다고 '믿는' 환자보다 더 솔직하게 이야기했으며, 자신의 치부를 드러내는 것도 덜 두려워했다. 또한 슬픈 감정도 더 잘 드러냈고, 상대에게 일부러 좋은 인상을 주기 위한 노력도 덜 했다. [[62]](#footnote-63)

자, 이쯤 되면 완패다. 인공지능은 인간을 아득히 초월하는 판독 능력을 가지고 있으며, 지치거나 감정적 요인으로 인한 실수나 오판의 가능성에서 자유롭고, 인간 의사들이 활용하는 체크리스트보다 훨씬 정교한 알고리즘을 사용하여 훨씬 더 정확한 판단과 치료를 할 수 있다. 심지어 인간 의사보다 환자와의 관계 수립에도 더 유능하다. 환자조차 의사보다 기계를 더 편하게 대하는 영역이 존재한다. 그렇다면 의사는 인공지능에 밀려 사라질 직업인가?

그렇지 않다. 스프레드시트(spreadsheet) 소프트웨어나 자동 기장 소프트웨어가 등장했다고 해서 재무분석가나 회계사가 사라지지는 않았다. 재무분석가와 회계사는 새로운 소프트웨어를 적극 활용, 오히려 작업의 효율을 높였다. 의사에게 있어 인공지능이라는 도구 역시 마찬가지다. 앞서 소개한 길병원의 설문조사는 인간 의사와 IBM 왓슨의 진단이 다를 경우를 가정했지만, 대개의 경우 인간 의사와 IBM 왓슨이 내놓는 결론은 유사할 것이다. 인간 의사는 IBM 왓슨의 진단 결과를 참고해서, 더 나은 판단을 할 수 있다.

의학적 판단의 옳고 그름은 결국 사후에나 알 수 있는 것이다. 현대 의학에서는 병리학과 전문의의 판단을 ‘정답’으로 간주하는 것이 일반적이다. 병리학이란 떼어낸 세포 조직을 고배율 현미경으로 들여다보고 병증에 대한 최종 판단을 내리는 학문이다. <의료 인공지능>의 저자 최윤섭에 따르면 4명의 병리학과 전문의에게 같은 데이터를 주었을 때 4명이 모두 같은 의견을 내놓는 일은 극히 희귀하다고 한다.

<의료 인공지능>에는 대단히 흥미로운 실험 결과가 소개되어 있다. 구글의 딥러닝 아키텍처인 '인셉션(Inception)'을 사용한 실험에서, 병리학 전문의는 3.5%의 에러율을 보였지만, 인공지능은 더 낮은 2.9%의 에러율을 보였다. 그렇다면 우리는 의사 대신 인공지능의 판단을 믿어야 할까? 생각해 보면 당연한 것이지만, 병리학 데이터를 판단하는 방법은 하나가 더 있다. 인공지능과 의사가 협력하는 것이다. 이 실험에서 인공지능과 전문의가 협력하여 내린 진단의 에러율은 0.5%에 불과했다. 그렇다. 재무분석가가 스프레드시트 소프트웨어를 활용하는 것처럼, 의사는 인공지능이라는 도구를 활용해서 더 나은 판단을 내리면 되는 것이다.

선마이크로시스템즈(SUN Microsystems)의 공동창업자이자 벤처투자가인 비노드 코슬라(Vinod Khosla)는 techcrunch.com에 기고한 글에서 앞으로 의사의 80%가 알고리즘으로 대체될 것이라고 말했다.[[63]](#footnote-64) 그는 또한 ‘5년 안에 영상의학과 전문의의 역할이 구시대의 유물이 될 것이다(The role of radiologists will be obsolete in five years)’라고 인터뷰하기도 했다. 에릭 토폴(Eric Topol)은 저서 <Deep Medicine>에서 이 발언 관련 비노드 코슬라와 직접 대화를 했다고 밝히면서, 영상의학과 전문의 자체가 아니라 영상의학과의 1차 판독 역할이 사라진다는 의미라고 해설했다.[[64]](#footnote-65)

비노드 코슬라가 주장하는 미래의 영상의학은 말하자면, 1차 판독을 인공지능에게 맡기고, 영상의학과 전문의는 최종 판독을 책임진다는 것이다. 일부 로펌에서 참조 판례 검색을 인공지능에게 맡기는 것과 마찬가지다. 인공지능과 인간의 협업이야말로 인공지능 헬스케어의 미래 모습으로 가장 현실성 있다고 말할 수 있겠다.

지금까지 의사의 의료활동을 도와온 겸자, 청진기, ECMO와 마찬가지로 IBM ‘왓슨 포 온컬러지’와 같은 인공지능 헬스케어 역시 의사의 도구일 뿐이다. 인공지능은 의사를 도울 것이고, 인공지능의 도움으로 의사는 더 많은 시간을 환자와의 소통 등 그동안 신경쓰지 못했던 분야에 쏟을 수 있을 것이다. 그것이 에릭 토폴이 <Deep Medicine>에서 주장하는 미래 의료의 모습이다.

3. 인공지능과 정부 정책

3.1. 데이터 확보와 프라이버시

3.1.1. 데이터는 인공지능의 선결 문제

기계학습은 데이터를 필요로 한다. 그러나, 데이터라고 다 같은 데이터는 아니다.

2016년 봄, 마이크로소프트는 테이(Tay)라는 이름의 챗봇을 만들었다. 테이는 기계학습 인공지능이었고, 사용자들과의 채팅을 통해 어휘와 표현 등을 배우도록 설계되었다. 극우 성향의 네티즌들이 조직적으로 채팅에 가담, 테이에게 극우적이고 인종주의적인 표현을 가르쳤다. 테이는 곧 ‘히틀러가 옳았다’, ‘대량학살(genocide)에 찬성한다’ 따위의 표현을 남발해서 컬트적인 인기를 끌었지만, 이는 마이크로소프트가 원한 것이 아니었다. 마이크로소프트는 시범 서비스 개시 16시간만에 테이를 트위터에서 철수해야 했다.[[65]](#footnote-66)

2016년 가을, 마이크로소프트는 문제점을 개선한 새로운 챗봇, 조(Zo)를 출시했다. 쓰레기를 넣으면 쓰레기가 나온다는 격언을 다시 일깨워준 ‘테이’의 실패를 교훈삼아, 마이크로소프트는 ‘조’가 ‘테이’의 실수를 반복하지 않도록 하기 위해, 정치적으로 민감한 화제에 대해서는 침묵하도록 안전장치를 마련했다. 결과는? ‘조’는 말실수를 두려워하는 극단적으로 조심스러운 채팅 상대가 되었다. 이런 상대와의 채팅에 흥미를 보이는 사람은 많지 않을 것이다.



‘이슬람’이라는 단어가 나오자 입을 다무는 챗봇, ‘조’.[[66]](#footnote-67)

사소한 뉘앙스의 차이로 의미가 확 달라지는 언어의 미묘함은 사실 인간에게도 어려운 문제다. ‘여기 모인 우리는 전부 (결국) 유대인이다’라는 문장은 인종차별을 거부하는 진보적인 발언이지만, ‘저 사람들은 전부 유대인이군’이라 말하면 대단히 인종차별적으로 들릴 수 있는 표현이다.[[67]](#footnote-68)

우리가 사는 세상을 사이버 세계에 그대로 옮겨 놓으려는 의도라면 모르나, 마이크로소프트든 어떤 다른 기업체든 굳이 돈을 투자해서 ‘극우 챗봇’을 만들 이유는 없다. 인공지능은 도구다. 돈과 시간을 투자해서 쓸모없거나 해로운 도구를 만들 이유가 없다. 따라서 데이터의 질이 문제된다. 사람의 목숨이 걸린 의료 인공지능이라면 더욱 그렇다.

오남용되는 단어이기는 하지만, 소위 빅데이터는 데이터의 질 문제에 대해 해답이 될 수 있다. 통계적으로 유의미한 결과를 도출하기 위해서는 어느 정도 이상의 데이터를 모아야 한다. 그러는 과정에서 잡음도 걸러진다. 어떤 교수는 빅데이터의 정의를 다음과 같이 말했다.

빅데이터란 도대체 뭘해야 하는지 감이 안오는 수준으로 많은 데이터다(Big data is more data than you know what to do with).[[68]](#footnote-69)

빅데이터의 주요 특징 중 하나인 양(volume)을 강조한 것이다. 빅데이터란 작명의 기초가 되는 것이 바로 ‘많은’ 데이터이므로, 적절한 정의다. ‘많은’ 데이터가 확보되려면 빠른 데이터 축적 속도(velocity)가 전제되어야 하고, ‘많은’ 데이터는 자연스럽게 다양성(variety)을 확보하기 마련이므로, 이 정의는 빅데이터의 주요 특징을 모두 망라하고 있다.

그렇다면 많은 데이터를 어떻게 모아야 하는가? 구글, 페이스북 등 기업이 ‘거저로’ 얻은 데이터를 이용해서 돈을 번다는 비난을 받아온 것은 어제오늘의 이야기가 아니다. 그러나 이들 기업은 현행법을 위반하는 것도 아니며, 사람들은 자발적으로 이들 기업에 개인정보를 포함한 수많은 데이터를 맡긴다.

데이터에 기반한 과학적인 접근을 강조하는 현대 의학. 병원에 방문할 때마다 우리는 수많은 기록들을 남긴다. 문제는, 이들 대부분이 민감한 개인정보라는 점이다.

3.1.2. 개인정보 보호

포브스(Forbes)지는 빅데이터와 관련해서 조심해야 할 세 가지 영역으로 프라이버시, 보안, 그리고 차별을 들었다.[[69]](#footnote-70) 데이터 보안 문제는 프라이버시와 직결되는 문제이고, 차별 문제는 비단 데이터 영역에서만 문제되는 것은 아니므로, 빅데이터의 사용과 관련하여 가장 문제되는 것은 역시 프라이버시, 즉 개인정보 보호 문제다.

코로나-19 사태로 인해 한국의 방역 체계가 세계의 주목을 받고 있지만, 일부 해외언론은 늘 개인정보 보호의 문제를 걸고 넘어진다. 확진자들의 동선을 파악, 밀접접촉자들을 관리하고 2차 감염 위험을 사전에 차단하는 것은 대단히 훌륭한 방역 메커니즘이다. 문제는 확진자 및 자가격리자들의 동선을 파악하기 위해 활용되는 기술이다. CCTV는 물론, 신용카드 사용내역과 휴대폰 위치정보도 활용된다. 이와 관련, 브루킹스 연구소 보고서는 대개의 선진국들이 이러한 추적 기술들을 이미 보유하고 있으며, 다만 이를 건설적으로 활용하려는 정부와 공공의 의지가 필요하다고 제언했다.[[70]](#footnote-71) 일부 해외뉴스는 개인정보 보호 체계가 느슨한 한국이라서 저런 방법들이 가능하다고 보도하기도 했다.[[71]](#footnote-72)

과연 그런가? 우리나라는 2011년부터 <개인정보 보호법>을 제정하여 시행하고 있다. <개인정보 보호법>은 <공공기관의 개인정보 보호에 관한 법률>이 확대, 개편된 것으로 명칭에서도 알 수 있듯이 시대 변화 및 기술 발전에 따라 개인정보를 다루는 주체가 다양해짐에 따른 입법이다. <개인정보 보호법>은 <정보통신망법>과 <신용정보법>과 더불어 소위 ‘데이터 3법’이라 불린다. 2020년 1월, 이들 3법의 개정안이 국회를 통과하였고, 이에 따라 그간 문제점으로 지적되던 몇 가지 사안이 개선될 것으로 기대된다.

개정 내용 중에 눈길을 끄는 것은 ‘가명정보’ 개념의 도입이다. 가명정보란, 가명처리를 함으로써 원래의 상태로 복원하기 위한 추가 정보의 사용이나 결합 없이는 특정 개인을 알아 볼 수 없는 정보를 말한다.[[72]](#footnote-73) ‘가명처리’란 정보의 일부를 삭제하거나 대체하여 특정 개인을 식별할 수 없게 하는 조치를 의미한다. 가명정보 개념 도입의 목적은 명확하다. 빅데이터 시대에 부응하겠다는 것이다.

빅데이터와 인공지능은 막대한 양의 데이터를 필요로 하는데, 경제적으로 의미 있는 데이터는 대개 개인정보의 요소를 가지고 있기 마련이다. 빅데이터를 연구 및 산업 목적으로 활용하려 할 때 걸림돌이 되는 것이 바로 이 부분이다. 어차피 빅데이터의 기본은 통계적 경향성을 보려고 하는 것이기 때문에 개인식별정보는 필요 없다고 말할 수 있다. 그래서 빅데이터는 익명화 및 집계화(anonymized, aggregated)의 과정을 거쳐 시스템에 입력되는 것이 보통이다. 이를 법적으로 뒷받침하는 것이 ‘가명정보’ 개념의 도입이다.

문제는 완전한 가명처리가 가능한가의 여부다. 뉴스 기사를 통해 드러난 단편적 단서를 가지고 특정인의 개인정보를 추적하는 ‘네티즌 수사대’의 활약은, 흩어진 정보를 수집하고 조합하여 얼마든지 개인정보에 접근할 수 있다는 사실을 보여준다. <개인정보 보호법> 개정안은 이를 방지하기 위해 서로 다른 관리자들이 관리하는 가명정보의 결합을 ‘개인정보 보호위원회 또는 관계 중앙행정기관의 장이 지정하는 전문기관만’이 수행할 수 있도록 하고 있다.[[73]](#footnote-74)

가명정보의 결합을 통해 원래의 개인정보를 추적하는 것은 범죄 수사 등 공공의 이익을 위해 필요한 경우가 있으므로 예외적으로 허용할 수밖에 없다. 그러나 상기 법 규정에도 불구하고 가명정보가 불법적으로 결합되는 일은 일어날 수밖에 없을 것이다. 의료 정보는 신용 정보와 함께 개인정보 중에서도 대단히 민감한 영역에 속한다. 이렇게 민감한 정보 보호의 문제에 대해 정부는 정책 입안 및 시행 단계에서 다각도로 대비책을 강구해야 할 것이다.

지금까지 우리나라에서는 대형 포털을 비롯한 수많은 업체들이 가입자 정보를 유출해 왔다. 유출 사고의 원인, 심각성, 그리고 대처 방법에 있어 이들 사건은 모두 달랐지만, 딱 한 가지 공통점이 있다. 가입자들에게 정보수집 관련 사전동의를 받았다는 점이다. 그러나 사용약관을 꼼꼼이 읽는 사용자가 얼마나 있을까? 더구나 이런 약관들은 미로처럼 이해하기 어렵기로 정평이 나 있다.

개인정보 보호의 또 다른 측면은 이로 인한 차별의 위험이다. 영화 <가타카>는 유전정보에 따라 개인 간의 서열이 정해지고 직업의 자유가 제한되는 미래 사회를 묘사하고 있다. 유전정보 사업화의 첨단으로 유명한 회사, ’23andMe’는 다양한 유전정보 서비스를 제공하는데, 가장 저렴한 것은 2020년 5월 기준 99달러에 불과하다. 예컨대 채용 과정에서 이런 정보를 자유롭게 사용할 수 있다면 아마 거의 모든 회사가 이 저렴한 서비스를 이용하려고 할 것이다. 개인정보의 보호 문제와 차별의 문제가 겹치는 영역이다.

<생명 윤리 및 안전에 관한 법률> 제46조 제1항은 유전정보를 이유로 한 차별을 금지하고 있다.[[74]](#footnote-75) 그러나 법과 현실은 별개다. 불법적 차별을 저지르고 나서 약소한 벌금으로 무마할 수 있다면, 기업 명성에 크게 해가 되지 않는 한도 내에서 기업들은 그렇게 할 것이다.

한국의 사례가 공공의 이익을 우선시하여 개인권의 보호에 미흡하다고 많은 언론이 주장하고 있지만, 여론은 이들 언론의 주장과는 조금 다른 듯하다. 2020년 5월 18일, 대통령 직속 4차산업혁명위원회가 발표한 여론조사 결과에 따르면, 응답자의 77.4%가 데이터3법에 따라 정보를 제공할 의향이 있으며, 의료보건기술 개발을 위한 정보 제공에는 87.0%가 찬성했다. 또한 코로나-19 확진자 동선과 같은 개인정보 분석 및 공개가 적절하다고 대답한 응답자가 90.3%에 달했다.[[75]](#footnote-76)

우리나라만의 이야기가 아니다. 2020년 4월 19일 발표된 NBC와 월스트리트저널(Wall Street Journal)의 공동 여론조사에 따르면, 58%가 비상사태 조기 종료에 반대의사를 표명했다.[[76]](#footnote-77) 여론조사기관 해리스(Harris)와 하버드 대학교의 공동 여론조사에서는 현재보다 더 강한 대응책이 필요하다는 응답(31%)이 더 약한 대응책을 선호한다는 응답(13%)보다 두 배 이상 많았다.[[77]](#footnote-78) 또한 셧다운이 개인권을 침해한다고 생각하는 응답자는 27%에 불과한 반면, 셧다운이 훨씬 더 일찍 행해져야 했다는 응답은 57%에 달했다. 3월 31일 발표된 해리스 여론조사에 따르면 응답자의 과반이 휴대폰 위치추적을 지지했다고 한다.[[78]](#footnote-79)

코로나-19 확산을 막기 위한 셧다운을 반대하는 무장 시위가 일어나는 나라에서 위와 같은 여론조사 결과가 나온 것은 의미심장하다. 기본권을 천부인권(unalienable rights)이라 생각하는 미국인들에게조차, 코로나-19 사태는 기본권 제약을 정당화하는 수준의 비상시국이라는 것이다. 4월 20일 해리스 여론조사에 따르면, 마스크 착용과 사회적 거리두기만으로는 이번 사태를 진정시킬 수 없다고 생각하는 응답자가 전체의 75%에 달했다.[[79]](#footnote-80)

코로나-19는 공공선을 위해 개인의 기본권이 제약될 수 있다는 것을 거의 모든 사람들에게 동시에 보여준 역사적인 사례다. 과연 기본권은 어느 정도까지 제한될 수 있는가. 개인정보 보호와 공공의 이익 사이에서 균형을 잡기란 쉽지 않은 일이다. 이와 관련, 전자 전선 재단(Electronic Frontier Foundation) 소속 인권운동가 애덤 슈왈츠(Adam Schwartz)는 위기 시에 한해 발동되는 개인 자유 제한 조치가 위기 극복 이후에 원상복귀되지 않는 경향이 있기 때문에 문제가 더 복잡해진다고 말한다. 비상 시국이라는 이유로 허가된 특별 조치가 비상 시국 종료 이후에도 중지되지 않고 그대로 유지되는 사례가 많다는 것이다. 9/11 사태 당시 설치된 안전기획부(Natonal Security Agency; NSA)가 지금까지도 여전히 인터넷 감시 활동을 수행하는 것을 그는 현실의 사례로 꼽았다.[[80]](#footnote-81)

코로나-19라는 미증유의 사태로 개인정보 보호의 취지가 무색해지고 무분별한 데이터 수집행위가 늘어나는 것 같아 보이지만, 사실 코로나-19 사태 이전에도 데이터 수집 활동은 각 기업에 의해 공격적으로 행해져 왔던 것이 사실이다. 망외부성(network externality) 효과를 의식한 각국 정부는 기업 경쟁력 강화를 위해 필요하다는 핑계로 데이터 수집 활동을 오히려 독려해 왔다. 식물국회라는 오명으로 불리던 제20대 국회가 데이터 3법만큼은 빠르게 통과시킨 이유도 그것이다. 다시 말해, 공공의 이익을 위해 개인정보 보호를 위시한 개인의 기본권이 제한당하는 현상은 코로나-19 사태 이전부터 지속되어온 현상일 뿐, 이번 팬더믹 사태로 인해 새롭게 등장한 현상이 아니라는 말이다.

그렇게 생각하면, 코로나-19 사태로 인해 이 문제가 수면 위로 떠오른 것은 전화위복의 계기가 될 수 있다. 5월 12일, 백악관 대변인은 한국이 코로나-19 검사에 있어 황금 기준(gold standard)이라고 말했다.[[81]](#footnote-82) 이왕 이렇게 된 것, 데이터 활용과 개인정보 보호 사이에서 절묘한 균형을 찾아내는 일도 우리가 나서서 세계 표준을 세우는 것은 어떨까.

3.1.3. 원격의료와 개인정보 보호

2019년 12월 13일, 대통령 직속4차산업혁명위원회는 '개인주도형 의료데이터 이용 활성화 전략'을 의결했다고 발표했다.[[82]](#footnote-83) 그동안 개인정보임에도 불구하고 공공기관 및 의료기관 중심으로 관리되던 의료데이터를 해당 개인이 주도해서 활용할 수 있도록 한다는 것이 이 전략의 핵심이다.

동 전략에 따르면, 앞으로 개인은 여러 병원에 분산 저장된 자신의 의료데이터를 휴대폰이나 PC 등을 통해 모아서 열람할 수 있고, 타 병원 진료기록을 직접 필요한 곳에 전송하여 응급 상황이나 일반 진료 시 즉시 활용할 수 있게 된다고 한다. 어떻게 보면 당연한 이야기 같이 들리지만, 이 결정은 우리나라 의료 현실에 있어 한 가지 중요한 사안에 대해 시사하는 점이 있다. 바로 원격의료에 관한 것이다. 원격의료에 있어 가장 중요한 요소 중 하나가 정보공유이고, 원격의료의 주요 분야 중 하나인 2차 의견 조회에 병원 간 데이터 전송이 핵심 요소이기 때문이다.

원격의료가 명시적으로 금지되어 있는 우리나라 의료 현실을 잘 보여주는 한 가지 사례를 들고자 한다. 요즘 시판되는 삽입형 제세동기(Implantable Cardioverter Defibrillator; ICD)는 대개 심장박동 모니터링 및 신호 장치를 갖추고 있다. 부정맥 등 이상 징후를 감지하면 이를 센서를 통해 알려주는 기능이 탑재되어 있는 것이다. 그러나 이 기능은 우리 의료법 체계에 따르면 ‘원격 모니터링’, 즉 원격의료의 하위범주에 해당된다. 즉, 불법이다. 그래서 우리나라로 수입되는 ICD는 모니터링 기능을 제거해야만 국내 시장에서 시판될 수 있다. 이와 관련, 대한부정맥학회 김영훈 회장은 원격의료 금지 예외조항을 도입하여 이 문제를 풀어야 한다고 밝힌 바 있다.[[83]](#footnote-84)

원격의료의 장점은 명확하다. 의료접근성을 크게 개선할 수 있고, 의료진의 부하를 덜어 코로나-19 사태와 같은 비상 상황에 의료 리소스를 효율적으로 활용할 수 있으며, 전반적으로 저비용 고효율의 의료 서비스를 보급할 수 있다. 반면, 원격의료라는 개념이 근본적으로 가지고 있는 단점은 거의 없다고 할 수 있다. 원격의료 반대론자들이 제시하는 반대 이유는 대개 원격의료의 부적절한 도입에 관한 것이다. 대표적인 것이 제도적 미흡, 의사 책임 범위의 모호, 보험 청구 메커니즘의 복잡화, 그리고 의료민영화 우려 등이다.

그러나 장점이 단점을 압도하는 좋은 제도라고 해도, 당사자들이 필요성을 느끼지 못한다면 도입은 늦어질 수밖에 없다. 우리나라 의료 시스템의 세 축, 즉 환자, 의료계, 정부 모두 원격의료 도입을 반길 이유가 없다.[[84]](#footnote-85)

우선, 우리나라는 의료접근성이 뛰어나 원격의료로 메워야 하는 틈이 거의 없다. 일부 산간 및 도서 지역이 아닌 다음에야 쉽게 병원을 찾을 수 있고, 1차 의료기관을 건너 뛰고 대학 병원 등 대형 병원을 찾아가는 것도 어렵지 않다. 따라서, 대면의료의 열화 대체재인 원격의료를 환자들이 그다지 반길 이유가 없다. 물론 시간에 쫓기는 현대인들에게 원격의료는 매력적으로 다가올 수 있으며, 처방전을 얻기 위한 ‘3분 진료’가 원격의료에 비해 우월한 면이 없는 것도 사실이다. 그러나 의료접근성이 뛰어난 우리나라에서 원격의료를 도입하여 추가적으로 살릴 수 있는 생명의 수가 많지 않은 것도 현실이다.

다음으로는 공급자, 즉 의료계의 입장에서 중요한 문제인데, 원격의료 허용이 의료산업의 활성화 내지 발전에 별 도움이 되지 않는다는 점이다. 과거 십수 년간 진보, 보수를 가리지 않고 모든 정부가 원격의료를 추진한 배경에는 의료활성화를 통한 경제활성화가 있다. 의료관광 활성화, 바이오 신약 개발 촉진 등 정부의 여타 의료산업 활성화 정책과 함께 추진된 것이 원격의료다.

이는 의료계에서 지속적으로 요구해온 수가 체계 개선과 직결되는 문제다. 전 국민 의료보험, 그리고 당연지정제로 인해 한국의 의료 공급자들은 공무원이 아님에도 불구하고 공무원과 다름 없는 입장에 놓이게 된다. 의료 공급자는 수익성 개선을 위해 의료보험에 의해 커버가 되지 않는 의료행위(미용 수술, 피부 관리, 비만 클리닉)에 매달리거나, 부대사업(뷰티 상품 및 건강식품 판매, 장례식장 운영)에 몰두하게 된다. 원격의료가 허용된다고 해도 현재의 수가 체계가 바뀌지 않는 한 이러한 패턴은 바뀌기 어렵다. 따라서 의료 공급자 입장에서도 원격의료 활성화는 우선순위가 떨어지는 목표일 수밖에 없다.

따라서 현재 우리나라에서 원격의료 도입에 열심인 것은 3P의 단 한 축, 정부뿐이다. 문제는 정부조차 이 문제에 관해 일관된 입장을 고수하지 못한다는 것이다. 과거 정부에서는 의료산업 활성화의 한 축으로 원격의료를 추진했는데, 그 패키지에는 영리병원 허가도 포함되어 있었다.

비록 제주도라는 지역적 제한과 외국인이라는 객체적 제한이 있었으나, 최초의 영리병원 ‘녹지국제병원’의 설립이 허가되었다. 그러나 내국인 진료 제한에 따른 영리성 악화를 우려한 녹지국제병원 측은 법정 싸움에 매달리느라 설립 기한을 넘기고 말았다. 개설 허가로부터 90일 이내 업무를 시작하지 않는 경우 개설허가를 취소할 수 있다고 규정한 의료법 제64조에 따라 녹지국제병원에 대한 개설 허가는 2019년에 취소되었다.[[85]](#footnote-86)

코로나-19 사태의 장기화에 따라 의료진에 과부하가 걸리고 비접촉 방식의 진료 필요성이 대두되면서 원격의료 논의가 재점화되었다. 코로나-19 대유행이라는 예외적 상황이 지속되는 동안에 한해서이기는 하지만, 2020년 2월 24일부터 전화상담 및 처방이 일시적으로 허가되었다. 4월 12일까지 총 10만 3,998건의 전화상담 및 처방이 이루어졌다고 중앙재난안전대책본부는 밝혔다.[[86]](#footnote-87)

2020년 5월, 정부가 원격의료 본격 도입을 검토하고 있다는 보도가 나오자 의사협회는 즉각 반발했다. 정부는 ‘비대면 의료’로 이름을 바꾸고, 수가 체계 개선을 통해 동네의원의 수익성을 개선하는 보완책을 마련하겠다고 했다. 그러나, 의협은 5월 18일부로 전화상담 및 처방을 당장 중단하겠다고 밝혔다.[[87]](#footnote-88) 정의당 역시 정부의 일방적인 원격의료 도입 추진을 비판했다.[[88]](#footnote-89)

OECD가 발간한 원격의료 현황 보고서에 따르면, 원격의료는 저렴한 비용에도 안전성과 효과성이 입증되어 있으나 아직 널리 활용되지 못하고 있다고 한다.[[89]](#footnote-90) 거버넌스의 부재, 비용보전(reimbursement) 문제, 그리고 정부규제와 함께 OECD 보고서는 원격의료에 필요한 장비 구입이 환자에게 장벽이 될 수 있다는 점을 비중있게 다루었다. 그러나 앞서 살펴보았듯이 원격의료에 필요한 개인장비의 보급은 최빈국과 개도국에게 오히려 기회가 될 수 있다. 유선통신망 구축을 그냥 건너뛰고 무선통신망을 구축한 것처럼, 현재 의료 인프라가 열악한 국가들은 취약한 대면 진료 체계 개선 대신 원격의료 체계에 올인할 수 있기 때문이다. 더구나 원격의료에 필요한 개인장비 보급의 문제는 우리나라의 현실과 거리가 멀다.

결국 원격의료 도입에 있어서도 실질적으로 가장 큰 장애물은 개인정보 보호의 문제가 될 것이다. 수가 체계 개선이 함께 진행된다면 금상첨화이겠으나, 그 문제를 일단 미뤄놓고라도 원격의료 도입은 충분히 가능하다. 최대한 빈틈 없이 제도를 준비하기 위해서는 우선 의료 사고 발생 시 의사의 책임 범위 제한 문제, 건강보험 적용 범위, 그리고 개인정보 보호를 추가적으로 담보할 제도 마련이 필요하다.

조지아주에서 오랫동안 원격 진료를 해온 멜리사 영 교수에 따르면, 개인정보 보호 문제는 원격의료 실시에 있어 아무런 문제가 되지 않았다고 한다. 조지아주의 원격의료 체계에서는 병원 사이에서만 진료 기록 전달이 가능하기 때문이다. 이전에도 환자 정보를 공유하던 병원 시스템에 원격의료의 요소를 더한 것뿐이기 때문에, 개인정보 보호와 관련하여 추가적으로 발생하는 문제는 없다는 것이다. 마찬가지 방법으로 우리나라에서도 당장 원격의료를 도입할 수 있을 것이다. 이런 방식의 정보 공유에는 '개인주도형 의료데이터 이용 활성화 전략'도 필요 없다.

그러나 조지아주와 우리나라의 의료 현실은 크게 다르다. 조지아주의 원격의료는 의료접근성 제고가 가장 큰 목적이다. 넓은 땅에 인구밀도가 낮은 도시가 흩어져 있어, 의사가 시골 구석구석마다 병원을 열 수 없기 때문이다. 의료접근성이 훌륭한 우리나라와는 상관없는 이야기다. 게다가 의료접근성 위주로 시행 중인 조지아주의 원격의료는 환자들에게 ‘시혜적으로’ 베푼다는 느낌이 강하다. 그만큼 병원, 즉 의료 공급자 위주로 운영되는 시스템이다. 몰리는 환자를 전부 다 감당할 수 없는 병원이 상대적으로 한가한 병원 쪽으로 환자를 넘겨주는 시스템이라는 것이 멜리사 영 교수의 진단이다.[[90]](#footnote-91) 우리나라에서 한때 제기되었던 원격의료의 부정적 영향, 즉 유명 대형병원으로의 환자 쏠림 현상의 정 반대되는 현상이 미국 조지아주에서 벌어지고 있다.

따라서 우리나라에 도입되는 원격의료는 좀 더 개선된 시스템이어야 한다. 의료정보의 주도권을 환자에게 되돌려준다는 '개인주도형 의료데이터 이용 활성화 전략'을 원격의료의 한 축으로 흡수하는 것도 좋은 전략이다. 물론, 개인정보 보호를 위한 효과적인 수단이 강구되어야 한다. 복잡한 사용자 약관을 들이대면서 ‘당신이 가진 의료정보를 넘기라’고 꼬드기는 기업들이 우후죽순 솟아나기 전에 시스템을 갖춰야 한다.

3.2. 의료 공급자의 역할

3.2.1 의료 시스템의 3P

의료 시스템은 3P가 각 꼭지점을 차지하는 삼각형의 형태로 되어 있다. 첫 번째 P는 환자(Patient)다. 의료 서비스라는 것은 바로 환자의 필요를 충족시키기 위한 것이므로 가장 중요한 꼭지점이다. 두 번째 P는 의료 공급자(Provider), 즉 의사다. 환자가 필요로 하는 것이 의사이니 당연한 요소다. 대개 사적인 영역이지만, 쿠바나 영국의 경우처럼 공적 영역에 존재하는 경우도 있다.

세 번째 P는 지불자(Payer)다. 의료 시스템에 따라 다르지만 대개 보험회사가 이 자리를 차지한다. 전 국민 의료보험을 도입하고 있는 우리나라로서는 정부가 바로 이 자리를 차지한다. 우리 건강보험에는 비급여 항목 또한 많이 존재하므로 민간 보험회사도 일정 부분 이 자리를 차지한다. 중증 장애나 장기적 치료 및 요양을 요하는 질병일 경우, 민간 보험의 비중이 높아지며, 최근 건강보험의 비급여 항목 지출을 보전해주는 실비 의료보험의 대유행으로 더욱 복잡해진 것이 바로 이 꼭지점이다.

세 번째 P는 보험 제도가 도입되기 전까지 비어 있었다. 원래 환자-의사 간 양자 관계였던 이 구도에 보험 회사 또는 국가가 끼어들게 된 것은, 의사와의 관계에서 약자의 위치에 있는 환자가 권력 관계의 불균형을 시정하기 위해 노력한 결과라고 볼 수 있다. 미셸 푸코가 지식 기반 권력 관계의 대표적 사례로 드는 것이 바로 의사와 환자 사이의 관계다. 법관이 피고의 목숨을 좌지우지하듯, 환자는 의사 앞에서 자신의 목숨이 왔다갔다 하는 것으로 느낄 수밖에 없다. 의사의 권위에 감히 도전하지 못한다. 모든 권력은 남용되기 나름이며, 이것은 의사와 환자 사이의 관계에서도 마찬가지다. 따라서 비합리적이거나 완전히 잘못된 처방조차도 환자는 거부할 수 없는 경우가 생긴다. 이것은 사회에 부담으로 작용하는데, 바로 이 부분에 국가나 제3자가 끼어들 여지가 생긴다. 직접 이해관계를 가지지 않는 제삼자가 의료 공급자와 환자 사이에서 중재 역할을 하려는 것이다.

그런데 보험회사는 거대 자본을 등에 업고 있어 의료 공급자 및 환자 양자에 대해 불균형적인 권력적 우위에 설 여지가 많다. 인공지능의 도래로 인해 이러한 여지는 더욱 커지게 되는데, 그 맥락은 의료 서비스의 자동화다.

3.2.2. 의사 패싱

우리나라에서도 오랫동안 문제시되어 왔던 것이지만, 의사를 더 빨리 만나기 위한 창구로 응급실을 이용하는 사례는 외국에도 흔하다. 대개의 경우 이 현상은 의료접근성 때문에 일어난다. 환자들은 1차 병원에서부터 단계를 밟아 3차 병원에까지 이르는 길이 멀다고 느낀다. 이 경로를 생략할 수 있는 루트가 바로 응급실이기 때문에, 오늘도 병원 응급실은 응급 환자가 아닌 환자들로 북새통을 이룬다. 그런데, 인터넷과 모바일 디바이스를 통한 환자 관리가 불필요한 응급실 방문을 감소시킨다는 연구 결과가 있다.[[91]](#footnote-92) 기술 발달이 3P의 삼자관계에 변화를 몰고 온다는 사실은 바로 의료계가 누구보다도 더 잘 알고 있다.

그러나 모든 변화가 긍정적인 것만은 아니다. 인터넷 보급으로 인해 의료 정보의 접근성이 크게 개선되자, 의사들은 때로 다른 의견을 가진 환자들과 논쟁을 벌여야 하는 상황에 직면하게 되었다. 인터넷에서 얻은 의료 정보는 잘못된 것일 수도 있으므로, 의사들이 이런 상황에 짜증을 내는 것도 이해는 된다. 그러나 의사들은 오랫동안 지식이라는 이름으로 권력을 휘둘러 왔으며, 종종 잘못된 처방과 진료를 내리고도 그에 대해 책임을 지지 않아 왔다. 인터넷의 보급과 이로 인한 의료 정보의 접근성 개선은 하루아침에 일어난 일이 아니다. 이러한 현상을 미리 감지하고, 선제적으로 환자에게 더 많은 정보를 주려는 노력을 해왔다면, 의료계는 오늘날 환자들과 입씨름을 해야 하는 상황을 상당한 정도로 예방할 수 있었을 것이다. 3P의 변화에 대해 의료계가 선제적으로 대응해야 하는 이유도 같은 맥락에서 볼 수 있다.

의료 서비스의 기술적 발달, 특히 디지털화(digitalization)와 인공지능의 도래로 인해 3P의 삼자 관계에서 공급자, 즉 의사가 완전히 배제될 수 있다는 의견이 있다.[[92]](#footnote-93) 의사라는 직업은 인공지능에 의해 대체되지 않을 것이라고 이미 말했다. 그러나 의사의 역할은 분명히 바뀔 것이다. 비노드 코슬라는 인공지능에 의한 1차 판독을 거치지 않는 영상의학과 전문의의 이미지 판독 행위를 불법으로 규정해야 한다고 주장한 바 있다. 영상의학과 전문의보다 인공지능이 판독 오류를 저지르는 확률이 적으며, 인공지능과 의사가 협력할 경우 판독 오류 확률은 더욱 낮아진다. 미래의 의사는 인공지능에 의해 대체되지는 않겠지만, 인공지능을 필수적 도구로 사용하게 될 것이다.

문제는 바로 거기에 있다. 의사들은 지금까지 수많은 도구들을 활용해서 더 나은 의료 서비스를 제공해왔으며, 인공지능 역시 그런 도구들의 하나에 불과하다. 그러나 사무직 종사자에게 연필과 컴퓨터가 다르듯이, 의사에게도 청진기와 인공지능은 차원이 다른 도구다. 컴퓨터의 도래로 인해 사무실 업무는 예전보다 훨씬 적은 인력으로도 잘 돌아간다. 마찬가지로, 인공지능은 훨씬 더 적은 전문인력만으로도 병원 운영이 가능하게 해 줄 것이다.

사실 이 현상은 의료계에 앞서 다른 전문직 분야에서 이미 나타나고 있다. 회계사와 재무분석가의 일은 거의 전부 인공지능에 의해 대체될 수 있다. 많은 수의 로펌이 판례와 법조항을 찾는 단순 노동을 이미 인공지능의 손에 맡기고 있다. 이들 전문직보다는 아직 시간적 여유가 있는 편이지만, 의료계 역시 인공지능의 파도에서 멀리 있는 것이 아니다. 의료계가 이들 전문직보다 나은 사정인 이유는 의료 전문가의 기술 중 상당 부분이 암묵지의 형태로 되어 있기 때문인데, 앞서 살펴봤듯이 인공지능은 암묵지조차 학습해낸다.

로펌이나 회계 법인과 같은 전문직 기업을 생각해보자. 자본이 전문가를 고용해서 서비스를 제공한다. 이들 전문직 법인은 전문직들의 인적 결합이라는 초기 형태에서 벗어난 지 오래다. 자본이 주인 역할을 하고 있다는 말이다. 우리나라에서 영리병원이 허용되지 않는 이유가 바로 여기에 있다. 사람의 목숨을 살리는 인술(仁術)이어야 하는 의술이 자본의 노예가 되어 돈 버는 기계로 전락하는 것을 좌시하지 않겠다는 사회적 합의가 그 배경에 깔려 있는 것이다. ‘사무장 병원’이 적발될 때마다 사회적 공분이 일어나지 않는가.

미래의 병원도 의사를 필요로 할 것이다. 그러나 의사의 역할은 거대한 인공지능 시스템의 운영자 정도의 역할을 하게 될 가능성이 크다. 데이터의 생산, 저장, 관리를 전부 인간이 했을 때는 많은 인력이 필요했지만, 오늘날에는 데이터베이스 시스템과 그것을 관리할 관리자 소수만 있으면 되는 것과 마찬가지다. 시스템 관리자는 물론 중요한 사람이다. 그러나 대체가 불가능하지는 않다. 의료 인공지능이 충분히 발달한 미래에서 인간 의사는 쉽게 대체가능한 고용인으로 전락할 수 있다.

이미 거대 자본인 지불자, 즉 보험 회사는 병원을 직접 운영하려 할 것이다. 법이 허용하지 않는다면 편법을 쓰면 된다. 이제 지불자는 환자를 직접 상대하고, 필요한 경우, 필요한 정도만큼만 공급자, 즉 의사에게 환자를 만날 기회를 준다.

회계 법인을 이용하는 고객을 생각해보자. 그는 회계 법인에 서비스를 의뢰하고, 최종 결과물을 수령한다. 보고서를 작성한 회계사를 그는 만나지 않으며, 만날 필요도 없다. 고객은 비용을 지불하고 회계 서비스를 받았을 뿐이며, 그 과정에서 회계사를 대면할 이유가 없다. 의료 서비스의 경우에도 마찬가지다. 환자는 지불자에게 비용을 지불하고 의료 서비스를 구매한다. 지불자는 필요한 경우에만 인간 의사를 투입한다. 이제 3P의 삼각형에서 의사의 자리는 없다.

인공지능의 도입에 따라 3P의 삼각형에서 의사의 자리는 좁아질 것이다. 그러나 그 변이는 한꺼번이 일어나지 않는다. 가장 먼저 영향을 받는 것은 1차 의료기관(primary care physician)이다. 1차 의료기관의 역할은 환자의 필요를 파악하고, 그 필요를 채워줄 수 있는 전문가에게 인계하는 것이다. 크게 보아 진료의 영역에 국한되어 있다. 네이버 지식인을 1차 의료기관 용도로 활용하는 사람들이 얼마나 많은가? 인공지능은 이 자리를 쉽게 차지할 것이다

3.2.3. 해결책 – 선제적 대응

기술 발전에 거스르는 것은 어리석은 일이다. 러다이트 운동은 실패했고, 영국의 적기 조례는 자동차 산업의 주도권을 다른 나라에 넘겨주는 데 1등 공신의 역할을 했다.[[93]](#footnote-94) 인공지능이 의료 서비스에서 더 많은 자리를 차지할수록, 의사의 입지는 좁아질 것이다. 그러나 이에 대해 선제적으로 대응하면 그 영향을 긍정적인 방향에서 재편할 수 있다. 이와 관련, 폴 스펜서(Paul Spencer)는 3P의 존재의의이자 구심점, 즉 ‘환자’에 집중하는 것이 해결책이라고 말한다.[[94]](#footnote-95)

환자가 원한다면 언제든 의사를 볼 수 있게 하고, 신기술을 적극 활용하며, 보험사와 협력한다. 필요한 경우 수직적 통합(vertical integration)을 통해 공급자에 대항하여 협상력을 키울 수 있다. 수가 제도 개선 역시 이 문제와 관련하여 도움이 될 수 있다.

폴 스펜서는 다양한 솔루션을 제공하고 있지만, 초점은 하나다. 바로 환자에게 집중하는 것이다. 의료 보험이라는 것이 개발되기 전까지 유구한 인류 역사 내내 의사와 환자 사이에는 아무것도 없었다. 기술과 시대의 변화가 의사와 환자 사이의 거리를 늘이려 한다면, 그 거리를 좁히면 된다. 폴 스펜서가 ‘디지털 관문(digital front door)’이라고 지칭하는 ‘디지털화한 1차 진료’는 의료접근성 개선을 위한 돌파구로써 마련된 것이다.

현재의 열악한 의료접근성이 의료 인프라 부족으로 인한 것이라면, 문제는 더욱 쉬워진다. 인공지능 도입으로 인해 의료 인프라에 가해지는 부하는 급속하게 줄어들 것이다. 이로 인해 해방되는 의료 자원을 환자와의 접촉에 투입하면 되는 일이다. 한 인터넷 매체는 문제점 투성이인 ‘동종요법’ 대체의학의 가장 뛰어난 장점으로 의사와 환자가 함께 오랜 시간을 보낸다는 사실을 꼽았다.[[95]](#footnote-96)

의료 수가 제도의 개선 역시 마찬가지 관점에서 생각해야 한다. 수가 제도 개선은 대단히 어려운 문제다. 현재 미국에서 실험 중인 ‘가치기반 수가제(value-based payment)’는 개별 수가제도 포괄 수가제도 아닌 제3의 개념이다. 환자에게 필요한 가치를 창출한 만큼 비용을 인정한다는 것인데, 그 취지에는 십분 공감하지만 정성적 요인을 양적 수치로 환원한다는 발상은 선행에 대해 점수를 매기는 산타클로스만큼이나 꿈같은 이야기가 아닐 수 없다.

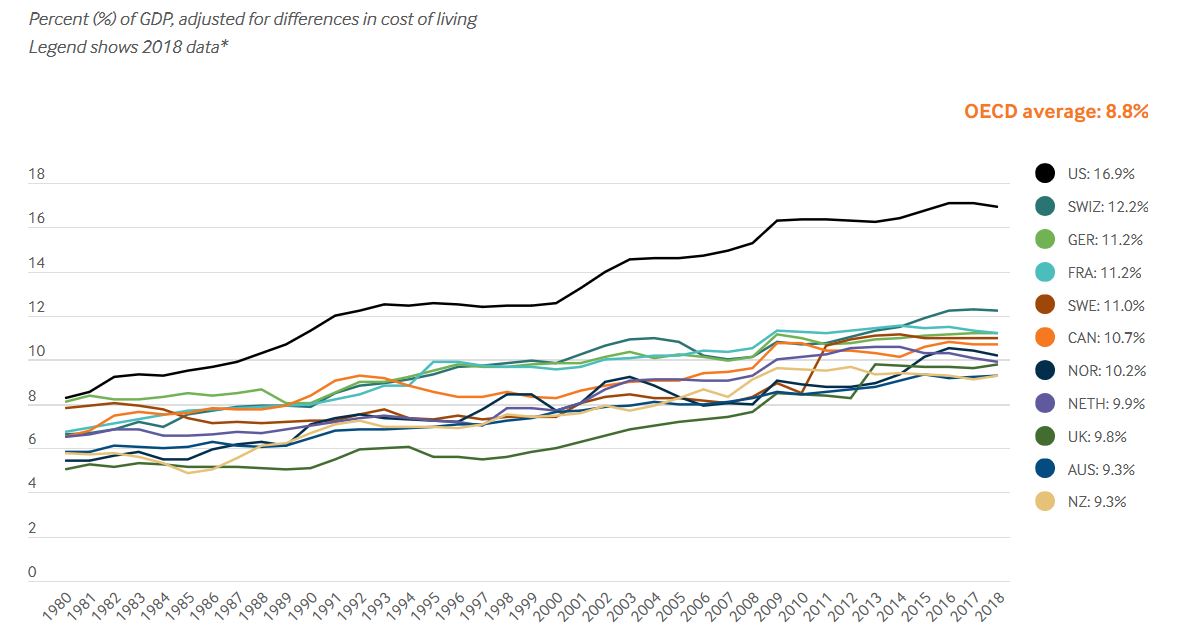
그러나 수가 제도 개선은 의료 시스템 개선에 있어 핵심 과제의 하나다. 반드시 생각해보아야 할 문제인 만큼, 수가 제도 개선에 관해서는 별도의 장에서 논의하도록 하겠다.

3.3. 보험재정

3.3.1. 의료보험의 재정 건전성

인류 역사 최초의 공적 의료보험은 비스마르크라는 아주 의외의 인물에 의해 전격 도입되었다. 마르크스가 <공산당 선언>에서 말한 것처럼, 당시 유럽에는 공산주의라는 유령이 떠돌고 있었다. 공산주의의 위험성을 간파한 비스마르크는 공산주의가 약속하는 것을 제국도 해줄 수 있다는 것을 보여주기 위해 의료보험과 연금 제도를 도입했다.

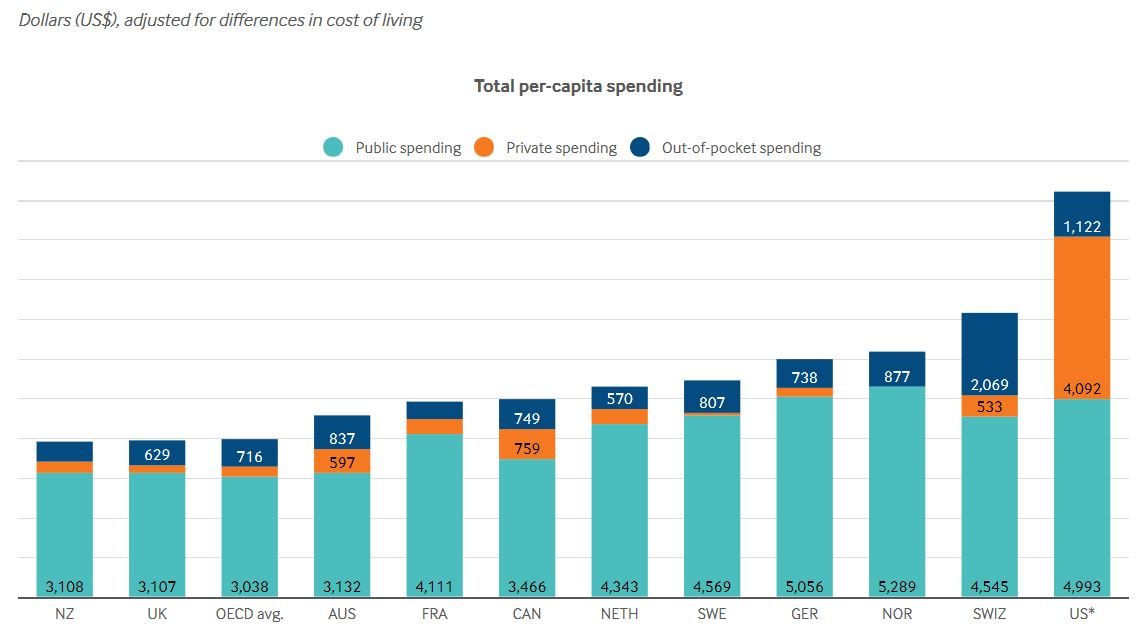
영국으로 대표되는 공적 보험과 미국으로 대표되는 사적 보험 사이에서 어느 쪽이 더 우월한가하는 문제는 사실 철학적 문제에 가깝다. 뉴욕 소재 단체, 커먼웰스 펀드(The Commonwealth Fund)는 매년 주요 선진국들을 대상으로 의료 시스템 랭킹을 발표하는데, 영국은 대개 1위를 차지하고 미국은 대개 최하위를 기록한다.[[96]](#footnote-97) 2020년 1월 발표된 2019년 비교 보고서에 따르면, 미국은 GDP의 16.9%를 의료비로 지출한다. 이는 OECD 평균의 두 배에 육박하며, 2위를 기록한 스위스의 12.2%와 비교해도 심하게 높은 수치다. 그런데도 미국은 조사대상국 중 가장 낮은 예상 평균수명, 가장 높은 지병(chronic disease) 부담, 최고의 비만율, 그리고 최저의 인구 1,000명당 의사 수를 기록했다.[[97]](#footnote-98)



압도적인 미국의 의료비 지출[[98]](#footnote-99)

마이클 무어의 다큐멘터리 영화, <식코>는 미국의 처참한 의료 현실을 다룬 영화다. 이 영화에서 최고의 의료 시스템으로 꼽는 나라는 영국과 쿠바다. 국민건강서비스(National Health Service; NHS)에 대한 영국 국민들의 자부심은 대단하다고 한다. 2012년 런던 올림픽 개막식 프로그램 중 하나는 NHS에 관한 내용이었다.[[99]](#footnote-100)

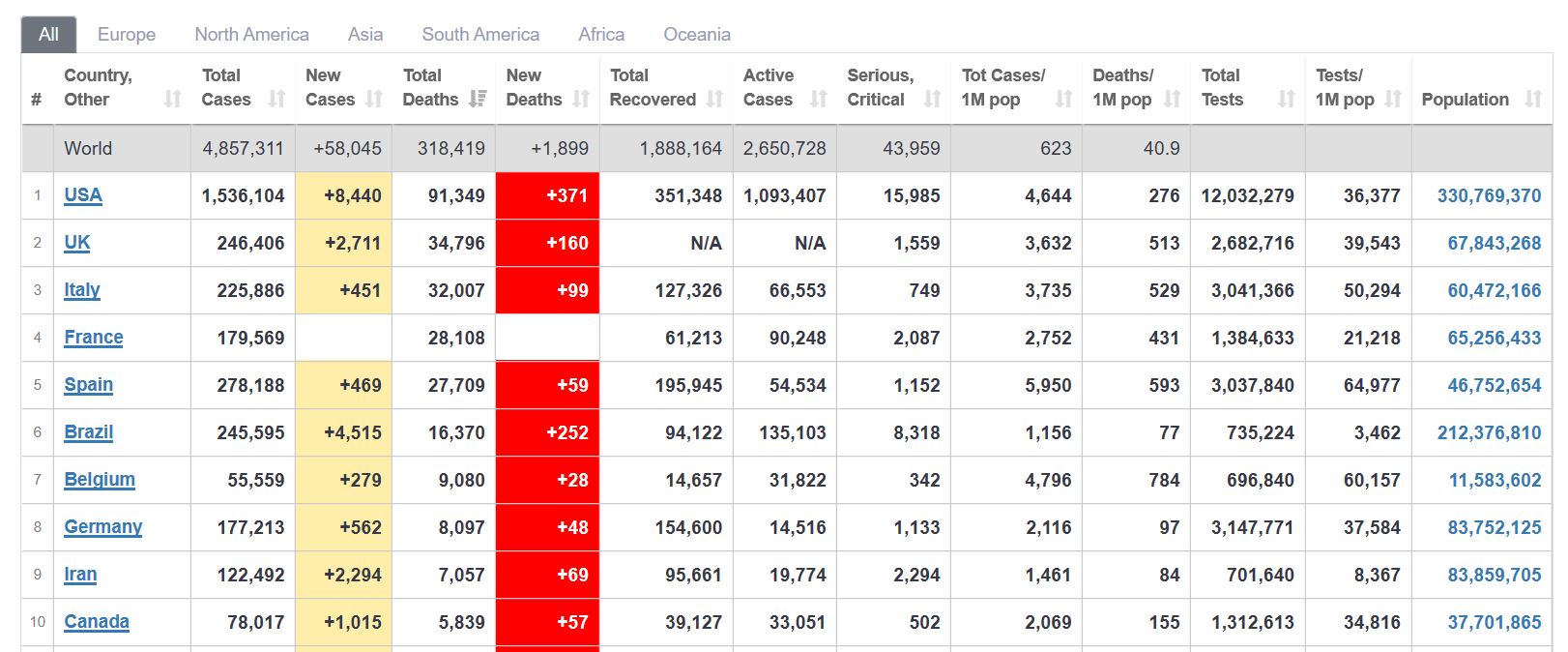
그렇다면 의료보험은 공적인 영역에서 관리하는 것이 정답인가? 미국 의료비 지출이 다른 나라들에 비해 압도적으로 높은 것은 사실 사적 영역의 지출 때문이라고, 2019년 커먼웰스 펀드 보고서는 지적한다. 공적 영역의 지출액은 다른 선진국들과 비슷하지만, 사적 영역 지출이 공적 영역 지출액을 초과한다. 사적 영역 지출은 보험 회사 지출과 개인 비용 지출을 합한 것이다.



미국 의료비 지출은 사적 영역이 주도한다[[100]](#footnote-101)

형편 없다는 평을 듣는 의료 시스템에도 불구하고, 미국의 의료는 세계 최첨단으로 여겨진다. 그 비결은 최고의 의료 서비스에 최고의 가격을 매길 수 있게 하는 영리적 체계다. 의약품 지식재산권 보호의 선두에 서서 거대 제약기업들의 이익을 대변하는 것도 미국이다. 미국의 의료 체계가 영국과 같이 공적인 성격이었다면, 많은 혁신 의약들이 더 늦게 세상에 나오거나 아직도 나오지 못하고 있었을 것이다.

의료 보험 제도를 국가가 운영할 것이냐 아니면 사적 영역에 맡겨둘 것이냐의 문제는 분명한 정답을 가지고 있지 않다. 2019년 말 시작된 코로나-19 팬더믹 사태와 관련, 많은 사람들은 공적 의료 체계를 갖춘 영국이 가장 훌륭한 대응을 보여줄 것이라 기대했다. 2020년 5월 18일 현재, 영국은 미국에 이어 코로나-19 사망자 통계 순위에서 2위를 차지하고 있다. 34,796명으로 32,007명의 이탈리아를 따돌린 지 오래다.



2020년 5월 18일 현재, 코로나-19 관련 통계[[101]](#footnote-102)

영국의 유력 일간지, <더 가디언(Tha Guardian)>은 영국이 코로나-19 대응에서 실패한 원인의 하나로 부족한 의료 체계를 꼽았다.[[102]](#footnote-103) 보수당 정권의 긴축 재정으로 인해, NHS에게는 응급 병상과 의료진 장비는 물론, 환풍기조차 부족했다는 것이다. 실패한 영국과 달리 코로나-19에 비교적 잘 대응한 국가로 가디언지는 독일을 꼽았는데, 의료 체계 관련 지출을 넉넉히 했기 때문이라고 지적했다.

독일의 의료 체계는 공적 의료 체계에 약간의 경쟁을 가미한 것이다. 독일인들은 공적 의료보험에 가입해야 하지만, 국가가 운영하는 보험에 가입해야 하는 우리나라나 영국과는 달리 100여 개의 보험회사 중 하나를 선택해야 한다. 독일과 영국의 의료보험 체계가 결정적으로 다른 점은 바로 이 부분인데, 이것이 두 나라의 코로나-19 팬더믹 대응 결과를 가른 결정적 요인이라고는 생각하기 어렵다. 그보다는 보수당 정권이 지속적으로 추진해온 의료 재정 삭감이 더 큰 기여를 했다고 봐야 한다.

코로나-19 사태로 인해 많은 국가들의 부러움을 사던 영국의 의료 체계는 그 명성에 심각한 피해를 입었다. 그러나 이는 영국 의료보험 체계의 문제점 때문이 아니라 보수당 정권이 의료 재정 지출을 삭감했기 때문이다. 그러나 또 다른 한편에서 생각해보면, 공적 의료 체계라는 것은 언제라도 정치적 결정에 의해 그 운명이 좌지우지될 수밖에 없는 것이다. 정치적 상황 변화에 따라 취약해질 수 있다는 점은 공적 의료 체계가 가진 본질적 문제점이라고 할 수 있다.

바로 이 지점이 인공지능 의료 체계의 도입과 관련하여 생각해 볼 부분이다. 우리나라의 건강보험 재정은 아직까지 튼튼한 편이지만, 그것이 건강보험 체계의 본질적 특성 때문에 그렇다고는 볼 수 없다. 문재인 정부 들어 ‘치매 국가책임제’와 같이 건강보험 재정을 악화시킬 수 있는 정책들이 시도되고 있다. ‘치매 국가책임제’는 치매 관련 간병 비용을 건강보험이 떠맡음으로서 국민 경제의 큰 부담을 오히려 경감시키는, 다시 말해 국민 경제 전체의 시각에서 볼보면 오히려 지출을 줄이는, 경제적으로 합리적인 결정이다. 그러나 정책 담당자와 정치인들은 단기적이고 국소적인 평가지표에 목숨을 걸어야 한다. ‘치매 국가책임제’로 인한 건강보험 재정 건전성 악화는 건강보험공단과 보건복지부의 정책결정자들에게 심각한 부담으로 다가올 수밖에 없다.

3.3.2. 인공지능 헬스케어와 보험 재정 건전성

인공지능 헬스케어는 장기적으로 건강보험의 재정 건전성을 강화할 것이다. 인간 노동을 기계가 대체해서 비용이 증가한 사례는 역사적으로 찾아보기 어렵다. 또한, 인공지능 헬스케어의 도입은 언젠가는 일어날 수밖에 없는 일이다. 21세기 버전의 러다이트 운동이라도 벌이지 않는 한, 그것은 거스를 수 없는 역사의 흐름이다. 그러나, 인공지능 헬스케어를 건강보험이 품는 순간, 단기적으로 건강보험 재정은 악화할 것이다. 그리고 그것은 정책결정자들에게 큰 부담이 될 것이다.

반도체 산업에는 무어의 법칙이 있다. 2년마다 반도체의 성능이 2배로 증가하는 과거의 추세를 법칙화한 것인데, 이 말은 바꿔말하면 2년마다 같은 성능의 반도체가 반값이 된다는 말이다. 기술 발전에 따라 사용 비용이 감소하는 것은 일반적인 현상이다. 무어의 법칙이 유명한 이유는 반도체 기술에 있어 그 효과가 워낙 드라마틱하기 때문이다. 그러나 무어의 법칙도 울고 갈 정도로 기술 비용이 폭발적으로 감소하는 분야가 있으니, 바로 유전자 검사다.

<기하급수 시대가 온다>에서 저자 살림 이스마일(Salim Ismail)은 무어의 법칙이 지배하는 반도체 산업과 함께 기하급수 산업의 하나로 유전자 분석 산업을 예시로 들었다.[[103]](#footnote-104) 대수적이 아니라 기하급수적으로, 즉 폭발적으로 성장하는 산업이라는 얘기인데, 살림 이스마일이 반도체 산업과 유전자 분석 산업을 나란히 예시한 것은 조금 번지수가 틀렸다고 할 수 있다.

1990년에 시작된 인류 최초의 인간 유전자 염기서열 분석 프로젝트는 13년동안 27억 달러를 들여 완성되었다. 그러나 2014년에 상용화된 제4세대 유전체 분석 기술, ‘나노포어(nanopore)’는 비용이 1천 달러에 불과하며, 15분만에 완료된다.[[104]](#footnote-105) 2020년 현재, 유전자 분석 회사 ‘23andMe’의 가장 저렴한 유전자 분석 패키지 가격은 99달러인데, 몇 년전부터 이미 이 가격이었다. ‘나노포어’의 사례로 계산하면, 유전자 분석 기술 비용은 24년 만에 270만 분의 1로 줄었다. 무어의 법칙과는 비교를 불허하는 무서운 발전 속도다.

유전자 분석 산업과 같이 드라마틱한 수준까지는 아니어도, 인공지능 헬스케어 역시 급격한 비용 감소의 곡선을 탈 것이라 예상된다. 재료비를 생각해야 하는 반도체 산업과는 달리, 인공지능 산업은 기본적으로 한계비용으로 커버해야 하는 물리적 부분이 존재하지 않는다. 이런 측면에서 제약 산업과 유사한 측면이 있다. 제약 산업이 신약에 비싼 가격표를 붙여 연구개발 비용을 만회하듯, 인공지능 헬스케어 산업 역시 초기 투자 비용을 회수하는 차원에서 서비스 가격이 책정될 것이다.

한계비용이 제로에 가깝다는 것은 정책적으로 대단히 중요한 의미를 가진다. 정부가 정책적으로 그 비용을 부담할 경우, 서비스 제공 비용이 제로에 근접할 수 있기 때문이다. 한계비용이 제로에 가까운 것은 경제학적으로도 대단히 중요하다. 공급량이 증가함에도 불구하고 한계비용 곡선이 우상향으로 꺾이지 않는 것은 바로 자연독점의 특징이기 때문이다. 자연독점은 시장실패로 이어지기 때문에 정부가 가격 규제에 나서거나, 아예 해당 산업을 국유화하는 것이 보통이다.

일반적인 자연독점의 경우, 공급량이 증가하면서 한계비용이 낮아진다. 반면, 인공지능 헬스케어의 경우는 공급량과 상관없이 한계비용이 제로에 가까운 상태로 유지된다. 어찌 됐건 결과는 마찬가지다. 시장에서 가격이 형성될 수 없으니, 정부가 가격을 규제할 수밖에 없다. 그러나 현실적으로 이는 대단히 어려운 문제다. 평균비용으로 가격을 결정해도, 한계비용으로 가격을 결정해도 문제가 생기기 때문이다. 그래서 보통은 해당 산업을 국유화하고 한계비용에 맞춰 가격을 설정한다. 이로 인해 발생하는 손실은 국가가 정부 재정을 동원해서 메꾸는 수밖에 없다.

시장 메커니즘에 맡겨진 독점기업은 사회적 비효율을 만들어낸다. 사회적으로 바람직한 수준보다 적게 생산해서 더 비싼 가격에 공급하기 때문이다. 인공지능 헬스케어 산업은 비용구조 때문에라도 시장실패를 예견하고 있다고 볼 수 있다.[[105]](#footnote-106) 문제는 인공지능을 위시한 소프트웨어 기반 산업의 특수성, 특히 비경합성 때문에 더 복잡해진다. 공공재의 특징이기도 한 비경합성은 무임승차의 문제를 만들어내기 때문이다. 결국 한계비용 곡선의 특징과 비경합성 때문에라도 인공지능 헬스케어는 공적 영역에서 담당하는 것이 합리적으로 보인다.

공적 영역에서 담당한다면 당장 재정의 문제가 발생한다. 앞서 말한 것처럼 자연독점 산업을 정부가 국유화하고 한계비용 수준에서 가격을 결정한다면, 이는 사회적으로 바람직한 수준보다 더 많은 양을 생산하는 지점에서 시장균형이 이루어짐을 뜻한다. 이로 인해 자연독점 산업은 손실을 보게 되는데, 해당 산업이 국유화되었다면 이는 정부가 부담할 비용이 된다. 국민 세금으로 해당 산업을 지원해야 한다는 말이다.

경제학적으로는 그렇지 않지만 철학적인 의미에서 의료 서비스는 분명히 공공재다. 국민 건강 수준이 악화할 경우, 그로 인해 국민 경제가 입게 되는 금전적, 비금전적 손실은 치명적일 수 있다. 이런 맥락에서 볼 때, 의료 서비스의 공급에 국가가 관여하는 것은 거시적 시각에서 분명히 합리적인 선택이다.

문제는 서두에서도 이야기했듯이 현실 정치의 문제다. 민주국가에서 최고 정책결정자는 선거에 의해 선출되며, 몇 년에 불과한 임기를 보장받는다. 매년 재무제표에 목숨을 걸어야 하는 주식회사 CEO보다는 나은 처지일지 모르나, 선출직 공무원 역시 단기 목표에 사활을 걸어야 하는 것은 마찬가지다. 임기 말에 레임덕에 빠지고, 선거 직전에 경기부양책을 쏟아내는 세계 각국 정부가 보이는 똑같은 행태는 국민 경제의 입장에서 볼 때 절대로 바람직하지 않다.

인공지능 헬스케어 서비스 제공에 소요되는 한계비용은 제로에 가깝다. 그러나 인프라 구축 등에 필요한 초기 투자를 회수하기 위해서, 인공지능 헬스케어는 공짜일 수 없다. 그 모든 것이 정부에 의해 공적 영역에서 이루어진다 하더라도, 사용자에게 비용을 전가하지 않고 국민 전체가 그 비용을 똑같이 분담하는 결정은 정치적으로 쉽지 않을 것이다. 결론적으로, 인공지능 헬스케어는 그 특유한 비용 구조에도 불구하고 사용자에게 비용을 청구하지 않을 수 없다.

인공지능 헬스케어의 비용은 무어의 법칙보다도 더 빠르게 감소할 것이다. 그러나 사용자에게 그 비용은 절대 0이 될 수 없다. 누군가는 그 비용을 부담해야 한다. 우리 건강보험 체계에서 비급여 항목으로 남아 있는 한, 인공지능 헬스케어에 대한 우리 사회의 수요는 크지 않을 것이다. 그러나 인공지능 헬스케어가 건강보험 급여 항목으로 확정되는 순간, 수요는 그야말로 폭발해버릴 것이다. 길병원 설문조사에서 쉽게 짐작할 수 있는 일이다. 의사와 인공지능의 진단이 다르다면, 환자들은 단 한 사람도 예외없이 인공지능의 진단 결과를 신뢰할 것이라 대답했다. 2차 소견 조회를 위해서라도 환자들은 인공지능의 의료 서비스를 받으려 할 것이다. 급여항목이니까 주머니에서 나가는 비용도 없다.

인공지능 헬스케어가 급여 항목에 포함되는 시점에, 건강보험 재정 건전성은 크게 위협받을 가능성이 있다. 인공지능 헬스케어가 건강보험의 테두리 안으로 들어오는 사건은 미래 어느 시점에서든 분명히 일어날 수밖에 없는 사건이다. 피할 수 없는 일이다. 문제는 그 결정을 내리는 정책결정자가 부담해야 하는 정치적 부담이다. 퇴임을 앞둔 임기 말 대통령이 용단을 내리면 되지 않겠냐고 쉽게 생각할 수도 있다. 하지만 생각해보자. 야당은 건강보험 재정을 크게 악화시킨 여당을 심판해야 한다고 주장하며 선거운동에 나설 것이다. 그런 부담을 자기 소속 정당에 끼치면서까지 건강보험 재정 악화를 무릅쓰는 결정을 할 정치인이 얼마나 될까?

민간 보험회사가 실비보험의 형태로 이를 커버할 가능성이 없는 것은 아니지만, 그렇게 될 경우에도 문제는 크게 다르지 않다. 건강보험공단 대신, 민간 보험회사들의 재무 건전성이 문제될 수 있기 때문이다. 청구 건수를 잘못 예상하여 큰 손실을 입게 된 민간 보험회사들은 몇 년 동안 쉬지 않고 실비보험 보험료를 올리고 있다. 이것은 이것대로 또 작지 않은 문제다.

건강보험이 인공지능 헬스케어를 끌어안는 것은 또 다른 측면도 가지고 있다. 바로 인공지능 헬스케어의 발전 동력이다. 건강보험의 급여 항목에 포함되는 것은 거대 자본을 휘두르는 제약회사에게도 대단히 중요한 일이다. 건강보험 급여 항목에 예컨대 인공지능 암 진단이 포함될 경우, 이와 관련한 연구에 거대한 자본이 투입되는 것과 마찬가지의 효과가 발생한다.

요약해 보자. 인공지능 헬스케어는 우리의 미래에 분명히 포함되어 있는 요소이며, 이것을 건강보험이 커버하는 일은 미래 어느 시점에서 분명히 일어나는 일이다. 수동적으로 기다리다가 마지못해 인공지능 헬스케어를 건강보험의 테두리 내로 끌어들이기보다는, 전향적으로 그런 결정을 내리는 것이 옳다. 일시적인 건강보험 재정 건전성 악화라는 악영향이 있겠지만, 이 결정은 국민 건강 향상에 도움이 됨은 물론이고 인공지능 기술 발전에도 크게 기여할 것이다. 인공지능 헬스케어를 건강보험 제도 안으로 끌어들이려는 노력은 이를수록 더 좋다.

3.3.3. 수가 제도 개선

의료 시스템의 모든 문제가 결국은 수가 제도로 귀결되는 것처럼, 인공지능 헬스케어를 건강보험 급여 항목으로 포함하는 문제 역시 수가 제도 개선을 제외하고는 생각하기 어렵다. 예컨대 포괄 수가제가 도입된다면, 인공지능을 활용하고 말고는 의사의 선택 문제가 된다. 단순하게 생각하면, 포괄 수가제에서 의사가 비용보전도 받지 못하는 추가적 의료행위를 왜 하겠느냐고 물을 수 있다. 그러나 포괄 수가제에 의료행위 결과에 대한 책임 부분을 명확히 포함시킨다면, 문제는 의외로 쉽게 해결될 수도 있다. 예컨대 인공지능 왓슨에게 2차 소견을 묻는 것이 암 진단 및 치료 결과를 유의미하게 향상시킨다면, 포괄 수가제의 적용을 받는 의사에게도 인공지능을 활용할 유인이 충분히 있게 된다.

개별 수가제는 그 본질상 의료행위의 과잉을 가져올 수밖에 없다. 피부 트러블로 병원에 가도 일단 엑스레이부터 찍고 보는 우리나라의 의료 현실은 개별 수가제에서 가장 큰 원인을 찾을 수 있다. 또한 ‘3분 진료’라 표현되는 병원 진료의 현실 역시 개별 수가제에 가장 큰 원인이 있다. 독점 지불자인 정부가 수가를 낮게 책정하는 현실에서, 의사가 돈을 버는 방법은 박리다매밖에 없기 때문이다.

포괄 수가제의 단점은 개별 수가제의 정반대 지점에서 찾을 수 있다. 바로 의료행위의 과소다. 우리 건강보험이 포괄 수가제로 바뀐다면, 그 즉시 피부과에 가서 흉부 엑스레이를 찍는 일은 사라질 것이다. 같은 금액을 보전받는 상황에서, 그 어떤 의사가 불필요할 가능성이 높은 의료행위를 하려고 하겠는가. 포괄 수가제가 과잉 진료를 줄일 것이라는 희망적인 관측은, 현재 우리나라에서 개별 수가제를 채택하고 있기 때문일 뿐이다. 포괄 수가제는 싼 의약품과 시술을 사용하도록 강제하는 것이나 다름없으므로 의료의 질 또한 떨어질 수밖에 없다.

영국과 북유럽 국가들은 포괄 수가제가 아닌 인두제를 도입하고 있다. 의사에게 일정 인구 집단을 배정하고, 머릿수에 따라 의료비를 총액 개념으로 지급하는 방식이다. 이 시스템에서 의사는 의료행위가 아니라 담당 인구집단의 건강 유지라는 과제를 수행하게 된다. 의사의 입장에서는 환자가 오든 말든 같은 급여를 받게 되어 있으므로 또 다른 의미의 과소진료 유인이 생긴다. 포괄 수가제에서 의사는 많은 수의 환자를 최소한의 의료행위로 치료하는 것이 최고의 상황이지만, 인두제에서는 아예 환자를 보지 않는 것이 최고의 상황이다.

반면, 환자 입장에서는 병원에 아무리 많이 가도 추가로 들어가는 비용이 없으니 과잉진료를 요구하게 된다. 환자는 가벼운 질환이라 해도 일단 병원 진료를 신청하게 되는데, 이로 인해 병원 대기줄이 길어지므로 결국 환자 집단에게는 불리한 상황이 만들어진다. 개인 차원에서 합리적인 선택이 집단 차원에서 불합리한 결과를 가져오는 역설적인 상황이 벌어지는 것이다.

수가 제도 개선은 결국 과잉진료와 과소진료 사이에서 절묘한 균형점을 찾는 일이다. 쉬울 수가 없는 과제인 것이다. 미국에서는 앞서 살펴본 폴 스펜서의 논문에 인용된 소위 ‘가치기반 수가제’ 관련 논의가 진행 중이다. 가치기반 수가제는 의료의 질을 계량화하여 의료진에 대한 급여를 결정하는 시스템이다. 개개의 의료행위에 대해 보상하는 개별 수가제와 달리, 가치기반 수가제는 의료행위의 질과 결과에 초점을 맞춘다.

예컨대, 메디케어(Medicare)와 메디케이드(Medicaid)를 주관하는 CMS(Centers for Medicare and Medicaid Services)는 프로그램 참가 병원을 상대로 점수를 매긴다. 몇몇 질병의 면역률(immunization rate), 수혜자당 메디케어 지출, 그리고 심지어 환자들을 대상으로 하는 설문조사 결과도 점수 산정에 고려된다. 높은 점수를 기록한 의료기관은 일반적으로 주어지는 개별 수가제 기반 보상에 더하여 보너스를 받게 된다. 낮은 점수를 기록하는 경우, 의료기관은 벌금을 물 수도 있다.[[106]](#footnote-107)

‘꾸러미 지급(bundled payments)’이라는 방식도 있다. 의료 공급자는 환자와 함께 환자 케어에 필요한 경비를 일괄 지급받게 된다. 이렇게 정액으로 지급받은 비용 한도 내에서 의료 공급자는 환자의 특정 질병을 치료하거나, 특정 시술을 행하거나, 또는 환자를 일정 기간 케어하는 임무를 맡는다. 그 비용 내에서 환자에게 필요한 의료 서비스를 공급하는 데 성공했다면, 의료 공급자는 차액을 보너스로 받게 되는 셈이다. 물론 그 반대의 경우, 의료 공급자는 손실을 입게 된다.

환자로서는 과잉도 과소도 아닌 적절한 수준의 의료 서비스를 받게 되고, 의료 공급자로서도 쓸데 없는 낭비 없이 치료 결과에 집중할 수 있으니 최고의 수가제인 것처럼 보인다. 그러나 이 제도도 문제점은 있다. 일단 점수를 누가 어떻게 매길 것인가의 문제가 있다. 의료 서비스의 질이라는 근본적으로 정성적인 개념을 계량화하는 것이 쉬울 리가 없다. 공평하고 정확한 점수 체계를 만들고 운영하는 것도 어려울 것이고, 의료 공급자로서는 새로운 ‘갑’의 등장을 환영할 수도 없는 노릇이다. 비교 대상을 어떻게 정하냐에 따라 보너스와 페널티를 받을 대상이 달라질 수 있다는 점도 문제다. 또한, 규제가 늘어난다는 점 자체를 비판하는 시각도 있다.[[107]](#footnote-108)

상기 문제점에도 불구, 가치기반 수가제는 장기적으로 의료 체계가 지향해야 하는 지점이다. 실제로 우리는 수치로 환원할 수 없어 보이는 수많은 것들을 수치로 환원해서 활용하고 있다. 수행평가, 대학 입학 시험, 입사 면접, 고객 만족도 등 셀 수도 없이 많은 영역에서 우리는 수치화할 수 없는 것을 수치화해서 사람들의 인생에 실제적인 영향을 주고 있다. 따라서 의료 서비스의 질을 계량화하는 문제는 장기적으로 풀어나갈 문제이며, 피할 수 없는 문제라고 할 수 있다.

더구나 우리는 디지털화를 지나 인공지능의 시대로 접어들고 있다. 암묵지를 이해하고 학습하는 인공지능은 같은 맥락에서 정성적으로 보이는 것들을 계량화하는 방법을 찾아낼지도 모른다. 인공지능 헬스케어와 가치기반 수가제는 서로를 끌어주며 더 나은 의료 서비스의 시대를 열 쌍두마차다.

3.4. 지식재산권

3.4.1. 지식재산권의 한계

가장 중요한 지식재산권으로는 저작권(copyright)과 특허(patent)를 들 수 있다. 저작권에 있어 공익과 사익 사이에서 줄타기를 하는 개념은 공정이용(fair use)이다. 공정이용의 개념을 너무 확장하면 저작권을 침해하고, 공정이용의 권리를 너무 좁게 해석하면 표현의 자유가 침해된다. 어디까지를 저작권의 범위에 포함시킬 것인가 하는, 말하자면 공간적인 경합이다.

특허에 있어 공익과 사익을 가르는 기준은 시간이 쥐고 있다. 당장 현재의 이익만 생각한다면, 특허권은 인정되지 않는 것이 바람직하다. 해당 기술의 과실을 되도록 많은 사람들이 향유하는 것이 사회 전체의 효용을 최대화하기 때문이다. 그러나 그래서는 아무도 새로운 것을 만드는 일에 도전하지 않을 것이다. 그래서 사회적 효용의 총합을 거시적 시각에서 최대화하려면 특허권을 인정해야 한다. 특허권에 부가된 막대한 이익의 가능성을 보고, 혁신가들은 세상에 없던 것을 현실로 만들기 위해 시간과 물자를 투자한다.

수많은 개발도상국들은 약을 확보하지 못해 국민들이 병마에 시달리는 것을 보고만 있어야 한다. 신약 개발에 성공한 제약회사들은 제한된 특허 기간 내에 최대한의 이익을 창출하기 위해 가격 전략에 몰두한다. 신약 가격 책정보다 쉬운 가격 전략도 없을 것이다. 목숨에 관련된 것에 돈을 아끼는 사람은 많지 않다. 2003년 1월, 국내 당뇨병 환자들은 노바티스의 당뇨병 치료제 글리벡의 가격 인하를 요구하며 농성을 벌였다. 당시 글리벡 한 알의 가격은 23,045원이었는데, 환자는 보험적용을 받을 경우 한 달에 100만 원, 보험적용을 받지 못할 경우 한 달에 600만 원을 글리벡 구입에 지출해야 했다.[[108]](#footnote-109)

3.4.2 의약품 강제실시권

1995년 세계무역기구(WTO)가 출범하면서 채택된 무역관련지식재산권협정(TRIPS)은 의약 제품 및 제법(pharmaceutical product or process)을 포함한 모든 발명에 대해서 20년 동안의 특허권 보호를 규정하였는데, 이는 WTO 출범 이전보다 더 강력한 신약 특허 보호를 의미했다. TRIPS 협정 이전 신약 특허권은 대개 15~17년 간 인정되었으며, 일부 개발도상국에서는 5~7년 동안만 인정되었다.[[109]](#footnote-110) 이로 인해 세계 각국의 의약품 접근성이 크게 후퇴하였음은 물론이다.

TRIPS 협정 제31조는 특허권에 의한 의약품 접근성 악화에 대한 구제책으로 강제실시(compulsory licensing)를 규정하고 있다. 그러나 본 규정은 강제실시에 의해 생산된 의약품을 국내 시장에 국한해서 사용할 수 있도록 규정하고 있어 의약품 생산 인프라가 취약한 일부 개발도상국 및 최빈개도국에게는 사실상 유명무실한 조항이다. 이 문제를 해결하기 위해 2003년 WTO 는 수출목적의 강제실시를 한시적으로 허용하는 결정(소위 ‘도하선언’)을 내렸으며, 이는 2017년에 이르러TRIPS 협정 제31조의2로서 신설, 발효된다.

강제실시권의 역사는 저작권과 특허의 역사와 함께 시작했다. 1710년 영국에서 제정된 세계 최초의 저작권법(The Statute of Anne)은 저작권 남용을 견제하기 위한 장치로 저작물을 너무 비싼 가격에 판매할 경우 소송을 통해 벌금을 물릴 수 있도록 하였다. 1783년 제정된 미국 코네티컷주 저작권법은 소송을 통해 정부가 저작물의 가격을 합리적인 수준으로 강제할 수 있도록 했는데, 최초의 강제실시권 규정이라 할 수 있다. 1784년, 사우스 캐롤라이나주 저작권법은 강제실시권을 저작권뿐 아니라 특허에 대해서도 규정했다.

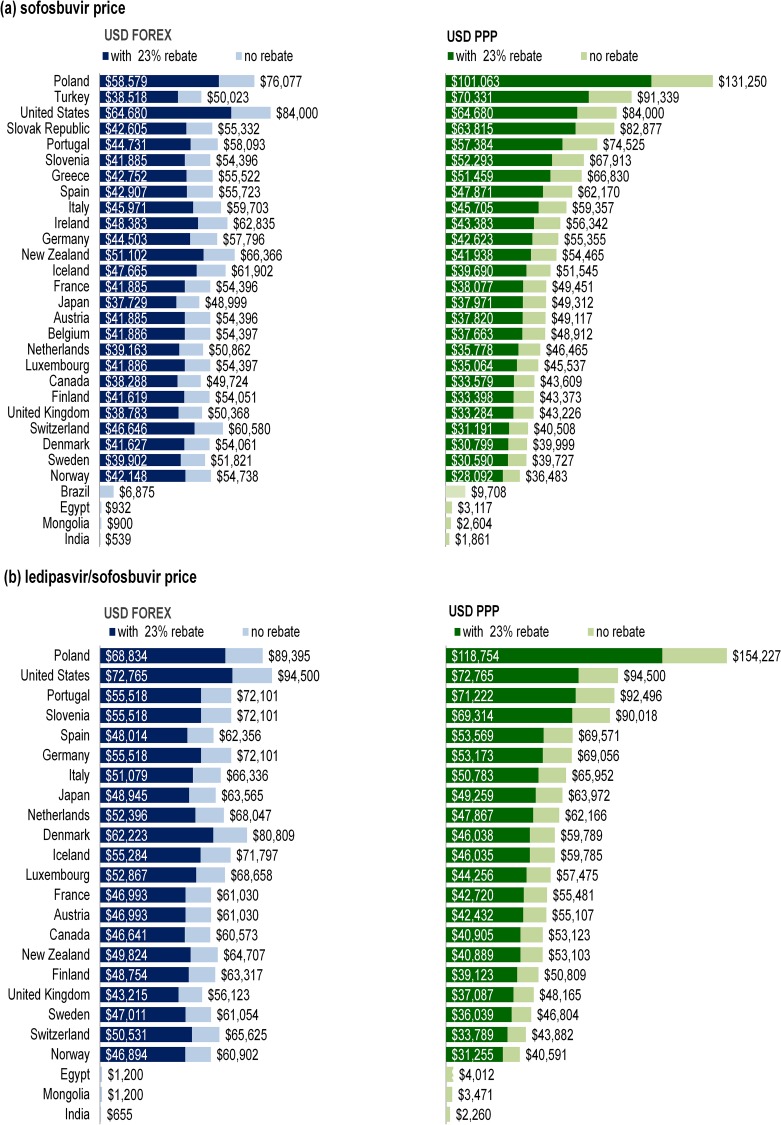
의약품 강제실시 제도는 얼마나 잘 활용되고 있는가? 미국과 영국에 이어 오늘날 선진국으로 여겨지는 국가들은 대개 19세기 중에 강제실시 제도를 특허법에 포함시켰다. 1960년대까지만 해도 미국은 수입 의약품에 대해 강제실시를 주기적으로 발동하였고, 캐나다는 수입 의약품뿐 아니라 국내 생산에 대해서도 강제실시를 활용하는 선도적인 움직임을 보이기도 했다.[[110]](#footnote-111) 공공의 이익을 강조하는 강제실시 제도가 빛이 바래기 시작한 것은 1995년 WTO 출범과 함께 TRIPS 협정이 발효되면서부터다.

한 연구에 따르면, 특허 제도가 잘 정비된 국가일수록 강제실시권 발동도 잘 이루어지는 경향이 있다고 한다.[[111]](#footnote-112) 우리나라 특허법은 제107조에 강제실시를 규정하고 있으나 강제실시 발동의 세부절차는 아직 마련되어 있지 않다.[[112]](#footnote-113) 코로나-19 백신을 공공재로 지정해야 한다는 각계의 목소리가 높아지는 가운데, 국경없는 의사회(Médecins Sans Frontières, MSF)는 코로나-19 치료제 및 백신에 대해 의약품 강제실시권을 인정해야 한다고 주장했다.[[113]](#footnote-114) MSF에 따르면, 캐나다, 칠레, 에콰도르 등 일부 국가들은 이미 코로나-19 치료약 및 백신에 대한 강제실시권 발동을 검토 중이라고 한다.

2003년 도하선언에 따라 수출목적의 의약품 강제실시가 허용되고, 2017년 이것이 TRIPS 협정 내로 포섭되기에 이르렀지만, 보건 비상 사태에 시달리며 의약품 생산 기반조차 없는 최빈개도국을 위해 의약품 강제실시를 시행한 사례는 극히 드물다. 2008년부터 2010년까지 캐나다의 제너릭 제약사 어포텍스(Apotex)가 레트로바이러스 치료제를 소량 생산, 르완다에 제공한 사례가 있으나, 수출목적의 강제실시권 발동의 절차가 까다롭고 복잡하다는 것을 증명했을 뿐이다.[[114]](#footnote-115)

2001년 10월, 미국 보건복지부는 탄저균 테러에 대비하여 시프로플록사신(ciprofloxacin)을 대량 비축하기로 결정하고 특허권자인 바이엘(Bayer)사에 가격 인하를 요구했다. 가격 인하를 거부할 경우 강제실시권을 발동하겠다는 미국과 캐나다의 입장에 맞닥뜨린 바이엘사는 해당 의약품의 가격을 전격 인하했다.[[115]](#footnote-116) TRIPS 협정에 따르면, 당시 미국과 캐나다는 합법적으로 강제실시권을 발동할 요건을 갖추지 못했다. 강제실시 제도가 협상 카드로 활용된 사례다.

2015년 기준, C형 간염 치료제인 소포스뷰비어(sofosbuvir)의 가격은 미국에서 84,000달러인 반면 인도에서는 539달러에 불과하다.[[116]](#footnote-117) 이런 가격 차이가 발생한 이유는 제약사가 인도의 강제실시권 발동을 우려했기 때문이다. 묘한 우연의 일치인지, 소포스뷰비어의 특허권은 길리어드(Gilead)사가 가지고 있다. 미국 FDA가 코로나-19 치료제로 긴급승인한 렘데시비어(Remdesvir)가 바로 길리어드사의 작품이다. 긴급승인에도 불구하고 코로나-19 치료제로서 렘데시비어의 유효성 및 안전성은 아직 확인되지 않은 상태다. 이 약은 원래 에볼라 바이러스 치료제로 개발되었으나 임상시험의 벽을 넘지 못했던 약이다.



소포스뷰비어 가격 비교[[117]](#footnote-118)

제약회사들이 공공의 적의 이미지를 가지게 된 것은 어제오늘의 일이 아니다. 강제실시권이란 단어로 검색을 해보면 제약회사들의 탐욕을 비판하는 수많은 논문, 기고, 기사들이 검색된다. 인공지능 헬스케어의 도래는 과연 의약품 특허권의 딜레마에 어떤 영향을 가져올까?

3.4.3. 인공지능 헬스케어와 의약품 특허권

지식재산권 문제는 인공지능 헬스케어 산업의 도래와 함께 한층 더 복잡해질 것이다. 핵심은 인공지능의 초월적인 성능이 비교적 저렴한 비용으로 활용가능하다는 점이다. 예컨대 화학적 신약 개발의 첫 단계는 약효가 있을 것으로 예상되는 화학 물질의 조합을 추려내는 것인데, 경우의 수를 추려내고 비교하는 이런 단순 작업은 제1세대 인공지능도 빼어나게 잘하던 일이다. 기게학습을 토대로 한 제3세대 인공지능은 이전에 인간이 생각지도 못했던 곳에서 기회를 찾아낼지도 모른다. 이런 연구 방식은 물론 바이오 신약에도 충분히 적용 가능하다.

물론 인공지능 시스템의 도입은 초기에 막대한 투자를 필요로 하며, 데이터 피딩 등 추가적인 관리 및 개선 비용도 만만치 않을 것이다. 그러나 프로젝트당 수조 달러를 쏟아붓는 다국적 제약회사에게 인공지능 시스템에 요구되는 비용은 그야말로 껌값이라 할 수 있다. 신약 개발 비용이 확연하게 낮아진다는 말이다.

훨씬 더 저렴한 비용으로 개발한 신약이라면, 과연 제약회사들은 더 저렴한 가격에 판매하려고 할까? 특허권은 일정 기간 생산 독점을 인정하는 것이다. 자본주의 시장에서 독점을 허용받은 기업이 이윤극대화를 노리지 않을 이유가 있을까? 아무리 싼 비용으로 개발한 신약이라 하더라도 제약회사는 최대한 이익을 볼 수 있는 지점을 찾아 가격을 책정할 것이다. 경쟁이 제거된 시장 메커니즘에서, 제약회사가 고려할 것은 오로지 가격대별로 달라질 시장의 수요뿐이다. 그러한 가격 책정조차도 인공지능은 여가시간에 놀이하듯 쉽게 처리해줄 것이다.

인공지능의 도움을 받은 제약회사들은 기존에 하던 것보다 훨씬 더 많은 신약 개발 프로젝트를 병행추진할 수 있을 것이다. 직원을 더 채용하지 않고도 훨씬 더 많은 수의 신약을 만들어낼 여력을 모든 제약회사들이 갖추게 될 것이다. 그러는 와중에, 말라리아 백신 개발 프로젝트와 같이 이전에는 수익성이 좋지 않아 손도 대지 않았던 프로젝트도 완성될 것이다. 그렇게 쉽게 만들어진 신약이라고 해도 제약회사가 특허권을 포기할 리는 없다. 결국 인공지능은 제약회사만 배불리고 말 것인가?

이 문제는 신약 물질이나 제법이 아닌 ‘신약 개발 인공지능’ 그 자체에 부여되는 특허권에 의해 더욱 복잡해질 수 있다. 어떤 회사가 신약 개발 비용을 극적으로 낮춰주는 새로운 인공지능 시스템을 개발했다고 가정해보자. 그 회사가 이 시스템에 대해 특허권을 취득하고 막대한 사용 비용을 청구한다고 하면, 신약 개발로 인한 부가가치의 거의 대부분을 인공지능 개발 회사가 흡수해버릴 수도 있다. 제약회사에게 새로운 ‘갑’이 생기는 것이다.

그 반대의 경우도 가능하다. 모종의 사정으로 특허권을 주장하기 어려운 단체가 신약 개발 인공지능을 개발했다고 생각해보자. 구호 관련 NGO나 국제기구가 그런 인공지능을 개발했다고 한다면, 아무래도 특허권을 주장하기는 어려울 것이다. 그래서 신약 개발 인공지능이 무료에 가까운 비용으로 세간에 풀려버린다면? 말라리아 백신을 개발하겠다는 스타트업이 우후죽순 생겨날지도 모르는 일이다. 신약 개발 프로젝트가 크라우드펀딩 계의 새로운 총아가 될지도 모른다.

공공재 성격이 강한 개념의 저작권, ‘크리에이티브 커먼즈(Creative Commons)’와 유사한 방식으로 신약 개발 인공지능 사용을 허가한다면, 이 인공지능을 활용해서 개발한 신약은 싼 가격으로 시장에 공급될 수밖에 없을 것이다. 이 얼마나 멋진 상상인가. 인공지능은 예전에 감히 꿈꾸지 못했던 진정으로 ‘멋진 신세계’를 우리에게 선사해 줄지도 모른다.

이 모든 것이 결국은 결정의 문제다. WTO가 무역의제의 하나로 특허를 비롯한 지식재산권의 논의를 독점해버린 현 상황은 지식재산권의 한 부분, 즉 상업적인 측면이 과도하게 부각되어 있다. 의약품 특허는 보건에 관한 것이므로 WHO가 이 문제에 대해 더욱 적극적으로 나서야 한다. 국경을 초월한 시민사회 또한 이 논의에 적극 참여해야 한다. 충분한 논의를 통해 지혜로운 결과를 이끌어낼 수 있다면, 인공지능은 인류 사회를 새로운 단계로 도약시켜주는 무지개 다리가 될 수도 있다.

3.5. 기업 규제 – 규제회피형 벤처

3.5.1. 세녹스

벤처 스타트업의 주요 전략 중 하나는 틈새 공략이다. 어떤 틈새를 공략하는가가 문제다. 기존 시장이 대처하지 못했던 필요를 충족하여 국민 경제의 전체적인 효용을 높이거나, 소비자들이 인식하지도 못했던 숨어있는 필요를 발굴해서 충족하는 그런 신사업은 벤처 사업가의 개인적 욕망은 물론 사회적 욕망도 충족하는 대단히 바람직한 것이다. 그러나 법과 제도의 틈새를 찾아 개인적 이득을 취하면서 사회 전체에 부정적 외부효과를 뿜어내는 벤처 역시 많은 것이 현실이다.

2004년 8월, ‘세녹스’라 불리던 상품이 한국 시장에서 퇴출되었다. 제조사는 ‘휘발유 첨가제’라고 주장하며 합법적인 상품이라 주장했으나, 탈세를 위해 개발된 유사휘발유라는 것이 항소심 판결의 결론이었다.

출시 당시 세녹스는 시장에서 돌풍을 일으켰다. 당시 휘발유 가격보다 훨씬 싼 리터당 990원의 가격으로 판매되었기 때문이다. 가격이 싼 비결은 다름아닌 세금 때문이었다. 휘발유에는 유류세, 주행세, 교육세 등이 부가되는데, 이를 모두 합하면 리터 당 약 1,000원에 이른다. 세녹스의 가격 경쟁력은 휘발유가 아니라는 이유로 이들 세금에서 면제되기 때문에 발생한다. 세녹스의 생산단가는 오히려 일반 휘발유보다도 훨씬 비쌌다.

세녹스는 유류세 포탈을 위한 소위 ‘가짜 휘발유’의 시초도 아니었다. 두 차례에 걸친 유가 쇼크로 1980년대부터 국내 시장에서 가짜 휘발유의 유통이 증가했고, 이를 단속하기 위해 1983년 ‘한국석유품질검사소’가 출범했다.[[118]](#footnote-119) 세녹스가 휘발유 관련 법과 제도의 틈새를 공략한 최초의 사례가 아니라는 말이다. 세녹스는 이전의 실패 사례들을 뛰어넘기 위해 ‘새로운 연료’가 아닌 ‘휘발유 첨가제’라는 명목으로 시장에 진출했다. 기존 휘발유와 동일한 성능을 발휘하는 제품을 더 저렴한 가격으로 출시했으니, 시장에 혁신의 바람을 불러온 벤처 비즈니스라고 지칭하기에 부족함이 없었다.

문제는, 세녹스의 ‘혁신’에 의해 사회적 효용의 총합이 오히려 감소한다는 점이다. 세녹스의 유통으로 제조사와 일부 운전자들은 이익을 보겠지만, 정부는 이 모든 이익을 모두 합친 것보다 더 큰 손실을 세수감소라는 형태로 맞닥뜨려야 한다. 세녹스는 제도의 헛점을 파고든 가짜 혁신에 불과했다.

세녹스의 파장은 대단했다. 산업자원부는 석유사업법 제26조를 근거로 세녹스를 유사휘발유로 규정하고 대응했다. 2004년 항소심 재판에서 승소한 산업자원부는 세녹스의 시판을 중지시키는 데 성공하였으나, 석유사업법 개정에 착수했다. 2003년, 1심 재판부가 죄형법정주의를 근거로 세녹스 제조사에 무죄 판결을 내렸기 때문이었다. 산업자원부는 가짜석유제품 제조 등을 금지하는 석유사업법 제29조를 전문개정하기에 이른다.[[119]](#footnote-120)

3.5.2. 혁신이냐 무임승차냐

2014년 11월, 에어리오(Aereo)라는 방송회사가 파산 절차에 돌입했다. 에어리오의 서비스는 공중파 방송을 인터넷을 통해 볼 수 있게 하는 것이었다. 2012년 뉴욕시에서 사업을 시작한 에어리오는 미국 동부를 중심으로 사업을 확장했고, 사업 초기부터 공중파 방송사들과 법정 싸움에 돌입했다.

소비자들이 케이블방송 대신 에어리오를 선택한 이유는 저렴한 서비스 가격이었다. 에어리오는 이전에 방송사들과 법정 다툼을 벌여 승소했던 케이블비전(Cablevision)의 전략을 변형해서 채택했다. 케이블비전은 TV 방송을 녹화해 나중에 볼 수 있게 하는 서비스였는데, 방송사들은 저작권법 등 위반으로 케이블비전을 상대로 소송을 걸었다. 오랜 법정 싸움 끝에 내려진 2008년 판결은 케이블비전의 손을 들어주었는데, 그 이유는 첫째, 케이블비전이라는 회사가 아니라 개별 고객들이 어떤 프로그램을 녹화할 것인지 결정했고, 둘째, 케이블비전이 가입 고객의 수만큼 TV 프로그램의 녹화분을 별도로 보관했기 때문이었다.

에어리오는 방송사들의 소송에 대해서 케이블비전과 똑같은 논리로 항변했다. 첫째, 어떤 프로그램을 시청할 것인지 결정하는 것은 에어리오가 아니라 소비자이며, 둘째, 에어리오는 데이터센터에 고객 수 만큼의 미니 안테나를 확보하고 있다는 것이었다.[[120]](#footnote-121)

2014년 6월, 미국 연방최고법원은 에어리오에게 패소 판결을 내리고 서비스를 중지시켰다. 에어리오의 승소를 기대하며 재판을 지켜보던 많은 사람들이 이 판결로 인해 클라우드 컴퓨팅을 비롯한 인터넷 산업이 장애물을 맞이하게 될 것이라 우려했다. 구글 뮤직(Google Music)이나 드롭박스(Dropbox) 역시 같은 논리로 저작권 침해 판결을 받을 수 있다는 것이다. 구글 뮤직이나 드롭박스에 저작권 있는 컨텐츠를 저장하는 것은 구글이나 드롭박스가 아니라 소비자가 하는 행위이고, 소비자가 책임을 져야 한다. 그것이 케이블비전 판결의 논리다. 그러나 에어리오 재판 과정에서 케이블비전 판례는 거의 아무런 역할을 하지 못했다.

경제평론가 이진우는 에어리오의 사례 역시 세녹스의 사례와 마찬가지로 무임승차의 요소가 있다고 말한다.[[121]](#footnote-122) 세녹스와 같이 분명한 약탈적 사업 모형은 아니더라도, 에어리오 역시 공중파 방송이라는 기존 인프라에 무임승차하려고 한 것이 사실이다.

세녹스와는 분명히 다른 맥락과 배경에서 일어난 일이지만, 많은 소비자들이 에어리오의 사업 모형을 혁신이라 칭송했고, 재판 과정에서 에어리오를 응원했다. 소비자에게 유사한 편익을 제공했고, 에어리오와 똑같은 논리로 재판에 이겼던 케이블비전의 사례 역시 문제를 복잡하게 만든다. 단지 재판에서 이기고 졌다는 사실만으로 케이블비전은 진정한 혁신이었고 에어리오는 기존 인프라에 무임승차한 가짜 혁신의 사례라고 말할 수는 없다.



에어리오의 미니 안테나 집적체[[122]](#footnote-123)

코로나-19 사태로 인해 큰 위기를 맞고 있기는 하지만, 혁신 스타트업의 대명사로 일컬어지는 우버(Uber)는 어떤가? 우버는 택시회사들과 마찬가지로 도로망이라는 기존의 인프라를 활용해 비즈니스를 하지만 택시회사들과는 달리 별다른 규제를 받지 않는다. 우버 창업자 트래비스 칼라닉은 우버의 사업 모델이 세계 대부분의 나라에서 불법임을 알고 있다고 말했다. 국가들은 우버를 규제하려 할 것이지만, 소비자들은 우버의 서비스를 원한다. 따라서 결국 우버는 승리할 것이라고, 우버의 주가가 계속해서 오르는 이유는 투자자들이 바로 그 점을 확신하기 때문이라고 그는 인터뷰를 통해 밝혔다.[[123]](#footnote-124)

비유의 달인 이진우는 KTX와 철도망을 이용해 설득력 있게 주장을 펼친다. KTX가 비싼 가격에 비해 서비스가 엉망인 것은 사실이지만, 철도 서비스는 적자가 날 수밖에 없는 산간벽지 노선 역시 운영해야 한다. 그 적자를 KTX 운영에서 나오는 이익으로 메꾸는 것이 대한민국 철도 사업의 본질이라는 것이다. KTX의 가성비가 나쁘다고 해서 누군가가 KTX2라는 이름으로 더 나은 서비스를 시작한다고 해서 그걸 혁신이라 부를 수는 없다고 그는 말한다.

그 훌륭한 서비스는 결국 경쟁자가 발목에 달고 다니는 공익이라는 모래주머니를 벗어던진 탓에 생기는 홀가분함에서 비롯된 것일 텐데 말이다.[[124]](#footnote-125)

KTX2는 KTX를 운영하는 한국철도공사의 인프라를 이용하면서 그에 상응하는 부담은 지지 않기 때문에 경쟁력을 확보한다는 이야기다. 휘발유 시장에서 유류세를 내지 않아 경쟁력을 확보하는 세녹스도, 교통 시장에서 택시회사들의 규제를 받지 않아 경쟁력을 확보하는 우버도 마찬가지다.

이진우가 KTX2 이야기를 한 그의 책은 2015년에 발행되었는데, 2016년 12월에는 그가 비유로 들었던 KTX2가 수서고속철도(SRT)라는 이름으로 실제로 세상에 나타났다. 경제적 논리와 동떨어진 정치 논리로 착수되었고, 그렇기 때문에 정권이 바뀌고 좌초될 운명이었던 SRT 사업은 어찌해서 서비스 개시에 성공했다. 그러나 SRT는 많은 사용자들에게 호평을 받고 있다.

SRT의 성공은 단지 더 많은 고속열차가 편성되어 수요가 분산된 것에 기인한다고 나는 개인적으로 생각한다. 그러나 SRT의 사례와 유사한 혁신 사례가 있다. 인텔과 함께 컴퓨터 CPU 시장을 양분하고 있는 AMD의 사례다.

인텔의 하청업체에 불과했던 AMD는 오랫동안 인텔에 크게 밀리는 2인자의 위치에 있었지만, 몇 년 전부터는 소비자의 호평을 받고 있으며, 시장지분도 크게 늘렸다. AMD는 컴퓨터 CPU 시장 개척에 아무런 공을 들이지 않았으므로, 기존의 인프라에 무임승차했다고 볼 여지가 있다. 그럼에도 AMD의 등장은 사회 전체의 효용을 증가시켰다. 진정한 혁신인가 여부를 가리는 리트머스 시험지가 사회 전체의 총효용 증가 여부라고 본다면, AMD의 사례도 SRT의 사례도 혁신이라고 봐야 할 것이다.

3.5.3. 인공지능의 시대, 어떤 규제를 철폐하고 어떤 기업을 지원할 것인가

인공지능 스타트업의 경우도 다를 것은 없다. 떡볶이 식당도 닷컴이라고 상호를 붙인다는 말이 돌았던 세기말의 닷컴 버블과 마찬가지로, 요즘에는 아무 곳에나 인공지능이란 말이 붙는다. 인공지능과 아무런 상관도 없는 단순한 자동화에는 물론, 데이터 분석의 요소가 조금만 들어가도 인공지능이란 말을 붙인다. 또한 이에 대해 검증이 이루어지지도 않는다. 인공지능이란 말이 그야말로 아무 데나 사용되기 때문에 전수 검사가 불가능한 것이다.

많은 나라들의 경제성장률이 낮은 수준에서 수렴하는 요즘, 벤처 육성은 많은 정부가 채택하는 산업 육성 전략 중 하나다. 제약회사의 신약 프로젝트와 마찬가지로, 수많은 사례가 실패하지만 한둘의 대성공 사례로 손실을 만회하고도 남는다고 생각해, 모두가 뛰어드는 영역이다.

인공지능 사업 모델에 대해 투자금을 지원하는 정부부처나 지자체도 많다. 예컨대 과학기술정보통신부는 인공지능 기술을 도입하는 중소 및 벤처기업을 대상으로 AI 솔루션이나 서비스를 활용할 수 있는 ‘AI 바우처’ 지원사업을 시작한다고 2020년 3월 발표했다.[[125]](#footnote-126) 솔루션 제공 기업 모집은 3월 16일부터, 수요 기업 선정은 4월 1일부터 한 달 동안 진행한다고 하는데, 아무래도 빠듯한 일정이다. 솔루션 제공 기업이 정말 제대로 된 인공지능 솔루션을 가지고 있는지 검증할 시간이 부족할 수 있다.

지원과 마찬가지로 규제의 경우에도 옥석을 가리는 일은 신중하게 처리되어야 한다. 이해집단의 로비 결과이며 정치적 결정이라는 비난을 받는 ‘타다 금지법’에 의해 좌초된 ‘타다’의 사업 모델은 ‘우버’의 변종에 불과하다. 우버에 대해 택시 규제를 벗어난 택시 영업이라는 비난을 한다면, 타다 역시 같은 비난을 들어야 한다.

카카오 뱅크를 비롯한 인터넷전문은행의 사례도 마찬가지다. 은행 산업은 규제에 의해 움직이는 산업이며, 규제가 없었다면 지금보다도 훨씬 더 많은 은행들이 생기고 사라지기를 반복하는 복마전이었을 것이다. 규제를 일부 완화해서 가능해진 것이 인터넷전문은행이다. 문만 열면 황금알이 쏟아질 것이라 전망되던 사업 분야였지만, K 뱅크는 유상 증자에 연이어 실패한 적이 있고 문재인 정부 들어 추진되었던 인터넷전문은행 추가 모집은 난항을 거듭했다.

우버는 택시 산업의 규제를 받지 않으면서 기존 교통망에 무임승차하는 사업 모형이라고 앞서 말했다. 그러나 사회 전체의 효용이라는 측면에서 접근하면 또 다른 그림이 보인다. 교통 정체 악화라는 부작용도 일부 있으나, 우버 서비스는 모빌리티 공급을 크게 확대하여 사회 전체의 효용을 증가시킨다.

서울 택시 시장은 분명히 수요초과의 상태에 있다. 시간, 지역, 그리고 장단거리 운행이라는 변수가 있지만, 총량으로 보면 분명 수요가 공급을 초과한다. 택시를 늘리는 방법도 있겠지만 그건 택시기사들이 반대한다. 이 상황에서 우버는 부족한 택시 서비스의 공급을 채워준다. 우버가 규제를 회피한 결과 얻어낸 가격 경쟁력으로 승부한다고 볼 수도 없다. 타다 프리미엄 서비스는 일반 택시보다 비싼 요금에도 불구하고 선풍적인 인기를 끌었다.

결론적으로, 아주 예외적인 경우를 제외하면 우버 도입은 해당 도시의 교통 문제를 해결해 주는 방향으로 작용했다. 다시 말하면, 우버가 회피하려고 한 택시 산업 규제가 사실은 사회의 총효용을 감소시키는 방향으로 작용하고 있었다는 것이다. 우버는 기존 제도의 틈새에서 사업 기회를 포착함은 물론, 그 제도의 문제점을 표면으로 드러내 제도 개선의 기회를 열었다.[[126]](#footnote-127) 즉 법과 제도의 틈새를 노리고 들어오는 일부 벤처 사업 모형은 오히려 잘못된 기존 제도를 개선하는 효과를 낼 수 있다는 것이다.

인공지능을 경제 발전의 추진력으로 삼기 위해서는, 정부의 적절한 역할이 매우 중요하다. 정부는 공공의 이익을 대변해야 하는 만큼, 사회 전체의 총효용을 증가시키기 위해 어떤 유인책과 규제책이 필요한지 신중하게 생각해야 한다.

4. 맺는 말

인공지능 헬스케어가 다가온다. 이와 관련하여 정부가 정책 결정 과정에서 고려해야 할 요소들을 살펴보았다. 개인정보 보호, 의료 산업의 삼각형에서 공급자의 역할, 건강보험 재정 건전성, 지식재산권, 그리고 벤처 스타트업을 중심으로 하는 기업 정책에 관해 이야기했다.

개인정보 보호의 문제는 균형의 문제다. 코로나-19라는 미증유의 위기 앞에서 많은 사람들이 프라이버시의 영역을 양보하려 하고 있다. 그러나 이런 균형은 장기적으로 지속가능하지 않다. 사회적 합의를 통한 제도 마련이 필요하다. 인간은 완전한 존재가 아니니, 처음부터 물샐틈 없는 제도를 만들려고 하는 것보다는 유연하고 개선에 열려 있는 제도를 준비하는 편이 좋을 것이다. 무엇보다, 경쟁국가와 경쟁기업보다 먼저 기술을 확보하기 위해 대기업에게 데이터 수집에 관한 막강한 권한을 주고 싶은 유혹을 물리쳐야 한다.

의료 산업의 3P, 즉 환자-의료계-정부의 삼각형 관련해서는 의료계의 전향적 노력이 요구된다. 인공지능에 의해 의료 서비스의 자동화는 더욱 가속될 것이다. 이런 환경이라면 거대 자본을 가진 지불자가 의료 공급자를 자신의 하위체계로 포섭해버리는 일이 일어나지 않는다고 단언할 수 없다. 일반 보험회사가 아닌 정부가 지불자의 위치에 있는 우리나라에서는 확률이 낮은 편이지만, 그렇다고 해서 의료계가 이 문제를 방관해도 좋다는 의미는 아니다. 지불자와의 전략적 관계 구축, 산업 경쟁력 강화, 수가 제도 개선 노력 등도 필요하겠지만, 무엇보다 중요한 것은 3P의 가장 중요한 축, 환자를 다시 생각하는 일이다. 환자 중심주의가 결국 답이다.

건강보험의 재정 건전성은 영원한 숙제다. 인공지능 헬스케어가 건강보험에 포섭되는 일은 피할 수 없다. 오히려 선제적인 움직임이 재정 충격을 완화할 수 있다. 이와 함께, 현행 수가 제도를 가치기반 수가제로 이행하는 방안을 장기적으로 추진해야 할 것이다. 정성적 데이터를 계량화하는 데 뛰어난 인공지능의 도움을 받는다면, 의료 개혁의 오랜 숙제인 수가 제도 개선이라는 과제가 오히려 쉬워질 것이다.

지식재산권의 문제 역시 균형의 문제다. ‘갑’의 위치에 있던 IBM이 순간적인 판단 실수로 마이크로소프트의 을이 되어버린 것처럼, 변화무쌍한 기술 산업에서 권력관계는 순식간에 변할 수 있다. 인공지능의 발달로 인해 노바티스와 파이저가 어느 날 구글의 하청업체가 될 수도 있다. 제약회사들은 거대 자본에 무조건 굴종하는 현재의 행태를 반성하고 장기적 안목에서 무엇이 회사의 성장에 도움이 되는지 생각해야 한다. 제약회사의 이익으로 크게 기울어버린 현재의 운동장을 되돌리는 데 있어, 코로나-19를 극복하는 일이 커다란 계기가 될 것이라 믿는다.

하루에도 수많은 기업이 세워지고 사라지는 벤처 생태계에서 어떤 기업을 지원하고 어떤 행태를 규제할 것인가 하는 문제는 어려운 문제다. 우버의 사례에서 살펴보았듯, 어떤 사업 모형이 법과 제도의 틈새를 약탈하는 것인지, 아니면 근본적인 변화를 통해 사회 전체의 총효용을 증가시키는 것인지 판단하는 것은 어렵지만 중요한 문제다. 3P의 삼각형 문제를 대할 때 언제나 환자를 중심에 놓고 생각해야 하듯, 이 문제는 사회가 전체적으로 어떤 영향을 받는가를 생각하면 해결의 실마리가 보일 것이다.

리처드 도킨스는 <확장된 표현형>에서 진화의 개념을 확장했다. 나뭇가지로 만든 댐이 비버의 진화이듯, 불과 농업, 산업혁명, 그리고 인공지능은 모두 인류 진화의 모습이다. 인공지능으로 인해 인류는 근본적으로 다른 형태로 진화할 수 있다. 누군가는 당장의 이익에 휘둘리지 말고 멀리 보아야 한다면, 그 역할에 가장 어울리는 것은 정부일 것이다. 스마트폰은 세상에 나타난지 몇 년만에 우리 생활을 완전히 점령해버렸다. 공상과학처럼 보이는 인공지능이 아직 멀리 있다고 생각하는 것은 똑같은 오류에 빠지는 일일 것이다. 바로 이 순간부터 우리는 인공지능이 가져올 미래를 준비해야 한다. 그 일을 선도하는 것은 정부의 몫이다.

1. David Lazer and Ryan Kennedy, ‘What We Can Learn From the Epic Failure of Google Flu Trends’ (Wired, October 1, 2015) [↑](#footnote-ref-2)
2. https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial\_intelligence [↑](#footnote-ref-3)
3. 방대한 데이터베이스를 사용하겠지만, 카카오미니의 스무고개 기능은 플로우차트를 따르는 단순한 알고리즘으로 구현가능하다. [↑](#footnote-ref-4)
4. http://www.ciokorea.com/news/37438 [↑](#footnote-ref-5)
5. https://en.wikipedia.org/wiki/AI\_winter#The\_setbacks\_of\_1974 [↑](#footnote-ref-6)
6. Lance Waller, ‘Data Science, Artificial Intelligence, and Global Health: Hopes, Dreams, and Nightmares’. [↑](#footnote-ref-7)
7. Richard Jiang, <Biometrics> (Springer, 2016), p124. [↑](#footnote-ref-8)
8. Frederico A C Azevedo et al, ‘Equal Numbers of Neuronal and Nonneuronal Cells Make the Human Brain an Isometrically Scaled-Up Primate Brain’ (Pubmed, April 10, 2009) [↑](#footnote-ref-9)
9. 나이가 들고 뇌가 안정화되면서 시냅스의 숫자는 줄어든다. 즉, 어른은 3세 아기보다 적은 수의 시냅스를 가진다. [↑](#footnote-ref-10)
10. 구글 등 몇몇 기업체가 주도 중인 양자 컴퓨팅이 그런 혁신이 될 수도 있다. [↑](#footnote-ref-11)
11. 마쓰오 유타카, <인공지능과 딥 러닝> (동아엠앤비, 2015). [↑](#footnote-ref-12)
12. https://towardsdatascience.com/illustrated-10-cnn-architectures-95d78ace614d [↑](#footnote-ref-13)
13. 제리 카플란, <인공지능의 미래> (한스미디어, 2017), 120쪽. [↑](#footnote-ref-14)
14. 출처: <https://www.sramanamitra.com/2017/07/05/man-and-superman-life-near-an-approaching-technology-singularity/> 그림에서는 특이점 이후의 발전 곡선이 비교적 완만한 기울기를 가지는데, 이래서는 ‘특이점’이라 할 수 없다. 물론, 특이점 도래 당시 컴퓨터 프로세서의 성능에 따라 이 부분의 기울기는 무한대가 아닐 수도 있다. 하지만 그렇다면 그 이후에 기울기가 무한대가 되는 지점을 특이점이라 부르는 것이 옳다. [↑](#footnote-ref-15)
15. 바둑 세계 랭킹 1위인 중국의 커제를 이긴 이후, 알파고는 바둑계 은퇴를 선언했으며, 구글 딥마인드는 <스타크래프트> 등 다른 게임에서 인간 챔피언에게 도전하고 있다. 이들 인공지능 엔진이 현재는 다른 이름으로 불리고 있으나, 구글이 미래에 이들을 통합해서 어떤 이름을 부여한다면, 그것은 바둑에서 게임 일반으로 영역을 넓힌 인공지능이 특이점에 도달하는 사태가 된다. [↑](#footnote-ref-16)
16. 출처: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Test_de_Turing.jpg> [↑](#footnote-ref-17)
17. 김재인, <인공지능의 시대, 다시 인간을 묻다> (동아시아, 2017), 38쪽. [↑](#footnote-ref-18)
18. 위의 책, 46쪽. [↑](#footnote-ref-19)
19. 고바야시 마사카즈, <인공지능이 인간을 죽이는 날> (새로운제안, 2018). [↑](#footnote-ref-20)
20. 최윤섭, <의료 인공지능> (클라우드나인, 2018). [↑](#footnote-ref-21)
21. 아툴 가완디, <어떻게 일할 것인가> (웅진지식하우스, 2018), 164쪽. [↑](#footnote-ref-22)
22. 출처: https://www.birthinjurysafety.org/birth-injuries/apgar-scoring-system.html [↑](#footnote-ref-23)
23. 물론, 슈퍼박테리아(super-bug)들과의 싸움도 더 늦게 시작되었겠지만 말이다. [↑](#footnote-ref-24)
24. 김재인, <인공지능의 시대, 다시 인간을 묻다> (동아시아, 2017), 158쪽. [↑](#footnote-ref-25)
25. 이대열은 <지능의 탄생>에서 인공지능이 인간에게 위협이 되지 못하는 이유로 인공지능이 해결하는 문제가 자신의 문제가 아닌 ‘인간의 문제’라는 점을 들었다. 인공지능의 제어와 관련해서 고바야시 마사카즈와 근본적으로 같은 노선이다. [↑](#footnote-ref-26)
26. 최윤섭, <의료 인공지능> (클라우드나인, 2018년), 197쪽. [↑](#footnote-ref-27)
27. https://jmagazine.joins.com/economist/view/329159 [↑](#footnote-ref-28)
28. https://www.yna.co.kr/view/AKR20200314037300089 [↑](#footnote-ref-29)
29. https://jamanetwork.com/journals/jamacardiology/article-abstract/2675364 [↑](#footnote-ref-30)
30. https://blog.cardiogr.am/what-do-normal-and-abnormal-heart-rhythms-look-like-on-apple-watch-7b33b4a8ecfa [↑](#footnote-ref-31)
31. 신뢰도 95%에서 C-stat 구간은 0.94에서 1까지. P-value는 0.01 미만. 간단히 말해 사기 수준의 정확도다. [↑](#footnote-ref-32)
32. https://www.healthcareitnews.com/news/apple-unveils-watch-series-4-fda-approved-ecg [↑](#footnote-ref-33)
33. https://newsroom.clevelandclinic.org/2020/02/25/cleveland-clinic-studies-accuracy-of-apple-watch-4-for-atrial-fibrillation-detection/ [↑](#footnote-ref-34)
34. 에모리 의과대학교 로저 로샤 교수와의 인터뷰. 2019년 8월 8일. [↑](#footnote-ref-35)
35. 정도희, <인공지능 시대의 비즈니스 전략> (더퀘스트, 2018), 85쪽. [↑](#footnote-ref-36)
36. 김재인, 113쪽. [↑](#footnote-ref-37)
37. 의협신문. http://www.doctorsnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=134333 [↑](#footnote-ref-38)
38. http://www.yoonsupchoi.com/2019/03/05/telemedicine-2/ [↑](#footnote-ref-39)
39. 의협신문 2019년 8월 22일 보도. http://www.doctorsnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=130639 [↑](#footnote-ref-40)
40. 문제는 위키피디어에 telemedicine이 아니라 telehealth가 표제어로 등록되어 있다는 점이다. https://en.wikipedia.org/wiki/Telehealth [↑](#footnote-ref-41)
41. https://www.medicaid.gov/medicaid/benefits/telemedicine/index.html [↑](#footnote-ref-42)
42. 에모리 의과대학교 멜리사 영 교수와의 인터뷰. 2019년 9월 14일. [↑](#footnote-ref-43)
43. https://www.kff.org/uninsured/issue-brief/key-facts-about-the-uninsured-population/ [↑](#footnote-ref-44)
44. 조지아주 디캐프(DeKalb) 카운티 소재 Feminist Women’s Health Center 직원 인터뷰. 2019년 11월 11일. 최근 조지아주를 비롯한 몇 개 주의 의회가 낙태 금지법을 제정, 상황은 좀 더 복잡하다. 조지아의 경우 동 법이 헌법소원의 대상이 되어 현재 발효 중지 상태이므로, 낙태는 2020년 현재 여전히 합법이다. [↑](#footnote-ref-45)
45. 에모리 의학대학교 멜리사 영 교수. 상기 인터뷰. [↑](#footnote-ref-46)
46. https://www.wired.com/story/ai-epidemiologist-wuhan-public-health-warnings/ [↑](#footnote-ref-47)
47. https://www.technologyreview.com/2020/03/12/905352/ai-could-help-with-the-next-pandemicbut-not-with-this-one/ [↑](#footnote-ref-48)
48. https://www.bbc.com/news/technology-52120747 [↑](#footnote-ref-49)
49. 상기 BBC 기사. [↑](#footnote-ref-50)
50. https://www.fda.gov/news-events/press-announcements/coronavirus-covid-19-update-fda-issues-emergency-use-authorization-potential-covid-19-treatment [↑](#footnote-ref-51)
51. 제발 재선을 염둔 어느 대통령의 정치적 결단이 아니기를 바란다. [↑](#footnote-ref-52)
52. https://play.google.com/store/apps/details?id=kr.go.safekorea.sqsm&hl=ko [↑](#footnote-ref-53)
53. https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2020042011111266708 [↑](#footnote-ref-54)
54. Kyan Safavi et al, ‘Top-Funded Digital Health Companies And Their Impact On High-Burden, High-Cost Conditions’ (Health Affairs Journal, January 2019). [↑](#footnote-ref-55)
55. 에모리 의과대학 리동 교수와의 인터뷰, 2020년 5월 18일. [↑](#footnote-ref-56)
56. https://www.yna.co.kr/view/AKR20200314037300089 [↑](#footnote-ref-57)
57. 니콜 애쇼프, <자본의 새로운 선지자들> (펜타그램, 2017), 202쪽. [↑](#footnote-ref-58)
58. 제리 카플란, <인간은 필요 없다> (한스미디어, 2016). [↑](#footnote-ref-59)
59. 스콧 갤러웨이, <플랫폼 제국의 미래> (비즈니스북스, 2018). [↑](#footnote-ref-60)
60. 제리 카플란, <인공지능의 미래> (한스미디어, 2017), 232쪽. [↑](#footnote-ref-61)
61. 최윤섭, 앞의 책. [↑](#footnote-ref-62)
62. 최윤섭, 324쪽. [↑](#footnote-ref-63)
63. https://techcrunch.com/2012/01/10/doctors-or-algorithms/?guccounter=1 [↑](#footnote-ref-64)
64. Eric Topol, <Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again>. (Basic Books, 2019). Chapter 6. [↑](#footnote-ref-65)
65. https://qz.com/653084/microsofts-disastrous-tay-experiment-shows-the-hidden-dangers-of-ai/ [↑](#footnote-ref-66)
66. https://qz.com/1340990/microsofts-politically-correct-chat-bot-is-even-worse-than-its-racist-one/ [↑](#footnote-ref-67)
67. 상기 기사. “We are all Jews here.”과 “They are all Jews here.”는 단 한 단어 차이지만 거의 반대의 의도를 가진 표현이다. [↑](#footnote-ref-68)
68. 에모리 대학교 란스 월러(Lance Waller) 교수. [↑](#footnote-ref-69)
69. https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2017/06/15/3-massive-big-data-problems-everyone-should-know-about/#33c7269a6186 [↑](#footnote-ref-70)
70. https://www.brookings.edu/techstream/how-surveillance-technology-powered-south-koreas-covid-19-response/ [↑](#footnote-ref-71)
71. https://www.newyorker.com/news/news-desk/seouls-radical-experiment-in-digital-contact-tracing [↑](#footnote-ref-72)
72. 개정 <개인정보 보호법> 제2조 제1호 다목. [↑](#footnote-ref-73)
73. 개정 <개인정보 보호법> 제28조의3. [↑](#footnote-ref-74)
74. <생명 윤리 및 안전에 관한 법률> 제46조(유전정보에 의한 차별 금지 등) ① 누구든지 유전정보를 이유로 교육ㆍ고용ㆍ승진ㆍ보험 등 사회활동에서 다른 사람을 차별하여서는 아니 된다. [↑](#footnote-ref-75)
75. https://news.v.daum.net/v/20200518112809579 [↑](#footnote-ref-76)
76. https://www.usatoday.com/story/news/politics/2020/04/19/coroinavirus-polls-majority-support-social-distancing/5162668002/ [↑](#footnote-ref-77)
77. <https://www.wsj.com/articles/americans-favor-aggressive-coronavirus-measures-poll-finds-11585687911>. 56%는 현재 대응 수준이 적절하다고 응답했다. [↑](#footnote-ref-78)
78. https://www.wsj.com/articles/americans-favor-aggressive-coronavirus-measures-poll-finds-11585687911 [↑](#footnote-ref-79)
79. https://mcusercontent.com/ca678077bc522bd7bd74bacbf/files/3407e677-0744-4341-96c6-1b94a6b571b0/HHP\_Apr20\_PRESENTATION\_vF\_April.pdf [↑](#footnote-ref-80)
80. https://fivethirtyeight.com/features/big-data-is-helping-us-fight-the-coronavirus-but-at-what-cost-to-our-privacy/ [↑](#footnote-ref-81)
81. https://www.whitehouse.gov/briefings-statements/press-briefing-press-secretary-kayleigh-mcenany-051220/ [↑](#footnote-ref-82)
82. https://www.4th-ir.go.kr/pressRelease/detail/1024?category=report [↑](#footnote-ref-83)
83. http://www.kmedinfo.co.kr/news/articleView.html?idxno=49457 [↑](#footnote-ref-84)
84. 의료 시스템의 세 축을 3P(Patients, Providers, Payers)라고 부르는데, 우리나라의 경우 전 국민 의료보험을 운영 중이므로 보험사보다는 정부가 Payer에 가깝다. [↑](#footnote-ref-85)
85. http://www.hani.co.kr/arti/area/area\_general/884427.html [↑](#footnote-ref-86)
86. https://www.hankookilbo.com/News/Read/202004211761085917 [↑](#footnote-ref-87)
87. https://news.mt.co.kr/mtview.php?no=2020051816542674553 [↑](#footnote-ref-88)
88. http://www.dailymedi.com/detail.php?number=856294 [↑](#footnote-ref-89)
89. OECD, “Bringing Healthcare to the Patient – An Overview of the Use of Telemedicine in OECD Countries”, 2020.01.17. (<https://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/bringing-health-care-to-the-patient_8e56ede7-en>) [↑](#footnote-ref-90)
90. 에모리 의과대학 멜리사 영 교수. 앞의 인터뷰. [↑](#footnote-ref-91)
91. Nik Tehrani and Cynthia Meckl-Sloan, ‘Patient Engagement Meets Personalized Interactive Communication and the 3P’s: Patients, Providers and Payers’ (International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 6, Issue 5, May 2016). [↑](#footnote-ref-92)
92. Paul Spencer, ‘The Digital Front Door: Why Total Cost of Care Risk Is Not Inevitable’ (Healthcare Financial Management; Westchester, January 2018). [↑](#footnote-ref-93)
93. 허버트 프랭크의 공상과학 소설, <듄>은 일부 영역에서 러다이트 운동이 성공한 미래를 보여준다. 컴퓨터의 역할을 대신하기 위해 고된 훈련을 받는 ‘멘타트’의 모습이 기괴하게 느껴지는 것만으로도, 기술 발전에 저항하는 것을 우리가 얼마나 비현실적이라고 생각하는지 알 수 있다. [↑](#footnote-ref-94)
94. Paul Spencer, 상기 논문. [↑](#footnote-ref-95)
95. Kurzgesagt, ‘Homeopathy Explained’. https://www.youtube.com/watch?v=8HslUzw35mc [↑](#footnote-ref-96)
96. The Commonwealth Fund, ‘U.S. Ranks Last Among Seven Countries on Health System Performance Measures’ [↑](#footnote-ref-97)
97. The Commonwealth Fund, ‘U.S. Health Care from a Global Perspective, 2019: Higher Spending, Worse Outcomes?’ [↑](#footnote-ref-98)
98. The Commonwealth Fund, 상기 보고서. [↑](#footnote-ref-99)
99. https://www.theguardian.com/media/2012/jul/28/us-media-reacts-olmpics-opening-ceremony [↑](#footnote-ref-100)
100. The Commonwealth Fund, 상기 보고서. [↑](#footnote-ref-101)
101. https://www.worldometers.info/coronavirus/ [↑](#footnote-ref-102)
102. The Guardian, ‘100 days later: How did Britain fail so badly in dealing with Covid-19?’ (May 10, 2020) [↑](#footnote-ref-103)
103. 살림 이스마일, <기하급수 시대가 온다> (청림출판, 2016년). [↑](#footnote-ref-104)
104. 김경철, <유전체, 다가온 미래 의학> (메디게이트뉴스, 2018년). [↑](#footnote-ref-105)
105. 제약산업 역시 필연적 시장실패를 특허권이라는 제도로 떠받치는 구조다. [↑](#footnote-ref-106)
106. Andrew Meola, ‘How and why the value based payment model is trending in the healthcare industry’ (Business Insider, June 27, 2019). [↑](#footnote-ref-107)
107. Andrew Meola, 상기 글. [↑](#footnote-ref-108)
108. 이은희, ‘의약품 강제실시를 둘러싼 지형’ (건강사회를 위한 약사회, 2004년 2월 2일) [↑](#footnote-ref-109)
109. WHO, ‘WTO and the TRIPS Agreement’. https://www.who.int/medicines/areas/policy/wto\_trips/en/ [↑](#footnote-ref-110)
110. Kyung-Bok Son, ‘Importance of the intellectual property system in attempting compulsory licensing of pharmaceuticals: a cross-sectional analysis’ (Globalization and Health, 2019) [↑](#footnote-ref-111)
111. Kyung-Bok Son, 상기 논문. [↑](#footnote-ref-112)
112. 2019년 2월 20일 메디게이트뉴스 (http://medigatenews.com/news/3325255310) [↑](#footnote-ref-113)
113. https://www.msf.org/no-profiteering-covid-19-drugs-and-vaccines-says-msf [↑](#footnote-ref-114)
114. Gorik Ooms and Johanna Hanefeld, ‘Threat of compulsory licences could increase access to essential medicines’ (BMJ, May 28, 2019) [↑](#footnote-ref-115)
115. Gorik Ooms and Johanna Hanefeld, 상기 논문. [↑](#footnote-ref-116)
116. Swathi Iyengar et al, ‘Prices, costs, and affordability of new medicines for hepatitis C in 30 countries: an economic analysis’ (PLoS Med, May 31, 2016) [↑](#footnote-ref-117)
117. Swathi Iyengar et al, 상기 논문. [↑](#footnote-ref-118)
118. 한국석유관리원, ‘한국석유관리원의 역사’ (https://m.blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=kpetronews&logNo=221699585743&categoryNo=12&proxyReferer=https:%2F%2Fwww.google.com%2F) [↑](#footnote-ref-119)
119. ‘석유 및 석유대체연료 사업법’ 제29조. 2009년 1월 30일 전문개정. [↑](#footnote-ref-120)
120. Timothy B. Lee, ‘The Aereo Case, Explained’ (Vox, May 14, 2015) [↑](#footnote-ref-121)
121. 이진우, <거꾸로 보는 경제학> (RH코리아, 2015) [↑](#footnote-ref-122)
122. 출처: Aereo (vox.com에서 재인용) [↑](#footnote-ref-123)
123. 애덤 라신스키, <우버 인사이드> (행복한북클럽, 2018). [↑](#footnote-ref-124)
124. 이진우, 234쪽. [↑](#footnote-ref-125)
125. 과학기술정보통신부 보도자료, ‘인공지능 도입 지원을 위한 'AI 바우처' 사업 개시’ (2020년 3월 15일). https://www.msit.go.kr/web/msipContents/contentsView.do?cateId=\_policycom2&artId=2720463 [↑](#footnote-ref-126)
126. 우버는 원래 리무진 서비스로 시작했고, 택시 산업을 대체하는 영업 방식은 리프트(Lyft)가 시초다. 그러나 세계적으로 시장점유율이 훨씬 높고 대중에게도 더 잘 알려진 우버를 해당 사업 모델의 대명사로서 사용했다. [↑](#footnote-ref-127)