수학에서 시작된 대담한 변화

김태정

1. 알게 된 점

세상을 바꾼 장치의 기원이 이토록 우발적 혹은 우연적이란 것은 참으로 경이롭다. 오늘날 컴퓨터라 불리는 장치의 첫 도면인 튜링 기계는 계산이란 실용적인 목표를 위하여 수많은 사람들의 고군분투로 만들어진 것이 아니다. 한 학생이 수학적인 증명을 위해, 그것도 이미 증명된 명제를 자기만의 방법으로 다시 한 번 증명해보겠다는 지적 호기심으로 설계한 것이다. 앨런 튜링Alan Turing은 수학적 증명을 위해 모든 자연수 명제를 표현할 수 있을 것이라 예측되는 '보편만능의 기계'를 고안했다. 그러나 그 기계는 수학의 영역을 넘어선 획기적인 발명품이었고, 오늘날 내가 집에서 붓과 종이 없이도 이 글을 쓸 수 있게 해주는, 말그대로 '보편만능'인 기계의 시초였다.

초창기 컴퓨터의 발전이 비연속적이었다는 것 또한 이번 기회에 알게 된 흥미로운 사실이다. 앨런 튜링이 보편만능의 기계를 고안한 후 컴퓨터가 거쳐간 길은 토마스 쿤Thomas Kuhn의 <과학혁명의 구조>에서 주장하는 과학의 발전과 같은 선상에 있는 것으로 보인다. 즉, 초창기 컴퓨터의 발전이 "지식과 경험의 축적에 의해 연속적으로 만들어지는 것이 아니라 패러다임의 변화에 의해 비연속적이고 혁명적으로"[1] 이루어졌다는 것이다. 고대부터 사용된 주판, 그리고 라이프니치 Gottfried Leibniz 등 수학자들이 고안해 만들었던 계산기들 모두 제 기능을 충실히 하는 장치였다. 그러나 튜링 기계의 등장으로 기존의 계산 장치들은 구시대의 유물로 와해되고, 그 당시 사용될 수 있던 각종 전자기술들이 새로운 계산기, 컴퓨터와 접목되었다.[2] 한 학생의 아이디어가 계산기의 패러다임을 바꾸어 컴퓨터를 등장시킨 것이다.

2. 모르겠는 점

컴퓨터 기술이 더욱 발전하면 튜링이 증명한, '보편만능의 기계만으로는 모든 수학적 명제를 만들어낼 수 없다'라는 사실이 바뀌지 않을까? 물론 튜링이 보여준, 대각선 논법과 '정지 문제'를 통한 증명은 충분히 명확한 증명이다. 아무리 모든 명제를 꿰뚫는 해법을 만들어도 그것이 풀 지 못하는 명제가 있다. 하지만 오늘날의 컴퓨터는 그저 주어진 알고리즘을 바탕으로 주어진 계산만 하는 그런 장치를 벗어났다. 인공지능의 발전이 이루어지며 컴퓨터는 인간의 능력과 습성을 복사하며 점점 '인간다운' 모습을 갖추고 있다. 인간이 제공한 수십억 개의 데이터를 바탕으로 컴퓨터는 스스로의 알고리즘을 재구성하며, 그 속에서 인간이 기존에 내놓지 못한 무언가를 내놓기도 한다. 인공지능이라 할 지라도 컴퓨터는 컴퓨터고, 작동 방법은 완전히 다르지만 여전히 '기계'라

---

[1] 원자력교육훈련정보포털, 박민철(2014), "[박민철의 고전읽기] ⑥과학혁명의 구조", https://www.neti.or.kr/

[2] 이광근,『컴퓨터과학이 여는 세계』, 인사이트(2017), 50p

는 범주에 여전히 속한다. 그러나 고도로 발달한 인공지능이 수학적 명제를 찾게 만들 경우, 과연 수학적 명제에 여전히 인간 고유의 영역이 남아있을까?

뉴먼 교수Max Newman가 튜링에게 괴델의 불완전성 증명을 가르치면서 언급한, "논리체계가 믿을 만하면, 거짓을 증명할 수 있으면 곤란하다."[3]라는 말이 이해가 가지 않는다. 당장 머릿속으로 거짓인 명제를 생각해도, 그 중 몇 개의 명제는 그 명제가 왜 거짓인지 분명히 밝혀낼 수 있다. '자연수와 자연수를 더하면 음수가 결과로 나온다'라는 터무니 없는 명제를 생각해보았다. '모든 자연수는 0보다 크고, 양의 수는 덧셈에 대해 닫혀있다.'라는 말은 이 명제가 거짓임을 증명하는 게 아닌가? 내가 보기엔 충분히 '믿을 만한' 논리체계인데, 어느 논리체계여야 거짓을 증명하는 것이 금기시되는지 궁금하다. 분명 '거짓을 증명하는 게 어렵다'라는 이 말에 더 심도 있는 무언가 있겠지만, 수학을 전공하지 않는 본인으로선 금시초문이다.

3. 느낀 점

훌륭한 아이디어는 대담함에서 나온다는 것을 실감했다. 튜링 기계와 그 기계가 고안된 1935년이라는 배경을 생각해보면, 앨런 튜링이 고안한 것은 대담함의 결정체이다. 이 세상에 존재하는 수많은 수식과 계산들을 오직 포인터와 표, 그리고 한 줄의 테이프로 간결화 시킨 것이 튜링 기계이다. 비록 튜링은 그 간결한 장치만으로는 정말 모든 명제를 만들 수 없다는 목적을 가지고 만들었지만, 어쨌든 그것을 보이기 위해 '거의 모든' 것을 아슬아슬하게나마 다 담을 수 있는 것을 만들어냈다. 모든 것을 테이프라는 1차원적 개념으로 획일화시키려는 시도를 했다는 것 자체가, 컴퓨터와 프로그램이라는 개념 자체가 존재하지 않던 시절에는 엄청난 반항 아니었을까 싶다.

그렇지만 혁신을 불러온 대담함이 완벽함과 탁월함이 있어야만 실현 가능한 것은 아니다. 튜링이 '보편만능의 기계'를 고안했고 그 기계가 모든 자연수 명제를 다룰 수 있다고 주장하긴 했지만, 정말로 그렇게 보편만능인지 직접 보여주지는 않았고 몇 개의 사례를 보여주며 "이 정도도 가능하다"는 것을 어필할 뿐이었다. 또한 그가 처음부터 모든 설계도를 머릿속에 가진 채, 마치 폭포 모델마냥 만들어낸 것도 아니다. 그의 연구결과로부터 그가 어떤 '숲'을 헤쳐 나갔는지, 어떤 고민을 거쳐갔고 그 고민을 어떻게 해결했는 지가 유추할 수 있다. 튜링은 자신이 알고 있는 선에서 최대한 지식을 활용했고, 그것만으로 세계적인 수학자에게 감히 필적하고자 했다.

튜링의 대담함은 도전보다는 완벽함을 선행조건으로 두었던 나를 반성하게 만들었다. 무언가를 시도하고자 할 때, 예를 들어 프로그래밍으로 무언가를 만들고자 할 때, 나는 아직 그것을 하기에는 부족하다고 생각하며 보류하고 칼을 집어넣었다. 칼을 갈기만 계속 한 채, 아직 무언가 부족하다고 스스로 변명하며 도전을 계속 미루고 미룬다. 그렇게 해서 정말 완벽한 결과를 만들어낼 수 있다면 모를까, 사람은 사람인지라 어딘가 빼먹고 실수하며 정말 이상적인 결과를 내놓지는 못한다. 근데 이것도 그나마 나은 사례이지, 실제로는 준비만 하다가 도전도 하지 못한 채 흐지부지 되는 경우가 많았다. 고등학교 시절 만들고자 했던 고전시가 모음집 어플리케이션이 그랬고, 머릿

[3] 이광근,「튜링의 1935년: 앨런 튜링은 정말로 천재인가」, Skeptics Korea 8호(2016)

속에 맴돌던 수많은 게임 아이디어들이 그랬다.

내가 아직 완벽하지는 않아도 시도해보려는 자세, 대담함이 중요하다. 준비가 되어 있는지 안 되어있는지는 우선 발을 담가봐야 아는 것이다. 내가 도전하고자 하는 분야가 생각보다 간단한 영역일수도 있고, 오늘날처럼 필요한 정보를 어떻게 해서라도 찾을 수 있는 시대에서는 더욱이 그렇다. 계란으로 바위치기와 같은 도전이라 할지라도 조금만 다르게 생각하면 콜롬버스의 달걀이 될 수도 있다. 결국 대담함을 가지는 것은 혁신의 열쇠이다.

다만 대담함에는 신중함이 곁들어져야 한다. 대담함과 신중함은 상충되는 개념이면서도 서로 상호보완적이다. 만약 튜링이 '보편만능의 기계'를 고안하는 데 성공했다고 한들, 그 이후 자신이 어떤 난제를 극복해야 하는 지 정확히 알 지 못하면 더 이상 전진할 수 없다. 문제가 무엇인지를 파악하는 과정을 무시한 채 막무가내로 결과를 내놓고자 하면 그것은 더 이상 대담함이 아니라 무모함이다. "무한한 무언가가 불가능해야 한다"와 같은, 주어진 문제를 관통하는 핵심적인 해법은 신중함에서 나온다. 가진 것으로 도전해보되, 가진 것이 무엇인지 정확히 파악하는 자세는 대담함 만큼이나 중요할 것이다.

-