

## 배울수록 모르는 것은 더 많아진다

## 1. 내가 알게 된 것

우선, 컴퓨터의 원천 아이디어는 컴퓨터 그 자체를 목적으로 한 것이 아니었다는 것을 알게 되었다. 괴델의 불완전성 정리를 자신만의 방식으로 다시 증명한 튜링 소년의 수학 논문에서 사용된 도구였을 뿐이다.<sup>1</sup> 컴퓨터가 오늘날 쓰이는 용도를 목적으로 만들어진 것이 아니라는 점은 충격적이었다. 거의 모든 현대 문명의 근간이 되는 컴퓨터는 마치 처음부터 그런 원대한 꿈을 갖고 만들어졌을 것이라고 생각했었기 때문이다. 튜링은 날씨를 예측하거나, 자동차가 스스로 운전을 하는 기계를 만들고자 했던 것이 아니라 수학 명제 생성에 있어서 “기계적인 방식”을 정의할 수 있는 아이디어를 제시한 것뿐이었다.

또한, 단순무식한 작동의 반복으로 복잡한 컴퓨터를 만든 구체적인 방법을 알게 되었다. 컴퓨터가 단순한 작동을 매우 빠르게 반복하여 복잡한 기능을 수행할 수 있다는 점을 막연히 알고 있었지만, 구체적으로는 알지 못했었다. 하지만 튜링 기계의 원리와 “보편능의 기계”의 아이디어를 이해한 후, 단순한 작동이 어떻게 복잡한 기능으로 이어지는지 조금이나마 감을 잡을 수 있었다. 튜링 기계에서 모든 입력과 출력을 기호로 표현할 수 있는 테이프 심벌의 단순함, 각각의 규칙표를 연결하여 단순함을 복잡함으로 만들어주는 상태 심벌의 창조성이 이를 가능케 한 것이다.

이러한 이해의 과정에서, 임의의 튜링 기계를 표현할 수 있는 “보편능의 기계”는 상태 심벌과 같은 창조성을 지녔다는 것도 알게 되었다. 상태 심벌이 작동규칙표 간의 연결고리라면, “보편능의 기계”는 각 튜링 기계 간의 연결고리이기 때문이다. “보편능의 기계”는 임의의 다른 기계의 정의를 입력으로 받아 흉내 낼 수 있고, 이에 따라 하나의 기계가 모든 일을 할 수 있다.<sup>2</sup> 그렇다면 이 “보편능의 기계”는 두 개 이상의 튜링 기계를 연결시킬 수 있고, 이러한 연결고리는 부울의 논리 대수처럼 간단한 작동(부울 논리의 경우 명제)을 결합시켜 조금 더 복잡한 일을 해낼 수 있는 것이다.

마지막으로, 논리가 앞서 말한 창조성의 기반이라는 것을 알게 되었다. 논리가 이러한 창조성의 기반이 될 수 있게 한 조지 부울은 단어 또는 명제를 기호로 표현하고, 이를 활용하여 논리에 대수의 개념을 적용하였다. 우선 단어나 명제를 기호를 표현하는 것은, 일상 언어에서 사용되는 각 단어는 그 단어가 지칭하는 개개의 대상을 명확하게 표현한다는 점에서 착안하였다. 여기에 아리스토텔레스의 삼단 논법을 활용하여, 기호로 표현된 단어나 명제를 결합할 수 있도록 하였다.<sup>3</sup> 단순한 단어나 명제가 결합하여 복잡한 명제를 만들어내는 창조성, 이것은 후에 튜링의 “보편능의 기계”를 만나 컴퓨터를 탄생시켰다. 이전까지는 논리가 토론에서나 사용하는 거라고 생각했었지만, 사실은 이렇게 창조와 혁신의 최전선에 앞장서고 있었던 것이다. 간단함이 모여 복잡함을 이루고 이 복잡함이 문제를 해결하는 것, 이것이 논리의 매력인 것 같다.

<sup>1</sup> 이광근, “컴퓨터과학이 여는 세계: 세상을 바꾼 컴퓨터, 소프트웨어의 원천 아이디어 그리고 미래”, 인사이트, 2015, pp. 27-30.

<sup>2</sup> 이광근, “컴퓨터과학이 여는 세계: 세상을 바꾼 컴퓨터, 소프트웨어의 원천 아이디어 그리고 미래”, 인사이트, 2015, p. 35.

<sup>3</sup> Davis, Martin, “The universal computer: the road from Leibniz to Turing”, New York : Norton, 2000.

## 2. 내가 모르겠는 것

우선, 참고 II. 의 괴델의 불완전성 정리 설명 부분에서 “논리체계가 믿을 만하다면, 거짓을 증명할 수 있으면 곤란하다”<sup>4</sup>고 한 부분이 이해되지 않았다. ‘경영학을 위한 수학’ 강의 외에는 대학교 수준의 수학을 접하지 못한 나는 어떠한 명제가 거짓이라는 것을 증명하는 것이 가능하다고 알고 있었다. 거짓을 증명한다는 것이 어떤 명제가 거짓이라고 증명하는 것과 다른 의미인 것 같은데, 아무리 생각해봐도 어떤 의미인 지 알 수가 없었다.

또한, 괴델의 불완전성 정리의 등식 유도 과정을 이해할 수 없었다. A[‘x’->C]로 쓰면, 명제 A에 있는 변수 x를 C로 바꾼 명제를 뜻한다. [‘x’->C]에서 ‘x’는 상수로서 심벌 x를 뜻한다. 다른 것으로 바뀔 수 있는 변수가 아니다.<sup>5</sup>에서 처음에는 x를 변수라고 했는데, 그 다음에 바로 x는 변수가 아니라고 나와서 이해할 수 없었다. 괄호 앞에 명제 표시가 있는 것과 없는 것이 다른 개념인 것일까? 아니면 두 번째 문장에서 x는 상수라고 한 것이 아니라 C가 상수라고 한 것이 오타가 난 것일까? 이 부분에서부터 이해가 되지 않았다. 또한 이후의 149~150 페이지의 등식 유도 과정 또한 여러 번 읽어봤지만 이해하기 힘들었다. 개인적으로 튜링의 증명 방식이 훨씬 이해하기 쉽고 느꼈다.

초기 컴퓨터를 만들던 수학자들, 특히 튜링과 폰 노이만이 왜 협력하지 않았는지에 대한 의문이 들기도 했다. 튜링은 2차대전 당시 독일군의 암호 생성 기계 Enigma를 해독하기 위해 ‘The Bombe’이란 기계를 만들었으며(맥스 뉴먼 교수의 Colossus의 토대가 됨), 종전 후 보편만능의 컴퓨터인 ACE를 디자인하기도 했다. 폰 노이만 또한 2차대전 당시 펜실베이니아 대학의 ENIAC 프로젝트에 참가하였으며, 곧바로 다음 단계인 EDVAC 프로젝트를 주도하였다. 자세한 이야기는 알 수 없지만, 두 사람이 서로의 존재와 상대방의 연구 내용을 알았다는 것이 일반적인 견해이다.<sup>6</sup> 그렇다면 두 사람은 왜 함께 컴퓨터를 만들지 않았을까?

한 가지 재미있는 가능성은, 폰 노이만이 컴퓨터 발명을 자신의 업적으로 남기기 위해 튜링의 아이디어를 차용했다는 점을 인정하지 않고 싶었다는 것이다. 컴퓨터 설계 이외에도 너무나도 많은 업적을 이룬 폰 노이만이 이런 사소한 이유로 고의적으로 튜링과 협력하지 않았다는 것은 유치한 발상일 수도 있다. 하지만 역사에서 볼 수 있듯이 아무리 위대한 인물이어도 인간의 본성인 시기와, 질투, 그리고 욕심을 갖고 있다. 또한 냉전 시기 자신을 “극렬한 반공주의자” 라고 표현하며 뛰어난 정치적 감각을 보였던 점<sup>7</sup>을 고려하면 한 번쯤 생각해볼 만한 경우인 것 같다.

그러나 폰 노이만은 미국 국적, 튜링은 영국 국적자로 2차대전 전후 격변의 시기에 각자의 조국을 위해 헌신해야 했기 때문에 현실적으로 협력할 수 있는 기회가 많지 않았다는 이유가 좀 더 현실적이고 객관적인 것 같다. 더군다나 동성애자였던 앨런 튜링은 종전 후 얼마 지나지 않아 정부에 의해 화학적 거세를 당하고 자살을 했기 때문에 더더욱 두 사람에게 협력의 기회가 없었다고 할 수도 있다.

<sup>4</sup> 이광근(2016), “튜링의 1935년: 튜링은 과연 천재인가”, Skeptic Korea 8호, p. 148.

<sup>5</sup> 이광근(2016), “튜링의 1935년: 튜링은 과연 천재인가”, Skeptic Korea 8호, p. 148.

<sup>6</sup> Davis, Martin, “The universal computer: the road from Leibniz to Turing”, New York : Norton, 2000.

<sup>7</sup> 과학인물백과, 이두갑, “존 폰 노이만”, <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=3385539&cid=58399&categoryId=58399>, (2017. 4. 2.).

## 3. 내가 느낀 것

혁신에 있어서, 내가 모든 것을 처음부터 끝까지 완성할 필요는 없다는 것을 느꼈다. 완벽하고 구체적인 혁신을 제시하지 못하더라도, 기존의 지식에 질문을 던지고 새로운 방법에 도전하는 것만으로도 어디선가 이루어지고 있는 또 하나의 혁신에 기여할 수 있는 것이다. 컴퓨터의 사례에서 볼 수 있듯이, 혁신이라고 하는 것들에는 한 사람만이 아닌 수많은 사람들의 아이디어와 연구가 쌓여있다. 그 중에는 칸토어, 폰 노이만, 튜링처럼 널리 알려진 사람들도 있고, 고트로브 프레게처럼 일반인들에게 잘 알려지지 않은 사람들도 있었다. 프레게는 정확한 문법을 가진 인공 언어 체계를 개발하여 기계적인 논리 시스템을 활용할 수 있도록 기여했지만, 그의 업적은 먼 훗날에서야 알려지게 된다.<sup>8</sup> 이처럼 숨은(사실은 사람들이 미처 알지 못한) 공로자들의 연구가 쌓이고 쌓여 인류는 컴퓨터라는 보편만능의 기계를 만들어낼 수 있었던 것이다. 그리고 튜링의 아이디어는 매우 구체적이고 현실성 있는 것이 아니었다. 무한히 많은 칸을 가진 테이프나, 작동규칙표에 따라 테이프의 심벌을 읽고 쓰는 장치는 그 기본 아이디어만 제시했을 뿐 이것이 완전히 또는 부분적으로나마 실현된 것은 이후의 일이며, 그 실현은 지금까지도 계속되고 있다.

“튜링의 1935년: 튜링은 과연 천재인가”에서, 튜링이 천재가 아니라는 말은 컴퓨터의 원천 아이디어를 제공한 튜링을 얕잡아보는 말이 아니다. 오히려, 보편만능의 기계라는 아이디어가 나오고 그 아이디어가 현실화 되기까지 걸린 400년의 시간과 그 시간동안 쌓인 수많은 사람들의 연구, 그들의 열의와 노력을 ‘천재’라는 이상한 단어 하나로 묻어버린 무지함에 반발하는 것이다. 튜링의 아이디어는 분명 훌륭하지만, 이 모든 것을 혼자 이룬 것이 아니라 그동안 쌓인 수많은 연구와 이후의 발명들이 합쳐진 것이다. 천재라는 단어에 속아 스스로의 가능성을 과소평가하고 남이 주는 지식만을 받아들이는 것이 아니라, 나도 할 수 있다는 생각으로 성실하게 도전하는 모습이 바로 튜링 소년에게서 배울 점이라고 “튜링의 1935년: 튜링은 과연 천재인가”에서 말하고 있다. 그리고 이 메시지는 그동안 내 자신의 한계를 정하고, 온 힘을 다하기보다는 적당히 하고 넘어가려고 했던 스스로를 돌아보게 했다.

되돌아보면 나도 “튜링의 1935년: 튜링은 과연 천재인가”에서 말한 것처럼 천재라는 말에 겁을 먹고 있었던 것 같다. 나는 창의성이 없기 때문에 새로운 것을 만들거나 깊게 사고하는 일을 하기보다는, 공무원처럼 주어진 일을 형식에 맞춰 하는 직업을 갖겠다는 그동안의 생각에 뒤통수를 한 대 맞은 느낌이었다. 창의성이라는 것은 타고나는 것이라고 믿었고, 중고등학교 수행평가처럼 하찮은 일에서 이런 생각을 강화해왔다. 다른 일이 많다고 이를 미루며 충분히 준비하고 노력하지 않은 점은 나도 모르게 숨겨두고, 나보다 더 준비를 많이 했을 뿐인 몇몇 친구들을 보며 부럽다는 생각만 했다. 하지만 분명 나도 다른 사람들에게 창의적이다, 생각이 기발하다는 말을 들은 적이 있었고, 이런 순간의 뒤에는 남들보다 더 많이 쏟은 시간과 정성이 있었다.

<sup>8</sup> Davis, Martin, “The universal computer: the road from Leibniz to Turing”, New York : Norton, 2000.

그리고 컴퓨터의 기원을 따라가보면서, 내 길을 스스로 한정시키기엔 모르는 것이 너무 많다고 느끼기도 했다. 그동안 공부해본 적 없던 공학, 과학을 좀 더 공부해본 뒤에 내가 갈 길을 정해야 하겠다는 생각이 든 것이다. 아직 아는 것이 많지 않은 우물 안의 개구리 상태에서, 내가 조금 아는 것만 가지고 선부르게 결정한 것들이 있다. 앞 문단에서 말한 이유 때문에 나는 로스쿨 진학이나 고시 진입을 계획하고 있었다. 현재의 전공조차도 내가 관심이 있거나 잘하는 것이어서 선택한 것이 아니라, 앞서 말한 진로에 진출하기 가장 유리하다고 해서 선택한 것이었다. 하지만 인공지능의 발전으로 지금 우리가 알고 있는 대부분의 직업들이 사라질 것이라는 말에 컴퓨터 공부의 필요성을 느껴 이 강의를 듣게 되었다. 컴퓨터라는 게 대충 어떻게 활용되고 있는 지나 보자 하는 마음에 듣게 된 강의였는데, 처음 생각했던 것과는 다르게 지금껏 생각해온 모든 것을 처음부터 다시 생각하게 만들어버렸다.

컴퓨터는 지금까지 내가 공부한 것과는 다른 창조의 세계다. 가장 간단한 것부터 시작해서 인간이 쉽게 하지 못하는 복잡한 일까지 올라가는 방식이다. 마치 어릴 때 좋아했던 레고 블록 같다. 작은 조각들을 모두 늘어놓은 뒤, 내가 만들고 싶은 것의 모습을 떠올리면서 하나하나 조립해 간다. 생각했던 대로 조립이 이루어지면 기뻐하기도 하고, 생각과 다른 모습이 나오면 곧바로 다시 다른 방법으로 조립을 했었다. 그런 작은 장난감조차도 내가 무엇을 만들 수 있다는 건 매우 큰 성취감을 준다. 하물며 당대 수학계를 흔들여 놓은 정리를 패기 있게 자신만의 방식으로 바꿔본 튜링, 그 과정에서 도구로 만든 아이디어 하나가 세상을 바꿀 준비를 하는 모습을 보면서 그는 얼마나 설렘을까. 분명 선생님의 말을 글자 하나 빠트리지 않고 받아 적은 후 달달 외워서 시험지에 적어서 내던 그런 공부와는 차원이 다른 기쁨일 것이다.

컴퓨터과학에 대한 나의 마음은 아직 설렘 반, 두려움 반이다. 복잡함을 이루고 있는 단순함의 재미, 구상하고 계획한 뒤 직접 만들어보는 성취감은 분명 설레는 일이다. 하지만 이제 막 컴퓨터의 원천 아이디어인 튜링 기계를 배웠는데 컴퓨터과학에 대해 잘 안다고 하는 것은 어불성설이다. 튜링 기계를 이해하는 것도 간단하지 않았기 때문에, 이후의 컴퓨터과학에 대해 배우는 것은 분명 어려운 길일 것이다. 튜링 이후 컴퓨터가 어떻게 실현됐는지, 어떤 발전 과정을 거쳐 지금 우리가 사는 세상을 펼쳐 보였는지 배울 것이다. 그리고 이러한 세상에서 어떤 공부를 해야 하는지, 어떤 의문을 가져야 하는지 알게 될 것이다. 이 과정에서 이전보다는 훨씬 더 능동적으로, 기계적이지 않은 마음가짐으로 임해야 하겠다는 생각이 들었다.