

<요약>

컴퓨터는 어느 날 우연히 만들어진 도구가 아니었다. 컴퓨터가 있기 전, 400년 동안 이어진 수학자들의 꿈이 있었다. 그 꿈이란 인간 이성의 계산으로의 환원이었다. 하지만 그 꿈은 괴델(Gödel)에 의해 산산조각 났다. 튜링(Turing)은 다른 방식으로 그 꿈을 좌절시켰다. 튜링의 이 증명에서 컴퓨터는 마침내 그 큰 걸음을 내딛기 시작했다.

과연 컴퓨터가 그 한계를 넘어설 수 있을까? 이를 위해서는, 컴퓨터의 논리 체계가 인간 지능의 수준으로 확장되어야 한다. 그렇다면 컴퓨터는 인간 지능을 가질 수 있는가? 튜링과 존 설(John Searle)은 이 문제에 관해 흥미로운 주장을 하였다. 존 설에 의하면, 지금의 컴퓨터는 인간 지능을 가질 가능성이 낮다. 따라서 컴퓨터가 한계를 넘어서기 위해서는 패러다임의 변화가 필요하다. 하지만 패러다임의 변화가 일어나리라고 확언할 수는 없다.

이전까지 컴퓨터는 마냥 어려운 도구인 줄로만 알았다. 하지만 컴퓨터는 생각했던 것만큼 복잡하고 어려운 도구가 아니었다. 오히려 복잡하고 어려운 것은 우리의 마음이었다. 이 사실은 우리에게 깊은 감동을 선사한다. 그렇다면 우리는 이제 무엇을 해야 하는가? 이제 우리는 마음을 탐구하기 위한 모험을 시작해야 할 것이다.

1절. 내가 알게 된 것

컴퓨터는 어느 날 우연히 만들어진 도구가 아니었다. 현대 사회에서 컴퓨터는 사회 모든 분야에서 쓰이고 있다. 컴퓨터의 쓰임새는 무궁무진하며, 따라서 컴퓨터는 보편만능의 기계(universal machine)라고 불린다.<sup>1)</sup> 컴퓨터가 이렇게 많은 일을 하고 있지만 많은 사람들은 그 기원에 대해 잘 알지 못한다. 필자 역시 마찬가지였다. 컴퓨터는 단지 과거의 어느 날, 어느 천재의 머릿속에서 번뜩이는 영감으로 태어난 도구라고 생각했다. 하지만 컴퓨터는 절대 어느 날 갑자기 발명된 것이 아니었다.

컴퓨터가 있기 전, 400년 동안 이어진 수학자들의 꿈이 있었다. 라이프니츠(Leibniz)부터 시작하여 힐베르트(Hilbert)로 계승된 꿈. 그 꿈은 엄밀히 말하자면 수리 논리학의 원대한 목표였다. 라이프니츠가 제시한 보편기호체계<sup>2)</sup>에서 수리 논리학은 그 싹을 틔웠다.<sup>3)</sup> 부울(Boole)과 프레게(Frege)는 라이프니츠가 역설한 논리 대수와 그 개념을 표기하는 작업을 완성시켰다. 이렇게 형성된 수리 논리학의 토대 위에서 힐베르트는 강력하고도 매혹적인 질문을 던졌다. 그 질문은 실제 수학을 형식화한 형식체계의 완전성 문제에 관한 것이었다.<sup>4)5)</sup> 이 문제는 라이프니츠가 꾸었던 꿈의 연장선상에 있었다.

그 꿈이란 인간 이성의 계산으로의 환원이었다.<sup>6)</sup> 이 꿈을 위해서, 인간 이성의 규칙을 파헤

1) 이광근, 『컴퓨터과학이 여는 세계 : 세상을 바꾼 컴퓨터, 소프트웨어의 원천 아이디어 그리고 미래』, 서울 : 인사이트, 2015, 25면.  
2) 실제 세계의 기호체계일 뿐만 아니라 인간의 모든 사고 범위를 포괄하는 기호의 체계이다.  
3) 마틴 데이비스, 『수학자, 컴퓨터를 만들다』, 박정일, 장영태 역, 서울 : 지식의 풍경, 2005, 27면.  
4) 콘스탄스 리드, 『(현대 수학의 아버지)힐베르트』, 이일해 역, 서울 : 사이언스 북스, 2005, 319면.  
5) 박정일, 『튜링 & 괴델 : 추상적 사유의 위대한 힘』, 파주 : 김영사, 2010, 148면.  
6) 마틴 데이비스, 앞의 책, 203면.

치고 체계를 세우는 일이 제일 먼저 요구되었다. 라이프니츠가 보편기호체계를 확립하려고 노력한 이유였다. 힐베르트의 문제는 그 꿈의 현대적 번역이었다. 임의의 형식체계가 완전성을 갖추고 있다고 가정하자. 그렇다면 그 체계 내에 존재하는 모든 논리적 진리는 그 체계 내의 공리들로부터 형식적으로 연역될 수 있어야 한다.<sup>7)</sup> 더 나아가, 모든 논리식의 진리치를 판별하는 명백한 계산 과정이 존재 할 수도 있을 것이다. 힐베르트는 그러한 계산 과정을 추구했다.<sup>8)</sup> 힐베르트는 라이프니츠와 같은 꿈을 꾸는 것이다.

하지만 그 꿈은 괴델(Gödel)에 의해 산산조각 났다. 괴델은 러셀과 화이트헤드가 개발한 기호 표현 체계를 사용한다.<sup>9)</sup> 그리고 그 체계가 완전하지 않다는 것을 입증한다. 그 과정은 이렇다. 괴델은 하나의 형식문을 제시하고 그 형식문이 참임을 입증한다. 하지만 그 형식문은 기호 표현 체계 속에서 형식적으로 연역될 수는 없다. 만약 그 형식문을 체계의 공리에 추가한다 하더라도, 그 확장된 체계 내에서도 참이면서 연역될 수 없는 형식문이 다시 만들어 질 수 있다.<sup>10)</sup> 이는 힐베르트가 제시한 완전한 형식체계에 대한 명확한 반증이다.

튜링(Turing)은 다른 방식으로 그 꿈을 좌절시켰다. 그는 그의 논문에서 자신의 증명방법이 괴델의 그 것과 어떻게 다른지 설명한다. 괴델은 형식적으로 연역될 수 없는 형식문을 제시했다. 하지만 튜링은 힐베르트의 계산 과정이 존재하지 않는다는 것을 입증한다.<sup>11)</sup> 그는 그의 증명을 위해 일반적인 계산 과정을 수행하는 기계를 직접 제시한다. 그리고 그 기계를 통해서는 멈춤 문제를 해결할 수 없음을 대각선 논법을 통해 증명한다.<sup>12)</sup> 멈춤 문제란 어떤 기계의 표준 서술(standard description)<sup>13)</sup>을 입력받았을 때, 그 기계가 멈추는 지 여부를 판정하는 문제이다. 따라서 멈춤에 관한 명제를 판별하기 위한 명백한 계산 과정은 존재하지 않는다.

튜링의 이 증명에서 컴퓨터는 마침내 그 큰 걸음을 내딛기 시작했다. 그가 논거로 내세운 일반적인 계산 과정을 수행하는 기계. 테이프와 심볼들로 이루어진 그 단순한 기계가 컴퓨터의 원형이 되었다. 역사의 무대 위에서는 하나의 원대한 꿈이 밝게 타올랐었다. 그 꿈은 저번 시대의 마지막을 장식했다. 그리고 그 꿈이 저물어간 자리에서 현대의 막이 올랐다. 컴퓨터는 그 곳에서 출발하여, 지금도 그 길을 힘차게 걸어 나가고 있다.

## 2절. 내가 모르겠는 것

과연 컴퓨터가 그 한계를 넘어설 수 있을까? 컴퓨터는 괴델의 반증을 이해하지 못한다. 또한 튜링의 멈춤 문제를 해결하지도 못한다. 이러한 한계는 컴퓨터가 기반하고 있는 논리 체계가 불완전한데서 기인한다. 그 불완전한 논리 체계는 인간의 사고방식 중 엄밀하다고 할 수 있는 방식들을 기반으로 세워졌다. 예컨대 컴퓨터는 인간의 지능 중 일부만을 사용하고 있는 셈이다. 그 일부의 지능만으로, 컴퓨터는 한계를 넘어설 수 있을까?

이를 위해서는, 컴퓨터의 논리 체계가 인간 지능의 수준으로 확장되어야 한다. 컴퓨터는 논리 추론의 틀 안에 있는 명제들 밖에는 판명하지 못한다. 그 틀은 심지어 완전하지도 않다.

7) 어니스트 네이글, 제임스 뉴먼, 『(호프스태터가 서문을 쓰고 개정한)괴델의 증명』, 곽강제, 고중숙 역, 서울 : 승산, 2010, 93면.

8) 마틴 데이비스, 앞의 책, 203면.

9) 어니스트 네이글, 제임스 뉴먼, 앞의 책, 108면.

10) 어니스트 네이글, 제임스 뉴먼, 앞의 책, 142~143면.

11) Alan Turing. "On Computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem". *Proceedings of the London Mathematical Society*, 42(2), 1937, p.259.

12) Ibid., pp.246~247.

13) Ibid., p.240. 튜링은 각각의 서로 다른 기계를 표현하는 표준 서술을 고안해냈다.

따라서 컴퓨터가 틀 안팎에 있는 모든 명제들을 이해하기 위해서는 그 논리 체계의 확장이 필요하다. 그리고 그 확장은 인간 지능의 모든 영역을 포함하도록 이루어져야 한다. 따라서 이 물음은 컴퓨터가 인간 지능을 가질 수 있는가의 차원으로 나아간다.

그렇다면 컴퓨터는 인간 지능을 가질 수 있는가? 지능이라는 개념은 명확한 정의가 필요하다. 만약 지능을 단순한 계산 능력으로 한정시킨다면, 컴퓨터의 지능은 인간의 그 것을 이미 훨씬 뛰어넘었다. 하지만 지능이란 훨씬 더 포괄적인 개념이다. 그 것은 외부 세계에 대한 인간의 이해, 통찰, 직관을 모두 포괄하는 개념이다. 인간의 지능은 사방으로 뻗어있다. 또한, 아직 우리 인식의 저 너머에 있는 부분도 많다. 그러한 미개척의 영역까지 인간 지능에 포함시킨다고 가정해보자. 과연 컴퓨터는 그러한 지능을 손에 넣을 수 있을 것인가?

튜링과 존 설(John Searle)은 이 문제에 관해 흥미로운 주장을 하였다. 튜링은 컴퓨터의 지능을 판정하기 위한 튜링 테스트를 제안하였다. 튜링은 이 시험에서 컴퓨터가 생각한다고 결론 내릴 수 있는 조건을 제시하였다.<sup>14)</sup> 컴퓨터가 인간을 속이는 것이 그 조건이다. 이러한 튜링의 주장은 행동주의에 기반을 두고 있다.<sup>15)</sup> 하지만 존 설은 튜링 테스트의 가능성을 전면으로 반박한다. 그는 논거로 “중국어 방” 논변을 내세운다. 그 논변은 컴퓨터가 기호들을 조작하는 방식의 한계를 지적한다.<sup>16)</sup> 튜링 테스트에서 컴퓨터의 행동은 통사론적으로(형식적으로) 완벽하여 인간을 속일 수는 있다. 하지만 그 완벽성은 단지 통사론적 차원에서만 머물 뿐이다. 컴퓨터는 그 행동의 의미를 이해할 수는 없다는 것이 그의 주장이다.

존 설에 의하면, 지금의 컴퓨터는 인간 지능을 가질 가능성이 낮다. 최근 딥러닝(deep learning) 알고리즘은 컴퓨터의 행동반경을 급격히 확장시키고 있다. 그 알고리즘을 적용한 컴퓨터는 마치 직관을 가진 듯 행동한다. 직관은 명백히 논리 추론의 틀을 뛰어넘은 지능의 영역이다. 하지만 그러한 행동 역시 모방에 지나지 않는다. 컴퓨터는 단순히 인간의 직관적인 행동 양식만을 학습할 뿐이다. 여전히 그 행동에 담겨진 의미를 이해할 수는 없다. 최신 알고리즘도 컴퓨터에게 인간 지능을 부여하기엔 부족하다.

따라서 컴퓨터가 한계를 넘어서기 위해서는 패러다임의 변화가 필요하다. 지금까지 컴퓨터에게 인간 지능을 부여하려한 모든 시도는 결함을 가지고 있었다. 불안정한 논리 체계의 기호들로 그 체계를 포함하는 더 큰 체계를 표현하려 했다는 것이 그 결함이다. 물론 그 기호들로 형식을 모방할 수는 있다. 예컨대, 컴퓨터는 괴델의 증명이 참이라고 하는 것을 모방할 수는 있다. 하지만 그 증명을 이해하지는 못한다. 모방 대상이 존재하지 않는다면 지금의 컴퓨터는 영원히 한계 안에서 맴돌 수밖에 없다. 따라서 컴퓨터 패러다임의 변화가 필요하다.

하지만 패러다임의 변화가 일어나리라고 확인할 수는 없다. 논리 체계의 확장은 굉장히 어렵기 때문이다. 현대 컴퓨터가 기반하고 있는 논리 체계는 400년 동안의 지적 여정을 거쳐 일궈낸 결실이다. 비록 완전하진 않지만, 무모순적이다. 튜링이 자신이 정의내린 기계적인 방식을 자신 있게 단정할 수 있었던 것도 이 때문이다. 세월의 정수가 빚어낸 이 체계를 뛰어넘기란 결코 쉽지 않은 일일 것이다.

### 3절. 내가 느낀 것

---

14) 지능을 가지는 것과 생각하는 행위 사이에는 차이가 존재한다. 다만, 어떤 주체가 생각할 수 있다는 사실은 그 주체가 가진 지능의 존재를 어느 정도 담보한다고 할 수 있을 것이다.

15) 박정일, 『튜링 & 괴델 : 추상적 사유의 위대한 힘』, 파주 : 김영사, 2010, 222면. 행동주의자들은 어떤 대상이 생각하는지의 여부를 판단하기 위해서는 그 대상의 행동을 관찰해야 한다고 말한다.

16) 존 R. 설, 『마인드』, 정승현 역, 서울 : 까치글방, 2007, 101~115면.

이전까지 컴퓨터는 마냥 어려운 도구인 줄로만 알았다. 컴퓨터 속에는 첨단 반도체들이 어지럽게 내장되어 있다. 또한 쳐다만 봐도 머리가 아픈 소프트웨어들도 있다. 이 반도체와 소프트웨어는 우리를 살살 겁준다. 자신이 얼마나 복잡한지를 마음껏 뽐내듯이 말이다. 그리고 우리들은 그 허장성세(虛張聲勢)에 쉽게 속아 넘어가버린다. 우리는 단지 그 것이 제공하는 편리성만을 향유할 뿐이다. 그 원리에 대한 고찰은 시도할 엄두를 내지 못했었다. 그 원리는 훨씬 더 어려울 것이라는 잘못된 선입견 때문이었다.

하지만 컴퓨터는 생각했던 것만큼 복잡하고 어려운 도구가 아니었다. 컴퓨터의 원리는 전혀 어렵지 않았다. 그 어려워 보이는 겉모습을 한 꺼풀 벗겨 내보자. 그 곳에는 단순한 기계장치가 덩그러니 놓여있다. 그 기계장치는 규칙표를 받아서 그대로 일한다. 저장 공간 사이를 옮겨 다니며 데이터를 읽고 쓰는 작업이 그 일의 전부이다. 이것이 컴퓨터의 실체이다. 튜링이 처음으로 제시했던 기계장치. 정보혁명의 불씨를 당긴 장치. 그 실체는 단순하기 짝이 없는 기계장치였다.

오히려 복잡하고 어려운 것은 우리의 마음이었다. 수학자들의 400년 동안의 여정. 그 것은 우리 마음속에 존재하는 엄밀한 규칙 체계를 찾기 위한 지적 모험이었다. 라이프니츠의 꿈, 힐베르트의 꿈은 그 여정의 끝에서 좌절되었다. 그들의 이상은 현실에서 성취될 수 없다는 것이 증명되었다. 하지만 그 증명은 되려 인간의 마음이 얼마나 복잡한지 보여주었다. 인간의 사고는 몇 개의 논리 기호로 정형화 될 수 있는 것이 아니었다. 괴델과 튜링은 그 사실을 몇 장의 논문으로 증명해보였다.

이 사실은 우리에게 깊은 감동을 선사한다. 우리는 바다 앞에 서있으면 끝이 보이지 않는 그 크기에 감동한다. 우리 마음 역시 마찬가지이다. 우리 마음 역시 그 끝이 보이지 않는다. 우리 마음의 지평선 너머엔 아직 우리도 미처 알지 못하는 영역이 존재한다. 그 영역은 우리를 울고 웃게 한다. 또한 우리에게 직관과 영감, 통찰을 제공한다. 인간은 우리가 생각했던 것보다 더 크고 신비로운 존재였다. 이 우주 어디를 가도 인간과 똑같은 존재를 찾기란 힘들 것이다. 우리는 우리 존재에 대해 경외감을 느낄 자격이 충분히 있다.

그렇다면 우리는 이제 무엇을 해야 하는가? 지적하였듯이, 컴퓨터는 아직 내재적인 한계를 지니고 있다. 아무리 알고리즘이 발달하여도 그 근본적 한계는 넘어서지 못한다. 알고리즘의 발달은 단지 컴퓨터의 모방 실력을 향상시킬 뿐이다. 컴퓨터가 우리 마음을 가지기 위해서는 그 것이 발 딛고 서있는 반석부터 달라져야 한다. 다시 말해, 컴퓨터의 패러다임을 바꾸는 작업이 필요하다. 따라서 우리는 다시 한 번 기백년 동안 지적 모험을 떠날 준비를 갖춰야 하지 않을까. 지난 세기까지 수학자들이 그래왔던 것처럼. 새로운 개념의 컴퓨터가 우뚝 서기 위한 반석을 마련하기 위한 모험 말이다.

이제 우리는 마음을 탐구하기 위한 모험을 시작해야 할 것이다. 현대의 컴퓨터는 그 한계에도 불구하고 무섭게 발전하고 있다. 1997년과 2016년, 컴퓨터는 인간에게 큰 충격을 선사했다. 1997년에는 체스를, 2016년에는 바둑에서 인간을 정복한 것이다. 이는 인간 사회에 큰 파장을 가져 왔다. 인공지능이 모든 부문에서 큰 화두로 떠오르고 있다. 앞으로의 20년 동안 컴퓨터는 훨씬 더 빨리 발전할 것이다. 그들은 우리의 훌륭한 모사꾼이 될 것이다. 그들은 우리의 직관을 흉내 내고, 감정을 흉내 낼 것이다. 그 정도로도 컴퓨터가 우리의 삶과 생각에 큰 충격을 줄 것은 자명하다. 그러한 세상에서 인간과 컴퓨터가 공존하기 위해서 우리는 우리 자신을 더 잘 알아야 한다. 마음에 대한 탐구는 우리 자신에 대한 통찰을 가져다 줄 것이다. 뿐만 아니라, 그 것은 생각하는 컴퓨터에 대한 통찰 역시 가져다 줄 것이다. 그러한 통찰을 얻기 위해 우리는 지금 이 순간부터 노력해야 할 것이다.