

우연하게 위대하게 - 컴퓨터의 기원과 오늘날까지, 그리고 컴퓨터의 역사와 컴퓨터의 구현
방법이 우리에게 주는 시사점

이희철

요약

세상에는 생각지도 못하게 우연히 만들어진 발명품이 상당히 많다. 컴퓨터 역시 그 시작부터 컴퓨터를 만들고자 하는 의지에서 만들어진 것이 아니다. 혹자는 계산하는 기계 장치에서 컴퓨터로 발전한 것이니 컴퓨터는 의외의 발명품이 아니라고 반박할 수 있지만 필자의 그에 대한 대답은 ‘아니다, 우연한 발명품이다. 그러나 위대한 발명품이다.’가 될 것이다.

라이프니츠(Leibniz)에서 튜링(Turing)에 이르기까지 컴퓨터와는 전혀 관련이 없어 보이는 수학자들의 수학적 연구가 튜링이 컴퓨터의 청사진을 우연히 펼치는데 도움이 되었다. 튜링(Turing)은 뉴먼(Newman)교수가 1935년에 연 괴델(Gödel)의 불완전성 정리를 핵심적으로 다루는 수학기초론 강좌에 제자로 참여하고 이 정리를 다른 방식으로 증명하고자 「계산 가능한 수에 대해서, 수리명제 자동생성 문제에 응용하면서(On computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem)」를 발표하였고 이 논문에서 현재 컴퓨터의 청사진이 그려지게 된다. 컴퓨터의 발명은 이렇듯 수학자들의 연구에도 의존하고 있지만 이러한 노력에서 파생된 독자적인 학문인 논리학에도 의존하고 있다. 이후 샤논(Shannon)이라는 미국의 과학자(당시는 21살의 대학원생)가 1937년 「릴레이와 스위치 회로를 기회로 분석하기(A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits)」라는 논문을 통해 부울 논리와 스위치를 접목하면서 스위치 회로는 ‘디지털 논리회로’라는 이름을 가지게 된다. 앞선 노력과 함께 튜링이 컴퓨터의 청사진을 펼친 논문을 쓰기 이전부터 계산하는 기계장치는 꾸준히 고안되어왔고 이 역시 현재 컴퓨터가 만들어지는데 도움을 주었다.

컴퓨터의 구현 방식을 보면 컴퓨터의 역사와 닮아있다고 생각한다. 컴퓨터가 만들어진 역사를 보면 컴퓨터를 만들자고 하여 한 번에 ‘짠’하고 만들어 낸 것이 아니듯이 컴퓨터의 작동 원리 역시 우리가 단순히 키를 타이핑하면 글씨가 써지는 것이 아니라 키에 해당하는 01로 구성된 여러 개의 bit가 모여 우리가 하고자 하는 일을 수행하는 점에서 비슷하다고 생각한다. 이렇게 노력의 축적, 과정의 축적을 통해 무언가가 이루어지는 것은 비단 컴퓨터에만 해당하는 이야기는 아닐 것이다.

필자가 컴퓨터에 관심을 가지게 된 것도 컴퓨터가 우리의 인생과 밀접한 관련을 맺고 있기 때문이다. 인간이 행동하도록 입력 정보를 주어야 움직이는 컴퓨터조차도 기본인 01로 이루어지는 bit부터 시작해 작동한다, 즉 기본에 충실히 움직인다는 것이다. 또한 컴퓨터의 역사, 특히 괴델(Gödel)과 튜링(Turing)을 보며 우리는 후츠파(chutzpah)정신을 배울 수 있다. 인간인 우리는 우리가 직접 어떻게 행동할 것인가에 대한 판단을 하고 그에 따라 행동하지만 컴퓨터만도 못하게 기본조차 시작하지 않는 사람들이 많다. 컴퓨터가 발달하고 생각을 가질 수 있을 정도로 발달함에 따라 생각하는 존재가 인간이라는 기준이 흔들리고 과연 앞으로 무엇이 인간과 컴퓨터를 가를 수 있을지에 대한 질문을 받는다. 우리는 ‘우연하고 위대하게’ 우리의 인생을 설계하고 우리의 후생을 위해 행동해야 하며 컴퓨터의 발전은 이에 도움이 될 것이다. 지금까지, 그리고 앞으로 컴퓨터의 발전을 위해 힘쓴, 그리고 힘쓸 모든 분들에게 감사를 드리며 이만 글을 줄인다.

본문

세상에는 생각지도 못하게 우연히 만들어진 발명품이 상당히 많다. 영국의 세균학자 알렉산더 플레밍(Fleming)이 페니실린을 발명한 예가 그러하고, 3M사의 연구진이 포스트잇을

발명한 예가 그러하다. 하지만 이런 우연한 발명은 정말 ‘우연히’ 이루어진 것이라고는 할 수 없다. 플레밍이나 3M사의 연구진이 이러한 발명품을 내놓기까지, 그리고 이 세상의 여러 ‘우연한’ 발명품이 만들어지기까지는 발명품과 유사한 분야의, 혹은 전혀 관련 없을 것 같은 분야의 연구와 노력을 통해 이루어졌다.

컴퓨터 역시 그 시작부터 컴퓨터를 만들고자 하는 의지에서 만들어진 것이 아니다. 앨런 튜링이 튜링 머신, 그리고 보편능의 기계(Universal machine)을 고안해내기까지 인간의 생각, 더 정확하게는 논리적 추론들을 몇 가지 방식의 패턴으로 단순화하여 구현하려고 하는 과정과 그 좌절이 있었다. 또한 논리학과 전기회로를 접목하는 등의 노력도 있었고 이와는 별개로 계산하는 기계 장치가 꾸준히 고안되어 왔었다.

혹자는 계산하는 기계 장치에서 컴퓨터로 발전한 것이니 컴퓨터는 우연한 발명품이 아니라고 반박할 수 있지만 필자의 그에 대한 대답은 ‘아니다, 우연한 발명품이다. 그러나 위대한 발명품이다.’가 될 것이다. 물론 이 계산 기계들이 현재 컴퓨터의 존재에 도움을 준 것은 맞지만 만약 튜링(Turing)까지 이어지는 수학자들의 노력이나 부울(Boole)과 그의 논리규칙을 스위치 회로에 접목한 샤논(Shannon)등이 없었다면 계산하는 기계들은 단순한 사칙연산 기계에 머물렀을 것이라고 생각한다. 하지만 튜링이 고안한 보편능의 기계와 그 이후 고안된 컴퓨터, 그리고 지금의 컴퓨터는 단순히 계산하는 기계가 아니다. 일상생활을 비추어 생각해봐도 우리는 컴퓨터로 계산만 하는 것이 아니라 컴퓨터를 통해 인터넷, 게임, 문서 작성 등 여러 가지 활동을 한다.

라이프니츠(Leibniz)에서 튜링(Turing)에 이르기까지 컴퓨터와는 전혀 관련이 없어 보이는 수학자들의 수학적 연구가 튜링이 컴퓨터의 청사진을 우연히 펼치는데 도움이 되었다. 라이프니츠(Leibniz)는 수학 뿐 아니라 모든 분야의 지식들을 정리하고 이 지식들로부터 핵심개념을 추출해 기호화 하여 일련의 체계를 만들고 만들어진 기호의 조작을 통해 논리추론의 패턴을 정리하는 것에 도전하였다. 200년 후, 프레게(Frege)가 체계적인 표기법을 고안해서 많은 논리추론과정을 커버하는 추론의 패턴을 찾아 나서기도 했다.¹⁾ 이후 이러한 흐름을 따라 힐베르트(Hilbert)는 추론규칙을 정리하고 이를 통해 앞으로 밝혀질 모든 명제들을 찾아낼 수 있지 않을까에 대한 고민을 하여 이를 찾아보자고 1928년 국제수학자대회에 제안하게 되었다. 그러나 고작 3년 후인 1931년 괴델(Gödel)이라고 하는 젊은 수학자가 이를 반박하며 불완전성 정리(*incompleteness theorem*)를 발표함에 따라 이는 불가능함이 밝혀지게 되었다.

튜링(Turing)은 뉴먼(Newman)교수가 1935년에 연 괴델(Gödel)의 불완전성 정리를 핵심적으로 다루는 수학기초론 강좌에 제자로 참여하고 이 정리를 다른 방식으로 증명하고자 「계산 가능한 수에 대해서, 수리명제 자동생성 문제에 응용하면서(On computable Numbers, with an Application to the Entscheidungsproblem)」를 발표하였고 이 논문에서 현재 컴퓨터의 청사진이 그려지게 된다. 또한 튜링의 이 논문에서 빼놓을 수 없는 사람이 있는데 그가 바로 칸토어(Cantor)이다. 그는 무한집합의 개수(농도)를 판별하는 것, 즉 무한수에도 크기 차이가 있다는 것을 밝혀내기 위해 대각선 논법(*diagonalization*)을 제시하였다. 그리고 이 논법은 튜링(Turing)이 자신이 고안한 보편능의 기계(Universal machine)을 통해 불완전성 정리(*incompleteness theorem*)를 다른 방식으로 증명하는데 기반이 되었다.

컴퓨터의 발명은 이렇듯 수학자들의 연구에도 의존하고 있지만 이러한 노력에서 파생된 독자적인 학문인 논리학에도 의존하고 있다. 부울(Boole)이라는 논리학자는 우리의 생각이

1) 이광근, 『컴퓨터 과학이 여는 세계』, 2015, p. 35

'and', 'or', 'not'으로 조립되어 더 큰 생각의 단위로 발전한다고 생각했다. 부울은 조립한 전체 생각이 그를 구성하는 작은 생각들의 참과 거짓, 그리고 어떠한 방식('and', 'or', 'not')으로 조립 되느냐에 따라 참이 되는지 거짓이 되는지에 대해 정리하였다.

이후 샤논(Shannon)이라는 미국의 과학자(당시는 21살의 대학원생)가 1937년 「릴레이와 스위치 회로를 기호로 분석하기(A Symbolic Analysis of Relay and Switching Circuits)」라는 논문을 통해 부울 논리와 스위치를 접목하면서 스위치 회로는 '디지털 논리회로'라는 이름을 가지게 되었다. 이는 스위치 회로를 복잡하게 설계할 것 없이 부울 논리식으로 쓰기만 하면 되도록 해주었다.²⁾ 샤논(Shannon)의 발견으로 인해 부울 논리식으로 만들어진 스위치 회로를 통해 튜링기계의 규칙표대로 실행하는 장치, 메모리 장치, 메모리를 읽고 쓰는 장치를 만들 수 있게 되었고 이러한 장치를 차곡차곡 쌓아 최종적으로 컴퓨터를 만들 수 있게 되었다.

앞선 노력과 함께 튜링이 컴퓨터의 청사진을 펼친 논문을 쓰기 이전부터 계산하는 기계장치는 꾸준히 고안되어왔고 이 역시 현재 컴퓨터가 만들어지는데 도움을 주었다. 파스칼(Pascal)이 만든 덧셈뺄셈 기계를 거쳐 라이프니츠(Leibniz)는 사칙 연산 기계를 만들어 내었고 이후 계산해야 할 일들이 입력되어 기계를 통해 자동으로 계산되는 기계가 발명되기 시작했다. 단지 폰 노이만은 '수치계산'에 중점을 두고 이러한 기계를 고안한 것이고 튜링은 계산을 포함한 사고체계, 즉 논리적 추론을 반영하여 다양한 일을 하는 오늘의 컴퓨터를 만들어 낸 것이다. 이렇게 컴퓨터는 다양한 분야의 노력을 통해 이루어졌다.

컴퓨터의 구현 방식을 보면 컴퓨터의 역사와 닮아있다고 생각한다. 컴퓨터는 상위의 구조가 하위의 구조들이 주는 정보들에 따라 움직이고 이 과정을 최상위 구조까지 반복하여 우리는 단순히 키보드를 누르는 것만으로도 이렇게 글을 쓸 수 있다. 컴퓨터의 역사를 살펴보면 컴퓨터는 여러 분야에서 축적해온 지식들을 바탕으로 이를 활용하고 만들어졌다. 라이프니츠(Leibniz)가 일정한 심볼을 통해 논리 규칙을 정하려고 한 시도는 여러 수학자들, 논리학자들에게 동기를 주어 힐베르트(Hilbert)의 도전과 괴델(Gödel), 튜링(Turing)의 반박을 통해 컴퓨터 실행의 기본 개념을 만들어주었으며 부울(Boole)의 논리를 스위치에 접목한 샤논(Shannon)은 컴퓨터의 실행 방식의 토대를 만들 수 있게 해 주었다고 생각한다. 그리고 후진들은 이전의 수학자들, 논리학자들, 전기공학자들이 차곡차곡 쌓아온 지식을 바탕으로 현재의 컴퓨터를 만들었으며, 지금의 컴퓨터로 까지 발전되었다고 생각한다.

컴퓨터가 만들어진 역사를 보면 컴퓨터를 만들자고 하여 한 번에 '짠'하고 만들어 낸 것이 아니듯이 컴퓨터의 작동 원리 역시 우리가 단순히 키를 타이핑하면 글씨가 써지는 것이 아니라 키에 해당하는 01로 구성된 여러 개의 bit가 모여 우리가 하고자 하는 일을 수행하는 점에서 비슷하다고 생각한다. 즉 단번에 이루어지는 것은 없으며 노력의 축적, 과정의 축적을 통해 이루어진다는 점에서 컴퓨터의 역사와 컴퓨터의 구동원리가 닮아있다고 생각한 것이다.

이렇게 노력의 축적, 과정의 축적을 통해 무언가가 이루어지는 것은 비단 컴퓨터에만 해당하는 이야기는 아닐 것이다. 우리의 인생도 이와 닮아 있을 것이다. 우리는 매순간 선택을 한다. 컴퓨터로 따지면 컴퓨터가 어떤 행위를 하도록 정보를 입력하는 것과 마찬가지로 일 것이다. 우리는 매순간 선택을 하며 우리의 인생에 도움이 되는 행위를 할 수도 있고 인생에 도움이 되지 않는 행위를 할 수도 있다.(물론 당장에 도움이 되지 않아 보이는 행위를 하더라도 나중에 도움이 되는 경우도 있을 것이다.) 컴퓨터에 대입하자면 우리가 어떤 정보를

2) 이광근, 위의 책, p.50

입력 하나에 따라 정상적으로 우리가 원하는 결과를 산출해낼 수도 있고 정보를 입력할 때만 눈을 팔거나 잘못된 정보를 입력하여 우리가 의도했던 것과는 달리 버그를 만들어낼 수도 있다.

필자가 컴퓨터에 관심을 가지게 된 것도 컴퓨터가 우리의 인생과 밀접한 관련을 맺고 있기 때문이다. 이 말은 컴퓨터의 발전이 우리의 인생에 도움이 되기 때문이라는 의미도 가지고 있지만 컴퓨터가 우리의 인생과 닮아있다는 말이기도 하다. 인문학을 공부하는 필자이기 때문에 우리의 삶과 밀접한 관련이 있는 것에 관심이 많다. 주로 컴퓨터와 언어학의 접목이 이루어지는 이유는 컴퓨터 언어와 인문학의 언어학이 연관을 맺고 있기 때문이었다. 하지만 필자는 다른 관점에서 컴퓨터와 인문학의 연관성을 생각하게 되었고 컴퓨터가 우리에게 주는 시사점에 대해 생각해보게 되었다.

인간이 행동하도록 입력 정보를 주어야 움직이는 컴퓨터조차도 기본인 01로 이루어지는 bit부터 시작해 작동한다, 즉 기본에 충실히 움직인다는 것이다. 이렇게 컴퓨터가 작동되는 과정을 통해서 우리는 무엇을 배워야 하는가? 우리도 기본부터 탄탄히 다져야 한다는 시사점을 얻어갈 수 있다. 그럼 컴퓨터의 역사를 통해서도 무엇을 배울 수 있는가? 마찬가지로 기본부터 탄탄히 다져야 한다는 것과 의외의 곳, 그러나 충분히 개연성 있는 분야에서 컴퓨터 발명의 토대가 이루어진 것을 생각하면 우리도 자신이 관심 있는 것뿐만 아니라 다양한 지식을 갖추어야 한다는 시사점을 얻을 수 있다.

또한 컴퓨터의 역사, 특히 괴델(Gödel)과 튜링(Turing)을 보며 우리는 후츠파(chutzpah) 정신을 배울 수 있다. 괴델(Gödel)은 권위있는 수학자인 힐베르트(Hilbert)에 주눅 들지 않고 그의 의견에 반박했으며 튜링(Turing) 또한 괴델의 반박 방식 외에 자신만의 방법을 고안함으로써 유연하게 컴퓨터가 발명될 수 있는 기반을 만들어주었다. 살아가면서 후츠파(chutzpah) 정신을 지니고 살아간다면 컴퓨터 공학, 혹은 그 외의 분야에서 이들과 같은 성과를 낼 수 있지 않을까 조심스럽게 생각해본다. 그리고 나 자신 또한 그렇게 살아야겠다는 생각을 가지게 되었다.

인간인 우리는 우리가 직접 어떻게 행동할 것인가에 대한 판단을 하고 그에 따라 행동하지만 컴퓨터만도 못하게 기본조차 시작하지 않는 사람들이 많다. 이 기본이라 함은 인간적인 기본, 즉 인간성이 될 수도 있고 자신이 전공하는 학문의 기본을 뜻하기도 한다. 지나치게 속도만을 추구하고 기본을 놓치는 행위를 경계해야 할 것을 컴퓨터의 기원, 역사, 그리고 컴퓨터의 구동 방식을 보고도 배울 수 있다.

컴퓨터가 발달하고 생각을 가질 수 있을 정도로 발달함에 따라 생각하는 존재가 인간이라는 기준이 흔들리고 과연 앞으로 무엇이 인간과 컴퓨터를 가를 수 있을지에 대한 질문을 받는다. 우리가 인간으로서 더 나은 점은 우리의 삶을 우리가 설계할 수 있다는 점이다. 컴퓨터가 생각을 한다고 하더라도 인간이 설계한 범위 내에서 작동한다. 튜링 머신의 급소를 통해 이를 알 수 있다. 컴퓨터는 한정되어 있는 범위 내에서 작동할 수밖에 없다. 우리는 인간으로서 우리가 더 나은 점을 잘 생각하고 그에 맞게 살아야 할 것이다.

우리는 ‘우연하게 그리고 위대하게’ 우리의 인생을 설계하고 우리의 후생을 위해 행동해야 하며 컴퓨터의 발전은 이에 도움이 될 것이다. 인간이 컴퓨터를 ‘우연히’ 발명해냈듯이 언젠가 다시 ‘우연히’ 지금의 패러다임을 뛰어넘는 컴퓨터가 나오게 될 것이며 이는 우리의 삶에 도움이 되기를 바라며 또한 그래야 할 것이다.

지금까지, 그리고 앞으로 컴퓨터의 발전을 위해 힘쓴, 그리고 힘쓸 모든 분들에게 감사를 드리며 이만 글을 줄인다.