

컴퓨터 과학이 여는 세계

주세용

I. 요약

이 수업을 통해 알게 된 점으로는 크게, 컴퓨터의 탄생배경과 초기 컴퓨터인 튜링머신의 작동원리, 2가지가 있습니다. 우선 컴퓨터의 탄생배경의 경우, 컴퓨터가 수학적 증명의 산물 혹은 수학적 증명에 대한 반발로써 탄생되었다는 사실을 알게 되었습니다. 힐베르트가 제안한 수학적 시도를 괴델이 그 불가능성을 증명하였고, 이를 본 튜링이 자신만의 방법으로 그 증명을 재구현하는 과정에서 컴퓨터의 원천이 탄생했다는 사실을 처음 알게 되었습니다. 다음으로 튜링머신의 작동원리의 경우, 튜링이 정의한 기계적인 방식이 단지 4가지 장치(테이프, 심벌, 읽고 쓰는 장치, 작동규칙표)만으로 구현될 수 있다는 사실을 알게 되었습니다. 또, 하나의 튜링머신이 다른 모든 튜링머신들을 하나의 테이프를 받아, 각각의 작동들을 똑같이 따라할 수 있다는 사실을 알게 되었습니다. 이같이 컴퓨터의 탄생배경과 튜링머신의 작동원리를 배우며, 현재의 고도화된 컴퓨터가 의외의 기원과 매우 단순한 작동원리에 바탕을 두고 있음을 알게 되었습니다. 제가 수업을 들으며 이해가 가지 않는 것으로는, 현재와는 다른 형태의 컴퓨터의 탄생가능성과 힐베르트의 수학적 시도의 실패, 2가지가 있습니다. 우선, 기계적인 방식을 어떻게 정의하느냐에 따라, 다른 형태의 컴퓨터가 탄생했을 수도 혹은 앞으로 탄생할 수도 있겠지만, 이것이 현재 상태의 컴퓨터만큼 가치를 지니고 활용되며, 발전할 수 있을지는 의문이 듭니다. 다른 형태의 컴퓨터에 대한 시도들이 모두 실패한 채, 튜링의 정의에 따른 현재의 컴퓨터가 지배적인 위치를 차지하고 있는 것은, 그만큼 새로운 형태의 컴퓨터가 현재와 같은 효율과 발전을 보일 가능성이 희박함을 보여준다고 생각합니다. 다음으로, 힐베르트의 “기계적인 방식으로 모든 수학적 사실들을 알아낼 수 있다” 시도는 “모든”이라는 수식어를 빼더라도, 기계적인 방식만으로 수학적 사실들을 밝혀낼 수 있다는 점에서, 현재까지도 충분히 시도될 만한 가치를 지니고 있다고 생각합니다. 괴델의 불완전성 정리가 “모든” 수학적 사실에, 그 증명의 핵심을 두고 있는 만큼, 힐베르트의 명제 중 “모든”을 뺀, “기계적인 방식을 통한 새로운 수학적 사실의 발견”이 실제로 가능하고, 의미 있는 성과를 거둘 가능성은 높다고 생각합니다. 저는 이 수업을 통해, 궁금한 사실에 대한 확인의 필요성, 새로운 것에 대한 호기심과 적극성의 필요성, 주변 사람의 중요성, 3가지를 느꼈습니다. 우선, 이 수업을 들으면서 지금까지 막연하게 궁금해 하기만 했던 컴퓨터의 기원, 앨런 튜링, 컴퓨터의 작동 원리 등을 새롭게 알게 되었고, 왜 진작에 이 같은 사실들을 미리 확인해보지 않았을까 하는 후회를 하게 되었습니다. 다음으로, 괴델의 증명을 자신만의 방식으로 재구현하는 과정에서 컴퓨터의 원천 설계를 만들어낸 튜링을 보며, 호기심을 통해 새로운 것에서 기회를 찾아내고, 이를 적극적으로 실천함으로써 성과를 얻어내는 모습을 본받고 싶다는 생각을 하였습니다. 튜링의 발견은 단순히 우연의 일치일 수도 있겠지만, 호기심과 이에 대한 적극성이 새로운 기회를 만들어내고, 이를 잡을 가능성을 높여준다는 사실은, 부정할 수 없다는 생각이 들었습니다. 마지막으로 튜링의 컴퓨터에 관한 많은 공헌들은, 항상 그에게 새로운 기회를 주었고, 그의 가치를 알아주었던 뉴먼 교수가 있었기 때문에 가능한 일이었다고 생각합니다. 저는 튜링에게 있어 뉴먼 교수와 같이, 자신의 가치를 알아봐주고 새로운 기회를 제공해줌으로써 그 가치를 성장시켜나갈 수 있도록 지도해주는, 그 주변사람의 역할이 중요하다고 생각합니다.

II. 본문

1. 내가 알게 된 것

이 수업을 통해 알게 된 점으로는 크게, 컴퓨터의 탄생배경과 초기 컴퓨터인 튜링머신의 작동원리, 2가지가 있습니다. 이 수업을 듣기 전까지만 하더라도, 사실 컴퓨터의 탄생배경 혹은 기원에

는 거의 관심이 없었습니다. 때문에, 컴퓨터의 초기 모델인 튜링머신은 더더욱 알지 못했습니다. 튜링이라는 이름이야, 영화나 책, 신문에서 들어본 적이 있었지만, 이 사람이 무엇을 공부했는지, 컴퓨터에 어떠한 공헌을 했는지 등은 알지 못했습니다. 하지만 이 수업을 들으며, 지금까지는 몰랐던 컴퓨터의 기원과 초기 튜링머신의 원리를 알게 되었고, 덕분에 컴퓨터에 흥미를 갖게 되었습니다. 제가 이 수업을 통해 알게 된, 컴퓨터의 탄생배경과 튜링머신의 작동 원리를 조금 더 구체적으로 살펴보겠습니다.

우선 컴퓨터의 탄생배경의 경우, 컴퓨터가 수학적 증명의 산물 혹은 수학적 증명에 대한 반발로써 탄생되었다는 사실을 알게 되었습니다. 컴퓨터의 기원은 당연히 전기나 전자, 기계공학에 있을 것이라고 생각했습니다. 지금이야 기술의 발전으로 컴퓨터가, 휴대가 가능할 정도로 소형화되기는 하였지만, 수업시간에서 다뤘다시피, 기술력이 부족했던 옛날의 컴퓨터는 지금보다 크기도 크고 복잡하였고, 이러한 기계장치는 기계공학과 더 연관성이 있어 보였기 때문입니다. 하지만, 이러한 기계장치가 논리, 추론, 연산, 증명 등을 다루는 수학에 그 기초를 두고 있다는 사실을 알게 되었고, 튜링의 수학적 증명에 그 바탕을 두고 있음을 알게 되었습니다.

힐베르트가 제안한 수학적 시도를 괴델이 그 불가능성을 증명하였고, 이를 본 튜링이 자신만의 방법으로 그 증명을 재구현하는 과정에서 컴퓨터의 원천이 탄생했다는 사실을 처음 알게 되었습니다. 수학적 시도에 대한 불가능성의 증명이 컴퓨터의 탄생을 이뤄냈다는, 모순적인 모습이 특히 아이러니하게 생각되었습니다. 수학적 증명에 가상의 새로운 기계장치를 도입하고, 이를 바탕으로 자신의 증명을 이끌어가는 튜링의 시도를 구체적으로 공부해 보며, 튜링의 증명과정의 생각보다 복잡하거나 어렵지는 않다는 사실을 깨닫게 되었습니다.

다음으로 튜링머신의 작동원리의 경우, 튜링이 정의한 기계적인 방식이 단지 4가지 장치(테이프, 심벌, 읽고 쓰는 장치, 작동규칙표)만으로 구현될 수 있다는 사실을 알게 되었습니다. 상태 심벌과 현재 테이프에 적혀있는 심벌을 읽고, 쓰려고자 하는 심벌이 무엇인지를 파악한 후, 이를 테이프에 쓰고 다음 심벌로 이동하는 튜링머신의 작동은 매우 단순했습니다. 명령을 받은 대로 행위를 실천하는, 말 그대로의 기계적인 방식이었습니다.

또, 하나의 튜링머신이 다른 모든 튜링머신들을 하나의 테이프로 받아, 각각의 작동들을 똑같이 따라할 수 있다는 사실을 알게 되었습니다. 이는 하나의 튜링머신이 하나의 물리적인 실체임과 동시에, 하나의 테이프로써 다른 튜링머신의 입력값이 될 수 있다는 것이었습니다. 테이프의 칸을 쪼개고 심벌들을 그 칸에 차례차례 적어가며, 한 튜링머신의 심벌과 장치들이 실제로 하나의 테이프로 변환되는 과정은 이번 수업을 통해 처음 알게 되었고 신기했습니다.

이같이 컴퓨터의 탄생배경과 튜링머신의 작동원리를 배우며, 현재의 고도화된 컴퓨터가 의외의 기원과 매우 단순한 작동원리에 바탕을 두고 있음을 알게 되었습니다. 비록 컴퓨터의 하드웨어는 물리적인 장치들로 이루어져 있을지라도, 그 원리는 이와 전혀 다른, 수학의 증명에서 시작되었고, 효율적인 현재의 컴퓨터도 그 밑바탕에는 입력된 바를 그대로 수행하는 초보적인 작동원리가 있었던 것이었습니다.

2. 내가 모르겠는 것

제가 수업을 들으며 이해가 가지 않는 것으로는, 현재와는 다른 형태의 컴퓨터의 탄생가능성과 힐베르트의 수학적 시도의 실패, 2가지가 있습니다. 교수님께서 말씀해주셨다시피, 컴퓨터는 기계적인 방식을 어떻게 정의하느냐에 따라, 다른 형태가 될 수 있었고 앞으로도 달라질 수 있습니다. 하지만 현재 상태의 컴퓨터가 지금까지 남아있고, 많이 활용되며, 이렇게까지 발전할 수 있었던 것에는 현재 상태의 컴퓨터만의 특별한 이유가 있다고 생각합니다. 또 힐베르트의 수학적 시도는 괴델과 튜링에 의해 실패로 결론이 나고 말았지만, 이는 단순히 실패가 아니라 꽤나 의미 있는 가

치를 지니고 있었고, 지금도 그 가치를 지니고 있다고 생각합니다. 각각의 내용들을 구체적으로 살펴보겠습니다.

우선, 기계적인 방식을 어떻게 정의하느냐에 따라, 다른 형태의 컴퓨터가 탄생했을 수도 혹은 앞으로 탄생할 수도 있겠지만, 이것이 현재 상태의 컴퓨터만큼 가치를 지니고 활용되며, 발전할 수 있을지는 의문이 듭니다. 튜링이 정의한 기계적인 방식에서 발전한 현재 상태의 컴퓨터는, 지금까지 많은 도전과 수정의 시도들을 겪어왔을 것입니다. 컴퓨터를 대체할 만한 더 나은 장치는 없을까, 전기를 통해 작동하는 것 말고 더 나은 방법은 없을까, 기계적인 방식을 다르게 정의할 수는 없을까 등 지금까지 현재의 컴퓨터를 대체하려는 많은 시도들이 있었을 것입니다. 하지만 그 시도들은 대부분 실패했을 것이고, 그렇기 때문에 현재의 컴퓨터가 전 세계적으로 많은 사람들에게 의해 현재까지 사용되고 있고, 다른 장치로의 교체 없이 현재에 이르기까지 발전할 수 있었던 것이라고 생각합니다.

다른 형태의 컴퓨터에 대한 시도들이 모두 실패한 채, 튜링의 정의에 따른 현재의 컴퓨터가 지배적인 위치를 차지하고 있는 것은, 그만큼 새로운 형태의 컴퓨터가 현재와 같은 효율과 발전을 보일 가능성이 희박함을 보여준다고 생각합니다. 새로운 컴퓨터에 대한 시도 자체가 의미 없는 것은 아니지만, 이미 수많은 경쟁과 도전, 개선의 결과 진화해온 현재의 컴퓨터를 대체하기는 어려울 것입니다. 따라서 새롭게 기계적인 방식을 정의하고 새로운 컴퓨터를 만들기보다는, 현재의 컴퓨터가 지니는 단점과 한계를 보완해가는 방식으로 현재의 컴퓨터를 개선·발전시켜 나가는 것이 더 합리적이라고 생각합니다.

다음으로, 힐베르트의 “기계적인 방식으로 모든 수학적 사실들을 알아낼 수 있다” 시도는 “모든”이라는 수식어를 빼더라도, 기계적인 방식만으로 수학적 사실들을 밝혀낼 수 있다는 점에서, 현재 까지도 충분히 시도될 만한 가치를 지니고 있다고 생각합니다. 기계적인 방식으로 ‘모든’ 수학적 사실들은 아닐지라도, ‘몇몇의’ 수학적 사실들을 알아낼 수 있다면(기계비용이 오히려 아까울 정도로 기계가 비효율적이지 않은 경우), 이는 수학적 증명에 번거로운 노력을 쏟고 있는 많은 수학자들의 시간과 노력을 절약해줄 것이기 때문입니다. 기계적인 방식으로 가능한 부분들은 기계적으로 밝혀내고, 기계적으로 불가능한 부분들만 사람이 직접 밝혀나간다면, 현재보다 더 효과적으로 수학적 지식을 확장해갈 수 있을 것입니다.

괴델의 불완전성 정리가 “모든” 수학적 사실에, 그 증명의 핵심을 두고 있는 만큼, 힐베르트의 명제 중 “모든”을 뺀, “기계적인 방식을 통한 새로운 수학적 사실의 발견”이 실제로 가능하고, 의미 있는 성과를 거둘 가능성은 높다고 생각합니다. ‘모든’은 말 그대로 모든 경우의 수를 포괄해야 하는 만큼, 단 하나의 오류라도 발생할 경우, 그 명제는 기각되지만, ‘몇몇’의 경우, 유동적인 정의 및 범위 설정이 가능하다는 점에서 ‘모든’에 비해, 그 명제가 유효성을 지닐 가능성은 훨씬 높기 때문입니다. 따라서 “모든”은 아닐지라도 수학적 사실들을 기계적인 방식으로 밝혀내는 것에 대한 학자들의 시도들이, 괴델의 증명 이후 진행되었는지, 현재 나름의 성과를 갖고 발전하고 있는 것인지 알고 싶습니다.

3. 내가 느낀 것

저는 이 수업을 통해, 궁금한 사실에 대한 확인의 필요성, 새로운 것에 대한 호기심과 적극성의 필요성, 주변 사람의 중요성, 3가지를 느꼈습니다. 이 수업을 듣기 전에는 컴퓨터에 대한 지식을 많이 쌓고, 앞으로 컴퓨터를 공부하는 데에 있어 도움이 될 수 있도록 배경지식을 넓히고 싶다는 생각을 갖고 있었습니다. 하지만 저는 이 수업을 통해 컴퓨터에 대한 지식 외에 다른 것에서 오히려 더 많은 것들을 배운 것 같습니다. 제가 배운 3가지 내용들을 각각 살펴보겠습니다.

우선, 이 수업을 들으면서 지금까지 막연하게 궁금해 하기만 했던 컴퓨터의 기원, 앨런 튜링, 컴

퓨터의 작동 원리 등을 새롭게 알게 되었고, 왜 진작에 이 같은 사실들을 미리 확인해보지 않았을까 하는 후회를 하게 되었습니다. 간단한 웹서핑을 통해서 만이라도 이러한 사실들을 미리 알았다면, 이들을 공부해보고 찾아보며 지금보다는 더 많은 것을 알고 경험한, 내가 되어있을 텐데 하는 아쉬움이 들었기 때문입니다. 만약 이전에 진작, 컴퓨터에 대한 이러한 호기심을 앞으로 바꿨다면, 지금처럼 컴퓨터를 공부하고, 컴퓨터 복수전공 등을 준비하는 데에 있어, 스스로가 너무나 부족하고 무관심 했구나 라는 후회를 덜 수 있었을 것입니다. 앞으로라도 궁금한 것들은 미루지 말고, 바로바로 확인해보며 공부하는 습관을 만들어 가고 싶습니다.

다음으로, 괴델의 증명을 자신만의 방식으로 재구현하는 과정에서 컴퓨터의 원천 설계도를 만들어 낸 튜링을 보며, 호기심을 통해 새로운 것에서 기회를 찾아내고, 이를 적극적으로 실천함으로써 성과를 얻어내는 모습을 본받고 싶다는 생각을 하였습니다. 튜링은 괴델의 증명에 호기심을 갖고 살펴보다가 '나는 다른 방식으로 할 수 있을 것 같은데'라는 생각을 하였고, 이를 실제로 실천해 봄으로써 컴퓨터의 원천을 발견해냈습니다. 이는 튜링이 괴델의 증명에 관심을 갖고, 고민하고 다른 방식으로 접근해보는 노력이 있었기 때문에 가능한 일이었다고 생각합니다.

튜링의 발견은 단순히 우연의 일치일 수도 있겠지만, 호기심과 이에 대한 적극성이 새로운 기회를 만들어내고, 이를 잡을 가능성을 높여준다는 사실은, 부정할 수 없다는 생각이 들었습니다. 호기심이란 자신이 지금까지 흥미를 갖지 않았고 잘 몰랐던 것에 대해, 관심을 가져보려는 시도라고 생각합니다. 기회는 내가 익숙하고 당연하게 생각하는 것에서 보다는, 지금까지는 잘 알지 못했고 그렇기 때문에 그 가치를 몰랐던 것으로부터, 만들어질 가능성이 높다고 생각하기 때문입니다. 그리고 이러한 기회를 잡기 위해 필요한 태도가 바로 적극성이라고 생각합니다. 새롭게 발견한 가치를 두고 '어떻게 활용할 수 있을까', '현재 내 분야와는 어떠한 관련성을 지니고 있을까' 등을 적극적으로 고민해야 만이, 새로운 것의 진정한 가치를 깨달을 수 있고, 그 가치를 나와 연결 지음으로써 그 성과를 만들어갈 수 있기 때문입니다.

마지막으로 저는 튜링의 컴퓨터에 관한 많은 공헌들은, 항상 그에게 새로운 기회를 주었고, 그의 가치를 알아주었던 뉴먼 교수가 있었기 때문에 가능한 일이었다고 생각합니다. 튜링이 컴퓨터의 원천 설계도를 자신의 논문에 담을 수 있었던, 가장 큰 이유 혹은 원인은 바로 뉴먼 교수가 케임브리지 대학에서 괴델의 증명에 관한 강의를 열었고 이를 튜링이 수강했기 때문입니다. 물론 튜링이 괴델의 증명을 듣고, 자신만의 방식으로의 증명을 시도해보지 않았다면 그 이후의 업적들을 이루지 못했겠지만, 애초부터 뉴먼 교수의 강의를 튜링이 듣지 못했다면, 튜링은 괴델의 증명을 다른 방식으로 접근해봐야겠다는 생각조차 해볼 수 없었을 것입니다. 또 튜링의 새로운 증명법의 가치를 뉴먼 교수가 알아보았기 때문에, 튜링의 시도가 가치를 인정받을 수 있었던 것이고, 이후 2차 세계대전의 암호해독, 전기회로 구현 등 많은 프로젝트들에 뉴먼 교수가 튜링과 함께 했기 때문에, 지금의 튜링이 있을 수 있는 것이라고 생각합니다.

저는 튜링에게 있어 뉴먼 교수와 같이, 자신의 가치를 알아봐주고 새로운 기회를 제공해줌으로써 그 가치를 성장시켜나갈 수 있도록 지도해주는, 그 주변사람의 역할이 중요하다고 생각합니다. 사람의 가치가 온전히 평가되고 인정받을 가능성은 낮다고 생각합니다. 물론 시험성적이나 자격증 등 그 사람의 가치를 측정할 수 있는 기준을 만들어, 대략적으로나마 그 가치를 평가해볼 수는 있겠지만, 사람은 본래 다양한 분야에 다양한 방식으로 재능을 가지고 있고, 이 재능을 제대로 측정할 수 있는 수단을 만드는 것은 현실적으로 불가능하기 때문입니다. 따라서 저는 각 사람이 지니고 있는 가치를 알아볼 수 있는 그 주변사람의 역할이 가장 중요하다고 생각합니다. 단 한 사람뿐 이더라도 그 가치를 알아보고 지도해줄 수 있다면, 그 사람의 가치는 무한히 확장될 수 있기 때문입니다. 튜링의 뉴먼 교수를 보며 이를 느꼈고, 내 주변에도 그런 사람이 있었으면, 없다면 노력해서라도 찾을 수 있었으면 하는 생각을 갖게 되었습니다.