

컴퓨터 창세기

이광근 kwangkeunyi@snu.ac.kr

2026


책 안내


- 이 책은 반 그림책이에요. 주인공은 우리 넷이랍니다:




스저지는 묻고요. 비비는 설명해줘요. 뭐든걸 알고있죠. 방구는 이야기에 시비걸고요, 임매기는 종종 배경설명을 해줘요.

이렇게 꼬마들의 문답들로 책을 꾸민 이유가 뭐냐고요?

-  쉬운 말만 쓰기 위해서예요. 누군 물을 것 같아요. 쉬운 말들로 공부를 끝까지 팔 수 있을까? 수학같이 확실하고 각잡힌 방식말고 꼬마들의 단순한 말들로 다 가능할까? 뭐 이렇게요.

 공부에는 공부의 언어가 따로 있는건 아니죠. 학술용어가 대개 소리로만 읽을 영어나 한문일 뿐인데, 그래야만 정확한건 아니니까요. 시를 보면요 쉬운 말들인데 엄청난 걸 전달해주잖아요. 사실 영어를 보면 전문용어들이 아주 쉽고 평이한 단어들이예요. 그 동네 초등학교 수준의 단어들이 대부분 이더라구요.

 이 책에선 그런 바람이 불어요. 우리 넷의 문답이 이어지죠. 꼬마들의 말들로요. 그래서 비비가 이해하기 어렵게 이야기하면 곧바로 묻고늘어지고요. 평범하고 쉬운 말들로 공부의 끝장을 파고들죠.

우리가 무슨 공부를 파고든거냐고요?

- “컴퓨터 원조밥집의 모든걸 알아내고 싶다면”



다빈치가 그랬다고 해요. “샘으로 갈 수 있는 자 물병으론 가지 말라.” 근원을 아는 것이 탁월함의 열쇠라는 거겠죠. 우리 넷은 컴퓨터의 근원을 쫓아요. 컴퓨터의 청사진이 드러난 오리지널 원조 논문을 샅샅이 파고드는 이야기예요. 컴퓨터의 근본 원리, 혹은 근본 디자인을 파보는 거예요.



AI 기술을 꽃피우는 뿌리로서 흔들리지 않는 원천 설계도 말이에요. 그 설계도를 처음으로 생각해내고 활용한 이야기예요. 그리고 그 원조 논문을 쓴 주인공의 마음은 어떻게 흘렀던걸까? 그것도 추적한 팩션다큐도 함께 있어요.

그런데, 이렇게 컴퓨터의 근원을 파고든다고 뭘 도움이 되냐고요?

- “컴퓨터에 대한 초조 혹은 헛헛함이 있다면”



우선, 재밌죠. 뿌리를 직접 캐고 보고 만지고 냄새맡고 씹어보고 맛보고 삼켜보는 재미말이에요.

사실, 은근한 영양분이 몇 개 있어요. 하나는, 핵심을 맛보는 든든함이에요. 처음 원천에는 핵심밖엔 없죠. 우리의 지능까지 압도하며 나날이 놀라워지고 복잡해지는 컴퓨터 기술에 가려진 핵심요. 그 담담하고 담대한 맛. 이렇게 있지요.



다음은, 용기를 구경하게 해줘요. 애초에 어떤 이유로 그런 원천을 꿈꿨는지, 그 꿈을 좇으며 만나게되는 문제들과 맞서는 기세요. 그 현장을 직접 보게되요.



마지막으론, 맨 처음 시초란게 곧 혁신이잖아요, 혁신의 한 패턴도

구경하게 될거예요. 이런 패턴은 미래에 또 반복될테니까, 그 패턴이 여러분
누군가의 몸에 배어 언젠가 타오를 자원이 되지않을까요?

차례

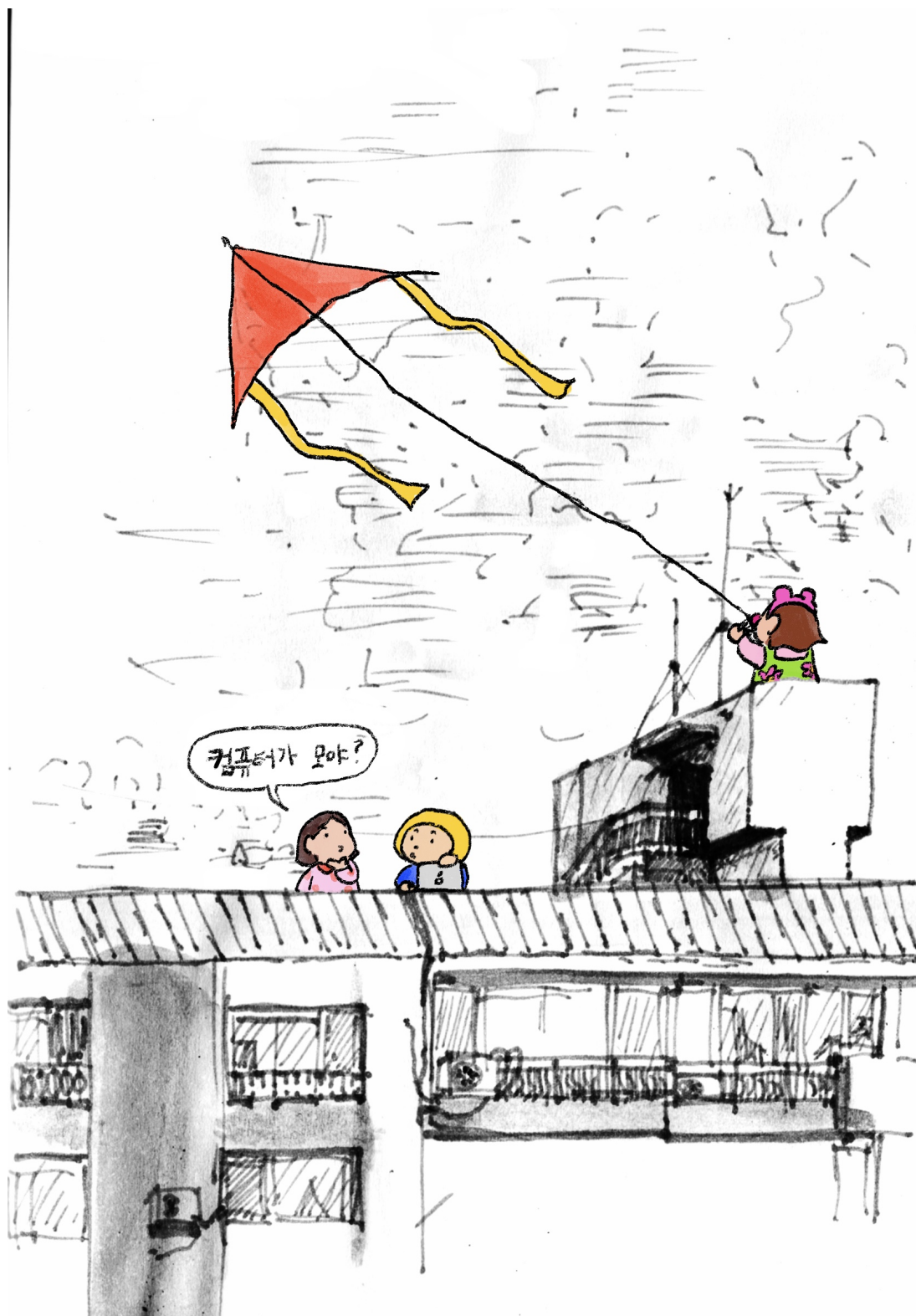
1 마음 기계	11
1.1 컴퓨터는 마음의 도구	13
1.2 컴퓨터는 모든 세계를 찢는다	17
1.3 컴퓨터 세계를 단단히 이끄는 밧줄	21
1.4 컴퓨터가 마음의 도구라는 뜻	26
1.5 컴퓨터에게 일을 한 번 시켜봐: 실망	29
1.6 컴퓨터에게 일을 한 번 시켜봐: 무서운 실천	32
1.7 컴퓨터에게 일시키기는 글쓰기야	37
1.8 컴퓨터에게 일 시키기는 글쓰기야: 글쓰는 방법 두 가지	40
1.9 컴퓨터에게 일시키기: 인공지능도 글써서 시킨거야	44
1.10 컴퓨터에게 일시키기: 인공지능도 글써서 시킨거야 다단계로. 처음 엔 사람이	49
1.11 컴퓨터의 신기함: 하나의 컴퓨터로 많은 일을 시킬 수 있다는거 . .	54
1.12 컴퓨터가 할 수 있는 일의 갯수: 자연수 만큼만 많아	59
1.13 컴퓨터가 할 수 있는 일의 성질: 기계적인 일만 가능해	63
2 원천 설계도	67
2.1 컴퓨터 탄생 이야기: 기계적으로 어디까지 갈 수 있을까? 라는 궁금증	69
2.2 컴퓨터 탄생 이야기: 기계적인 일이란 어떤걸까? 예를들면	72
2.3 컴퓨터 탄생 이야기: 기계적인 일을 정의하려고 한 이유로 돌아가 보자구	77

2.4	컴퓨터 탄생 이야기: 튜링이 들은 강의	81
2.5	컴퓨터 탄생 이야기: 튜링 생각의 시작과 스타일	86
2.6	컴퓨터 탄생 이야기: 튜링의 정의. 기계적인 방식, 애매해서 정의하 기 어려워	90
2.7	컴퓨터 탄생 이야기: 튜링의 정의. 기계적인 방식, 장난감 조립 키트 를 상상하라구	94
2.8	컴퓨터 탄생 이야기: 튜링의 정의. 기계적인 방식, 애매한게 전혀 없다구	97
2.9	컴퓨터 탄생 이야기: 튜링의 정의. 기계적인 방식, 튜링기계의 작동	101
2.10	컴퓨터 탄생 이야기: 튜링의 정의. 기계적인 방식, 튼튼한 정의라구	106
2.11	컴퓨터 탄생 이야기: 튜링 증명에서 튜링기계를 글로 쓰는게 필요해	109
2.12	컴퓨터 탄생 이야기: 튜링기계를 글로 표현할 수 있어	112
2.13	컴퓨터 탄생 이야기: 튜링 증명에 드러나는 컴퓨터의 원천 설계도 .	116
2.14	컴퓨터 탄생 이야기: 컴퓨터의 원천 설계도, 왕튜링기계	121
2.15	컴퓨터 탄생 이야기: 튜링기계의 갯수가 자연수 만큼인 이유	126
2.16	컴퓨터 탄생 이야기: 튜링이 하는 증명	129
2.17	컴퓨터 탄생 이야기: 튜링이 하는 증명. 짜릿한 되치기	133
2.18	컴퓨터 탄생 이야기: 튜링이 하는 증명. 튜링기계가 멈춘다, 는 자연 수에 대한 명제야	138
2.19	컴퓨터 탄생 이야기: 튜링이 하는 증명. 되치기 한번더	143
2.20	컴퓨터 탄생 이야기: 튜링이 하는 증명. 모든 튜링기계와 다른 튜링 기계 만들기	147
2.21	컴퓨터 탄생 이야기: 튜링이 하는 증명. 마침표	150
2.22	튜링소년이 한 일이란: 세 개의 기둥을 세운거야	154
2.23	튜링소년이 천재라서? 면밀히 살펴보면 어떨까	158
2.24	설계도대로 컴퓨터 만들기: 스위치로 다 돼	162
2.25	설계도대로 컴퓨터 만들기: 모래로 만드는 스위치 그리고 이진수와 디지털	166
2.26	설계도대로 컴퓨터 만들기: 꼭 스위치일 필요는 없고	170

3 튜링의 마음	173
3.1 튜링은 어떻게 그 아이디어를 냈을까? 가 궁금해	175
3.2 튜링이 들은 수업: 괴델의 증명으로 한 발짝	179
3.3 튜링이 들은 수업: 괴델의 증명으로 한 발짝 더	184
3.4 튜링이 들은 수업: 괴델 증명에서 “기계적인”이란	189
3.5 튜링이 들은 수업: 괴델의 증명, 그 정중앙	194
3.6 튜링이 들은 수업: 뉴만 교수의 코멘트. 무한한 뭔가와 관련돼요 . .	200
3.7 튜링이 들은 수업: 뉴만 교수의 코멘트. 사람은 늘 초월할 수 있다?	204
3.8 수강후 튜링이 자기만의 방식으로 증명해간 시간들: 첫 발자국 . . .	208
3.9 수강후 튜링이 자기만의 방식으로 증명해간 시간들: 두번째 발자국	211
3.10 수강후 튜링이 자기만의 방식으로 증명해간 시간들: 세번째 발자국	214
3.11 수강후 튜링이 자기만의 방식으로 증명해간 시간들: 네번째 발자국	218
3.12 수강후 튜링이 자기만의 방식으로 증명을 마치고: 뉴만교수의 응원	222
3.13 튜링소년이 천재라서? 너무 겁주지말기	225
4 마치면서	229

1

마음 기계



1.1 컴퓨터는 마음의 도구



(봄, 한강공원이 보이는 아파트 옥상에 모인 스저지, 비비, 방구) (초롱초롱한 눈빛으로 선뜻) 컴퓨터가
모야?



마음의 도구야.



(두 눈썹을 올리며) 맘대루 쓰는 도구라구?



응 마음먹은대로. 이렇게 쓰면 이렇게. 저렇게 쓰면 저렇게.



에이, 컴퓨터를 비오는날 장화로 못쓰잖아. 추운날 입을수도 없구.



그런 세계 말고. 이 세상엔 세계가 많잖아. 그 중 하나의 세계에서. 그 세계에선
맘가는데로 쓸 수 있는 도구가 컴퓨터지.



(고개를 갸웃하며) 앵? 컴퓨터가 내 맘을 어떻게 알아?



응. 그래서 컴퓨터를 사용하려면 글을 써야해.



(이를 물고 입술을 열며) 잉. 나 글쓰기 못하는데...



(미소지으며) 어찌지. 글을 써야하는데. 컴퓨터에게 시키고 싶은 일이 있으면 그
일을 어떻게 하는건지 글로 써야해.



그래서 그 글을 컴퓨터에 실으면 돼. 컴퓨터는 그 글대로 그대로 작동하거든.
그 글은 우리의 지혜를 통과해서 우리가 지어내야 하는 거구.



(눈을 가늘게 뜨며) 아 그래서 마음의 도구라구 하는거구나!



응.



근데 컴퓨터 세계는 좁은 세계야냐? 컴퓨터가 하는 일은 컴퓨터 안에서만 일어나는 일이잖아?



(눈을 반짝이며) 그렇지만 무궁무진해. 우리가 꿈꾸고 상상하는 세계는 무궁무진하잖아. 그만큼 무궁무진해.



우리 마음의 한계가 컴퓨터 세계의 한계야. 컴퓨터 가지고 만들 수 있는 세계의 한계는 우리 마음이 정한다고.



(팔짱끼고) 으음... 비비, 뽕 냄새가 솔솔난다. 허풍 냄새.



하하. 방구가 날카로운데. 나중에 정확히 말해줄께. 궁금하다면.



맘의 한계가 컴터의 한계라구? 히이...



특히 컴퓨터의 세계는 그 세계에만 머물진 않아.



(바람을 맞으며) 컴퓨터는 모든 다른 세계들과 접속해. 그래서 그 세계들을 찢어 놓고 있어. 온 세계를 흔들고 있다고.



(하늘을 보며) 새로운 문명의 새벽을 이끌고 있지.



컴퓨터가 이 세상 구석구석을 흔들어놓고 있잖아. 우린 지금 그 변화를 직접 겪거나 바라보고 있지.



막상 지금 우린 모를 수 있어. 한참 세월이 지나 되돌아보면 지난 100년과 앞으로 100년, 이 200년이 인상적인 시대로 기억될거야.



아닐 수도 있고. 돌아다보는 감회에는 늘 과장이 따라붙는 법이니까.



방구 년 뼈뺀게 병이라구.



(비비 앞으로 바짝다가와 썸 눈빛으로) 비비, 지금 우리가 큰 소용돌이 정중앙을 건너구 있다구? 신나는데!



1.2 컴퓨터는 모든 세계를 찢는다



(한강공원에서 바람에 날리는 머리를 잡으며) 컴퓨터라는 도구는 아주 특이해. 모든 도구는 우리의 능력을 확장시켜주잖아. 컴퓨터라는 도구도 마찬가지야.



근데 그 확장범위가 유례가 없을 정도로 광범위해. 한없이. 그런 도구는 인류 역사에 없었다구.



(끼어들며) 그래서 컴퓨터가 더 궁금하더라니까!



우리 주변의 모든걸 또 컴퓨터가 감싸고 있잖아. 우린 컴퓨터를 벗어날 수 없게됐다고. 마치 우리가 자연을 벗어날 수 없듯이.



(심각하게) 모든걸 감싼다고? 컴퓨터가 만든 의미망이 모든걸 덮고있다? 어림 없는 소리마.



세상엔 너무 많은 것들이 있어. 그 그물에 걸리지 않는 것도 너무 많다고 이 바보야.



헤헤. 내 말이 과장이었다는 거 인정해. 하지만 꽤 사실이야.



(눈을 가늘게 뜨며) 그래서 학교에서 컴터과목이 필수처럼 된거구?



(팔짱끼며) 누구나 과학과목을 배우는 이유와 비슷한거고!



맞아. 과학교육이 우리를 둘러싼 자연을 바라보는 시각을 형성해주려는 거잖아. 겁먹지 말라고.



컴퓨터교육도 그런거야. 우리를 둘러싼 컴퓨터를 바라보는 시각을 형성시켜 주려는거.



히. 적절한데.



(바람이 모는 흰구름을 잠시 구경하고는) 그러구, 컴퓨터가 우리의 모든 세계를 찢어놓구 있다구 했지?



응. 스저지, 넌 어쩔 작정이니?



작정? 갑자기 뭘 작정이야 당황되게.



(비장하게) 파도 자체가 될 작정이라면. 아니면 파도에 올라탈 작정이라면. 노를 들고 키를 잡을 작정이라면. 박차와 고삐를 움켜잡고 싶으면.



아니면 파도위 뱃길이 될 작정이라면. 아니면 그도 아니라면.



팽팽히 흰 흰돛 받쳐주는 성난 바람이 될 작정이라면. 그렇다면 각오해야 할거야.



(웃으며) 하하. 방구야, 그렇게 비장할것까지야 있니?



방구가 가끔 그럴듯한 말을 해요. ㅋㅋ.



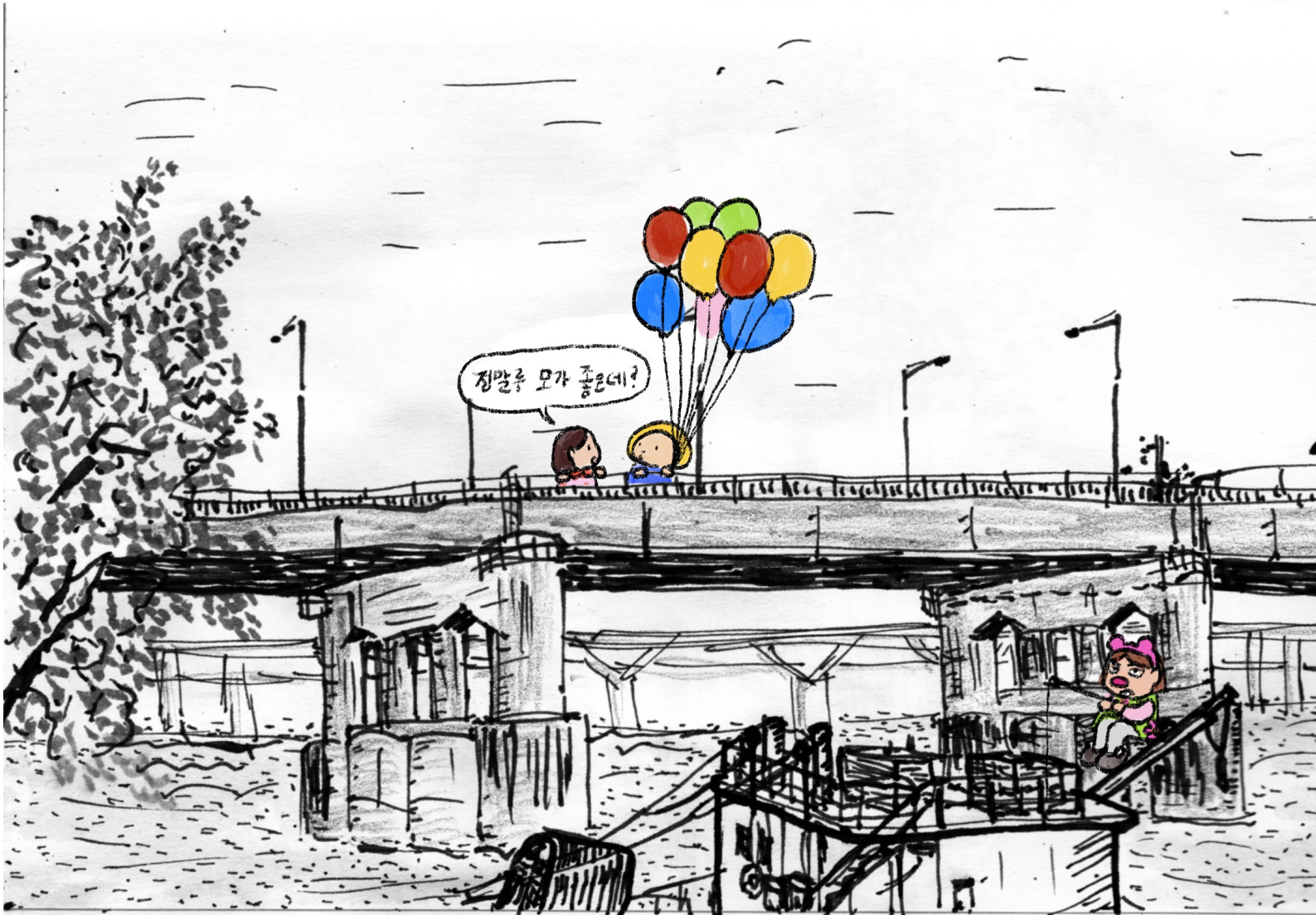
(진지하게) 근데 각오는 하구싶어 비비. 신세계로 들어서는 중이니까.



(얼굴을 낮게 내리고 비비와 방구를 번갈아 올려 보며) 파도는 계속 더 크게 일어날거야.



(눈빛에 온 힘이 집중되어 빛난다)



1.3 컴퓨터 세계를 단단히 이끄는 밧줄



(휘익 지나가는 자전거 라이더들) (두 손으로 턱을 괴고) 근데 좀 불안해! 너무 빨리 변하잖아. 컴퓨터기술.



(팔장끼며) 길은 늘 화려하지. 사람들은 그 화려한 길모습에 쉽게 속아 넘어가지.



겉만 보면 혼란스럽지. 피고 지고 반짝이고. 금방금방 변하고. 컴퓨터 새 소식들은 빠르게 흘러가고. 정신없지.



(넘실대는 강물에 부신 눈으로) 응. 정신없어. 너무 빠르게 변해서 따라가기 힘들구.



그래서 중요한게 있어. 정신사납지 않고 단단히 준비하는 방법 알려줄께.



(팔장풀며) 오, 뭔가 중요한 얘기가 나오는 분위기인데.



(몸을 가까이하며) 문데? 문데?



근본을 파악하는거야. 이게 더 쓸만하다구. 컴퓨터 세계의 근본을 확실히 파악하고 있으면 문제없어.



(시큰둥해서) 늘 기초가 중요하다는 말은 듣지만. 급해 죽겠는데 기초를 파구 있으라구?



컴퓨터의 근본, 본질, 기초, 원천. 뭐 그런것들.



(관심없는 듯) 그런거 파악해서 정말루 모가 좋은데?



본질을 튼튼히 알면 다양한 응용들의 한계와 가능성을 쉽게 파악할 수 있지. 남들이 미처 보지 못하는 곳을 볼 수도 있게되구.



그리고 근본을 알려고 뒤로 물러설때 시각의 부채꼴도 넓어지구. 그리고 오래가는 지식이구. 끊기지 않는 밧줄이구.



(난적하며) 곁 껍질에 반응하는 기민함만 좇을거라면. 금방 끊어질 밧줄을 잡는 셈이지.



그러면 내내 헛헛할거야. 다빈치가 그랬다지, “샘으로 갈 수 있는 자 물병 으론 가지 말라.” 근원의 샘을 아는게 많은 일을 잘 할 수 있는 열쇠라는게 아니겠냐.



방구 애는 멋진척이라면 재주가 있다니까.



비유하면 이런거야. 요리를 배운다고하자. 짜장면 요리법을 배워. 떡볶이 요리법을 배워. 이 두 가지 요리법만 배우면 본질을 배우는게 아니지.



두 개만 요리할 수 있을 뿐이라?



응. 그런데, 우리 몸이 필요로하는 영양소, 지구별에서 얻을 수 있는 식재료, 맛이라는 느낌의 몸안의 생리하고 주변 분위기의 역할...



(끼어들며) 온도와 습도가 재료에 미치는 영향. 동물, 식물, 미생물, 미네랄의 세계. 그리고 굽기, 데치기...



찌기, 볶기, 삶기, 찌대기, 발효시키기, 튀기기, 졸이기, 다지기, 훈연하기.
이런게 과연 뭐하는 건지. 재료를 어떻게 변화시키는 건지.



이런 것들이 요리의 원리지. 이런걸 익혀야 포텐이 생기지. 세상에 없던 새 요리를 고안하고 어떤 요리든 이해할 수 있고...



(말을 자르며) 뭘 말인지 알겠구!



(손으로 턱을 쓸며) 흠.. 알구싶게 만드네, 컴퓨터의 진짜 정체.



(웅변하듯) 근원의 샘으로 가자. 본질, 원천, 기초, 그런 것들에게로 가자. 나머
지들은 다 버리자.



(일어나 모두를 돌면서) 컴퓨터의 본질. 이걸 파 보는게 중요할걸!



어쩌면 좁디 좁은 세계. 하지만 다른 모든 세계를 달구고 찢는 힘을 가진 세계!



(흘겨보며) 방구 애 왜 이렇게 신나하냐. 원.



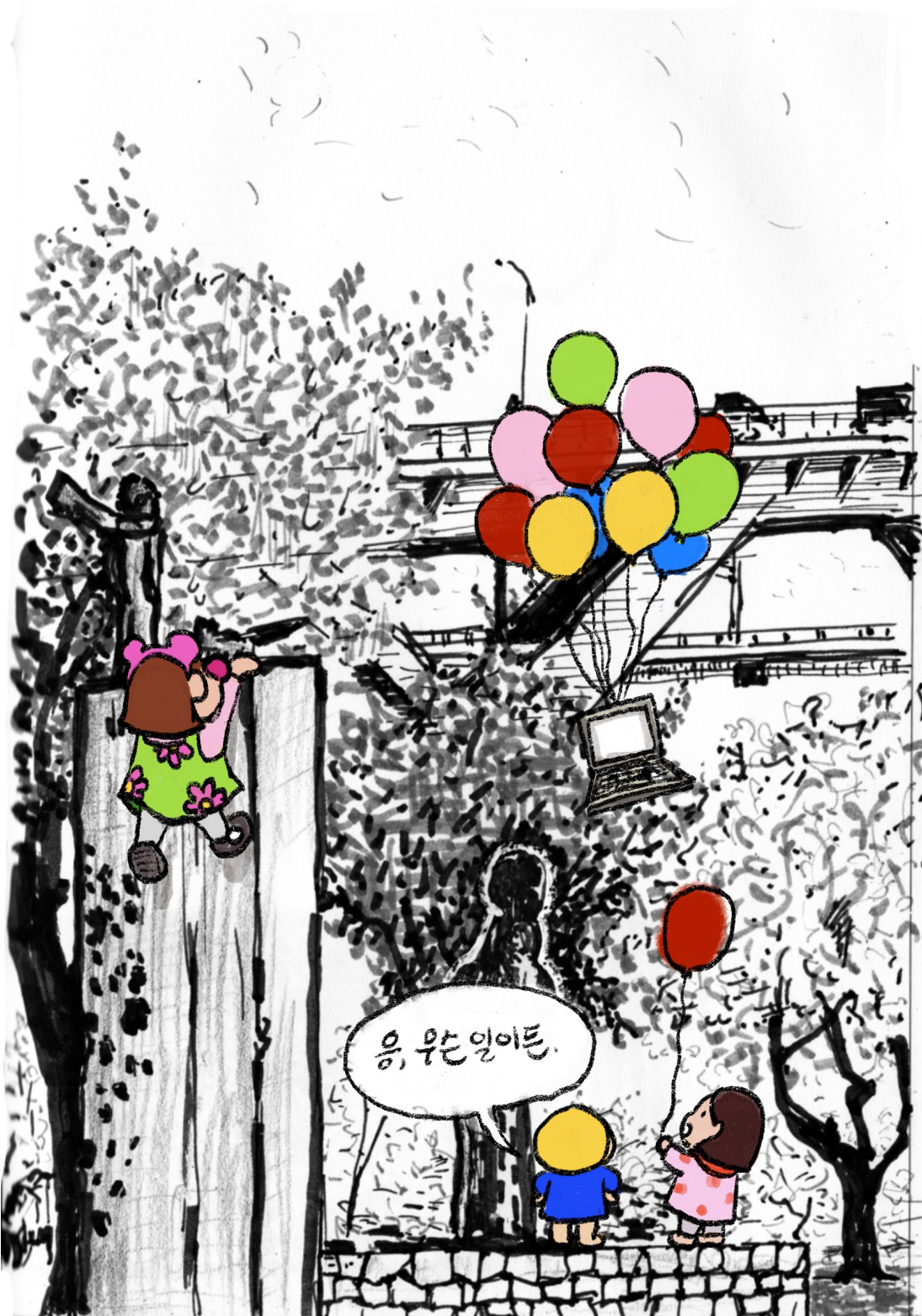
(잔디속에 숨은 토끼풀꽃을 가까이 바라보며) 넓은 세계는 늘 좁은 입구를 통해서 펼쳐져.
보편은 특수를 통해서만 열린다구.



와우.



(결심한 듯) 좋았어. 쿵! (새떼가 강물을 차고 올라 사자 줄을 지어 난다)



1.4 컴퓨터가 마음의 도구라는 뜻



(커피 캔을 까며) 마음의 도구, 컴퓨터라. 히.



심부름 시킬 수 있는 도구인거지.



(한 모금 마시고 돌아보며) 비비아, 참 특이한 답이다. 컴터가 모냐고 하면...



대개 “많은 자료를 처리하면서 입력에 대해서 출력을 내는 어찌구”, 더 이렇게 얘기하던데. 넌 이런 답이랑 다르네?



컴퓨터의 핵심이 빠졌어. 100점받기 힘든. ㅋㅋ.



시건방 터지네.



(왼쪽 눈을 찌푸리며) 방구야 너보단 덜해!



그래서 핵심은, 심부름 시킬 수 있는 도구다? 근데 심부름이라니?



일꺼리말야. 컴퓨터는 일꺼리를 시키면 그 일을 해주는 도구지.



뭔 일이든 시키면 해준다구?



응 무슨 일이든.



정말루?



응. 아무 일이나 시키고 싶은 일 생각해 봐.



(팔장끼고) 아무 일? 모든 일? 뺑치지말자 우리.



(웃으며) 크크, 방구 무서워. 알씨. 약간의 과장이긴해. 아무 일이나 시킬 수 있는건 아닌데. 천천히 이야기해줄께.



아무튼. 시키고 싶은 일 함 생각해 봐.



(새파란 하늘을 올려 보며) 시키고 싶은 일이야 많치이이. 내가 하기 싫은 것들. 히히.



1.5 컴퓨터에게 일을 한 번 시켜봐: 실망



(비비를 향해 획 돌면서) 컴퓨터가 나 대신 공부해주면 좋겠다!



하하. 그러면 무슨 공부를 어떻게 해야하는지 말해줘야해. 글로 써서. 컴퓨터에게는 어떻게 그 일을 하는지 그 방법을 정확하게.



방법을 정확하게? 글루 써서?



응.



(눈을 위로 굴리며) 음... 읽구 익히구 반복하구 외우구, 이해하구 응용할 줄 알구. 또 뭐 많지 공부방법. 근데, 말로하기 그러네. 그냥 열심히... 모르겠네. 말로 어쩌케 말하기가.



그렇다면 컴퓨터에게 시킬 수 없어.



(눈을 크게 뜨며) 그래? 실망인데. 모야. 공부한다는 게 뭔지를 나도 잘 모르는데. 그냥 공부하면 되던데. 어쩌케 공부하는건진 말로 못하겠어.



글로 쓰지못하면 컴퓨터에게 공부하는 일을 시킬 수 없어. 어떻게 하는건지 명확히 표현할 수 있어야해.



실망야. 말로 꼭 다 설명해줘야한다니.



(잔디밭에 누워 다리를 꼬며) 이심전심도 없는. 눈빛으로 말해요도 없는. 저급하다 그런 세상.



(방구에게 다가가) 방구! 하이 파이프! 그런 세상 모냐!



하하하. 너희들 성급히 실망말기! 딴 방법도 있으니까. 차차 이야기해 줄께.



그래? 좋았어!



1.6 컴퓨터에게 일을 한 번 시켜봐: 무서운 실천



아무튼, 일시키기 명확한 일을 생각해봐. 컴퓨터에게 그 하는 방법을 명확하게 설명할 수 있는 일.



뭐가 있을까?



라면끓이는 일?



라면끓이는 방법을 정확히 이야기할 수 있어?



(빈 커피 캔을 쥐고서) 응. 냄비에 500밀리 수도물을 담구, 불위에 올려놓구 끓여. 끓으면 라면 면과 스프를 넣구 담가서 4분동안 끓여. 4분후 불을 끄고 냄비를 내려놓으면 그 냄비에 맛있는 라면이 있어.



(얼굴을 가까이하며) 그렇지. 근데 어느 불위에 올려놔야해?



부엌에 있는 가스렌지.



(더 가까이하며) 불의 크기는?



제일 크게. 빨리 끝케.



(더 가까이하며) 냄비는 어떤 냄비가 좋아?



쇠로된 500밀리보다 조금 큰 냄비. 너무 클 필요는 없구.



(일어서며) 좋아. 라면 끓이는 방법은 이것이겠네. 1리터 냄비에 500밀리 수도 물을 담고, 부엌 가스레인지에 올려서...



가장 큰 불로 끓인다. 냄비 물이 끓으면, 냄비에 라면 면과 스프 내용물을 같이 넣어서 모두 잠기게 한다. 그런 후 4분동안 끓이고 4분이 되면 불을 끄고 냄비를 내려놓는다. 이거지?



응, 정확한데. 세세하구.



(갑자기 머리를 저으며) 아냐 아냐. 완벽하지 않아. 냄비가 없으면 어떻게 할라고?



음! 그러네.



맞아, 수도꼭지가 없으면? 있어도 물이 안 나오면 어쩌케?



(끼어들며) 부엌이 없으면? 부엌이 있어도 가스레인지가 없으면?



(끼어들며) 가스레인지가 있어도 가스가 안 나오면?



(끼어들며) 가스가 나와도 기껏 촛불 하나정도 화력이면?



하하. 너희들 죽이 잘맞는데!



그리고, 너희 아주 날카로와! 맞아, 그런 모든 상황에 대해서도 일일이 말해 줘야해.



(당황하며) 말 안해놨음 어쩌게되는데?



그런 경우를 만닥뜨리면?



응. 그러면?



(긴장을 고조시키며) 으으... 두두두두두 (강변에 선 미루나무들이 자전거 라이더들을 리듬있게 가린다)



그러면...



그러면 컴퓨터는 그 자리에서 작동이 멈춰. 어떻게 하라고 안써놔으니.



(눈을 동그랗게 뜨고) 오-오- 무지 꼼꼼히 써놔야 하는구나.



그런 실수때문에 컴퓨터는 가끔 먹통이 되는거야. 작동이 멈추거나 엉망이 되지.



(눈을 가늘게 뜨고) 조그만 헛점두 그대로 드러나는구나. 봐주는게 없구나.



무서운 실천이다. 써있는 그대로. 가차없이. 무심히 실행할 뿐인 컴퓨터.



(비비를 향해) 저 방구 말이 맞아?



응응. 그런거야, 맞아.



(방구와 비비를 번갈아 보며) 소오름!



1.7 컴퓨터에게 일시키기는 글쓰기야



그렇게 정확히 세세해야 해. 일하는 방법을 그렇게 써서 전달해야 컴퓨터가 그 일을 할 수 있어.



(팔장끼며) 좀 답답하네 형.



답답하지. 컴퓨터는 아무 생각없는 도구라서 그래. 사람들 사이같지가 않아. 서로 알고있는 기본 상식은 없어. 그냥 모래덩어리지.



하필 왜 모래야?



이유가 있어. 천천히. 하하.



우리가 컴퓨터 쓰면서 이런저런 일 많이하자나. 너튜브도 보구, 노래도 듣구, 인터넷도 하구, 카톡도 하구.



(끼어들며) 인공지능과 문답도하고.



(반짝이는 눈 빛) 이런 일들 하는 방법을 미리 컴퓨터에게 정확히 세세하게 알려 준거야? 예외없이?



응. 정확히 세세하게 예외없이.



인공지능 응답을 어떻게 하는지? 너튜브 영상을 어떻게 보여주는지? 음악을 어떻게 틀어주는지? 카톡 문자를 어떻게 전달해주는지?



응. 모두 하나같이 정확히 세세하게.



그러케 써준 방법대로 그대로 하는 것 뿐야?



응. 그 이상도 이하도 아니야. 써준대로, 써있는대로 그대로 해 줄 뿐이야.



(눈을 동그랗게 뜨며) 진짜루? 인공지능두 그런거야?



(담담하게 머리뒤로 깎지를 끼며) 물론이지. 써있는대로 컴퓨터가 작동하는 것 뿐이야.



인공지능두 글이라구?... 그 글을 쓴 사람 대단한걸!



(깎지를 풀며 의미심장하게) 호호. 사람만 그런 글을 쓸거라고 단정하진 말고~



1.8 컴퓨터에게 일 시키기는 글쓰기야: 글쓰는 방법 두 가지



(모두 잔디밭에서 일어서며) 답답하지? 컴퓨터에게 일시키려면 말로 꼭 다 설명해줘야하니까.



(관심없는듯 팔장끼고) 이심전심은 안통하니까.



그렇지만 실망마.



(엉덩이를 털고 반짝이는 눈 빛으로) 왜? 다른 방법두 있나부지?



(모두 같이 걸으며) 글썸. 말로 컴퓨터에게 일하는 법을 알려줘야하는건 그대로인데. 그 말을 우리가 직접 쓰지 않는 경우도 가능하기 때문야.



(철푸덕, 물위로 튀어올랐다 떨어지는 물고기 소리에 문득) 맞아! 이렇게 가능하면 얼마나 좋을까? 말없이 행동으로 보여주는거야. 옆에서 보구 알아서 깨닫는거지. 어깨너머루. 그렇게 일을 배우는거지. 어때?



(맞장구치며) 바로 그거야. 시범을 보여주면, 얼추 거의 맞게 그렇게 하는 방법을 글로 알아서 만들어 컴퓨터가. 그리고 그 글대로 나중에 컴퓨터가 실행하는 거야.



(폴짝 뛰어오르며) 그러쨌! 그런 방법도 있어야지.



말로 못하겠는데 우리는 쉽게 하는 일들 많잖아. 그런거 컴퓨터에게 시키려면
그 방법이 좋겠네.



요즘 인공지능이라는게 그렇게 만든 글들이야.



그러쿠나!



정리하면. 컴퓨터에게 일시키는 방법? 그 일을 어떻게 하는지 글로 쓰는거야.



그런데 그런 글을 쓰는 방법이 크게 두 가지야.



(끼어들며) 직접 우리가 그 일을 하는 방법을 쓰거나...



그 일을 하는 시범을 보이거나.



그렇지.



시범을 보구 그 방법을 컴퓨터가 글로 짜내게 하기. 어깨너머로 배우게하기.



(갑자기 정색하며) 그런데, 이걸 어떻게 하는지는 결국 글로 만들어놔야지 않아?



그렇지. 시범보고 글 만드는 방법. 이 방법은 사람이 글로 써서 컴퓨터에게 주는거야. 컴퓨터는 그 글대로 작동하고. 그 작동은...



어깨너머 익힌 방법을 얼추 글로 짓는과정이고. 결과는 그렇게 지어진 글이고.



히히히. 멋지다. (어깨를 낮춘 인라인 스케이트 무리가 지나는걸 기다린다)



(손을 들고 끼어들며) 잠깐. “얼추”가 거슬리는데?



(웃으며 고개를 저으며) 방구야, 뭘 그렇게 따져. 강 새겨들어.



하하. 이유가 있지. 좀 이따 얘기해줄께.



(스저지를 보며) 거봐라. 비비의 말 한마디 한마디는 이유가 정확히 있는법야. 천하의 비비를 몰루알고!



참 내.



1.9 컴퓨터에게 일시키기: 인공지능도 글씨서 시킨거야



(체육관 마루 바닥에 앉은 췌) (벽을 기대고 앉아 손톱정리하며) 컴퓨터에게 일을 시키려면, 아주 세세하게 그 방법을 잘 적어서 전달해줘야 한다고했잖아. 컴퓨터는 아무 생각없는 단순무식한 도구거든.



(눈을 맞추려고 목을빼며) 요즘 인공지능도 그런거야? 사람같이 대답하는 방법을 전부 글루 써서 전해준거야?



(끼어들며) 당연하지! 인공지능도 컴퓨터가 하는 일이잖아. 컴퓨터가 돌리는 소프트웨어란다 비비야.



방구야 방구야 제발 아무 때나 끼어들기 있기 없기?



(미소피며) 애들아 티격태격 하기 없기~



(손톱을 털며) 맞아. 인공지능도 같아. 어떻게 답해야하는지를 쓴 글대로 답하는 거야.



그런 글을 누가 썼길래 이리 사람같아 진거야? 엄청나거든.



그 경우는 사람이 쓴게 아니고 컴퓨터가 쓴 글이야.



(놀라며) 와, 진짜? 컴터가? 사람이 아니구?



(뜩같이 놀라며) 호호. 놀랍긴하네 흠.



그러니 컴퓨터가 얼마나 똑똑한거냐. 컴퓨터가 쓴 글이 그렇게 대단한거구나. 그 글대로 컴퓨터가 작동하는 게 요즘 인공지능인거구.



응응.



(엄지와 검지로 콧구멍 두 개를 동시에 만지며) 믿기지 않아. 컴퓨터가 쓴 글이라구?



(따라서 코를 후비며) 방구야 그렇다잖아.



(미소지으며) 그렇다니까.



(코에서 손가락을 빼며) 컴퓨터가 그런 글을 쓴 거라니... 와.



그렇지. 어떻게 하는건지 말로 표현하기 힘든 일들이 있잖아. 그런 일을 시키고 싶을때 사용하는 방법야.



컴퓨터에게 시범만 보여주는 거야. 그러면 컴퓨터가 그 일을 하는 방법을 얼추 거의 맞게 써내지.



(탐정같이 추궁하며) 그렇게 글을 짜라고 컴퓨터에게 시킨거네 누군가가. 그치? 누구야? 우리야?



그렇지. 우리가 컴퓨터에게 시켜서 컴퓨터가 그런 글을 쓴거야.



(비비와 방구를 돌아 보며 비밀스럽게) 시범을 보고 그 방법을 얼추 글로 짜내는 방법. 이 방법을 컴퓨터에게 전해준거지. 컴퓨터는 그 방법대로 한거고. 그 결과로 그런 글이 나온거지.



(놀라 일어서며) 오호. 그런 글을 쓰는 방법도 사람이 써준 거구. 와우.



(천천히) 우리가 지금 컴퓨터로 돌리는 모든 것들은 그 일을 하는 방법을 글로 써서 컴퓨터에 실은거야. 컴퓨터는 그 글에 적힌대로 일하는 것 뿐이고.



(몸을 돌려 끼어들며) 시키는 일 중에, 시범을 보구 그 방법을 글루 짜내기, 도 있는 거구.



(단호히) 응.



(놀랍지만 추궁하듯) 근데 왜 자꾸 “얼추” “얼추” 라구 해? 이유가 모냐?



사실 어깨너머 시범을 보고 그걸 어떻게 하는질 컴퓨터가 추측해서 글짓게 하면, 그 글이 100% 맞는 방법을 쓴 건 아니라서 그래.



그 글대루 하면 가끔 틀리는 경우가 생기나보구나.



응. 시범보고 컴퓨터가 얼추 짜낸 글이 요즘 인공지능의 핵인데...



(끼어들며) 그러면, 인공지능을 중요한 데 쓰면 불안불안 한거네!



그래 불안한건 사실이야.



(뚝부러지게) 근데 컴퓨터가 얼추 짜낸 그 글을 보면 인공지능이 어떻게 작동하는지 알 수 있는거 아냐? 그래서 언제 틀리게 작동하는지 알아낼 수 있는거 아냐?



(속으로) 내가 막 하려던 말이다, 비비!



(앞니를 혀로 덮어씹으며 씹쓸한듯) 그러면 좋겠는데, 그 글은 우리가 이해할 수준에서 써있지 않아.



마치 짜장면 요리법을 우리가 이해하는 수준에서가 아니라 아주 아주 저 아래, 분자 수준에서 설명해놓은 글 같은거야.



물분자 밀가루분자를 옆에놓고 어떻게 어떻게 하라고... 이런식?



(끼어들며) 국수를 삶구 춘장을 볶구, 이런 수준에서 얘기하는게 아니라?



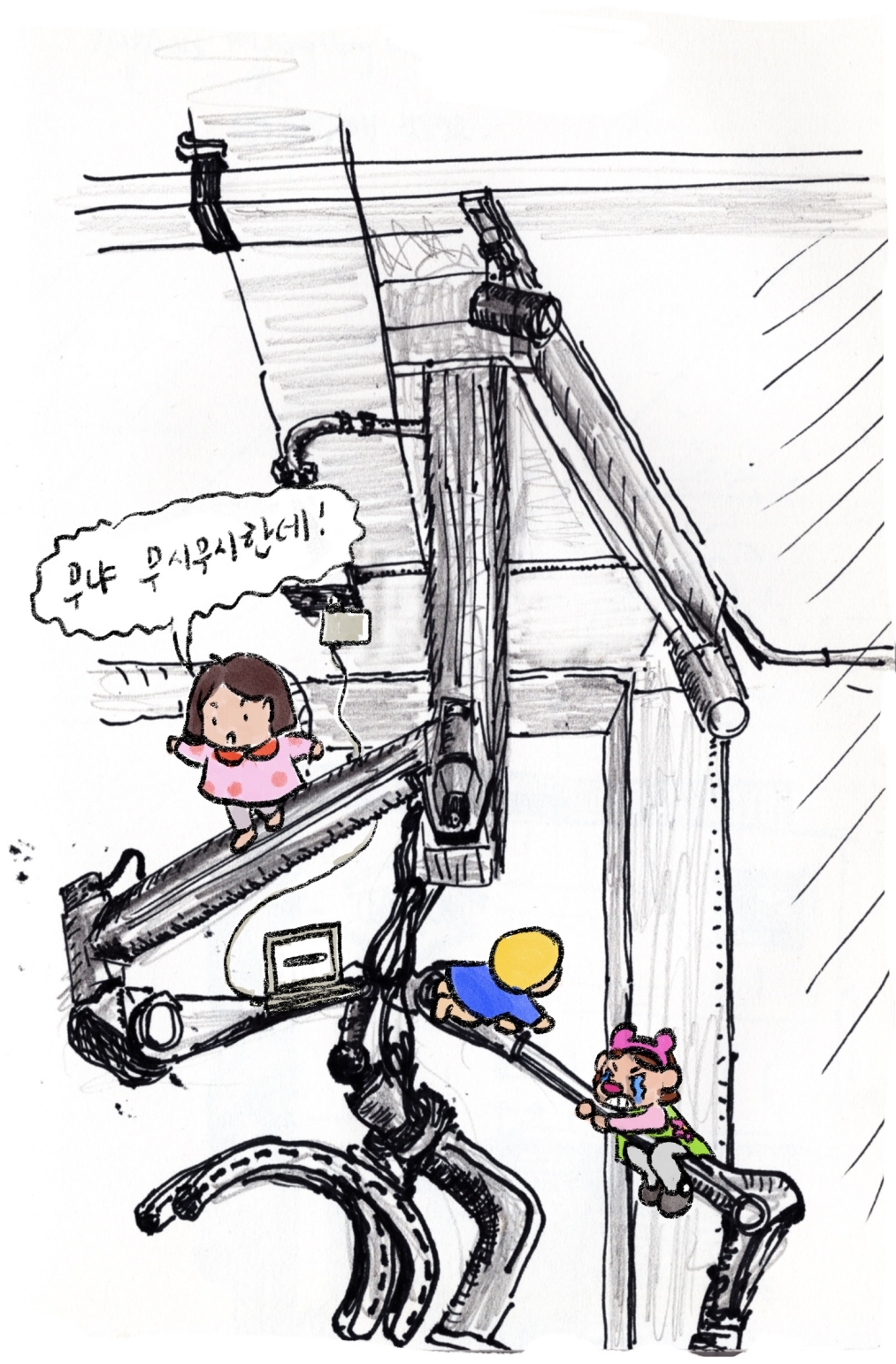
그렇지. 컴퓨터가 실행할 수 있는 수준이지만 사람이 이해할 수준의 글은 아니야. 아쉽게도.



(방구와 마주 보며 눈썹을 올리고) 모냐. 흥미진진 하네.



(이 사이로 혀를 쏘며) ㅎㅎ 인공지능 아직 갈 길이 먼 거 같네.



1.10 컴퓨터에게 일시키기: 인공지능도 글씨서 시킨거야 다단계로. 처음엔 사람이



(찌부등한 몸을 마루바닥에 누르고 땡기며) 컴퓨터에 전하는 글은 사람이 주로 직접 쓰지만...



컴퓨터가 쓰기도해. 요즘은 컴퓨터가 쓴 글이 히트를 쳤지. 인공지능이야.



인공지능도 글대로 컴퓨터가 실행해 주는 거 뿐이지?



그렇지.



근데, 그 글을 컴퓨터가 쓴거구?



응. 아까 이야기한대로 컴퓨터가 쓴거야.



(심호흡하며) 컴퓨터가 능력이 대단한데. 하아아. 무냐. 무시무시한데.



(외줄을 오르며 단련하는 꼬마들을 구경하며) 겁먹으면 지는거다 비비. 알게되면 두렵지 않는 법야.



맞아. 신비한게 아냐. 컴퓨터가 쓰게 우리가 시킨 것 뿐이야.



(눈에 힘을 주고 스저지와 방구를 번갈아 보며) 시작은 우리 사람인거지. 사람이 그 심부름을 시킨거지.



(다 안다는 듯) 당연함. 저절로 기계가 그렇게 될리가 없다.



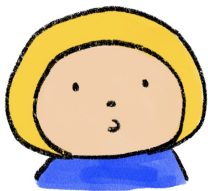
컴퓨터가 쓰게하려면 쓰는 방법을 컴퓨터에게 써줘야겠지? 글쓰는 방법을 적은 글은 사람이 결국 써야하지.



(턱 아래를 만지작 거리며) 어 일종의 다단계네. 물고길 잡아주지말구 물고기 잡는 법을 알려주는것 같은데. 비유가 맞나?



어느정도는. 하하.



(다시 눈에 힘을 주며) 중요한건 이거야. 잘 기억해야해. 그 다단계의 시작. 그 시작은 사람이 쓴 글이라는데.



(턱에서 콧볼로 손가락을 옮기며) 히. 당연히 처음은 사람이 적은 글이로구나.



(일어서서 돌을 바라보며 강의하듯이) 사람이 쓴 것이 기초이고 시초인거지. 컴퓨터에게 시키는 일 중에 일하는 방법을 어깨너머 스스로 배워서 써내게 한거야. 컴퓨터에게 글을 쓰도록 시킨 거지.



당연히 그런 글을 쓰는 방법을 명확히 쓴 글이 필요해. 이 글은 사람이 결국 써줘야하지. 사람이 쓴 글이 결국에는 시초가되어야하는거야.



(난축하며) 뭐든 그 시작이 어려운법. 비행기도 이륙이 어렵다. 연애도 그렇잖아. 흐흐. 시작이 반이다. 그런거다.



(웃으며) 방구야 너 멘트 시건방진 거 못말려.



(다시 주의를 끌며) 컴퓨터가 글을 쓰고 그 글대로 컴퓨터가 뭔가를 하는 모든 다 단계의 기초. 거기에는 항상 사람이 쓴 것이 시초가 되는거지.



태초에 사람이 쓴 글이 있었다, 구나.



사람이 쓴 것이 태초에 있었고 그 글대로 컴퓨터가 하는 일이 또 글을 쓰는 것이고, 그 글대로 컴퓨터가 하는 일이 또 글을 쓰는 것일 수 있고. 등등.



사람이 쓴 태초의 글. 그것이 첫 기초가 돼서 다단계를 지탱하는 거구나.



(스쿼트를 몇 번 하고) 컴퓨터에게 시키는 일들에는 모두 사람이 쓴 것이 시초가 되는거야. 아무것도 없는데서 나오는것 없어. 공짜는 없다고.



어쨌든, 컴터는 시키는 일을 하는 도구. 시키는 일은 사람이 글로 쓴거구. 어떻게 그 일을 하는지 세세하게.



(푸쉬업을 하려는 자세로) 그렇지. 변함없는 기본이지.



앞으로 바뀔리가 없겠쥐?



(푸쉬업 시작하며) 그러리라고 보는데. 모르지. 바뀔수 없는건 없으니까. 하하.



(천장 창에서 비스듬히 쏟아지는 햇빛을 가슴에 받으며) 상상은 자유. 그런 상상을 파보는 사람들. 이런 사람들이 의도치 않은 성과에 먼저 닿지. 그러니 꿈은 실컷 꾸자!



(방구 어깨에 손을 얹으며) 방구야 이번 멘트는 나쁘지 않은데!



1.11 컴퓨터의 신기함: 하나의 컴퓨터로 많은 일을 시킬 수 있다는거



(푸쉬업 하는 비비를 보며) 히히. 일을 시키는데 결국엔 다단계든 아니든 그 시초에는 사람이 고생스럽게 방법을 알려줘야한다고 했지?



(푸쉬업을 끝내고 앉으며) 후-후-. 응 그렇지 귀찮지. 그런데 대단하지 않아?



컴터가 말을 알아듣는다는 거?



그것도 무척 신기하게 들리지만, 얼핏 불가능할것 같은 것들이 몇가지 있는데 차근차근 그 신비의 베일을 벗기자구.



(검지를 들며 상기시키듯) 신비는 없어. 신비롭다는 탄성에 멈추면 두려움이 일지.



그렇지. 방구말이 맞아.



(진진한 눈 빛으로) 하지만 이해하면 안심하게되지. 이해하게 되어 건너가게 되는 저 편. 그 곳으로 넘어가야지. 그 숙제를 잊지마.



알았꾸~



(코를 찡그리며) 그런데 컴퓨터가 말을 알아듣는것 같은 신비말구 그럼 또 머가 신기한데?



관련되는 신기함인데. 컴퓨터 하나가 많은 일을 할 수 있는게 신기하지 않니?



(인증을 땡기며) 히히. 그리네. 컴퓨터 하나가 많은 일을 할 수 있는거, 어떻게 이렇게 가능하지?



사람이 만든 도구라는게 그런건 없었잖아. 그치?



없었지. 그렇기때문에 컴퓨터는 특이한 도구야. 다른 도구와 달라. 달라도 아주 달라.



잠깐. 컴퓨터 하나가 우리가 시킨일 하나만 하는거지?



(머리서기로 물구나무 하면서) 한 순간엔 하나만 하지. 그런데, 그 컴퓨터 하나만 있으면 하인같이 우리가 많은 일을 시킬 수 있어. 이 일도 시키고 끝나면 저 일도 시키고 그러잖아.



(머리서기 자세로) 핸드폰이나 노트북 하나로 번역, 질의응답, 요약, 기획, 동영상 재생, 음악 재생, 아래아한글, 인터넷, 카톡, 식당예약, 은행업무, 받아쓰기, 읽어주기, 그림짓기, 글짓기, 바둑두기, 게임하기, 단백질접기 등등. 한 없어. 모두 하나의 컴퓨터에 시킬 수 있는 일들이야.



(뭔가 아는듯) 한이 없다니 이것도 뻥이지. 정확하지 않아. 지금은 넘어가줄께.



(머리서기에서 내려오며) 방구가 정확하구나. 하하.



(웃으며) 재 칭찬하지마. 아주 골치아퍼져.



천천히 이야기해줄께.



하여튼 하나의 컴퓨터가 많은 일을 할 수 있는것. 하나의 컴퓨터에 시킬 수 있는 일이 많은거. 이게 신기하지.



(눈을 가늘게 뜨며) 그렇지. 그러네. 생각해 보니 대단한거네. 그런걸 생각해보지 않았는데. 감동적이기까지한데?



인류가 만든 도구들은 늘 한가지 일을 하는 도구였잖아. 바퀴는 구르는데만 쓰고, 화살은 쏘는데만 쓰고, 자동차는 이동하는데만 쓰고, 고무밴드는 묶어서 잡아두는데만 쓰고, 냉장고는 얼리고 시원하게하는데만쓰고.



(윙크하며) 고무밴드는 용도가 많아. 종이뭉치 묶기, 새총에 쓰기, 등등.



컴퓨터만큼은 아니야. 하하하.



(이마 주름을 잡으며 눈을 크게 뜨고) 어쩌다 이런 특이한 도구를 만들게됐지? 누가 처음 생각한거야?



많은 사람들이 지금의 컴퓨터까지 오는데 공헌을 했어. 각자 따로 논 느낌이 있지만.



역사는 복잡해. 늘 그렇더라구.



(단호하게) 그렇지. 그런데 확실하게 이야기할 수 있는건 있어. 컴퓨터의 완전한 청사진을 고안한 사람은 24살의 앨런 튜링(Alan Turing)이라고.



(눈을 마주치며) 언제야 그게?



1936년.



(바닥 먼지를 발바닥으로 무심히 쓸며) 우리 할아버지가 7살때네. ㅋㅋ.



1.12 컴퓨터가 할 수 있는 일의 갯수: 자연수 만큼만 많아



(비가 세차게 쏟아지는 바깥, 조용히 타는 벽난로) (옥상 별채에 모인 셋) 와아- 봄 비가 여름 소나기 같네!



그러게!



근데 컴퓨터에게 시킬 수 있는 일이 얼마나 많은거야? 몇 개 없는거 아니야?



자연수의 갯수만큼 많아.



(입을 삐죽 내밀며) 자연수가 모더라?



1, 2, 3, 4 이런수. 제일 자연스런 수. 하나하나 세는 수 있잖아.



그럼 무한히 많네!



응. 무한히 많아.



(미소지으며) 근데 무한히 많다고 하면 되지, 뭘 그렇게 “자연수 갯수만큼”이라고 어려운척 하나?



(당황하며) 미안. 뻘뜨, 어려운 척 하려고 한 게 아니고, 정확하게 말하려다 보니 까. ㅋㅋ.



컴퓨터에게 시킬 수 있는 일꺼리가 자연수 만큼 무한하다. 이게 정확한 거라구?



(고개를 낮춰 스저지 눈 아래로 가져가며) 왜 그렇게 까다롭게 말했는줄 알아? 무한한 크기도 차이가 있다는 거 알아?



(배경음악 선곡을 바꾸며) 이상한 소리마. 괜히 이상한 세계로 날 끌고가지마. 내가 이해못하는 세계를 드러내려구. 병이다 병이야.



자연수의 갯수는 무한중에 제일 작은 무한이야. 그 보다 분명히 더 많은 무한도 많아.



예를들어, 어떤건 자연수가지곤 다 셀 수 없는게 있어. 그럼 자연수보다 많은 거잖아. 그런게 많지. 이런거야...



(끼어들며) 모야. 뻘구.



컴터가 할 수 있는 일의 갯수는 무한히 많은데, 무한중에서 가장 작은 무한가지, 라고 외우고 있을께. 히히.



(끼어들며) 뭐든 각자의 리그안에서도 또 차이가 다 있지. 무한들만 모인 리그에서도. ㅋㅋ.



(일어서서 둘에게 몸을 돌리며) 응. 근데 이걸 기억하고 있어줘.



컴퓨터의 원천 설계도가 탄생하는 과정에 이 이야기가 나오지. 딱 자연수의 갯수만큼만 가능하기. 그 이상은 넘볼 수 없음.



이 때문에 컴퓨터가 못하는 일이 또 무한히 많아진다구.



(기지개를 켜며) 으으으 미스터리 쓰릴러루 흐르네.



알았어. 됐구. 그 때 가서 내가 따질게.



1.13 컴퓨터가 할 수 있는 일의 성질: 기계적인 일만 가능해



컴퓨터에 시키는 일이 숲터란 거지?



응. 일을 어떻게 하면 되는지 글로 쓴 것. 그걸 소프트웨어라고 불러. 소프트웨어를 실행하면 컴퓨터는 그 소프트웨어에 적힌대로 일을 하는거야.



내 핸드폰에 깔린 많은 앱들이 숲터인거구.



그렇지.



(문득 마스한 실내를 둘러보고) (창을 때리는 빗줄기를 보며) 그런데 여기 옥상 다락 아주 딱인데! 아늑하구 칠판도 있구. 여기서 자주 모이자 우리.



(모두를 둘러보며) 안될건 없쥐~



(저편에서 차 끓이다가 끼어들며) 잠깐. 컴퓨터에게 뭐든 시킬 수 있다고 했지? “뭐든” 이라면 뽕이지.



으음... 완전한 뽕은 아니야.



(찾잔을 가져오며) 100퍼 뽕이 아니라면, 어디까지가 뽕인데? 컴퓨터에게 시킬 수 있는 일의 한계가 정확하게 있나부지?



(진지하게) 정확하게 그 한계가 있어.



자연수 갯수만큼 많은 일을 시킬 수 있다구 했잖아.



응. 갯수는 그렇고, 그 일들의 성질이 있어.



(차 한모금을 삼키며) 오호. 컴퓨터에게 시킬 수 있는 일들의 성질. 그게 몬데?



한계 더듬기. 이런거 좋아. 스틸있고.



우리가 생각하는 “기계적인 일”만 가능해.



(눈을 반짝이며) “기계적인 일”? 느낌은 오는데. 정확히 모지?



“우리가 생각하는”도 애매한 말이고, “기계적인 일”도 애매한 말이다. 모냐.



(찰잔을 옆에 놓으며) 그래 그래. 애매하지 않고 정확히 이야기해줄께. 우리는 정확히 알고 있어. 차근차근 쉽게쉽게 이야기해볼께.



너희들 시간은 충분하고?



(넘치는 궁금함에 답이 필요없다는 듯) 컴퓨터가 할 수 있는 일은 “기계적인 일”만 가능하다구?



(두 손을 비비며) 이야기는 이렇게 시작하는게 좋겠어.



거창한 척 어려운 척 하지말기! (방구) 뿌-웅-



응응. 어깨힘 빼고. 간단한 이야기야. 내 얘기를 들어봐.



(방구 편 것 아랑곳없이 진지하게) 어려운 말로 알아듣지도 못할 말을 해가는 것 질색이다. 의미없는 소리들을 뱉기만 해봐라 내가 가차없이 태클걸테니.



(죽어 맞아서) 어렵게 말하는 사람들은 계속 파보면 백발백중 자기가 하는 말이 뭔지도 모르더라구.



(차를 마시며 섬뚱하게) “병신체”로 말하는 사람들이라고 해. ㅋㅋ.



음. 너무 화내진마. 하하.



(더욱 맹렬해진 빗줄기) 너도 결국 그렇게 될걸. 내가 계속 질문하면서 몰아가면 넌 결국 너도 모르는 막다른 골목에 몰릴걸.



그 때가 되면 넌 너도 모르는 말을 지껄이며 그 지경을 탈출하려할꺼다. 그 순간이 오면 깨끗이 행복하길.



그런 순간 고마워할께. 그 지점이 내가 더 공부할 지점일테니.



(찾잔을 놓고 김지를 비비에게 향하며) 멋진 자센데!



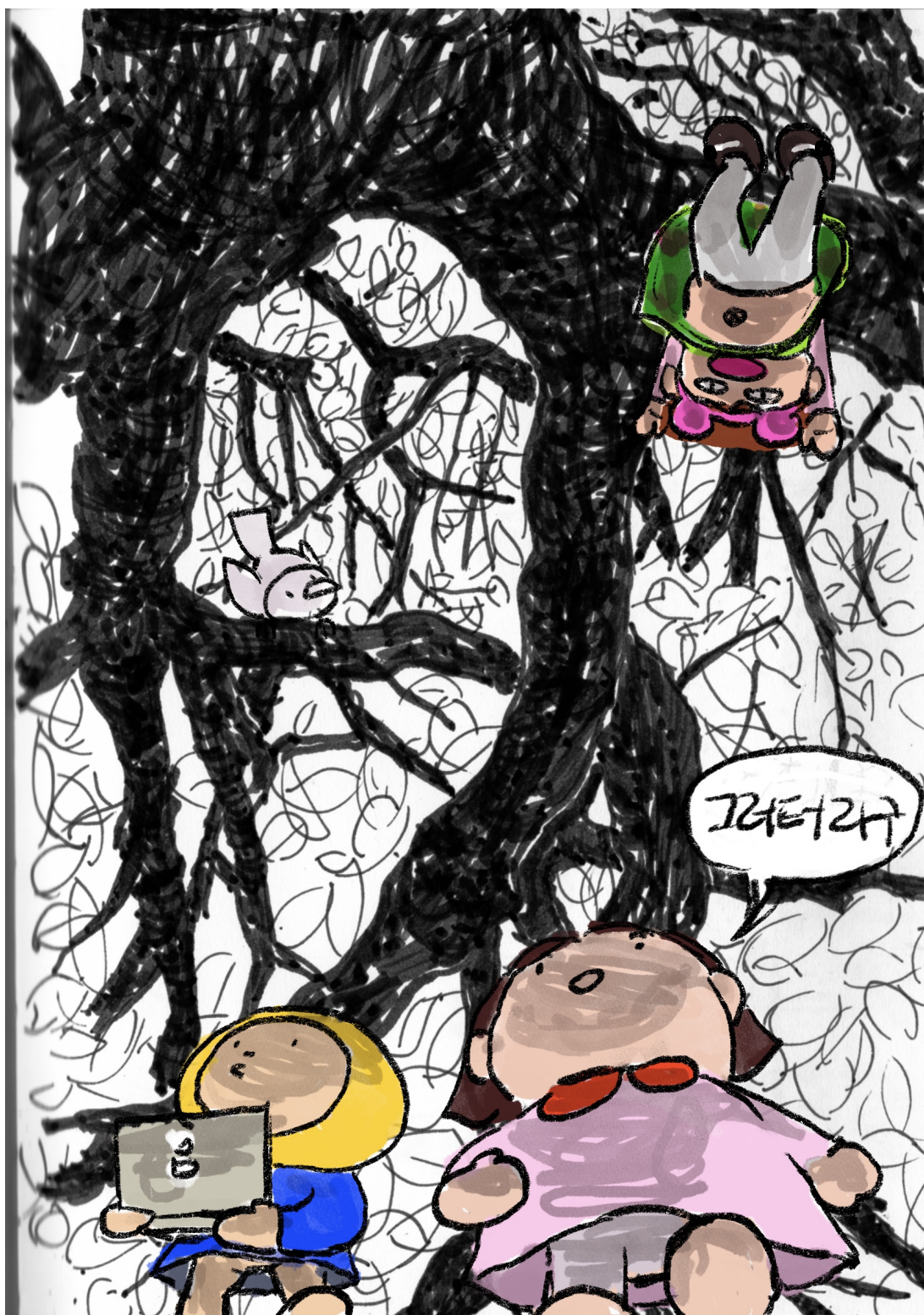
(일어서서 바지춤을 올리며) 컴퓨터의 원천 설계도가 탄생하는 이야기에서 시작돼...



“기계적인 일”이 뭔지는.

2

원천 설계도



2.1 컴퓨터 탄생 이야기: 기계적으로 어디까지 갈 수 있을까? 라는 궁금증



(한낮 요란한 매미소리) (셋이 아침가리골 방향의 산길로 들어서며) 바야흐로 20세기 초. 1928년. 수학하는 사람들이 이런 생각을 시작했어.



(지시하다는 듯) 수학하는 사람들은 누구도 관심없는 문제에 답을 내지. ㅋㅋ.



수학자들이 그러더라고. 히히.



철학자들은 어떻게? 더 하지. 누구도 답에 관심없는 질문을 하지. ㅋㅋ. (방구) 푸읍-빠앙-



누구 방구냐! 산속이니까 숲이니까 봐준다!



(웃음을 참으며) 너희들 말이 맞아 누구도 관심없었어. 수학자 일부밖에는. 어떤 문제에 답을 찾고 있었냐면...



“기계적인 방식”으로 참인 문장을 모두 만들 수 있을까? 였어.



(나무 기둥에서 버섯을 뜯으며) 공상과학 소설가들이나 할 생각이네.



맞아. 상상하고 공상하고 꿈꾸기. 이게 과학발전을 이끈거야.



(버섯을 씹으며) 허황된 꿈 누구도 관심없는 꿈. 이런 꿈을 꾸는 에너지. 이게 과학발전을 밀어올린 힘 이라는데 동의해 나는.



(맑은 새소리를 배경으로) 인간 고유의 지능이 그런걸꺼야. 궁금해 하는 능력, 꿈꾸는 능력, 상상하는 능력.



(뒤따라오다 앞서 나서며) 알겠구.



아무튼 “기계적인 방식”으로 그런일이 가능할 지 궁금했다구? 흠.



2.2 컴퓨터 탄생 이야기: 기계적인 일이란 어떤걸까? 예를들면



(술 향기에 가벼워진 몸으로) 근데 이 궁금증을 풀려면 “기계적인 방식”이 뭔지 정해 줘야 답을 하지!



“기계적인 방식”이 뭔지 수학자들이 정해놓은게 있었나부지?



“기계적인 방식”은 당시 논리학자들 사이에 으레 받아들여진 방식이 있었어.



(살짝 불안한 눈빛으로) 문장의 생김새만 보면서 사실인 문장을 만드는 방식. 문장의 뜻을 따지지 않고...



문장의 겉모양만 보면서 새로운 사실을 만드는 방식. 이걸 기계적인 방식이라고.



(스저지를 보며) 웃기는 방식이네. 진짜를 보는 방식이 아니네. 관상으로 사람 판단하기랑 비슷하네 그치?



맞어. 너무 단순한 방식같애. 문장들의 겉모양만 보구 새로운 사실을 만든다 니...



문장의 뜻을 생각안하고도 그렇게 할 수 있나부지?



(바닥에서 연필만한 나무가지를 주우며) 그래서 “기계적인 방식”이라고 하는 거야. 속내용 따지지 않고 겉모습만 따지면서 하는 거라.



무식하고 웃기지? 그래서 별생각 없이 자동으로 할 수 있지. 기계적인 방식 이란게.



(멈춰서며) 예를 들어 어떤거야?



(주운 가지로 흙바닥에 스케치하며) 이런거야. A 문장이 사실이고 B 문장이 사실이다. 그러면 A그리고B 가...



새로운 사실이되지. A, B 가 무슨 문장이건 사실이기만 하면.



예를들어 A가 “나는 사람이다”고 B가 “계곡물은 차다”라고 하자구. 둘 다 사실이지? 그러니까...



“나는 사람이다 그리고 계곡물은 차다”가 새로운 사실인거지. 자동으로 무 조건.



(선체로) 헝 싱겁다.



(흙바닥에 계속 스케치하며) 이런것도 있어. A이면B 라는 문장이 사실이고 A 문장이 사실이다. 그러면...



B 문장이 새로운 사실이되고. A이면B 라는 문장이 사실이고 B 문장이 사실이 아니야. 그러면 A 문장이 사실이 아니지.



속내용도 따지지 않구 새로운 사실을 만든다? 히. 말되네.



A를 가정했더니 B가 사실야. 그러면 A이면 B가 사실이지. A를 가정했더니 말도 안되는 일이 사실이 되. 그러면 A는 사실이 아니지.



(구부린 허리를 펴며) 됐어 됐어. 어떤 건지 알겠구.



(주은 가지를 숲가에 던지며) 사실 걸만보고 따지는 “기계적인 방식”은 일상에서 우리가 늘 쓰는 방식이긴해.



예를들어, 입학시험이란게 그렇잖아. 끝에 드러난 시험점수와 학적부등만 보고 결정하잖아. 지원자 진짜 속을 다 들여다보고 합격을 정해? 그렇지 않잖아.



(나뭇잎으로 얼룩진 햇빛을 얼굴에 맞으며) 이 세상 제도는 그렇게 어설퍼. 모든 제도는 기계적이야. 백퍼 믿고 맡겨서는 안돼. 치이는 사람들이 있다구!



히. 방구 너 빼딱한 눈이 제법인데. 세상의 헛점을 짚어볼줄 아네. 다 컸다!



(다시 천천히 숲길을 걸으며) 근데, 얘기한 예 밖에 없나? 기계적인 방식을 정의하는 방법이? 더 있을꺼 같은데?



(푸드덕 놀라 날아가는 길쭉의 꿩) (눈이 밝아지며) 응 당연하지! 다른 식으로도 정의할 수도 있지.



컴퓨터 탄생은 다르게 정의한 “기계적인 방식” 덕분야!



(노래가락으로) 다르게 다~르게!



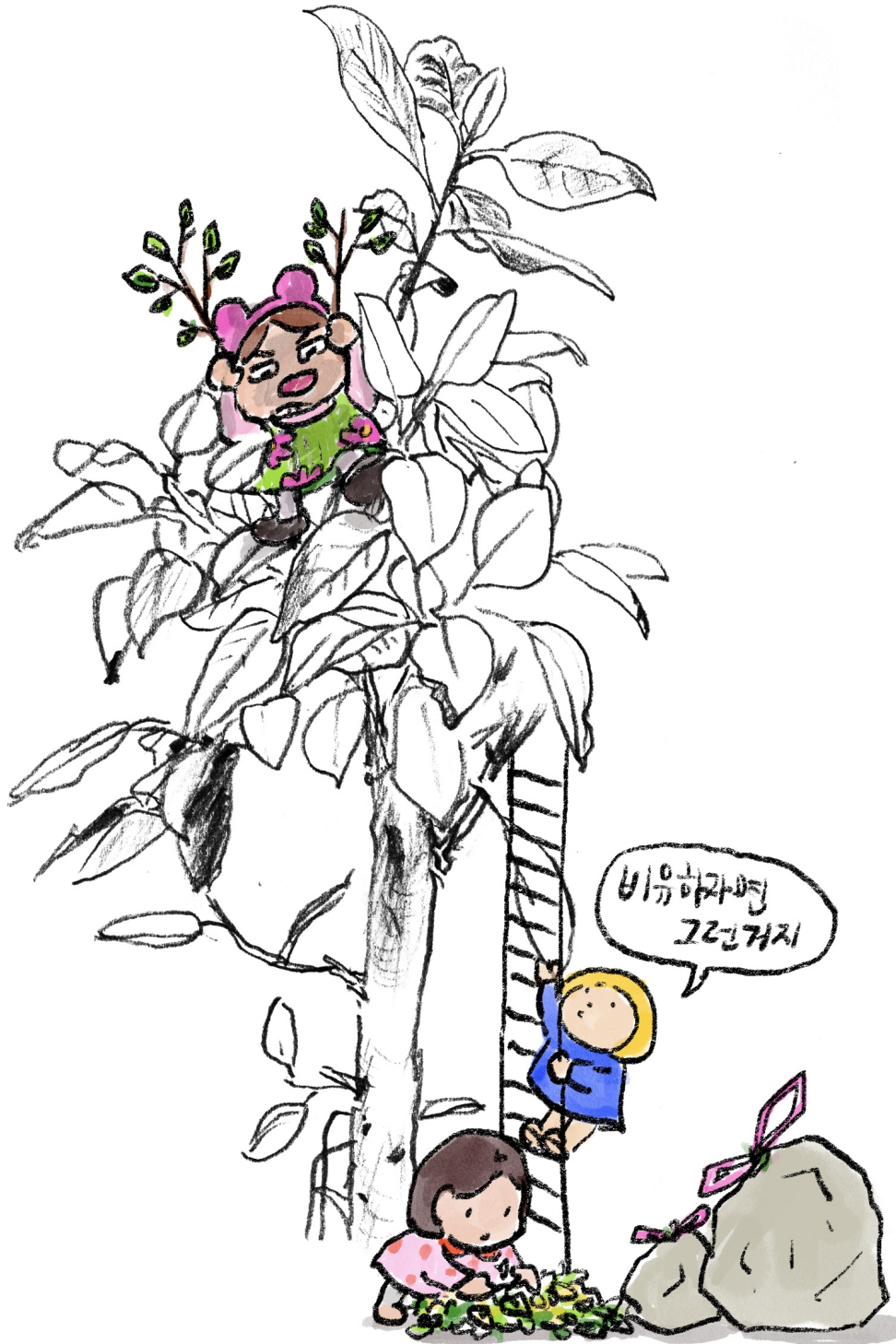
(점점 빠른 걸음으로) 히히. 다르게. 나두 뭐든 다르게 좀 생각해볼까. 이 세상과 다르게. 히히.



(뻤 새소리를 들으며, 속으로) 어떤 정의지?



기계적인 방식이란 걸 어떻게 정의했길래 컴퓨터가 나온걸까... 호.



2.3 컴퓨터 탄생 이야기: 기계적인 일을 정의하려고 한 이유로 돌아가보자구



(발길을 계곡쪽으로 내려서며) “기계적인 방식”을 정의하려던 이유가 무엇더라?



(바위들을 찬찬히 밟으며) “기계적인 방식”으로 사실인 문장만 모두 만들 수 있을까? 라는 의문을 가진 수학자들이 있었기 때문이야. 그 질문에 답을 하려면 질문이 뜻하는 게 뭔지 정확히 정의해야겠지.



(뒤따라 내려오는 비비를 돌아보며) 좋아 계속 가자. 그런데 “사실인 문장만 모두”가 걸리는데. 엄청 썬 말인데.



응응. 그 보다는 조금 소박했지. “자연수에 대한 참인 문장”으로 좁혀서, 모두 만들 수 있을까? 였어. 사실은.



(끼어들며) 정확히는 “자연수에 대한 단순한 참인 문장”이지. “단순한”이라는 꼬리표가 붙지.



모냐 방구. 단순한 문장이라니?



(맑은 계곡 물소리를 배경으로) 별애기 아냐. 자연수에 대한 문장들이 있을거 아니니. “ $1+1=2$ 이다” 같은. “모든 자연수는 그 보다 큰 자연수가 있다” 같은.



그런데 한 수 위인 문장이 있어. 자 봐봐. 제일 바닥에 자연수에 대한 문장들이 있다. 그 위에 그런 문장들에 대한 문장이 있을 수 있어. 예를들어...



“자연수에 대한 문장들은 모두 길이가 100자 이하다” 같은 문장. 한 수 위치?
“단순한” 문장은 제일 바닥에 있는 문장이라는 거야.



(계곡 너럭바위로 흩어져 있으며) 굳이 이렇게 따지고 분류하고 다르게부르고. 그럴것
까지야.



(방구의 투덜뻐를 물소리가 가려주고) (계곡물에 손을 담그며) 알았구. 보통 생각하는 자연수에
대한 문장들이네. 자연수에 대한 단순한 참인 문장. 올 클리어.



그래. 정리하면. 수학자들이 답을 알고 싶어서 안달이 났던 문제가...



“기계적인 방식으로 자연수에 대한 단순한 참인 명제만 모두 만들 수 있을까?
그런 기계적인 방식을 찾아라” 였어.



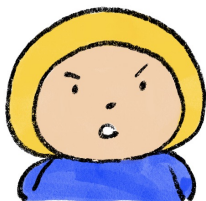
(너럭바위에 누으며) 대학입시 방법을 찾아라, 였구나. 노벨상 받을 학생만 골라서
모두 합격시키는.



하하, 비유하자면 그런거지.



(건너편 검은 숲 위로 물소리와 새소리가 섞인다) 이 문제가 공식적으로 수학자들에게 던져진
때가 1928년이거든. 그런데 3년후 1931년에...



그건 불가능하다고 밝혀져. 그런 기계적인 방식은 없다고.



자연수에 대한 참인 명제를 모두 찾아주는 기계적인 방법은 없다고 증명되지.



(입만 움직이며 속으로) 오 마이 갓!



2.4 컴퓨터 탄생 이야기: 튜링이 들은 강의



(이마를 손가락으로 지지하며) 증명이라. 으으. 딱딱해라.



(바위에 앉아) 겁먹지마. 증명됐다는게, 빼박 설득이 됐다는 얘기가. 쿨하지?



누구나 받아들일 수 밖에 없게 설득이 됐다고? 불가능하다고?



와. 멋진데.



(눈을 반짝이며) 근데 이게 컴퓨터 탄생과 먼 상관야? “기계적”이라는 것 빼고는 컴퓨터랑 상관없게 들리는데.



(계곡물을 스치는 제비를 보며) 희소식은 종종 의외의 곳에서 온다고. 조금 참고 계속 들어봐.



눈치가 빠르네. “기계적”이라는 말 때문에 컴퓨터가 탄생해.



짜-잔-



그 불가능하다고 밝혀진게 당시 수학기에서는 큰 소식이었나봐.



히히. 황당한 문제를 내구, 그 답은 없다구 불가능하다고 알게되면 큰 소식인가부지?



그 황당한 문제가 가능하다면 꽤나 놀라운 소식이야.



바바. 수학자들이 하는 일이 기계적인 일이 되버리는 셈이잖아. 수학자들은 참인 명제를 찾고 캐고 밝히는 일을 하잖아. 이게 기계가 할 수 있는걸까?



수학자들이 관심이 큰 문제였겠지?



(씹쓸한 미소로) 수학자들하군 잘 통하지 못할거같애. 그 사람들의 세계란게, 허.



(자기 생각만 하며 내달리는 것 같은 계곡물을 보며) 그 세계는 우리와 동떨어진 세계야. 우리와 늘 말섞는 세계는 아니지.



(바위에서 일어나) 하지만 가끔씩 그 세계에서 건져낸 것들이 우리들의 또다른 세계를 달구지. 그들의 세계는 그렇게 우리와 연결돼. 우리 모두를 가끔씩 화끈하게 달군다구.



그래서 아무튼 그 불가능하다는 사실이 큰 파장을 일으키지.



그거 증명한 사람은 스타가 됐겠네?



응. 괴델(Gödel)이라는 25살의 청년이었어.



기계적인 방식으로는 부족하다는 거야. 기계적인 방식이 정해지면 그 걸로는 만들지 못하는 참인 명제가 늘 있다는 거야.



(끼여들며) 당연히 그럴꺼 같은데. 이 세상의 사실들을 기계적으로 다 만들 수 있다면...



으으 먼가 죽은 별같고 생동감 없어서 끔직하다구.



그렇긴하지? 아무튼 이 증명이 널리 소문이 퍼지지. 당연히 영국 칼다리(캠브릿지 Cambridge) 대학에도 퍼지고.



그 대학 수학과와 젊은 교수가 그 증명내용을 한 학기동안 강의하는 강좌를 열어. 1935년이었어.



교수 이름은 막스 뉴만(Max Newman), 38세. 강좌 이름은 “수학의 기초와 괴델의 정리(Foundations of Mathematics and Gödel’s Theorem)”.



(자리에서 일어서며) 그 강의를 고스란히 우리한테 해줄건 아니지? 궁금한건 그 강의 내용이 아니라, 어떻게서 컴퓨터가 고안됐냐는 거잖아.



그래, 삼천포로 빠지지말고 집중해주길. 시간낭비 싫다고.



알았어요 방구님~ 물론이지.



그 강의를 들은 학생중에 아까 이야기한 앨런 튜링(Alan Turing)이 있었어.



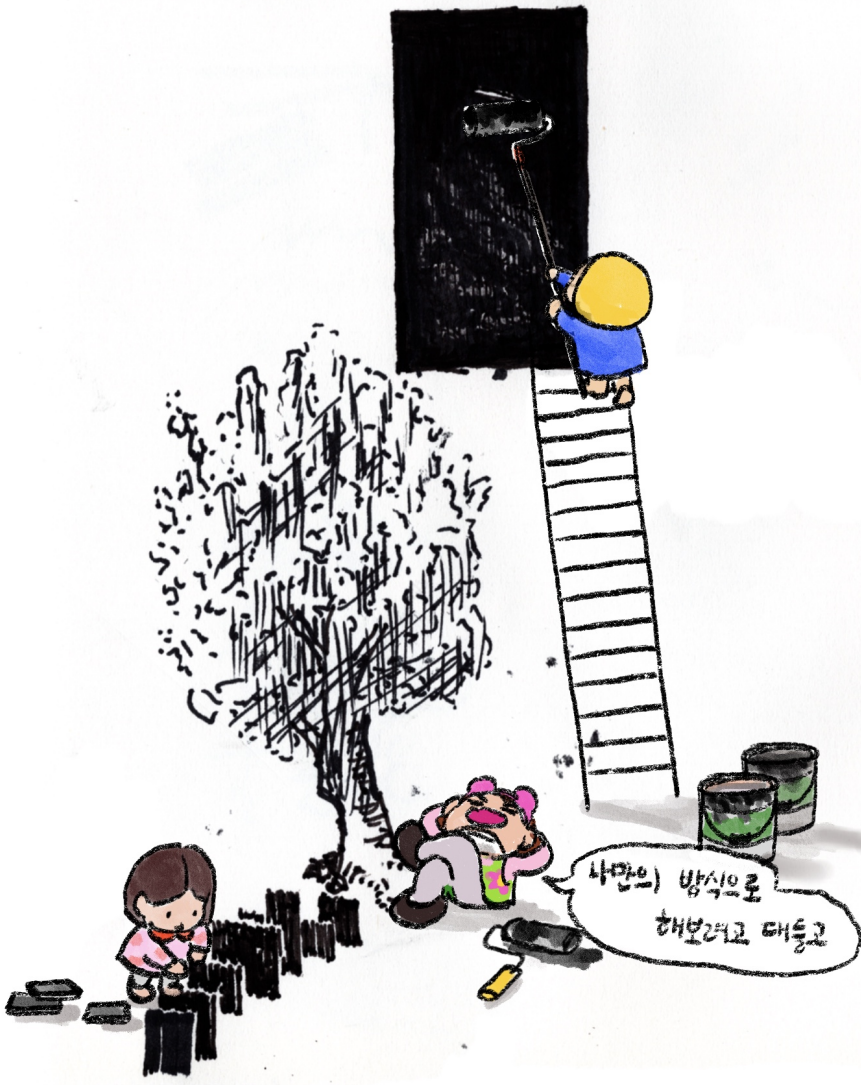
23살, 막 수학과를 졸업하고, 뭐할까 빈둥빈둥 캠퍼스를 어슬렁 거리던 학생이었어.



(조약들을 집어 계곡물에 던지며) 어떻게 아냐. 빈둥빈둥인지, 어슬렁인지, 바쁘게인지. 재미료치기 없기.



(수면을 스치며 빠르게 나는 새를 보며) 알씨. 아무튼 튜링이 이 강의를 듣고 “기계적인 방식”에 대한 호기심을 제대로 발휘하지!



2.5 컴퓨터 탄생 이야기: 튜링 생각의 시작과 스타일



(물가에서 다시 산길로 올라선다) (스저지와 방구를 모아놓고) 튜링소년 생각에, 강의를 들어보니 어떻게 증명했는지 알겠다. 그런데...



나 같으면 다르게 증명했을 것 같은데. 이러면서 자신만의 방식으로 같은 사실을 증명해봐.



(고개를 저으며) 괴델의 증명방식이 싫었던거줘.



크크. 나도 가끔 그런 충동이 생기던데.



(셋에서 벗어나며) 어떤 걸 배우고 나면, 그 방식보다는 더 좋은 다른 방식으로 같은 결과를 낼것 같고. 그래서 나만의 방식으로 해보려고 대들고.



방구 니가 그렇게 좇대있었다구? 믿어주지. 히히.



좇대있게 공부하려는 애들이 늘 있어. 나두 가끔 그랬구. 믿거나 말거나. 히히.



(면 소쩍새 소리를 배경으로) 내가 1935년에 칼다리(캠브릿지 Cambridge) 대학의 수학과 학생이었으면 나도 튜링같이 굴었을텐데. 언제 어디에 누구랑 있었느냐가 그렇게 중요하데니까.



세상은 우연과 운이 지배하는구나.



물론 그럴 수 있지. 히히.



아무튼. 증명해야하는게 “기계적인 방식론 모모모가 불가능하다” 였잖아.
그걸 증명하려면 “기계적인 방식”이 뭔지 명확하게해야지.



당연하지. “난 공부못해”를 증명하려면 “공부”가 뭔지 정확히 정해놓고 증명해야지.



사람들 사이에서는 대충 느낌으로 이해하고 넘어가는데. 꼭 정확히 정할 필요까지야 있냐?



(진지하게) 사람사이는 대개 그렇지만 수학의 세계는 다르지. 한계를 명확히 밝히고 뼈박 설득하려는 세계에서는 그렇게 해서는 안먹히지.



(숲에서 불어오는 바람을 맞으며) 어떤 문장이 사실인지 밝히는게 진심인 사람들. 그런 사람들이 가끔 세상을 흔들지. 하하.



(웃으며) 방구야 너 너무 자주 끼어든다. 좀 조용히 좀 해줄래?



하하. 방구 말 뭔가 생각꺼리도 되고 재밌는데 난!



아무튼, 어떤 문장의 참거짓을 밝히는게 진심이라면 그 문장에 나타나는 단어들의 뜻을 우선 정확히 정의해야하지.



(눈을 가늘게 뜨며) 근데 괴델두 “기계적인 방식”이 먼진 명확하게 정의하구 증명했을텐데?



당시 수학자들 사이에서는 “기계적인 방식”에 대해 으레 동의하는 것이 있었지만, 튜링은 좀더 확실하게 하고 싶었던것 같아.



(눈에 힘을 주며) 눈에 보이고 손에 잡히는 아주 확실한 것으로. 자기 맘에 드는 것으로. 기계는 기계의 모습으로.



(또 끼어들며) 영국이라는 그 지역 사람들이 공부하고 생각하는 스타일인듯 하다!



그래?



응. 구름잡지말것. 손에잡히고 경험하고 실험하고 확인되는 실제 것들만 이야기할것. 탁상공론, 상상, 허구 이런 것은 싫다고 할것.



“경험주의” 스타일이라고 그러잖아. 경험하고 실제하는 현장의 것들로 차곡 차곡 접어서 쌓아올리는.



몰랐어? 어허, 왜이래 아마추어같이!



비비, 방구말 맞아? 앤 너무 잘난척을 해서...



(열게 웃으며) 그런 성향이 있는것 같아. 영국이라는 섬나라의 생각의 스타일. 프랑스나 독일 쪽 하고는 좀 다르지.



아무튼, 튜링이 “기계적인 방식”을 우선 명확하게 아주 구체적으로 정의하지.



(앞서 달아나는 박새를 한동안 눈으로 쫓은 후) 지 맘대루?



2.6 컴퓨터 탄생 이야기: 튜링의 정의. 기계적인 방식, 애매해서 정의하기 어려워



튜링이 “기계적인 방식”을 새로 지 맘대루 정의한다구?



응. 자기 맘대로. 그렇지만 자기가 정의한 것이 충분하다고 설득하지.



충분하다구?



응. (발 아래 맹렬히 움직이는 개미들을 피하며) 사람들이 상상하는 기계적인 일들이 있을거야. 그런 것들을 모두 놓치지 않는 정의라는 걸 일단 설득해. 잘 한 정의라는걸.



놓치지 않는다는 게 뭘 말야?



사람들이 기계적인 일이라고 생각하는게 있잖아. 그런 것들이 다 자기가 한 정의에 들어온다고.



예를들어, 공부를 뭐다 라고 정의했다고쳐. 그리고 사람들이 공부라고 생각하는게 그 정의에 들어가지 않아. 그럼 그 정의는 충분하지 않은거지.



아라씨. 우리가 생각하는 기계적인 일을 모두 담아내는 그런 정의란 거지?



그러쥬.



그러면서두 애매한 것 없이 정의하긴... 쉽진 않아보인다. 히.



(잘 생긴 단풍나무에 손을 기대고 돌아보며) 맞아. 너희가 한 번 정의하려고 해봐.



(옆에 선 떡갈나무 잎을 따며) 반복해서 아무 생각없이 할 수 있는 일?



“아무 생각없이”를 어떻게 정의할건데? 그 걸 정의해야지.



(떡갈나무 잎을 앞니로 씹으며) 앵, 모야 알잖아 생각없이 하는 거 있잖아! 판 짓하면 서도 할 수 있는거.



(웃으며) 그걸 정의해야 해 명확하게. 어떻게 하는게 생각없이 하는건지, 판짓 하면서도 할 수 있는건지.



(잎을 버리며) 외워서 할 수 있는 일은 어때?



그런 일이 뭔데. 정확히 정의해봐. 외워서 할 수 있는 일이 뭐지? 애매한 정의를 또다른 애매한 개념으로 계속 도망만치고 있는거야. 끝만 훑고 있는 거라구.



아구, 어렵다 어려워. 애매한 걸 하나두 애매하지 않게 정의하기라니.



(머리를 긁으며) 이렇게 진짜 어렵지. 우리 머리속에 애매하게 있는 어떤 개념을 명확하게 애매한 것 전혀 없이 정의하기.



응 그거 꽤 어려운거 같애. 방구말 맞음.



(갑자기 멈춘 벨레소리) 근데, 정의까지는 했다구해. 그 정의가 충분한 정의라는 걸 어떻게 확신하는거지?



아무렇게나 정의하면 안되잖어. 모든 기계적인 일을 빠짐없이 담아낼 수 있는 정의여잖어.



(영롱한 눈빛으로) 그래. 그런걸 해내면 큰 일을 하는 거야.



이게 참 어려웠을것 같아. 이걸 튜링이 하지.



(각성한 눈빛으로) 핵심이다. 핵심이야. 지금 이 대목이 핵심야.



중요한 순간이지.



(비장한 표정으로 나무 위를 보며) 정의해보자고 정성스레 용맹정진한 시간들이 쌓이고. 그러면서 드디어 흔들리는 심연...



오-



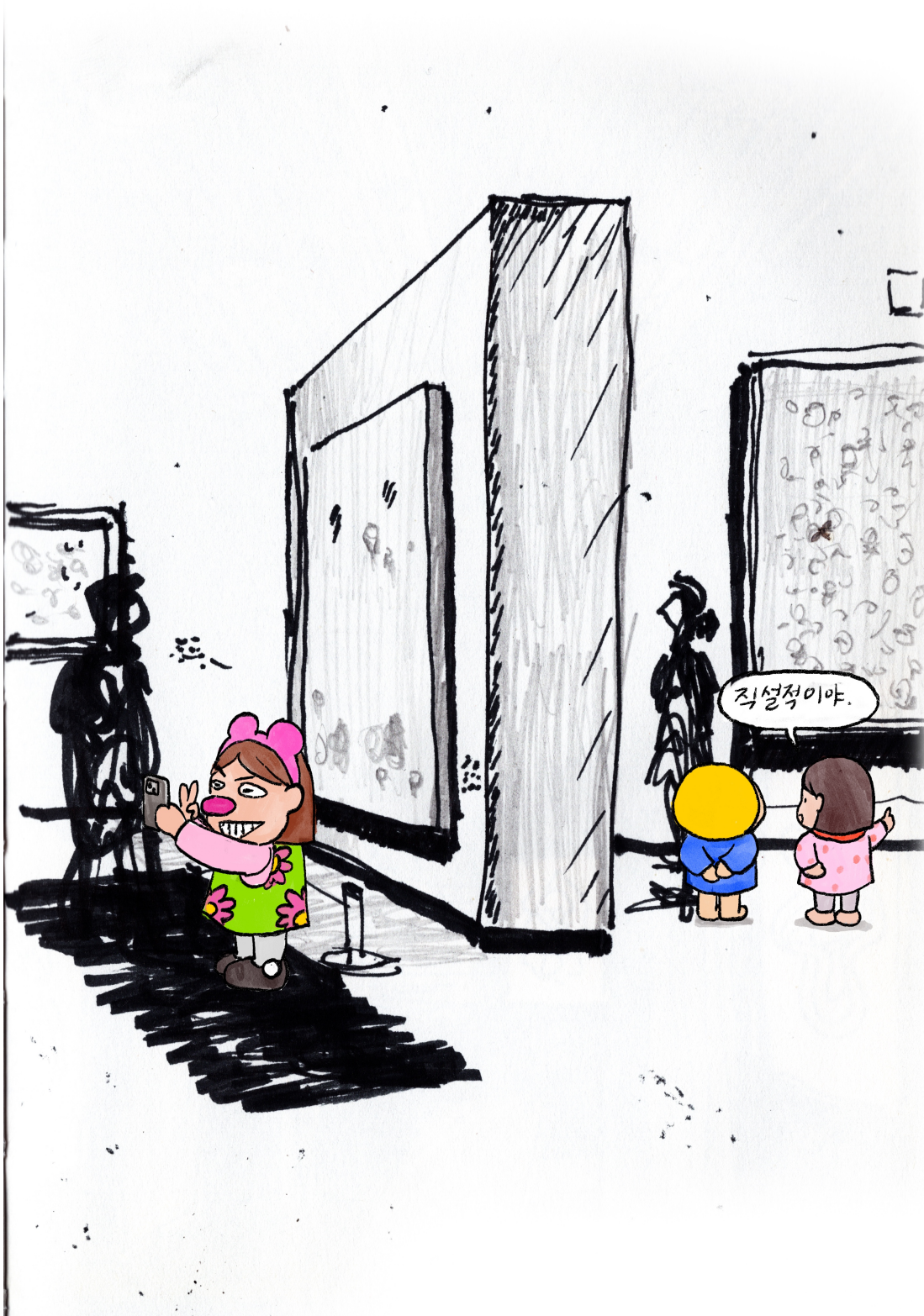
수백만년 진화의 결과로 쌓인 우리 몸 속 경험치 저 아래서 얼핏 떠오르는 단초!



(비비와 스저지로 눈길을 주며) 그 순간 아닐까. 그걸 낚아챈.



(벌어진 입으로 자기도 모르게 새나오는 소리) 와-아.



2.7 컴퓨터 탄생 이야기: 튜링의 정의. 기계적인 방식, 장난감 조립 키트를 상상하라구



잠깐. 근데 우리 녀름 멀리가진 말자. 산책이 아니고 점점 오지 트래킹 같아지잖아!



그래!



(모두 왔던 길로 유턴하면서) “기계적인 방식”을 튜링이 어떻게 정의했어?



아주아주 단순하게. 거창한 것 하나없이. 오직 칼과 도마로만 승부하는 요리사같이. 대단한 요리도구를 잔뜩 쓰면서 호들갑떨지 않고.



흠. 고수의 냄새.



(후두둑 떨어지는 도토리들) 튜링 소년은 아주 단순한 부품들을 상상해. 소박하고 일상적인 부품들. 작동과정이 정확하게 정해진 부품들.



이 부품들로 만들어서 작동되는 일. 그런 일들이 기계적인 일들이다, 라고.



장난감 키트같은데?



정확해. 그 키트에 담긴 부품들로만 만드는 기계. 그런 기계가 하는 일이 기계적인 일이다, 라고 정의한거야.



부품들이 하는 일은 무지 간단해. 정확하게 정해져있어. 무슨 마법이 일어날 부품이 아니야.



굉장히 단도직입적인데!



(눈에 힘을 주며) 응. 직접적으로. 애두루지 않고 직진하기.



손에 잡히는. 아주 간단하고 애매한 구석은 일도 없는 명확한 부품들로.



이것들로만 껴맞춰서 작동하는 기계. 이렇게 만든 기계가 하는 일. 이게 기계적인 일이다, 라고.



(칭량한 바람이 셋을 흔든다. 바람에 밀리는 스저지) 직설적이야. 빈틈이 없어.



(비비도 같이 민다) 빈틈이 있다는건 불명확하다는거지.



(바람을 가르며 랩 하듯이) 여지를 남기면 미끄러-져! 사실이 그리로 새버-려!



(그 랩을 받아) 네 이놈, 넌 누구냐? 누구인지를 한치 빈틈없이 정해야겠다. 요우!



(끼어들며 차분히 그리고 천천히) 그래야 파악할 수 있지. 네 놈이 뭘 할 수 있고 뭘 할 수 없는 놈인지. 하하하.



(마무리 랩으로) 응 그런거-지. 요우!



2.8 컴퓨터 탄생 이야기: 튜링의 정의. 기계적인 방식, 애매한게 전혀 없다구



호호. 끼가 있다 너희들! 괜찮은 듀운데!



아주 가끔 죽이 맞기두 해, 히히.



(잠시 급한 내리막 때문에 긴장하고나서) 그렇지, 기계적인 일이 뭔지를 한치의 여지도 없이 정확히 정의해. 그래야 그것의 한계를 밝힐 수 있지.



(난처하며) 과학하는 과정이란게 대개 이런거지. 유치할 수 있지만 정확하게.



(점점 힘차게) 그래서 그것의 가능성의 경계를 정확히 파악하지. 그래서 가능한 경계쪽 최후의 구석까지 놓치지 않고 알고싶어하는 기세. 혹은 알아야겠다는 용맹함!



멋진데. 방구 너 말구. 그렇게 여지없이 정확하구 명확하게 정의해낸 용기말야!



(웃으며 멈춰서며) 아무튼, 튜링이 사용한 부품들은 이래.



그래 그 장난감 키트. 거기 들어있는 부품들이 뭔데?



(손을 들고 엄지를 접으며) 읽고 쓸 테잎. 종이에잎이라고 그러자. 종이에잎은 한없이 긴데 칸칸히 나눠져 있어. 한 번에 한 칸만 읽거나 쓸 수 있고.



(검지를 접으며) 그리고 종이테잎 한 칸이 하이라이트돼있어. 그 칸의 글자를 읽고 덮어 쓰게돼. 하이라이트는 작동하면서 옮겨다녀. 이 칸 저 칸으로.



(중지를 접으며) 그리고 현재상태를 표시하는 전광판.



(약지를 접으며) 그리고 작동규칙표. 이 작동규칙표에 있는 규칙대로 기계가 작동하게되. 작동규칙표는 작동규칙들이 모여있는거고.



(네 부품을 흙바닥에 그림으로 그려보고) 하나의 작동 규칙이 정하는 작동은 이래.



현재 하이라이트된 칸에 있는 글자와 현재상태가 무엇무엇일때 그 칸에 무슨 글자를 덮어쓰고 다음상태는 뭐가 되라. 그리고 하이라이트는 어디로 움직여라.



그 어디로도 아주 간단해. 세 가지 밖에 없어. 제자리에 있거나, 오른쪽으로 한 칸 가거나 왼쪽으로 한 칸 가거나.



예를 들어바바.



그래. 테잎에 0 1 을 반복해서 쓰는 기계를 위의 부품들로 만들어볼 수 있지.
(흙바닥에 그려준다)



(방구와 함께 바닥에 그려진 기계의 작동을 확인해 보고) 오 맞네. 그치?



근데 그런 간단한 일을 이렇게 복잡하게!



네 가지 부품들이 너무나 작동이 간단한 것들이라 그런거야.



(턱을 엄지와 검지로 쓰담으며 비비를 보고) 흠. 그렇게 정해진 부품들로 작동하는거, 그거
만 기계적인 일이라구?



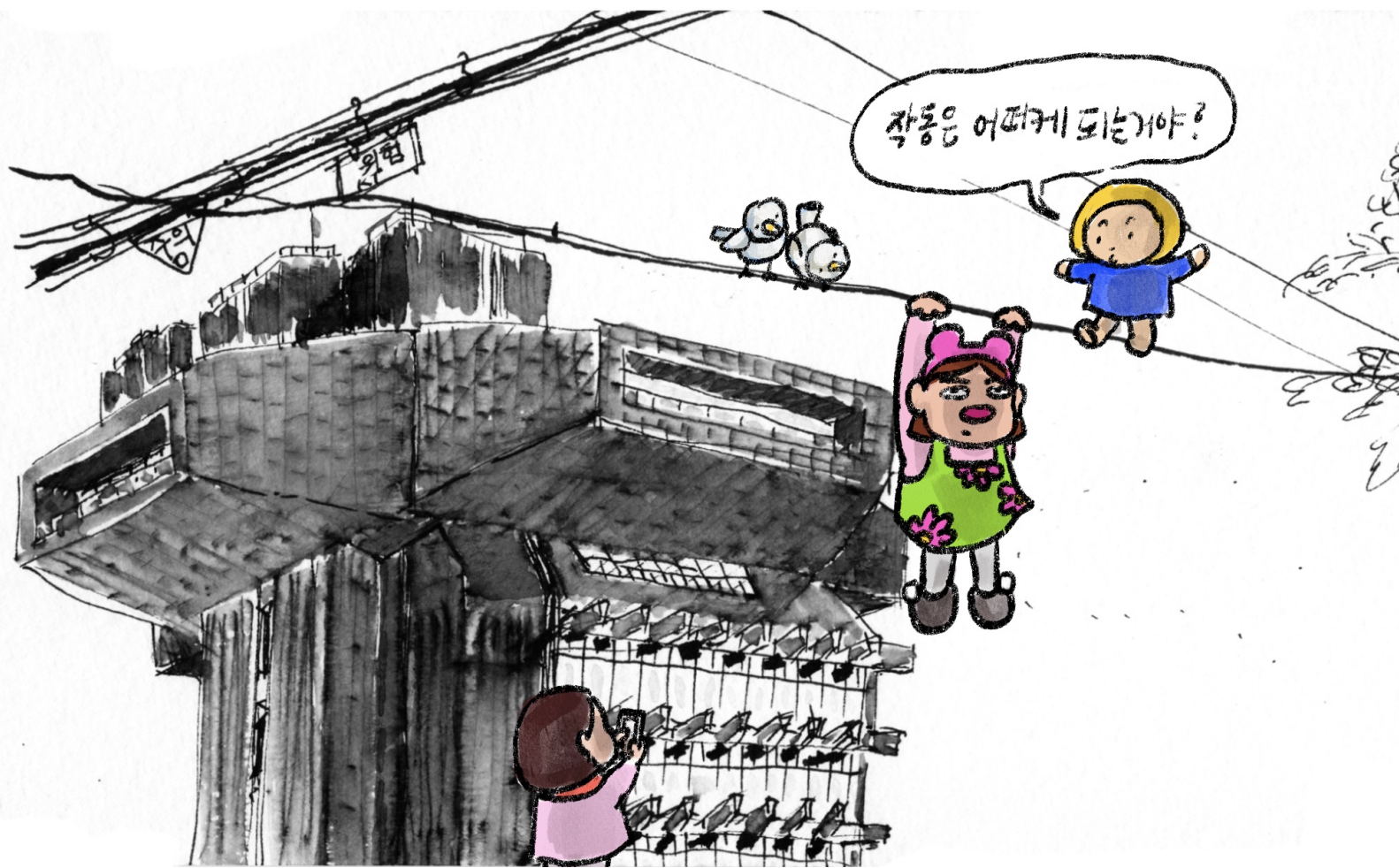
(확실하게) 응. 그리고 그렇게 만들어진 기계들을 튜링기계(Turing machine)라
고 불러.



자기 이름을 붙였네? 축스럽지도 않았나부지?



사람들이 나중에 그렇게 붙여준거고~



2.9 컴퓨터 탄생 이야기: 튜링의 정의. 기계적인 방식, 튜링기계의 작동



(돌아나온 산길 초입)(마을어귀 평상에 앉으며) 종이에앞에 쓸 수 있는 글자가 한 없이 많아도 되구?



(신발을 벗으며) 무한히 많으면 안돼. 유한개야 해. 유한개의 글자로 반복적으로 한 없이 길게 종이에앞에 쓸 수는 있지.



기계상태가 한 없이 많아도 되구?



유한개야 해.



작동규칙들이 한 없이 많아도 되구?



유한개야 해.



모든 개 유한개야 하는구나.



(가부좌 자세를 바로 잡으며) 응. 하나의 튜링기계를 만들었다는 건...



테이에 쓸 유한개의 글자를 정하고, 유한개의 기계상태를 정하고, 유한개의 규칙표를 정해놓는 걸 말해.



작동은 어떻게 되는거야?



(허공에 튜링기계를 상상하며 손짓한다) 그 튜링기계의 테잎에 처음에 뭐가 쓰여있고, 시작 상태는 뭐로하고, 하이라이트가 어느 칸에 놓여있는지 정해지면...



이때부터 작동이 진행되는거지.



한 번의 작동은 이렇게야. 현재 하이라이트된 칸의 글자와 현재 상태가 있잖아? 그럴때 뭘하는지 정한 규칙이...



규칙표에 있는지 찾아. 찾으면 그 규칙대로 일을 해. 이게 한 번 일 한게 돼.



(다가와 꼬리치는 마을 강아지를 쓰다듬으며) 규칙대로 일하고 나면 새로운 상태와 새로운 테잎 모습과 새로운 하이라이트 칸이 정해지겠지. 그럼 다음 번 작동을 같은 방식으로 해.



현재 기계 상황에 해당하는 규칙을 찾아서 그대로 작동하기. 이걸 반복해서 계속하는 거야.



언제 끝나는거구?



현재 기계 상황에서 해야할 일이 규칙표에 없으면 멈추는 거지. 작동 할 규칙이 없으면 작동멈춤.



안끝나기도 해?



그럼. 매번 규칙표에 해당하는 규칙이 있으면 계속 일하는 거지. 예를들어, 아까 0 1 을 반복해서 쓰는 기계 보여줬잖아. 그 기계는 끝나지 않지.



(고쳐 읽으며) 알았어. 그렇게 만든 튜링기계가 하는 일이 기계적인 일이다, 라구 정의했다는거구?



응. 그렇게 더하기 하는 튜링기계를 만들 수 있어. 그러므로 더하기는 기계적인 일.



그렇게 유튜브 튜링기계를 만들 수 있어. 그러므로 유튜브 동영상틀기는 기계적인 일.



그렇게 카톡 튜링기계를 만들 수 있어. 그러므로 카톡 주고받게하기는 기계적인 일.



그렇게 인공지능 튜링기계를 만들 수 있어. 그러므로 인공지능은 기계적인 일, 등등.



오케이 알겠는데...



(한동안 양 손가락을 마주 튕기다가) 놀라운건 그렇게 복잡한 것들이 그렇게 간단한 부품으로 만들어진다니 믿기지 않네.



하하. 스저지, 실물이 있는데 믿지 못해? 그것들 우리가 앱으로 쓰고 있잖아. 그 실물들이 모두 튜링기계들인거야.



(한손위에 입과 턱을 얹으며) 못지다!



(강아지 꼬리를 쓸어내려주며) 레고블락 장난감 키트 생각나? 간단한데 그걸로 복잡한 벼라별걸 다 만들 수 있었던. 비슷하지.



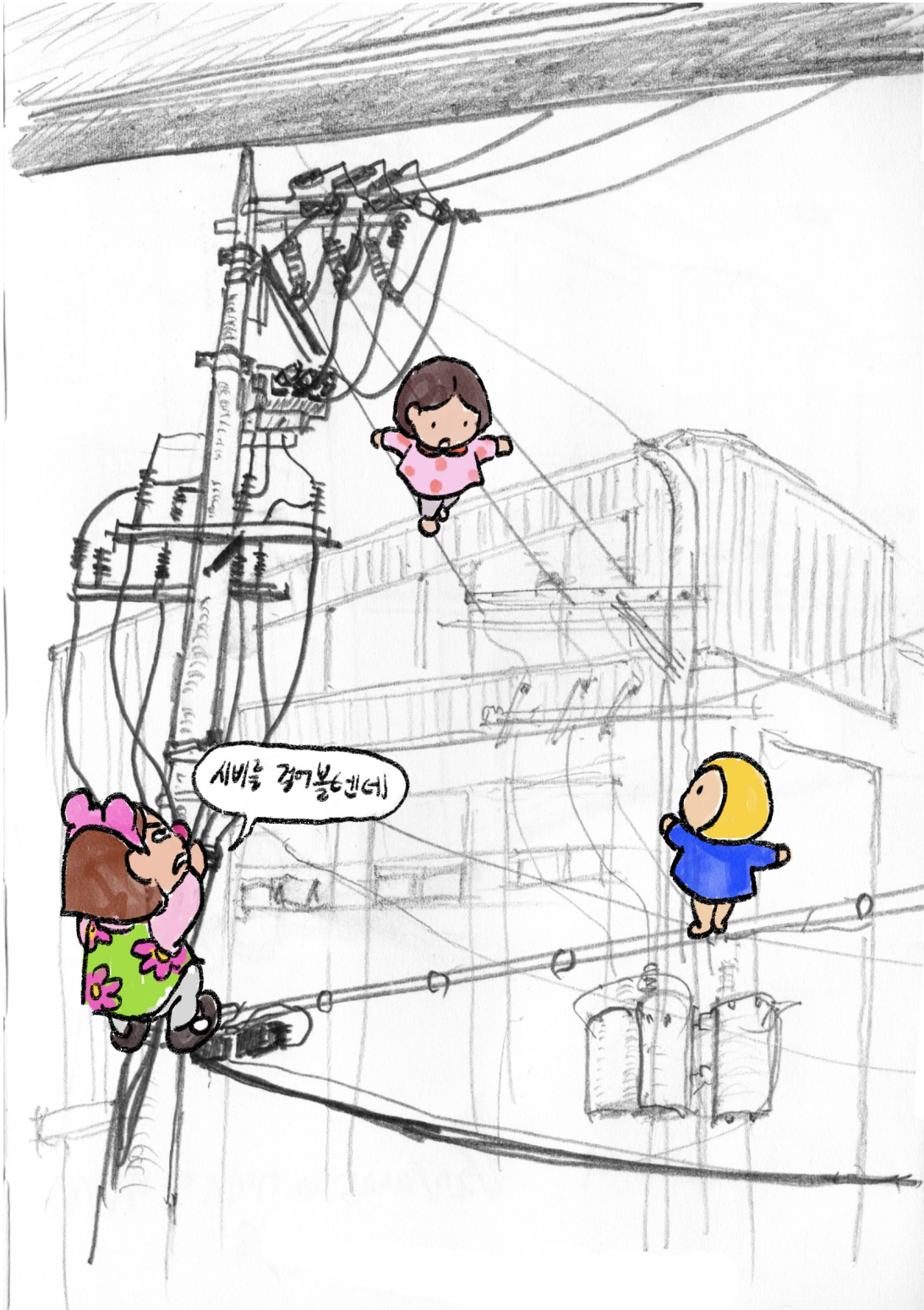
그렇게 간단한게 사람지능 같은걸 만들어낸다는게 충격이도다.



더 놀라운건 그 반대야. 사람지능이란게 그렇게 간단한 걸로 작동되는 거라는게 더 충격이지. 사람지능은, 인간은, 별거 아니었어 라고 날리는 펀치말야.



과학이 신을 구석으로 몰아붙였듯이 우리 인간도 구석으로 몰아붙이고 있다 구.



2.10 컴퓨터 탄생 이야기: 튜링의 정의. 기계적인 방식, 튼튼한 정의라구



(약점이라도 잡은 듯) 근데... 튜링이 생각한 부품들로 충분한가? 이 세상 우리가 상상하는 기계적인 일들. 이것들 다 튜링기계로 만들 수 있다구? 누가 그래?



(흔들리는 눈 빛을 흘리며) 그렇게 믿고있어. 사람들이. 증명된건 아니야. 그 정의가 맞는지 알 수는 없어. 그런데 사람들은 그 정의면 충분하다고 받아들이지.



이런게 패러다임이란거지? 지금 사람들이 받아들이고는 있지만, 지금으로는 그게 맞다고 인정하지만... 그러나 언젠가는 깨질.



응응 그런거지. 아무튼 다른 사람들도 기계적인 일을 정의해 봤는데. 독립적으로. 서로 전혀 모르고서. 그런데 본질적으로 똑같은 정의를 냈더라구.



(한 쪽 눈썹을 올리며) 본질적으로 똑같은 정의라는데 먼 소리지?



이 정의에 따른 기계적인 일을 저 정의에 따른 기계적인 일로 표현할 수 있고 그 반대도 마찬가지고.



어떻게 해보려고 해봤자 부처님 손바닥 안이었구나.



응. 방구, 정확한 비유야. 그래서 사람들이 더 확신하게 된거지. 기계적인 일의 정의는 그것이 충분한가 보다. 더 이상 없나보다.



여러 사람이 정의한 것이 결국 같은 거라니. 그게 다인가 보다구?



응.



나같으면 계속 시비를 걸어볼텐데. 이것도 기계적인 일인것 같은데 그 정의 속에 들어오는 지 시비걸기.



(어미 강아지가 다가와, 두 마리를 동시에 쓰다듬으며) 응. 사람들이 그렇게 계속 시비를 걸었지만 아직 깨지지 않고 있어.



지금 그 정의로 모두 표현할 수 있었어. 아주 튼튼한 정의였던거야.



깨지지 않은 정의. 확장할 필요가 없는 정의. 그것으로 되었다 싶은 정의.



쉽지는 않았을텐데. 그런 정의를 만든다는게. 그치? 아닌가?



맞아. 수많은 후보중에서 최대한 간단하게 그런 정의를 짚어올린다는게. 만 들어 놓은걸 보면 참 쉬워보이지만.



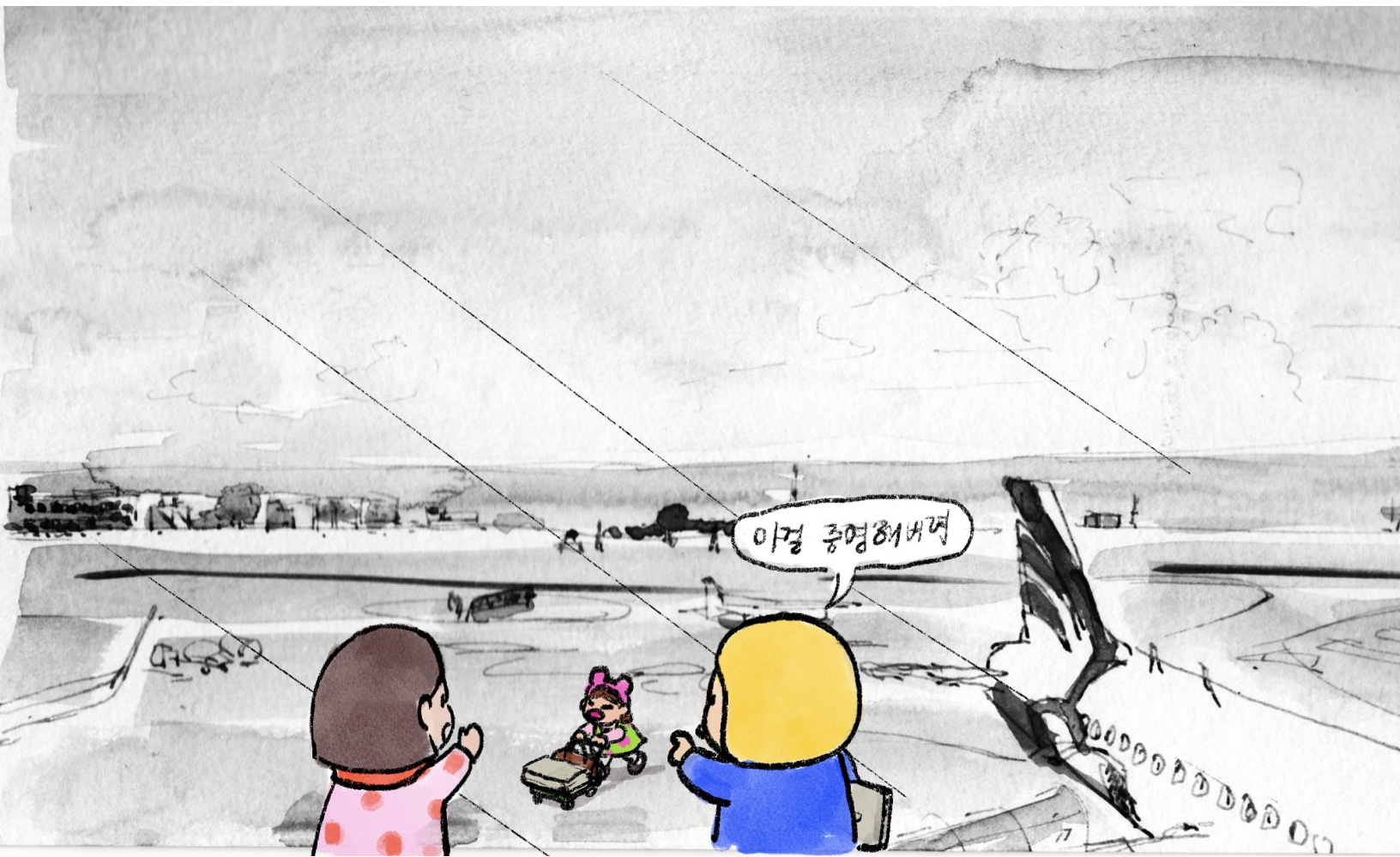
모르지. 쉽게 후딱 해 버렸을 수도.



(먼 산을 바라보며) 하나에 집중하던 정성스런 시간들이 쌓이다가 얼핏 떠오르는 단초. 이 순간 아닐까.



(평상에 벌러덩 누우며) 그런 순간은 어떤 순간일까? 쟁구싶다. 히히.



2.11 컴퓨터 탄생 이야기: 튜링 증명에서 튜링기계를 글로 쓰는게 필요해



(제주 가시리, 국제 트레일런 대회 출발광장) (복잡이는 사람들 사이에서) 지난번 어디까지 이야기 했지?



(허리를 돌리며) 기계적인 작업을 정의했던거하고, 튜링기계로 돌릴 수 있는 일로. 그리고 튜링기계는 무슨 부품으로 만들고, 작동은 어떻게 되는지. 그런 얘기까지 했지.



(제자리 다리 올리기를 하며) 맞아. 그래서, 그렇게 정의하고 이제... 기계적인 방식으로 불가능한 게 있다는걸 보이는 거구나.



응. 그 부품으로 아무리 기계를 만들려고 해도 자연수에 대한 참인 단순 명제를 모두 써내는 기계는 만들지 못한다. 그건 불가능하다. 이걸 증명해버려.



(주의를 집중하며) 그 증명에서 컴퓨터의 청사진이 쓰여 나타난다는 거구?



응. 증명에 필요한 소품으로 특이한 튜링기계를 만드는데 이게 컴퓨터의 원천 설계도인거야.



(확인차) 기계적인 일이라면 다 할 수 있는 튜링기계?



응. 기계적인 일을 입력으로 받아서 그 일을 하는 튜링기계. 컴퓨터지. 뭐든 기계적인 일을 다 해내는.



기계적인 일? 그건 정의하길 그 일을 하는 튜링기계가 있다는 말이잖아?



그렇지. 다시말하면, 튜링기계를 입력으로 받아서 그 일을 하는 튜링기계. 컴퓨터지.



(위밍업 체조를 멈추고) 근데 튜링기계를 입력으로 어떻게 받아?



(축제분위기 음악소리가 커지는 출발광장, 큰 소리로) 짜잔, 놀라지마. 튜링기계는 글로 표현할 수 있기 때문이야. 만들어놓고 작동준비가 다 된 튜링기계를 글로. 이걸 글로 정확히 표현할 수 있어.



모라구? 튜링기계를 글루? 어떻게?



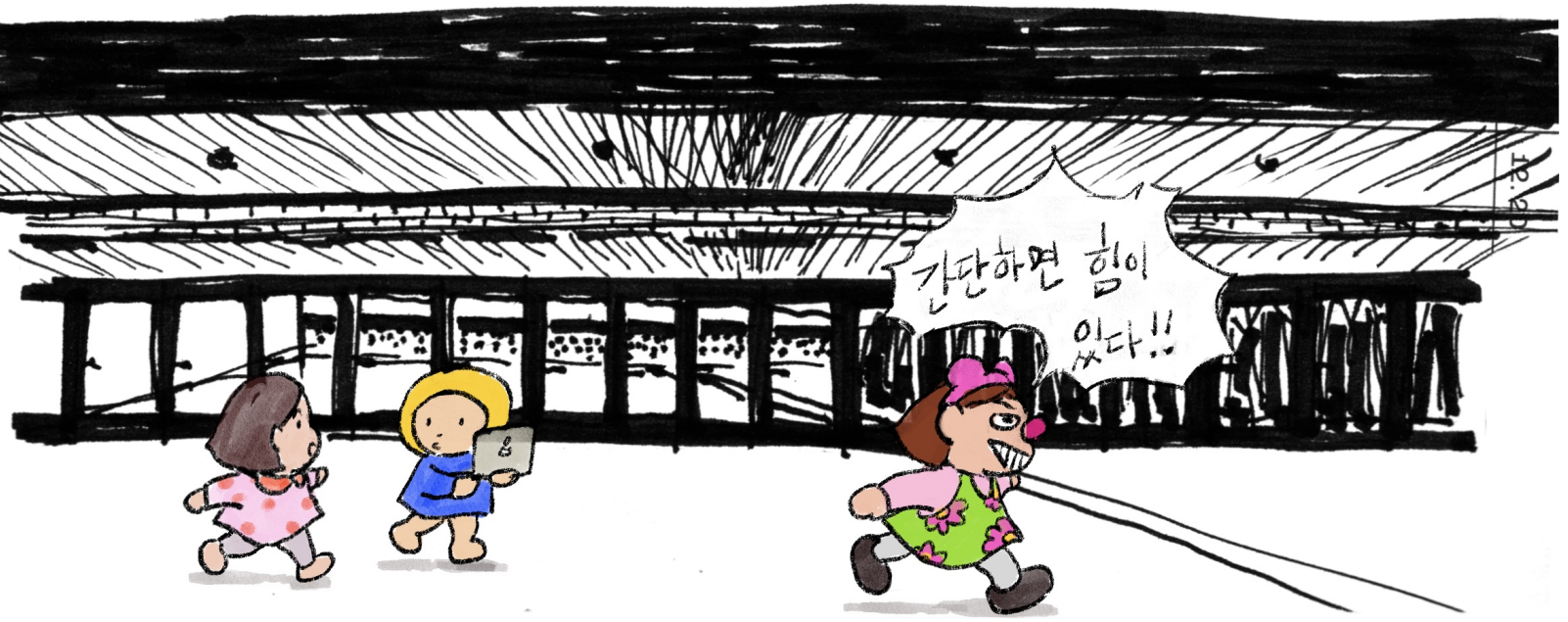
뭐든 글로 표현할 수 있잖아.



(비비 어깨를 툭 치며) 뭔소리야. 글이나 말로 표현못하는 게 이 세상에 얼마나 많은데.



(대회 시작 휘슬이 울리고) 오케이, 일단 뛰자구!



2.12 컴퓨터 탄생 이야기: 튜링기계를 글로 표현할 수 있어



(숲속 평탄한 코스를 셋이 나란히 달리며) 글로 표현못하는 건 많지. 헉-헉-



(달리는 속도를 줄이며) 그런데 튜링기계는 가능해. 만든거보면 글로 그대로 표현할 수 있어. 그 부품이 너무 간단하고 단순해서 그래. 후-후-



부품마다 작동이 정확하게 정해져있구. 그 부품들이 간단한 것들이구. 그런 것들로 간단히 만든거니...



(깨달은듯) 간단한거라면 글로 정확히 그대로 표현할 수 있지. 후-후-



아주 간단하다면. 후-후-



(방구쪽으로 고개를 돌리며) 튜링기계가 그 만큼 간단하거든! 후-후-



실감이 안돼. 후-후- (마침 코스 앞에 나타난 소뿔 때문에 달리기가 멈춰지고) (비비가 스저지와 방구를 숲속 한갓진 곳으로 몰고간다)



(한쪽 무릎을 꿇고 토박토박 흙바닥에 쓴다) 테잎: 1. 1 1 상태: 1 규칙표: 1 1 2 >, 1 2 1 2 <, 1 1 1 >



(숨을 고르며) 모야? 후-



(스저지와 방구를 번갈아 올려보며) 자 바바. 튜링기계의 상황을 글로 쓴거야. “테잎:”

오른쪽에 테일을 쓴거야. 한칸에 한글자. 점 왼쪽이 현재 하이라이트된 칸을 뜻하고.



“상태:” 오른쪽엔 기계상태를 쓴거고.



“규칙표:” 오른쪽엔 규칙들이 십표로 구분되어 써있고.



한 규칙은 다섯부분으로 되었고. 현재 하이라이트 위치에서 읽은 글자, 기계 상태, 덮어 쓸 글자, 다음 기계상태, 그리고 하이라이트 위치의 움직임.



그니까, 규칙 $\neg 1 \neg 2 >$ 는 현재 하이라이트된 칸에 \neg 이 있고 상태가 1이면 칸에 글자를 \neg 으로 바꾸고 다음 상태는 2가 되고 하이라이트를 오른쪽으로 한 칸 이동하라, 라는 뜻이야.



“>”은 하이라이트를 오른쪽으로 한 칸 옮겨라, “<”은 왼쪽으로 한 칸 옮겨라, “||”은 제자리에 있어라.



(방구를 보며) 싱겁네. 당연히 가능하네.



간단하기 때문야. 기억해. 간단하기 때문에 강력하다구. 간단하므로 어마어마한 일이 벌어질 수 있다구.



오호. 인정. 기대치 최고로 상승중.



좋아. 위의 기계를 한번 실행하면 어떻게되지?



(천천히 꼼꼼하게) 음... 읽은 글자가 1이고, 상태가 1 이니까, 규칙중에 $1 \rightarrow 2$ 를 하게되구. 그니까 읽은 글자 1이 테잎에서 2이 되구, 상태는 2가 되구, 하이лай트되는 칸은 오른쪽으로 한칸 움직이구.



그러니까 이렇게 되겠네.



(천천히 푼박푼박) 테잎: 111 상태:2 규칙표: $1 \rightarrow 2$, $2 \rightarrow 2$, $1 \rightarrow 1$



맞아!



(삼나무 숲 향기로운 바람) (눈을 반짝이며) 글쿠나. 튜링기계의 상황을 글로 정확히 표현할 수 있겠네. 글이 짧지는 않겠지만.



길겠지만 항상 유한한 글이지.



(쭈욱 뻗은 삼나무를 올려다보며) 간단하면 힘이있다. 바깥으로 펼치는 일만이 아니라. 안으로 말아내는 일도 벌일 수 있다.



간단한 자기이므로 자기를 품을 수도 있다. 간단하면 모든 걸 품을 수 있다.



(하늘 높이 맴도는 솔개를 보며) 오호, 그럴듯한데 방구. 비워져야 채울 수 있다. Less is more!



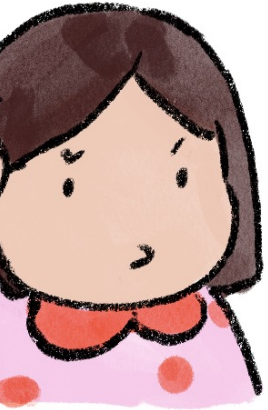
맞아. 단순하니까, 단순하니까 그런 자신마저 표현할 수 있고, 문답아도 될 만큼 모든 걸 담아낼 수 있게되는거야. (다시 달리기 행렬이 움직이기 시작하고, 재빨리 합류하는 셋)



2.13 컴퓨터 탄생 이야기: 튜링 증명에 드러나는 컴퓨터의 원천 설계도



(숲에서 나와 개활지가 펼쳐지며) 잠깐... 그러쥬... 헉-헉-



잘하면 글로 표현된 튜링기계를 작동시키는 것도 기계적일 것 같은데. 헉-헉-



그렇지. 바로 그거야. 하하. 핵심. 컴퓨터의 핵심! 헉-헉-



입력으로 받은 튜링기계를 작동시키는 것을 규칙들로 표현할 수 있어. 헉-헉-



(시원한 바람을 맞으며) 감이와. 가능할것 같아. 헉-헉- 왜냐하면 튜링기계의 작동이란게 너무 단순한 일이라. 헉-헉- 그걸 하도록 하는 규칙이 튜링기계의 규칙표 방식으로 또 가능할듯. 헉-헉-



무슨 소리니? 뭘 말인지 헷갈리는데. 헉-헉-



자 바바바. 차근차근 이야기해볼게. 헉-헉-



우리가 튜링기계를 보면 그걸 돌리는 일을 해 볼 수 있잖아? 헉-헉-



우리야 그렇지, 당연히. 헉-헉-



(천천히) 그런데, 보니까 우리가 하는 튜링기계를 돌리는 작업 자체도, 그 자체도! 튜링기계로 꾸밀 수 있을거라는 거야. 헉-헉-



이런거지. 예를들어서. 어떤 꼬마가 숫자 더하기는 다 계산할 수 있다고해. 더하기 식을 주면 답을 내는거야. 그런데, 더하기를 해내는 그 꼬마의 작업 과정도 더하기 식으로 표현할 수 있겠다는 거지. 비유하면. 헉-헉



오호! 알겠네! 테잎에 쓴 튜링기계를 돌리는 작업도 튜링기계 규칙으로 표현할 수 있을거라는 거구나! 헉-헉-



(방구를 향해) 응, 그거야! 헉-헉-



자. 됐지? 이제 그런 튜링기계를 곧바로 만들어보기 전에, 천천히 생각해 보자구. 헉-헉-



위의 방식대로 일렬의 글자로 표현한 튜링기계를 테잎에 담았다고 해. 헉-헉- 그 글을 보면 그 기계의 다음 작동을 해 볼 수 있을거같지않아? 헉-헉-



(조금 후) 테잎에 쓴 튜링기계를 잘 보면 그 작동을 해 볼 수 있지. 헉-헉-



그치! 그리고, 작동을 한 번 하면 어떤 기계상황인지 그 글을 조금 바꿔 쓸 수 있겠지 않아? 헉-헉-



(달리기 속도를 줄이며) 기계의 테잎을 뜻하는 부분에 새로 쓴 결과를 덮어쓰면되구. 기계의 상태를 뜻하는 부분에 새로운 상태를 덮어쓰면되구. 후-후-



그렇지! 후-후-



(눈을 반짝이며) 그리고 그런 일을 하는 걸, 테잎에 쓴 튜링기계를 작동시키는 걸, 모두다 튜링기계 규칙들로 만들 수 있을것 같어. 후-후-



(뛰는 발이 가벼워진다) 응응! 맞아! 튜링기계의 각 부품을 어떻게 글로 표현하는지는 정해져 있구...



그 글의 어떤 글자를 찾아가면 어떤 부품을 뜻하는게 되구 등등이 정해져있을테니. 후-후-



얼썬. 후-후- (선회하며 점점 더 높이 나는 솔개)



(달리는 속도가 빨라지며) 입력된 튜링기계의 현재 상태를 읽구, 헉-헉- 하이라이트된 칸의 글자를 보구, 헉-헉- 그에 맞는 할 일을 그 튜링기계의 규칙표가 있는 곳에서 규칙을 찾구. 헉-헉- 그 규칙이 시키는 일도 간단하니 따라하는 것도 간단히 되겠네. 헉-헉-



그렇지! 헉-헉-



(다시 천천히) 그 튜링기계의 현재 상태를 바꿔쓰구, 후-후- 그 튜링기계의 테잎에 써진 글자를 바꾸구, 후-후- 하이라이트 위치를 바꾸구, 후-후- 이렇게 해서 다음 할 일을 또 해가구. 후-후-



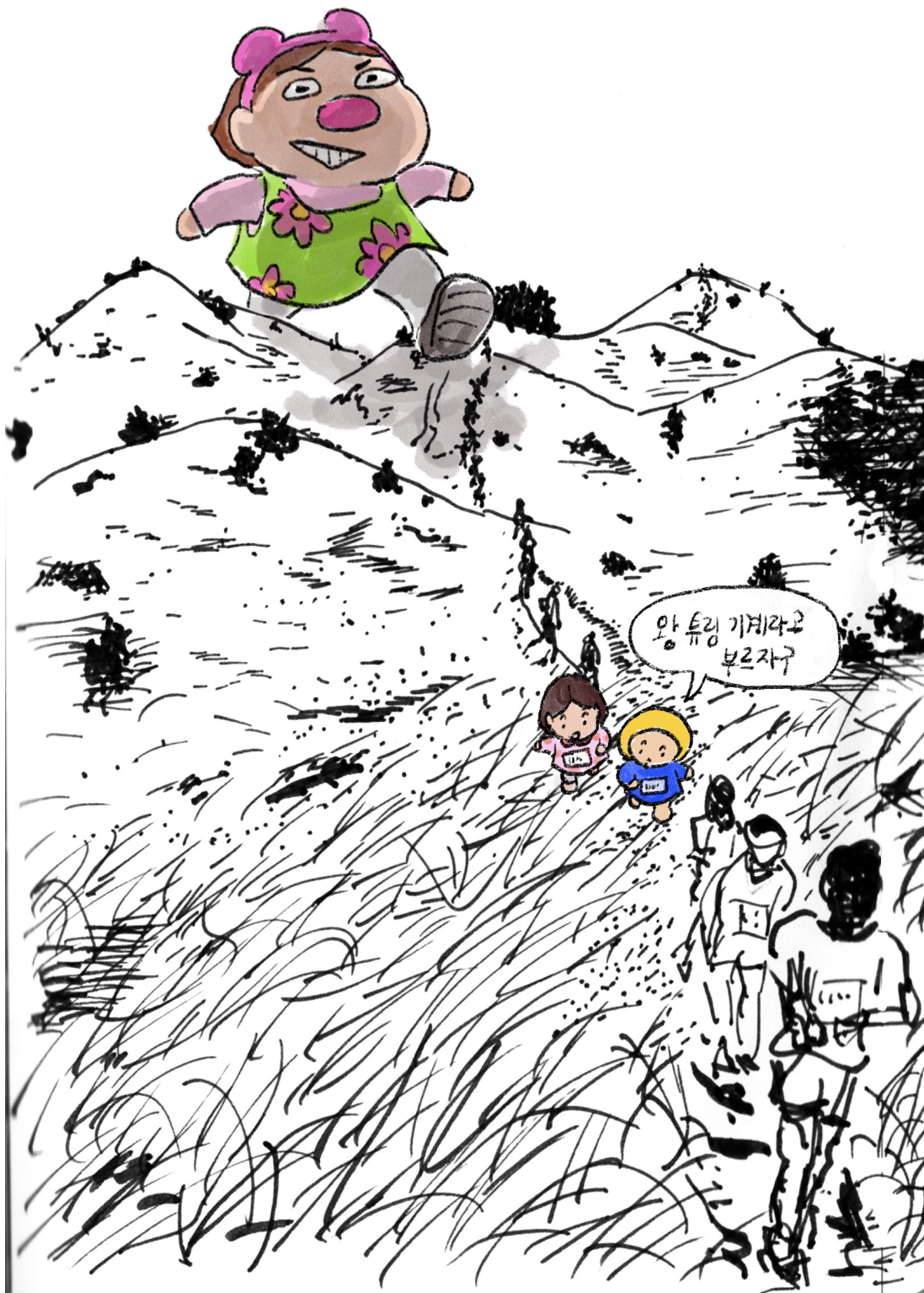
(바로 뒤에 달리며) 빙고! 바로 그거야. 컴퓨터! 후-후-



그걸 “왕튜링기계”라고 부를까? 후-후-



(달리며 삼나무 기둥에 하이 파이브하며) 컴퓨터다! 후-후-



2.14 컴퓨터 탄생 이야기: 컴퓨터의 원천 설계도, 왕튜링기계



(개활지가 끝나고 오름을 오르며 거의 걷듯이) 그렇게 글로 써서 실행하는 튜링기계, 이게 우리가 시키는 일구나. 헉-헉-



그렇지. 헉-헉-



그리고 왕튜링기계가 글로 들어온 튜링기계의 작동을 그대로 하는 거구. 헉-헉-



그렇지. 헉-헉-



그래서 왕튜링기계가 컴터구나. 헉-헉-



그렇지. 헉-헉- (이 때 스저지와 비비를 앞지르는 방구)



그리고 왕튜링기계에 실행, 글로 쓴 튜링기계가 실행구나. 헉-헉-



그렇지. 헉-헉-



(가파르게 놓인 계단 코스를 오르며) 빙빙돈다. 빙빙돌아. 튜링기계라는 세계에서 빙빙 돌아. 헉-헉-헉 (모두는 숨이 차올라 아무 말 없이 끝도 없이 오르지만 한다)



(방구 다음으로 오름 정상에 오르며) 으-어-억 정상이다! 헉-헉-헉-헉-



(정상의 시원한 바람과 확 펼쳐진 풍광) 좀 쉬고 가자고. 헉-헉-헉-



(당분간 모두가 숨을 고른 후) 내가 한 번 정리해보지. 후-우-



기계적인 일은 튜링기계로 만들어서 돌릴 수 있는 일이고.



튜링기계는 뭐든, 현재 상황을 정해진 방식으로 글로 표현할 수 있고. 후-우-



그런 글을 받아서 그 글이 표현한 튜링기계의 작동을 따라하는게 가능하고.



(끼어들며) 그니까, 현재 상황을 표현한 글을 보고, 한 스텝 돌고나면 만들어지는 다음 기계 상황을 표현한 글로 바꿔놓는게 가능하고.



(숨죽이며) 꿀깍. 후-우-



이렇게 테잎에 쓴 글을 바꾸며 작동을 따라하는 일도 기계적인 일이고. 그래서 그런 일을 하는 튜링기계를 만들 수 있고.



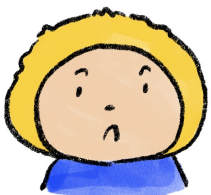
그런 튜링기계가 왕튜링기계고. 왕튜링기계가 컴퓨터고! (멀리 여유있게 도는 하얀 풍력발전 바람개비들을 내려다본다)



크-으- 좋은데 방구!



왕튜링기계에 실리는 튜링기계가 소프트웨어고. (방구를 세계) 푸아-앙.



(바람에 날아가는 땀방울과 함께 웃으며) 흥미로운 포인트 두 개가 있어. (셋은 이제서야 갈증이

느껴진 듯 가져온 스포츠 드링크를 나눠 마신다)



첫번째 흥미로운 포인트는, 모든 튜링기계를 실행시킬 수 있는 하나의 튜링 기계가 가능하다는 거.



두번째 포인트도 흥미롭지. “모든”이라고 말 할 수 있는 이유는 튜링기계 로 돌리는 일이 기계적인 일의 다다, 라고 정의했기 때문야. 그 정의가 아직 깨지지 않았기 때문이고.



(시원한 바람소리와 함께) 그래서 컴퓨터는 모든 기계적인 작동방법을 입력으로 받을 수 있구 그 방법대로 실행할 수 있는 도구라는 거구나.



오호. 대박인데.



(바닥 풀밭에 누으며) 컴퓨터의 원천 설계도가 비단같이 펼쳐졌도다.



세상을 거슬러, 많은 것을 겪고, 비단같이 펼쳐리라. 튜링의 여정이 이런 식 인거지.



(방구 곁에 바닥에 앉으며) 멋짐. 방구 너 그럴듯하다!



(아직 서 있는 비비를 올려 보며) 근데, 많은 걸 겪어 튜링이?



괴델의 증명과 같은 증명을 해가는 과정을 그렇게 이야기할 수 있을라나. 하하.



(멀리 제주 바다 수평선인듯한 일직선을 보며) 이제 그 이야기가 펼쳐지겠지. 그지?



어떻게 증명해가는지 이야기해 줄께.



오우케이!



(달려왔던 삼나무 숲을 내려다 보며) 아무튼. 컴퓨터, 그러니까 왕튜링기계를 “보편만능의 기계(universal machine)”라고 불러. “범용 튜링기계”라고 하기도하고. 우리끼린 “왕튜링기계”라고 부르자구.



콜!



2.15 컴퓨터 탄생 이야기: 튜링기계의 갯수가 자연수만큼인 이유



잠깐, 사이드로 재미있는 사실 하나. 튜링기계를 글로 쓸 수 있었잖아.



응 그랬지.



그 글을 한글로 쓴다면 자음모음 합해서 24개 글자와 아라비아 숫자 10개 등 유한개의 글자를 가지고 일렬로 주욱 쓴 글이야. 총 40개 글자중에서 쓴 글이라고 하자구. 총 40개 글자를 가지고 일렬로 주욱 쓴 긴 글이라구.



(빠르게 움직이는 깃털구름을 보며) 오케이. 그럴것 같구.



그래서 그건 40진수의 자연수인거지.



앵?



그렇잖아. 10진수는 10개의 서로다른 글자에서 가져와서 일렬로 주욱 쓴 글이잖아. 40개 다른 글자에서 가져와서 일렬로 쓴 글은 40진수의 한 숫자잖아. 그건 결국 자연수 하나고.



그건 그래. 생똥맞게 왜 이런 얘기를 하니?



튜링기계 하나는 자연수 하나에 대응한다고.



그래서?



이 세상의 모든 튜링기계는 자연수로 다 셀 수 있다고.



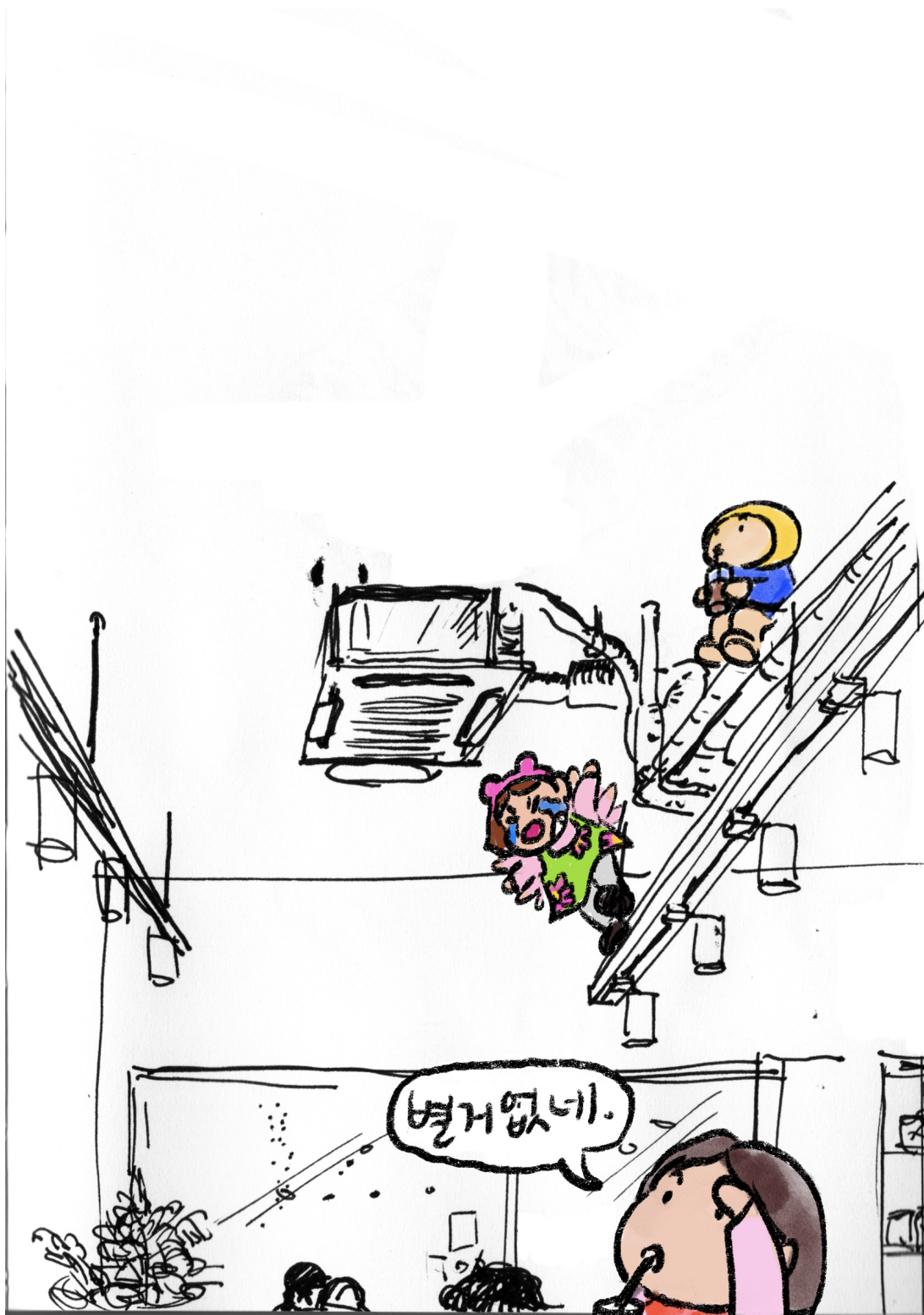
아하 그래서 이 세상 튜링기계 갯수는 자연수 갯수를 넘지 못한다구?



응응. 기억해 두자고! (오름 내리막을 질주하는 행렬에 합류하는 셋)



오케이!



2.16 컴퓨터 탄생 이야기: 튜링이 하는 증명



(트레일런 대회를 마치고 샤워후 숙소 로비 소파에 모여) 컴퓨터의 원천 설계도가 나왔어. 왕 튜링기계라는 거로.



왕튜링기계는 글로 표현한 튜링기계를 테잎에 받아서 그 튜링기계의 작동을 해주는 튜링기계고.



(종아리를 주무르며) 그게 불가능 증명에 사용된다는 거였지?



응. 자연수에 대한 참인 명제를 모두 테잎에 출력하는 튜링기계는 만들 수 없다는 증명.



그 증명을 알아볼까 말까?



(두 손으로 눈과 얼굴을 비비며) 모르고 넘어가도 되겠지. 알아서 뭐하나, 라며 여기서 끝낼 수 있고. 궁금한 건 못참는다면 계속하고.



방구야 관심 없는 척 하지마. 배고프구나! 히히.



(오른쪽 눈썹을 올리며) 근데, 불가능하다는 것을 어떻게 증명하나?



혹시... 가능하다는 증명은 어떻게하디?



그걸 만족하는 걸 만들어 보이면 되지.



(허리를 펴고 앞으로 걸터 앉으며) 그렇지. 그런데... 되치기로도 설득할 수 있어.



일단 불가능하다고 가정해. 그리고는 그러면 말이안돼. 그러므로 불가능하단 가정은 틀린거야. 즉, 가능한거야. 이렇게.



(빛나는 눈으로) 아하. 불가능하다는 것도 되치기로 설득하면 되겠네.



가능하다고 하구. 그러면 이런이런 이유로 말이 안된다. 그러므로 가능한게 아니다.



그렇지 되치기로.



별거 없네.



증명한 방법은 어렵지 않아.



(귀를 파며) 증명의 안으로 들어가면 골치아픈게 있을거야. 모든 세부사항을 올바르게 정확히 만들어내는게 힘들지.



(웃으며) 아무튼 그 증명의 과정은 [컴퓨터과학이 여는 세계]를 보면되는데...



(끼어들며) 그 책에서 확인하지 않고 넘어간게 있던데!



그래? 그럼 그것까지 여기서 확실히 짚고가면 되겠네. 히히.



맞아. 좋아. 다 얘기해줄게.



그 대목이 오면 너희들이 묻고 늘어져야돼. 잊지마.



오우케이.



일단, 지금까지 집중한 것은, 컴퓨터 원천 설계도의 출현이지. 이전에 이야기 한 왕튜링기계. 불가능하단 걸 증명하는 과정에서 슬쩍 드러나는.



(속으로) 예상 못했던 결과, 수학의 좌절을 증명하는 중에 드러난 디지털 혁명의 설계도.



(발을 소파위로 얹어 운동화 끈을 조이며) 지금부터 그 증명과정을 모조리 얘기해줄께. 쉽게쉽게. 큼. 슬쩍 숨기는 것 없이. 원조밥집의 알파와 오메가 모든거.



겁먹진 말구. 어려운건 없다구.



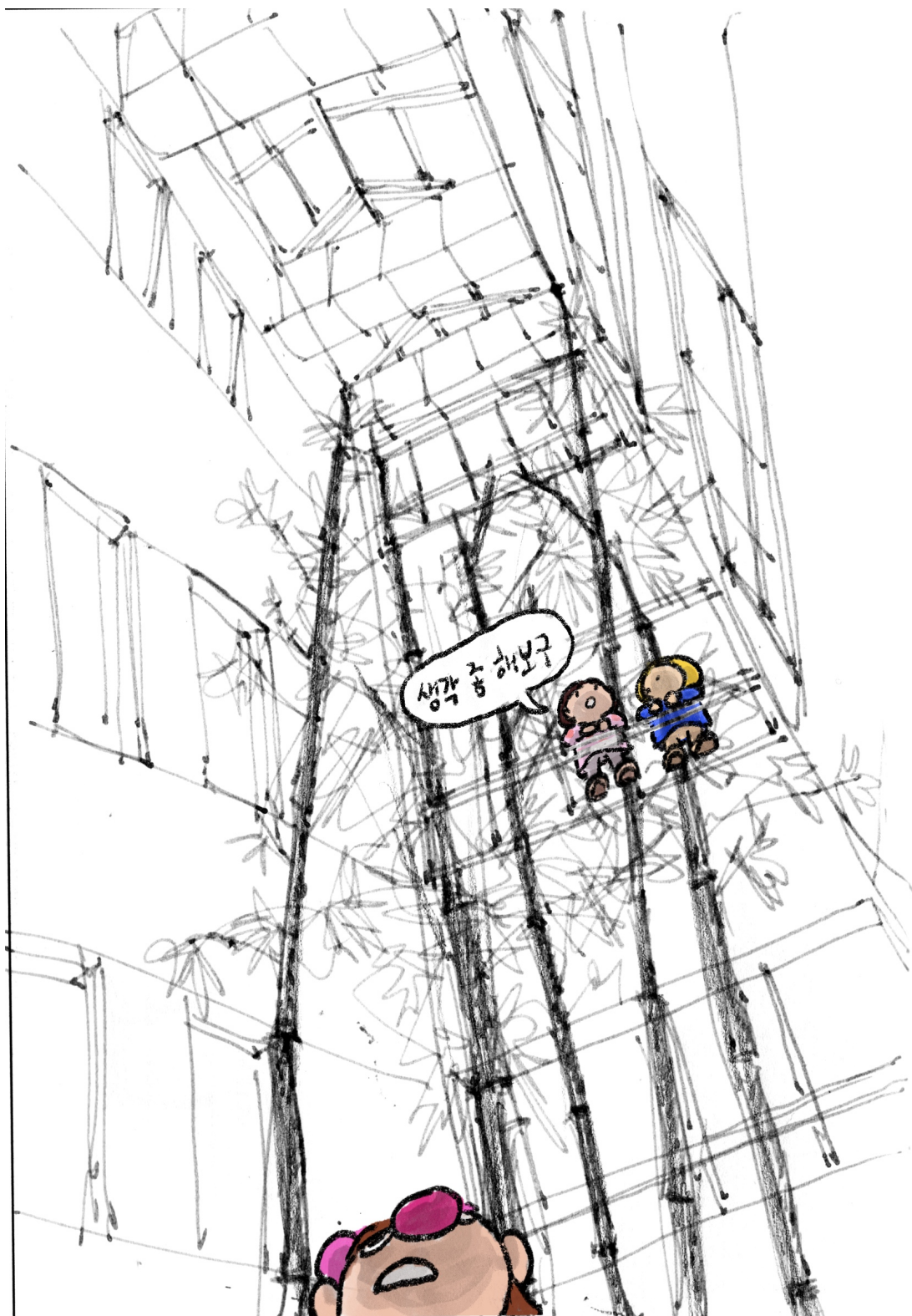
오케이라구!



그 기세 좋다. 질근질근 싹 씹어버리겠다는 기세로 가자구!



근데 우리 언제 밥 먹냐? 배고프지 않냐?



2.17 컴퓨터 탄생 이야기: 튜링이 하는 증명. 짜릿한 되치기



(숙소 로비 한 쪽의 세미나실) 왕튜링기계 가지구 어떻게 그 불가능이 증명된건지 궁금해. 여기서 설명해줘바바. 이야기해 줄 수 있지?



차근차근 가보자고.



(칠판쪽에 서서) 기계적인 방식으로는 자연수에 대한 단순한 참인 명제를 모두 만들 수 없다, 를 증명하는게 목표지.



그렇지. 어떻게 증명하냐구?



아까 이야기한 되치기로. 그런 명제를 모두 테잎에 쓰는 튜링기계를 만들 수 있다고 가정하고는. 그러면, 불가능하다고 알려진 일을 할 수 있게된다고.



그러므로 그런 튜링기계는 애초에 만들 수 있다고 가정하면 안된다고. 그런 튜링기계는 없어야한다고.



오호. 오케이. (혀로 볼 안쪽을 쓸기 시작한다)



(곧바로) 근데 불가능하다구 알려진 일이 뭔데?



이런 튜링기계가 불가능해. 어떤 튜링기계냐면. 튜링기계를 보고 예측하는 거야..



튜링기계를 보고 그게 작동을 시작하면 결국엔 멈출지 아닐지 예측을 정확하게 하는 튜링기계.



(입을 삐죽이며) 앵? 다른 튜링기계를 보구 뭘갈 판단하는 튜링기계란거지? 튜링기계가 튜링기계를 본다구? 눈같은게 부품에는 없었잖아?



응 없었지.



(생각난듯) 아. 지난번 왕튜링기계에서 이야기한거! 튜링기계를 본다는게, 글로 쓴 튜링기계를 테잎에 받는거구나!



그렇지!



(얇은 몸을 뒤로 젖히며) 테잎에 주욱 써진 튜링기계가 작동을 시작하면 끝날지 아닐지 정확히 예측하는 튜링기계가 불가능하다는 거구나!



그렇지. 어떤 튜링기계던 정확히 예측하는...



그런 튜링기계를 “멈춤문제(halting problem)”를 푸는 튜링기계라고 그래.



(몸을 앞으로 다시 가져오며) 멈춤문제를 푸는 튜링기계를 만들 수 있게된다는 거야? 자연수에 대한 참인 명제를 모두 테잎에 쓰는 튜링기계가 있으면?



응.



왜지?



튜링기계를 입력으로 받아. 테잎에 주욱 쓴 글로. 이 튜링기계를 작동시키면 언젠가는 끝난다, 는 문장은...



자연수에 대한 명제야. 끝나지 않는다는 명제도 그 부정이니까 자연수에 대한 명제고.



잠깐. 내가 생각좀 해보구.... (이마를 오른 손으로 받치고)



(고개를 들며) 증명 알았다! 쉽네. 자연수에 대한 참인 명제를 모두 테잎에 쓰는 튜링기계를 내부적으로 돌리는거지?



그런 다음에?



(벌떡 일어나 칠판쪽으로 가면서) 테잎에 뭘 쓰는지 보는거야. 입력받은 튜링기계가 끝난다, 또는 끝나지 않는다는 명제중에 하나는 반드시 쓰겠지. 참인 명제는 모두 쓰게 돼있으니까.



둘 중 어떤 명제를 쓰는지 보구, 그에 따라 답하면 돼. 끝난다는 명제를 쓰면, 끝난다구 답하구. 끝나지 않는다는 명제를 쓰면 끝나지 않는다구 답하구.



(스저지를 가리키며) 그렇지! 그렇게 멈춤문제를 푸는 튜링기계를 만들 수 있게돼.



(비비를 마주 가리키며) 왕튜링기계를 소품으로 사용해서.



그렇지. 이렇게 멈춤문제를 푸는 튜링기계는 입력으로 튜링기계를 받고는, 내부적으로 참인 명제를 모두 출력하는 튜링기계를 돌리지. 왕튜링기계가 이용되는거야.



(제자리에서 핑 돌며) 이히!



자 증명의 목표로 다시 와서. 멈춤문제를 푸는 튜링기계는 불가능한 놈인데 가능해 졌잖아, 참인 명제를 모두 출력하는 튜링기계가 있으면.



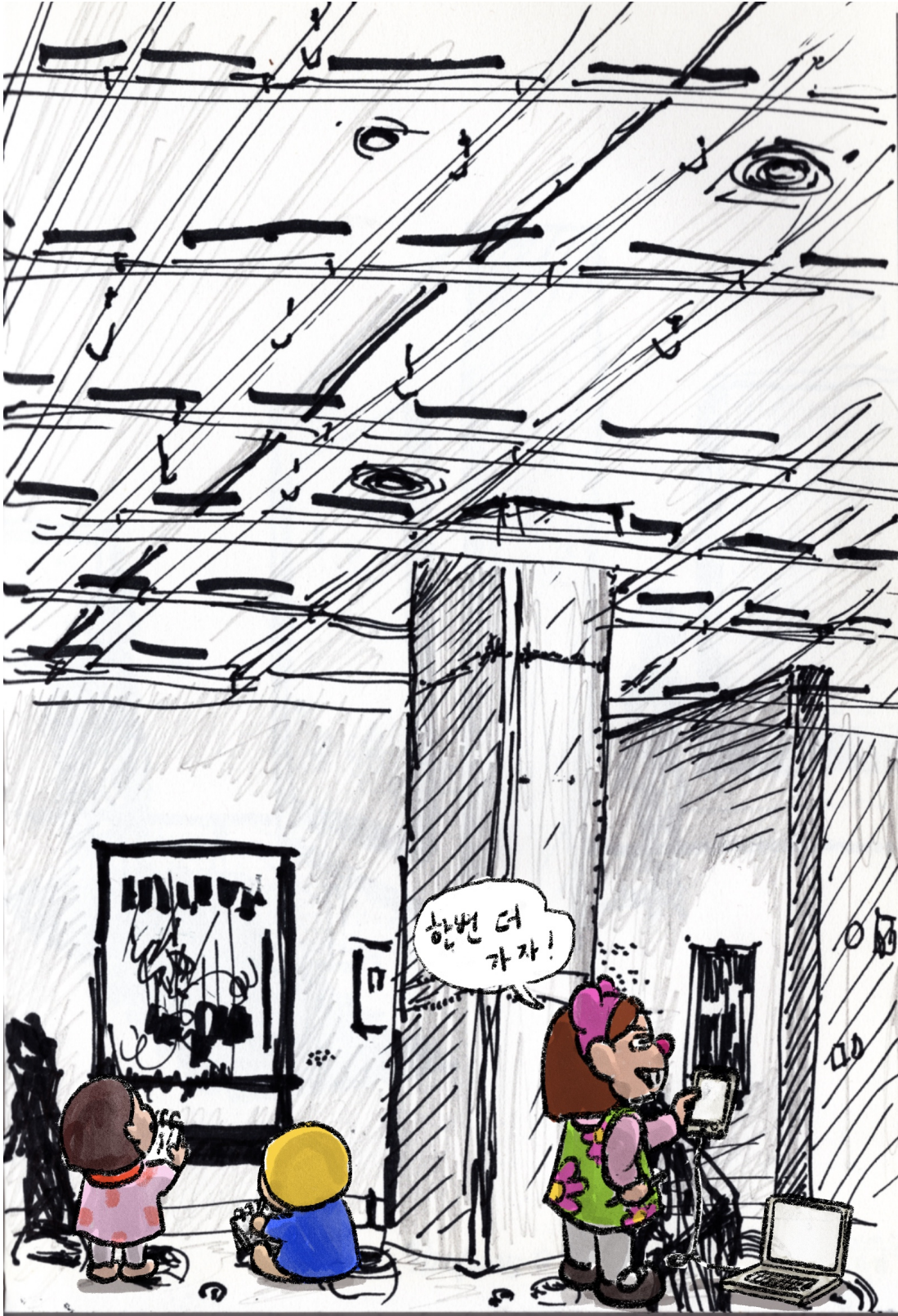
그러니까 애초에 있어서는 안되는 물건이었던거야. 참인 명제를 모두 출력하는 튜링기계는.



(더욱 빛나는 눈으로) 짜릿한데. 전율이야. 응.



(생수를 마시며 시시하다는 듯) 짜릿하다고? 난 싱거운데. 맛보지 않은게 있잖아. 확인 할게.



2.18 컴퓨터 탄생 이야기: 튜링이 하는 증명. 튜링기계가 멈춘다, 는 자연수에 대한 명제야



(칠판쪽에 서 있는 스저지와 비비를 향해) 아까 되치기 증명에서 슬쩍 넘어간게 있어. 째 잘할듯한데. [컴퓨터과학이 여는 세계]에서 빠트린.



맞어, 증명 숲을 보느라고 확인하지 않고 넘어간 게 있었어.



(천천히) 어떤 튜링기계가 있을때, “그 튜링기계가 작동이 끝난다”, 는 문장이 자연수에 대한 명제여야하잖어?



그렇지. 참인 자연수 명제를 모두 쓰는 기계를 돌려서 “그 튜링기계가 작동이 끝난다”는 명제를 쓰는지 기다려보는건데, 그 명제가 자연수 명제여야지.



(방구에게 살짝 윙크하며) 그게 어떻게 자연수에 대한 명제인거지?



어떤 튜링기계건 자연수인건 알거고. 그런데 그 작동이 끝난다, 는 게 왜 자연수에 대한 명제냐고?



그래, 왜?



바로 그거야. 슬쩍 넘어갔던게.



(지체없이) 자 바바. 튜링기계가 작동이 끝난다는게 뭘까?



(비비를 등지고 돌아서 몇 발짝 걸으며) 작동이 착착 되다가 언젠가는 더 이상 작동할 수 없는거지. 그때 되서 규칙표에 보니 해당하는 규칙이 없는거.



그렇지. 어떤 자연수가 있어서 그 기계가 그 회수만큼 착착 작동되고...



(끼어들며) 마지막 결과 상황에서 다음에 할 게 규칙표에 없는거.



(반복하며 점점 빠르게) 어떤 자연수가 있어서, 그 갯수만큼 번호붙인 기계상황들이 차례대로 있고.



번호가 서로 이웃하는 기계상황은 규칙표로 작동되는 전후 관계인거고.



마지막 기계상황은 규칙표로 작동되는 다음 기계상황이 없는거구.



얼쭈. 모든 기계상황은 하나의 자연수지. 이렇게 한 번 더 가자!



어떤 자연수가 있어서, 그 갯수만큼 번호붙인 자연수들이 차례대로 있고.



이웃한 번호의 자연수끼리는 규칙표로 작동되는 기계상황의 시작과 결과에 해당하는 자연수인거고.



마지막 자연수는 어떤 자연수와도 규칙표로 작동되는 전후관계가 아닌거구.



(판소리판 고수의 목소리로) 절쭈. 한번더!



어떤 자연수가 있어서, 그 갯수만큼 번호붙인 자연수들이 차례로 있어서.



이웃한 번호의 자연수끼리는 규칙표에 있는 어떤 한 규칙으로 작동되는 기계상황의 전후에 해당하는 자연수인거고.



마지막 자연수는 어떤 자연수와도 그런 전후에 해당하는 자연수 관계가 아닌거구.



열씨구, 모든게 자연수에 대한 이야기 맞네?



절씨구, 그러네!



딩더쿵 차르르르. 끝.



하하. 둘이 죽이 잘 맞는데. 휘몰아가는 솜씨. 나쁘지 않다. 멋진 재즈다.



절정의 맛. 후우~



(찬물을 끼얹듯) 잠깐. 하나 더 확인하자. 자연수 쌍이 기계상황의 작동 전후에 해당함, 을 어떻게 판단하지?



이렇게 하면 되지.



자연수에 해당하는 기계상황을 만들어봐. 그러면 읽은 글자, 상태, 규칙표가 있을테지.



해당 규칙을 찾아. 없으면 작동 전후의 자연수쌍이 아닌거고. 있으면 그 규칙에서 시키는 일을 하고 난 결과 기계상황을 만들어.



이 기계상황에 해당하는 자연수를 계산해. 이 자연수가 자연수 쌍의 다른 짝과 같은지를 봐. 같으면 작동 전후의 자연수쌍인거지. 다르면 아닌거고.



(단호하게) 당연한걸.



(살짝 기죽으며) 구웨이. 올 클리어.



2.19 컴퓨터 탄생 이야기: 튜링이 하는 증명. 되치기 한번더



(자리에 앉은 비비쪽으로 고개를 돌리며) 멈춤문제를 푸는 튜링기계가 불가능하다고 했잖아.



응. 입력으로 받은 튜링기계의 행동을 예측하지. 입력된 튜링기계가 작동을 시작하면 결국엔 멈출지 아닐지를...



정확히 예측하는 튜링기계는 만들 수 없어.



그건 또 어떻게 증명된거구?



그런 기계가 있으면 말이안돼. 이치가 안맞게돼.



(양손을 벌리며) 왜?



멈춤문제를 푸는 튜링기계를 가지면 이 세상 모든 튜링기계와 다르게 작동하는 튜링기계를 만들수 있기 때문이야.



그게 말이 안돼나? 잠깐만... (한참을 곰곰히 생각한다)



(침묵을 깨며) 바바. 모든 튜링기계를 주머니에 다 담았다고 하자구.



튜링기계는 자연수 갯수만큼만 있기 때문에, 하나 둘 셋 이렇게 세면서 그 주머니에서 튜링기계를 모두 꺼내 올 수 있겠지. 그치?



(생각하며 천천히) 그 러 취.



그런데 멈춤문제를 푸는 튜링기계가 있으면, 그 주머니에는 없는 튜링기계를 만들 수 있게돼.



주머니에서 하나 둘 셋 이렇게 빠짐없이 모두 꺼내와서는 그것들 모두와 다르게 작동하는 튜링기계를 만들 수 있거든.



(생각하며 천천히) 이 건 말 이 안 되지...?



그렇지. 주머니에 모든 튜링기계는 다 담았었는데. 거기 없는 튜링기계를 만들 수 있다니. 말이 안되지. “모든”에 위배되지.



(확인이 된 듯) 그치.



(왼손가락들로 이마를 천천히 문지르며) 그런데, 컴퓨터의 설계도가 이 증명과정에 또 쓰였던거야? 왕튜링기계가?



그렇지. 왕튜링기계가 이 증명에도 소품으로 쓰이지.



어디에서?



주머니에 없던 새로 만든 튜링기계가 왕튜링기계를 품고있어.



어떤 일을 하는 튜링기계길래?



주머니에 있는 튜링기계들을 하나 둘 이렇게 세면서 하나 하나 가져와. 튜링 기계는 자연수갯수만큼 있으니까 이렇게 모조리 가져올 수 있지.



응. 아까 말한대루.



가져온 걸 차례로 돌려봐. 그리고 그 결과를 봐. 그러곤 그 결과와 다른 결과를 내놓아. 이런 튜링기계. 이런 튜링기계는...



(끼어들며) 아. 가져온 튜링기계를 “돌려봐”, 요게 왕튜링기계의 면모네.



그렇지!



(끼어들며) 잠깐. 스톱 스톱. 그래서 그렇게 만든 튜링기계는 주머니에 있는 모든 튜링기계와 다른 놈인가? 그런가?



스저지말대로 나도 그게 확실하지 않아. 주머니에 있는 모든 튜링기계들과 다르게 작동하는 걸 하나의 튜링기계에 담아야하는데?



그런 튜링기계를 어떻게 만드는지 정확히 얘기해주면 확실해질듯.



(일어서서 칠판으로 다가가며) 너희 아주 빨라 좋다! 설명해주려던 참이었어. 이상한 낚새를 참지못하는 속도가 빨라 좋아. 하하하.



음. 그런 튜링기계는 이렇게 만들게돼.



2.20 컴퓨터 탄생 이야기: 튜링이 하는 증명. 모든 튜링기계와 다른 튜링기계 만들기



(양손 검지를 동시에 들고) 자 일단. 두 튜링기계가 똑 같이 작동한다는게 무슨 말이냐면...



같은 입력에 대해서 같은 결과를 낸다는 거야. 끝나면 같은 값을 테잎에 쓰고 끝나고, 안 끝나면 같이 안 끝나고.



그럼 두 튜링기계가 다르게 작동한다는 건 무슨말이냐면, 서로 다른 결과를 내는 입력이 하나라도 있다는 거야. 입력은 테잎에 쓰인 글이고.



(오른손 검지를 흔들며) 그리고, 튜링기계에 넣는 모든 입력들도 자연수 갯수를 넘지 못해. 입력도 유한개의 글자들로 조합한 유한한 길이의 글이거든.



(쉽게) 그러쥬. 오케이.



그래서 입력들도 하나 둘 셋 하면서 세면 모두 훑을 수 있어. 튜링기계같이.



응. 그러케쥬.



자 그럼 이렇게 만든 기계를 생각해봐.



첫번째 입력에 대해서는 주머니에 있는 첫번째 튜링기계와 다르게 작동하고,



두번째 입력에 대해서는 주머니에 있는 두번째 튜링기계와 다르게 작동하고,



등등등 이렇게 작동하게 만드는거야.



이렇게 모든 튜링기계와 모든 입력을 훑으면서...



(확신에 차서 끼어들며) i -번째 입력에 대해서 i -번째 튜링기계와 다르게 작동하는 하나의 기계를 만든다면... 그러네!



맞지? 이런 튜링기계는 주머니에 있는 모든 튜링기계와 다르게 작동하는 튜링기계가 되는거지. 그치?



(의자를 뒷몸으로 뒤로 제끼며) 그렇게 만들면 되네. 히히히.



(고개를 살짝 끄덕이며) 튜링기계도 그렇고 입력도 그렇고, 하나 둘 셋 이렇게 세면 모두 훑게되니까.



이런걸 대각선 방식이라고 해.



“대각선”? 말되네...



(조금 생각한 후) i -번째 입력에 대해서 i -번째 튜링기계를 짚어가는거니까, 입력번호와 기계번호 쌍들이 $(1, 1), (2, 2), (3, 3), \dots$ 이런 식이니까. 이게 대각선 좌표들이잖아. ㅋㅋ.



하하. 이제 됐지? 이렇게 모든 튜링기계와 다른 튜링기계 하나를 만드는 거야.



(냉정한 탐정같은 태도로) 잠깐. 아직 뭔가 하나가 이상해.



2.21 컴퓨터 탄생 이야기: 튜링이 하는 증명. 마침표



(생수를 마시며) 방구가 뭘 시비걸려는지 알지 난.



(머리위에 두 손을 깍지끼고) 멈춤문제 푸는 튜링기계는 없어도 되는거 아냐?



왕튜링기계만 있으면 되잖아. 모든 튜링기계와 다른, 그런 튜링기계 만드는 데는?



흠. 좋은 지적야.



(깍지를 풀며) 디테일! 슬쩍 넘기지 말고!



주머니에 있는 튜링기계를 내부적으로 돌리기전에 멈춤문제를 푸는 튜링기계에게 확인을 받아. 돌리면 끝날지.



그럴때만 돌려서 결과를 받고 그 결과와 다른 결과를 테잎에 쓰고 멈춰.



(코를 만지작거리며) 안끝나는 튜링기계였으면?



그러면 돌리지 않고 그냥 아무 결과값이나 쓰고 멈춰.



(일어서서 낮 달이 뜬 창쪽으로 다가가며) 이제 모든게 풀린다! 그런 튜링기계라면 확실해. 끝나지도 않는 튜링기계를 내부적으로 돌리면, 돌리는 나도 끝나지 않을테니 조심해야지. 안되지...



주머니에 있는 튜링기계와 똑같이 안끝나게되니까. 다르게 작동해야하는데.



그렇지. 끝날 튜링기계일때는 돌려서 그 결과값과 다른 값을 쓰고...



안끝날 큐링기계라면 돌리지말고 아무 값이나 쓰고 끝나고.



와... 세번째 짜릿함. 히히.



그렇게 모든 튜링기계를 담은 주머니. 그 주머니에 포함되지 않는 튜링기계를 만들게돼. 멈춤문제를 푸는 튜링기계가 있다면.



그리구, 여기서도 왕튜링기계를 씹먹는거구.



(천천히) 그리하여. 멈춤문제를 푸는 튜링기계도 불가능한거구.



(창 밖 파란 하늘, 얼음 접시 같은 초승달을 보며) 전율임. 의외로 쉬운데!



(잠시 침묵이 흐른뒤) 튜링의 증명을 다시 정리해볼까? 스텝 원, 자연수에 대한 참인 명제를 모두 쓰는 튜링기계 V 가 있으면, 그걸로 멈춤문제를 푸는 튜링기계를 만들 수 있다는 걸 보여.



스텝 투, 근데, 멈춤문제를 푸는 튜링기계는 만들 수 없다는 걸 보여.



따라서 결론으로, 그런 튜링기계 V 는 없어야하는거야.



각 스텝에서 왕튜링기계가 사용되고. 각 스텝의 세부사항들이 틀림없다는 걸 다...



(끼어들며) 확인했구, 다 이제. 찝찝한 구석 없음!



던! 뷰티풀!



2.22 튜링소년이 한 일이란: 세 개의 기둥을 세운거야



(밥먹으러 가는 차 안. 뒷자리를 향해) 튜링소년 멋지니?



(달리는 차창쪽으로 머리를 괴고) 나름. 자기 방식대로 괴델 형님의 증명을 다시 해 보기. 좃대있어.



이러면서 컴퓨터의 설계도가 비단처럼 펼쳐지고, 그지?



(혼자 말 처럼) 예상밖의 검은 백조.



(시크하게) 그게 지금 디지털 혁명의 주인공이 되고...



전혀 관련없을 것 같은 데서 파고파는 과정 중에 건져진거라구. 이렇게 큰 성과가.



(여전히 창밖을 보며) 드라마네. 어떤 드라마보다 극적이야.



튜링은 정성스럽고 진지했어. 그리고 하나에 집중하는 삶의 태도가 있었던 거같아.



성과 경의 자세.



(벌떡 고개를 들며) 무냐?



튜링소년의 성과를 바바. 구체적이어서 멋지지. 손짓발짓으로 애매하게 더 듣는 사람이 아니었던 거야.



확실하게. 꼼꼼하게. 성실하게. 하나에 집중해서 진지하게 파보는. 그렇게 모든 구석을 밝혀보는.



그러면서 왕튜링기계의 가능성을 펼치고. 그게 컴퓨터의 설계도였던거고.



(모두를 향해 좌석을 짚고 거의 일어서서) 기억해. 튜링은 세 기둥을 세웠어. 정의 기둥, 가능 기둥, 불가능 기둥.



애매한 개념을 명쾌하게 정의했고. 그렇게 정의된 세계에서 어디까지 가능한지 그 끝판왕을 드러냈고. 그 세계에서 불가능한 건 뭔지 밝혔고.



(창밖으로 지나가는 해너빚집과 어촌장고) 그렇지. 기계적인 일이라는 애매한 개념을 애매한 구석이 전혀없이 명확하게 정의해냈고.



그 정의를 가지고, 기계적인 일로 무엇까지 할 수 있는지 가능성의 끝판왕을 보였고.



왕튜링기계루!



(창밖으로 흰 파도가 크게 부서지고) 그리고 기계적인 일의 불가능한 점을 보였어.



멈춤문제를 푸는 기계적인 방법도 없구,



(끼어들며) 참인 명제를 모두 써내려가는 기계적인 방법도 없다는걸.



(큰 파도 소리와 함께) 못지다 24살!



(달리는 차창 밖을 한 동안 말 없이 바라보는 셋) (갑자기 큰 소리로) 멋진 일 하고 싶다면. 정녕 그러고 싶다면. 그렇다면 이런 구도를 따르면 된다.



방구 무냐 또 애.



(절도있는 말투로) 애매한 개념을 명확하게 정의한다. 다음, 그 정의가 그럴듯 하다는 것을 설득한다. 다음...



그 세계에서 가능한게 어디까지인지 밝힌다. 다음, 그 세계에서 어떻게 불가능한지 밝힌다.



(웃으며) 맞는 말야.



(뒷자리 스저지와 방구에게 보란듯이 주먹진 손을 올리고) 정의는 맘껏. 가능과 불가능을 밝히는 데는 엄밀한 빼박 논리로!



(햇바늘 난 혀를 점으며) 오호. 기억할께!



2.23 튜링소년이 천재라서? 면밀히 살펴보면 어떨까



(유채꽃프라자 숙소 앞 드넓게 펼쳐진 풀밭) (맨발로 풀밭을 걸으며 자유로움을 만끽하는 셋) 튜링소년이 24살에 그런 성과를 내다니. 천재인거줘?



“천재”라. 하늘이 준 재주라... 글썸.



대단한 성관데 그 정도 찬사는 붙이자구.



(밝고있는 풀들을 발가락 사이로 느끼며) 하늘에서 재주가 주어져야 할 수 있는? 그렇게 보지는 않는데.



타구나야지 그런일을 하지 않냐?



(땀주며) 응? 타고난 천재만 그런 성과를 내는거라구? 원천적인 큰 성과는 하늘이 준 재주를 가진 사람만 하는거라구?



글썸. 무조건?



맞지 않아? 그런건 천재만 내는거겠지.



꼭 그렇게 보긴 싫던데. 천재라고 쉽게 후려치고 넘길꺼야?



몬소리니?



(다시 걸으며) 더 좀 살펴보면, 튜링에게는 이렇게 있었던거라고 봐. 성실하고 하나에 집중해서 진지하게 파보는 자세. 성과 경의 자세.



(끼어들며) 인정. 정성스럽고 성실할 성. 진지하게 집중할 경.



(오른발을 멀리 놓고 아쉬탕가 전사자세를 하며) 사람이 사람몸에서 우려낼 수 있는 자세야. 익히고 단련해서 이룰 수 있는거. 그리고 좇대. 그리고 주변의 선생님들과 영국의 학풍. 이것들이 버무려진 결과라고 봐.



(옆에서 자세를 따라하며) 맞아. 아무것도 없는데서 하늘이 내린 천재가 생각해낸 성과라고 간단히 후려치진말구. 하늘이 뭐 따로 어디 있는거냐구.



니들 너무 짜다. 크.



(발옆에 핀 코스모스를 꺾으며) 짜다기 보다는, 불필요하게 겁주고 싶지 않아서 그래.



살펴보니 어디서나 가꿀 수 있었던 성과라는 생각이들더라. 우리 주변에서도 나올 수 있을.



“살펴보니”?



(코스모스 꽃잎을 뜯어 날리며) 내가 함 살펴봤어. 튜링이 어찌다 그런 성과를 낸걸까. 튜링의 그 논문을 쓰게된 과정을 추측해서 따라가 본거지.



튜링이 들었다는 그 수업? 막스 뉴만 교수가 열었다는 그 수업을 듣고 배운 거?



(날린 꽃잎이 비비 머리위로 돌아와 흩어지며) 응. 그 수업에서 튜링이 괴델의 증명을 어떻게 배웠을까. 그 수업 내용을 추적해보니 놀랍더라.



튜링이 많이 힌트를 얻었을것 같더라구. 튜링이 기계적인 방식이 뭔지를 정의하고 나서 최종 증명으로 가는 과정. 그 과정에서 건너야할 계곡마다 괴델이 한 증명에서 힌트를 얻어서 건너는 것 같더라니까.



(폴발위로 떨어진 꽃잎을 주워 입에 넣으며) 뭐든 맨땅에서 나오는건 없다.



그니까.



(발가락을 풀들 사이에서 꼼지락대며) 자세히 듣구 싶어! 빨랑!



하하. 일종의 역사 픽션 다큐지. 내 상상을 더한.



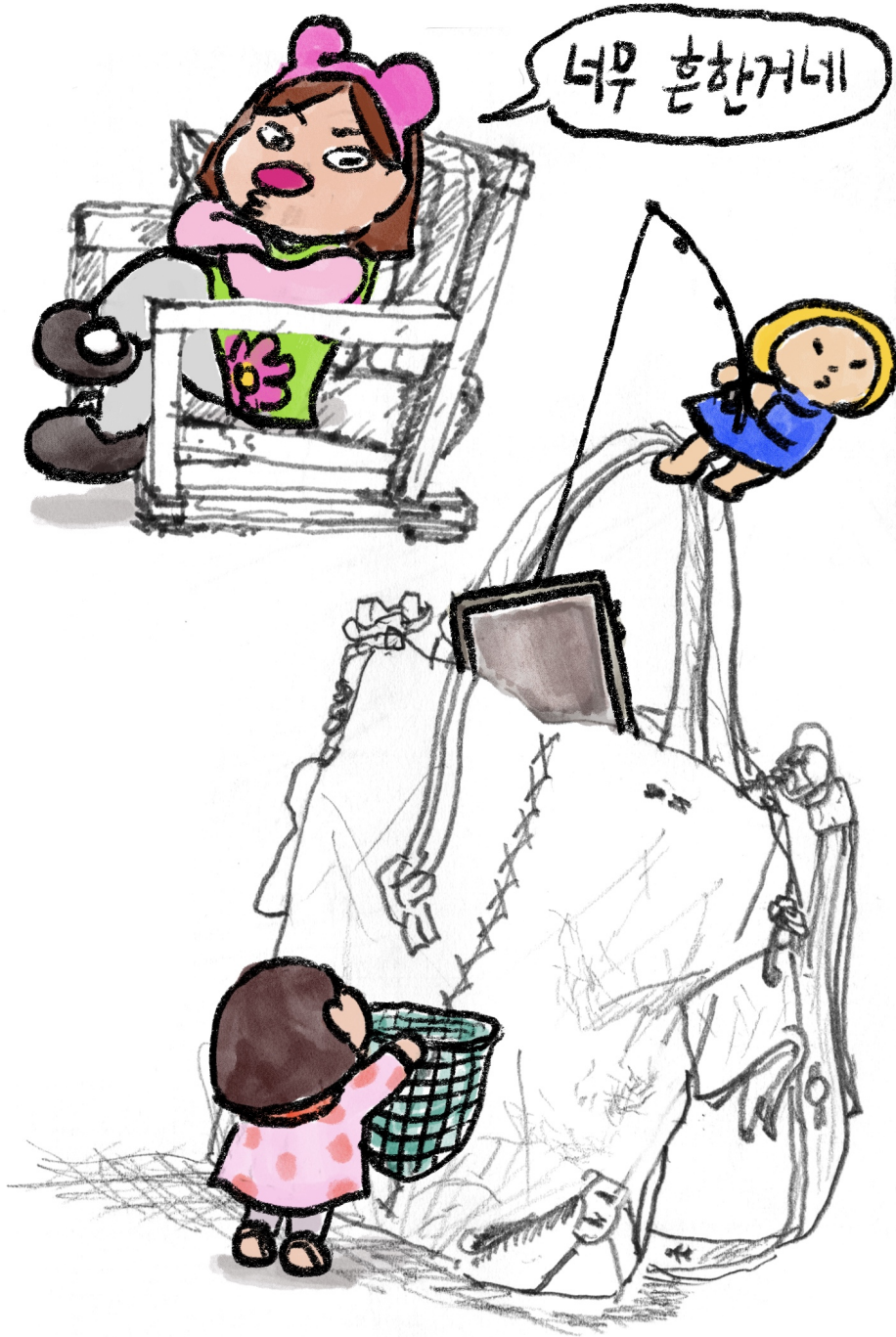
(젓은 발등을 풀위에 비비며) 튜링이 수강한 그 강의를 상상하고 그 강의실의 튜링을 상상하고. 그 당시 튜링 마음속에서 일어났던 일들을 상상하고. 그래서 튜링이 그 논문을 써가는 과정을 더듬어가고.



(체조 선수같이 달려나가 손짚고 옆돌아 서면서) 다음에 듣자!



(질세라 옆돌기를 두 번 연속 하고) 흥, 시룬데.



2.24 설계도대로 컴퓨터 만들기: 스위치로 다 돼



(속소 방, 침구를 펴고 셋이 나란히 누워) 다시 정리해볼까. 컴퓨터의 원천설계도는...



(끼어들며) 왕튜링기계야. 모든 기계적인 일을 할 수 있는 기계, 컴퓨터.



좋아. 기계적인 일은 튜링기계고. 튜링기계를 글로 써서 테잎에 실으면 그 기계작동을 그대로 해주는 왕튜링기계, 요게 컴퓨터인거고.



그래서 컴터는 기계적인 일이면 다 실행해줄 수 있는거구.



그리고 거기 까지만이고. 기계적인 일만 실행해줄 수 있는 거고.



(비비쪽으로 돌아 누우며) 오케이. 근데, 실제루 컴터는 머로 만들어진거야? 그 왕튜링 기계를 진짜루 만드는 방법이 모야? 자동으로 작동해야잖아. 지금 컴퓨터는 전기를 쓰는건 확실한데. 뭐로 만든거야?



(천장을 보고) 찬찬히 보자구. 튜링기계 부품은 아주 단순한 작동을 하는 부품들이잖아. 쉽게 만들 수 있을것 같지 않니?



테잎 칸의 글자를 읽구 규칙표에서 해당 규칙을 찾아서 규칙대로 하는 거. 이걸 자동으로 하는 장치를 만들면 되는데.



규칙이 하는 일이란게 간단하지. 테잎 칸에 글자를 바꾸고, 기계상태 글자를 바꾸고, 다음에 읽을 칸을 정하는 것 밖에 없고.



응응. 그게 다지. 읽구 규칙찾구 덮어쓰구 다음 읽을 칸을 정하구.



(끼어들며) 읽고 찾고 쓰고 정하기.



(자기 목뒤로 손베개를 하며) 놀라지말아. 이걸 스위치로 다 만들 수 있어. 읽고 쓸 테잎까지도.



꿘다꿘다하는 저 스위치 말하는거야?



응. 스위치. 흐르는걸 막거나 여는 장치.



(일어나 앉으며) 그런 스위치로 튜링기계의 모든 부품을 만들 수 있다가?



응. 스위치들을 선으로 잘 연결해서.



수도 배관을 생각하면, 선들이 파이프인거고 스위치는 밸브들인거고 흐르는 건 물인거고. 너무 혼한거네.



스위치를 올리고 내리는건 어떻게 하는데? 수도 밸브를 열고 닫는건 어떻게 하는데? 밸브를 여닫는 손이 있어야하잖아.



(일어나 앉으며) 굿 포인트! 지금 컴퓨터들은 전기 스위치로 만든건데, 전기 스위치는 전기로 여닫을 수가 있어. 신기하지?



아하. 전기 흐름을 막고 여는 스위치를 전기자체로 여닫을 수 있다가?



응. 스위치를 여닫는 역할을 하는 전기 선이 따로있어. “트랜지스터(transistor)”라는 장치인데 전기로 여닫는 전기 스위치야. 그 선에 전기를 넣고 빼면서 스위치를 열고 닫아. 신기하지?



그렇게 있나보구나.



(손을 허공에서 휘저으며) 응. 그러니까 수많은 스위치들과 선들을 상상해봐. 스위치는 선따라 흐르는 걸 막거나 통과시키는 밸브고.



스위치에 연결된 선은 세가지야. 들어가는 선, 나가는 선, 그리고 스위치를 여닫는 선.



스위치들의 이 세가지 선들이 서로 서로 연결되서 컴퓨터 부품이 되는거야. 한 스위치에서 나가는 선이 다른 스위치의 들어가는 선이 되고. 혹은 다른 스위치를 여닫는 선이 되고.



(다시 누우며) 그렇게 스위치들이 열키고 설키는 거구나. 그렇게해서 튜링기계 부품들이 다 만들어진다? 오호.



응. 스위치와 선을 하나하나 연결해서 튜링기계 모든 부품을 만들게돼.



(일어나 화장실로 가며) 알고 보면 쉽더라. [컴퓨터과학이 여는 세계]를 보면되고!



(건조해진 콧구멍을 만지며) 그래 함 봐야겠네.



(다시 일어나 앉으며) 그렇다고 친구, 전기 스위치는 모로 만드는데?



근데, 잠도 안오는데 밖에서 달 구경하면서 이야기하지? 마실 맥주도 챙겨서.



콜이지!



2.25 설계도대로 컴퓨터 만들기: 모래로 만드는 스위치 그리고 이진수와 디지털



(숙소 처마밑 벤치에 옹기종기 모인 셋) (숙소뒤 큰사슴이오름은 고요하고 겹다. 바람과 풀벌레 소리를 배경으로)

와아 달 좀 봐, 이쁘네! 바람도 좋고! 건배!



(맥주 몇 모금을 넘기고) 크-아. 좋네. 아까 문던게...



그치, 전기 스위치는 뭐로 만드는데? (초승달 아래 멀리 풍력발전 바람개비들이 돈다)



전기 스위치는 지구별에 있는 모래를 써서 만들 수 있어.



(발바닥을 손으로 털며) 그 흔해빠진 모래루?



그래. 해변의 모래 강변의 모래 공사장의 모래.



그런 스위치가 무지많이 쓰이겠네?



응. 스위치가 무지무지 많이 쓰여.



그래서 노트북이나 핸드폰이 무겁구나. 스위치마다 모래니까.



응. 그래서 모두가 베낭에 넣고 짊어지고 다니게된거야. 100년후에 지금의 우리 사진을 보면 사람들이 씨익 웃을걸. 참 미개했구나 하면서.



(끼어들며) 마치 지금 100년전 민속사진 보면 우리가 그런 느낌이듯이. 하하.



히히 스위치라. 그런 간단한 걸루 튜링기계의 모든 부품을 만들 수 있다니.
믿기지는 않는다.



(뭔가 아는듯) 흐르는 건 뭐든 다 되지 않냐?



애 또 시비네.



(웃으며) 그렇지 원칙적으로. 지금 전기를 쓰는 건 전기 스위치를 아주아주 작게
싸게 많이 만들 수 있어서 그런것 뿐이야.



전기가 아닌걸 써도 돼. 흐르는 건 빛이여도 되고 물이여도되고 힘이여도
되고. 뭐든 흐르는 것이면.



전기 컴퓨터, 빛 컴퓨터, 물 컴퓨터, 힘 컴퓨터. 그런 식으로 불리겠구나.



그렇지. 지금은 전기 컴퓨터인거고.



(모두 한 번 더 건배) (폴벌레 소리를 잠시 감상하고) 컴퓨터는 이진수를 쓴다고 하잖아? 그게
스위치 때문에 자연스럽게 그런거야.



흐르거나 말거나. 두 가지만 표현하는 파이프들루 연결되어있어서?



그렇지. 그걸 숫자로 쳐다보면 이진수인거지. 두 글자로 표현하는 숫자가
이진수잖아.



그러쿠나. 근데 “디지털 컴퓨터”라고도 하잖어. 왜야?



“디지털”은 손가락으로 세듯이 구분되는 것들을 뜻해. 스위치를 써서 컴퓨터를 만들었잖아. 흐른다 안흐른다 두가지로 구분되잖아. 그래서 구분되는 것들이 쌓아올려진거지.



(끼어들며) 그래서 “디지털”이라고 하는거구나.



응. 그래서 “디지털 컴퓨터”라고도 하는거지.



(맥주 캔을 비우고) 계단과 경사의 차이다. 계단으로 오르면 디지털 방식, 경사로 오르면 아날로그 방식.



2.26 설계도대로 컴퓨터 만들기: 꼭 스위치일 필요는 없고



(두 번째 맥주 캔을 까며) 컴퓨터는 스위치로만 만들어야하는 건 아니지?



어떻게 알았어? 그리고, 스위치로 만들때도 반드시 전기스위치일 필요도 없는거야. 흐르는 건 빛, 힘, 전기, 물 뭐여도 괜찮아.



지금 전기 스위치인건 싸게 많이 밀도있게 여닫기도 편하게 전기 스위치를 만들 수 있기 때문인것 뿐이야.



(답이 없어서, 재차) 굳이 스위치가 아니어도 된다고?



물론이지. 원천 설계도에 있는 부품을 구현할 수 있다면야 뭐든 다 좋아.



양자 컴퓨터란건?



바로 그거야. 양자 컴퓨터는 스위치로 만드는데 아냐. 원자보자 작은 양자의 세계에서 일어나는 현상을 이용해서 컴퓨터를 만드는데 스위치는 아냐.



(지체없이) 양자 컴퓨터는 전기 컴퓨터가 하는 일을 더 잘 해?



더 빨리 더 알뜰하게 해내지.



기계적인 일만 할 수 있잖아 컴퓨터는. 양자 컴퓨터는 어때?



똑 같아. 기계적인 일만 할 수 있어. 그 이상을 하는 건 아니야.



(맥주 캔을 입에 털고) 튜링 기계로 돌릴 수 있는 일반 양자 컴퓨터로 돌릴 수 있다가?



그렇지. 전문가 스타일로 이야기하면.



더 빨리 더 알뜰하게 일하는 것 뿐야?



응. 그런데 더 빠르고 알뜰한 수준이 엄청나서 사람들이 관심이 쏠리고있지.



디지털 컴퓨터로는 하세월 걸리는 걸 금방 해낼 수 있는게 몇 개 있어. 그래서 주목받고있지.



(고개를 뒤로 돌려 초승달을 보면서) 미래엔 컴퓨터가 지금하군 다르게 만들어질 수도 있겠네.



당연하지 않을까? 지금 전기 스위치를 여닫는 데도 에너지를 필요이상으로 많이쓰는 상태야. 비유하자면 방문을 여닫는데 말 한마리 힘을 쓰는 셈이라고.



오 이런.



전기 스위치 대신에 새로운 방식으로 컴퓨터를 만들게 될 미래가 언제일까? 예측하기 어렵지만 (뻘뻘다 이어졌다 하는 풀벌레 소리) 전기 스위치 방식이 영원할 수는 없을거야.



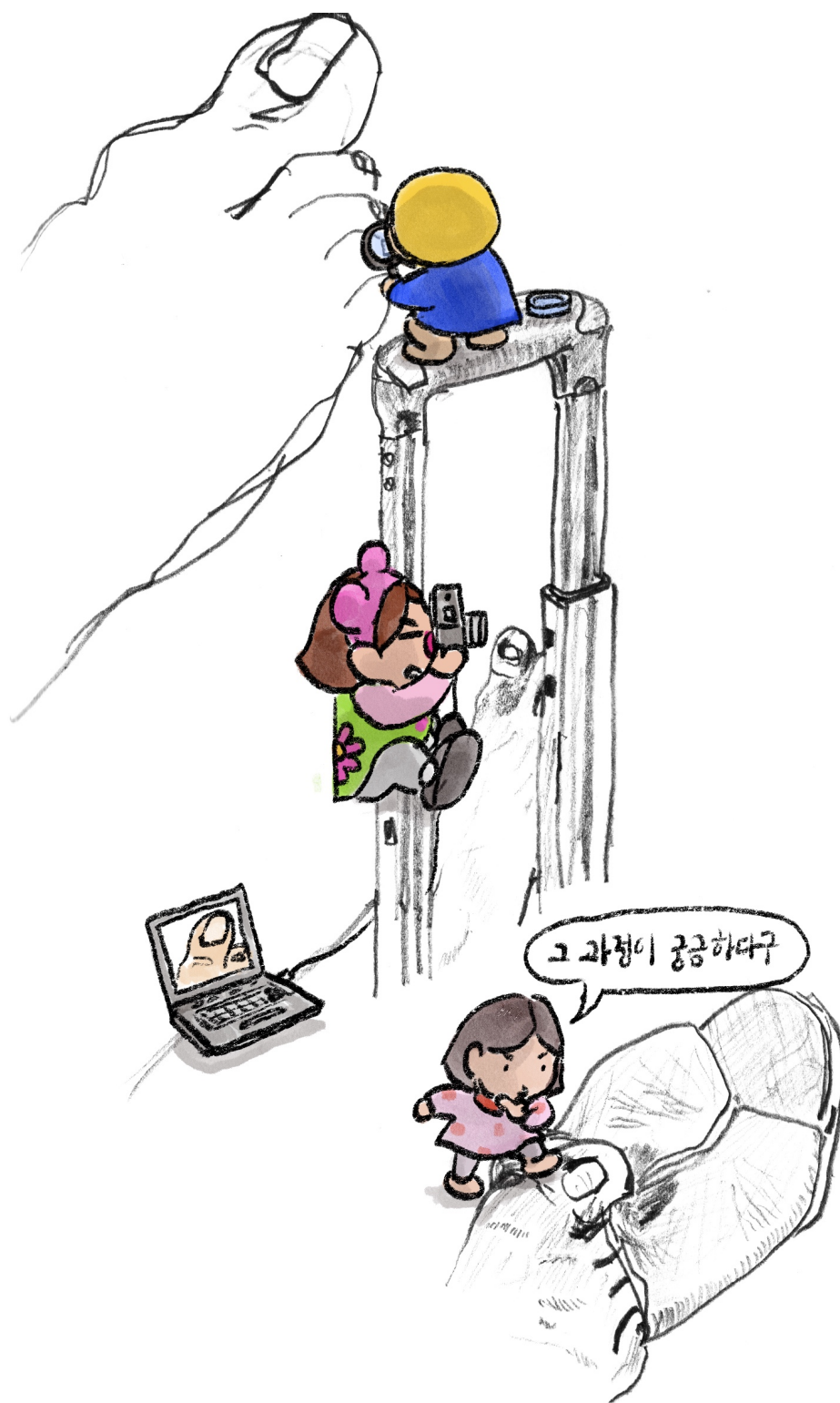
하긴 당연할 것 같구. 힘 만드는 기술도 계속 바뀌었잖아. 사람이나 가축을 쓰는 방식에서, 물을 끓여 증기힘을 쓰는 방식, 석유나 가스를 폭발시키는 방식, 또 전기힘을 쓰는 방식으로. 크.



(취기가 오른 말투로) 변하지 않는 건 이 세상에 업따. 늘 변한다는 사실, 그것만이
변하지 않는다아! 꼬-억- (어느새 방구 머리위로 옮겨 간 초승달)

3

튜링의 마음



3.1 튜링은 어떻게 그 아이디어를 냈을까? 가 궁금해



(이른 아침, 파리 뱀테옹(Panthéon) 남측 뒷골목 카페에 모인 넷) 우리 어떻게 시간 맞춰서 잘 모였네!



바바바 이게 이번 여행의 화두야. 튜링이 어떻게 그 아이디어를 낸걸까? 이거 밝히고 가는걸루.



(웃으며) 그거야 뭐 가만히 생각하다가. 뿡- 하고, 짜안-



방구야 나 진짜 궁금하거든! 우리가 굳이 여기까지 온 이유라구.



맞아, 파리까지 와서 분위기내는 거. 분위기의 힘 이란 게 있지, 하하.



(논쟁하며 지나가는 두 청년을 힐끗보며) 그 과정이 궁금하다구. 컴퓨터 설계도가 출현한 논문을 만들어낸 과정말야.



(커피잔을 내려놓으며) 좋아. 맛난 요리를 먹고 즐기는데 그치지말자, 어떻게 만든 건지도 좀 알자. 이런거구만. 좋아.



넌 안그래? 튜링이 그 논문을 써 간 과정을 알고싶지 않아? 어디서 어떻게 힌트를 얻었고 어떻게 그 논문을 마무리해 간건지.



(아침으로 시킨 바깥과 커피를 받으며) 멋져. 그 궁금해하는 기세. 아주 좋아!



(무릎에 떨어진 빵가루를 털며) 근데 튜링은 이미 세상을 떴잖아. 만나서 이야길 들을 수도 없구. 그 과정을 남겨놓은 기록도 없지? 결과물로 논문만 덩그러니 있구.



(바깥을 뜯으며 진지하게) 상상해 볼 수는 있잖아. 튜링이 들은 그 강의를 상상하고 그 강의실의 튜링을 상상하고. 그 당시 튜링 머리속에서 일어났던 일들을 상상하고. 그래서 튜링이 그 논문을 써가는 과정을 더듬어가고.



접신같은 건가? 히히 흥미진진한데!



팩션 드라마지. 팩트와 픽션을 버무린 다큐 드라마.



(초롱초롱한 눈빛으로) 렛츠고! 그 드라마 안으루 들어가자구.



자자. 흥분하지 말구, 스저지.



(시킨 것을 다 먹으며) 내가 예전에 이야기했지?



때는 1935년이야. 튜링이 그 수업을 들은 해가. 막스 뉴만(Max Newman) 교수가 개설한 강의고 괴델의 불완전성 증명을 따라가는 내용야. 강의 제목은 “수학의 기초와 괴델의 정리(Foundations of Mathematics and Gödel’s Theorem)”고.



(여전히 흥분한 듯) 어. 그 때 그 강의실루 가자! 그 강의에 앉아있자. 튜링이 되어 보자구!



지금부터 내가 막스 뉴만 교수할께.



난 튜링하구.



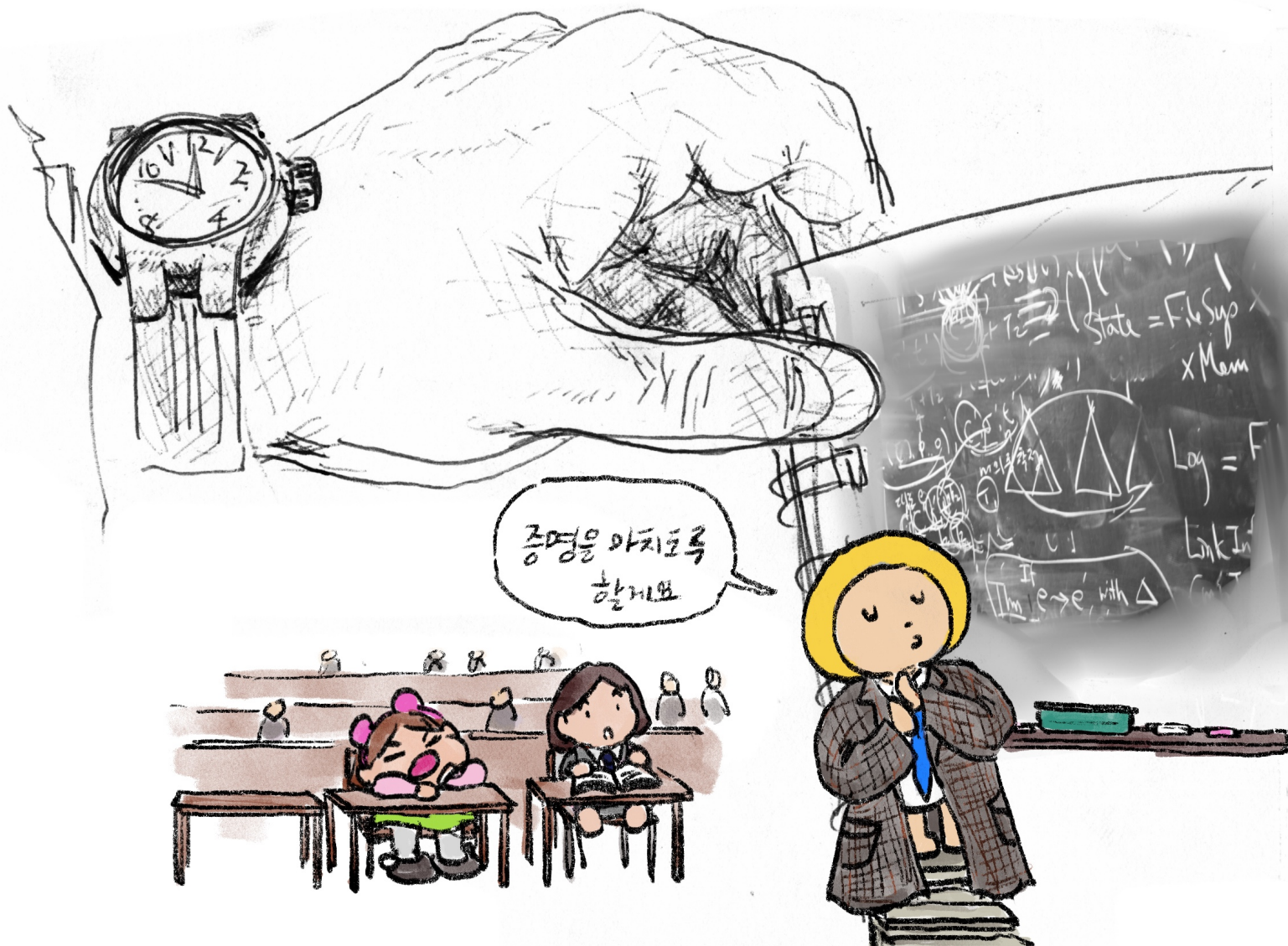
난 같이 듣는 학생할께.



(웁크하며) 난... 아무거나 할께.



1935년 캄브릿지 분위기를 여기 파리 고등사범학교에서 내보자구. 오래된 유럽 학교 느낌은 거기서 거기라고 보고, 하하하. (울름길(rue d'Ulm)을 따라 파리 고등사범학교(École Normale Supérieure)로 향하는 비비, 스저지, 방구, 임매기)



3.2 튜링이 들은 수업: 괴델의 증명으로 한 발짝



(고등사범학교 중앙 정원을 내려다보는 건물 2층 외벽을 장식한 흉상들. 이것들을 인상깊게 바라보며, 조그만 중앙 분수를 지나 1층 강의실로 들어간 뱃) 여기는 강의실. 막스 뉴만 교수가 한 학기 동안 진행하는 강의가 클라이막스로 달려가고있다. 괴델의 불완전성 증명이 던진 충격을 확인하고 싶어하는 학생들의 열기.



(강의실 교탁에서) 여러분, 오늘 수업에서 괴델 증명을 마치도록 할게요.



(속으로) 정신집중하자. 안전벨트 꼭 매고.



괴델이 증명한 것은 기계적인 방식으로는 참인 명제를 모두 술술 만들어 낼 수 없다는 거예요.



불완전성(Incompleteness Theorem) 증명이라고 부르는 이유가 그런거겠죠?



그렇습니다. 수학자나 논리학자가 “완전하지 않다”고 말하면 빼먹는게 있다는 뜻이에요. 기계적인 방식으로 참인 명제인데도 빠뜨리고 만들어내지 못한다는 거였죠. 그러니까 “불완전성”이라고 하는겁니다.



(속으로) 영어 “incomplete”의 명사형으로 “incompleteness”. 히.



다시말해서, 괴델이 증명한 것은...



자연수에 대한 명제중에 기계적으로 증명할 수 없는 것이 있다는 것입니다. 기계적인 방법으로 자연수에 대한 참인 명제를 다 길어올릴 수는 없다는 거죠.



(속으로) 흠. 기계적인 그물이 못 건지는 명제는 늘 있다구? 오. 그 그물을 아무리
기워도 또 건지지 못하는 명제는 있다구? 호.



그걸 어떻게 증명하나요? 그런 명제를 만들어 보여주나요?



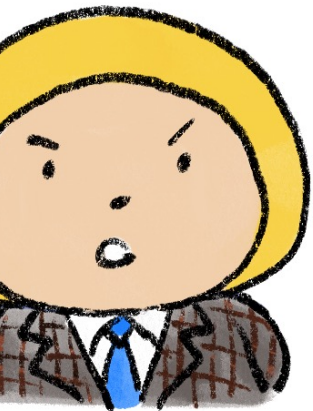
(반갑게) 네 맞아요. 괴델이 그런 명제를 하나 만들어 보여요.



그러니까... 참인 명제일텐데 기계적인 방식으로 증명이 안되는, 그런 명제를
괴델이 만들어 보입니다. 자연수에 대한 단순 명제중에서요.



(속으로) 맘에 드는데! 그런 명제를 눈앞에서 볼 수 있겠구나. (쿵닥쿵닥 점점 빨리뛰는
심장) 하.



(칠판을 향해 뒤돌아 서면서) 그런 명제는 이런 명제입니다. 다음의 방정식을 만족하는
명제 X 입니다. 보세요.

$$X = \text{증명불가}(X)$$



이 방정식이 표현하는 건 이겁니다. X 라는 명제는 뭐랑 같나면, X 가 참임을
기계적으로 증명하는 건 불가능하다, 는 명제와 같은 명제라는 겁니다. 이
방정식은 이걸 짧게 각잡아서 표현한 것 뿐이고요.



이런걸 방정식이라고 하잖아. 모르는 X 가 만족해야할 등식. 숫자세계에서 예를들어 이런거지 “ $x = 2 \times x - 1$.” 이게 뜻하는 건, “ x 라는 숫자는 뭐랑 같냐면, x 에 두 배하고 1을 뺀 수와 같은 숫자다.”

혹은, “ $x = f(x)$ ”로 쓰고 함수 $f(x)$ 는 $2 \times x - 1$ 인. 이런 x 를 찾는 방법을 학교에서 배우지. 이 예에서 x 가 1이면 위 등식을 만족하지.



(오른손에 턱을 괴고) 방정식 등호 양쪽에 X 가 있는건 방정식이 대개 그래서 이상하진 않는데요... 방정식에서 “증명불가”가 뜻하는 게 그러니까...



(천천히) “증명불가”라고 써놓고 뜻하는 건, 기계적으로 증명이 불가능하다는 것을 그렇게 쓴거뿐이에요.

$$X = \text{증명불가}(X)$$



그러니까, 명제 X 는 뭐랑 같냐면... X 가 기계적으로 증명불가능하다는 명제와 같다는 거예요.



(눈을 가늘게 뜨며) X 는 자연수에 대한 명제여야 짱아요. 그러니까 X 랑 같다는, 방정식의 오른쪽 “ X 가 기계적으로 증명불가능하다”는 거...



요게 자연수에 대한 명제여야 하잖아요. 이게 어떻게 자연수에 대한 명제죠?



(살짝 웃으며) 아주 날카로운 지적입니다!



자연수에 대한 명제라는 걸 괴델이 보여줍니다. 저 방정식을 만족하는 자연수에 대한 명제를 만들어 보여줍니다.



그게 괴델의 증명입니다.



(창틀에 얹은 비둘기 소리, 구구구구) (속으로) 오호. 심장아, 날뛰지마라.



3.3 튜링이 들은 수업: 괴델의 증명으로 한 발짝 더



(칠판으로 가서) 자, 다시 방정식을 쓸게요.

$$X = \text{증명불가}(X)$$

이게 뭘 뜻하는 방정식인지는 이제 확실히 전달됐죠?



이제, 이 방정식을 만족하는 X 를 찾으시면 됩니다. 어디에서? 자연수에 대한 단순한 명제중에서요.



왜냐고요? 그러면 그 명제는 자연수에 대한 명제인데, 등식에 따라서 기계적으로 증명불가능한게 되죠.



기계적으로 증명불가능한 X , 이런 X 가 자연수에 대한 명제이라고요?



그렇죠. 괴델이 그걸 보여요. 자연수에 대한 명제라고.



(뒤로 의자를 젖히며) 이에에? 어떡케요?



(천천히) 명제와 기계적인 증명을 모두 자.연.수.로 표현해요...



명제도 자연수로 표현하고. 그 명제를 증명한 증명도 자연수로 표현하고.



그래서 자연수를 보면, 아하 어떤 명제인지. 혹은 무슨 명제를 증명한 건지 알 수 있네요.



(미소 지으며) 마치 이런거예요, 사람마다 주민번호를 붙이는거랑 비슷하죠. 주민번호만 보면 어떤 사람인지 알 수 있게하는 거죠.



아하. 알겠네요. 자연수 안에서 따지지만 각 자연수가 실제 세계에서 뭘 뜻하는지 잘 정해진거군요.



그런거죠.



(목소리를 높여서) 그래서, 괴델은 명제와 기계적인 증명마다 고유한 자연수를 붙여요. 번호를 붙이는 거죠.



(지체없이 파고들며) 명제는 대개 한 문장이고, 증명은 긴 글이잖아요. 사실로부터 새로운 사실을 논리적으로 차곡차곡 써내려간. 그런 긴 글에도 번호를 하나 붙인다고요?



(단호하게) 네. 명제에도 자연수 번호 하나. 어떤 증명 논술에도 자연수 번호 하나.



이 번호 붙이는 방식을 잘 짜요. 명제와 증명마다 고유한 자연수 번호가 붙게요...



그래서 명제 번호로부터 해당 명제가 뭔지, 증명 번호로 부터 해당하는 증명이 뭔지 다 만들어낼 수 있겠어요.



(속으로) 명제와 증명이 자연수와 거울이되게 한거구나. 사람마다 고유의 주민번호를 붙인 것 같이.



(천천히) 그래서, 어떤 명제가 기계적으로 증명가능하다는 사실이...



자연수에 대한 명제가 됩니다. 명제 번호와 어울리는 증명 번호가 있다, 는 명제입니다.



(속으로) 아하. 그래서 어떤 명제가 증명불가능하다는 건, 그 명제 번호와 어울리는 증명 번호가 없다는 뜻이겠네.



그래서, 어떤 명제가 기계적으로 증명불가능하다는 사실도 당연히 자연수에 대한 명제가되죠.



그 명제 번호와 어울리는 증명 번호가 존재하지 않는다, 가 되니까요.



(이마에 주름을 잡으며) 그런데 어울린다는 판단이 어떤건가요?



(천천히) 두 자연수가 어울린다는 판단은 이렇게 해요...



두 자연수는 명제 번호와 증명 번호죠. 그래서 그 증명이 그 명제를 증명한 거면 어울리는 겁니다.



(주먹 쥔 왼 손을 코밑에 대면서) 증명이 맞는지 검산하는거네요. 증명을 체크해서 맞게했는지 검토하기요. 검산이 통과해서 맞으면 어울리는...



(끼어들며) 그렇죠.



그 검산과정이 이래요. 증명 번호에 해당하는 증명문장이 뭔지를 가져와요. 이 증명문장이 논리적으로 틀린게 없는지 확인해요.



(검지 손가락을 세워 앞뒤로 움직이며) 이 확인이 쉽게 가능한 이유가 증명문장이 기계적이기 때문이에요. 곧 설명해줄게요.



(속으로) 증명이 기계적이어서 증명이 맞는지 쉽게 확인할 수 있다고? 그럴것 같긴한데...



(속으로) 기계적인 증명문장이란게 정확히 뭔지 궁금한데. 곧 설명해 주신데니 아무튼.



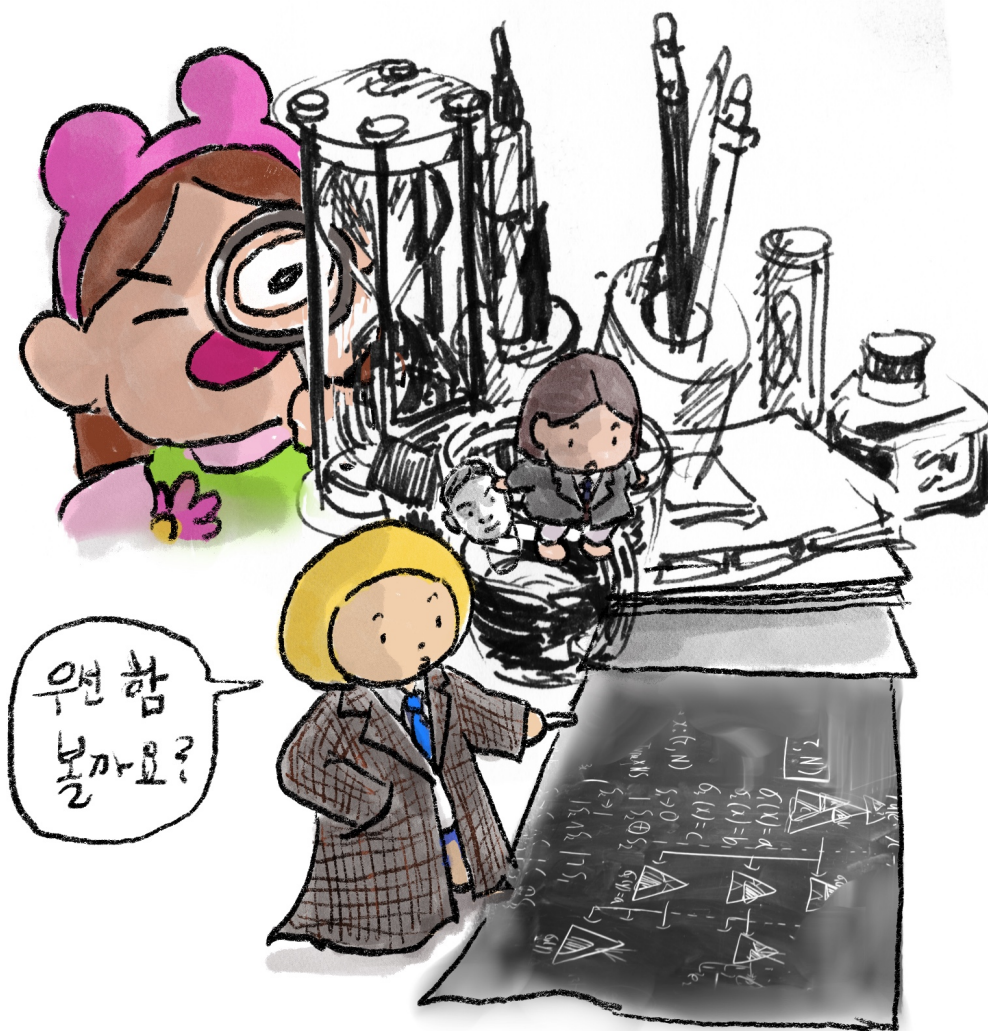
이렇게 증명이 잘 된 걸로 확인되면, 가지고 있던 명제가 바로 증명한 명제였는지를 확인해요.



이 두 확인 과정을 모두 통과하면 어울린다, 고 하는 겁니다. 그 증명이 그 명제를 증명한게 맞다, 라는 거죠.



(속으로) 아하! 소-파-소-곳!



3.4 튜링이 들은 수업: 괴델 증명에서 “기계적인”이란



(나뭇잎이 드문드문 날리는 창밖) “기계적인 증명”이란 “기계적인” 방식을 동원해서 짠 증명문장을 뜻해요. 천천히 이야기해 볼게요.



우선 용어에 대해서 명확히 할게요. 증명이란, 알려진 사실로부터 새로운 사실을 이끌어가는 논술이죠. 논리적인 헛점없이 차곡차곡. 이 증명논술을 하나의 증명문장이라고 할게요.



(곧이어) 증명문장이란 알려진 사실들로부터 시작하죠. 여기서부터 논리적인 이유를 대면서 새로운 사실을 만들고. 새롭게 만들어진 사실들로 다시 논리적인 이유를 통해서 새로운 사실을 만들고.



이렇게 문장들로 문장들을 만들고 쌓아가요. 이러면서 최종적으로 증명하고자 하는 명제를 이끌어내죠. (넓은 칠판이 이런 저런 스케치로 채워져간다)



(속으로) 그렇지, 증명을 한다는게 그런 글을 그렇게 써가는거지.



(분필가루가 묻은 손가락을 털며) (조금 커진 목소리로) 그럼 “기계적인 증명”은 뭐냐하면...



증명문장을 짜는 방식들이 문장의 뜻을 따지지 않아도 되는 방식들이란 뜻이에요. 이렇게 짠 증명문장이 바로 “기계적인 증명”입니다.



(속으로) 뜻을 따지지않고 증명을 짜간다고? 이게 말이되나?



(찌익 미소를 띄며) “문장의 뜻을 따지지 않아도 되는 방식들”이라고 했는데요. 이게 뭇말이냐면요.



우선 “뜻을 따지지 않는다”란 뭘말이냐면, 문장의 겉모습만 따지는 방식이란 말입니다. 무슨 문장이던지 생김새가 맞으면 쓸 수 있는.



“따지지 않아도 되는”이란, 그렇게해도 논리에 맞는 문장들만 만들어지는 방식이기 때문에 괜찮다는 뜻입니다.



(속으로 재빠르게) 아하. 기억난다. 예전에 기계적인 방식 이야기때 들은거지.



A를 가정했더니 B가 사실이면, 그렇다면 A이면 B 가 사실이다. 이런거. A나 B가 무슨 문장이든 사용할 수 있는 방식.



그런 방식들이란 예를들어 이런거예요.



(칠판쪽으로 돌아서서) A이면 B 라는 문장이 사실이고 A 문장이 사실이라고하면, 그러면 B 문장을 사실로 쓸 수 있다.



또, A이면 B 라는 문장이 사실이고 B 문장이 사실이 아니면, 그러면 A 문장이 사실이 아니라고 쓸 수 있다.



A와 B가 무슨 문장이던지, 그 뜻에 상관없이 위의 방식으로 증명문장을 짜면서 증명이 한 발짝씩 나아가는 거죠.



(떨어진 낙엽을 날리는 바람) 수학증명이 다 그런식 아닌가요?



네 거의 그렇죠. 각잡힌 증명세계라고 할까요.



형식주의 증명이라고 이야기하는게 그건가요?



(구르는 낙엽) 그렇습니다.



다른 증명세계도 살짝 있습니다. 각잡힌 세계에 머물지 않은. 직관까지도 존중하는 증명의 세계인데요. 이 세계에서는 정해진 유한한 방식만 동원해서 증명문장을 짜야한다는 고집을 부리지않습니다.



그렇지만 그런 증명 모두 각잡힌 증명으로 다시 쓸 수 있을거라는 입장이 대세 아닌가요?



(잠잠해진 바람) 네. 그래서 지금은 존재감이 거의 없는 세계로 볼 수 있습니다.



(상체를 살짝 틀고 책상을 짚은 팔꿈치, 턱을 오른 손 등에 괴고) 그렇군요. 아무튼. 그래서 괴델이 증명한건, 그런식으로 하는 증명이 불완전하다는. 각잡힌 증명만 가지고는 안된다는. 그런 증명으론 참거짓 여부를 확인할 수 없는 명제가 늘 있다. 이걸 증명한 거네요.



그렇죠.



(다시 휘날리는 낙엽) 근데 오해하지는 마세요.



“각잡힌 증명만 가지고는 안된다”가 조금 오해의 느낌이 있네요.



각잡힌 증명 방식을 유지하면서 증명 능력치를 확장할 수 있어요 늘. 놓쳤던 명제를 참이라고 접어놓고 시작하는 겁니다. 이렇게 확장해 놓은 세계에서 각잡고 증명하기. 이게 늘 가능하죠.



(속으로) 그러네. 아무튼 흠. 감이 잡히네. 전체적으로 어떤 세팅에서 괴델 증명이 진행되는지 그림이 그려지네.



(칠판을 지우는 뉴만 교수를 향해서) 그런데요, “기계적인”이라는 말이에요. 이게 조금 더 구체적이었으면 해서요.



흐음. 그러니까, 기계라는 상식과 좀 동떨어진듯 해서요. 좀 더 상식에 가깝게, “기계적인”을 진짜 기계같이 정의하면 좋을것 같아서요.



(돌아서서) 물론 “기계적인”의 정의를 더 손에 잡히게 쉽게하고, 괴델의 증명을 진행할 수도 있을 겁니다.



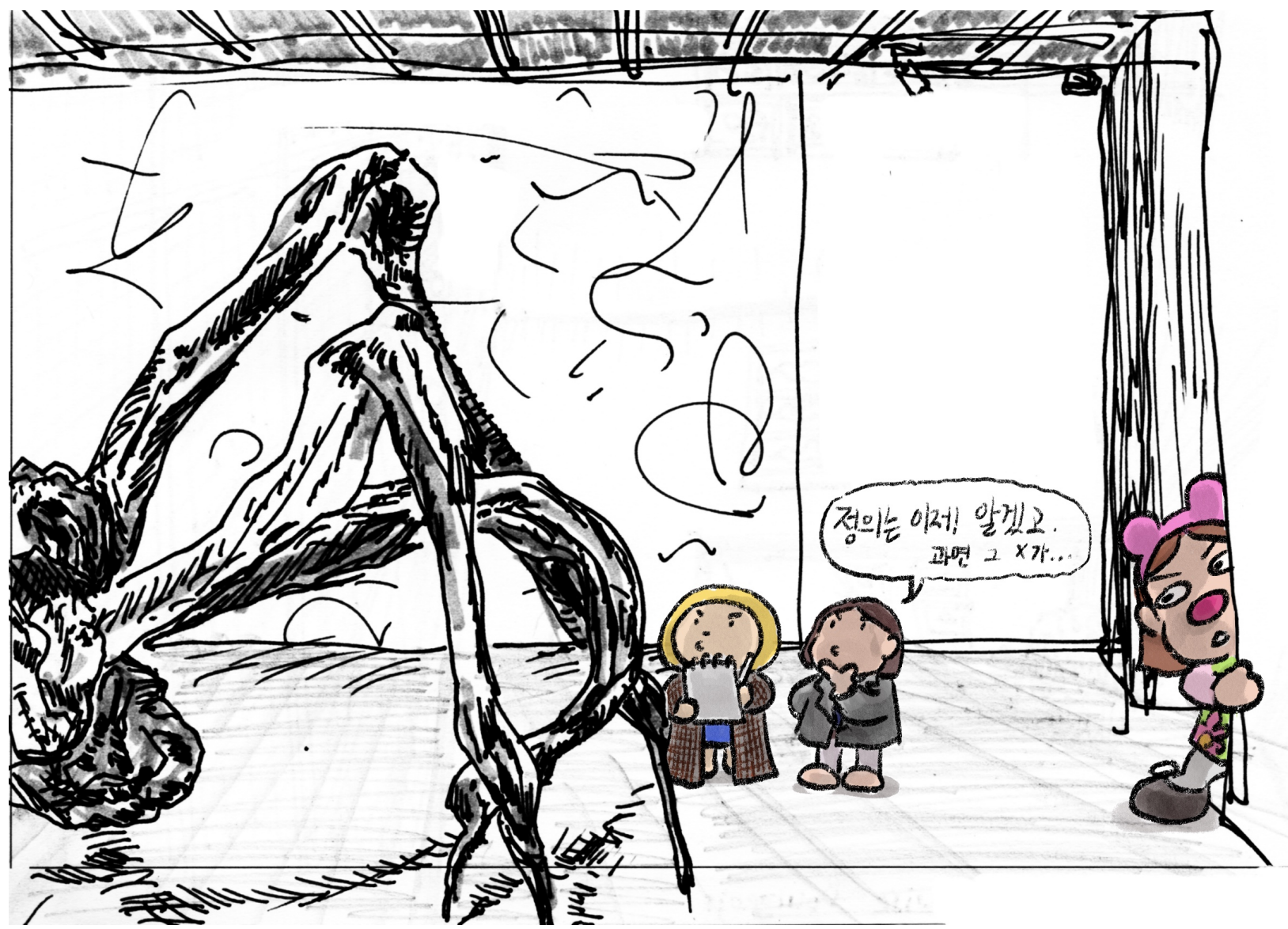
어쨌든 괴델이 증명을 어떻게 했는지 우선 함 볼까요?



(속으로) “기계적인”을 진짜 어떤 기계장치를 상상해서 정의할 수 있을것 같아.



(속으로 계속) 쉽게 상식에 더 가깝게. 명쾌하게. 손에 잡히게. 구체적으로.



3.5 튜링이 들은 수업: 괴델의 증명, 그 정중앙



괴델의 증명으로 돌아갑시다. 아까 방정식을 여기 다시 쓸게요.

$$X = \text{증명불가}(X)$$



(속으로) ‘증명불가’ 라는 것이 자연수에 대한 명제가 된다는 이야기는 들었고. 명제와 증명에 자연수 번호를 붙여서, ‘증명불가’ 가 자연수에 대한 명제라는.



이 방정식의 해가 뭔지 보기전에, 그 해에 대해서 우선 생각해볼게요.



이 방정식의 해는 참이어야만 해요. 참인데 증명불가능한 거지요.



(속으로) 어디보자... X 가 거짓인 명제라면... 그것과 같은 오른쪽이 거짓이란 거니까...



(계속해서 속으로) X 가 증명불가능 하다는 것이 거짓이란거네. 그럼 X 가 증명가능이라는 거네. ㅋㅋ.



(나무 그림자가 얼굴을 나눈다) 그 해가 거짓인 건 다루지 않아요. 왜냐면, 거짓이면 증명불가가 거짓이니까 증명가능한게돼요. 거짓인게 증명가능한게 되니까 그런건 우리가 다루지 않습니다.



(속으로) 괴델형님이 찾은 해를 보여주세요. 어서요!



자연수에 대한 명제중에서 그런 명제 X 를 괴델이 찾아내요. 이런 놀이예요.

(칠판에 크고 진하게 쓴다)

$X = G$ 인데 그 안의 x 를 G 로 바꾼것

$G =$ 증명불가(바꿔치기(x, n, x)) 여기서 n 은 x 의 자연수 번호 x



(분필문은 옷을 서둘러 털며) 위에서 사용했고 앞으로 사용할 부호에 대해서 우선 설명할게요.



식이 뭐든 $*$ 라고 쓸게요. 식 $*$ 에 밑줄친 $*$ 는 식 $*$ 에 고유하게 붙이는 자연수 번호를 뜻해요. 예를들어, 식 $x + 1$ 에 붙는 번호가 9374면 $\underline{x + 1}$ 는 9374를 뜻해요.



거꾸로, 자연수 \diamond 에 윗줄친 \diamond 은 그 자연수 번호에 해당하는 식을 뜻해요. 위의 예에서, $\overline{9374}$ 라고 쓰면 식 $x + 1$ 을 뜻하겠죠.



그래서 식 $*$ 에 밑줄쳐서 자연수로 보낸것을 다시 윗줄치면 $*$ 로 돌아오겠죠. 그러니까 $\overline{(\underline{*})} = *$ 라는거죠. 식마다 자연수 번호는 고유하게 붙어서 그래요.



(속으로) 간단한 표기법이네.



그리고, “바꿔치기”라는 함수는 자연수 세 개를 받아요. 그 세 개를 $\nabla, \Delta, \blacktriangle$ 라고 할게요. 그 함수가 자연수 세 개를 받은 걸 이렇게 쓸게요: (칠판 왼 쪽 한 칸에 쓴다)

바꿔치기($\nabla, \Delta, \blacktriangle$)



그 함수는 결과로 어떤 식을 내놓아요. 어떤 식이냐면, 첫 번째 자연수 ∇ 에 해당하는 식 ∇ 이 살짝 바뀐 식입니다.



어떻게 바뀐거냐면 그 안에 있는 어떤 변수를 세 번째 자연수 \blacktriangle 로 바꾼거예요.



어떤 변수냐면 두 번째 자연수에 해당하는 변수 \triangle 를요.



여기서 우리가 사용하는 표기법으로 쓰면 “바꿔치기”라는 함수의 정의는 이렇게되죠:

바꿔치기($\nabla, \triangle, \blacktriangle$) = ∇ 인데 그 안의 \triangle 를 \blacktriangle 로 바꾼것.



(속으로) 위의 X 의 정의는 이제 알겠고. 과연 그 X 가...



과연 그런 X 가 원래 방정식의 답인지 볼까요. 정의를 따라 다시 써가면 간단하게 확인할 수 있어요. 보세요. (칠판 중앙에 한 줄 씩 크게 쓰면서 설명해간다)

$X = G$ 인데 그 안의 x 를 G 로 바꾼것	이라고 했죠.
	앞의 G 를 풀어쓰면,
$=$ 증명불가(<u>바꿔치기(x, n, x)</u>)인데 그 안의 x 를 G 로 바꾼것	이 되죠. $n = x$ 이고요.
	쓰인대로 바꿔쓰면,
$=$ 증명불가(<u>바꿔치기(G, n, G)</u>)	가 되죠. 바꿔치기
	정의대로 다시 쓰면,
$=$ 증명불가(<u>$\overline{(G)}$인데 그 안의 \bar{n}를 G로 바꾼것</u>)	이 되죠. $\overline{(G)}$ 와 \bar{n} 은
	각각 G 와 x 이므로,
$=$ 증명불가(<u>G인데 그 안의 x를 G로 바꾼것</u>)	이 되죠. X 의 정의를
	X 로 바꿔쓰면,
$=$ 증명불가(<u>X</u>)	가 됩니다. 끝.



(낙엽들을 멀리 옮기는 썬 바람이 분 후) 어때요. 확인이 되었죠? (분필가루가 날린다)



어 어 어 으 음. 허. 허.



(칠판에 쓴 것을 다시 짚으며) 방정식 $X = \text{증명불가}(X)$ 을 만족하는 X 는 G 인데 그 안의 x 를 G 로 바꾼것, 인 거죠.



방정식 오른쪽 “증명불가(X)”에 들어가는 X 는 X 자체가 아니고 X 에 붙는 고유한 자연수 번호고요. “증명불가 X ” 요렇게요.



“증명불가”는 자연수에 대한 명제니까 그렇게 되어 식이 맞겠죠?



(속으로) 와-아- 멋진데.



(속으로) 오-호- 멋진 증명이네.

$$X = \text{증명불가}(X)$$

와아!



(속으로) 그런데. 그런데... 더 손에 잡히게 증명할 수 있을 것 같은데.



“기계적인”이란 정의부터 좀 더 기계 느낌으로. 쉽고 상식적으로. 그렇게 함 해봐야겠다.



흠. 쿵! (증명을 다시 꼼꼼어보는 학생들의 뇌파가 강의실에 소용돌이치고) (그 파동이 바깥벽에 줄지어 선 흉상들을 감쌌다 찾아든다)



3.6 튜링이 들은 수업: 뉴만 교수의 코멘트. 무한한 뭉가와 관련돼요



(한 숨 돌리고) 괴델의 증명은 그렇고요. 자연수에 대한 명제를 만들어 보였죠. 기계적인 증명이 불가능한.



그걸 다시 쓸게요. 그 명제가 X 입니다.

$X = G$ 인데 그 안의 x 를 G 로 바꾼것

$G = \text{증명불가}(\text{바꿔치기}(x, n, x))$ 여기서 n 은 x 의 자연수 번호 x

X 는 G 인데 그 안의 x 가 있다면 그 대신에 G 를 품겠다고 하는 놈이죠. 정확히는 자연수 번호로 표현한 G 를 품겠다고.



자기가 자기자신을 품겠다고 하는 모양새입니다. 이상한가요?



(속으로) 이상할건 없는데. 나도 나를 품고 있지. 내 주민등록증이 내 주머니 지갑안에 있으니까. 내 주민번호는 내 안에 가지고 다니면서 나를 대신할 수 있으니까.



전혀 이상할건 없는데요.



(천천히) 좋아요. 이런 상황은 뭔가 무.한.한. 것과 관련됩니다. 모종의 무한성을 품고 있는거죠.



G 를 까봤더니 그 안에 G 가 있는거고, 안에 있던 G 를 또 까봤더니 그 안에 또 G 가 있고. 이렇게 끝없이 계속될 수 있는.



(속으로) 히. 까도까도 계속있는 러시아 인형같은.



(미소를 띄며) 사실, 방정식

$$X = \text{증명불가}(X)$$

을 만족하는 X 는 무한한 지경을 품은 것으로 볼 수 있죠.



왜냐면 위 방정식의 답은 직관적으로는 “증명불가”가 한없이 쌓여있는 것이
지요.



이런거요:

$$X = \underbrace{\text{증명불가}(\text{증명불가}(\dots))}_{\text{무한반복}}$$



이 X 를 방정식 양쪽에 넣으면 등식이 성립하죠. 왼쪽의 X 는, 즉 무한하게
매달린 “증명불가”는...



그 앞에 하나 더 덧붙여도, 즉 오른쪽의 “증명불가(X)”같이 해도, 똑같으니
까요.

$$\underbrace{\text{증명불가}(\text{증명불가}(\dots))}_{\text{무한반복}} = \text{증명불가}(\underbrace{\text{증명불가}(\text{증명불가}(\dots))}_{\text{무한반복}})$$



(분필 먼지를 털어내며) 어차피 무한한 거니 그 앞에 하나 더 붙여도 무한한 거와
똑같으니까요.



(종이에 쓰면서, 속으로) 그렇지. 방정식 $x = 1 + x$ 의 해는 1+가 무한히 매달려 있는

거지. $1+ 1+\dots$ 그런 x 는 앞에 $1+$ 를 하나 더 매달아도 x 와 같지.



(종이에 그리며, 속으로) 그렇지. 방정식 $x = \circ-x$ 의 해는 구슬이 오른쪽으로 무한히 매달려 있는거지. $\circ-\circ-\dots$. 그런 x 는 앞에 구슬을 하나 더 매달아도 x 와 같아.



3.7 튜링이 들은 수업: 뉴만 교수의 코멘트. 사람은 늘 초월할 수 있다?



(강의실에서 나와 중앙 정원의 피크닉 테이블에 모여) (작은 분수 물줄기 소리를 배경으로) 괴델이 증명한 것이 뭘 의미할까요?



기계적인 방법을 주인공으로 보면, 그런 방법은 늘 불완전하다는 것을 확인 해준 거죠.



(속으로) 기계적인 방식가지고는 못건지는 명제가 늘 있다, 였으니까.



그런데, 사람 마음을 주인공으로 보면, 이렇게 되요...



우린 항상 기계적인 방법을 초월하는 것을 찾을 수 있다는게 돼요.



(끼어들며) 사람 마음의 능력은 기계를 늘 초월한다는 걸까요?



그렇죠. 사람의 마음이나 인식은 기계적인 방법을 늘 능가한다는 거죠.



그런데, 놓치는 놈을 길어 올리게끔 기계적인 그물을 수선하면서 늘 보완할 수 있잖아요?



(앉아있는 의자에 다리를 접어올리며) 놓치는 명제를 사실이라고 접어놓고 포함시키는 거죠. 증명은 못하니 묻지도 말고 따지지도 말고 사실인 명제라고 더해 놓는 거 말이에요.



맞아요. 그렇게 기계적인 방법을 확장할 수 있어요. 참이라고 새로 접어놓은
놈에 기대서 새로운 사실들이 증명될거고요. 그렇게 전보다 많은 명제들이
사실로 증명되는거죠.



(분수 물줄기가 바람에 흔들린다) 하지만 그렇게 확장해도... 길어올리지 못하는 참인
명제를 우린 늘 찾을 수 있다는게 괴델의 증명이죠.



괴델의 증명이 뜻하는 것을 이렇게 표현할 수도 있지요.



(외벽에 있는 흉상들을 올려다 보고는) 우리가 기계에 맡길 정도로 완전히 믿는 방식이
있다면, 그렇다면 그 이상을 우리는 늘 생각해낼 수 있다는. 우리는 그 방식을
초월한 것을 늘 찾아낼 수 있다는.



(속으로) 흠. 일종의 정신승리 아닌가? ㅎㅎ.



(검지 손가락과 팔뚝을 세우며 생각이 다르다는 느낌으로) 그 방식으로 우리가 필요한 만큼
기계적인 방법을 확장하고 확장하다보면 어떻게 되나요?



그러다보면 어느 순간 우리는 모든 걸 기계에 맡겨도 되는 충분한 순간이
오진 않을까요? 더 이상 확장할 필요가 현실적으로 없는... 그런 순간요.



그럴 수도 있지요... (뒤편인지 깔깔 웃는 옆 테이블 소리)



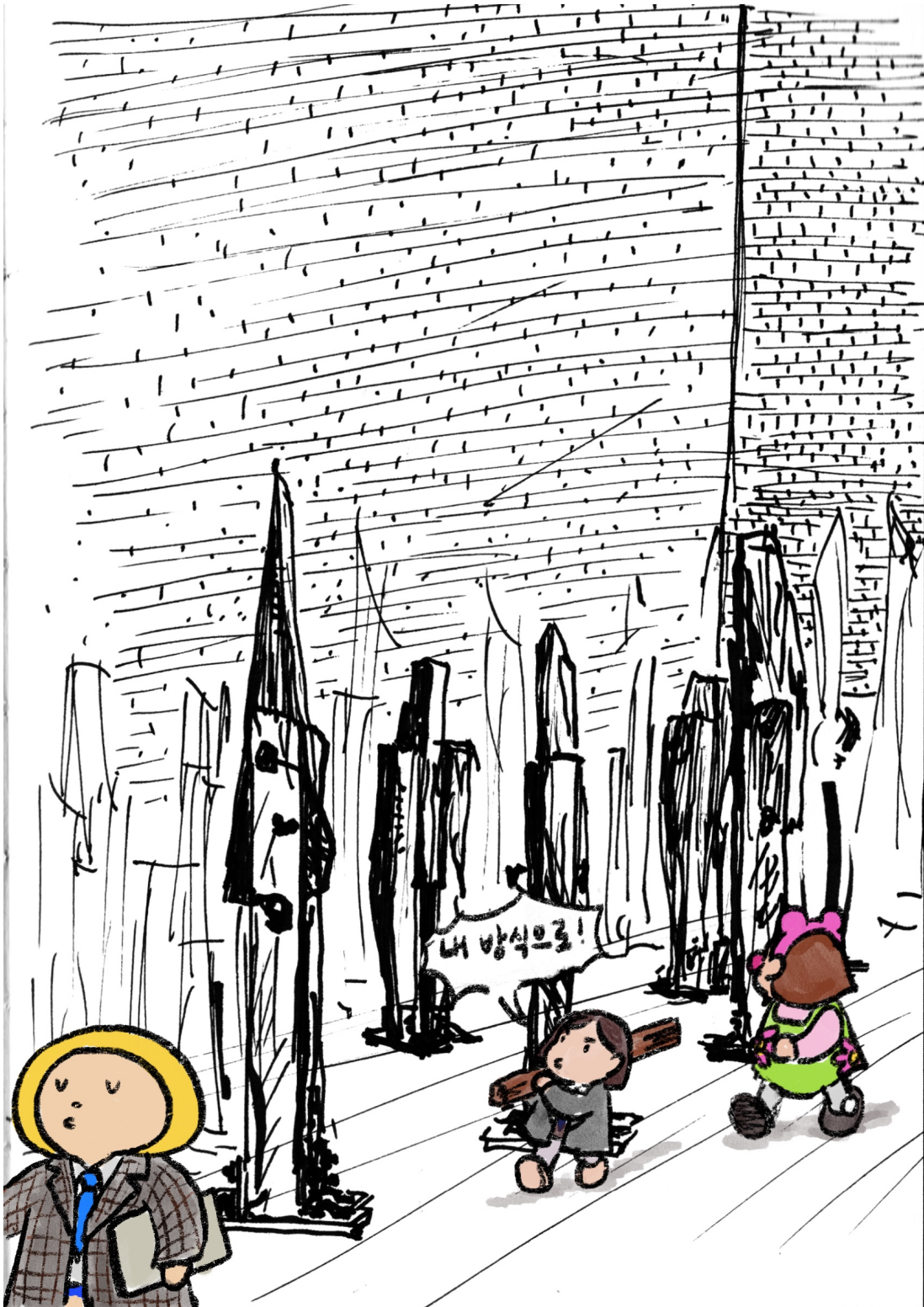
(끼어들며) 그런데 우린 늘 목마르지 않나요? 어떤 경우에도 항상 그 이상을
원하지 않나요?



모두가 이젠 됐다 하는 만족스런 순간이 과연 올까요? 전 약간 의심되는데요.



나도 그렇게 생각하고는 싶네요. 흠. (선선한 바람이 이파리 몇 장을 흔들어 떨어뜨린다) (중앙
정원으로 나오는 학생과 교수들이 늘면서 냇은 자리를 뜬다)



3.8 수강후 튜링이 자기만의 방식으로 증명해간 시간 들: 첫 발자국



(새로 단장한 도서관. 투명한 의자들과 짙은 고등색 테이블들, 그 위로 하얀 스탠드등들이 줄지어 있다. 바닥은 짙은 자주빛 카펫. 라투드길(rue Rataud)을 보는 벽은 전면이 창이다.) (한쪽 테이블 구석에 앉아) 흠. 이제 한 번 해 볼까. 괴델형님과 다른 방식으로 증명해봐야겠어.



괴델형님 증명에서 애매해서 통과하지 않았던게 기계적인 증명에 대한 이야기였어. 명확히 정의하지 않고 그냥 진행했던거.



(연필을 쥐고) 기계적인 방식이 뭔지 내 방식으로 정확히 정의해보자. 명확하고 애매한게 없도록. 이왕이면 진짜 기계 느낌나게. 쉽고 상식적으로.



그렇게 튜링은 튜링기계를 정의하게 되었다구. 너무나 과감하게, 단순하고 세속적인 부품들로. 아마도 수학을 해온 사람들에게는 너무 생소한 스타일로. 혹은 놀라운 저속함으로. 바닥에 발을 굳건히 딛고.



튜링이 정의한 기계적인 일이란, 튜링기계를 만들어 돌릴 수 있는 일이야. 명쾌해. 애매한게 전혀 없어.



튜링기계를 구성하는 부품이 뭔지 명확하고 그 부품의 작동방식이 명확해. 그 부품들로 만들어서 돌릴 수 있는 일, 이게 기계적인 일이다, 라고 정의한거지.



튜링기계를 구성하는 부품은 4가지야. 테잎. 규칙표. 상태표시. 읽고쓰는 장치. ...



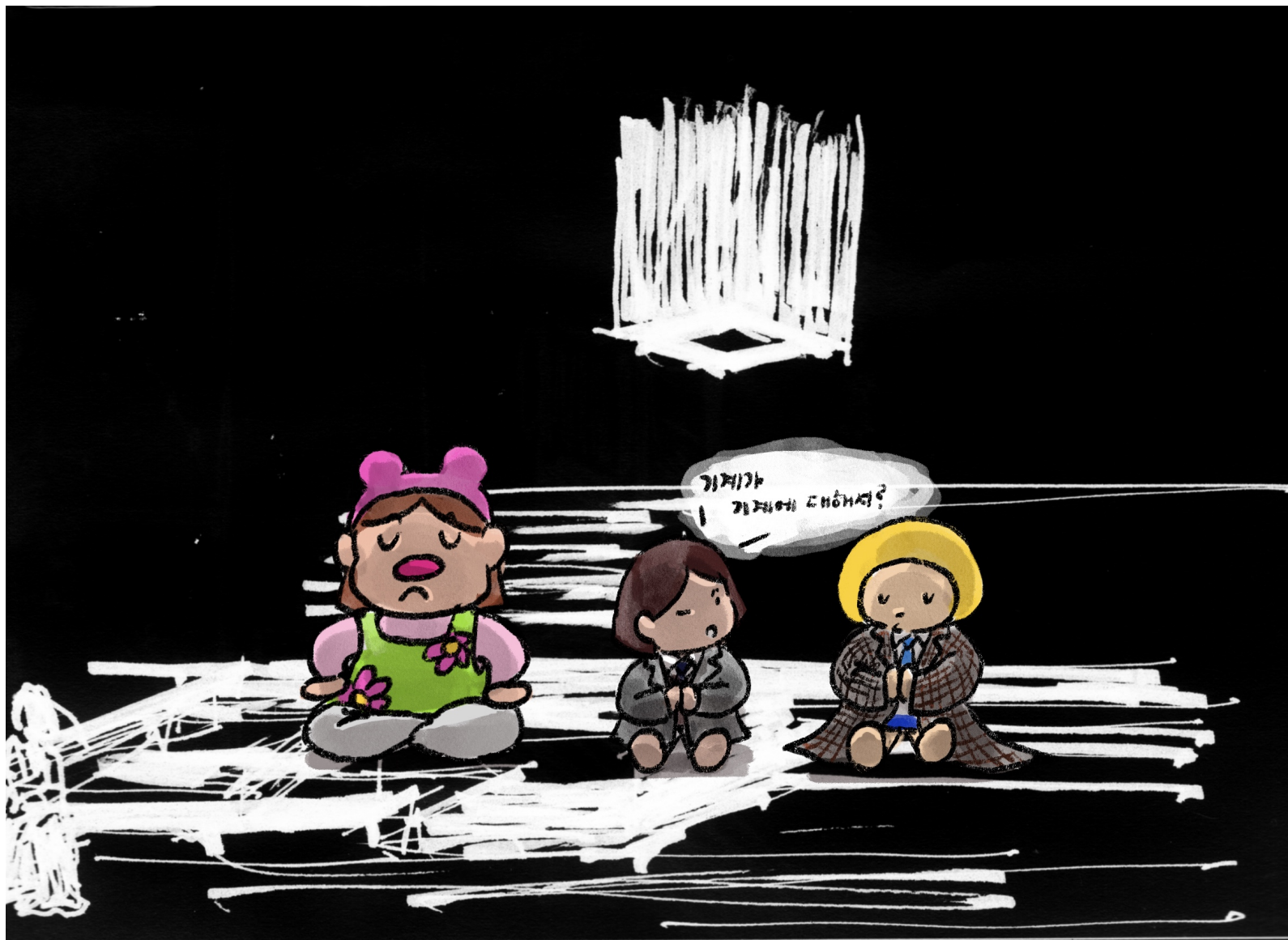
(그렇다 지운 기계 부품들이 여러 종이에 흩어져있다) 자, 기계적인 일을 상식적인 기계 느낌으로 쉽고 명확하게 정의했고. 증명으로 들어가보자.



(날이 저물며 도서관 등이 새로 켜진다) 튜링기계 세계에서 뭔가 무한성을 가진게 불가능해야 할텐데. 뭘까. 괴델형님 증명에서 뭔가 무한성을 가진게 증명불가였잖아.



이렇게 첫 발을 내디딜 때 부터 괴델의 증명이 가이드가 되었을거야.



3.9 수강후 튜링이 자기만의 방식으로 증명해간 시간 들: 두번째 발자국



(도서관을 나와 로몽길(rue Rhomond)을 따라 정처없이 걸으며) 튜링기계에서 무한한게 뭘까? 튜링기계는 모든게 유한하지. 테잎에 쓰는 글자들도 유한. 상태들도 유한. 규칙들도 유한.



오직 그 작동이 무한할 수 있어. 끝없이 작동하는게 가능하니까.



테잎은 무한히 길지만 그건 테잎에 기록할 수 있는 공간은 늘 있다는 가능성을 보장하는 거지. 튜링기계의 불가능과 관련된 무한은 아닌거지.



그렇다면 무한히 도는 튜링기계 관련해서 불가능한게 뭐지?



괴델 증명에서 “ $X = \text{증명불가}(X)$ ”는 자기 자신에 대한 이야기였지. 튜링기계 세계에서 이것에 대응하는게 뭘까?



이렇게 또 괴델 증명에서 가이드를 받아. 자기자신에 대한 셋팅에서부터 불가능한게 드러날것 같다는.



기계가 기계에 대해서?



(빨려들며) 기계가 영원히 도는 기계에 대해서?



(빨려들며) 기계가 영원히 도는 지를 결정하는 기계?



그런데 기계가 기계를 볼 수가 없는데. 기계가 기계를 입력으로 받을 수 있나?



3.10 수강후 튜링이 자기만의 방식으로 증명해간 시간 들: 세번째 발자국



(천천히) 기계가 기계를 입력. 으로?



이 대목에서 괴델의 증명에서 또 힌트를 얻지.



(히기진 배를 느끼며 모퉁이 카페에 앉는다) 물론이지.



뭐든 유한개 글자로 써서 일렬의 글로 표현할 수 있지. 괴델형님도 식과 증명마다 모두 고유한 자연수를 붙일 수 있었듯이.



(오일 파스타와 탄산수를 시키고) 그러면, 이제 질문이 이거야.



입력으로 들어온 기계가 영원히 돌지 아닐지를 판단하는게 불가능한가? 그런 판단을 하는 튜링기계는 만들 수 없나?



(갑자기) 불가능한건 그렇고. 가능한건 어디까지일까.



이 길목, “가능한건 어디까지일까”라고 생각을 꺾는 지점. 이 추측은 약간 억지이긴 한데...



이렇게 가능성의 끝을 더듬다가...



왕튜링기계가 가능하다는 것을 발견했을 거란거. 말되지. 아마도 그렇게 흐르지않았을까. 계속해 봐 스저지.



기계를 정해진 규칙을 가지고 일렬로 테잎에 쓰면...



(입 안의 탄산수를 천천히 목으로 넘기며) 가만있어봐. 그 쓴 걸 보고 그 기계 모습을 알 수 있고...



거기서 한 스텝 작동한 후의 기계 모습이 있겠지. 그러니까...



(천천히) 기계상태를 표시하는 글자를 바꾸고,



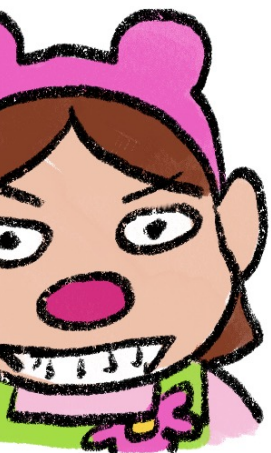
(신중히) 기계의 테잎이 바뀔테니 그 테잎을 나타내는 글자열을 바꾸고,



(천천히) 하이라이트되는 테잎칸이 바뀔테니 그 칸을 표시하는 글자를 바꾸고.



그렇구나! 이런 일을 하는 기계가 가능하겠구나! (다 식은 파스타를 허겁지겁 먹는다)



이렇게 왕투링기계가 가능하단 걸 확인하지. 이게 바로 컴퓨터의 청사진이지!



기계적인 일은 뭐든 해주는 하나의 튜링기계. 그러니까 튜링기계 아무거나
입력으로 받으면, 그 일을 해 주는 튜링기계. 왕튜링기계.



3.11 수강후 튜링이 자기만의 방식으로 증명해간 시간 들: 네번째 발자국



(왼쪽 눈썹을 왼 손가락들로 반복해 쓸면서) 후-우. 가능한 끝판은 이렇고. 다시 불가능한 것으로 돌아가서...



기계를 입력으로 받아서 그 기계가 작동을 시작하면 끝날지 무한히 돌지를 판단하는 기계가 불가능한가? 꺼-어-억 (트름 소리에 발춤에 앉아있던 고양이가 놀라 일어난다)



이 대목에서도 괴델의 증명에서 가이드를 받지. 무한한 것과 관련된 것이 증명불가였으므로. 다음과 같이 방향을 잡게되었을거야.



불가능해야 돼. 뭔가 무한한 것과 관련된 것이 불가능해야 하잖아. 기계적으로.



그래야 괴델형님의 증명과 평행하게되잖아. (카페에서 일어나 다시 걷는다)



(유술린느길(rue des Ursulines) 파스퇴르 빌라(La Villa Louis Pasteur)를 지나며) (좁은 골목길) 불가능할거야. 어디보자. 괴델이 써먹은 증명기술중에서 하나 쓰지 못한게 있어. 대각선논법.



이 길목에서도 괴델의 증명에서 힌트를 얻은셈이지. 괴델이 찾은 자연수 명제 X , 기계적으로 증명불가능한. 이 명제를 찾는데 괴델이 일종의 대각선논법을 썼거든.



설명을 좀 더하면, 괴델 증명에서 “바꿔치기”라는 함수가 사용되는거 기억나? 인자를 세 개 받는 데, 그 중에서 두 개가 “ x ”라는 같은 놈이잖아. 이게

“대각선” 느낌과 연결되지. 그 x 가 1, 2, 3,... 일때 (1,1), (2,2), (3,3),... 이렇게 인자로 들어가는 셈이니까. 대각선 좌표들같이.



(피곤한 눈을 감으며 벽에 기대어) 내 기계의 세계에서 이 대각선 논법을 어떻게 쓸 수 있을까. 내가 아는 대각선 논법은 갯수가 생각한 것 보다 넘어선다는 것을 빼박 설득할때 쓰는건데. 칸토르(Cantor) 아저씨가 사용한. 어디보자...



(맞은편 건물 모서리 라인을 눈으로 따라가며) 입력된 기계의 작동이 끝날지 안끝날지 판단하는 기계가 있다고하자. 그러면...



내 기계의 갯수가 자연수를 넘게되려나? 그렇다면 모순이지. 내 기계의 갯수는 자연수를 넘지 못하므로.



(불손한 낙서가 있는 어두운 벽에 한참을 기댄줄도 있고) 자연수를 넘게 되는 모순, 자연수를 넘게 되는 모순...



이러면서 그 모순을 이끄는 증명을 해내지.



i -번째 기계와 i -번째 입력에서 다르게 작동하는 하나의 튜링기계를 만들어서. 그런 튜링기계는 1-번째, 2-번째, 3-번째,... 등 자연수만큼 있는 모든 튜링기계와 다른 튜링기계니까.



그러네. 멈춤문제를 푸는 기계가 있다면... 기계의 갯수는 자연수를 넘게되네. 따라서 멈춤문제를 푸는 기계는...



있어서는 안되네. 좋았어! 아아아-악!



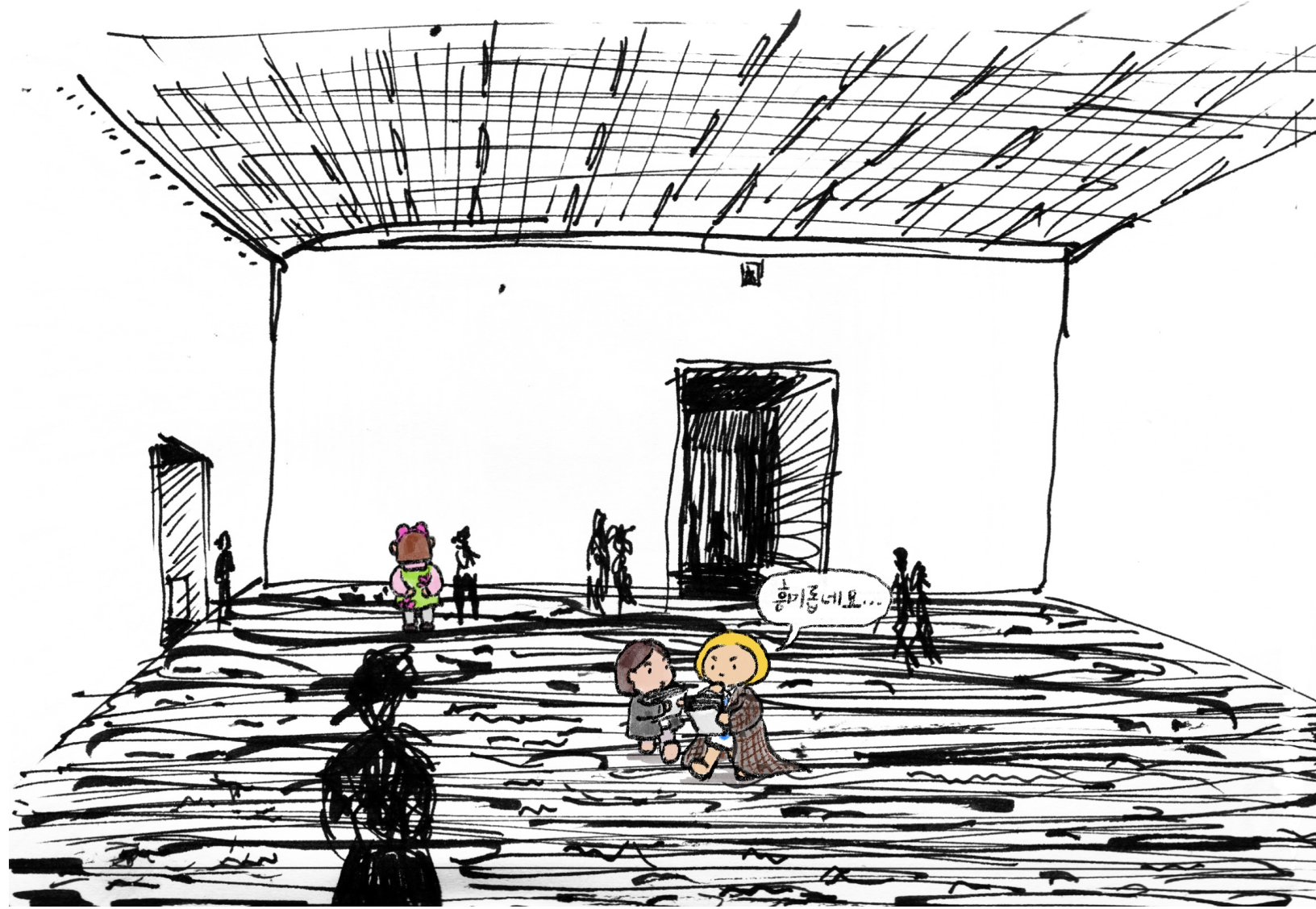
(혀로 아래 입술을 적시며 강한 눈빛으로) 멈춤문제를 푸는게 불가능하다는 게 증명됐고! 그리고 기계로 모든 자연수에 대한 명제를 프린트하는 기계가 있다면 멈춤문제를 푸는 기계가 가능해지고! 아-하!



(깊은 밤, 큰 길로 나오며) 하하하. 이렇게 증명이 되는거구나! 내 기계의 세계에서는 존재할 수 없는 기계야. 자연수에 대한 모든 참인 명제를 프린트하는 기계는 불가능해.



끝. 짱. 후-우.



3.12 수강후 튜링이 자기만의 방식으로 증명을 마치고: 뉴만교수의 응원



이렇게 매 길목마다 괴델의 증명에서 힌트를 얻으면서 튜링은 자신이 정의한 기계적인 계산의 세계에서 괴델이 증명한 것을 증명해내지.



(강의실 밖 복도) 교수님, 제가 괴델 증명을 제 방식으로 다시 해 봤는데요.



(종이봉지를 가방에서 꺼내며) 기계적인 계산이 뭔지부터 제 방식으로 정의하구요. 그런 기계적인 계산으로 자연수에 대한 명제를 빠뜨림없이 만들 순 없다는 걸 증명해봤습니다.



여기 정리해 봤는데 한 번 봐주시겠어요?



오 그래요? 흥미롭네요. 내게 일주일만 시간을 줘요. 다음주에 만나서 이야기합시다.



1936년 4월. 튜링은 이 내용을 리포트로 정리해서 막스 뉴만 교수에게 전달해. 뉴만 교수의 수업을 듣고 근 1년을 그 증명에 몰두한 셈이지.



뉴만 교수는 튜링의 과감함에 놀라지. 너무나 세속적인 부품들로 각잡힌 수학 증명의 근본적인 한계를 따박따박 짚어간 모습에. 테잎, 읽고쓰는 장치, 규칙표. 수학자들이 다루기엔 너무 저속한 것들로.



그리고, 뉴만교수는 괴델증명과 같은 내용을 반복한 것 뿐이라고 폄하하지 않아. 과감하고 색다르게 증명한 과정에 깊은 인상을 받지.



뉴만 교수는 즉각 튜링의 적극적인 후견인이 돼. 튜링의 아이디어를 기록으로 보존하기 위해서 런던수리학회지(Proceedings of the London Mathematical Society)에 논문으로 제출하도록 권하고 출판이 되도록 힘쓰지.



이렇게해서 한 수강생의 자발적인 리포트가 잠깐 나타났다가 사라지지 않고, 학술 논문으로 기록되어 남게된거야.



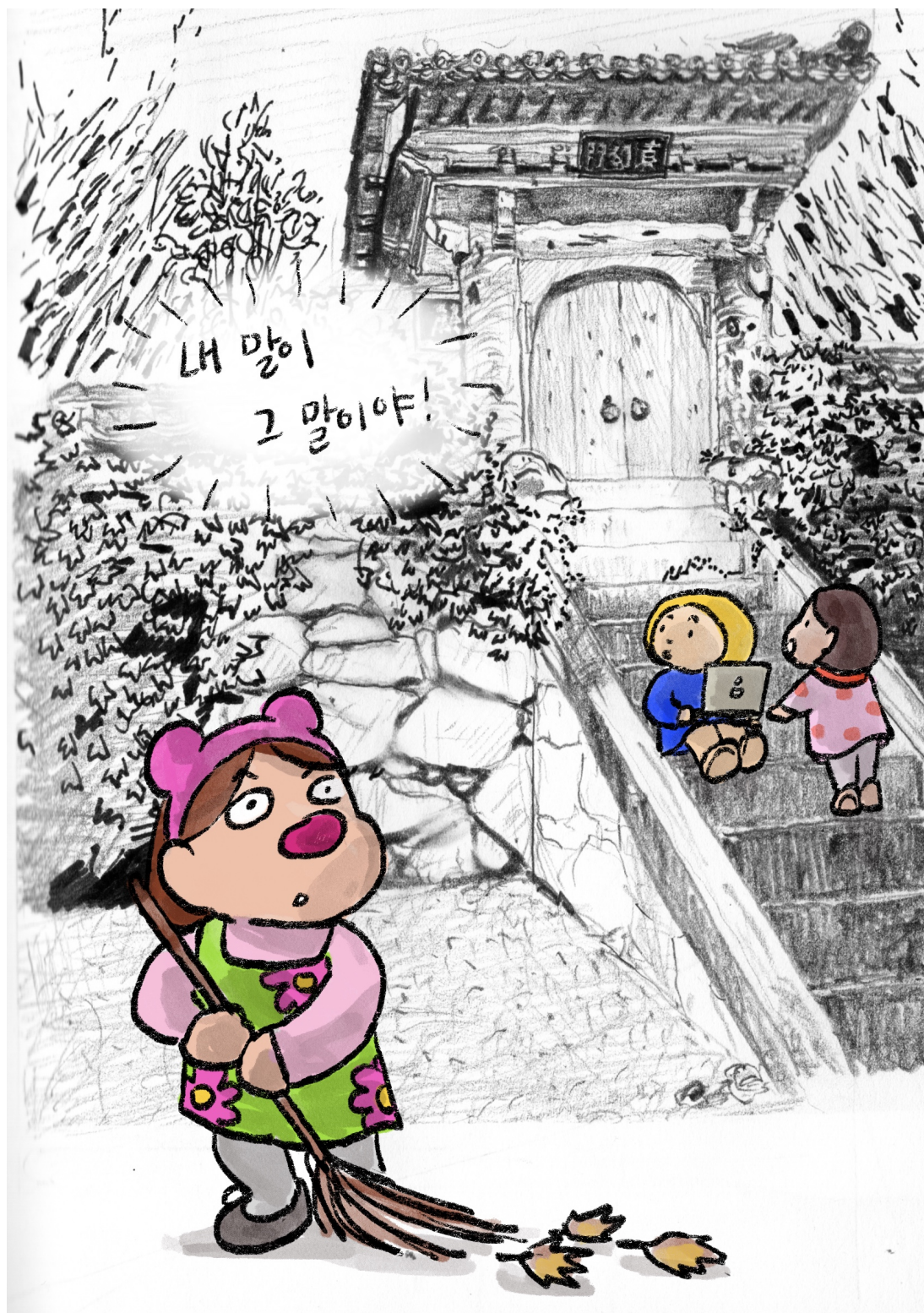
그리고, 뉴만교수는 미국 프린스턴대학(Princeton University) 수학과에 알론조 처치(Alonzo Church)교수에게 튜링을 추천해서 박사과정을 밟게하지.



이때 뉴만 교수가 추천서에 이렇게 썼다고해: “튜링이 이 방향의 첨단 연구진과 교류하며 함께 연구할 수 있게 하는 것이 시급합니다. 이곳서 혼자 떨어져서 외톨이 연구로 사그라지게 놔두서는 안됩니다.”



튜링은 1936년 9월부터 1938년 5월까지 프린스턴대학에 머물며 처치교수 밑에서 박사과정을 밟아.



3.13 튜링소년이 천재라서? 너무 겁주지말기



(오후 송광사 경내) (1000년 넘는 송광사 캠퍼스를 산책하는 넷) 지난 여행에서 추정해본 튜링의 이런 생각 과정, 다들 어떻게 느껴졌니?



(흥분하며) 완전 흥미진진했쥬! 물론 상상이긴 하지만, 이야기가 확 와닿더라구. 하.



그니까. 더 설득력 있지 않아? 튜링이 혼자만의 깨달음으로 모든 걸 해냈다고 하는 것 보단?



음... 맞아. 살짝 설득당하구 있어.



튜링의 논문이 그저 한 사람의 불꽃 같은 천재성에서 나왔다는 거, 그렇게 세상에서 이야기하는데...



그건 지금 보니까 좀 너무 단순한 거 같더라구.



사실은, 괴델의 증명을 배우고 그 증명에서 힌트를 얻은 결과 같지 않아?



응, 그 당시 튜링이 들었던 강의 내용을 들어보니까 그게 더 말이 돼.



그렇지? 성실하고 집중력 있고, 쫓대 있고 끈기 있는 학생이었던 튜링. 그런 학생이 그런 교육과 선생의 혜택을 받았다면...



(끼어들며) 그랬다면 튜링이 아니더라도 누군가 해냈을 성과가 아닐까?



내 말이 그 말이야!



(놀란 표정으로) 잠깐, 잠깐. 그럼 튜링이 천재가 아니라고?



(웃으며) 천재일 수도 있고 아닐 수도 있지. 근데... 중요한 건 천재냐 아니냐가 아니야.



(끼어들며) 그렇지. 천재기 때문에 그런 일을 해낸거야라고 말하고말면...



(끼어들며) 맞아. 우리가 “천재니까 가능했어”라고 넘기면, 그건 좀 게으른 거지...



“이렇게 해서 이걸 해낼 수 있었어”라고 이야기해야지. 그냥 “아, 개는 천재라서 해낸거야”라고 하는 건 별루 도움 안 돼.



(대웅전 옆 불일국제선원을 지나며) 근데, 증명과정은 그렇다 치고... 튜링이 “기계적인 계산”을 튜링기계의 작동과정으로 정의한거, 이거 멋지던데. 그 시작이.



모든 게 명확하고 어느 구석 애매하지 않고 그리고 무척 과감하고.



나두 완전 동의.



그렇다고 너무 쉽게 천재! 천재! 하면 오해하게돼잖아. 이런 원천적인 성과는 천재만 할 수 있는 건가보다...



맞어. 그런 헛개비 선언은 가능한 피하자는 데 완존 동의.



공부좀 해 볼까 하는 우리 친구들을 괜히 겁주는 소리라구. 으으. 멍충한거지.



멍충, 멍충, 멍충! 깨어있지 않은!



(저녁 예정을 위해 범종루로 오르는 세 명의 스님을 스쳐보내며) 더군다나 우리가 그런 성과를 구경만하는 데서 벗어나고 싶으면말야. 우리 주변에서도 그런 공부가 일궈질 수 있을텐데말야.



(입은 벌리지만 혼자말처럼) 백퍼 동의. 백.퍼.



(빠르고 강해지는 북가락의 타고가 시작되고) 역시 송광사네! 우리 역사에서 최고 학승을 쟁 많이 배출한 캠퍼스라는데.



이런 이야기하기 딱인데! 하하하. (달 없는 이른 저녁 대웅전 마당에는 냇만 있다) (모두 낚 놓고 스님들의 퍼포먼스에 빠져들고, 조계산 위로 스치는 하얀 별뿔)

4

마치면서





(옥상 별채, 평평 눈이 내리는 창 밖) (활활타는 벽난로 주변으로 모여 앉은 넷) 지난 봄부터 우리 넷이 파해친 컴퓨터 창세기가 그럴듯했구!



컴퓨터 원조 논문에 담긴 원천 설계도가 나오는 과정을 다 파헤쳐 본거지? 이상한 거 하나도 남기지않고.



튜링이 그걸 써 내려가던 마음속까지도 따라가 보면서.



그 나온 과정이 참 아이러니구. 컴퓨터 청사진이 나온게. 검은 백조야. 예상 못한 결과잖아.



맞아. 수학자들의 꿈을 깨버린 증명. 그 증명을 다른 스타일로 다시 반복하다가 슬쩍 드러난 왕튜링기계, 컴퓨터!



(창 밖으로 짙은 하얀 하늘을 바라보며) 좌절의 진흙위로 혁명의 설계도가 나오다니. 1936년부터 2136년까지 이어질 디지털 혁명의 설계도!



(웃으며) 방구 넌 그럴듯하게 한 마디 하는데는 머 있데니까.



(신나서 허리를 세우며) 근데 이제 나, 그 원조 논문 구석구석을 다 알게된거 같어! 궁금했던 거? 모두 클리어! 던!



(똑같이 허리를 세우며) 솔직히 나도! [컴퓨터과학이 여는 세계]보다 더 쉬웠고. 슬쩍 넘긴데나 빠진데도 잘 채워졌고. 통과하도다!



그리고 이렇게 같이 얘기하는게 최곤데! 좋은 공부법야. 내 수준을 몇 급 수 더 올려주는것 같구. 히히.



(손으로 턱을 괴고) 모두 끝없이 파고들던 질문 덕분야. 가차없던.



고마웠꾸~. 조금이라도 이상했던 구석 하나하나 파고들 때마다 답해준 거. 내 수준에서 이해할 수 있게. ㅋㅋ.



최고다 비비!



(자기 왼쪽 귀를 당기며) 그리고. 팩션 다큐 얘기도 나쁘지 않았지 않아? 진짜 튜링 소년이 옆에서 모라고 중얼거리는 게 들리는 것 같더라구.



(엄지와 검지로 왼쪽 콧볼을 잡고) 맞아! 뭔가 잔잔한 미스터리 같으면서도 은근 스릴러 같았어. 튜링의 머리속을 훑쳐보는 느낌?



이런걸 “팩션다큐”라 그래?



팩트랑 픽션을 섞은거야. 사실에 상상을 살짝 더한 거지.



아하. 어쨌든 컴퓨터의 근원, 기초, 원천 아이디어, 뭐 이런걸 배운게 좀 뿌듯 하구. 보약먹은 건가? 좀 든든한 기분? ㅋㅋㅋ.



(눈이 초롱초롱해지며) 히 다행이네!



(혀를 살짝 내밀며) 그러구. 컴퓨터 창세기를 일군 내용을 듣다보니, 색다른 공부를 끌고가는 생각의 스타일이랄까 감성이랄까 그런 것들두 은근 몸에 스미는 듯, 하기두 하다는 느낌이 얼핏 스치는 듯, 하기두 하구...



하하하.



(엄지와 검지를 비벼 털며) 오, 스저지 너 이제 큰 공부에 대들 만한 비법을 얻게된거냐?



(웃으며) 굴쎄... 비법이랑기보단, 본질 추격자의 자세랄까?



(자신감 있는 어투로) 컴퓨터 기술이 아무리 빠르게 변해도 근본을 아는 나. 이젠 흔들리지 앗쿠! ㅋㅋ.



(하늘에 낙서하듯 어지러이 날리는 눈발을 보며) 눈이 부시게 일어나는 컴퓨터 기술의 파도. 휩쓸릴까 두려울땐, 근본을 파라. 내실있는 위로다.



그게 든든한 뒷배가 되는 거지. 파도에 휩쓸리는게 아니라, 그 위에 올라탈. 혹은 더 높이 일으킬. 아니면 그런 물질을 내는 힘이 될거야.



(손으로 가리키며) 바로 그거야.



방구 너 오랜만에 멋져!



(조용히 웃으며) 너희랑 같이한 시간이 정말 최고였어.



우리가 갔던 데두 다 생각나구. 한강공원, 체육관, 여름에 아침가리골 트래킹 코스. 여름이 다 갈 때 짬였지? 제주도 가시리 트레일런 대회, 유채꽃플라자 숙소, 거기 로비, 거기 세미나실...



그 앞에 드넓은 풀밭 생각나지? 맨발로 걷던? 그리고 가을에 파리에서, 뽕떼 옹 뒤 카페, 고 아래 파리 고등사범학교 캠퍼스, 강의실, 거기 중앙정원, 주변 거리. 그리고 승보사찰 송광사! 여기도 인상적이었지.



다 다시 가보고 싶다. 우리 그 때 얘기했던 대목도 추억하면서. 한 동안 못잊을거 같애 난.



나두야.



(만족스럽게) 하아아아... 그니까. 암튼, 모두 고맙구! (날리다가 결국 소복이 쌓이는 눈) (온기가 남은 찻잔을 들고 모두가 건배!)

덧붙이는 설명