

175



2022 SUMMER POSTECHIAN

포스테키안

POSTECH 이공계 진로 설계 안내서

기획특집
다중우주(멀티버스)

알리미 은애어
포스테키안 세대기 라이프

사이언스 블랙박스
과학사의 4대 악마

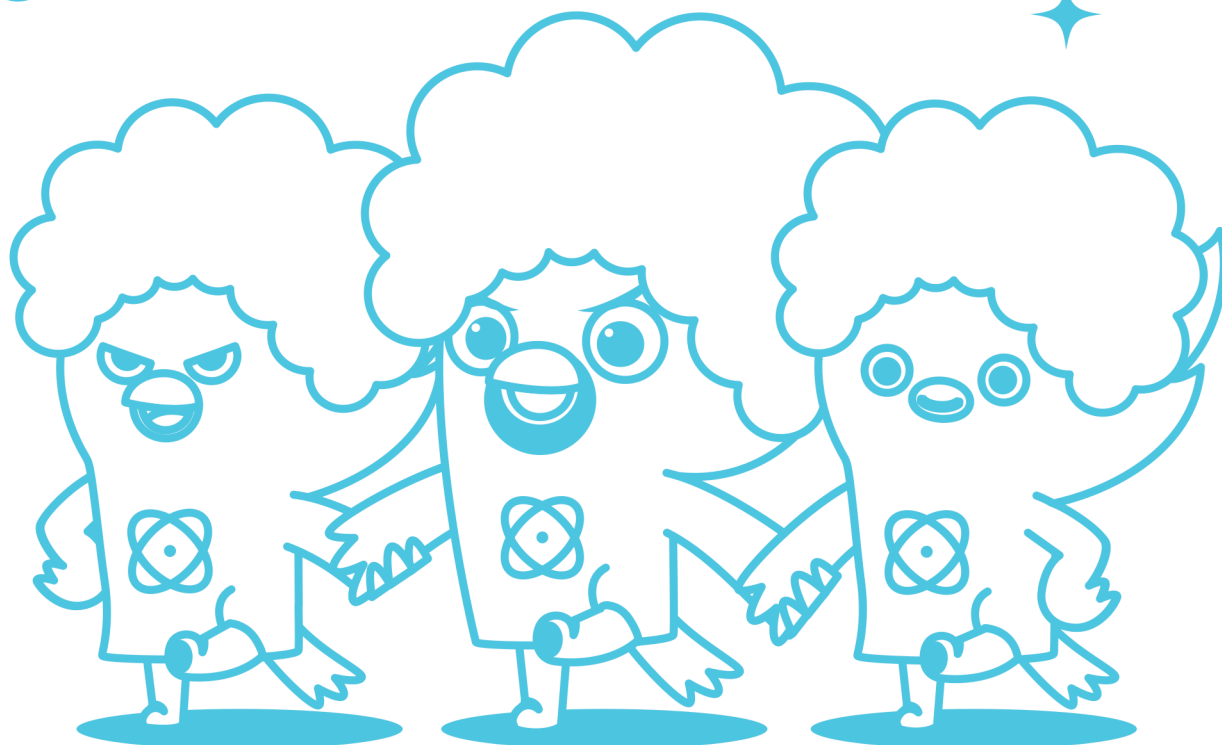


HELLO,



POSTECHIAN:)

지금 바로 '포스텍 입학팀' 채널 추가하세요!



TALK 카카오톡 실행 ▶ 🔍 상단검색창 터치 ▶

+ 👤 검색창에 채널명 입력 ▶ Ch 카카오톡 채널 추가 (상담직원에게 메시지 보내기)



포스텍이안

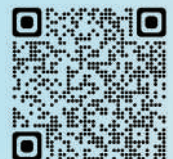
POSTECH 이공계 진로 설계 안내서

발행일 2022. 7. 15. 발행인 김무환 발행처 포항공과대학교 입학팀 경북 포항시 남구 청암로 77

편집주관 강지우 편집기획 박정은 신유빈 유현아 이승은 편집위원 포스텍 알리미

디자인 & 제작 |주|디자인클럽 t. 051 202 9201 f. 051 202 9206 정가 5,000원

POSTECH 입학팀 홈페이지 바로가기 <https://adm-u.postech.ac.kr>



에비 포스테키안들에게 알리미가 쏜다!



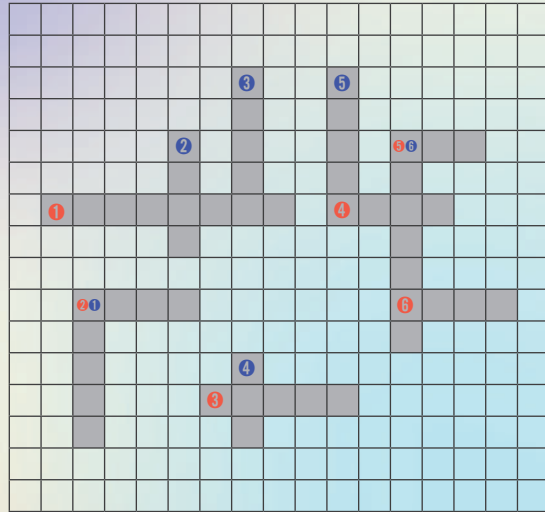
과학 기술을 사랑하며 글로벌 리더의 꿈을 키우는 당신이라면 꼭 읽어봐야 할 잡지, 포스테키안 독자 여러분 반갑습니다.
앞으로 더욱 풍성하고 알찬 '이공계 진로 안내서'를 만들고자 여러분의 의견을 포스테키안 제작에 반영하려 합니다.
링크에 접속해 아래 단어 퍼즐의 답을 맞히고(필수) 설문에 참여해 주시면 추첨을 통해 소정의 선물을 드릴 예정입니다.
여러분의 많은 참여와 유익한 의견을 기다립니다.



<https://goo.gl/6wNRLU>

- ① 잡지에 실린 내용을 기반으로 단어 퍼즐 맞추기
- ② QR코드를 통해 링크 접속!!
- ③ 단어 퍼즐이 가리키는 단어를 맞히고 설문 참여하기
- ④ 포스텍 알리미가 준비한 선물 받기

이번 포스테키안 여름호, 재미있게 읽으셨나요?
심자말풀이를 풀고 정성 가득한 후기를 남겨주시면
선물이 팡팡! 쏟아집니다.



가로 퍼즐

- ① 글리세린 한 분자에 지방산 세 분자가 에스터 결합을 한 구조. 식물성 기름과 동물성 지방의 중요한 구성체.
- ② 우리 우주 외에도 다른 우주가 존재한다는 이론. 여러 가지 이론에 의해 예측되어 다양한 종류가 존재한다. 마블 코믹스, 닥터후 등 대중 매체에서 자주 이용되는 설정.
- ③ 우주가 언제나 정적인 상태를 유지한다는 우주론으로, 아인슈타인이 제안함.
- ④ 여러 안테나에서 송출되는 전파의 위상을 다르게 제어함으로써 특정 위치로 전파를 내보낼 수 있는 안테나의 배열.
- ⑤ 상용 전원으로부터 공급된 전력을 입력받아 주파수를 변환시키고 전동기에 공급해 전동기 속도를 효율적으로 제어하는 장치.
- ⑥ 정의역을 셀 수 있는 함수로 이 함수의 많은 입력값은 그에 대응되는 출력값을 가지지 않음.

세로 퍼즐

- ① 양자 얽힘과 결어긋남 현상으로 여러 세계로 무한히 쪼개진다고 주장하는 양자 역학의 해석으로 다중우주를 예측함.
- ② 어떠한 문제를 해결하거나 계산을 수행하기 위한 처리 과정의 순서이자 일련의 절차.
- ③ 우주에 존재할 수 있는 가장 짧은 길이를 일컫는 용어로, 여분 차원이 접혀 들어가 있는 공간의 크기.
- ④ 허용된 자원으로 주어진 상황을 만족시키는 원하는 값에 가장 알맞은 결과를 얻을 수 있도록 처리하는 과정으로, 경영 과학에서는 어떤 값을 최소 또는 최대로 하는 함수의 입력값을 결정하는 과정을 뜻함.
- ⑤ 아이스크림의 냉각 과정에서 공기와 재료가 혼합되면서 부피가 커지는 현상.
- ⑥ 초기 우주에서 공간이 지수 함수적으로 팽창하였다는 가설이며, 빅뱅 이론의 여러 가지 문제점을 해결함.

목 차

2022 포스텍 이공계 진로 설계 안내서 SUMMER

06

포스텍 에세이
여러 인풋에 휘둘리지 말고
원하는 대로 나아가세요

10

알리미가 만난 사람
힘든 순간이 왔다는 건,
가고자 하는 방향으로
잘 가고 있다는 증거예요
노현우 선배님과 이야기

14

알턴십
알리미의 일일 인턴 체험기
MIDAS H&T

18

포커스
고등학생 기자단 포커스 5기,
노준석 교수님을 만나다!

20

기획특집
다중우주
Multiverse

28

헬로 노벨
고정 관념을 깨뜨린 제3의 촉매,
비대칭 유기 촉매

32

최신 기술 소개
메타버스에서 안전 감각을 느낄 수 있는
VR 헤드셋 / 암을 찾아내는 재미 /
우리온하 중심부의 블랙홀 최초 관측 /
비휘발성 컴퓨터

34

포스텍 연구실 탐방기
POSTECH IDEA Lab
Industrial Data Engineering
and Analytics Lab

38

알리미 온에어
포스테키안 새내기 라이프

40

포라이프
함께 배우며 성장하는 멘토링

42

크리에이티브 포스테키안
기회의 바다에서 항해하는 법

44

포스텍 카툰
포스텍의 일상을 그려박서연

46

사이언스 블랙박스
과학사의 4대 악마

48

공대생이 보는 세상
폭염
물리학과 / 산업경영공학과 /
생명과학과 / 화학과

52

지식더하기 I
합성곱, 컨볼루션

53

지식더하기 II
탐색 알고리즘 - DFS와 BFS

54

마르쿠스
3차원 회전의 대수학,
그리고 표현을 이용한 계산

56

알스토리 I
메타 인지,
내 공부의 핵심 키워드

57

알스토리 II
개구리, 우물 밖으로
뛰쳐나오다

58

독자서평 & 편집후기
POSTECHIAN REVIEW

포스텍 교수님 이야기

여러 인풋에 휘둘리지 말고 원하는 대로 나아가세요

IT융합공학과 장진아 교수님의 이야기



글 / 무은재학부 22학번 28기 알리미 박태은

이공계에 뜻이 깊은 학생들이라면 한 번쯤은 자신의 연구를 통해 세상에 이로움을 주고, 아주 영광스러운 상을 받는 상상을 해본 적 있지 않나요? 이번 여름호에서 바이오 프린팅 연구를 통해 '젊은 생산공학자상'을 수상하시며, 현재는 국제 학술지 '바이오 디자인 앤 매뉴팩처'^{Bio-Design and Manufacturing} 부편집장과 '국제 바이오 오페브리케이션 학회'^{ISBF} 이사로 활동하고 계신 IT융합공학과 장진아 교수님을 만나 뵈었습니다. 교수님께서 걸어오신, 학부생부터 현재까지의 이야기를 함께 들어볼까요?

Q 포스테키안 구독자들에게 IT융합공학과가 어떤 학과인지 소개 부탁드립니다.

A. IT융합공학과는 말 그대로 IT와 융합이 합쳐져 있는 학과인데요. 주로 융합 학문을 다루고 있습니다. 예를 들어 의료 기기라 하면 의료에 대해서도 잘 알아야 하고, 기기에 대해서도 잘 알아야 합니다. 이런 것들을 학문적으로 봤을 때 융합적이라고 하고, 저희는 engineering, science, medicine 등 전 영역을 아울러 우리 사회에서 필요한 기술을 개발합니다.

Q 교수님께서 지금 진행하고 계시는 연구와 연구실에 대해 소개해 주실 수 있나요?

A. 저희가 진행하는 연구는 인체 조직이나 장기를 만들 수 있는 조직 공학입니다. 그렇기 때문에 만들 수 있는 기술이 정말 다양한데, 그중에서도 저희는 바이오프린팅 기술을 연구하고 있습니다. 세포에 들어있는 하이드로겔을 한 층씩 쌓아 올려 인체 조직이나 장기와 같은 3차원 구조물을 만드는 기술입니다. 그 과정에서 소재, 세포, 프린팅 기기, 소프트웨어 등 다양한 영역이 필요한데, 이런 학문들은 한꺼번에 모아 같이 연구해야 시너지 효과를 볼 수 있습니다. 저희 연구실에서는 이런 연구들을 함께 진행하고 있습니다.

Q 교수님께서 이끌고 계신 연구실만의 장점에는 어떤 것이 있을까요?

A. 제가 학위를 처음 시작할 당시에는 많은 사람들이 바이오프린팅이라는 기술을 믿지 못했습니다. 원래 프린팅에 사용하던 재료가 메탈이나 플라스틱, 세라믹 등에 국한되어 있었기 때문에 세포를 담아서 프린팅할 수 있는 소재에 의문을 품은 사람들이 많았습니다. 따라서 많은 연구팀에서 소재와 프린팅 과정에 대한 연구가 진행되어 왔는데, 우리 연구실에서는 세포가 어떤 성분으로 구성되어 있는지가 중요하다는 것을 깨달았습니다. 그래서 저희는 인체의 모든 성분을 포함할 수 있는 소재를 개발해서 적용하기 시작했고, 이러한 연구는 저희 연구실에서 최초로 진행되었습니다.

Q 교수님께서 최근 3차원 바이오프린팅과 조직 공학 분야의 연구를 통해 젊은 생산공학자상을 수상하셨는데, 3D 바이오프린팅이 어떤 기술인지 궁금합니다.

A. 그동안의 프린팅은 딱딱한 물질을 이용하여 3차원의 형상을 만드는 것에 집중했다면, 바이오프린팅은 세포를 많이 많이 함유되어 있는 하이드로겔 안에 버무려서 그 소재로 프린팅하는 기술입니다. 이때 하이드로겔은 상대적으로 무르고 점성이 높은 물질이기 때문에 보다 다루기 어렵고 도전적인 분야입니다. 따라서 저희는 프린팅 전후 소재의 경화법을 개발하고, 경화된 물질이 우리 인체와 얼마나 유사한지를 고려하여 설계하고 디자인하는 연구를 하고 있습니다.

Q. 워싱턴대학교에서 줄기세포·재생의학연구소 박사후 연구원 생활을 하게 된 계기와 그 과정에 대해 말씀해주세요.

A. 제 대학원 전공은 융합생명공학부, 연구실은 바이오프린팅을 개발하는 곳이었습니다. 제 주전공이 줄기세포는 아니었지만 줄기세포를 소재로 사용해야만 저희의 기술을 증명할 수 있었기 때문에 이에 관한 공부의 필요성을 느꼈습니다. 그래서 박사 과정 때 전공으로 삼았던 심장 재생 연구를 집중적으로 하는 줄기세포·재생의학연구소에 가게 됐고, 그곳에서는 줄기세포에서 심장 근육세포로 분화시키는 기술들과 이를 이용해 3차원으로 배양하는 기술을 익히게 되었습니다. 이를 통해 재생의학에 대해 더 자세히 이해하고, 제 분야에 응용시킬 수 있었죠.

Q. 박사후 연구원으로 계셨던 워싱턴대학교에서 포스텍으로 다시 돌아오셨는데요. 포스텍에서만 느껴지는 장점이 있다면 이야기해주세요.

A. 대부분의 국내 대학원생이 착각하는 부분인데, 해외 대학에 가면 새로운 기술과 새로운 장비, 더 열심히 하는 학생들이 많을 것이라 생각하지만 실제로는 그렇지 않습니다. 생각보다 한국 학생들이 정말 열심히 하고, 스마트하다는 것을 느꼈습니다. 많은 학생이 해외 대학원 진학과 국내 대학원 진학 사이에 많이 고민하는데, 국내 대학도 충분히 좋은 커리큘럼과 연구 장비를 가지고 있고, 물론 분야마다 다를 수 있지만, 포스텍은 적어도 제가 연구하는 분야에서는 세계적인 수준의 인프라를 갖추고 있습니다. 또한 포스텍은 교수당 학생 비율이 아주 낮기 때문에 조금 더 가까운 곳에서 소통하고, 배울 수 있는 환경이 학생들에게 좋은 영향을 주는 것 같습니다.

Q. 교수님께서 최종적으로 이루고 싶은 목표가 있다면 어떤 것인지 말씀해주세요.

A. 정말 중요한 질문을 주셨는데, 저뿐만 아니라 비슷한 분야의 모든 과학자의 목표는 아픈 사람에게 이식할 수 있는 바이오 인공 장기를 개발하는 것입니다. 그 과정에 있어서 저의 연구 분야 하나만으로는 충분하지 않고, 재생의학, 생체 공학 등 모든 연구자가 협력해야 하나의 목표를 이루어 낼 수 있다고 생각합니다. 심장이나 췌장과 같은 인공 장기를 이식할 수 있는 기능을 개발하여 언젠가는 인간의 장기를 대체할 수 있는 수준에 이르게 하는 것이 최종 목표입니다.

Q. 마지막으로 포스텍 진학을 꿈꾸는 고등학생들에게 해주고 싶은 이야기 한 말씀 부탁드립니다.

A. 여러분들이 진로를 고민하는 과정에서 여러 말들을 듣게 될 거예요. 부모님의 말씀, 선생님의 말씀, 친구의 말 등 모두 좋지만 무엇보다 본인이 하고 싶은 꿈을 찾았으면 좋겠습니다. 여러 인풋에 휘둘리지 말고 원하는 길로 나아가세요. 🍎



📅 9월 17일,
장진아 교수님 인터뷰를 확인해 보세요!





힘든 순간이 왔다는 건, 가고자 하는 방향으로 잘 가고 있다는 증거예요.

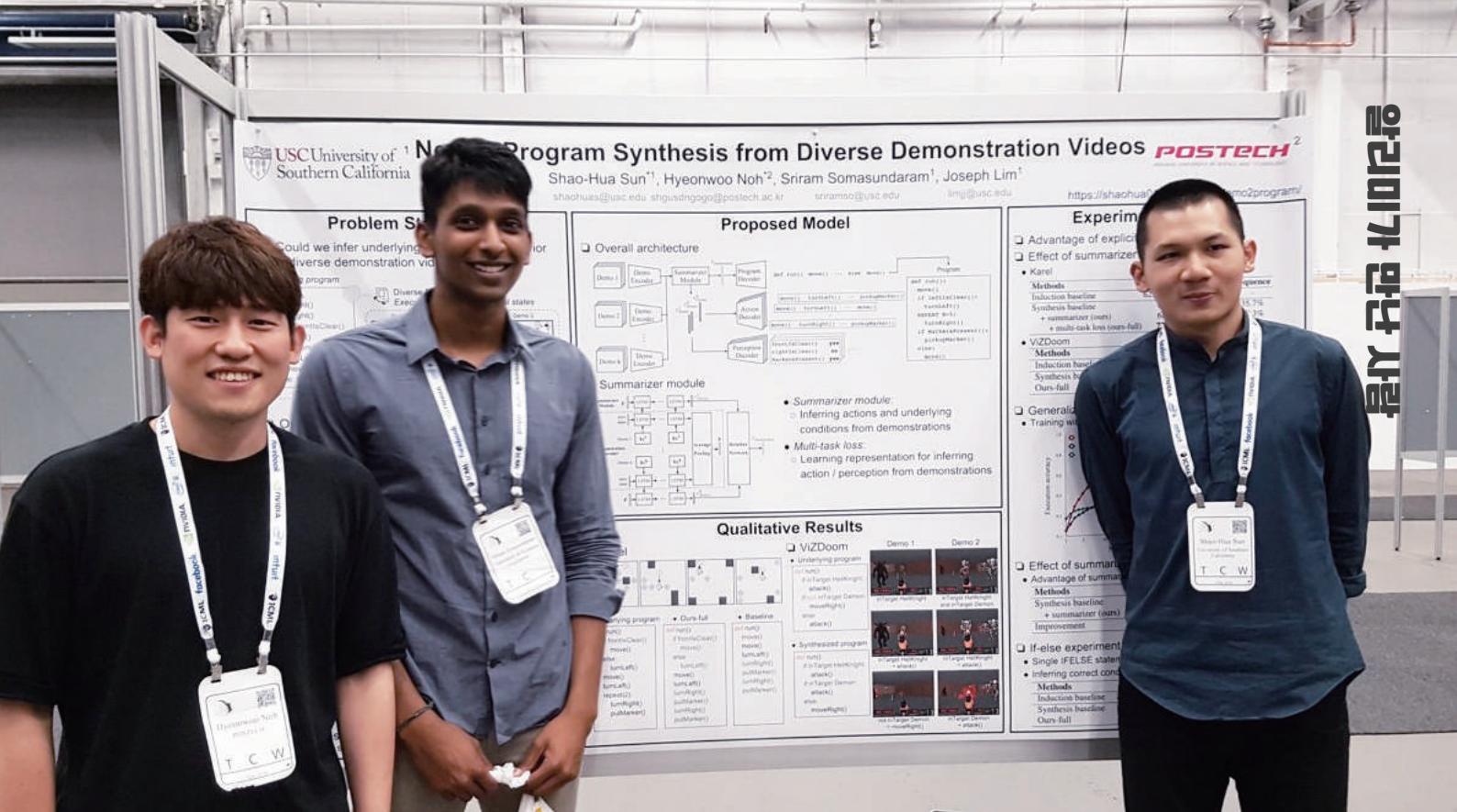
노현우 선배님과 이야기



글 / 컴퓨터공학과 20학번 26기 알리미 박정은

여러분은 대학을 졸업한 뒤 어떤 일을 하고 싶으신가요? 많은 포스텍이안 구독자분들께서 해외의 유명한 기업에 가거나 관심 있는 분야에서 연구하는 것을 한번쯤 꿈꿔보셨을 거라 생각하는데요. 이번 여름호 <알리미가 만난 사람>에는 학부 졸업 후 2년간 기업에 계시다가 포항으로 돌아와 대학원 생활을 하시며 인공지능 분야의 연구와 Google, DeepMind에서의 인턴을 모두 섭렵하신 노현우 선배님의 이야기를 담 아보았습니다. 현재는 OpenAI의 Research Scientist로 계신 노현우 선배님을 함께 만나볼까요?





1 — 전국의 포스테키안 구독자들에게 자기소개 부탁드립니다.

안녕하세요. 저는 포항공과대학교 컴퓨터공학과 학부는 07학번, 대학원은 15학번인 졸업생 노현우입니다. 지금은 미국 샌프란시스코에 있는 OpenAI라는 연구 기관에서 Research Scientist로 일하고 있습니다.

2 — 현재 하고 계신 일에 대해 간단히 소개해주시면 감사하겠습니다.

먼저 OpenAI가 어떤 곳인지 말씀을 드리자면, OpenAI는 Artificial General Intelligence 혹은 AGI라고 불리는 범용 인공지능에 대해서 연구하고 있는 곳입니다. 이때 범용 인공지능은 다양한 분야에서 인간을 뛰어넘는 능력을 갖춘 인공지능 시스템을 말하는데요. OpenAI는 그런 범용 인공지능에 대해서 연구하고 모든 인류에게 이롭게 하겠다는 목표를 가진 인공지능 연구 기관입니다. 저도 이곳에서 그런 범용 인공지능을 개발하고자 하는 목표에 기여하고 있어요. 실제로 제가 하는 일은 인공지능이 이전에 하지 못했던 일들을 할 수 있도록 하는 방법을 고안하고 프로그래밍을 통해 구현하며, 개발된 인공지능이 저희가 원하는 능력을 갖추게 되었는지를 평가하는 방법을 개발하고, 실제로 평가하는 그런 일들을 하고 있습니다.

3 — 선배님께서 학사 학위를 받으신 뒤 기업에 2년 정도 계시다가 대학원 생활을 시작하셨는데요.

혹시 대학원 생활을 결정하신 계기가 있으신가요?

우선, 저는 원래 기업에 가기 전에도 인공지능 연구를 하고 싶어서 연구하기에 기업이 더 좋을지 대학원이 더 좋을지 고민을 많이 하다가, 먼저 기업에 가기로 했어요. 기업도 학교에 있을 때 교수님 추천을 받아서 인공지능의 한 분야인 컴퓨터 비전 분야를 연구하는 연구 조직에 들어가서 일했었고요. 그렇게 기업에서 많은 것들을 배우며 지내다가 갑자기 대학원 생활을 결정하게 됐던 계기는, 제가 기업에 있는 시간이 인공지능에서 아주 중요한 연구적인 breakthrough들이 있는 시기였기 때문이에요. 이전의 연구들은 어떤 얼굴을 찾는든지 사람을 찾는든지 굉장히 기본적으로 기계들이 할 법한, 인공지능에 국한되어 있는 연구들이 많았어요. 반면에 제가 대학원에 가기로 할 때는 범용 인공지능에 대한 사람들의 관심이 높아지며 이와 관련하여 전에는 볼 수 없었던 아이디어가 담긴 연구들이 갑자기 쏟아져 나오기 시작하던 시기였어요. 그 연구를 보면서 저도 빨리 이 분야에 논문을 쓰고 기여를 했으면 좋겠다는 마음이 점점 커져서 더 늦기 전에 얼른 대학원에 가야겠다고 결심했던 것 같아요.

4 — 삼성전자에서 소프트웨어 엔지니어로 계셨으며, 박사 과정 중 Google과 DeepMind에서의 인턴을 거쳐 현재는 OpenAI에서 Research Scientist로 근무하시기까지.

많은 고등학생뿐만 아니라 대학생들도 선망하는 세계적인 기업에서 보내오셨는데요.

혹시 그 과정에서 겪으신 일 중 학생들에게 전하고 싶은 경험이 있으실까요?

먼저, 의외로 이런 기업에 갈 기회가 대학원을 통해 많이 열려 있다는 걸 깨달았던 게 컸어요. 원래는 세계적인 기업에 가서 일해보는 게 굉장히 멀게만 느껴졌었는데요. 대학원에 다니면서 우리나라뿐만 아니라 전 세계 누구나 읽을 수 있는 논문을 쓰고, 그 논문을 제 이력으로 삼아 가보고 싶었던 해외에 있는 회사에서 일할 수 있다는 게 신기했어요. 실제로 DeepMind와 OpenAI의 경우 이메일과 회사 홈페이지의 지원 품을 통해 컨택하고 메일이 오면 인터뷰를 보는 방식이었어요. 멀리 해외에 있는 회사니까 제가 범접할 수 없는 곳에 있을 것 같은 느낌이었지만, 막상 실제로 지원하는 과정은 전혀 멀지 않다는 게 신기했어요.



온라인 인터뷰로 진행되었습니다.

또 한 가지, Google과 DeepMind에서의 인턴 과정이 배운 것도 많고 굉장히 좋은 시간이었지만 아주 즐겁지만은 않았던 것 같아요. 제가 원하던 꿈 같은 회사에 왔기 때문에 열심히 성과를 내고 싶었는데 제가 생각하는 만큼 결과가 나오지 않는 경우가 정말 많았거든요. 그래서 실패가 당연하다는 것에 익숙해지기 전까지는 좌절하고 혼자 힘들어하는 시간이 많았어요. 지금 잘 안되는 게 어찌 보면 당연할 수 있고, 잘 안되는 과정을 겪다 보면 자연스럽게 잘 되는 날이 오더라는 말을 전하고 싶어요.

5 — 제 주변에도 졸업 후 대학원 진학과 취업 중 어떤 선택을 하는 것이 좋을지 고민하는 친구들이 많은데요. 이렇게 진로를 고민하는 이공계 후배들에게 조언 부탁드립니다!

사람마다 고민하는 게 다 다르고 상황이 다 달라서 일반적인 조언을 하기는 어려울 것 같은데, 주변의 선배나 친구를 통해서 자신이 관심 있는 곳에 대한 정보를, 어떤 곳인지 어떤 일을 하는지를 알아보는 게 도움이 될 것 같고요. 그리고 이걸 제 개인적인 생각이지만, 무언가를 선택하는 상황에서 일이 잘됐을 때 얻을 수 있는 것에 집중하기보다는 일이 잘 안 돼도 기쁜 마음으로 견뎌낼 수 있을지, 모든 일엔 장단점이 있는데 단점을 잘 견뎌낼 수 있는지를 생각해보는 게 도움이 되는 것 같아요.

제가 대학원을 고민할 때의 경험을 공유해드리자면, 나중에 대학원에 간 게 후회가 될까 봐 노트를 적어본 적이 있어요. 내용을 말씀드리자면, 대학원에서 내가 원하는 걸 얻을 수도, 얻지 못할 수도 있으며 그 과정이 행복할 수도, 힘들 수도 있지만 노트를 적는 그 시점에서는 모든 방향으로 봤을 때 대학원에 가는 게 최선의 선택이었다는 거예요. 이러한 기록들을 통해 그때의 나는 최선의 선택을 했으며, 이 길이 잘못되더라도 내가 아주 크게 망하지는 않는다는 것을 스스로에게 알려주는 게 힘든 순간이 왔을 때 도움이 많이 됐던 것 같아요.

6 — 마지막으로, 포스트레기안 독자들에게 한 말씀 부탁드립니다!

아는 분이 저한테 했던 말 중에 가슴에 와닿아서 가끔 생각나는 말이 있거든요. 원하는 방향으로 가고자 할 때 힘든 순간이 오면, 그건 내 결정이 잘못됐거나 내가 가려는 방향과 적성이 맞지 않다는 뜻이 아니라, 내가 가고자 하는 방향으로 잘 가고 있다는 뜻이라는 거예요. 내가 지금 힘들기 때문에 원하는 방향으로 성장하고 있다는 걸 알 수 있는 거니까. 힘들 때 ‘나는 이것밖에 안 되니까 나는 못 하는 거야.’라고 생각할 게 아니라 ‘내가 지금 힘든 건 제대로 발전하고 있다는 증거야.’라고 생각하라는 말이 가슴에 남아 있어서, 이런 얘기를 공유하고 싶었어요.)

스스로에 대한 믿음을 갖고 끊임없이 도전하여, 인공지능 분야에서 자신의 위치를 높여 오신 노현우 선배님. 어떤 얘기를 해주면 좋을지 고민하시는 모습과 경험에 기반한 조언에 진심으로 후배들을 위한 마음이 느껴져 내내 마음이 따뜻했던 인터뷰였습니다. 선배님의 말씀처럼, 여러분도 힘든 순간이 찾아왔을 때 자신을 믿고 계속해서 나아가간다면 한 단계 더 성장한 자신을 마주할 수 있지 않을까요? 바쁘신 와중에도 시간 내어 좋은 말씀 해주신 노현우 선배님께 감사 인사를 드리며 글을 마칩니다.☺



알리미의 일일 인턴 체험기!

MIDAS H&T

'기술로 따뜻한 가치를 만든다' 신소재 기술 기반 헬스케어 전문 기업

안녕하세요, 포스테키안 구독자 여러분! 무더운 여름과 함께 포스테키안 알턴십이 여섯 번째 이야기로 돌아왔습니다. 이번 알턴십은 핏투게더를 찾았던 봄호와 마찬가지로 포스텍 동문 기업을 방문했는데요. 바로 신소재 기술 기반 헬스케어를 전문으로 하는 MIDAS H&T(마이다스에이치앤티)입니다. 이번 기업의 R&D 센터가 교내에 있는 포스코 체인지업 그라운드에서, 친숙하고 편안한 분위기에서 저와 김도영 알리미가 즐겁게 촬영을 진행할 수 있었습니다. 그럼 MIDAS H&T의 일일 인턴으로서의 하루, 함께 보러 가시죠!

글 / 신소재공학과 20학번 26기 알리미 강아림

알턴십 인턴 / 신소재공학과 20학번 26기 알리미 강아림 X 무은재학부 21학번 27기 알리미 김도영

MiDAS H&T

MiDAS H&T는 2018년에 설립된 신소재 기술 기반 헬스케어 전문 기업입니다. 포스텍 동문이신 장세운 선배님께서 CEO로 계시며, 포스텍 신소재공학과 정운룡 교수님께서 CTO를 맡고 계십니다. 이 기업은 전도성 스트레처블 잉크를 이용한 신축성 전극 및 압력 센서 제조 기술 등을 보유하고 있는데요. 쉽게 말하자면 딱딱한 도체로 제작되었던 기존의 전극에서 벗어나, 고분자 형태의 전도적 성질을 가진 잉크를 제조하여 높은 탄성력과 연신성을 가진 전극 구조를 제작하는 것이죠. 이러한 기술을 바탕으로 '기술로 따뜻한 가치를 만든다'라는 슬로건 아래에서 욕창 방지 및 관리용 모니터링 베드 시스템, SIDS(돌연사 증후군) 방지를 위한 베이비 모니터링 시스템 등 헬스케어 시스템을 전문으로 개발하고 있으며, 이외에 스포츠 웨어러블 시스템이나 골프 밸런스 시스템처럼 스포츠 분야의 기술 개발도 진행하고 있습니다. 이러한 MiDAS H&T의 기술 개발은 CTO이신 정운룡 교수님의 연구실에서 연구되어왔던 뛰어난 기술력을 바탕으로 이루어진 것으로, 연구실 차원에서 기업 차원의 기술 개발로 이어진 대표적인 사례라고 볼 수 있습니다.

골프 밸런스 시스템 체험

MiDAS H&T에서 가장 먼저 들른 곳은 바로 실험실이었습니다. 실험실 문을 열고 들어가자마자 정사각형의 인조 잔디 패드와 함께 골프 밸런스 시스템 프로그램이 실행된 모니터를 확인할 수 있었습니다. 인조 잔디 패드 밑에는 압력 센서가 네 구역으로 나누어져 있었고, 구역당 10x10, 총 100개의 압전 소자로 이루어져 있어 세밀한 압력의 측정이 가능하다고 합니다. 실제로 모니터 상에 각각의 압전 소자가 사각형 칸으로 표시되어 있었기에, 발로 특정 위치를 눌렀을 때 압력이 발생한 곳의 위치와 압력의 세기를 한눈에 파악할 수 있었습니다.

저와 김도영 알리미가 직접 패드 위에 올라가서 골프채를 가지고 스윙해 보았는데요. 모니터로 양발의 체중 분산을 한눈에 파악할 수 있었기 때문에, 패드 위에 섰을 때나 스윙할 때 양발에 쏠리는 무게의 비율을 통해 스윙 자세가 적절한지를 쉽게 확인할 수 있었습니다. 체험이 끝난 후, 압력 센서를 제작하는데에 필요한 전도성 스트레처블 잉크와 신축성 전극을 제조하는 장소로 저희를 안내해 주셨습니다.





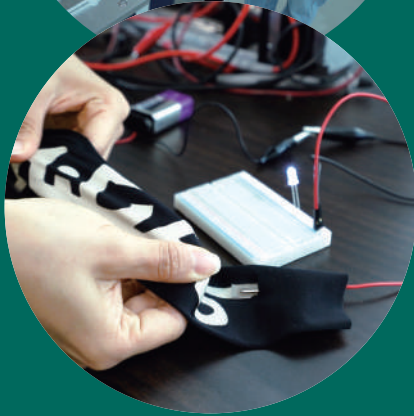
전도성 스트레처블 잉크 및 신축성 전극 제조 관찰

실험실 안쪽으로 이동하여 전도성 스트레처블 잉크에 대한 설명과 함께 제조 과정을 세세히 관찰할 수 있었습니다. 이렇게 제조된 잉크를 이용하여 옷감 위에 신축성 전극을 제조하는 리소그래피(Lithography) 과정을 보여주셨는데요. 리소그래피는 반도체 기판 위에 전자 회로 패턴을 만드는 기술로, 보통의 반도체 제조 공정에서는 나노 단위의 패턴을 구현하는 리소그래피가 이루어집니다. MiDAS H&T에서는 옷감 위에 눈으로 확인할 수 있는 크기의 전극을 제작하기 때문에, 수공예 인쇄 기법인 스크린 프린팅(Screen Printing)을 이용하여 리소그래피를 진행합니다. 제조하고자 하는 전극 모양대로 패턴이 새겨진 판을 기계에 넣고, 그 위에 앞서 제조한 전도성 스트레처블 잉크를 부은 후 기계를 작동시킴으로써 옷감 위에 잉크가 도포되는 것을 확인할 수 있었습니다. 도포된 잉크가 옷감 위에 완전히 안착하는 과정을 거치면 비로소 신축성 전극이 되는데요. 이후 분석실로 이동하여 신축성 전극의 성능을 분석하는 과정을 관찰하였습니다.



정운룡 교수님과의 인터뷰

체험이 모두 끝난 뒤 대표실에서 MiDAS H&T의 CTO이자 포스텍 신소재공학과 교수님이신 정운룡 교수님과 인터뷰를 진행하는 시간을 가졌습니다. 즐거운 분위기 속에서 질의응답을 주고받으며 인터뷰가 이루어졌는데요. 교수님께서 답변해 주신 내용 중에, MiDAS H&T가 추구하는 앞으로의 비전에 대한 답변이 가장 인상 깊었습니다. 정운룡 교수님께서 2020년에 공동 연구로 온도와 기계적 자극을 동시에 측정할 수 있는 전자 피부를 세계 최초로 개발하셨으며, 현재까지 활발히 개발 연구를 진행하고 계십니다. 전자 피부 개발에 대한 소식을 담은 기사가 공개되었을 때, 심한 화상으로 팔의 감각을 모두 잃은 딸에게 전자 피부가 이식될 날을 소망하는 한 어머니의 댓글이 큰 동기 부여가 되었다고 합니다. 전자 피부가 개발되어 상용화된다면 이런 아픔을 가진 사람들에게 도움을 줄 수 있을 테니 말이지요. 이처럼 MiDAS H&T가 추구하는 바는 사회적으로 따뜻한 기술을 만드는 것으로, 다음 장기적인 목표는 전자 피부 기술 개발로 촉각을 잃은 분들을 위한 제품을 개발하는 것이라고 말씀하셨습니다. 저 역시, 눈을 반짝거리시며 자신의 연구와 MiDAS H&T의 비전에 대해 말씀하시는 교수님의 모습이 동기부여가 되었습니다. 교수님과의 인터뷰 내용은 향후 공개될 영상에서 자세히 만나 보실 수 있습니다.





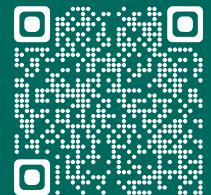
MiDAS H&T 알턴십을 마치며

‘기술로 따뜻한 가치를 만든다.’ 정말 멋진 슬로건 아닌가요? 저는 이 문구를 처음 봤을 때 가슴속에서 따뜻한 아지랑이가 피어오르는 느낌이 들었습니다. MiDAS H&T는 슬로건에 걸맞게 따스한 가치와 확고한 비전을 추구하는 기업이었습니다. 신소재공학과 학생으로서, 지금 배우고 있는 것들이 사회에 긍정적인 영향을 줄 수도 있겠다는 작은 기대를 할 수 있었던 뜻깊고 영광스러운 하루였습니다. 알턴십이 원활히 진행될 수 있도록 도움 주시고 저희에게 소중한 경험을 안겨 주신 모든 MiDAS H&T 관계자분께 감사하다는 말씀을 드리며, 이만 글을 마치도록 하겠습니다. 글에 다 담지 못한 생생한 알턴십 현장이 궁금하시다면, 향후 포스텍 입학팀 유튜브 채널에 공개될 여름호 알턴십 영상을 기대해 주세요! 📺

참고

MiDAS H&T 홈페이지
<https://www.midashnt.com/technology>

☐ 8월 19일, MiDAS H&T에서 진행한 알리미들의 일일 인턴 체험기가 공개됩니다!



— 교등학생 기자단 포커스 5기 —

노준석 교수님을 만나다!

안녕하세요, 포스테키안 독자 여러분! 만나서 반갑습니다. 포커스 5기이자 정현고등학교 2학년 학생인 임태인, 정유찬입니다. 저희는 ‘메타물질’ 연구로 세계적으로 저명하신 노준석 교수님을 인터뷰하였습니다. 메타물질에 관한 이야기뿐만 아니라 뛰어난 학자가 되시기 전 잠시 방황하셨던 교수님의 인생 이야기와 조언 또한 담았으니, 저희가 듣고 느낀 것이 여러분에게도 전달되길 바랍니다. 그럼 시작하겠습니다!

글 / 정현고등학교 2학년 임태인 정유찬



교수님께서 연구하시는 메타물질은 무엇이고 메타물질의 예시로는 무엇이 있나요?

을 만들어내서 빨대가 반대로, 그러니까 ‘ㄱ’ 자 모양으로 꺾인 것처럼 보이게 만들 수도 있죠. 이렇게 빛의 굴절률을 이용한 저의 연구 중에는 투명 망토를 구현한 메타물질도 있습니다.



우선 용어부터 알아보자면, ‘메타’란 그리스어로 ‘기이한’이라는 뜻을 가진 단어입니다. 그래서 메타물질이란 기존의 자연계에서는 존재하지 않던 초월적인 특성과 기이한 성질을 가진 물질을 의미하게 되는 것입니다. 이런 기이한 성질을 가진 기이한 물질을 만들기 위해서 저희는 인공 원자를 만듭니다. 아예 없던 원소를 만드는 것은 아니고, 원소가 각각의 성질을 가진 것처럼 특이한 성질을 가지는 기본 단위체를 만드는 것이예요. 예를 들어보자면, 다이아몬드는 자연계에 존재하는 물질 중에서 가장 단단하다는 성질을 가졌잖아요? 메타물질을 연구하는 사람들은 다이아몬드보다 수십 또는 수백 배 더 단단한 기계적 성질을 가진 인공 원자를 만드는 겁니다. 또는 우리가 겁에 있는 빨대를 보면 빨대가 양의 방향으로 약간 굴절된 것을 볼 수 있는데, 음의 굴절률을 가진 메타물질



정말 흥미롭군요! 그렇다면 이러한 기이한 성질을 가지는 메타물질의 공정 과정은 어떻게 되나요? 특히 투명 망토의 원리와 공정 과정이 궁금합니다!



기본적으로 메타물질은 특이한 성질을 가지는 기본 단위체인 인공 원자이기 때문에 크기가 매우 작습니다. 사물을 볼 수 있는 가시광선 영역에서의 메타물질을 위해서는 빛의 파장보다 훨씬 작은, 수십 nm에서 수백 nm크기의 인공적인 구조체 설계가 필요하죠. 우리가 돌을 깎거나 할 때 드릴이 필요한 것처럼 나노 구조를 만들 때도 송곳의 역할을 해줄 것이 필요해요. 그런데 송곳도 크기가 작아지다 어느 특정한

크기 이하가 되면 더 이상 구멍을 뚫지 못하고 부러져버립니다. 그래서 '집속이 온빔 기술'이란 것을 이용하게 됩니다. 네온이나 아르곤 같은 비활성 기체의 이온이 송곳 역할을 하게 한 기술인데요. 네온과 아르곤이 비활성 기체이기 때문에 운동량이 매우 커서, 이것들을 표적에 발사해 주게 되면 구멍을 송송 뚫을 수 있고, 무언가를 새기거나 모양을 만들어낼 수 있게 됩니다.

투명 망토의 경우에는 간단히 말하자면, 빛이 어떤 물체와 상호작용하지 않고 빙 돌아서 가게 만든 것입니다. 우리가 무언가를 보려면 그 무언가에 빛이 부딪혀 반사되고 그 빛이 우리 눈에 들어와야 하는데요. 그렇다면 빛이 물체와 부딪치지 않고 빙 둘러서 지나가게 하면, 그 빛은 물체의 뒤에 있는 배경과 부딪혀 다시 우리의 눈으로 들어오게 될 것입니다. 결국 우리는 물체가 있는 자리엔 아무것도 없다고 생각하게 되는 것이죠. 이것은 마치 물을 정해진 수로를 따라 이동하게 만드는 것과 같은데요. 음의 굴절률을 가지는 메타물질을 만들어 감추고 싶은 물체에 덮어 놓으면 아까 말씀드린 원리를 통해 투명 망토를 씌운 효과를 낼 수 있게 되죠. 또한 이것을 소리의 영역까지 확장하면 스텔스 잠수함에 쓰이는 '수중 스텔스 메타표면'이나 지진의 파동에 영향을 받지 않는 건물도 만들 수 있습니다.



그렇군요. 그러나 역사적으로 화학이나 기술이 발전함에 따라 이것들이 악용되는 사례들이 많이 있는데요. 교수님은 메타물질이 악용될 수 있다고 생각하시나요?



네. 일단 메타물질이 악용될 가능성은 분명히 존재합니다. 그러나 아직 기술은 상용화가 될 정도로 완성이 되지 않았을뿐더러, 이를 반대로 악용하지 못하도록 막는 방법들 또한 연구가 되고 있기 때문에 당장에 걱정할 필요는 없을 것 같습니다.



노준석 교수님은 굉장한 연구 실적을 거두는 학자가 되셨지만, 과거에는 예상외로 방향을 하셨다는 것을 들었습니다. 저희도 중학생 시절 잠시 방향을 한 경험이 있어 교수님의 이야기에 감정이입이 되었는데요, 어떤 일이 있으셨고 어떻게 지금의 교수님이 되신 건지 말씀 부탁드립니다.



저는 고등학생 때는 자의 반 타의 반으로 열심히 공부해서 좋은 대학에 들어갔는데요, 대학생이 되어보니 고등학생 때와는 달리 아무리 공부를 안 해도 주변에서 말리는 사람이 없더라고요. 게다가 저는 외국어고등학교를 다닌 문과였기 때문에 수1이나 수2도 배우지 않았어요. 그 상태로 기계항공공학부에 진학하게 되니 과학 고등학교에서 온 이과 친구들을 따라가기 벅차더라고요. 그렇게 되면서 점점 공부를 멀리하게 되고 음주나 게임과 가까워졌죠. 결국 성적은 바닥이 되었고, 고등학교 때 저보다 성적이 낮았던 친구들이 사법고시에 합격하여 법조인이 되는 등 오히려 저보다 잘 되는 일도 있었죠. 저도 친구들 따라서 변리사

시험 준비도 해보고, 프로그래머 구단 테스트도 보는 등 다양한 시도를 해봤지만 잘되지 않았던 것 같아요. 그렇게 저는 9년이라는 시간이 흘러서야 학부를 졸업하게 되었고, 대학원에 가게 되었습니다. 대학원도 급하게 준비하여 갔던 터라 이 길이 정말 맞는 건지 회의감에 빠지게 되었죠. 그러다 우연히 투명 망토를 연구하는 연구실을 알게 되었고, 어릴 적부터 꿰뚫던 과학자의 꿈을 이루고자 그곳에서 박사 과정을 밟게 되었습니다.

고등학교 때는 8시간씩 자면서 공부할 수 있었지만, 지금은 4시간 정도밖에 자지 못하고 있을 정도로 바쁘게 살고 있습니다. 교수라는 직업은 교육, 연구, 행정, 학회 활동 등 많은 일을 하기 때문이죠. 하지만 저는 제가 하고 싶은 일을 하고 있기 때문에 즐겁게 일하고 있습니다.



마지막으로 교수님의 경험을 토대로 이공계 진로를 꿈꾸지만 확실한 직업을 정하지 못한 학생들에게 한 마디 부탁드립니다.



저는 본인이 '잘하는 일이 무엇인지', '하고 싶은 일이 무엇인지', '그에 따른 장애물과 고민은 무엇인지', 그리고 '그것을 이루기 위한 단기적인 목표는 무엇인지'를 생각해 보길 추천해 드려요. 또한, 누구나 덜 일하고 더 받고 싶어 하지만 세상에 그런 길은 없습니다. 평생의 업을 택할 땐 자신의 행복이 우선되는 것이 좋다고 생각합니다.

저희가 전해드리는 이야기는 여기까지입니다! 인생의 어려움을 극복해 내신 노준석 교수님의 이야기가 독자 여러분께도 좋은 영감이 되길 바랍니다. 이 자리를 빌려서 저희에게 좋은 경험을 하게 해주신 포스텍 알리미분들, 귀한 시간 내주신 노준석 교수님께 감사 인사를 드립니다. 그럼 이만, Well Done! 🍀



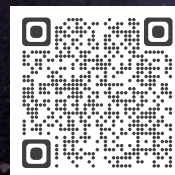
고등학생 기자단 포커스의 이야기는 7월 15일 공개됩니다!

다중우주

MULTIVERSE

여러분, 다들 최근 개봉한 '닥터 스트레인지: 대혼돈의 멀티버스'를 보셨나요? 이 영화는 주인공인 닥터 스트레인지가 뒤편킨 시공간의 멀티버스를 여행하며 적과 맞서 싸우는 내용의 영화입니다. Multiverse, 즉 다중우주란 우주에서 일어나는 여러 일에 의해 시간과 공간이 나뉘어 서로 다른 일이 일어나는 여러 개의 우주가 존재한다는 가설입니다. 그런데 영화적 요소인 줄만 알았던 이 다중우주라는 개념은 사실 실제 과학자들 사이에서 오랫동안 논의되어 왔습니다. 스웨덴 출신의 물리학자 맥스 테그마크는 그동안 제시되어 왔던 다중우주를 종합해 1~4레벨의 모델로 정리했는데요. 여러 가지 이론들을 배우며 1~4레벨의 다중우주 모델에 대해 알아볼 준비되었나요? 그럼 출발하겠습니다!

▶ 8월 26일, 기획특집의 이야기를 영상으로 만나보세요!





인플레이션 이론과 보이지 않는 우주

글 / 무은재학부 22학번 28기 알리미 조소혜

빅뱅 이론에 따르면 우주는 점만큼이나 작은 공간에서 시작되었습니다. 그리고 우주론은 우주는 언제나 같은 상태를 유지할 것이라는 정적 우주론에서 출발하여, 우주 배경 복사라는 관측상 증거를 통해 우주가 시작부터 지금까지 팽창하고 있다는 팽창 우주론으로 발전해 왔습니다. 그런데 빅뱅 이론의 업데이트 버전인 인플레이션 이론이 있다는 사실, 알고 계셨나요? 이 인플레이션 이론은 다중우주의 가능성을 제시하기도 합니다. 이번 꼭지에서는 인플레이션 이론이 무엇인지와 인플레이션 이론이 암시한 다중우주에 대해서 다뤄보겠습니다.

인플레이션 이론과 인플라톤

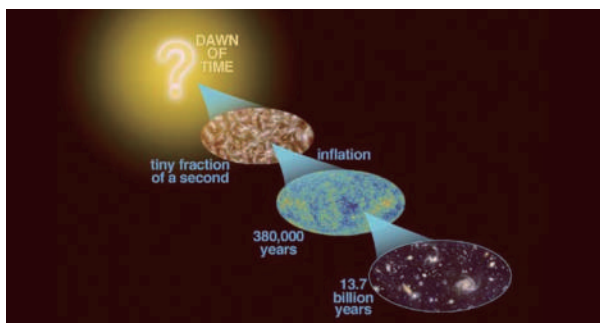


그림1. 우주의 진화
<https://horizon.kias.re.kr/2223/>

인플레이션 이론에서는 우주가 빅뱅을 겪은 후 짧은 시간 동안 빛보다 빠른 속도로 팽창했다고 주장합니다. 1초도 되지 않는 매우 짧은 시간 동안 공간이 10^{30} 배 이상 급격하게 팽창하였다고 하니, 그 속도가 가능되지 않을 정도이죠? 이 인플레이션 이론을 설명하는 핵심 입자는 인플라톤입니다. 아주 먼 옛날 우주의 아주 작은 공간에는 희석되지 않는 어떤 물질의 방울이 있었다고 합니다. 그 물질이 바로 인플라톤인데, 인플라톤은 보통의 물질과 달리 팽창해도 밀도가 변하지 않아 팽창할수록 질량도 함께 커지는 성질을 가집니다. 물질과

에너지의 분포가 시공간의 기하학적 구조를 결정한다는 의미를 담고 있는 아인슈타인 방정식은, 그 방울의 크기가 정해진 시간 간격마다 2, 4, 8, 16배와 같이 지수함수적으로 증가하도록 하는 해를 가집니다. 인플라톤은 또한 크기가 두 배가 되면, 팽창 속도가 2배가 되는 특성을 가지고 있기 때문에, 처음에는 천천히 팽창하던 아기 우주가 점점 빠르게 팽창하여 급팽창이 일어날 수 있었습니다. 하지만 1그램의 인플라톤이 팽창해 2그램이 될 수 있다는 말은 어쩐지 질량이 무에서 창조된 것 같아 의심쩍게 느껴지지 않나요? 이것은 아인슈타인의 특수 상대론의 질량 에너지 등가 원리($E=mc^2$)로 해결됩니다. 질량 에너지 등가 원리에 의하면 질량과 에너지의 본질은 같기 때문에 질량과 에너지는 서로 전환될 수 있습니다.

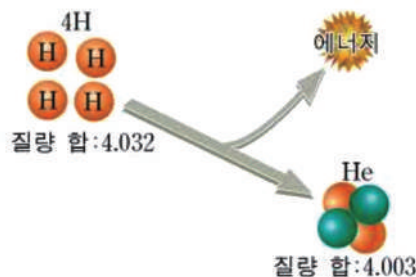


그림2. 핵융합 반응 시 적용되는 질량-에너지 등가 원리
<https://namu.wiki/w/%EC%A7%88%EB%9F%89-%EC%97%90%EB%84%88%EC%A7%80%20%EB%8F%99%EB%93%B1%EC%84%B1>

고무줄을 당기면 고무줄의 무게가 아주 약간 늘어납니다. 에너지가 투입되어 고무줄의 질량이 늘어난 것이죠. 이렇듯 팽창시킬 때 에너지를 필요로 하는 고무줄과 다르게, 공기는 압축시킬 때 에너지가 필요합니다. 이것을 우리는 고무줄은 음의 압력을 가지고 있고, 공기는 양의 압력을 갖고 있다고 말합니다. 고무줄과 비슷하게 인플라톤은 음의 압력을 가지고, 그러므로 그 크기를 2배 팽창시키는 데 필요한 에너지는 질량을 2배 증가시킨다고 할 수 있는 것이죠! 여기에 질량-에너지 등가 원리가 활용된 것입니다. 그런데 고무줄을 2배 늘렸을 때 증가하는 질량은 아주 미세한 것을 생각해 보면, 인플라톤은 아주 큰 음압을 가지고 있다고 볼 수 있습니다.

중력은 각 물체의 질량에 의해 그 크기가 결정된다는 것은 다들 잘 알고 계실 것입니다. 하지만 아인슈타인의 일반 상대성 이론에 따르면 중력은 질량뿐 아니라 압력에도 영향을 받는다는 사실도 알고 계셨나요? 질량은 언제나 인력을 유발하지만, 양의 압력은 끌어당기는 중력을 음의 압력은 미는 중력을 유발합니다. 인플레이션 이론을 제창하여 2012년 기초물리학상을 받은 앨런 구스는 질량에 의한 당기는 중력보다 음압으로 인한 밀어내는 중력이 3배 더 강력하다는 것을 알아냈습니다. 이 밀어내는 중력이 빅뱅 이후 또 다른 엄청난 폭발을 일으킨 것이죠!

인플레이션 이론이 제시한 1레벨 다중우주

이제 인플라톤의 밀도가 유지될 수 있는 이유는 알았는데, 그럼 인플라톤을 팽창시키는 에너지는 대체 무엇이 제공하는 걸까요? ‘이거 에너지 보존 법칙에 위배되는 것 아닌가?’라는 의문이 들지 않나요? 중력이 작용하는 공간인 중력장 내에서 물체를 들어 올릴 때 우리는 에너지를 투입합니다. 인플라톤이 이 중력장에서 에너지를 빌려 팽창한 결과 질량이 증가하고, 늘어난 질량은 다시 중력을 생성해 인플라톤에 에너지를 주입합니다. 이것이 가능한 이유는 중력의 원인이 되는 중력장이 음의 에너지를 갖고 있기 때문입니다. 좀 더 쉽게 생각하자면 우리가 돈이 하나도 없는 상태에서 은행으로부터 돈을 빌리면, 현금과 빚이 생깁니다. 현금은 양적 에너지이고, 빚은 음적 에너지라고 할 수 있습니다. 현금은 내가 빌려와서 쓸 에너지, 빚은 그에 의해 생긴 갚아야 할 것으로 생각하면 됩니다. 결국 현금과 빚의 합은 0으로 일정합니다. 이때 중력은 빛에 해당하는데요. 우리는 지구에 있으면서 중력이라는 에너지 빔을 지고 있기 때문에, 우리가 중력을 벗어나고자 한다면 빔을 갚을 에너지가 필요한 것이지요! 따라서 인플라톤이 팽창으로 새로운 질량을 얻으며 얻는 양의 에너지는, 팽창하는 중력장에서 만들어지는 음의 에너지와 상쇄되어 총에너지가 보존됩니다. 이렇게 우주는 모든 물리 법칙을 만족시키며 끊임없이 팽창합니다.

1레벨 다중우주 모델은 우리가 관측할 수 없는 우주 공간에 또 다른 우주들이 있을 것이라고 인정하는 것입니다. 왜냐하면 초기 우주는 빛보다 빠르게 팽창했고 앞으로도 영원히 팽창할 것이기 때문에, 결코 우리가 볼 수 없는 공간이 존재하기 때문입니다. 약간은 형이상학적이라고 생각될 수도 있으나, 인플레이션 이론이 학계에서 설득력이 있다고 받아들여지고 있고, 누구도 관측 가능한 우주의 바깥을 확인할 수 없는 만큼, 1레벨 다중우주의 가능성을 무시할 수 없습니다.

영원한 인플레이션과 2레벨 다중우주

2레벨 다중우주는 인플레이션 다중우주입니다. 비눗방울이 생기고 터지고를 반복하는 것처럼 각각의 개별 우주가 탄생과 소멸을 무한히 반복한다고 예측하기 때문에 거품 우주라고도 불립니다. 이 다중우주 모델은 급팽창이 여러 차례, 즉 영원히 계속된다고 주장하는 ‘영원한 인플레이션 이론’에서 파생되었습니다. 영원한 인플레이션 이론에 따르면 급팽창은 멈추지 않으며 영원히 더 많은 공간을 생성합니다. 급팽창이 한번 시작되면 급팽창이 일어난 영역의 전체에서 끝날 수 없다는 것이죠. 우리 우주에서의 급팽창은 끝났지만, 우리 우주 밖에서는 끝나지 않았을 수도 있다는 것입니다!

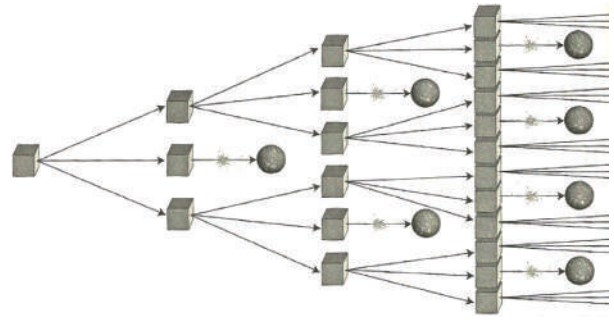


그림3. 영원한 인플레이션
http://kshscomm.dothome.co.kr/K_SOM/2004

위 그림에서 정육면체를 인플라톤이라고 할 때, 인플라톤 하나는 급팽창하지 않는 빅뱅 우주로 붕괴하고, 다른 두 인플라톤은 붕괴하지 않는 대신 부피가 3배가 됩니다. 이때 빅뱅 우주는 우리 우주와 유사한 우주를 말합니다. 이 이론에 따르면 우리가 모든 것의 시작이라고 여겼던 빅뱅은 사실 급팽창의 종말이었던 것이지요. 영원한 인플레이션의 결과 우리 우주와 유사한 우주는 각 단계마다 1개, 2개, 4개... 끊임없이 늘어납니다. 결국 엄청난 수의 다중우주가 끊임없이 생겨나는 것이죠. 이것이 영원한 인플레이션 이론이 예측한 인플레이션 다중우주입니다.

이번 꼭지의 내용에 따르면, 인플라톤이라는 특이한 물질의 특성으로 인해 우주는 빅뱅 이후 급팽창하였습니다. 인플레이션 이론에서 우주는 빛보다 빠른 속도로 팽창하였기 때문에 우리가 관측할 수 없는 우주가 만들어졌고, 우리는 이것을 1레벨 다중우주라고 부릅니다. 또한, 만약 이 급팽창이 한 번만 발생하는 것이 아니라 영원히 발생한다면, 이에 따라 수많은 새로운 우주가 만들어지고 이것을 2레벨 다중우주라고 부른다는 것도 알 수 있었습니다. 두 번째 꼭지에서는 ‘모든 것의 이론’에 대해 배운 뒤, 2레벨 다중우주와 비슷한 듯 다른 랜드시케이프 다중우주에 관해 이야기해 보도록 하겠습니다! ☺

참고 자료

1. 맥스 테그마크, 김낙우 옮김, 『맥스 테그마크의 유니버스』, 동아사이, 2017
2. 브라이언 그린저, 박병철 옮김, 『멀티 유니버스』, 김영사, 2012
3. 최기영, 「우주의 인플레이션에 관하여」, 『과학의 지평』, 2018.1.8.
<https://horizon.kias.re.kr/2223/>
4. 조송현, 「『아인슈타인 방정식』은 뭘 말하는 걸까?」 『인저리타임』, 2018.10.05
<https://www.injurytime.kr/news/articleView.html?idxno=4036>

모든 것의 이론의 시작, 끈 이론

글 / 무은재학부 21학번 27기 알리미 최예니

밤하늘을 수놓는 별의 움직임과 나무에서 떨어지는 사과는 어떤 과학적인 원리로 설명할 수 있을까요? 아시다시피 ‘만유인력의 법칙’으로 설명이 가능합니다. 이뿐만 아니라 하늘을 갈라놓는 번개와 냉장고 위 자석의 원리도 ‘전자기력’이라는 하나의 힘으로 설명할 수 있습니다. 이렇게 물리학에서는 여러 현상들을 묶어 하나의 통합적인 힘으로 정리해 내려는 노력이 계속되어 왔습니다. 그렇다면 우주의 모든 물질과 힘, 그리고 모든 법칙을 하나로 합칠 수는 없을까요? 이를 해결할 열쇠를 가진 끈 이론과 이를 바탕으로 제안된 다중우주 이야기를 두 번째 꼭지에서 함께 나눠봅시다!

끈 이론과 초끈 이론

과거 과학자들은 물질의 최소 단위가 0차원의 점일 것으로 생각했습니다. 하지만 끈 이론은 만물의 최소 단위가 1차원의 끈이라고 주장하여 과거의 전제 자체를 바꾸어 놓았습니다. 가장 작은 입자라고 생각했던 쿼크도 사실은 끈으로 이루어져 있으며, 끈의 진동 방식이 입자의 질량과 특성을 결정짓는다는 것이 끈 이론입니다. 또한 이에 따르면 세상은 4차원의 시공간에 6개의 여분 차원이 추가된 10차원으로 이루어져 있습니다. 그렇다면 우리는 왜 이 6차원을 인식하지 못하는 것일까요?

이유는 간단합니다. 바로 우리의 눈으로 인지하기에는 너무 작기 때문입니다.



그림1. 끈 이론 모식도
EBS 다큐프라임, “끈이론”

우리가 인식하는 4차원 이외의 6개의 차원은 아주 작은 공간, 즉 플랑크 길이($1.62 \times 10^{-35} \text{m}$) 만큼의 공간에 접혀있습니다. 멀리서 실을 보면 1차원의 선처럼 보이지만 가까이에서 보면 3차원위듯이, 멀리서 봤을 때는 그저 4차원의 시공간이었던 곳을 자세히 들여다보니 6차원이 숨어있었던 것이죠.

하지만 끈 이론에는 한계가 있습니다. 빛보다 빠른 가상 입자인 ‘타키온(Tachyon)’을 정의해야 한다는 것, 그리고 페르미온(Fermions)을 포함하지 않는다는 것입니다. 세상은 보손(Bosons)과 페르미온이라는 두 종류의 입자로 이루어져 있는데, 만물을 구성하는 끈이 세상의 모든 입자를 설명할 수 없다는 것은 모순적입니다. 하지만 이런 문제는 어떤 입자와 완벽한 대칭을 이루는 페르미온/보손 대칭 입자가 있다는 초대칭이 도입되면서 해결되어, 끈 이론은 더욱 견고해진 ‘초끈 이론(이하 끈 이론)’으로 발전했습니다.

모든 것의 이론 : 일반 상대성 이론과 양자 역학의 통합

우주의 네 가지 힘 중 전자기력과 강력, 약력은 미시세계의 현상에 주로 작용하며, 이 힘들은 양자 역학으로 통합되었습니다. 반면 중력은 거시세계의 현상에 주로 작용하며 일반 상대성 이론으로 기술됩니다. 이 네 힘의 통합은 곧 일반 상대성 이론과 양자 역학의 통합이자, 과거 아인슈타인이 평생을 바쳐 연구한 ‘모든 것의 이론’이기도 합니다. 하지만 중력 이론의 양자 역학적 모순점 때문에 아직은 통합되지 않은 상태입니다.

양자 역학에 의하면 아주 작은 시공간에서는 ‘양자 요동’이 일어납니다. 이 양자 요동에 의해 시공간이 매끄럽지 않아서, 양자 역학이 다루는 초미세 영역에서는 일반 상대성 이론의 중력방정식이 적용되지 못했습니다. 하지만 끈 이론의 등장으로 이 둘의 통합이 가능해졌는데요. 어떻게 이것이 가능했을까요?

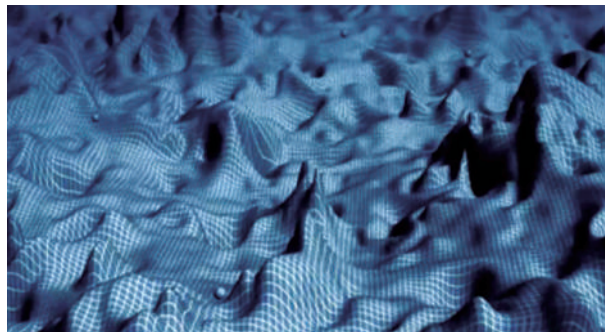


그림2. 양자 요동
EBS 다큐프라임, “빛의 물리학”

‘인간이 볼 수 있는 최소한의 크기인 플랑크 길이보다 작은 것은 볼 수 없다’라는 간단한 아이디어가 해답을 제시합니다. 양자 요동이 발생하는 크기가 플랑크 길이보다 작다면 마찬가지로 양자 요동도 볼 수 없는 것이죠. TV 화면에서 우리가 볼 수 있는 가장 작은 단위인 픽셀을 물질의 최소 단위에 비유했을 때, 양자 요동이 한 픽셀보다 작으면 볼 수 없다는 의미

입니다. 그렇다면 우리는 이제 세상이 ‘무한히’ 작은 0차원의 점으로 이루어져 있지 않다는 것을 받아들일 수 있습니다. 세상은 픽셀처럼 ‘최소한’의 크기인 플랑크 길이를 갖는 끈으로 구성되어 있어서 그 끈보다 작은 양자 요동은 관측할 수 없고, 이로써 매끈한 시공간이 형성되어 일반 상대성 이론과 양자 역학을 통합시킬 수 있는 것입니다.

지금까지 끈 이론 및 거시세계와 미시세계의 통합에 대해서 배워보았는데요. 이제 끈 이론의 발전된 형태와 이것에서 파생된 다중우주 이야기를 이어가 보겠습니다.

M 이론과 다중우주

끈 이론은 얼핏 보면 완벽한 이론입니다. 하지만 10차원 내에 존재할 수 있는 끈 이론의 결과가 5개라는 점이 골칫거리였습니다. 하나여야 할 답이 5개나 나와버린 것이죠. 하지만 에드워드 위튼은 끈 이론을 11차원으로 확장하면, 11차원의 초중력 이론과 함께 5개의 끈 이론을 하나로 합칠 수 있다고 말합니다. 이것이 바로 ‘M 이론’입니다. M 이론에서는 단순히 차원을 확장한 것뿐만 아니라 세상을 구성하는 가장 작은 입자가 1차원의 끈을 비롯해 2차원의 Membrane(막), 혹은 3차원도 가능하다고 말합니다. 세상을 끈 이론, 나아가 M 이론의 관점에서 보면, 여기서 다중우주를 발견할 수 있습니다. 그중 이번에 소개할 다중우주는 바로 ‘랜즈케이프 Landscape 다중우주’입니다. 앞서 여분 차원(6차원 혹은 7차원)은 아주 작은 공간에 접혀 있다고 이야기했습니다. 아래 사진에서 보이는 칼라비-야우 다양체 하나하나가 우리가 상상한 여분 차원의 모습입니다.

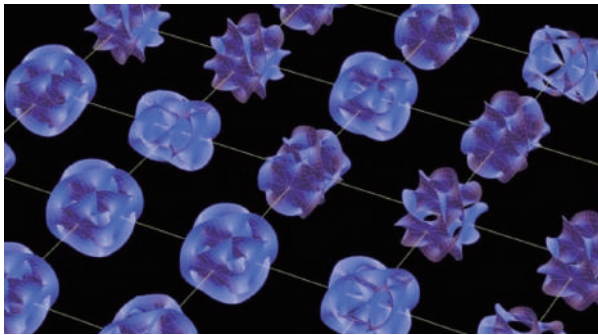


그림3. 칼라비-야우 다양체
<https://m.blog.naver.com/PostView.naver?isHttpsRedirect=true&blogId=hongju3498&logNo=22110726312>

사진에서도 나타나 있듯이, 여분 차원은 꼬인 모양에 따라 모두 다른 생김새와 에너지를 갖습니다. 그리고 가능한 경우를 계산해 봤을 때, 여분 차원은 무려 10^{500} 가지나 존재할 수 있습니다. 이렇게 다양한 여분 차원은 서로 다른 진공에너지²⁾를 갖는데요. 이때 진공에너지가 주변보다 낮아 상대적으로 안정한 차원은 그 값을 진공에너지로 갖는 우주로 만들어질 가능성이 큼니다. 산에서 굴러떨어진 공이 골짜기에 빠지면 안정하여 더 이상 이동하지 않는 것처럼 말이지요. 이 말은 이론상 10^{500} 개의 우주가 만들

어질 수 있지만, 그중에서도 진공에너지가 낮은 차원에서 발생 확률이 높다는 것을 의미합니다. 즉, 우리 우주는 주변보다 우주상수가 낮아서 만들어졌다고 이해할 수 있는 것입니다. 이렇게 끈 이론과 M 이론이 가져온 여분 차원으로 인해 만들어진 무수한 가능성 중, 진공에너지가 낮은 지점에서 우주가 생성될 가능성이 높다는 사고가 바로 ‘랜즈케이프 다중우주’입니다. 그리고 이는 물속에 공기 방울이 생기듯이, 하나의 우주 안에서 그 안의 안정한 지점에서 또 새로운 우주가 생겨나는 ‘거품 우주’의 형식을 가집니다. 그 각각의 거품(새로운 우주)은 모두 우주상수가 다르기 때문에 개별적인 물리 법칙을 따른다는 것이 인플레이션 다중우주와의 차이점이기도 합니다.



그림4. 랜즈케이프 다중우주 모식도
네이버 지식백과, ‘랜즈케이프 다중우주’

끈 이론은 아인슈타인이 풀지 못한 물리학의 한계인 일반 상대성 이론과 양자 역학의 통합을 해결할 실마리를 제공했다는 점에서 큰 의의가 있습니다. 또한 랜즈케이프 다중우주와 같이 새로운 형태의 다중우주를 제안하기도 합니다. 지금까지 1, 2레벨의 다중우주를 비롯해, 랜즈케이프 다중우주까지 알아보았는데요. 그렇다면 이제 끈 이론도 마스터했겠다! 양자 역학과 다중우주를 연결 짓는 3레벨 다중우주, 나아가 4레벨 다중우주까지 마지막 꼭지에서 함께 배워볼까요? ㉠

각주

- 공간상의 한 점에서 에너지의 양이 일시적으로 변화하는 것으로, 아무것도 없는 빈 공간에서도 입자-반입자가 쌍으로 생성과 소멸을 반복하는 현상을 일컫는다.
- 우주상수라고도 불리며, ‘반중력’ 효과를 가지고 있어 서로 밀어내는 척력에너지이다. 현재 우주가 가속하며 팽창할 수 있는 이유를 이 에너지 때문으로 보고 있다.

참고 자료

- 노재훈, 「끈이론의 초보적 이해」, 서울시립대학교 석사논문, 2006.
- 지식보관소. (2019.7.2). 상대성이론과 양자역학이 충돌한 이유 [비디오파일]. 검색경로 <https://www.youtube.com/watch?v=APH-3tNRerg>
- 이수중, 「초끈이론」, 『과학과기술』 4호 통권 419호(2004), 68~72쪽.
- 윤신영, 「랜즈케이프 다중우주」, 『네이버 지식백과』, 2012.6.1.
<https://terms.naver.com/entry.naver?docId=3574513&cid=58941&categoryId=58957>

양자 역학의 해석, 다세계 해석

글 / 무은재학부 21학번 27기 알리미 문준혁

슈뢰딩거의 고양이는 양자 역학의 대표적인 사고 실험으로 알려져 있습니다. 그런데, 이 사고 실험이 양자 역학의 모순점을 지적하기 위해 탄생했다는 점 알고 계셨나요? 양자 역학을 강하게 비판한 슈뢰딩거의 반론에서 시작된 나비효과로 양자 역학이 발전했고, 이는 다중우주를 예측하는 하나의 해석으로 이어졌습니다. 지금까지 우주론과 끈 이론으로 다중우주를 바라보았다면, 이번에는 양자 역학의 발전 과정에서 탄생한 3레벨 다중우주, 다세계 해석에 대해 알아보려 합니다. 양자 역학의 개념들이 많이 등장할 예정이므로, 2022 봄호 기획특집 쪽지 1 <양자 역학과 벨 부등식>의 내용을 꼭 참고하시길 바랍니다!

슈뢰딩거의 고양이 사고 실험

‘상자 속에 고양이와 고양이를 죽일 수 있는 장치가 있다. 상자 속 원자는 A 또는 B 상태인데, 원자가 A 상태이면 장치가 작동하여 고양이를 죽이게 되고, B 상태라면 오작동하여 고양이를 죽이지 않는다. 그렇다면 상자를 열기 전, 고양이는 살아있는 상태와 죽어있는 상태가 공존하고 있다.’

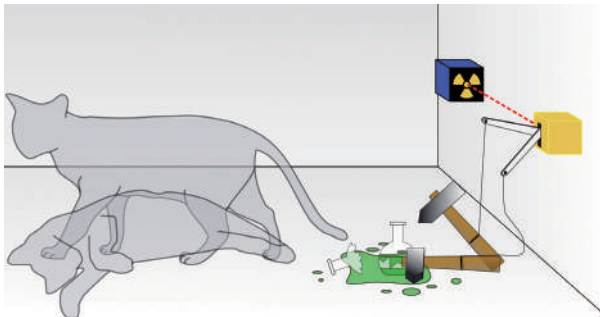


그림1. 고양이 사고 실험 모식도
https://ko.wikipedia.org/wiki/슈뢰딩거의_고양이

이 사고 실험의 가장 큰 의의는 미시세계만을 설명할 수 있었던 양자 역학을 거시세계까지 확장한 데에 있습니다. 에르빈 슈뢰딩거는 양자 역학의 대표적인 해석인 ‘코펜하겐 해석’을 비판하고자, 고양이 사고 실험

을 제시합니다. 코펜하겐 해석에 의하면, 미시세계의 원자는 A와 B의 중첩 상태이고 두 상태가 파동함수의 확률 분포로 표현됩니다. 따라서 상자를 열어 ‘관측’하는 순간에 파동함수가 붕괴되어, 원자가 하나의 상태로 귀결된다고 해석합니다. 이에 슈뢰딩거는 고양이도 원자의 상태에 따라 죽을 수도 살 수도 있는데, 고양이는 거시세계이지 않냐며 비판합니다. 코펜하겐 해석은 오직 미시세계만이 양자 역학의 지배를 받는다고 주장했는데, 슈뢰딩거의 고양이 사고 실험이 거시세계에도 양자 역학적 현상이 똑같이 일어나야 함을 지적한 것입니다.

그렇다면, 전자가 이중 슬릿을 양쪽 동시에 통과하는 것처럼, 고양이도 동시에 통과할 수 있을까요? 이러한 의문을 해결하고자, 안톤 차일링거는 풀러렌(C_{60})이라는 거대 분자를 이중 슬릿에 쏘았는데, 놀랍게도 간섭 무늬 패턴이 보였습니다. 단, 조건은 ‘관측’하지 않는 것인데요. 관측이란, 인간이 눈으로 보는 행위만을 의미하는 것이 아니라, 주변 환경과의 상호작용이라는 의미를 포함합니다. 대상이 아주 작은 원자 하나더라도 관측하는 순간 중첩은 풀립니다. 이 현상을 ‘결어긋남’^{Decoherence}이라고 부릅니다. 인간이 이중 슬릿을 동시에 통과할 수 없는 것은 주변 환경과의 상호작용으로 끊임없이 결^{Coherence}이 어긋나기 때문입니다. 상자 외부에서 관찰하는 우리의 입장에서는 고양이가 중첩 상태이지만, 고양이로서는 상자 속 원자와의 상호작용, 즉 관측이 발생했으므로 결어긋남 상태인 것이죠. 즉, 코펜하겐 해석의 고양이는 중첩 상태가 아니라는 주장은 맞다고 할 수 있습니다.

휴 에버렛의 다세계 해석

슈뢰딩거의 고양이로 발전한 양자 역학적 개념은 다중우주를 암시하는 새로운 양자 역학의 해석으로 발전합니다. 바로, 휴 에버렛 3세의 ‘다세계 해석’입니다. 전자의 이중 슬릿 실험에서, 코펜하겐 해석은 전자가 왼쪽 슬릿을 통과하는 세계와 오른쪽 슬릿을 통과하는 세계가 중첩 상태이며, 관측 시에 파동함수가 붕괴한다고 해석합니다. 에버렛은 파동함수의 붕괴는 일어날 수 없으며, 관측 시에 전자가 왼쪽 슬릿을 통과하는 세계와 오른쪽 슬릿을 통과하는 세계 둘 다 생긴다고 주장합니다.

The Copenhagen Interpretation

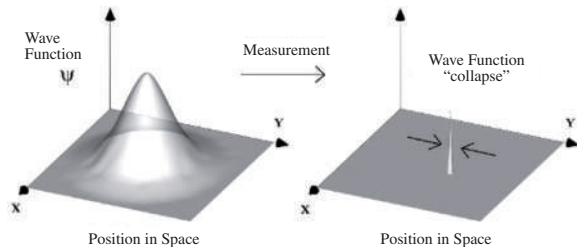


그림2. 코펜하겐 해석의 관측 행위를 통한 파동함수의 붕괴
<http://thesoulwanderers.blogspot.com/2014/07/the-quantum-mechanics-of-writing.html>

The Many Worlds Interpretation

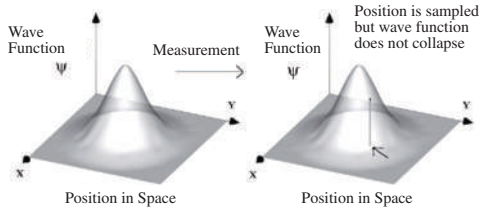


그림3. 다세계 해석의 관측 행위

<http://thesoulwanderers.blogspot.com/2014/07/the-quantum-mechanics-of-writing.html>

위의 그림은 공간에 따른 파동함수 확률분포를 나타낸 그래프입니다. 그림 2를 보면, 관측 시에 파동함수의 붕괴로 하나의 결과만이 남습니다. 반대로, 그림 3에서는 특정한 결과가 없고, 확률적으로 가능한 세계들이 남아있음을 알 수 있습니다. 다세계 해석의 핵심은 관측 시에 가능성이 있는 여러 개의 세계로 갈라지지만, 인간은 자신의 세계만을 인식하며 살아간다는 것입니다. 그리고 이는 '양자 얽힘'과 '결어긋남' 현상으로 설명됩니다.

$$|\psi\rangle_A \otimes |\psi\rangle_B + |\psi'\rangle_A \otimes |\psi'\rangle_B \in \mathcal{H}, (|\psi\rangle_A, |\psi'\rangle_A) \in \mathcal{H}_A, (|\psi\rangle_B, |\psi'\rangle_B) \in \mathcal{H}_B$$

(H : 힐베르트 공간, $\otimes$: 텐서 곱)

위의 식은 양자 얽힘을 나타냅니다. 파동함수 $|\psi\rangle = |\psi\rangle_A \otimes |\psi\rangle_B$ 와 $|\psi'\rangle = |\psi'\rangle_A \otimes |\psi'\rangle_B$ 의 중첩 상태는 $|\psi\rangle + |\psi'\rangle$ 로 표현됩니다. 또한, 힐베르트 공간은 파동함수를 벡터로 생각할 때, 파동함수의 합으로 이루어진 공간으로 정의합니다. 위의 식은 $|\psi\rangle$ 와 $|\psi'\rangle$ 의 합이 $\mathcal{H}$ 에 있음을 의미하는데, 이때 A와 B가 서로 얽혀 있다고 표현합니다. 예를 들어, 중첩 상태에서 A의 상태가 $|\psi\rangle_A$ 로 결정되면, 나머지 B의 상태는 $|\psi'\rangle_B$ 로 자연스럽게 결정되는 것이죠. 이때 얽힌 두 계가 독립적이라는 점이 중요합니다. 관측으로 중첩이 풀리면 독립적인 두 계는 파동함수의 합으로 표현된다는 결어긋남이 발생하기 때문이죠. 만약 가능성이 있는 x 개의 얽힌 계에서 여러분이 하나의 상태를 결정했다면, 그 순간 결이 어긋나서 x 명의 여러 분과 x 개의 세계로 갈라집니다. 관측의 연속으로 생겨나는 무한한 세계 중, 여러분은 결정한 세계만을 인식하고 있다는 것이 다세계 해석의 본질입니다. 맥스 테그마크는 이를 3레벨 다중우주로 정의했습니다.

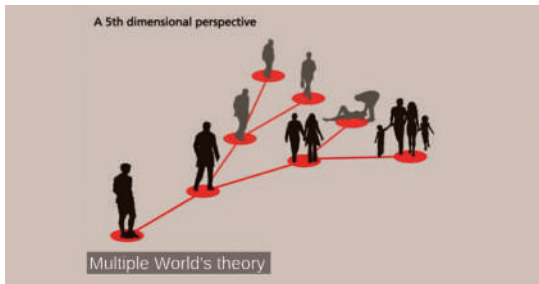


그림4. 다세계 해석, 3레벨 다중우주

<https://www.pinterest.co.kr/pin/311874342917574915/>

다세계 해석의 문제점과 4레벨 다중우주

다세계 해석이 이론이 되기에는 여러 문제점이 있습니다. 첫 번째로 확률의 해석 문제입니다. 양자 역학은 슈뢰딩거 방정식을 따라, 파동함수의 확률로 표기됩니다. 따라서 각각의 사건은 확률에 따라 발생하는데, 다세계 해석에서는 가능한 x 개의 사건 중 약간의 가능성만 있다면 각각의 세계에서 사건이 발생한다고 설명합니다. 즉, 모든 사건이 1 혹은 0으로 확률이 정해져, 확률의 의미가 사라집니다. 두 번째로, 관찰이 불가능합니다. 다세계 해석의 핵심 원리인 결어긋남에 의해, 다세계 속 모든 존재는 오직 자신이 살아가는 세계만을 인식합니다. 이 때문에 실제로 다세계가 존재하는지 직접 눈으로 확인하기란 불가능에 가깝죠. 마지막으로 물리량 보존 법칙에 위반됩니다. 관측하는 매 순간 세계가 분리되고 새로운 세계가 만들어지면, 한 계의 총 물리량은 보존되어야 하는데 새로운 물질과 에너지가 계속 생겨나므로 총 물리량이 증가할 수밖에 없죠. 이처럼, 3레벨 다중우주 외에도 1, 2레벨 다중우주 모두 물리학의 관점에서 명확한 문제점이 보입니다. 이에 맥스 테그마크는 '수학적 우주 가설'을 제시합니다. 모든 것의 근원은 수학적이고, 수학이 이 세계를 지배하고 있다는 것입니다. 그는 수학이 물리학 현상을 너무나도 딱 맞게 설명하기에 이를 주장했으며, 우주마다 물리학 법칙이 다른 4레벨 다중우주를 제시합니다. 이와 관련한 가설로 세상이 일종의 시뮬레이션이라는 '시뮬레이션 다중우주'가 제시되기도 합니다. 이렇듯 다중우주에 관하여 여러 모순점을 가지는 다양한 예측들이 쏟아지고 있으며, 이에 대한 연구는 갈 길이 멀지만 활발히 진행되고 있습니다.

양자 역학 해석의 일종인 3레벨 다중우주와 더불어 간단하게 4레벨 다중우주까지 알아보았는데요. 이로써 1~4레벨 다중우주를 모두 알아보았습니다. 사실, 다중우주론은 많은 과학자가 비판하는 가설입니다. 실험으로 증명하기가 사실상 불가능하고, 수과학적으로 완전하기도 힘들죠. 그런데도 우리가 사는 우주를 이해하고자 지식의 한계를 뚫으려는 과학자들의 도전이 멋지지 않나요? 저는 언젠가 전 세계의 과학자들이 머리를 맞대어 우주의 비밀을 파헤치는 날이 올 거라 믿고 있습니다. 이날을 위해 여러분도 다중우주를 예측하는 과학적 근거들에 대해 미리 알아가는 시간이 되었기를 바랍니다.☺

참고 자료

1. 김상욱, 『김상욱의 양자 공부』, 사이언스북스, 2017, 43~56쪽, 209~218쪽
2. Lev Vaidman, "Many-Worlds Interpretation of Quantum Mechanics," Stanford Encyclopedia of Philosophy, 2018.10.18
<https://plato.stanford.edu/entries/qm-manyworlds/>
3. "Quantum entanglement," Wikipedia, 2022.6.09
https://en.wikipedia.org/wiki/Quantum_entanglement#Definition
4. "Hilbert spaces," Quantiki, 2015.10.26
<https://www.quantiki.org/wiki/hilbert-spaces>
5. Max Tegmark, "Parallel Universes," Dept. of Physics, Univ. of Pennsylvania, Philadelphia, 2003

David MacMillan



Benjamin List



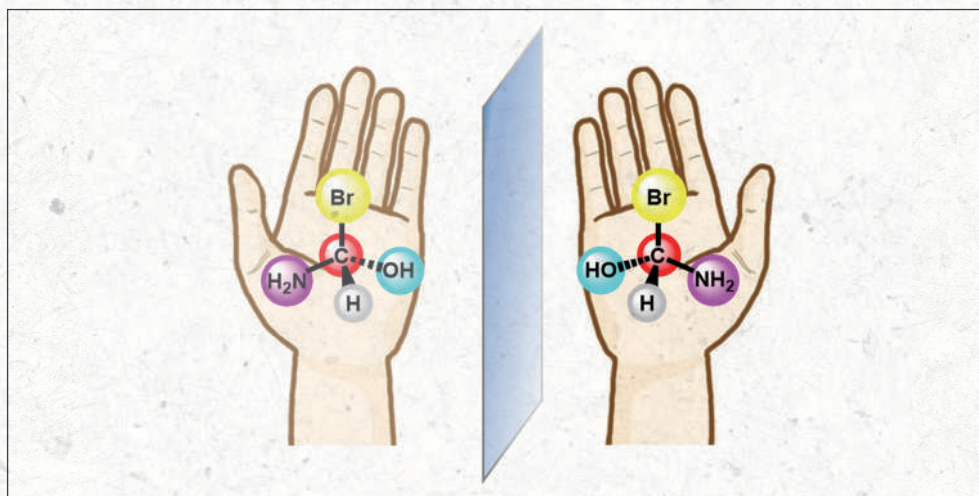
2021 노벨 화학상

고정 관념을 깨뜨린 제3의 촉매, 비대칭 유기 촉매

글 / 화학과 통합과정 남찬우

오른손을 돌린다고 해서 오른손이 왼손과 똑같은 모양이 될 수 있을까요? 우리의 두 손은 생김새는 똑같지만 돌렸을 때 포개어지지 않습니다. 이처럼, 분자식과 분자의 구조가 같은데 화학적 성질은 전혀 다른 화합물이 존재합니다. 왼손과 오른손의 관계처럼 분자를 회전시켰을 때 포개어지지 않는 분자를 거울상 이성질체라고 합니다.

두 거울상 이성질체는 비슷하게 생겼지만, 생체 내에서 서로 다른 임무를 수행합니다. 그 대표적인 예시로 '탈리도마이드'가 있습니다. 이 물질은 1957년에 진정제와 수면제로 판매되기 시작하였는데, 입덧 방지에도 효과가 있어 많은 임산부가 사용했습니다. 그런데 이 물질의 한쪽 거울상 이성질체는 약물의 역할을 수행했지만 다른 쪽 거울상 이성질체는 혈관의 생성을 억제하는 부작용이 있었습니다. 이로 인해 1만 명이 넘는 기형아가 태어났으며, 이는 한쪽 거울상 이성질체는 유용하게 작용했지만 다른 쪽 거울상 이성질체는 독으로 작용한 사례이자 최악의 약물 부작용 사건으로 기록되었습니다. 이처럼 거울상 이성질체들은 화학적 성질이 다를 수 있으므로, 한 가지 거울상 이성질체만을 선택적으로 합성하는 비대칭 반응이 요구됩니다.

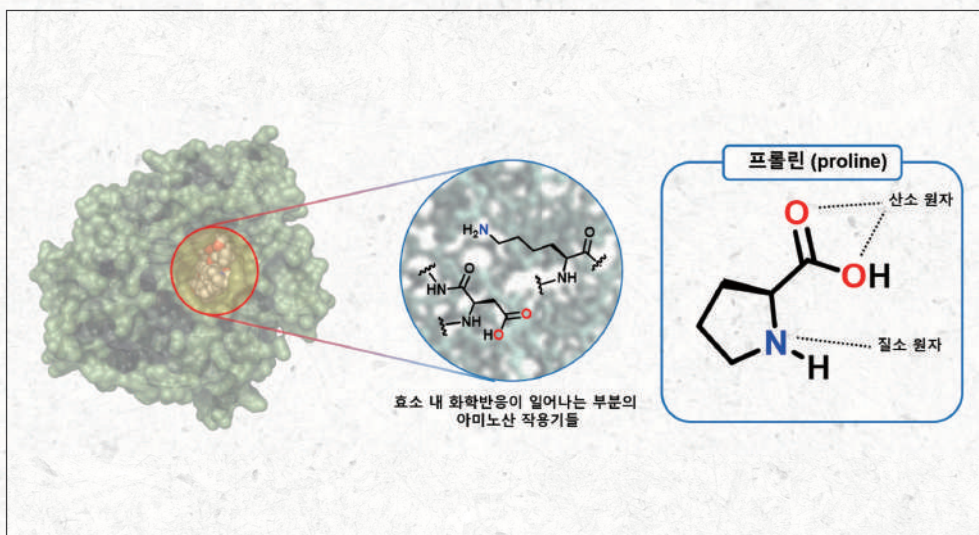


1. 거울상 이성질체의 좋은 예: 오른손과 왼손

거울상 이성질체를 선택적으로 합성하는 방법 중에는 촉매를 사용하는 방법이 있습니다. 특정 촉매는 반응물로부터 한 가지 거울상 이성질체만이 합성되게끔 반응을 유도합니다. 촉매는 보통 금속이나 효소로 구성된다고 알려져 있지만, 유기 분자 또한 촉매로 사용될 수 있습니다.

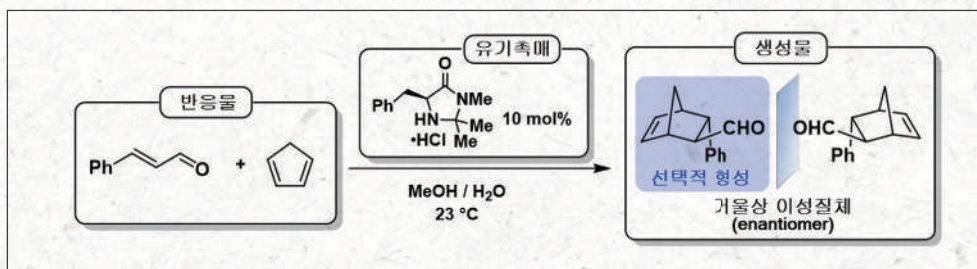
첫 번째로 전이 금속은 전자를 주고받는 능력이 있기 때문에, 분자 내 원자 간의 강한 결합을 끊고 새로운 결합을 형성하는 역할을 수행할 수 있습니다. 이러한 특징을 이용해 화학자들은 여러 금속을 촉매로 사용하였고 촉매의 효율성을 효소와 비슷하거나 능가하는 수준으로 향상시켰습니다. 촉매화학의 또 다른 기동인 효소는 수많은 아미노산으로 구성된 생체 내 촉매입니다. 아미노산의 고유한 배열이 각기 다른 3차원 구조를 만들기 때문에, 생체 내에서 한 가지 거울상 이성질체를 선택적으로 합성하는 데 특화되어 있습니다. 이에 많은 연구진이 아미노산을 사용해 비대칭 유기 반응을 개발하고자 하였습니다.

스크립스 연구소의 카를로스 F. 바르바스 3세가 이끄는 연구팀도 그들 중 하나였습니다. 이 연구팀에 속해 있던 벤저민 리스트 교수는 항체 촉매를 연구하면서, 효소 전체가 아닌, 효소가 가지고 있는 아미노산의 일부만으로 반응을 진행할 수 있을지 의문을 가졌습니다. 그 결과, 효소는 수많은 아미노산으로 구성된 거대 분자이지만 그중 일부만이 반응에 관여한다는 것을 발견했습니다. 놀랍게도 효소의 일부분인 프롤린(Proline)(아미노산의 한 종류)이 촉매의 역할을 수행하여 한 가지 거울상 이성질체만을 선택적으로 합성한다는 것을 발견한 것입니다. 리스트 교수는 이 연구로 유기 분자를 이용한 비대칭 반응이라는 새로운 분야를 열었습니다. 그런데, 이 분야에 관심을 가진 또 다른 화학자가 있었습니다. 그는 바로 ‘유기 촉매 반응 Organocatalysis’이라는 단어를 처음 사용한 데이비드 맥밀런 교수입니다.



2. 효소 내 아미노산 작용기들과 프롤린 분자 구조

맥밀런 교수는 원래 금속 촉매를 이용한 비대칭 반응을 연구하고 있었습니다. 이 비대칭 반응에 사용되는 금속 촉매는 대체로 산소와 수분에 민감하고 가격이 비싸 산업적으로 사용하는 데 어려움이 있었습니다. 따라서 맥밀런 교수는 가격이 저렴하고 쉽게 사용할 수 있으며 전이 금속을 대체할 수 있는 촉매를 개발하고자 했습니다. 이러한 연구를 진행하던 중에, 그는 아민¹과 이미늄 이온^{iminium ion}이 가역적으로 전자를 주고받을 수 있다는 것을 발견했습니다. 이후 이미늄 이온이 금속 촉매의 역할을 대신할 수 있다고 생각하여, 이를 그림 3과 같이 딜스-알더 반응(탄소와 탄소가 결합하는 고리화 반응)에 적용하였습니다. 그 결과 금속 촉매가 아닌 유기 촉매를 사용해서 거울상 이성질체 중 한 가지만을 선택적으로 합성할 수 있었습니다.



3. 이미늄 이온을 촉매로 사용한 딜스-알더 반응

유기 촉매는 효소와 금속이 아닌 새로운 형태의 촉매를 사용하여 기존의 촉매가 가지고 있던 단점을 극복했다는 점에서 많은 관심을 받았습니다. 사실, 리스트 교수와 맥밀런 교수가 처음으로 유기 촉매를 개발한 연구자는 아닙니다. 이미 간단한 유기 분자를 이용해 비대칭 촉매 반응을 성공시킨 적도 있으며, 그중에는 심지어 프롤린을 촉매로 사용한 사례도 존재합니다. 하지만 리스트 교수와 맥밀런 교수는 처음으로 유기 촉매라는 단어를 사용하였으며, 메커니즘에 관한 깊은 연구와 유기 촉매에 관한 후속 연구를 통해서 이를 제3의 촉매 분야로 발전시켰습니다. 간단하고 저렴하며 친환경적인 유기 촉매는 실험실에서뿐 아니라 공업적으로도 널리 사용되었으며, 비대칭 촉매 반응을 요구하는 제약 산업에 많은 영향을 끼쳤습니다. 이러한 공로를 인정받아 리스트 교수와 맥밀런 교수는 2021년에 노벨 화학상을 수상하였습니다. 비대칭 유기 촉매는 ‘제3의 촉매’로 불리며 현재까지도 활발한 연구가 진행되고 있습니다.

현재, 리스트 교수는 온화한 조건에서 친환경적으로 거울상 이성질체 중 한 가지만을 선택적으로 합성하는 ‘완벽한 반응’을 목표로 연구하고 있습니다. 한편, 맥밀런 교수는 유기 촉매 반응뿐 아니라 광화학², 근접성 레이블링³, 전합성⁴을 연구하고 있습니다. ②

4. David MacMillan

https://en.wikipedia.org/wiki/David_MacMillan

5. Benjamin List

https://en.wikipedia.org/wiki/Benjamin_List



각주

- 1 암모니아의 수소 원자가 탄화수소로 치환된 분자
- 2 빛에 의해 발생하는 화학 반응을 연구하는 화학
- 3 관심 있는 단백질과 인접한 생체 분자에 필요한 정보를 붙이는 실험적 기술
- 4 간단한 분자로부터 복잡한 분자를 합성하는 것

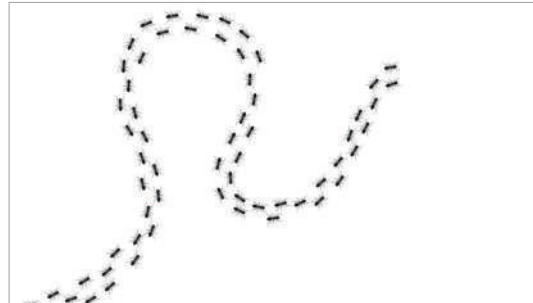
메타버스에서 안면 감각을 느낄 수 있는 VR 헤드셋



[출처] <https://www.tech42.co.kr>

여러분은 VR 헤드셋 속 가상의 공간에서 양치질을 하거나 물이나 커피를 마시는 상상을 해보셨나요? 대부분 그 상상 속에서 '촉각'은 제외되어 있을 겁니다. 그런데 이번에 미국의 카네기멜런대학교의 미래 인터페이스 그룹에서 입 주변을 덮는 장치나 부품 없이도 초음파를 활용하여 입술, 혀, 치아 등에 여러 촉각을 느끼게 해주는 실시간 햅틱(촉각) 기술 기반 VR 헤드셋을 공개하였습니다. 이 헤드셋에 장착하는 초음파 변환기는 초음파 에너지를 신경 수용체가 민감하게 배치된 입에 집중시켜 다양한 감각을 재현합니다. 그리고, 이 헤드셋의 바닥 면에 있는 64개의 납작한 상 어레이^{Phase Array}가 다양한 촉각 효과를 만들어냅니다. 여기서 상 어레이란 여러 안테나에서 송출되는 전파의 위상을 다르게 제어함으로써 특정 위치로 전파를 내보낼 수 있는 안테나의 배열을 의미하는데요. 이를 통해서 초음파를 원하는 위치로 조준한 후, 고에너지 초음파 펄스로 미세한 입자를 쏘아בות게 됩니다. 이 초음파로 인한 충격이 입 주변과 내부에 전해지면 두드리기, 진동, 쓸어내기 등과 같은 촉각을 느낄 수 있게 되는 것입니다. 또한, 연구진은 초음파 펄스를 특정한 패턴이 나타나게끔 프로그래밍하여 오토바이를 탈 때의 강한 바람, 급수대에서 나오는 가상 물줄기의 지속적인 진동 등을 표현할 수 있게 했습니다. 현재 연구팀은 이 기술을 소비자가 실제로 사용할 수 있는 헤드셋에 적용시키기 위해 디자인을 조금 더 가볍고, 작게 만드는 과정을 거치고 있다고 하는데요. 아직 상용화 전 단계이지만 가상 세계에서 촉각을 느낄 수 있다니, 촉각뿐만 아니라 오감을 전부 느낄 수 있게 될 날이 기대되네요!

암을 찾아내는 개미

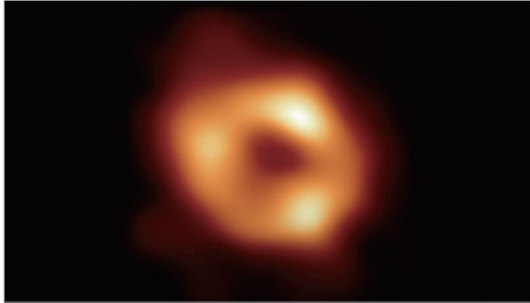


[출처] <https://www.istockphoto.com/kr/%EC%9D%B4%EB%AF%B8%EC%A7%80/ant-trail>

마약을 찾아내는 마약견에 대해서는 한번쯤 들어보셨을 것입니다. 하지만 암을 찾아내는 개미는 어떤가요? 훈련된 마약견이 마약을 찾아내는 것처럼 훈련된 개미가 암세포 특유의 화학적 향을 구별해내어 암을 찾아내도록 하는 암 진단법이 발표되었습니다. 이는 프랑스 국립과학연구센터에서 밝혀낸 것인데요. 기존에는 암으로 의심되는 종양을 떼어내어 고해상도 현미경을 통해 조직 검사를 했지만, 큰 비용과 많은 시간이 소모된다는 문제점이 있었습니다. 이 문제점을 해결하기 위한 방법을 고안하던 중, 암세포가 만드는 휘발성 유기화합물을 개미가 감지할 수 있다는 사실을 이용하자는 아이디어에서 연구가 시작되었습니다. 개미는 호르몬의 일종인 페로몬을 통해 다른 개미들과 소통을 합니다. 경보 페로몬, 추적 페로몬 등 다양한 페로몬이 존재하기 때문에 화학적 냄새에 민감하게 반응할 수밖에 없죠. 이 연구에서는 이러한 개미를 '파블로프의 개'와 같은 방법으로 훈련하였습니다. 이는 자극과 보상을 연관 짓는 방법으로, 연구진은 자극을 암세포로 설정하고, 그에 대한 보상을 먹이로 설정하여 훈련을 진행하였습니다. 이들은 건강한 세포와 유방암 세포를 각각 다른 페트리 접시에 놓고, 암세포가 놓인 접시에만 추가로 먹이를 놓았는데요. 개미는 몇 차례 암세포 냄새가 나는 쪽으로 가면 먹이가 있다는 것을 경험하자, 선택지에 새로운 냄새가 생겨도 암세포 냄새가 나는 페트리 접시로 더 많이 이동하였습니다. 개에게도 이러한 훈련이 가능하지만, 개미는 특별히 짧은 시간 안에 훈련할 수 있다고 합니다. 아직은 임상 시험이 어려운 아이디어 차원의 실험이지만, 다른 의료 기기 없이 오로지 개미로만 암을 찾아낼 수 있게 된다면, 정말 신기할 것 같지 않나요?

3

우리은하 중심부의 블랙홀 최초 관측



[출처] <https://www.sciencetimes.co.kr/news>

국제블랙홀연구협력집단인 Event Horizon Telescope^{EHT} 연구팀이 우리은하 중심에 있는 초대질량 천체인 궁수자리 A*^{Sgr A*} 블랙홀 관측에 성공했다고 합니다. 이 관측은 3년 전 인류 역사 최초로 관측된 M87 은하의 초대질량 블랙홀 M87* 이후 처음으로 블랙홀의 실제 이미지를 포착한 것인데요. 특히나 이번 관측은 외부 은하가 아닌 우리은하의 블랙홀 관측이라는 점에서 더욱 큰 의미가 있습니다. 궁수자리 A* 블랙홀의 위치는 지구로부터 대략 27,000광년 떨어진 궁수자리이며, 질량과 크기 모두 M87*에 비해 상대적으로 작다고 합니다. M87*의 크기는 태양계 전체의 크기와 비슷한 반면, 궁수자리 A* 블랙홀의 크기는 태양에서 수성까지의 거리와 비슷합니다. EHT 팀은 궁수자리와 M87이 완전히 다른 모습을 띠는 은 하지만 각 은하의 중심에 있는 블랙홀 간에는 유사한 점이 많다고 밝혔고, EHT 과학이사회에서는 이 사실이 아인슈타인의 일반 상대성 이론의 간접적인 증거가 될 수 있다고 하였습니다. 그뿐만 아니라, 이론적으로 예측한 블랙홀의 고리 크기가 실제 관측값과 매우 비슷하다는 사실은 관측된 이미지를 이용하여 블랙홀 질량과 같은 세부 정보를 알아낼 수 있다는 것이기에 큰 의미가 있다고 하였습니다. 또한, 연구진은 두 블랙홀의 공통점과 차이점을 분석함으로써 초대질량 블랙홀 주변의 가스가 상호작용하는 방식이나 제트의 물리학적 기원, 은하의 형성 등에 관해 더욱 자세히 알아볼 수 있을 것이라고 밝혔는데요. 블랙홀에 대한 이해를 확장한 이번 관측을 계기로 심오한 우주의 비밀에 더욱 다가갈 날을 기대하겠습니다!

4

전기가 끊겨도 모든 기능이 유지되는 비휘발성 컴퓨터



[출처] <https://library.gabia.com/contents/domain/3979/>

여러분은 문서 작업을 하던 중, 갑자기 컴퓨터가 꺼져 작성하던 문서의 내용이 전부 사라진 경험이 있나요? 작업 중이던 문서가 저장되지 않고 사라진 이유는 기존의 컴퓨터가 전원이 꺼지면 저장하고 있는 데이터를 전부 잃어버리는 휘발성 메모리를 메인 메모리로 사용하기 때문인데요. 이번에 KAIST 전기 및 전자공학부의 정명수 교수 연구팀에서 전원의 공급이 없어도 정보가 유지되는 비휘발성 메모리를 활용하여 ‘경량화된 비휘발성 컴퓨팅 시스템’을 세계 최초로 개발하였습니다. 이전의 비휘발성 메모리는 복잡한 내부 구조로 인해 성능이 좋지 않아 메인 메모리의 보조 역할로 활용되고, 일부 데이터만 선택적으로 유지하는 형식으로 사용되었습니다. 하지만 이번에 개발된 비휘발성 컴퓨터는 기존 컴퓨터에 사용되던 휘발성 메모리나 다른 스토리지^{Storage} 장치를 사용하지 않고 오로지 지속성 메모리만으로 시스템을 구성해 전반적인 시스템을 비휘발성 상태로 유지하게끔 하였습니다. 또한, 성능이 좋지 않다는 단점을 보완하기 위해 메모리를 여러 작업을 동시에 처리할 수 있는 구조로 바꾸어 기존의 컴퓨터에 비해 4.3배가량 빠른 속도를 끌어냈고, 복잡했던 내부 구조를 단순화하여 메모리의 크기 또한 약 8배의 크기로 키워냈습니다. 그뿐만 아니라, 비휘발성 컴퓨터는 전력 소모를 73% 절감할 수 있는 장점도 가지고 있다고 합니다. 이 연구의 핵심 기술은 차량이나 핸드폰, 또는 사물인터넷 장치 등에 널리 활용될 가능성이 있다고 하는데요. 뛰어난 성능과 더불어 탄소 중립 에너지 효율 극대화에도 크게 기여할 수 있는 비휘발성 컴퓨터, 앞으로 다양한 분야에서의 발전을 기대해 봐도 좋을 것 같습니다! 🍎



POSTECH IDEA LAB

Industrial Data Engineering and Analytics Lab

“A value provider for the industry via data engineering and analytics”

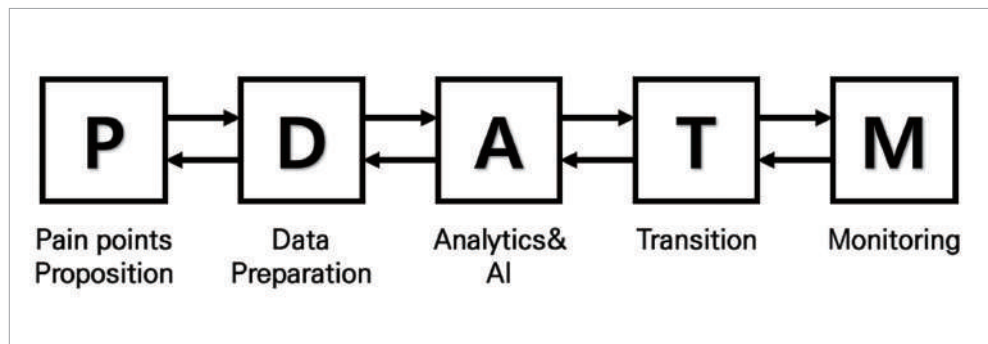
IDEA Industrial Data Engineering and Analytics 연구실은 데이터 수집 및 분석을 통해 산업 현장의 문제를 해결하고
산업에 가치를 창출하는 것을 목표로 삼고 있습니다.

글 / 산업경영공학과 통합과정 홍기석



산업의 종류는 반도체, 자동차, 철강 등에 이르기까지 매우 다양합니다. 또한, 한 산업 내에서 제품이 소비자에게 전달되기까지는 제품 설계, 개발, 주문, 조달, 생산, 서비스로 이어지는 과정이 필요합니다. 그리고 센서, 통신, 클라우드 등 디지털 기술의 발달은 해당 과정의 원활한 진행을 도움과 동시에 많은 데이터를 만들어 내고 있습니다. 산업 현장에서는 많은 문제가 발생합니다. 예를 들어, 공장 설비에 문제가 생기면 생산된 제품에 품질 불량이 발생합니다. 또는 제품을 설계하는 과정에서 설계도에 문제가 발생하면 부품을 필요한 양보다 많이, 혹은 적게 주문하게 되기도 합니다. 이뿐만 아니라, 물류 창고에서는 물류의 보관 위치와 물류 이동 기록을 수작업으로 관리하고 입력하면서 불필요한 시간과 인력을 소모하기도 합니다.

대다수의 산업 현장은 경영 정보 시스템의 한 종류인 전사적 자원 관리 ERP(Enterprise Resource Planning)와 같은 소프트웨어를 도입하여 사용하고 있지만, 소프트웨어에 축적된 데이터로부터 가치를 창출하는 활동은 부족하게 이뤄졌습니다. 산업 인공지능은 산업 현장에서 축적된 데이터를 산업 현장의 문제를 해결하기 위해 활용할 수 있도록 합니다. 예를 들어, 설비에 부착된 센서와 설비의 고장에서 발생하는 데이터를 분석하고 예측하는 인공지능을 통해, 설비의 고장을 미리 파악하고 수리하여 비용을 줄일 수 있습니다. 또 과거에 작성했던 제품의 설계도를 분석하여 패턴과 규칙을 파악한다면 새로 작성한 설계도의 오류를 감지하는 인공지능을 만들 수 있습니다. 이 외에도, 물류 창고의 원활한 관리를 위해 도입한 WMS(Warehouse Management System)라는 소프트웨어 솔루션으로부터 발생한 물류 이동 데이터는 창고 내의 작업에서 발생하는 의사 결정 사항을 지원하는 인공지능 개발을 위해 사용됩니다. IDEA 연구실에서는 이처럼 데이터 수집 및 분석을 통해 산업 인공지능을 개발하고 산업 현장의 문제를 해결하여 가치를 창출하는 연구를 수행합니다.



산업 인공지능 개발 및 적용 절차

IDEA 연구실에서는 산업 현장에서의 문제 발견부터 데이터 분석, 데이터 분석 내용의 실제 적용 및 개선까지의 과정을 포함하는 PDATM이라는 프로세스를 강조합니다. PDATM은 Pain Points Proposition, Data Preparation, Analytics & AI, Transition, Monitoring으로 구성됩니다.

- ▶ Pain Points Proposition : 해결하고 싶은 문제를 정의하는 단계
- ▶ Data Preparation : 문제를 해결하기 위해 필요한 데이터를 정의하고 수집하는 단계
- ▶ Analytics & AI : 데이터를 분석하여 문제를 해결하는 단계
- ▶ Transition, Monitoring : 문제 해결 방법을 현장에 적용하고 모니터링하여 유지, 개선하는 과정

PDATM이 중요한 이유는 산업 현장에서의 문제 해결을 위해 **Analytics & AI** 단계를 수행하기 위한 기술적인 능력뿐만 아니라 **Pain Points Proposition, Data Preparation, Transition, Monitoring**에 걸친 문제 해결 능력이 필요하기 때문입니다. 산업 현장에서의 문제는 사람, 설비, 원자재, 환경 등의 원인이 복합적으로 작용하여 나타나기 때문에 현장의 문제 상황과 그 원인을 명확하게 정의하는 것은 복잡한 인공지능 기술을 개발하는 것만큼 중요합니다. 그리고 연구실에서 잘 작동하는 인공지능이 산업 현장에서는 잘 작동하지 않는 경우가 많기 때문에, 인공지능 기술을 잘 이해하고 변화하는 산업 현장에 맞추어 적용하고 관리하는 능력 또한 매우 중요합니다.

IDEA 연구실은 LG전자를 비롯한 국내 제조 기업들과 디지털 전환 프로젝트를 수행하고 있습니다. 디지털 전환을 통해 생산 계획, 주문, 생산, 판매 등 기업에서 일어나는 모든 과정으로부터 데이터 수집 및 분석을 통한 가치 창출 기회를 발굴하여 실현하고 있습니다.

현재는 LG전자 협력사들의 자재 납품 가능 여부를 예측하는 연구를 진행하고 있습니다. 이 연구의 목표는 협력사에 한 번에 다양한 종류의 부품을 주문할 때, 모든 부품이 시간 내에 납품 가능할지 인공지능을 기반으로 예측하여 관리, 대응할 수 있도록 프로세스를 개선하는 것입니다. 연구실에서는 현장에서의 작업 프로세스 및 발생하고 있는 문제를 인식하기 위해 전반적인 자재 공급 프로세스 이해에 많은 시간을 투자하였습니다. 이후 데이터 수집 현황 파악과 필요 데이터 정의 과정을 거쳐 인공지능을 개발한 후, 베트남 공장의 주문 관리 시스템에 탑재하여 인공지능을 통해 프로세스를 개선할 수 있는지 확인하는 과정까지 LG전자와 함께 진행하고 있습니다.

이처럼 IDEA 연구실은 지금까지의 문제 해결에서 얻을 수 없던 가치 창출을 위해 PDATM 프로세스에 따른 과제 수행을 중점에 두고 있습니다. 이를 위해 제조 현장을 직접 방문하여 이해한 후 문제 발굴을 위해 관리자, 작업자 등 다양한 사람에게 많은 질문을 던지는 것에 시간을 쏟으며 각자의 경험을 공유할 것을 강조합니다. 또, 실제 시스템 및 현장에서 발생하는 데이터의 분석에서 시작하여 실제 제조업 효율화를 위한 인공지능을 개발하여 사용할 수 있도록 합니다. 이러한 경험을 통해 IDEA 연구실의 학생들은 A뿐 아니라 P, D, T, M에도 강한 인재로 성장하고 있으며, 여러 산업 현장의 문제 해결에 기여하고 있습니다.🔗



<http://idea-lab.kr/>

<POSTECH IDEA LAB> 사이트에서 더 많은 이야기 만나보기

알리미들의 생생한 이야기



ALIMI

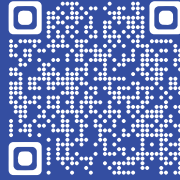


N



AIR





포스테키안 새내기 라이프

전국의 포스테키안 구독자 여러분, 안녕하세요!

푸릇푸릇한 여름과 함께 1학기도 드디어 끝이 났네요. 1학기 잘 보내셨나요? 저희 알리미도 2년 만에 대면으로 전환된 학기를 맞이하여 활기찬 1학기를 보냈습니다. 새로 입학한 22학번들부터 코로나 학번들까지 다양한 대면 활동을 진행했답니다.

이번 여름호에서는 포스테키안들의 새내기 라이프를 보여드리려고 합니다. 대학생 새내기 하면 어떤 것들이 떠오르나요? 수업을 듣고, 관심 있는 동아리에 들어가고, 선배들과 밥 약속을 가는 등 새로운 사람들과 함께하는 다양한 활동들이 있겠죠. 또, 포스텍은 1학년 때 모두 무은재학부로 입학하는 무학과 제도를 운영 중이라 1학년 때 다양한 기초 필수 과목을 수강하고 학과 설명회를 다니곤 합니다.

알리미도 새롭게 뽑힌 28기 알리미들을 맞이했습니다! 교내 연극 동아리의 공연을 보고, 알리미 단체 사진을 찍고, 친구들끼리 폭파를 하는 22학번 알리미 28기들의 첫 대학 생활을 담아봤습니다. 28기 알리미들의 포스텍 새내기 라이프가 궁금하시다면? 9월 30일, 위의 QR 코드를 찍어 영상을 확인해 보세요! 📺



함께 배우며 성장하는 멘토링

글 / 화학공학과 19학번 배정운

저는 대학교 1학년 때 인솔자 선배들과 RA 선배로부터 큰 도움을 받았습니다. 저에게 포스텍 생활은 그전까지의 삶과 매우 달랐습니다. 평생 부모님과 떨어져 살아본 적이 없었는데 인천에서 저 멀리 위치한 포항으로 오게 되었고, 기숙사 생활도 처음이었습니다. 포스텍에 알고 있던 동기나 선배가 없었고, 고등학교 때는 많은 동성 친구와 어울렸기에 여자의 비율이 낮은 포스텍의 성비가 매우 낯설었습니다. 게다가 저는 한 동네에 오랫동안 살아 중학교, 고등학교 친구들이 같았기에 새로운 친구를 사귀는 것이 어려웠습니다. 모든 것이 낯설었던 저에게 큰 힘이 되어준 존재가 인솔자와 SA 선배였습니다. 먼저 다가와 살갑게 대해 주시고 아무것도 모르는 저를 많이 챙겨주셨기 때문입니다. 포스텍에서 1학년이라는 시간은 새로운 사람들도 많이 사귀고 전공을 고민해 볼 수 있는 소중한 시간이라고 생각합니다. 포스텍 학생들이 입학 당시의 희망 학과와 다른 전공을 선택한 것을 보면서 전공 탐색 기회的重要性을 느꼈습니다. 저는 대학교 1학년 동안 다양한 경험을 통해 전공을 정했고 목표를 설정할 수 있었습니다. 특히 많은 사람과 소통하고 조언을 얻으며 많은 도움을 받았습니다. 이제는 제가 그들의 역할을 맡아 누군가에게 도움을 주고 싶어 멘토링 프로그램에 참여하게 되었습니다.

1학년 겨울 방학, 포항시 중학생들을 대상으로 진로 멘토링을 하는 청소년 진로 탐색 멘토링 캠프 whY camp에 참여했는데, 진로 탐색 캠프를 통해 진로에 관한 실질적인 정보가 부족함을 느꼈습니다. 그 다음 해 SK 대학생자원봉사단 SUNNY 프로그램을 통해 이공 계열 진학을 희망하는 고등학생들에게 공과대학에 관한 구체적이고 현실적인 정보를 제공하는 멘토링을 기획하고 운영했습니다. 프로그램 기획, 홍보, 운영 등 하나부터 열까지 다 하는 게 힘들었지만, 그

만큼 더 뿌듯하고 기억에 남는 활동이었습니다. 각기 다른 대학교, 전공 출신의 대학생들이 모여 프로그램을 점점 완성해가는 과정에서 큰 보람을 느낄 수 있었습니다.



사진 1. 청소년 진로 탐색 멘토링 캠프 whY camp



사진 2. SK 대학생자원봉사단 SUNNY

2학년과 3학년 겨울 방학에는 원자력 발전소 인근 교육 소외 지역 학생들을 대상으로 멘토링을 진행하는 아인슈타인 클래스의 멘토로 활동했습니다. 코로나 사태로 인해 SK 대학생자원봉사단 SUNNY 활동과 12기 아인슈타인 클래스는 모두 온라인으로 진행되었습니다. 앞서 SK 대학생자원봉사단 SUNNY 활동을 온라인으로 진행하면서 멘토-멘티 간 유대감 형성의 어려움, 관계성 약화, 멘티의 집중력 저하 등 온라인 활동의 한계를 느꼈습니다. 아인슈타인 클래스는 4주간 진행되는 멘토링인데, 매일 멘토 회의를 통해 온라인 수업의 문제점을 찾고 해결 방안을 모색했습니다. 다른 멘토와 함께 연합 수업을 기획하여 수업 내용을 기반으로 재밌는 게임을 하고, 멘토의 진솔한 이야기를 담은 토크쇼를 준비했습니다. 준비 과정은 힘들었지만, 연합 수업 이후로 멘토-멘티 간 유대감이 형성된 것 같아 뿌듯함이 컸습니다. 12기 아인슈타인 클래스 수업은 온라인

수업의 한계와 극복 방안에 대해 고민해 보고, 교육 소외 지역 학생들의 고민을 알게 된 소중한 경험이 되었습니다.

오프라인으로 진행 예정이었던 13기 아인슈타인 클래스는 코로나 재확산으로 인해 멘토 합숙은 하되 수업은 온라인으로 진행되었습니다. 1달 동안의 합숙이 걱정되었는데, 걱정이 무색할 만큼 합숙 생활은 의미 있고 행복했습니다. 서로의 교안을 공유하고 수업 피드백을 하며 수업의 질이 향상되었고 준비 과정도 수월했습니다. 멘토링 프로그램 준비와 더불어 다양한 사람들이 만나 합숙을 하는 게 매우 즐거운 경험이었습니다.



사진 3. 아인슈타인 클래스

3학년 때 1년간 포스텍의 SA로 활동했습니다. SA란 'Student Advisor'로 신입생 분반에 1명씩 배정되며, 무은재 교육 프로그램을 지원하고, 분반 학생 상담 및 신입생 활동을 기획하고 주관하는 역할을 합니다. 2021학년도 활동은 부분 비대면으로 운영되었으며 제가 했던 주 업무는 분반 학생 상담 및 지도, 대학 생활과 미래 설계 수업 지원 및 분반 활동 기획 및 운영, 지도 교수 업무 보조(면담 일정 조율)였습니다. 가장 기억에 남는 활동은 분반 학생 상담입니

다. 학기별로 그룹 상담 1회, 개인 상담 1회를 진행하는데, 상담하면서 많은 이야기를 나누었습니다. 제가 1학년 때 했던 고민과 같은 고민을 하는 친구들을 도와줄 수 있어서 뿌듯함이 컸습니다. 또, SA를 계기로 1학년 친구들과 소통한다는 그 자체로도 행복했습니다.



사진 4. SA

제가 계속해서 멘토링 활동을 해올 수 있었던 이유는 멘토링 활동을 통해 저도 많은 성장을 했기 때문입니다. 처음에는 누군가를 도와주고 싶은 마음과 지식 나눔의 기쁨으로 시작했던 멘토링 활동이었는데, 그 과정에서 저도 많은 것을 배우고 느꼈습니다. 저는 멘토링 활동을 통해 성찰의 시간을 가졌습니다. 하루하루 바쁜 나날을 살다 보니 지나온 길에 대해서 진지하게 고민하고 생각하기보다는 당장 해야 할 일을 해치우기 바빴습니다. 하지만 멘토링을 준비하고 진행하는 과정에서 생각하고, 생각을 정리하는 시간을 가질 수 있었습니다. 제가 겪은 경험이 저의 삶에 어떠한 영향을 끼쳤는지 곰곰이 생각해 보고, 앞으로는 어떻게 해 나가면 좋을지 고민하게 되었습니다. 저는 멘토링을 통해서 삶을 되돌아보고 반성하며 새로운 앞날을 꿈꿀 수 있었습니다. 여러분도 꼭 멘토링이 아니더라도 성찰의 시간을 가지셨으면 좋겠습니다. ②

기회의 바다에서 항해하는 법

글 / 컴퓨터공학과 16학번 권혁철

안녕하세요, 포스테키안 독자 여러분. 저는 현재 포스텍에 재학 중인 16학번 컴퓨터공학과 권혁철입니다. 길고 길었던 코로나19가 끝나 가고, 행복한 대학 생활을 꿈꾸고 계신 포스테키안 독자 여러분께 이렇게 제 이야기를 전달해 드릴 수 있게 되어 설레네요. 저는 현재 포스텍 동문이 창업한 플라스크에서 PA(Product Architect)로 일하고 있습니다. 제가 스타트업이라는 넓고 험하지만, 기회가 넘치는 바다에서 항해하게 된 스토리를 들려드리고자 합니다.

2017년, 스타트업으로의
제 첫 항해를 시작했습니다.

포스텍에는 APGC-Lab이라는 학생단체가 있습니다. 포스텍 출신 동문들께서, APGC(Association of POSTECH Grown Companies)라는 단체를 설립하시고, 재학생들의 창업을 지원하기 위해 APGC-Lab이라는 산하 단체

를 만드셨습니다. 저는 APGC-Lab에 들어가 재학생들을 위한 여러 창업 관련 행사를 기획하고, 단순 아이디어와 열정만 있는 학생이나 이미 고도화된 아이템을 가지고 있는 팀까지 모두를 위한 행사를 진행했습니다. 이때 스타트업 팀들의 탄생을 옆에서 지켜보며 창업에 대한 꿈을 키워 왔으며, 여기서 제 첫 창업을 시작할 팀원들을 만나 아이디어는 없지만 도전해 보자며 팀을 만들었습니다. 조금 무모해 보였지만, 팀원들과 함께라면 이겨나갈 수 있다고 생각했습니다.

저희의 도전은 2018년부터 본격적으로 시작됐습니다. 포스텍에서는 창업에 도전하는 학생들에게 기회와 교육을 아낌없이 지원했고, 저희는 긴 항해를 나가기 전 학교라는 부두에서 많은 점검을 했습니다. 학교에서 열심히 준비한 덕에 저희는 그 해 교내에서 열리는 거의 모든 창업 경진 대회에서 우승했고, 국내 창업팀에도 선발되어 미국에서 비즈니스 교육을 받기도 했습니다. 경진 대회에서 좋은 투자자를 만나 실제 법인을 설립하기도 했습니다. 스타트업의 바다로 나가는 첫 항로는 순조로웠죠.

2019년, 우리 회사를 포항에서 서울로 이전했고 팀원도 늘었습니다. 하지만 더 멀리, 높이 나아갈수록 어려움은 배가 되었습니다. 성장하는 스타트업은 생각보다 많은 스킬을 요구했고, 아직 인턴밖에 경험해 보지 못한 저에게 조금 버거웠습니다. 오전 10시에 출근해 새벽 4시에 퇴근하는 것이 일상일 때도 있었고, 팀원들과 함께 아이템을 밤새 고민한 적도 있었습니다. 여러분이 상상하시는 IT 스타트업은 자유롭고, 세상에 없는 것을 개발하는 선구자들처럼 보일 수 있지만,

사진 1.

2018년을 마무리하며, 사무실에서 그간 탔던 상들을 모두 모아 찍었던 사진

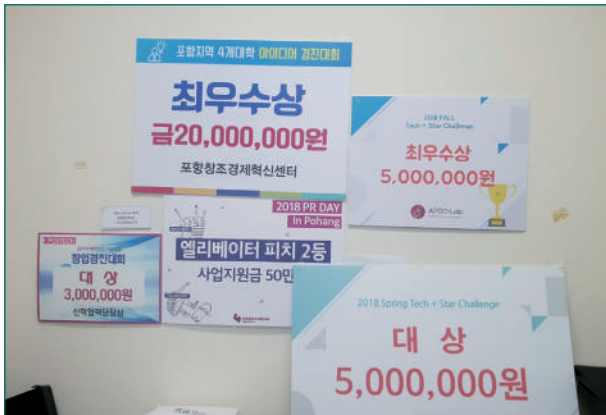


사진 2.

전 세계 최대 규모의 창업 해커톤인 JunctionX에 참가했을 때 팀원들



사실 그렇기에 누구보다 열심히 일해야 합니다. 규모 있는 기업처럼 사수나 체계를 잡아나가고 길을 알려줄 사람이 없기에 거의 모든 과정에서 시행착오를 겪습니다. 이는 대기업 신입 사원이나 인턴보다 힘든 과정이었고, 저는 그렇게 팀원들과 같이 만든 회사를 퇴사하게 되었습니다.

2019년 하반기, 성장의 해

하지만 새로 이직한 회사에서의 생활은 달랐습니다. 스타트업에서 제품의 탄생부터 출시까지의 온전한 Cycle을 누구보다 열심히 진행해 본 경험은 산업에서 큰 자산으로 남았습니다. 저는 기획팀에서 근무했고, 전체적인 Product의 구조와 설계의 모든 파트에서 시행착오를 겪어보았기에 정말 잘 할 수 있었습니다. 입사 3개월 후엔 가장 어린 팀장으로 팀장 회의에 들어가 보기도 했고, 거대한 프로젝트를 실수 없이 끝냈습니다. 스타트업에서 누구나 할 수 없는 힘들었던 경험 이, 실패로 끝난 줄 알았던 시간이 큰 자산이 되어 제 밑바탕이 된 것이었습니다.

그리고, 2020~2022년, 정비

저는 학사 졸업 후 취업하고자 빠르게 군 문제를 해결하고 싶어졌고, 19년도 말 해군으로 입대하게 되었습니다. 2년간 군함을 타다

전역했고, 다시 스타트업이라는 바다로 나가기 위해 학교에서 실력을 정비했습니다. 포스코에서 진행하는 여러 경영 관련 프로젝트에 참여했고, 투자 회사에서 인턴을 해보며 더 큰 시각에서 산업을 바라보는 눈을 키웠습니다. 현재는 글로벌로 나아가는 동문 스타트업에서 기획 업무를 맡으며 또 성장하고 있습니다.

고등학생이 주를 이루는 독자들에게 이런 이야기를 드리고 싶었습니다. 창업을 꿈꾸는 분들은 항상 실패 때문에 주저하고 두려워하십니다. 하지만 포스텍에서의 세심한 인큐베이팅, 그 안에서 개최되는 대회들을 통해 아이디어를 충분히 검증하신다면, 준비된 실패가 여러분들의 큰 자산이 될 것입니다. 투자 회사에서 일하거나 창업을 도전하다 보면 정말 많은 팀이 실패합니다. 95%가 실패하는 것이 스타트업입니다. 하지만 준비된 실패로부터 배우고, 자산을 쌓아서 다시 시작할 밑바탕을 그리는 사람들이 결국 대성공은 아닐지라도 성공한 삶을 삽니다. 또한, 20대 창업의 실패는 어느 회사의 인사담당관이라도 누구나 궁금해하고 탐내는 경력일 것입니다.

준비된 실패를 하기 위해서는 기본기에 충실해야 합니다. 그리고 그 과정에서 만난 좋은 사람들과 함께한다면, 혹여나 실패하더라도 인생에 있어 큰 자산이 됩니다.

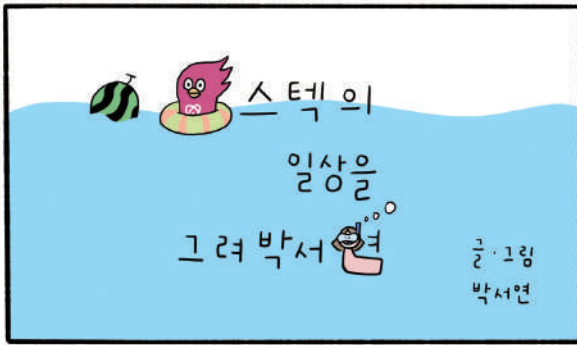
이 글을 읽은 독자들에게 좋은 바람이 불길 기원하겠습니다. 감사합니다.☺

사진 3.
미국에서 비즈니스 교육을 받을 당시

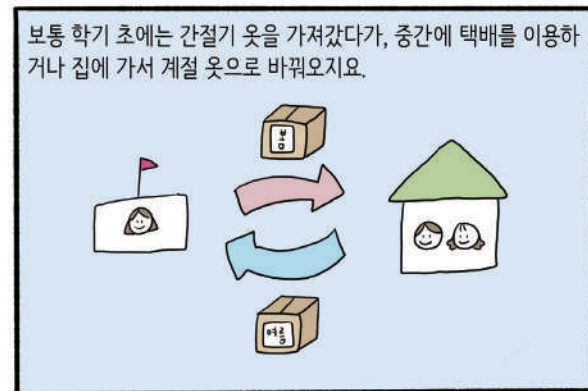
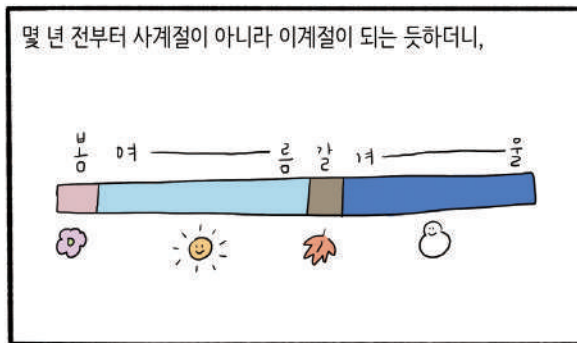


사진 4.
전역 후, 포스코 ESG 프로젝트에서 대상을 받았을 때



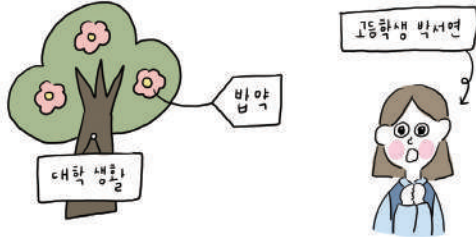


이상 기후

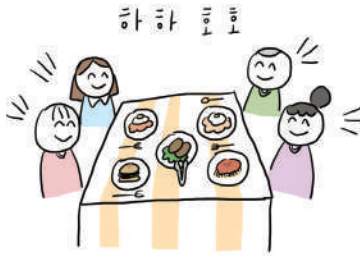


밥약

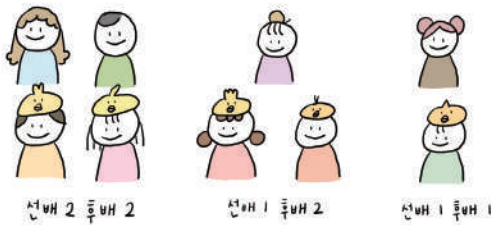
대학 생활의 꽃 중 하나는 단연 밥약이라고 할 수 있습니다.



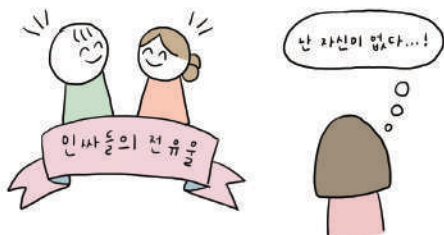
밥약은 선배와 후배가 친해지기 위해 함께 밥을 먹는 문화입니다.



보통 2 대 2 밥약으로 많이 가지만, 그 비율은 다양합니다.



저는 굉장한 소심쟁이인지라, 2 대 2 밥약만 가봤지만요.



밥약에서는 보통 대학 생활에 관한 이야기를 하고, 특히나 학기 초에는 선배가 후배에게 학교생활의 팁을 주곤 하지요.



아무래도 밥약은 별로 친하지 않을 때 가는 경우가 많아서 어색하지만, 지금 생각해 보면 그 특유의 어색한 공기가 풋풋한 대학 생활 초의 이미지 같아요.



새내기 시절, 밥약에 갔다 오면, 내년엔 꼭 후배들과 밥약 많이 많이 다닐 거라 다짐하곤 했는데...



이런 저라도 밥약 같이 가 줄 후배 없나요...?



과학사의 4대 악마

여러분들은 악마라는 단어를 들으면 어떤 이미지가 떠오르시나요? 많은 사람이 빨간색과 검은색, 뿔, 날개와 함께 초월적인 힘을 지닌 비현실적인 모습을 떠올리고는 하는데요. 이런 것과는 관계없이 보이는 과학사에서 악마가 등장한다는 사실, 알고 계셨나요? 과연 과학사에서는 어떤 악마가 존재했는지 알아보도록 합시다.
글 / 무은재학부 22학번 28기 알리미 김유빈

참고 자료

1. 「[과학사 4대 악마] 1부 - 데카르트의 악마 vs 라플라스의 악마」, 『살살 알려드립니다』, 2020.12.15. <https://www.youtube.com/watch?v=rHdI2JfKyik>
2. 「[과학사 4대 악마] 2부 - 다윈의 악마 vs 맥스웰의 악마」, 『살살 알려드립니다』, 2020.12.21. <https://www.youtube.com/watch?v=QJBQkLHTfw>
3. 「라플라스의 도깨비」, 『위키피디아』 https://ko.wikipedia.org/wiki/라플라스의_도깨비
4. 「Darwinian Demon」, 『위키피디아』 https://en.wikipedia.org/wiki/Darwinian_Demon
5. 「맥스웰의 도깨비」, 『위키피디아』 https://ko.wikipedia.org/w/index.php?title=맥스웰의_도깨비&tableofcontents=0
6. 「뉴스」 "정보 사라질 땐 반드시 에너지 필요" 실험 입증, 『사이언스』, 2012.03.13. <http://scienceon.hani.co.kr/32659>

#1

사람의 감각을
조종하는

데카르트의 악마

René Descartes

‘우리가 느끼고 있는 감각은 진짜일까?’ 17세기 철학자이자 과학자인 르네 데카르트가 스스로 던졌던 질문입니다. 데카르트는 만약 어떤 악마가 존재해서 우리의 모든 감각을 조작하고 있다면, 과연 사람은 그것을 구분할 수 있을까 하는 의문을 가지게 됩니다. 이런 의문을 시작으로 데카르트는 조금이라도 의심이 되는 요소를 모두 배제하고, 그런데도 거짓이라 할 수 없는 진리를 찾으려 했습니다. 여기서 데카르트가 얻은 깨달음은 현재까지도 전해지는 유명한 명언인 ‘나는 생각한다, 고로 존재한다(Cogito, ergo sum)’입니다. 데카르트는 그런 악마가 존재하더라도 조종할 대상인 나 자신이 존재하지 않는다면 조종할 수 없으므로, 이러한 생각을 할 수 있다는 것 자체가 자신의 존재를 증명하는 것으로 생각했습니다. 이런 데카르트의 주장은 당시 신 중심의 신학적 철학에서 인간 중심의 이성주의적 철학으로의 변화를 이끄는 시발점이 되기도 합니다.



#2

과거와 현재의
모든 것을 알고,
미래를 예언하는

라플라스의 악마

Laplace, Pierre Simon

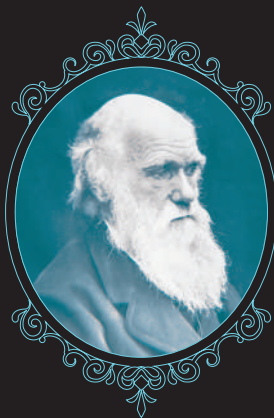


여러분들이 책상 위에 멈춰 있는 구슬을 가볍게 친다면, 구슬이 어떻게 움직일지를 대략 예상할 수 있을 겁니다. 더욱 정밀한 도구를 이용해서 질량과 운동량을 알고 계산한다면, 구슬의 이동 궤도를 더 정확하게 예상할 수 있을 것입니다. 17세기 프랑스의 수학자인 피에르 시몽 라플라스는 이러한 점에 기반해서 라플라스의 악마를 만들어 냈습니다. 만약 우주에 있는 모든 원자의 질량과 운동량을 정확히 아는 악마가 있다면, 그 악마는 뉴턴의 운동 법칙을 이용해 과거와 현재, 그리고 미래까지 정확히 예측할 수 있을 것입니다. 이것이 사실이라면, 우리는 우리의 자유 의지대로 움직이는 것이 아니라 단순한 물리 법칙에 따라 움직이는 것이 됩니다. 그러나, 과학의 발전 과정에서 이런 악마는 존재할 수 없다는 것이 밝혀졌습니다. 하이젠베르크의 불확정성 원리에 따라 입자의 위치와 운동량은 동시에 정확히 측정할 수 없으므로, 우주의 모든 원자의 질량과 운동량을 정확히 알 수 있다는 가정이 옳지 않다는 결론이 내려졌습니다.

#3

가장 완벽한 생물, 다윈의 악마

Darwin Charles



주 서식지가 사막인 선인장은 잎이 가시의 형태로 존재합니다. 같은 섬에 서식하는 동물은 같은 조류더라도 그 먹이의 형태에 따라 부리의 형태가 천차만별입니다. 이렇듯, 현재 존재하는 생물들은 자신이 처한 환경에서 잘 살아남을 수 있도록 진화해 왔습니다. 19세기 지질 학자이자 생물학자인 찰스 다윈은 자연 선택이라는 개념을 제시하여, 특정 환경에서 생존에 적합한 형질을 지닌 개체군이 다른 개체군보다 생존과 번식에서 이익을 봐서 더 오래 살아남을 수 있을 것이라 주장했습니다. 여기서 다윈의 악마가 등장합니다. 다윈의 악마는 자연 선택적으로 모두 우위에 있는 생물로 즉시 번식하고, 즉시 출산하며, 수명이 영원하고, 천적이 없는 생물입니다. 현재 다윈의 악마 조건에 완전히 부합하는 존재는 아직 발견되지 않았습니다. 다만, 세균은 수명과 천적의 존재가 거의 무의미할 정도로 번식력이 높아 현재로서는 다윈의 악마에 가장 근접한 생물입니다.

#4

엔트로피를 감소시키는 존재,

맥스웰의 악마

James Clerk Maxwell



따뜻한 물에 티백을 넣으면, 차에서 우러나오는 액체가 점점 퍼져 나갑니다. 또, 책상 위에 놓인 물컵을 넘어뜨려 쏟으면 물은 사방으로 퍼져나갑니다. 이러한 현상의 공통점은 가지런히 정렬된 것이 무질서하게 흐트러지는 것으로, 무질서도, 혹은 엔트로피가 증가하는 과정이라고 생각할 수 있습니다. 열역학 제2법칙에 따르면, 고립계의 엔트로피는 감소하지 않습니다. 이와 관련해서, 18세기 물리학자이자 수학자인 제임스 클러크 맥스웰은 가상의 악마를 만들어 냅니다. 속력이 빠른 기체 A와 느린 기체 B가 존재하는 고립된 방이 칸막이로 두 공간으로 분리되어 있다고 생각해 봅시다. 맥스웰이 만든 악마는 뛰어난 신체 능력으로 기체 분자가 칸막이로 접근하면

에너지를 소모하지 않고 칸막이를 열거나 닫아 기체 A와 B를 분리해냅니다. 이 과정을 거치면 방의 한쪽은 기체 A만 존재하여 온도가 올라갈 것이고, 다른 한쪽은 기체 B만 존재하여 온도가 내려갈 것입니다. 이 상황에서 고립된 방의 엔트로피는 내려가므로, 열역학 제2법칙이 깨지게 됩니다. 이 가상의 실험을 두고 거듭된 고민 끝에 한 과학자가 해결책을 제시합니다. 19세기 IBM의 로프 란다우어는 25°C의 온도에서 1비트(Bit)의 정보를 지울 때 엔트로피가 증가하게 된다는 내용을 발표했습니다. 만약 기체 입자가 상자의 한쪽에 있을 때를 0, 반대쪽에 있을 때를 1이라고 하면 악마가 입자의 위치에 대한 정보를 머릿속에서 지울 때마다 엔트로피는 증가하게 됩니다. 따라서, 만약 방과 악마까지 한 계로 따진다면, 위의 과정에서 총 엔트로피는 증가하게 되는 것입니다. 이 발표를 통해 열역학 제2법칙의 모순을 해결할 수 있었습니다.

이렇게 과학사 속에서 등장한 4명의 악마를 알아보았습니다. 글에서 알아볼 수 있듯, 과학자들은 초월적인 힘을 지닌 악마라는 존재를 이용해 당시의 과학적 수준으로 설명해내기 어려운 상황을 가정하고 반박하며 과학적 개념의 확장과 발전을 이룩했습니다. 즉, 결국 핵심은 의문점의 해소를 위해 탐구하며 진리에 다가가려는 태도임을 볼 수 있습니다. 여러분들도 호기심과 탐구에 대한 열정으로 자신만의 악마를 만들어보는 건 어떨까요? ②

폭염

HEAT WAVE

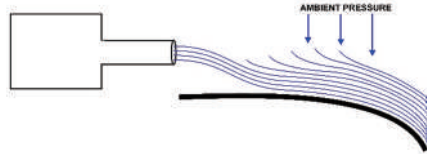
청량하고 푸릇한 계절 여름이 무시무시한 폭염과 함께 돌아왔습니다!
더위를 이기는 데 필요한 에어컨, 아이스크림 이야기부터
열대야 속 숙면을 위한 수면 스위치 체온 이야기까지!
포스테키안이 바라보는 폭염에 대해 알아볼까요?



물리학과



이제 여름이라 그런지 너무 덥다. 슬슬 에어컨 켜야겠다! 어? 이 에어컨에서는 바람이 나오지 않네? 어떻게 바람 없이도 시원해질 수 있는 거지? 무풍 에어컨에는 코안다 효과가 이용돼! 코안다 효과를 설명하기에 앞서서 먼저 유체 역학의 기본적인 법칙인 베르누이 정리에 관해서 설명할게. 우선 유체는 자유롭게 흐를 수 있는 액체와 기체를 이르는 말이야. 우리를 시원하게 만들어주는 바람도 유체에 포함되지. 베르누이 정리는 흐르는 유체에 대해서 전체 에너지의 합은 일정하다는 법칙이야. 쉽게 말하자면 에너지 보존 법칙의 유체 편이라고 할 수 있어. 롤러코스터의 중력 퍼텐셜 에너지가 줄어들면 에너지 보존 법칙에 의해서 속력이 빨라지는 것처럼 유체의 속력도 압력이 줄어들면 커지게 돼. 이제 우리가 빠르게 공기를 분사한다고 생각해 보자. 그럼 속력이 빠른 유체에 의해서 저기압이 형성될 거고 흐르는 유체 주변의 공기는 상대적으로 높은 압력을 갖게 돼. 그럼 우리가 분사시킨 공기는 위아래로 높은 압력을 받아 직선으로 흐르게 되겠지. 이때 한쪽에 벽이 생긴다면 어떻게 될까?



그림처럼 아래에 벽면이 생긴다면 위쪽에서는 계속해서 압력을 받지만, 아래쪽에서 받는 압력은 사라지게 되고 유체는 벽면을 따라 강하게 흐르게 돼. 이렇게 빠르게 흐르는 유체가 단단하고 휘어진 고체 표면을 흐를 때 곡면을 따라가는 현상이 바로 코안다 효과야! 에어컨에서는 공기를 모아 강한 힘으로 냉각시킨 금속을 따라 흐르게 해. 그럼 코안다 효과에 의해 공기가 차가운 금속판을 통해 빠르게 흐르게 되고 이 과정에서 유체가 금속판과 부딪히면서 냉각돼. 차가워진 공기를 무수히 많은 자그마한 구멍으로 방출시키면서 주변을 시원하게 만드는 거지! 이때 미세한 바람이 나오지만 거의 느껴지지 않으니까 무풍이라고 부르고 있어. 하암~ 에어컨 때문에 선선해지니 슬슬 눈이 감기네. 그럼 난 이제 자러 갈게! 안녕~

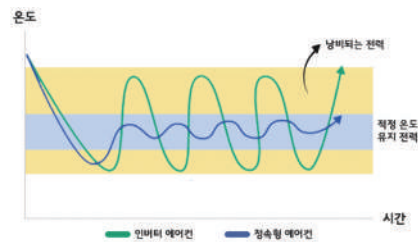
참고 자료

[그림] Diagrams illustrating mechanism responsible for the Coanda effect
https://en.wikipedia.org/wiki/Coand%C4%83_effect

산업경영공학과



오늘같이 더운 날, 온종일 에어컨을 틀고 싶는데 엄마가 전기세가 많이 나온다고 안 된다고 하셔. 마음 편히 에어컨도 틀고, 전기세도 아낄 수는 없는 걸까? 짧은 시간 동안 켜다 켜다 하는 것보다 켜 틀어 두는 것이 더 효율적인 에어컨이 있는데, 바로 인버터 에어컨이야! 그럼 인버터 에어컨에 대해 알려줄게! 흔히 에어컨은 정속형 에어컨과 인버터 에어컨 두 종류로 나뉘는데, 두 에어컨은 작동 방식에서 차이를 보여. 정속형 에어컨은 원하는 적정 온도에 도달하면 작동을 멈추고, 실내 온도가 올라가면 다시 작동하는 방식이야. 따라서 전원을 켜다 켜다 하는 과정에서 아래의 사진처럼 불필요한 전기가 소모되지. 하지만 인버터 에어컨은 시간이 지나 적정 온도에 도달하면, 적정 온도를 유지할 정도의 전력만을 소모해서 낭비되는 전력을 아낄 수 있어.



그럼 어떤 원리로 작용하는지 자세히 알아볼까?

우선, 컨버터는 교류 전력을 직류 전력으로, 인버터는 직류 전력을 교류 전력으로 변환하는 장치야. 이러한 컨버터와 인버터를 포함한 에어컨을 인버터 에어컨이라고 부르지. 인버터는 내부 반도체 소자가 ON/OFF 되는 주기를 조절하여 주파수를 바꿀 수 있어.

$$N = \frac{120f}{P}(1-s)(\text{min}^{-1})$$

전동기의 회전수 N 은 위의 식을 만족하는데, 이 식에서 f 는 주파수, P 는 극수, s 는 전동기의 미끄러짐을 뜻해. 인버터를 통해 주파수를 바꿀 수 있고, 최종적으로 전동기의 회전수를 조절하여 회전 속도를 제어할 수 있지. 이런 원리로 인버터 에어컨은 압축기의 회전 속도를 제어해 전력 소모 최적화가 가능해. 적정 온도에 도달하기 위해서는 압축기의 속도를 높이고, 도달한 이후에는 속도를 줄여 실내 온도가 올라가지 않을 정도로만 전력을 유지하도록 하는 것이지. 인버터 에어컨을 사용하면 기존의 에어컨보다 전력 소모량을 최대 30% 정도 감소시킬 수 있다고 하니, 마음껏 온종일 에어컨을 틀 수 있겠지?

참고 자료

- 남시도, 「인버터의 원리와 특징」, 『고령과학기술인』, 2004.11.23.
<https://www.reseat.or.kr/portal/bbs/B0000261/view.do?nttlid=160234&menuNo=200019&opt-n18=&searchCnd=1&searchWrd=i.%E2%9C%9C&pagen-dex=4>
- 월간 모션컨트롤 편집부, 「기획연재 ① 인버터 주요 특성 및 기능」, 『월간 모션컨트롤(Motion Control)』, 2016.11.
<https://www.motioncontrol.co.kr/default/news/?nwsid=n3&uid=10358>

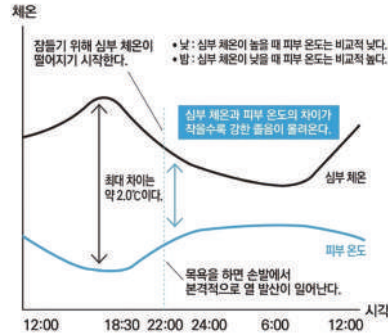
[그림] LS ELECTRIC, 「에어컨부터 스마트 팩토리까지! 인버터 역할과 원리」, 『LS ELECTRIC 공식블로그』, 2022.04.29.
<https://blog.naver.com/ls-electric/222715345535>

무은재학부 21학번 27기 알리미 하태혁

생명과학과



잠 좀 자자, 잠 좀 자! 요즘 날씨가 너무 더워서 그런지 밤이 돼도 잠이 오질 않네. 기온이랑 잠에 어떤 관련이라도 있는 걸까? 체온은 우리 몸의 수면 스위치라고 볼 수 있어. 잠들기 전에 손발이 뜨겁게 붉어지거나 자고 일어났을 때 식은땀이 나서 쌀쌀했던 그런 경험 있지? 이런 자고 있을 때의 체온이 평소보다 0.3℃ 낮아지면서 몸의 열을 피부에서 배출하기 때문이야. 근육, 장기, 뇌 등 몸 깊은 곳의 온도를 심부 체온(Core Body Temperature)이라고 부르는데, 바로 이 온도를 낮추기 위해 피부를 통해 열을 발산하고 그 결과로 강한 졸음이 와서 잠을 자게 돼. 심부 체온은



참고 자료

1. 손홍석, 「[알면 the 이로운 건강] 16. "잠 좀 자자" 체온이라는 수면 스위치」, 『이로운넷』, 2019.08.16. <https://www.eroun.net/news/articleView.html?dxno=7195>
2. 김시효, 「"체온"과 "뇌"에 있는 수면 스위치를 조절해보세요」, 『일간닥터김시효』, 2022.03.08. <https://www.ddrkim.com/news/articleView.html?dxno=393>

일반적으로 저녁 8시에 올랐다가 밤 11시부터 감소해서 새벽 5시에 가장 낮아지기 때문에, 많은 사람이 이 사이 시간에 잠을 자. 그리고 아침에 잠에서 깨고 심부 체온이 다시 오르면 졸음에서 깨는 거지. 의외로 오후 3시에도 심부 체온이 한번 내려가는데 이때도 우리가 나른함을 느껴. 점심을 먹고 나면 오는 식곤증이 사실은 우리 몸의 체온 스위치 때문이었던 거지~ 열대야처럼 밤에도 높은 기온 탓에 심부 체온이 잘 낮아지지 않는다면 의도적으로 심부 체온을 낮출 수 있어. 심부 체온을 의도적으로 상승시키면 이후에 더 큰 폭으로 떨어지기 때문에, 잠이 들기 90분 전에 따뜻한 물에 몸을 담그는 반신욕을 하면서 체온을 높인 뒤, 한 번에

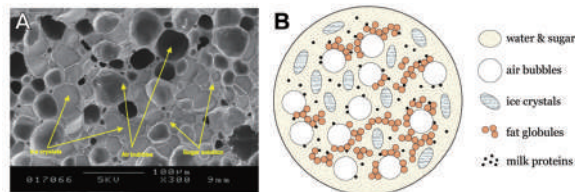
떨어뜨리면 심부체온을 낮추기 쉽겠지. 반신욕이 어렵다면 간단한 족욕도 효과적이야. 특히 손과 발에는 모세혈관이 많기 때문에 족욕으로 혈액 순환을 빠르게 하고 열을 발산한다면 금방 편하게 잠을 잘 수 있을 거야. 그럼 나는 이제 체온 스위치를 켜서 잠을 자도록 할게! 구독자 여러분 다음에 봐요...ZZZ

무은재학부 22학번 28기 알리미 이윤희

화학



아 덩다 더워! 이 더위를 날려줄 아이스크림을 하나 먹어볼까? 아~ 역시 이 맛이야! 이 시원하면서도 입안에 사르르 녹는 부드러운 식감... 어떻게 만들어지는 걸까? '공기 반 소리 반' 공식처럼 아이스크림 제조에도 공식이 있는



데, 바로 '공기 반 재료 반'이야! 아래의 사진에서 볼 수 있듯이 현미경으로 구조를 들여다보면 얼음 결정, 수크로스(설탕), 트라이글리세라이드(유지방), 레시틴(유화제)이 보이고 공기가 부피의 반 정도를 차지하는 걸 알 수 있어.

공기를 많이 포함한 아이스크림이 부드러운 식감을 가지는 이유는 바로 오버런(Over-run) 현상 때문이야. 아이스크림 제조과정에서 재료를 휘저으면 공기가 들어가고 아이스크림이 부푸는데, 이러한 현상을 오버런이라고 해! 오버런이 100%면 재료량의 100%만큼 부피가 늘어나 절반은 공기이고, 나머지가 유지방, 설탕, 얼음 결정 등으로 구성돼 있다는 뜻이야. 공기가 많이 들어갈수록 부드러운 건 직관적으로 알 수 있는데, 수학적으로는 어떻게 나타낼 수 있을까? 아이스크림이 부드러운 정도는 외부 하중이 가해졌을 때 변형에 저항하는 정도, 즉 침투 깊이(DP, Depth of penetration)로 나타낼 수 있어. 아이스크림이 부드러울수록 변형에 저항하는 정도가 작아져 침투 깊이가 깊어진다는 뜻이겠지? 아이스크림의 경도에 영향을 미치는 구조적 특징을 통계적으로 분석한 후 침투 깊이에 대한 종합적 효과를 설명하는 선형 회귀 방정식을 구했더니, 다음과 같이 주어졌어!

$$DP = 66.016 - 0.420V - 27.073N - 0.023K - 0.045I + 0.035R - 0.033F$$

R = Overrun(%) (오버런)

K = Consistency coefficient (점조정계수)

V = Ice crystal content % (얼음 결정 비율)

I = Ice crystal size(μm) (얼음 결정 크기)

N = Flow behavior index (유동거동지수)

F = Extent of fat destabilization(%) (지방 불안정화의 정도)

어때, 오버런이 증가할수록 침투 깊이가 깊어진다는 게 보이지? 너무 신기하다! 오버런 20%의 쫄쫄한 아이스크림도 너무 궁금한데... 하나만 더 먹어야겠다! 이만 안녕~! 🍦

참고 자료

1. Muse, M.R., and R.W. Hartel. "Ice Cream Structural Elements That Affect Melting Rate and Hardness." Journal of Dairy Science 87, no. 1 (2004): 1-10. [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(04\)73135-5](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(04)73135-5).
2. Science and food UCLA. "Homemade Ice Cream." Accessed June 13, 2022. <https://scienceandfooducla.wordpress.com/2013/03/05/homemade-ice-cream/>.

합성곱, 컨볼루션(Convolution)

글 / 무은재학부 21학번 27기 אלימי 김도영

합성곱, 또는 컨볼루션이라는 말을 들어본 적 있으신가요? 이름만 들어서는 우리가 배우던 곱셈과는 약간 다른 성질을 가지고 있는 것 같은데요. 컨볼루션(Convolution)은 신호 처리, 딥러닝, 미분방정식의 해법 찾기 등 다양한 분야에서 폭넓게 사용되는 연산입니다. 오늘은 이러한 중요성을 가진 컨볼루션을 소개해 보고자 합니다.

합성곱이라는 용어에서 그 의미를 짐작할 수 있듯이, 컨볼루션은 두 함수를 곱하고, 합한다는 뜻을 가지고 있는데요. 신호나 영상을 바탕으로 하는 함수를 통해, 과거, 현재, 그리고 미래의 값들을 생각해서 곱하고 합치는 연산이라고 할 수 있습니다. 이해를 돕기 위해 더 자세한 예를 생각해 봅시다. 우리가 종을 치는 상황을 생각해 보면, 종을 친 후에 소리가 바로 그치지 않고, 계속해서 진동하며 소리가 납니다. 두 번의 종을 각각 한 번은 강하게, 다른 한 번은 약하게 쳤다고 생각하고 이 상황을 그래프로 묘사해 보면, 다음과 같이 시간과 소리의 크기를 변수로 하는 그래프를 생각해 볼 수 있습니다.

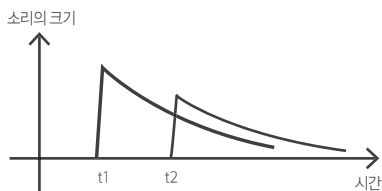


그림 1. 종을 쳤을 때 소리의 크기, 시간 그래프
https://blog.naver.com/sallygarden_ee/221291514981

위의 그래프의 시간 축에서 볼 수 있는 t_1, t_2 는 각각 종을 때리기 시작한 시간이며, 그래프는 컨볼루션 연산을 이해하기 위해 실제와 다르게 간단한 형태로 표현했습니다. 만약 위와 같은 형태로 그래프가 나타났다면, 최종적으로 우리가 들은 소리는 어떻게 표현될까요? t_2 라는 시간 이후 소리가 서로 중첩되기 때문에 소리의 크기는 종을 한 번 쳤을 때보다 더 커지게 될 것입니다.

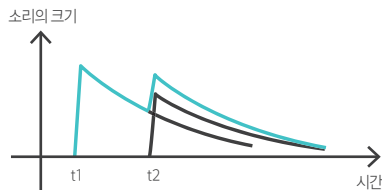


그림 2. 종을 쳤을 때 최종적으로 들리는 소리의 그래프
https://blog.naver.com/sallygarden_ee/221291514981

즉, 최종적인 소리의 크기 그래프는 위 그래프의 파란색 선과 같이 나타납니다. 이 예시는 종을 친 세기와 소리의 크기라는 두 함수가 컨볼루션 된 경우라고 할 수 있습니다. 함수 f 와 g 의 컨볼루션은 수식적으로 다음과 같이 정의됩니다.

$$f(t) * g(t) = (f * g)(t) = \int_{-\infty}^{\infty} f(\tau)g(t - \tau)d\tau$$

수식은 다음과 같은 3가지 단계로 자세히 설명할 수 있습니다. 첫째, 두 함수 중 하나를 반전(Reverse)시킵니다. 그러면 $g(-\tau)$ 라는 함수가 만들어집니다. 둘째, 반전한 함수를 t 만큼 전이(Shift)시킵니다.

t 만큼 이동시켰으므로, $g(t - \tau)$ 가 됩니다. 셋째, 변형시킨 함수 g 를 f 와 곱하고 그 결과를 모두 더해 줍니다. 위의 식에서의 컨볼루션은 연속함수에 대해 정의된 연산입니다. 컨볼루션이라는 연산은 이산함수에 대해서도 정의할 수 있는데요. 이산함수는 함수의 변수가 연결되지 않은 함수입니다. 예를 들어 $x = 1, 2, 3$ 에 대해서만 정의된 함수는 이산함수라고 할 수 있는 것이죠. 이산함수에서 컨볼루션은 함수 f 와 g 가 있을 때 다음과 같이 정의됩니다.

$$f[n] * g[n] = (f * g)[n] = \sum_{m=-\infty}^{\infty} f[m]g[n - m]$$

그렇다면 컨볼루션은 어떤 성질을 가지고 있을까요? 대표적인 성질로는 교환법칙(Commutative Law), 결합법칙(Associative Law), 그리고 분배법칙(Distributive Law)이 있습니다.

$$\text{Commutativity} : f * g = g * f$$

$$\text{Associativity} : f * (g * h) = (f * g) * h$$

$$\text{Distributivity} : f * (g + h) = f * g + f * h$$

자세한 증명과정이 궁금하다면 추가로 검색해 보길 바랍니다.

이렇게 컨볼루션의 정의, 그리고 성질까지 알아 보았는데, 이러한 컨볼루션은 구체적으로 어디에 활용되는 것일까요? 컨볼루션의 식을 살펴보면 함수 f, g 를 이용하는데, f 와 g 를 신호, 행렬, 이미지, 필터와 같은 다양한 형태로 나타내어 컨볼루션 하면 주어진 신호, 행렬, 이미지를 우리가 나타내고 싶어 하는 형태의 함수로 표현할 수 있습니다. 딥러닝 및 영상 처리 관점에서 더 자세히 살펴봅시다. 다음과 같은 오리 이미지와 2차원 행렬을 컨볼루션 하면, 오리 이미지가 복사되어 다음과 같은 출력값이 나오게 됩니다.

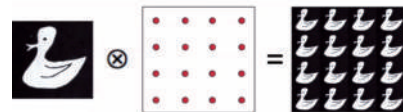


그림 3. 오리 이미지와 2차원 행렬의 컨볼루션
<https://blog.naver.com/wisdom0719/221269493798>

컨볼루션은 식 자체는 간단하지만 다양한 분야에 활용되는 연산입니다. 특히 신호 처리나 딥러닝 등을 전공하는 사람에게는 가장 중요하고, 기본이 되는 개념이라고 할 수 있는데요. 관련 분야에 관심이 있는 학생들은 아래의 참고 문헌과 함께 컨볼루션에 대해서 더 공부해 보는 것을 추천해 드립니다! 📖

참고 자료

1. 「컨볼루션(convolution, 합성곱)」, 2018.6.14.
https://blog.naver.com/sallygarden_ee/221291514981
2. 「Convolution(합성곱)의 원리와 목적」, 2021.8.3.
<https://supermemi.tistory.com/104>
3. 「Convolution」, 「위키피디아」,
<https://en.wikipedia.org/wiki/Convolution>

탐색 알고리즘 - DFS와 BFS

글 / 무은재학부 21학번 27기 알리미 김현준

여러분은 미로 찾기를 하다 막다른 길에 다다라 되돌아가며 길을 찾아보신 경험이 있으신가요? 우리가 미로에서 길을 찾는 것과 유사한 방식으로 컴퓨터는 그래프를 탐색할 수 있습니다. 그래프의 탐색을 통해서 컴퓨터는 원하는 정보도 탐색할 수 있고, 그래프 자체의 성질도 파악할 수 있습니다. 이번 글에서는 그래프 탐색을 위한 알고리즘 중 가장 기본적인 두 종류의 알고리즘, 깊이 우선 탐색DFS, Depth First Search과 너비 우선 탐색BFS, Breadth First Search에 관해서 설명하고자 합니다.

여기서 그래프란 정점Vertex과 간선Edge으로 구성된 것으로, 여러 정점을 간선들이 연결하는 형태의 자료 구조를 말합니다. 정점과 간선이 거미집 같은 형태의 구조로 되어 있는 것이죠. 깊이 우선 탐색은 그래프를 말 그대로 '깊이'의 관점에서 탐색하는 방식입니다. 시작 정점에서 간선을 따라 최대한 깊이 내려간 뒤, 더 이상 깊이 갈 곳이 없는 막다른 곳일 경우 옆으로 이동하는 방식으로 탐색이 진행됩니다. 그림 1을 살펴보면, 맨 위의 정점부터 시작하여 먼저 왼쪽 가지로 내려가 최대한 깊게 탐색을 진행하고, 이후 옆 가지를 탐색하는 것을 확인할 수 있습니다.

너비 우선 탐색은 깊이 우선 탐색과 달리 '너비'에 초점을 둔 탐색 방식입니다. 즉, 최대한 넓게 인접한 정점을 모두 탐색하고 나서 더 이상 갈 수 없을 때 아래로 이동합니다. 그림 1을 보면 맨 위 정점에서 시작하여 인접한 정점을 모두 살피고 나서 아래로 내려가 다음 깊이의 정점들을 탐색한다는 것을 확인할 수 있습니다.

비슷한 듯 다른 두 알고리즘, 구현 방식에는 큰 차이가 존재합니다. DFS의 경우 주로 스택

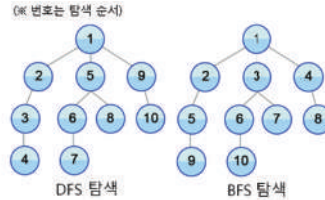


그림 1. DFS와 BFS 예시
<https://developer-mac.tistory.com/64>

자료 구조를 통해 구현합니다. 스택이란 '후입선출' 방식으로 나중에 들어온 정점이 먼저 나가는 방식의 자료 구조입니다. DFS는 깊이에 따라 탐색을 진행하면서 탐색한 각 정점이 순서대로 스택에 들어옵니다. 들어온 정점은 제거되면서 그 자식 정점, 즉 아래로 인접한 정점들이 스택에 들어옵니다. 그림 2를 보면, 2번째 단계에서 3번째로 넘어갈 때, B가 제거되며 그 자식 정점인 D와 F가 들어오는 것을 확인할 수 있습니다. 이런 식으로 나중에 들어온 정점을 제거하며 그 자식 정점들을 추가하는 방식으로 스택을 이용하면, DFS를 구현할 수 있습니다.

반면 BFS는 '선입선출' 방식의 자료 구조인 큐를 통해 구현합니다. 그림 2를 보면, 시작 지점인 A가 큐에 들어오고, 다음으로 A가 제거되며 그 자식인 B, C가 들어옵니다. 그리고 B가 제거되며 그 자식들인 D와 F가 들어옵니다. 이렇게 먼저 들어온 정점을 제거하며 그 정점의 자식들을 큐에 넣는 방식으로 큐를 이용하면, BFS를 구현할 수 있습니다.

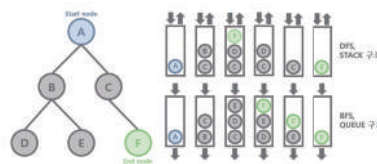


그림 2. DFS와 STACK, BFS와 QUEUE

이러한 DFS와 BFS를 이용하여 우리는 최단 거리 문제를 포함한 다양한 문제를 해결할 수 있습니다. 시작 정점에서 출발하여 BFS를 통해 얻은 종료 지점의 정점이 큐에 들어올 때까지 거리를 체크한다면, 최단 거리를 쉽게 구할 수 있습니다. 또한, 우리는 DFS와 BFS를 통해 그래프의 성질도 파악할 수 있습니다. 예를 들어 1부터 5까지의 정점이 있을 때 1부터 탐색을 수행했는데, 1부터 4까지만 탐색이 되었고 5는 탐색하지 못했다고 해 봅시다. 그러면 우리는 이 그래프가 1~4의 연결 성분과 5의 연결 성분, 두 성분이 있음을 알 수 있습니다. 이 밖에도 DFS와 BFS의 활용은 굉장히 다양합니다.

이처럼 DFS와 BFS는 간단한 알고리즘이지만 그 활용도가 높고, 다른 복잡한 알고리즘에서도 활용되는 기본 알고리즘입니다. 관련 분야에 관심이 있는 학생들은 DFS와 BFS를 간단하게 코딩으로 구현해 보는 것은 어떨까요? 🐼

참고 자료

DFS와 BFS
<https://devyuseon.github.io/algorithm/dfs-and-bfs/>

3차원 회전의 대수학, 그리고 표현을 이용한 계산

글 / 물리학과 20학번 손탁일

3차원 공간의 벡터는 (직관적인 의미에서) 크기와 방향을 가진 수학적 양이므로 정해진 축에 대한 3차원 벡터의 회전을 생각할 수 있다. 하나의 회전을 결정하는 데 필요한 정보는 회전축을 결정하는 단위벡터($\hat{n}$)와 회전하는 각도(θ)이다. 수학과 물리학의 전통에 따라 회전의 방향은 회전축에 대하여 반시계 방향으로 정의한다.

3차원 벡터인 $\vec{v}$ 에 작용하여 회전한 벡터인 $R\vec{v}$ 를 계산하는 연산자(R)가 회전이므로 서로 다른 회전인 R_1 과 R_2 의 곱셈 R_1R_2 은 R_2 그리고 R_1 가 차례대로 작용하는 또 다른 연산자로 정의한다. 회전의 합성은 회전이므로 곱셈인 R_1R_2 도 회전이다. $I\vec{v}=\vec{v}$ 인 변환 I , 즉 회전하지 않는 변환은 항등원이라고 한다. 회전축의 방향($\hat{n}$)을 뒤집으면 회전축과 회전하는 각도는 동일하지만 회전하는 방향이 반대인 회전이므로 모든 회전(R)에 대하여 $RR^{-1}=R^{-1}R=I$ 를 만족하는 역원(R^{-1})이 존재한다. 회전의 합성으로부터 회전의 곱셈이 결합 법칙을 만족함은 자명하므로 회전은 군(Group)을 구성한다.

회전의 독특한 성질은 회전이 3차원 벡터에 작용하는 변환인 동시에 3차원 벡터인 $\hat{n}$ 에 의존하여 결정된다는 것이다. 회전축을 결정하는 단위벡터($\hat{n}$)와 회전하는 각도(θ)로 결정된 회전을 $R(\hat{n}, \theta)$ 로 표기할 수 있다. 자연스러운 의문은 $R(\hat{n}, \theta)$ 과 다른 회전인 R_1 에 대하여 $R(R_1\hat{n}, \theta)$ 과 $R(\hat{n}, \theta)$ 사이의 관계다.

$R(R_1\hat{n}, \theta) \vec{v}$ 는 $\vec{v}$ 를 $R_1\hat{n}$ 에 대하여 회전한 결과이고, 다르게 생각하면 모든 벡터를 먼저 R_1^{-1} 로 회전하여 회전축을 $R_1\hat{n}$ 에서 $\hat{n}$ 로 바꾼 후에 $R(\hat{n}, \theta)$ 로 회전하고, 다시 R_1 로 모든 벡터를 회전한 결과와 같으므로 $R(R_1\hat{n}, \theta) \vec{v} = R_1R(\hat{n}, \theta) R_1^{-1} \vec{v}$ 이다. 따라서 $R(R_1\hat{n}, \theta) = R_1R(\hat{n}, \theta)R_1^{-1}$ 로 “회전을 회전할 수 있다.”

회전하는 각도가 θ 인 회전의 결과는 회전하는 각도가 $\frac{\theta}{N}$ 인 회전

을 같은 회전축을 기준으로 N 번 반복한 결과와 같으므로 $N \rightarrow \infty$ 를 생각하여 회전하는 각도가 아주 작은 회전으로부터 모든 각도의 회전을 재구성할 수 있다. ‘회전하는 각도가 무한히 작음’을 엄밀하게 다루기 위하여 θ 에 대한 미분을 고려한다.

$$D(\hat{n}) \vec{v} = \frac{d}{d\theta} R(\hat{n}, \theta) \vec{v} \Big|_{\theta=0} = \lim_{\theta \rightarrow 0} \frac{R(\hat{n}, \theta) \vec{v} - \vec{v}}{\theta}$$

두 연산자의 합을 $(A+B)\vec{v} = A\vec{v} + B\vec{v}$ 로 정의하면 아주 작은 $\Delta\theta$ 에 대하여 $R(\hat{n}, \Delta\theta) = (I + D(\hat{n}) \Delta\theta)$ 이므로 $R(\hat{n}, \theta) \vec{v} = \lim_{N \rightarrow \infty} (I + D(\hat{n}) \frac{\theta}{N})^N \vec{v}$ 이라고 추측할 수 있고, 결론적으로 추측한 식은 참이다. (증명은 생략한다.) 실수에서 정의된 지수함수가 $e^x = \lim_{N \rightarrow \infty} (1 + \frac{x}{N})^N$ 이므로 식의 유사성으로부터 $R(\hat{n}, \theta) = \exp(D(\hat{n})\theta)$ 로 표기한다.

회전 ($R(\hat{n}, \theta)$)의 대수적 구조가 군이라면 $D(\hat{n})$ 의 대수적 구조는 무엇일까? $R(\hat{n}, \theta)$ 을 θ 로 미분한 $D(\hat{n})$ 의 정의로부터 $D(\hat{n})\vec{v} = \hat{n} \times \vec{v}$ 이므로(그림으로 증명이 가능하다. 증명은 연습문제이다.) $\hat{n} = (n_x, n_y, n_z)$ 에 대하여 $D(\hat{n}) = n_x D(\hat{x}) + n_y D(\hat{y}) + n_z D(\hat{z})$ 이다.

따라서 $D(\hat{n})$ 은 $\hat{n}$ 과 동등하게 벡터의 대수적 구조를 가진다. 기저와 동등한 $L_x = D(\hat{x}), L_y = D(\hat{y}), L_z = D(\hat{z})$ 을 생성원(Generator)이라고 한다. 일반적인 벡터와 달리 생성원 사이의 곱셈도 정의되어 있으므로(연산자 사이의 곱셈이 정의되어 있기 때문이다.) $D(\hat{n})$ 에는 벡터의 대수적 구조 이외에도 추가로 다른 대수적 구조가 있다.

$R(\hat{n}, \theta)\vec{v} = \lim_{N \rightarrow \infty} (I + D(\hat{n}) \frac{\theta}{N})^N \vec{v}$ 로부터 $R(\hat{n}, \theta) = I + D(\hat{n})\theta + \frac{1}{2} D(\hat{n})^2 \theta^2 + \dots$ 이므로 작은 $\Delta\theta$ 에 대하여 $R_1 = R(\hat{x}, \Delta\theta) = I + L_x \Delta\theta + \frac{1}{2} L_x^2 \Delta\theta^2 + \dots$ 그리고 $R_2 = R(\hat{y}, \Delta\theta) = I + L_y \Delta\theta + \frac{1}{2} L_y^2 \Delta\theta^2 + \dots$ 이면 $R_1 R_2 R_1^{-1} = I + L_y \Delta\theta + (\frac{1}{2} L_y^2 + L_x L_y - L_y L_x) \Delta\theta^2 + \dots$ 이다. $R(R_1\hat{y}, \theta) = R_1 R_2 R_1^{-1}$ 이므로 $L_x L_y - L_y L_x = D(L_x \hat{y}) = L_z$ 이다.

따라서 $[A, B] = AB - BA$ 로 정의하면 $[L_x, L_y] = L_z, [L_y, L_z] = L_x, [L_z, L_x] = L_y$ 이다. $[A, B]$ 을 리 괄호(Lie Bracket)라고 하고, 리 괄호로 정의된 대수적 구조를 리 대수(Lie Algebra)라고 한다. 회전처럼 미분이 가능한(엄밀하게 표현하면 적절한 미분 구조를 가지는) 군을 리 군(Lie Group)이라고 정의하고, 회전으로부터의 미분 $D(\hat{n})$ 을 정의하여 $D(\hat{n})$ 의 대수적 구조를 끌어낸 방법과 동일하게 리 군으로부터 미분의 대수적 구조를 끌어내면 리 대수가 된다.

정리하여 거꾸로 생각하면 $[L_x, L_y] = L_z, [L_y, L_z] = L_x, [L_z, L_x] = L_y$ 를 만족하는 생성원을 기저로 하는 벡터들이 $D(\hat{n})$ 이고, $R(\hat{n}, \theta) = \exp(D(\hat{n})\theta)$ 로 회전을 모두 재구성할 수 있다. “생성원이 3차원 벡터에 작용하는 연산자가 아니어도” $[L_x, L_y] = L_z, [L_y, L_z] = L_x, [L_z, L_x] = L_y$ 를 만족하면 재구성한 $R(\hat{n}, \theta)$ 은 회전축이 $\hat{n}$ 이고, 회전하는 각도가 θ 인 회전과 동등하다. 예를 들어, 양자역학에서 전자와 같은 스핀 -1/2 입자의 회전을 계산하기 위하여 고안된 파울리 행렬(Pauli Matrices)로 회전의 생성원을 표현(Representation)할 수 있다.

$$L_x = \frac{1}{2i} \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}, L_y = \frac{1}{2i} \begin{bmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{bmatrix}, L_z = \frac{1}{2i} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}$$

파울리 행렬은 3차원 벡터에 작용하는 연산자가 아니지만, 파울리 행렬로 계산한 $R(\hat{n}, \theta)$ 의 곱셈은 대응하는 회전의 합성과 동일한 규칙을 만족하고, 2×2 행렬이어서 3차원 벡터의 회전 자체보다 계산이 간단하므로 회전과 관련한 계산을 더 쉽게 바꿀 수 있다.☺

[여름호 문제. 2022 SUMMER]

Q1 임의의 회전은 항상 적절한 α, β, γ 가 존재하여 $R(\hat{z}, \alpha)R(\hat{y}, \beta)R(\hat{z}, \gamma)$ 와 동일하다. (오일러 회전(Euler Rotations)) $R(\hat{n}, \theta) = R(\hat{z}, \alpha)R(\hat{y}, \beta)R(\hat{z}, \gamma)$ 에 대하여 θ 를 α, β, γ 의 식으로 계산해 보자. 본문에 소개한 파울리 행렬을 이용하면 $R(\hat{n}, \theta) = \cos \frac{\theta}{2} + (n_x L_x + n_y L_y + n_z L_z) 2 \sin \frac{\theta}{2}$ 임을 먼저 증명하고, 계산에 이용하자.

Q2 본문에 소개한 파울리 행렬을 이용하여 계산하면 $R(\hat{n}, 2\pi) = -R(\hat{n}, 0)$ 이지만 3차원 벡터의 회전 자체는 $R(\hat{n}, 2\pi) = R(\hat{n}, 0)$ 이다. $k \times k$ 행렬로 회전의 생성원을 표현하여 계산하면 $R(\hat{n}, 2\pi) = (-1)^{k-1} R(\hat{n}, 0)$ 임을 증명하자. 양자역학에서 스핀-통계 정리(Spin-Statistics Theorem)와 관련하여 중요한 의미를 가지는 성질이다.

[봄호 문제. 2022 SPRING]

Q1 $\int_0^{x_1} \frac{dx}{\sqrt{1-x^4}} = a$ 라고 하자. 오일러의 덧셈 정리를 이용하여

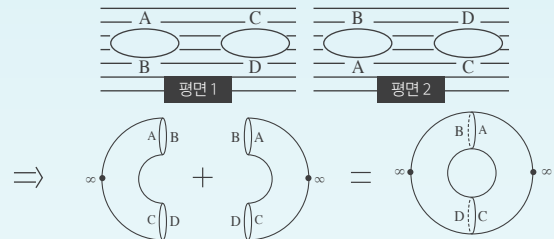
$\int_0^k \frac{dx}{\sqrt{1-x^4}} = 3a$ 가 되도록 하는 k 를 x_1 으로 표현하여라.

A1 오일러 정리에 의해 다음이 성립한다.

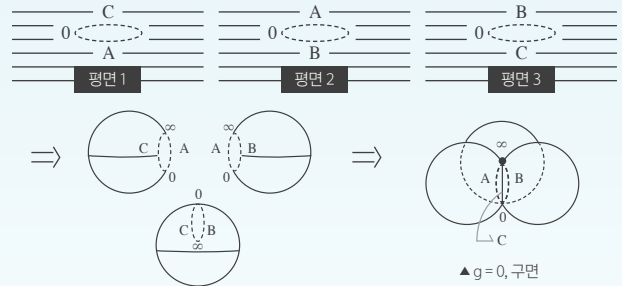
$$\begin{aligned} \int_0^{\frac{2x_1\sqrt{1-x_1^4}}{1+x_1^4}} \frac{dx}{\sqrt{1-x^4}} &= 2a \quad \text{오일러 정리를 한 번 더 사용하면} \\ \frac{2x_1\sqrt{1-x_1^4}}{1+x_1^4} \cdot \frac{\sqrt{1-x_1^4} + x_1\sqrt{1-\frac{16x_1^4(1-x_1^4)^2}{(1+x_1^4)^4}}}{1+x_1^4} &= 1 + \left(\frac{2x_1\sqrt{1-x_1^4}}{1+x_1^4} \right)^2 x_1^2 \frac{dx}{\sqrt{1-x^4}} \\ \int_0^{\frac{2x_1\sqrt{1-x_1^4}}{1+x_1^4}} \frac{dx}{\sqrt{1-x^4}} + \int_0^{x_1} \frac{dx}{\sqrt{1-x^4}} &= \int_0^1 \frac{dx}{\sqrt{1-x^4}} \\ &= \int_0^{\frac{2x_1(1-x_1^8)+x_1\sqrt{(1+x_1^4)^4-16x_1^4(1-x_1^4)^2}}{(1+x_1^4)^2+4x_1^4(1-x_1^4)}} \frac{dx}{\sqrt{1-x^4}} \\ k &= \frac{2x_1(1-x_1^8)+x_1\sqrt{(1+x_1^4)^4-16x_1^4(1-x_1^4)^2}}{(1+x_1^4)^2+4x_1^4(1-x_1^4)} \end{aligned}$$

Q2 본문에서 설명한 방법을 사용하여 $y = \sqrt{(x^2-1)(x^2-4)}$ 에 대응되는 닫힌 리만 곡면과 $y = \sqrt[3]{x}$ 에 대응되는 닫힌 리만 곡면을 각각 구하여라.

A2 $y = \sqrt{(x^2-1)(x^2-4)}$ 에 대응되는 리만 곡면은 본문의 정리에 의해 구멍이 1개인 닫힌 곡면이다. $y = \sqrt[3]{x}$ 에 대응되는 닫힌 리만 곡면은 $y = \sqrt{x}$ 와 마찬가지로 구면이다. 다음 그림과 같이 C에서 $[0, \infty]$ 를 제거한 평면 3개를 A, B, C를 따라 이어 붙이면 구면을 얻는다.



▲ g=1, 구멍이 1개인 닫힌 곡면



▲ g=0, 구면

세 구를 절단선 A, B, C를 따라 이어붙이면 오른쪽의 곡면을 얻고 이것은 구와 위상동형이다.

☞ 글로 이해가 안 된다면? 8월 12일 공개되는 해설 영상에 집중!

[정답자] 봄호 마르쿠스 정답자는 없었습니다.

- * MARCUS에는 포스텍 수학동아리 MARCUS가 제공하는 수학 문제를 실습합니다. 정답과 해설은 다음 호에 나옵니다.
- * 이번 호 문제는 2022년 8월 31일(수)까지 알리미 E-MAIL (postech-alimi@postech.ac.kr)로 풀이와 함께 답안을 보내주세요.
- * 정답자가 많을 경우 간결하고 훌륭한 답안을 보내 주신 분 중 추천하여 포스텍의 기념품을 보내 드립니다. (학교/학년을 꼭 적어 주세요.)



메타 인지, 내 공부의 핵심 키워드

글 / 무은재학부 22학번 28기 알리미 사수현

벌써 올해의 절반이 지나가고, 어느새 여름 방학이네요. 새 학년에 올라와서 보낸 첫 학기는 다들 어떠셨나요? 처음 고등학교에 입학하고 나서, ‘내신’이라는 단어의 뜻도 몰랐던 저는 쏟아지는 공부량과 비교과 활동을 해내는 데에 급급했던 기억이 납니다. 고등학교 공부가 처음이다 보니 다양한 공부법을 시도하고, 그 과정에서 시행착오를 겪기도 했지만 3년이 지나자 어느 정도 저만의 방법을 찾을 수 있었습니다. 저는 무엇보다도 ‘메타 인지’를 중점적으로 두고 활동이나 공부에 임했습니다. 메타 인지만, 단순한 인지 위의 단계로, 스스로 아는지 모르는지를 인지하는 것을 말합니다. 물론 공부 방법에 정답은 없지만, 이 글을 통해 제가 3년간 고등학교 생활을 하면서 찾은 저만의 노하우를 공유해 드리고자 합니다. 고등학교에 입학했을 때 저는 제대로 공부하는 방법을 몰라서, 친구들이 많이 사는 문제집을 따라 사고 무작정 많은 문제를 푸는 것에 집중했습니다. 그러다 보니 틀리는 문제와 비슷한 문제를 또 틀리고, 내용을 숙지하지는 않은 채 문제만 푸는 의미 없는 시간을 보내고 있는 것 같았습니다. 이후 공부하는 방식에 대해서 다시 생각해 보았습니다. 틀리는 문제는 당연히 몰라서 틀리는 것이니 다시 공부해서 보완했지만, 제대로 모르고 맞는 문제는 똑같이 모음에도 불구하고 맞았으니까 그냥 넘어가고 있었습니다. ‘알고 있다고 생각하지만 모르는 부분’에 대한 인지를 시작한 것입니다. 그래서 여러 문제를 푸는 것보다 한 문제를 풀더라도 그 문제의 내용을 내가 완전히 파악하고 있는지, 선지 하나하나를 다 설명할 수 있는지에 초점을 두고 공부하고자 마음먹었습니다.

이때부터 노트를 하나 만들기 시작했습니다. 문제를 풀다가 문제의 맛과 틀림과 관계없이 스스로 논리적으로 설명할 수 없는 선지, 내용 해석이 어려운 자료 등을 수업 시간에 배운 개념과 연계해서 정리했습니다. 이 방법은 내용 자체를 암기해야 하는 생명과학, 한국사, 지리 등의 과목 뿐만 아니라 문제 풀이의 요령을 암기해야 하는 화학, 물리학 등의 과목에서도 유용하게 쓰였습니다. 이런 일련의 과정을 통해서 제가 어떤 개념을 모르는지 확실하게 파악할 수 있었고, 정리 노트를 중점적으로 암기하고 공부하다 보니 시험에서의 실수도 줄어들었습니다.

정리 노트에 적으면서 공부가 되었다고 생각했는데, 사실은 거기에 또 부족한 점이 있기도 했습니다. 신기하게도 노트를 적다 보면 이미 있는 내용을 다시 적는 때도 있었습니다. 이런 경우에는 백지에 다시 그 내용을 복기해서 써봄으로써 확실하게 내 것이 될 때까지 암기하고 넘어갔습니다.

처음에는 누구나 자신만의 공부법을 찾는 것이 쉽지 않을 것입니다. 하지만 공부 잘하는 친구들의 공통점은 결국 특정 과목을 잘하는 것이 아니라, 본인을 잘 파악하고 ‘공부’라는 과목 자체를 잘하는 것이었습니다. 한 친구에게서 들은 내용을 덧붙이자면, 공부는 터널을 양쪽에서 파는 것과 같다고 합니다. 양쪽에서 터널을 아무리 열심히 파도 서로 만나지 못하면 터널의 길이의 두 배를 파야 하지만, 중간에서 서로 만나도록 효율적으로 공부를 한다면 반만 하더라도 같은 효과를 볼 수 있는 것입니다. 터널을 위에서 바라보면서 내가 어느 방향으로 가고 있는지 제대로 파악하는 메타 인지를 높이기 위한 노력이 필요하다는 뜻입니다.

포스테기안 독자 여러분도 공부가 잘 안되고 막막할 때, 지금 하는 공부가 의미 없이 책장만 넘기는 일은 아닌지 계속해서 본인에게 솔직한 질문을 던지고, 방법을 수정해 가면서 공부했으면 좋겠습니다. 항상 응원하겠습니다. 파이팅! 🍀

본인에게 솔직한 질문을
던지고, 방법을 수정해
가면서 공부해 보면
어떨까요?!



개구리, 우물 밖으로 뛰쳐나오다

글 / 무은재학부 22학번 28기 알리미 윤정현

수년 동안 우리를 힘들게 했던 코로나의 기세가 사그라들며 점차 활기찼던 일상이 돌아오고 있습니다. 이제는 야외에서 마스크를 벗고 마음껏 상쾌한 공기를 들이마실 수도, 팝콘을 먹으며 친구들과 함께 영화를 볼 수도, 밤늦게 스터디 카페에서 새벽 공부를 할 수도 있게 되었죠. 당연하지만 지금껏 당연하지 못했던 일상의 회복과 더불어 다시 돌아온 여름의 따사로운 햇살은 모두에게 남다른 의미일 것 같아요. 흔히들 여름은 재도약의 계절이라고 하죠. 그래서 오늘 저는 과학고에 입학 후 한 학기가 지난 3년 전 여름, ‘우물 안의 개구리’임을 자각하고 우물함에 빠져 있었던 제가 어떻게 우물을 뛰쳐나올 수 있었는지 그 경험을 여러분께 공유해 드리고 싶어요.

#자각과 좌절

중학교 때의 저는 학교와 주변 사람들의 기대를 듬뿍 받는 학생이었어요. 과학을 좋아하던 그 중학생은 장차 훌륭한 과학자가 되어 세상을 깜짝 놀라게 할 것이라 믿어 의심치 않았죠. 그러나 이러한 기대와 목표는 과학고에 입학한 후 산산조각이 나게 됩니다. 제대로 된 선행 없이 입학한 후 치른 첫 중간고사는 제 노력과 관계없이 처참했고, 성적표에는 태어나서 처음 보는 숫자들이 가득했어요. 제가 ‘우물 안의 개구리’에 불과했다는 것을 깨달은 순간이었죠. 저를 더욱 좌절하게 했던 건 저 멀리 앞서 나간 친구들은 저보다 더 머리가 좋다는 사실이었어요. 평생 따라잡을 수 없다고 생각한 저는 제 가능성을 포기했고 그렇게 기말고사가 끝날 때까지 비교와 후회, 자책으로 가득한 시간을 보냈죠.

#도약

몸도 마음도 힘들었던 첫 학기가 지나고 변화의 계기는 여름 방학에 찾아왔어요. 2박 3일 동안 가족들과 떠난 캠핑은 지난 한 학기를 돌아볼 수 있는 여유를 제공했죠. 많은 시간 동안 곰곰이 생각한 후 처음 느낀 감정은 부끄러움이었죠, 이내 그 원인이 잘못된 공부의 목적에 있었음을 깨닫게 되었어요. 저는 지금까지 앞서 나간 친구들을 이기기 위한 공부를 하고 있었던 거예요. 그것은 정말 쉽지 않기에 공부의 목적을 상실한 채 방황했던 거죠. 그래서 저는 그때 남이 아닌 저를 위한 공부를 하기로 결심했어요. 다른 친구가 천재이든, 얼마나 앞서 나가든 상관없이 매일매일 나 자신이 얼마나 성장했는지에 집중했죠. 이 과정에서 저는 깊은 우물의 벽을 무시할 수 있는 용기를 가지게 되었고 끊임없이 점프하며 차근차근 다리 근육을 키워나갔어요. 후회와 자책이 아닌 성취감과 뿌듯함으로 가득한 하루를 보내며 잃어버렸던 자신감도 되찾았고요. 그렇게 맞이한 2학기 중간고사, 지금까지의 성장을 믿고 힘껏 뛰어오른 결과 저를 가로막았던 높디높은 벽은 어디로 갔는지 제 앞에 광활한 세상이 펼쳐졌어요. 저도 모르는 사이에 우물을 탈출하게 된 거죠.

#하고 싶은 말

몇 년 전, 한 예능 프로그램에서 어느 대학생이 ‘걸러지고 걸러지고 걸려져서 왔더니 이제는 내가 걸러질 차례더라.’라는 말을 했습니다. 이 말처럼 앞으로 여러분의 인생은 우물의 연속일 거예요. 그리고 여러분이 겪고 있는 우물은 아마 인생 첫 우물일 가능성이 크죠. 그러니 막막하고 힘든 건 당연해요. 그럼에도 제가 하고 싶은 말은 이 한마디입니다. 여러분은 생각보다 더 대단한 사람이라는 거. 그러니 다른 사람이 아닌 자기 자신을 믿으셨으면 좋겠어요. 나를 믿고 끊임없이 성장하면 어느새 우물을 벗어난 자신을 발견하게 될 테니까요. 또한 이러한 경험은 틀림없이 입시뿐만 아니라 앞으로 대학 생활, 취업, 연가 등 어느 분야에서 자신감을 불어넣어 줄 거예요. 한 번 넘은 우물, 두 번은 못 넘을까요. 예비 포스테키안 여러분도 어서 우물을 뛰어넘어 이번 여름의 따사로운 햇살과 자유를 만끽하셨으면 좋겠습니다. 우물이 얼마나 깊든, 저는 여러분을 믿고 여러분도 여러분을 믿을 테니까요. ☺

나를 믿고 끊임없이 성장하면 어느새 우물을 벗어난 자신을 발견하게 될 테니까요



POSTECHIAN REVIEW

독자 여러분의 의견을 기다립니다.

<POSTECHIAN>을 만드는 알리미들에게 여러분의 이야기는 큰 힘이 됩니다.

앞으로도 꾸준히 알리미들을 응원해 주세요. 채택된 주인공에게는 소정의 기념품을 보내 드립니다.

김 채 현

부산일과학고등학교 2학년

실제로 포스텍에서 어떤 아이디어를 가지고 연구를 할 수 있는지 궁금하기 때문에, 포스테키안에 학생들이 포스텍에서 참여한 연구 사례에 관한 내용을 다루면 좋을 것 같습니다. 기획특집 '위드 코로나'에서 집단 면역의 형성 원리와 백신의 원리 등을 알 수 있었고, 코로나 방역패스 이슈를 과학적으로 해결할 방안도 생각해보는 기회가 되었습니다.

정 유 라

대구일과학고등학교 2학년

최근 생명 공학과 반도체의 융합으로 이루어지는 바이오 전자 소자에 관심을 가지게 되었는데, 마침 뉴로모픽 반도체에 대해 다뤄 주셔서 흥미롭게 읽을 수 있었습니다! 반도체의 성능을 향상하는데 다양한 신소재들이 쓰인다는 것을 알고, 이미 밝혀진 신소재를 적용하는 것뿐만 아니라 차세대 소재 개발을 꿈꿔 볼 수 있게 해 주셔서 인상 깊었습니다.


컴퓨터공학과 20학번 26기 알리미 박정은 (Editor)

안녕하세요 포스테키안 구독자 여러분! 작년 가을호 편집 후기에서 인사드리고 오랜만에 인사드리네요. 이번 여름호를 마지막으로 1년간의 포스테키안 편집장 생활을 마무리하게 된 컴퓨터공학과 20학번 26기 알리미 박정은입니다. 되돌아보면 지난 1년 동안 참 많은 것들이 바뀐 것 같아요. 코로나19로 인한 상황이 완화되며 세상은 어느 정도 일상생활을 되찾아가고 있고, 정식 알리미였던 저는 어느새 퇴임하여 고문단이 되었네요. 여러분의 1년에는 어떤 변화가 있었나요? 여러분의 성장에 포스테키안이 좋은 영향을 주었다면 전 정말 더할 나위 없이 행복할 것 같아요:) 이제 저는 포스테키안 제작에서는 물러나지만, 언젠가 포스테키안에서 다시 만나 뵙기를 바라며 이만 글을 마치겠습니다. 여러분과 포스테키안을 통해 소통할 수 있어 영광이었습니다!

생명과학과 20학번 26기 알리미 신유빈 (Editor)

어느새 2022년 여름이 되어 제가 포스테키안 편집장으로서의 임기를 마무리 짓게 되었습니다. 1년간 열심히 준비한 포스테키안, 즐겁게 보셨나요? 저는 특히 포스테키안의 꽃이라 할 수 있는 기획특집을 맡아 흥미롭고 깊이 있는 지식을 전달하기 위해 많이 고민한 기억이 나네요. 처음 구독자 여러분을 위해 글을 쓰고 포스테키안을 준비하기 시작할 때부터 지금 이 순간까지, 항상 유익하고 재미있는 기사들을 전해 드리기 위해 고군분투한 26기 편집장들, 그리고 다른 알리미들의 노력이 여러분께 잘 전달되었으면 좋겠습니다. 다음 호인 가을호부터 새로운 편집장들이 이끌어 가게 될 포스테키안에도 많은 기대 부탁드립니다!


전자전기공학과 20학번 26기 알리미 유현아 (Editor)

안녕하세요, 포스테키안 편집장 26기 알리미 유현아입니다. 이렇게 인사드린 게 작년 가을인데 2022년 여름호와 함께 알리미 임기를 마무리하게 되었습니다. 저희 26기 포스테키안 편집장들과 알리미들이 1년 동안 독자분들께 포스텍을 최대한 가까이 알리고 도움이 될 만한 내용을 담기 위해 노력했는데, 독자분들께서 포스테키안을 즐겁게 봐주셔서 더 열심히 만들 수 있었던 것 같습니다. 앞으로 27기 포스테키안 편집장들이 이걸 포스테키안에도 많은 기대 부탁드립니다. 포스테키안에 많은 애정을 쏟은 만큼 여러분과 마지막으로 소통한다는 게 아쉽네요. 본인만의 목표를 가지고 꾸준히 노력하고 있을 독자 여러분, 지금은 변화가 보이지 않아 힘들 수 있어도 언젠간 꿈꾸는 미래를 이루게 될 거예요. 제가 진심으로 응원하고 있겠습니다! 포스텍 알리미로서 여러분께 도움이 될 수 있어 정말 감사했습니다:)


전자전기공학과 20학번 26기 알리미 이승은 (Editor)

포스테키안 구독자 여러분들 안녕하세요! 1년간 포스테키안 편집장 역할을 해온 26기 알리미, 전자전기공학과 20학번 이승은입니다. 벌써 올해의 절반이 지났네요. 고등학교 1학년 친구들은 고등학교의 첫 학기를 무사히 마치느라, 2학년 친구들은 반복되는 하루하루를 버텨내느라, 3학년 친구들은 압박과 불확실함 속에서 자신과의 싸움을 견디느라 고생 많으셨습니다. 긴 여정 동안 여러분이 들인 노력은 반드시 빛을 발할 것이니, 자신을 믿고 힘차게 나아가길 바랍니다. 그 여정에 포스테키안이, 또 저희 알리미가 함께할 수 있어 크나큰 영광이었습니다. 이제 26기 편집장들은 알리미를 떠나지만, 새로운 편집장들이 포스테키안을 멋지게 이어갈 테니 앞으로도 기대해 주세요!!





8~9월 공개될 알쓸포잡 예고

1. 포머들과 포머들어 포스테키안이 된 선배들을 만나다!
2. 입시에 관한 궁금증을 해결해드리는 입시 Q&A 커밍쑤!

자세한 내용은 **POSTECH 입학팀** 에서 확인하세요!

