



2019 Autumn

공대상상 예비 서울공대생을 위한 서울대 공대 이야기

Vol. 29

CONTENTS

02	기획	01	모기 박멸 프로젝트
		02	화웨이와 IEEE의 상리공생
		03	건축물을 무너뜨리는 찰나의 순간, 발파 해체 공법
08	자라나라 요리요리		분자요리 실험실에 가다, 수비드 조리법
10	소형화의 역사		반도체 소자의 소형화
12	공학, 음악과 만나다		소리의 마술사, 신디사이저
14	공대생의 눈으로 영화보기		친절한 이웃집 공돌이 스파이더맨 <스파이더맨: 파 프롬 홈>
16	기획 연재		건축학과
			건축학과를 소개합니다
			STEP 01 건축학과가 궁금해요!
			STEP 02 연구실 인터뷰_ 건축에너지연구실
			STEP 03 연구실 동향
26	전공 수업 소개		정확한 계산으로 콘크리트 건물의 붕괴를 막자 <콘크리트 구조설계 및 공법>
28	일상 속 공학 찾기		기계야, 내 노래를 들어줘!
30	동아리 소개		건반으로 된 오케스트라의 지휘자들, 스누피아
32	사회초년생 인터뷰		IT기술로 건설산업의 미래를 제시하다. 카르타!
34	서울대학교 학생들의 문화생활		지성의 향연, 관악학생생활관 콜로키움
36	서울대학교 공대생들의 해외 수학		새내기 의 좌충우돌 동유럽 배낭여행기
39	공학으로 논문읽기		단순화의 아름다움, 유한 요소 해석
42	공학으로 세상 따라잡기		있을 수도 있고 없을 수도 있다? 양자의 성질을 이용한 양자컴퓨터의 등장
46	특집기사		'경계를 넘어서' 이노베이트 코리아 2019
48	책 읽어주는 공대생		『당신에게 반려동물이란』 『도시는 무엇으로 사는가』
50	공대 뉴스		
51	십자말풀이 편집후기		

모기 박멸 프로젝트

글
신주찬, 산업공학과 3

편집
심수정, 재료공학부 3

독자 여러분, 역사상 인간의 생명을 가장 많이 앗아간 동물이 무엇인지 알고 계신가요? 보통 사자나 상어 같은 맹수를 많이 생각하실 텐데요. 예상 외로 인간의 생명을 가장 많이 앗아간 동물은 바로 ‘모기’입니다. 모기는 작지만 인간의 피를 빨아 먹으며 지카 바이러스, 말라리아, 일본뇌염 등의 각종 전염병을 옮기는 매개체로 인간에게 막대한 피해를 끼치고 있습니다. 작게는 여름 밤잠을 방해하는 것에서부터 크게는 사람의 생명까지 앗아가는 모기. 독자 여러분도 한 번쯤 모기가 세상에서 없어졌으면 하는 생각을 해보셨을 겁니다. 이러한 생각은 최근 모기 박멸과 관련된 실질적인 연구를 통해 조금씩 현실화될 조짐을 보이고 있는데요, 실제로 작년 11월에는 영국의 한 연구팀이 유전공학 기술을 이용하여 모기 박멸 가능성을 확인했다고 합니다. 이번 기사에서는 모기 박멸 프로젝트의 여러 방법과 이에 부작용은 없는지 알아보도록 하겠습니다!

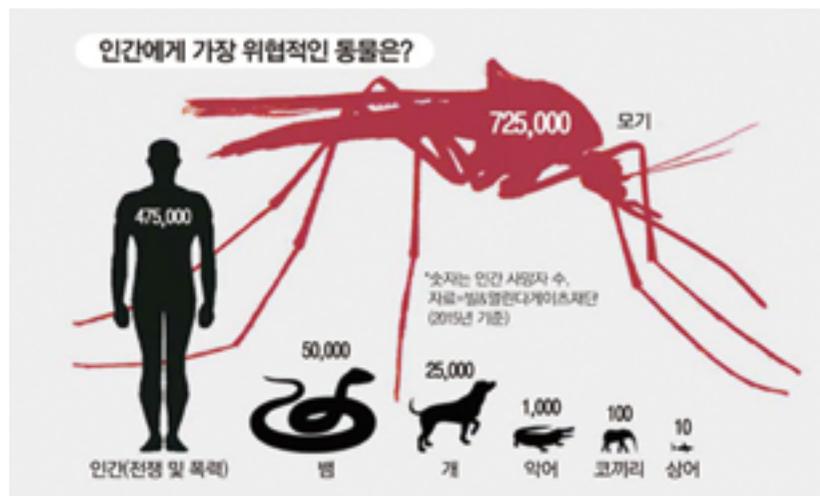


불임 유전자를 가진 모기, 야생 모기



후손은 거의 100% 불임 유전자를 물려받음

▲ 유전자 드라이브 방법을 이용한 모기 박멸

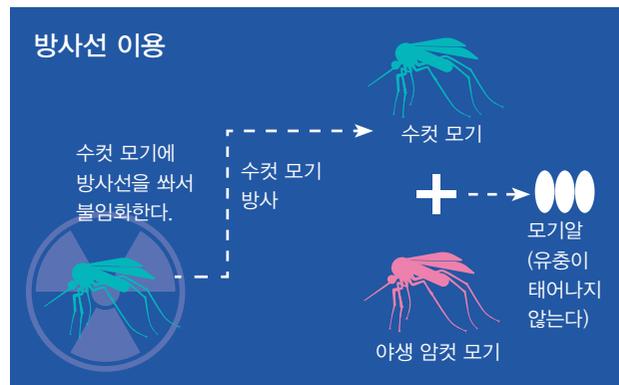


▲ 인간에게 가장 위협적인 동물 모기

모기 박멸의 첫 번째 방법은 ‘유전자 드라이브 기술’이라고 불리는 유전공학적인 방법을 사용하는 것입니다. 유전자 드라이브 기술은 특정한 유전 형질이 세대를 거치며 종 전체로 유전될 수 있도록 하는 생명공학 기법을 말합니다. 이 기술을 사용하여 사람의 피를 빨아먹는 암컷 모기를 불임으로 만들어 더 이상 후손을 만들지 못하게 하는 것인데요, 우선 수컷 모기의 유전자에 불임 유전자를 붙이고, 이를 유전자 가위와 함께 수컷 모기에 집어넣는 유전자 조작을 진행합니다. 유전자 가위는 DNA의 특정 부위를 자르

는 유전자 편집 기술에 필요한 인공 효소를 말합니다. 특정 부위를 자른 곳에 원하는 유전 형질을 가진 DNA를 넣음으로써 유전 형질을 바꾸는 것이죠. 불임 유전자와 유전자 가위가 함께 투입된 수컷 모기와 교미한 암컷 모기로부터는 불임 유전자와 가임 유전자를 물려받은 후손 모기들이 나옵니다. 수컷으로부터 불임 유전자를, 암컷으로부터 가임 유전자를 물려받은 것이죠. 여기서 유전자 가위가 가임 유전자를 잘라내고 그 자리에 불임 유전자를 넣는 작업을 하게 됩니다. 이러한 과정이 거듭되면 점차 후손 모기들 중 가임 유전자를 가진 모기들이 사라지게 되는 것입니다. 이와 같은 유전자 드라이브 기술은 불임 유전자 외에도 모기 스스로 죽게 만드는 자살 유전자, 후손의 날개를 망가뜨리는 유전자 등을 이용해 모기 박멸을 시도합니다.

두 번째 방식은 방사선을 이용하는 것입니다. 수컷 모기에 엑스선, 감마선 같은 방사선을 노출시켜 불임으로 만든 뒤 암컷과 교미를 하게 하면, 이 모기가 낳은 알에서는 유충이 태어나지 않습니다. 수컷 모기의 경우 인간의 피를 빨아 먹지 않기 때문에 방사선 모기가 인간을 물어 피해를 끼칠 일은 없습니다. 그러나 이러한 방식은 방사선 수컷 모기가 기존 수컷 모기에 비해 암컷 모기와의 교미에서 경쟁력이 떨어지고, 생존력 또한 뒤쳐져 모기 박멸에 이르기까지는 한계점이 있습니다. 하지만 최근 미국 미시건 주립대 연구팀에서 이러한 한계를 극복한 방사선 박멸 연구 성과가 나왔는데요, 암컷과 수컷 모기 모두를 곤충 세포 속에서 살아가는 볼바키아 박테리아에 감염시킨 후 방사선을 쬐는 방법입니다. 볼바키아 박테리아는 두 가지 부분에서 모기 박멸에 효과가 있습니다. 첫째는 볼바키아 세균에 감염된 상태로 태어난 모기의 수명은 일반 모기 평균 수명의 절반으로 줄어들게 되는 것이고, 둘째는 박테리아에 감염된 수컷과 정상적인 암컷이 교미하게 되면 배아 발생 초기에 이상이 발생하여 알이 부화하지 못하게 되는 것입니다. 위 실험에서 쬐어주는 방사선은 수컷의 생식능력을 떨어뜨리지 않고, 암컷만 불임으로 만들어 암컷 모기와의 교미에서 경쟁력이 떨어지지 않습니다. 이러한 방법을 통해 형성된 모기집단이 자연에 풀어질 경우 불임 모기와 박테



▲ 방사선을 이용한 모기 박멸

리아에 감염된 모기의 개체 수가 늘어나 모기 박멸에 큰 효과를 나타낼 것입니다.

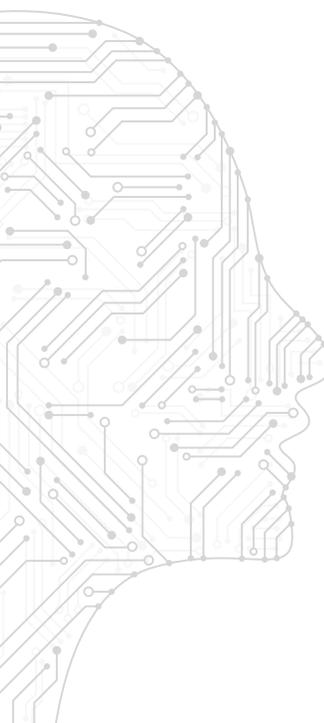
이와 같은 모기 박멸 프로젝트가 성공적으로 진행된다면 모기 없는 세상을 실현시킬 수도 있을 것입니다. 하지만 일각에서는 이러한 모기 박멸 과정 또는 결과로부터 발생할 수 있는 부작용에 대한 우려를 표하고 있는데요, 가장 큰 우려점은 생태계 교란입니다. 지구상에서 1억 년 넘게 살아온 모기를 멸종시키게 되면 포식자의 먹이가 사라지거나, 꽃가루의 매개체가 없어져 생태계 균형이 파괴되는 일이 발생할 수도 있다는 것이죠. 한 예로 북극 툰드라 지역의 순록은 모기떼를 피해 바람을 거슬러 이동하는데, 모기가 사라지게 되면 순록 떼가 다른 지역으로 이동하지 않게 되어 툰드라 지역의 생태계에 혼란이 생길 가능성이 제기되고 있습니다. 또한, 모기 박멸을 위해 사용한 불임 유전자가 다른 생명체에 잘못 전달되어 다른 개체의 멸종을 야기할 수도 있다는 주장도 있습니다. 이렇듯 아직 모기 박멸 프로젝트에는 여러 가지 검증해야 할 사항들이 남아있습니다. 다양한 모기 박멸 방법이 생태계에 미칠 영향을 정확히 예측하여 해결 방안을 고안해낸다면, 조만간 모기 없는 세상을 살아갈 날이 올지도 모르겠습니다. 공상

그림 출처

1. 이병문, '모기 만만히 보지 마세요.. 매년 감염으로 72만명 사망', 매경 이코노미, 2016
2. 이영완, '말라리아, 씨 말려라', 조선일보, 2016

화웨이와 IEEE의 상리공생

글 서지영, 조선해양공학과 1
 편집 손성현, 원자핵공학과 3



최근 세계 1위 통신업체인 화웨이의 스마트폰에서 백도어가 발견되어 미국과 중국과의 관계가 한층 악화되었습니다. 백도어란 어떤 제품이나 컴퓨터, 암호 시스템 또는 알고리즘에 접근할 수 있도록 정상적인 인증 절차를 우회하는 방법입니다. 백도어의 본 기능은 시스템 관리자나 프로그래머가 편의를 위해서 보안상 절차를 거치지 않고 다른 기기에 접근할 수 있게 하는 것입니다. 하지만 해커들은 이를 악용하여 시스템에 저장되어 있는 데이터를 마음껏 열람하거나 유출까지 할 수 있지요. 이와 같은 문제 때문에 미국은 보안 문제를 내세우며 화웨이 제품을 수출하거나 반입하는 것을 금지하는 행정명령을 선포했습니다.

이 명령에 따라 미국에서 설립된 전기 통신 분야 세계 최대 학술 단체 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)에서는 IEEE가 편찬하는 정기 간행물에 대한 원고 심사와 편집 과정에 화웨이 직원이 참여할 수 없도록 하는 내부 조치를 발표했습니다. 이에 중국전자학회, 중국통신학회, 중국인공지능학회 등 중국 10개 학회는 학술 교류의 정치화에 강력히 반대한다는 내용의 공동 성명을 내놓으며 거센 반대 입장을 보였습니다. 그러자 IEEE는 화웨이 배제 방침을 철회하겠다고 당초 입장을 번복했습니다. 이러한 사건을 공대상상 독자 여러분의 입장에서 바라보았을 때 궁금한 점이 두 가지 생길 것 같네요. 첫째, ‘중국 학자들은 왜 수많은 학술 단체 중 하나인 IEEE의 방침에 예민하게 반응한 것일까?’ 그리고 둘째, ‘IEEE는 왜 수많은 전기 통신 기업 중 하나인 화웨이의 반발에 한 수 적은 것일까?’ 위의 두 질문에 대한 답을 하기 위해서는 화웨이와 IEEE는 어떤 기업과 단체인지, 그리고 그 둘이 어떤 관계를 맺고 있는지에 대해서 알아보아야 합니다.

한국어로 전기전자학회라고 하는 IEEE는 현재 세계 최대의 전기 전자, 정보 통신, 컴퓨터 분야의 전문가 단체로, 전 세계 175개국 36만여 명의 전문가들이 회원으로 가입해 있어 세계적인 권위를 가지고 있습니다. IEEE는 IT, 통신, 교통, 에너지, 바이오 메디컬 등 여러 산업에서의 기술 표준을 정하고 공표하는 일을 합니다. 기술 표준이란 통일된 공학 및 기술 기준, 방식, 프로세스, 파편들을 확립해 놓은 공식 문서라고 할 수 있습니다.

이를 체계적으로 구현하기 위해서 IEEE 산하에는 여러 가지 세분화된 분야를 연구하는 학회들이 있는데요, 유비쿼터스와 미래 네트워크를 다루는 IEEE ICUFN, 네트워크 기반 시설과 디지털 콘텐츠를 다루는 IEEE IC-NIDC들이 그 예입니다. IEEE가 정한 표준 기술 중 IEEE 802.11(무선 네트워크)이 가장 대표적입니다. 이 기술은 무선랜, 와이파이로 불리는 좁은 지역에서의 컴퓨터 무선 네트워크에 사용되며, 802.11이라는 숫자는 LAN/MAN 표준 위원회(802)의 11번째 워킹 그룹에서 개발되어서 붙여졌습니다. IEEE 802.11은 1997년에 처음으로 개발되어 네트워크 표준 주



IEEE 로고

과수, 채널 대역폭, 스트림당 데이터 속도 등이 최대 전송률을 증가시키는 방향으로 정기적으로 개정되고 있습니다. 우리가 매일같이 쓰는 무선 네트워크가 IEEE가 정한 표준 규격에 맞게 지켜지고 있었다는 것이 놀랍지 않나요?

화웨이는 중국에서 가장 큰 네트워크 및 통신장비 공급업체입니다. 화웨이가 최근 가장 주력하는 사업은 5G를 서비스하기 위한 통신장비인데요, 5G는 1GB를 10초 안에 받을 수 있는 기가비트급 속도(4G 대비 200배)와 용량을 기반으로 IoT, 자율주행차, 증강현실, 드론 등 4차 산업혁명 시대를 이끌 핵심 기술입니다. 화웨이는 LTE 시절부터 저가경쟁을 통해 몸집을 키운 뒤, 늘어난 물량을 바탕으로 기술력을 키우는 전략을 사용했는데, 이제는 가격도 경쟁사보다 20~30% 저렴한 것은 물론 기술력 또한 세계 최고 수준을 자랑하고 있습니다. 우리나라 통신사인 LG 유플러스는 이미 화웨이를 통신장비 업체로 선정했고, SKT과 KT도 이를 긍정적으로 생각하고 있습니다.

화웨이 노아의방주연구소(Noah's Ark Laboratory) 최고의 계산 비전 분야 과학자 티엔치(Qi Tian)은 IEEE의 핵심 구성원으로서 IEEE 국제 학술지의 편집을 담당하고 있습니다. 또한, 화웨이 미학연구소 광네트워크의 수석 연구원 Xiang Liu 역시 IEEE의 광통신 분야 편집장을 담당하고 있죠. 이처럼 화웨이의 여러 기술자들은 IEEE에서 상당한 비중을 차지하며 활발하게 기술을 공유하고 있으나 이제는 IEEE의 제재로 인해 이 교류가 전부 가로막힐 위기에 처한 것입니다. IEEE의 입장에서도 화웨이와의 마찰이 좋지만은 않았는데요, 화웨이가 활발하게 연구하던 통신 분야에서의 유능한 연구원들을



화웨이 로고

잃는 것이기 때문입니다.

자, 이제 궁금증이 해결되었나요? 각자의 분야에서 최고로 권위있는 단체와 기업인 IEEE와 화웨이는 이처럼 상리공생하며, 떼어놓을 수 없는 관계를 맺고 있습니다. 기술이 점점 정교해지고 고도화되는 오늘날, 협력의 중요성은 더욱더 커지고 있습니다. 공상

참고 자료

1. 유성민, 〈미국은 왜 화웨이만 콕 집어 두들겨 팼까〉, 《동아일보》, 2019.2.22., <http://shindonga.donga.com/3/all/13/1643364/1>, 2019.8.12.
2. 원병철, 〈세계 최초 5G 상용화와 화웨이 장비 보안성 논란〉, 《보안뉴스》, 2018.7.26., <https://www.boannews.com/media/view.asp?idx=71706>, 2019.8.12.
3. 이근우, 〈미국, 화웨이 때리기의 숨은 진실〉, 《매일경제》, 2019.2.18., <https://www.mk.co.kr/opinion/columnists/view/2019/02/96849/>, 2019.8.12.
4. IEEE, 《전세계규격사전》, 국제규격연구회, 2010
5. 이옥봉, 〈LG Wi-Fi 표준 기술 및 동향〉, 《LG 전자 차세대 통신 연구소》, 2014, 149쪽

그림 출처

1. IEEE, www.ieee.org
2. 안별 기자, “화웨이, 안드로이드 대체할 OS ‘홍명’ 공개”, ChosunBiz, 조선일보, 2019. 08. 09, biz.chosun.com/site/data/html_dir/2019/08/09/2019080902054.html

건축물을 무너뜨리는 찰나의 순간, 발파 해체 공법



▲ 발파 해체 공법을 적용한 건물 해체 사진

건축물도 인간처럼 삶을 살아갑니다. 태어나고 죽는 것이 사람의 삶이라면 건설되었다가 파괴되는 것이 건축물의 삶이고, 그 과정을 건축물의 생애주기라고 합니다. 하지만 사람과는 달리 건축물의 삶에는 특별한 점이 있는데요, 바로 탄생 이전에 죽음이 선행되어야 한다는 것입니다. 다소 심오하지만, 쉽게 말해 유한한 땅 위에서 무한히 건축물을 건설할 수는 없기 때문에 새로운 건축물을 건설하려면 이전의 건축물을 파괴하는 과정이 필연적이라는 의미입니다. ‘건축물을 어떻게 지을까?’에 못지 않게 ‘건축물을 어떻게 파괴할까?’ 역시 건설에서 주요한 논의이기 때문에 이에 따라 다양한 건축물 해체 공법이 존재한답니다. 이번 기사에서는 다양한 건축물 해체 공법 중 하나인 발파 해체 공법에 대해 소개하려고 합니다. 그럼 지금부터 폭파로 건축물을 무너뜨리는 발파 해체 공법에 대해 알아볼까요?

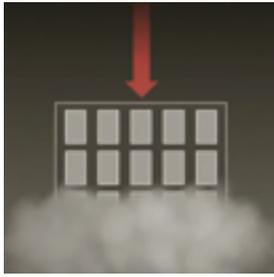
글
이지훈, 기계항공공학부 1

편집
김소현, 기계항공공학부 2

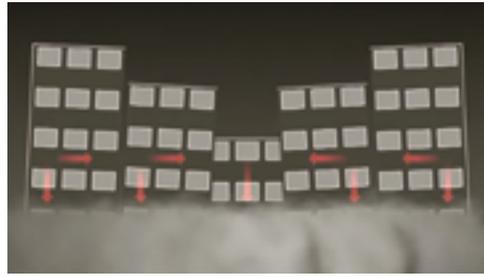
독자 여러분은 ‘건물 폭파’라고 하면 어떤 장면이 떠오르시나요? 저는 영화 속 테러리스트가 버튼 하나로 고층 건축물을 무너뜨리는 무시무시한 장면이 떠오릅니다. 이러한 이미지 때문인지 저를 포함한 많은 사람들이 흔히 건축물 폭파를 부정적으로 받아들이죠. 하지만 걱정과 달리 폭파를 이용한 건물 해체는 안전할 뿐만 아니라 실생활에서 많이 사용하는 건물 해체 공정입니다. 이렇게 폭파를 통해 건축물을 해체시키는 방법을 아울러서 ‘발파 해체 공법’이라고 한답니다.

발파 해체 공법을 사용하기 전에는 건축물을 무너뜨릴 때 기계적 충격에 의한 공법을 주로 사용하였습니다. 크레인 선단에 철펀으로 이루어진 공인 강구를 매달고 수직 또는 수평으로 흔들며 건물을 타격하여 그 충격으로 건축물을 파괴하는 ‘강구에 의한 공법’ 또는 압축공기를 이용하여 쇠로 만든 연장인 정을 반복적으로 타격시켜 콘크리트를 파쇄하는 ‘수동공구에 의한 공법’ 등이 대표적인 기계적 충격에 의한 공법입니다. 하지만 기계적 공법은 큰 단점을 가지는데요, 바로 진동, 소음, 분진 등의 공해를 발생시켜 인근 주민들에게 오랜 기간 피해를 입힌다는 점입니다. 또한 건축 기술이 발전함에 따라 대형화, 고층화된 건축물이 등장하면서 기계적 공법만을 이용해서 건물을 해체하기가 어려워졌습니다. 이러한 기술적인 한계를 극복하기 위해 등장한 기술이 바로 발파 해체 공법입니다. 발파 해체 공법의 가장 큰 장점은 짧은 시간 안에 건물을 해체시킬 수 있다는 것입니다. 화약을 터뜨린 후 수 초 내에 건물이 완전히 무너지기 때문에 공사 기간이 짧아 경제적이고, 또 피해를 입는 기간과 규모도 줄일 수 있었죠.

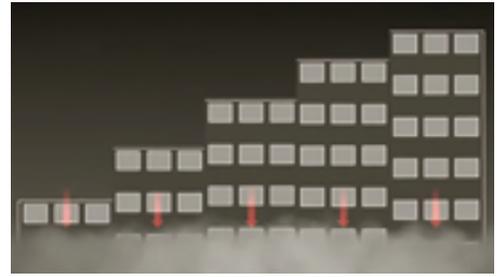
그렇다면 발파 해체 공법에는 어떤 원리가 작용할까요? 화약을 터뜨리는 방법을 사용하기 때문에 폭발력이 작용한다는 것은 분명하죠. 하지만 발파 해체 공법의 핵심 힘은 바로 ‘중력’입니다. 폭발력에 비해서 중력은 한없이 작은 힘으로 느껴지기 쉽습니다. 그렇다면 어떻게 중력으로 거대한 건축물을 무너뜨릴 수 있을까요? 이를 이해하기 위해서는 먼저 발파 해체 공법의 과정을 알아야 합니다. 발파 해체 공법을 위해서는 건물 전체가 아니라 건물 하단에서 전체를 지탱하는 기둥, 보, 벽체 등의 지지점에 화약을



▲ 단축 붕괴 공법



▲ 내파 공법



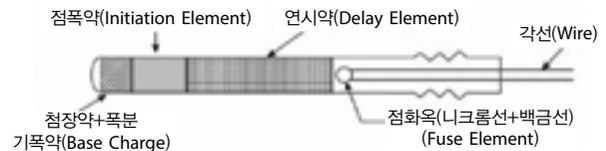
▲ 점진 붕괴 공법

설치해야 합니다. 지지점이 파괴되면 건축물은 불안정한 상태가 됩니다. 그러면 중력에 의해 건축물이 아래로 가라앉게 되는데, 이때 건축물 내부에서 자체 중력이 작용하여 상층부와 하층부가 충돌함으로써 건축물이 완전히 파괴되는 것입니다.

발파 해체 공법의 핵심적인 힘이 중력인 만큼, 중력이 폭파 중인 건물에 어떻게 작용하느냐에 따라 다양한 발파 해체 공법이 존재하는데, 그중 세 가지 공법에 대해 소개해드리겠습니다. 먼저 건축물이 수직 방향으로 가라앉도록 폭파하는 공법을 ‘단축 붕괴 공법’이라 합니다. 이는 건물이 존재하던 구역 안에서 파괴되기 때문에 피해 범위가 좁고, 따라서 도심지역과 같은 주변에 건축물이 많은 지역에서 사용됩니다. 다음으로 건축물의 중앙 부분이 먼저 수직 방향으로 가라앉고 양쪽 끝부분이 안쪽으로 함몰되도록 폭파하는 공법을 ‘내파 공법’이라 합니다. 내파 공법도 단축 붕괴 공법처럼 피해 범위가 좁기 때문에 도심에 위치한 폭이 넓은 건물을 파괴시킬 때 주로 사용됩니다. 마지막으로 ‘점진 붕괴 공법’이 있는데요, 이 공법은 화약을 차례대로 터뜨려 건축물을 점진적으로 붕괴시키는 공법입니다. 점진 붕괴 공법은 부분적으로 건물이 붕괴되기 때문에 소음 피해를 줄일 수 있고, 땅에 가해지는 진동도 분산시킬 수 있습니다.

흥미롭게도 건축물의 붕괴 공법을 결정하는 것은 오래 지속되는 폭파 이후의 현상이 아니라 찰나의 순간에 작용하는 폭발력입니다. 그렇기에 발파 해체 공법은 적절한 시간차를 두고 화약을 터뜨리는 기술이 정말 중요한데요, 이러한 화약 발파 기술을 ‘단발발파’라 지칭합니다. 사람의 감각에는 한계가 있기 때문에 정확한 단발발파를 위해서는 화약의 기폭 장치인 뇌관이 사용되는데, 뇌관

중에서 화약이 발파되는 시간을 지연작용[●]으로 지연시킬 수 있는 것을 지발뇌관이라 합니다. 단발발파를 위해 사용되는 지발뇌관은 크게 MS지발과 DS지발 두 가지로 분류할 수 있는데, MS지발의 지연시간은 약 0.025초이고 DS지발의 지연시간은 약 0.25초입니다. 이토록 찰나의 순간을 조절하여 거대한 건축물을 무너뜨리는 공법을 결정짓는다는 사실이 놀랍지 않나요?



▲ 지발뇌관

지금까지 건축물을 폭파시켜 해체하는 발파 해체 공법에 대해 알아보았는데, 폭파라는 둔탁한 단어 아래에 이토록 체계적인 과학적 원리와 기술이 숨겨져 있습니다. 건축물 폭파는 영화 속 테러리스트에 의해서 일어나는 파괴적인 공격의 수단이 아니라 공학 기술자들에 의해 계획되고 실행되는 일상적이고 안전한 건물 해체 공법입니다. 공상

● 뇌관의 점화옥과 기폭약 사이에 연시약을 삽입하여 시간 격차를 주어 뇌관을 폭발시키는 것

참고 문헌

- 김상수·황현주, 국내 도심지 건물 폭파해체 사례와 평가, 대한토목학회지 제41권 제1호, 1993. 2.
- 김희창, 건물해체 공법과 전망, 화약·발파 제 11권 제 3호, 1993.

그림 출처

- 1. Designing Buildings Wiki, Explosives, 2017.06.05.
- 2, 3, 4. BS다큐, 원더풀 사이언스 순간의 과학 발파해체(www.youtube.com/watch?v=FprYxbw6TX8)
- 5. 아이올리고: 기술사(www.ioligo.com)

분자요리 실험실에 가다, 수비드 조리법

글
신원준, 재료공학부 2

편집
김소현, 기계항공공학부 2



▲ 진공포장된 식재료

안녕하세요, 독자 여러분! 지난 호에서는 기름 없이 튀김 요리를 만들어내는 ‘에어 프라이어의 마법’에 대해 함께 알아보았지요. 과연 이번 호에서는 어떤 흥미로운 소재를 함께 알아볼까 벌써부터 설레지 않나요? 새로운 조리법과 주방 기구들이 등장함에 따라 음식과 요리도 빠르게 발전하고 있어, 현대의 주방은 끊임 없이 변화하는 중입니다. 이번 호에서 소개하는 ‘수비드(sous-vide) 조리법’은 재료에 대한 과학적인 분석을 기반으로 하는 조리법입니다. 지금부터 어떠한 과학적 원리가 수비드 조리법에 담겨있는지 함께 알아보도록 해요!

분자요리법은 주방에 과학을 접목하려는 시도를 통해 탄생한 요리의 새로운 패러다임입니다. 분자요리법이란 재료의 성질을 분자 단위까지 들여다본 후, 이를 바탕으로 새로운 맛과 질감을 내도록 개발한 요리법을 말합니다. 조리 과정에서 주사기, 스포이트 등의 화학 실험 도구와 알긴산과 같은 화학 물질을 사용하기에 요리보다는 화학 실험을 하는 것처럼 보이기도 하지요. 이렇게 마치 실험을 하는 듯한 과정을 통해 탄생한 요리를 분자요리라고 합니다.

수비드 조리법

수비드 조리법은 분자요리법 중 가장 대표적인 요리법입니다. 각 식재료의 특성에 적합한 저온에서 장시간 조리하여 만들기 때문에 저온 조리법이라고도 하지요. 완전 밀폐와 가열처리가 가능한 비닐 속에 재료와 양념을 넣은 상태로 진공포장을 한 후, 일반적인 조리온도보다 상대적으로 낮은 60°C 정도의 온도에서, 많게는 72시간 동안 조리하게 됩니다. 이러한 수비드 조리법은 음식의 맛뿐만 아니라 향, 질감, 수분, 그리고 영양소까지 효과적으로 유지할 수 있습니다.

조리과정

우선 진공포장기와 물의 온도를 일정하게 유지시켜주는 수비드 기계를 준비합니다. 이후 식재료를 양념과 함께 내열성 비닐에 넣어 진공포장하는 과정을 거칩니다. 다음으로 일정한 온도를 유지하는 물속에 넣어 장시간 가열합니다. 재료와 원하는 식감에 따라 달라질 수 있겠지만, 물은 대략 50~80°C 정도를 유지해야 합니다. 단 몇도 차이로 원하는 맛과 식감이 나오지 않을 수 있기 때문에, 온도 설정 및 유지에 신경써야 하지요.

수비드 조리법의 원리

수비드 조리법은 육류, 어패류를 비롯한 야채, 과일 등 모든 식재료에 활용할 수 있으나 주로 육류와 생선 등의 고기 요리에 사용됩니다. 일반적으로 고기 요리를 할 때에는 아주 뜨거운 온도에서 조리합니다. 그런데 어떻게 수비드 조리법에선 미지근한 물로 고기를 익힐 수 있을까요? 육류의 주성분이 단백질이라는 사실은 익히 알고 있을 것입니다. 단백질은 각각의 성질에 따라 다양한 입체 구조를 가지고 있는데, 조리 과정에서 열에 의해 육류 내 단백질 분자의 입체 배열과 형태가 크게 바뀌면 고유

한 성질을 잃어버립니다. 이러한 변성의 결과로 고기의 질감이 바뀌는 것이지요.

육류 내 존재하는 단백질 분자들의 종류는 다양한데, 조리 시 신경 써야 할 주요 단백질들의 변성온도를 살펴보도록 하겠습니다. 주요 단백질에는 미오신, 콜라겐, 액틴이 있으며, 이들의 변성온도는 각각 50°C, 40°C, 66°C입니다. 이 중 미오신과 콜라겐은 변성되었을 때 질감이 더 부드러워지지만, 액틴은 변성 시 더욱 질겨지기에 50°C 이상 65°C 이하의 온도로 장시간 조리한다면 미지근한 물로도 고기를 부드럽게 익힐 수 있지요. 실제로 수비드 조리법으로 조리한 고기는 굵거나 삶았을 때보다 훨씬 부드러운 육질을 자랑합니다. 이때 재료의 근육조직에 어떤 단백질이 얼마나 있냐에 따라 단백질 변성온도는 달라집니다. 그렇기에 수비드 조리법의 핵심 원리는 온도에 의한 단백질의 변성을 조절하는 것입니다. 재료 내 단백질의 종류에 따른 변성온도를 정확히 파악하여 적당한 온도와 시간을 설정함으로써 단백질의 변성을 효과적으로 조절해야 합니다.

수비드와 안전성

많은 사람들이 수비드 조리법을 떠올리면 식중독에 대한 우려하곤 합니다. 수비드 조리법은 비교적 낮은 온도로 조리하기에 조리온도를 정확하게 지켜주지 않으면, 식중독균이 증식하기 좋은 환경을 만들어 줄 수 있는 것이 사실입니다. 진공포장이 산소를 제거해 산화작용과 호기성[●] 식중독균의 증식을 막아 부패를 방지하는 데에 효과적이라고는 하나, 혐기성^{●●}균에게는 좋은 환경일 수 있으며 아포^{●●●}를 생성하는 균들이 멸균되지 않으므로 조리 후에도 얼마든지 증식할 수 있습니다.

살균이란, 균체에 물리적이나 화학적 자극을 가하여 세균을 단시간에 죽이는 것을 말합니다. 미생물 내 세포벽을 무너뜨리거나 단백질을 변성하는 등 다양한 방식이 있으며, 요리할 때엔 일반적으로 고온에서 가열하여 살균합니다. 하지만 이와 다르게 수비드 조리법에서는 저온 살균법을 활용하는데, 저온 살균법(Pasteurization)이란 100°C 아래의 저온에서 장시간 가열하여 살균하는 방법을 말합니다. 파스퇴르에 의해 고안된 포도주의 살균법으로, 고온에서 변질되기 쉬운 식품을 살균하는 데에 매우 효과적이지요.

수비드 조리법은 살균을 위해, 구체적 조리온도를 제시합니다. 약 55°C를 넘기면 대부분의 병원성 균은 사멸되므로, 55°C 이상에서 충분히 가열하면 안심할 수 있습니다. 이때 온도를 10°C 올리면 시간이 10배는 단축되므로 가급적 식재료의 액틴 변성온도 직전까지 온도를 높이는 것이 유리합니다. 더욱이 잘 가열되지 않는 중심부 온도까지 긴밀히 신경 써야 하는데, 효과적인 방법은 가능한 한 식재료를 얇게 만들어 중심과의 거리를 짧게 하는 것이죠.

지금까지 재료와 조리과정을 분자적 관점에서 분석하여 새로운 맛과 질감을 선사하는 분자요리인 수비드 조리법에 대해 알아보았습니다. 고온으로 익히지 않기에 영양 파괴가 적고 맛과 형태, 육즙을 보존해주며 부드러운 식감을 선물해주는 조리법이지요. 스테이크와 같은 양식에 주로 사용되던 이 조리법은 현재 한식에까지 널리 이용되고 있습니다. 육류가 메인 재료로 사용되는 보쌈, 갈비찜 등의 고기요리 전문점을 가면 수비드 조리법을 사용한 메뉴를 간간히 찾아볼 수 있습니다. 수비드 조리법으로 조리한 고기의 보다 부드러운 식감, 그 안에 가득한 육즙과 풍미를 앞으로 더 재밌게 즐길 수 있기를 바랍니다. 지금까지 분자요리 실험실에서 수비드 조리법에 대해 알아보는 시간이었습니다! 공상



▲ 수비드 기계



▲ 육류의 일반 조리법과 수비드 조리법 비교

- 공기 중의 산소를 좋아한다는 뜻. 산소를 필요로 한다는 의미.
- 공기 중의 산소를 싫어한다는 뜻. 산소를 필요로 하지 않는다는 의미.
- 특정 균체 내부에 형성되는 원형 또는 타원형의 구조. 포자라고도 함.

사진 출처

- 1,2 AIO 수비드, aiosousvide.com/2016/11/08/kakapolater-htm/, Accessed 6 August 2019.
- 3 AIO 수비드, aiosousvide.com/2016/11/24/by-htm/, Accessed 6 August 2019.

참고자료

- 1 권성훈 기자, "저온에서 장시간 숙성 '수비드 요리법' 관심." 매일신문, 7 November 2015, news.imaeil.com/Life/2015110701095512246, Accessed 30 July 2019.
- 2 송우영 기자, "음식점주방의 新성장동력 저온진공조리법 '수비드'" 머니투데이 월간 외식경영, 27 September 2010, news.mt.co.kr/mtview.php?no=2010092719163717129, Accessed 30 July 2019.
- 3 수비드림, sousvidream.com/page/index?tpl=etc%2Fsousvide.html, Accessed 30 July 2019.

반도체 소자의 소형화

우리는 TV, 휴대전화, 컴퓨터 등 수많은 전자기기와 함께 살고 있습니다. 특히 스마트폰은 우리 삶에서 떼어낼 수 없을 정도로 우리와 가까운 관계를 유지하고 있습니다. 그렇지만, 사실 초기의 휴대전화는 벽돌과 비교할 만큼 크고 무거웠다는 사실, 알고 계시나요? 휴대전화뿐만 아니라 대부분의 전자기기들이 반도체의 소형화에 따라 작고 가벼워지면서 비로소 대중화될 수 있었답니다. 이렇게 전자기기의 대중화에 크게 기여한 반도체 소형화의 역사를 살펴봅시다!



[그림 1] 다이오드

반도체란?

반도체는 도체와 부도체의 중간적 성질을 가지는 물질입니다. 순수한 상태에선 보통 부도체에 가까운 성질을 띠지만 온도를 조절하거나 13족이나 15족 불순물을 첨가해 자유전자나 양공을 만듦으로써 전기전도도를 조절할 수 있습니다. 이러한 성질을 바탕으로 반도체는 전자기기에서 정보의 저장 및 처리를 담당하여 기기의 성능을 결정하는 데에 중요한 역할을 합니다. 그러므로 전자기기의 성능개발과 소형화를 위해서는 반도체의 발전이 필요했습니다.

반도체 소자의 시작, 다이오드(2극 진공관) - 1904년, 존 앰브로즈 플레밍

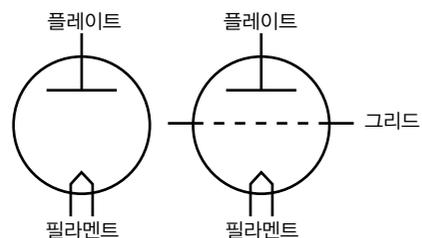
반도체 소자의 시작은 통신 기술과 연관되어 있습니다. 통신 기술의 핵심은 '멀리 떨어진 사람과 얼마나 빠르게 소통하는가?'였습니다. 전기는 빠르게 전달된다는 장점이 있었는데, 거기에서 19세기에 전기신호를 글자, 숫자로 바꾸는 모스 부호의 탄생으로 인해 전기신호는 통신 기술의 핵심으로 자리를 잡게 되었습니다. 이후 통신 기술이 발전하여 무선으로 신호를 보낼 수 있게 되었죠. 하지만 무선 전신을 받을 때에는 필요한 신호를 제외한 나머지를 없애야만 했습니다. 이때 발명된 것이 바로 다이오드(2극 진공관)입니다. 진공 상태에서 금속을 가열하면 전자가 방출되는데, 다이오드는 이 전자를 전기장으로 제어함으로써 한 방향으로 이동시켜 정류의 역할을 할 수 있었습니다.

다이오드의 발명으로 신호를 비로소 정확히 수신할 수 있게 되었습니다. 하지만 전기신호는 전달 거리가 증가하면 세기가 약해지는 현상이 있었기 때문에 장거리 정보 전달에서 여전히 한계점을 가지고 있었는데, 이를 보완하기 위해 약해진 신호의 에너지를 증가시켜 출력하는 증폭기가 발명되었습니다.

정류 작용에 증폭 작용까지, 진공관(3극 이상) - 1906년, 리드 포리스트



[그림 2] 진공관



[그림 3] 2극 진공관(좌), 3극 진공관(우)

앞의 다이오드는 전극이 2개인 2극 진공관입니다. 2극 사이에 1개의 전극([그림 3]의 그리드)을 추가한 것이 3극 진공관인데, 2극 진공관처럼 정류 작용을 할 뿐 아니라, 입력 전극이 추가된 3극 진공관은 플레이트와 음극 간 흐르는 전류와 전압을 제어함으로써 증폭 작용을 할 수 있었습니다. 이후 진공관은 정류, 증폭 작용을 바탕으로 여러 전자기기의 핵심 부품이 되었습니다.

그러나 진공관은 당시 전자기기의 핵심 부품이었지만 큰 부피를 차지했고, 내구력

글
김태훈, 조선해양공학과 1
편집
노주현, 화학생물공학부 4



이 약했습니다. 또한, 작동을 위해 금속을 가열해야 하므로 많은 전력이 소모되었고, 과도한 발열과 짧은 수명 등의 단점을 가지고 있었기 때문에 이를 보완할 수 있는 새로운 반도체 소자가 필요하였습니다.

진공관의 트랜지스터 - 1947년, 존 바딘, 윌리엄 쇼클리, 윌터 브래든



[그림 4] 트랜지스터

1940년대 초, 미국의 통신회사인 AT&T에서는 전화 시스템과 관련하여 한 가지 고민을 가지고 있었습니다. 초기 전화는 교환원이 수동으로 전화를 연결해주는 방식이었기 때문에 인건비가 필요하

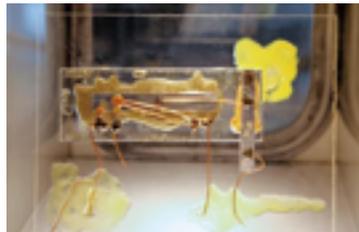
다는 것이었죠. 이 문제를 해결하기 위해 사람 사용하는 대신 진공관을 사용한 자동식 교환기를 도입하였습니다. 하지만, 진공관은 앞에서 말한 많은 단점을 가지고 있었고, 그로 인해 잦은 고장을 일으켜 폭증하는 통화량을 감당할 수 없었죠. 그래서 AT&T 회사의 산하 연구소인 벨 연구소에서는 진공관을 대체할 반도체 소자를 찾는 데 열중하였습니다.

그 결과로 트랜지스터가 발명되었습니다. 트랜지스터는 p형 반도체[●]와 n형 반도체^{●●}를 결합하여 만든 반도체 소자입니다. 이는 전자의 흐름을 조절하기 위해 금속을 가열해야만 했던 진공관과는 다르게 p형 반도체와 n형 반도체를 사용함으로써 전자의 흐름을 제어할 수 있었기에 진공관의 발열, 크기, 전력 소모와 같은 다양한 문제를 해결하였습니다. 그러나 전자기기의 기능이 복잡해지면서 소자들을 연결해 주어야 하는 부분이 증가하였고, 이런 연결점들이 전자기기 고장의 주요 원인이 되었습니다.

트랜지스터들의 모임 IC회로(집적 회로) - 1958년, 잭 킬비



[그림 5] IC회로



[그림 6] 최초의 IC회로 복사본

이는 1958년 잭 킬비에 의해 해결됩니다. 잭 킬비는 트랜지스터를 선으로 일일이 연결하기보다 전선이 이미 내부에 심어져 있는 회로 기판에 트랜지스터를 고정만 하면 될 것으로 생각하였습니다. 그 결과 저항, 축전기, 다이오드, 트랜지스터 등을 칩 하나에 넣은 IC회로가 발명되었습니다. IC회로는 전선으로 연결

하여 회로를 만드는 것보다 트랜지스터 칩을 훨씬 작게 만드는 것이 가능해서 더 많은 트랜지스터를 전자기에 이용할 수 있었습니다. 그 덕분에 많은 전자기기의 크기 대비 정보 처리 능력이 늘었을 뿐만 아니라 한 번에 대량생산이 가능하도록 설계되었기 때문에 비용이 낮아지는 효과까지 있었죠.

처음에 개발된 IC회로에는 몇 개의 트랜지스터만 들어가 있었습니다. 하지만 기술이 점차 발전하면서 회로 내부에 수많은 트랜지스터를 넣을 수 있게 되었습니다. 인텔의 고든 무어는 반도체 소자의 성능이 24개월마다 두 배로 증가한다는 무어의 법칙을 주장하였으며, 삼성전자의 황창규 사장은 메모리의 용량이 1년에 두 배로 증가한다는 황의 법칙을 주장하였습니다. 실제로 1986년에는 백만 개, 2005년에는 십억 개, 2007년에는 수백억 개의 트랜지스터가 들어간 칩이 개발되었습니다. 이렇듯 반도체 산업은 아주 빠르게 발전해왔죠.

반도체 소자의 한계 및 변화

현재까지 반도체 소자는 큰 발전을 이루어 왔습니다. 진공관, 트랜지스터, IC회로를 거치면서 같은 정보를 처리하는 데 필요한 소자의 부피는 계속 줄어 들었습니다. 하지만 3nm(10^{-9} m) 정도로 짧은 길이의 공정을 통해 만들어진 소자에서는 전자가 회로를 그대로 따라 연속적으로 흐르지 않고 회로 내에서 순간적인 도약을 일으키는데, 이로 인해 회로가 합선되는 문제가 생깁니다. 즉, 너무 작은 크기에서는 효율에 상한선이 생겨서 그 이상으로 효율이 높아질 수 없게 되는 것입니다. 결국, 반도체 소자가 더 발전하기 위해서는 해당 문제를 공학적으로 해결하거나, 진공관에서 트랜지스터로 넘어가던 것과 같이 아예 다른 방법으로 작동하는 반도체 소자를 찾는 등의 방안을 모색해야 할 것입니다. 그렇기 때문에 현재에는 반도체 소형화의 한계를 해결하기 위해 양자 컴퓨팅 등의 다양한 기술이 개발되고 있는데요, 언젠가는 지금보다 훨씬 성능도 좋고 더 작아진 컴퓨터, 휴대전화 등의 전자기기를 만나볼 날이 올 수 있지 않을까요? 공상

- 14족 원소(대표적으로 실리콘)에 13족 원소를 결합한 반도체로 정공을 통해 전류를 흐르게 함.
- 14족 원소에 15족 원소를 결합한 반도체로 자유전자를 통해 전류를 흐르게 함.

참고자료

1. "진공관의 재발견", *The Science Times*, 2019.08.10확인, <https://www.sciencetimes.co.kr/?news=%EC%A7%84%EA%B3%B5%EA%B4%80%EC%9D%98-%EC%9E%AC%EB%B0%9C%EA%B2%AC>
2. "반도체는 어떻게 발전되었을까요?", 삼성 반도체 이야기, 2012.04.16수정, 2019.07.28확인, <https://www.samsungsemiconstory.com/28>
3. 삼성 반도체 이야기, 2019.07.28 확인, <https://blog.naver.com/prologue/PrologueList.nhn?blogId=secsemicon>
4. LG display, 2019.07.28확인, <https://blog.lgdisplay.com/>
5. "반도체와 전자공학의 역사, 두 번째", 앰코인스토리, 2015.01.14수정, 2019.07.29확인, <https://amkoristory.com/458>

소리의 마술사, 신디사이저

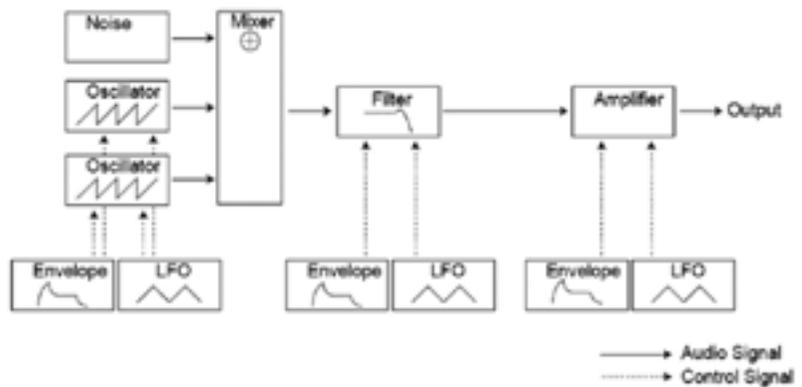
인류가 발명한 최고의
장난감이 무엇인지 아시나요?
바로 신디사이저와
컴퓨터입니다. 합성하다는 뜻의
신디사이즈(synthesize)로부터
알 수 있듯이,
신디사이저(synthesizer)는
한 가지 악기로는 낼 수 없는
다양한 소리를 동시에 내며,
악기 소리는 물론 동물의
울음소리, 자연의 소리까지
구현할 수 있습니다. 어떻게
하나의 전자기기에서 이렇게
여러 가지 소리를 표현할 수
있는지, 그 원리가 궁금하지
않으신가요? 신디사이저 속에
숨겨진 공학 원리, 지금 바로
살펴보겠습니다!

글
최승헌, 재료공학부 1

편집
손성현, 원자핵공학과 3

신디사이저의 시초는 19세기 말 소리에 소리를 더하여 새로운 소리를 합성하는 방식의 전자악기인 텔하모늄(Telharmonium)이라고 할 수 있습니다. 인공적으로 기계음을 낼 수 있는 장치는 1960년대에 개발되었고, 이후 컴퓨터의 발달과 함께 기계 내부에 소리가 저장되면서 요즘의 형태로 발전했습니다. 신디사이저는 기존의 악기들과는 다르게, 저장되어 있는 다양한 진동수와 파형을 가지는 소리를 합성하여 새로운 소리를 만들어낸다는 점에서 음악가의 요구를 잘 반영하고 표현할 수 있는데요, 따라서 사용자의 입력을 받아들여 소리의 3요소(세기, 높이, 램시)를 재구성한 다음 소리를 출력해냅니다.

현재 사용되는 신디사이저는 동작 방법에 따라 아날로그 신디사이저와 디지털 신디사이저로 구분할 수 있습니다. 우선, 아날로그 신디사이저를 파헤쳐 보도록 하죠. [그림 1]은 아날로그 신디사이저의 전기적 신호가 전달되는 경로를 나타낸 것입니다. 크게 세 가지 단계로 신호 전달이 이루어지는 것을 알 수 있는데요, 아래 그림에서 왼쪽부터 순서대로 소리의 발현부, 제어부, 증폭부라 부릅니다. 아날로그 신디사이저는 사용자의 조작을 통해 각 부위별 가해지는 전압의 세기를 조절하여 세 가지 부분(오실레이터, 필터, 앰프)을 제어하게 됩니다.



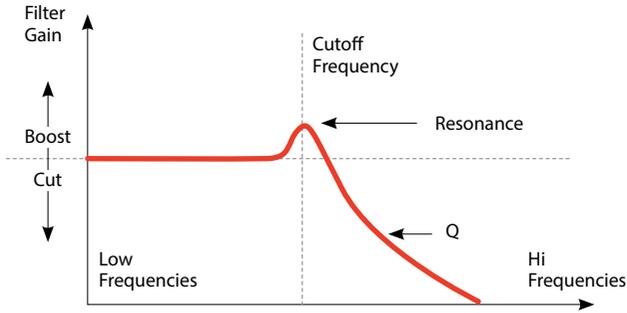
[그림 1] 아날로그 신디사이저의 신호 전달 체계

먼저, 소리의 파형을 만들어내는 오실레이터(VCO, Voltage Controlled Oscillator)는 전압으로 진동수를 조절하여 진동을 발생시킵니다. 가장 먼저 음원을 만들어내는 장치라고 할 수 있겠죠. 발생한 음원은 필터(VCF, Voltage Controlled Filter)를 거치게 되는데, 이름에서도 알 수 있듯이 특정 주파수의 소리만을 통과시키고 나머지는 거르는 역할을 합니다. 신디사이저의 핵심이라 할 수 있는 필터는 [그림 2]와 같이 이 부분만 따로 판매할 정도로 활용도가 높습니다.

소리를 필터링하기 위해서는 경계 주파수 값이 필요한데, 그 경계 주파수 값을 컷오프(Cut-off) 진동수라고 합니다. 이 값을 기준으로 주파수를



[그림 2]
분리되어 있는 필터

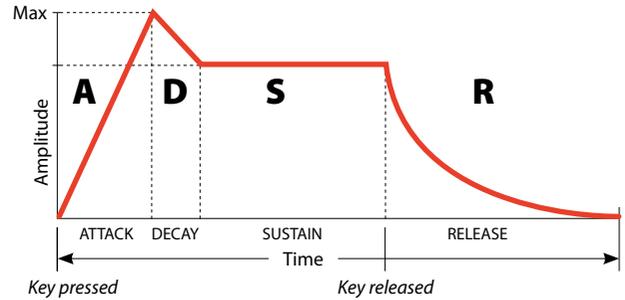


[그림 3] LPF를 이용하였을 때 소리 세기 변화

걸러내게 되는데요, 필터링 방식에 따라 필터의 종류가 달라집니다. HPF(High Pass Filter)는 컷오프 진동수보다 큰 주파수를 통과시킬 때, LPF(Low Pass Filter)는 작은 주파수를 통과시킬 때, BPF(Band Pass Filter)는 특정 범위 내의 주파수를 통과시킬 때 각각 사용됩니다. [그림 3]은 LPF를 사용했을 때의 출력을 나타낸 것인데, 컷오프 진동수 주변에서 주파수의 특성이 강해진다는 것을 알 수 있습니다. 이를 공진 현상이라 하며, 공진 현상의 빠르기와 크기도 필터에서 조절할 수 있습니다.

그러나 필터링된 소리는 일반적인 음향 장치에서 재생하기에는 크기가 작습니다. 그래서 쓰이는 것이 앰프(VCA, Voltage Controlled Amplifier)로, 이를 통해 소리의 강도를 조절할 수 있습니다. 앞서 소개했듯이 아날로그 신디사이저는 크게 오실레이터, 필터, 앰프로 구성되어 있는데, 각 부분들은 각기 다른 회사에서 제작될 수 있어 통일된 신호 체계가 필요합니다. 부품을 제작하는 회사마다 전압에 따른 음의 높이나 세기의 정도가 달랐기 때문에 새로운 규격이 필요하였고, 이를 위해 로버트 모그라는 전자공학자는 통신 CV(Control Voltage)를 제안하였습니다. CV는 음의 높이를 결정하는 전압 신호로, 앞서 소개한 오실레이터, 필터, 앰프 모두 CV의 입력을 통해 기능을 수행하게 됩니다. 다음 그래프와 같이 강한 CV를 걸어준다면 오실레이터는 높은 주파수의 소리를, 필터는 날카로운 음색, 그리고 앰프는 큰 소리를 내게 됩니다. 한마디로 CV는 음악가가 원하는 소리를 신디사이저가 전압의 형태로 입력받는 것이라 할 수 있습니다.

단순히 소리의 파형을 만들어내고 가공한 후, 음량을 키우는 과정만을 거친다면 그 소리는 사람들이 듣고 싶



[그림 4] 키를 눌렀을 때 ADSR에 따른 소리 세기 변화

어하는 악기의 소리나 자연의 소리가 아니라 기계음으로만 들릴 것입니다. 그래서 더 악기 같은 소리를 낼 수 있게 해주고자 EG(Envelope Generator)가 함께 연동되어 있는데요, 이를 통해 ADSR[•]의 수치를 조절하여 소리의 상태를 변화시킬 수 있습니다. [그림 4]에서 볼 수 있듯이, 네 가지 구간에 따라 소리의 진폭이 변화함을 알 수 있죠. 오직 일정한 세기의 음을 내는 것이 아니라 사용자가 원하는 대로 한 음 한 음 낼 수 있게 됩니다.

요즘 더 많이 사용하는 신디사이저는 아날로그 신디사이저와는 조금 다릅니다. 이는 단 몇 번의 조작으로 피아노, 오르간, 바이올린과 같은 기존의 악기부터 전자음까지 표현이 가능한데요, 특히 컴퓨터가 중심이 되어 소리 데이터를 연산하고 출력하기 때문에 특수한 하드웨어보다 가격이 저렴할 뿐만 아니라 크고 안정적인 저장 장치까지 탑재되어 있어 대중성을 가지게 되었습니다.

지금까지 신디사이저에 대해 살펴보았는데, 다양한 장르의 음악을 한꺼번에 다룰 수 있는 만큼 많은 공학적 원리들이 숨어있었습니다. 기본적으로는 소리의 3요소에 기반하여 음악을 구현하지만, 요즘은 음악가들의 요구가 다양해지면서 그에 맞는 여러 신디사이저들이 출시되고 있습니다. 자신만의 음악적 색깔을 표현할 수 있는 신디사이저, 한번 사용해보시는 것은 어떤가요? 공상

• ADSR이란 Attack Time(소리의 크기가 최고점에 도달할 때까지 걸리는 시간), Decay Time(Sustain Level까지 떨어지는 데 걸리는 시간), Sustain Level(신호가 지속될 때 유지되는 소리의 크기), Release Time(신호가 끊어진 후, 소리가 없어질 때까지 걸리는 시간)의 약자로 소리마다 고유한 값을 가진다.

친절한 이웃집 공돌이 스파이더맨

<스파이더맨: 파 프롬 홈>



꿀잼
보장

글
김재원, 전기정보공학부 3

편집
심수정, 재료공학부 3

친근함과 정의로움을 겸비한 소년 히어로, 스파이더맨이 마블 시리즈의 2019년 마지막 영화로 돌아왔습니다! 이 영화가 속한 마블 시네마틱 유니버스는 10년이 넘는 시간 동안 20편이 넘는 영화를 찍어내며 스토리를 이어온 인기 있는 슈퍼히어로 프랜차이즈인데, 마블 세계관을 지탱하는 가장 큰 특징이 '현실성'이기에 이번 영화 곳곳에서도 실제 개발 중인 기술들을 쉽게 찾아볼 수 있었습니다. 본격적으로 영화에 나온 공학적인 요소들을 소개하기에 앞서, 이 기사에는 **내용상 중요한 스포일러가 포함되어 있으니** 아직 영화를 보시지 못한 독자 분들은 주의하시길 바랍니다!

● 우리도 거미처럼 벽에 붙어있을 수 있을까?

스파이더맨 하면 떠오르는 대표적인 자세 중 하나는 벽에 발과 손을 붙이고 있는 것입니다. 스파이더맨이 아닌 우리도 건물 외벽에 달라붙을 수 있을까요? 결론부터 말하자면 가능합니다! 2014년 스탠포드 대학교의 연구진이 개발한 게코 클러브 기술을 이용하면, 끈끈한 접착제 없이도 벽을 오를 수 있습니다. 해당 접착관은 미세한 섬모 수십억 개가 촘촘히 난 게코 도마뱀의 발바닥을 모방했는데, 서로 다른 전하로 대전되어 있는 물체 사이에 작용하는 '정전기력'과 매우 가까운 거리에서 순간적으로 전하가 발생하여 중성 분자들끼리 잡아당기는 힘인 '반 데르 발스 힘'이 섬모의 표면과 벽 사이에 작용해서 게코 도마뱀의 작은 발로도 2kg 정도까지의 무게를 지탱할 수 있는 것이지요. 하지만 이 구조만으로는 무게가 쏠리면 금방 떨어지기 때문에, 접착관을 여러 조각으로 나눈 뒤 하중을 분배하는 힘줄 구조를 추가하여 몸무게 70kg의 대학원생이 140cm² 면적의 접착관으로 유리벽 3.6m를 기어오르는 데 성공했습니다. 더 나아가 섬모 구조를 이용하여 접착력이 강하면서도 탈부착이 쉽고 접착제가 벽에 남지 않는 게코 테이프까지 개발했다고 하네요.

● 벌떼처럼 몰려다니는 군용 드론들

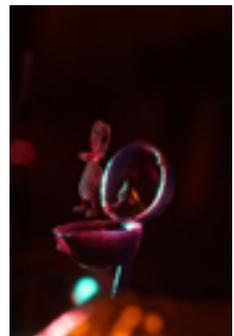
영화에서 주인공 피터는 증강현실 기능이 탑재된 선글라스 'E.D.I.T.H'(이하 이디스)로 해킹, 감청 등 다양한 일을 할 수 있게 되었는데, 이 중에서도 가장 핵심이 되었던 것은 인공위성에서 드론을 투하하여 조종하는 기능입니다. 드론, 즉 무인멀티콥터 기술은 항공 촬영 외에도 일상에서 활용 범위가 점점 넓어지고 있는 실용적인 기술입니다. 영화에서처럼 살상을 목적으로 하는 군사용 드론도 오래전부터 활발히 개발되어 왔는데, 최근에는 AI 기술의 발달로 폭격, 정찰용뿐만 아니라



▲ 게코 클러브를 이용해 벽에 오르는 모습



▲ 평창 올림픽에서의 드론 군집 비행 퍼포먼스



▲ OTD 기술을 이용한 3D 홀로그램

타깃의 얼굴을 정확히 인식하고 암살하는 암살용 드론마저 연구되면서 군용 드론은 세계 드론 시장의 70%를 차지하게 되었습니다. 작년 여름, 폭탄을 실은 드론이 연설 중인 베네수엘라 대통령을 암살하려다 실패한 사건을 보면, 드론의 살벌한 총소리가 영화 속의 일만 같지 않습니다.

그러나, 이디스의 군용 드론에는 살상 무기 말고도 깜짝 놀랄 만한 기능이 더 숨어있습니다. 바로 한치의 오차 없이 무리 지어 비행하는 군집 비행 기술입니다. 아마 평창 올림픽에서 인텔 사가 무려 1,218대의 드론으로 선보인 요요기 퍼포먼스를 통해 이 기술을 보신 적 있을 텐데요, 언뜻 봐서는 드론을 몇 대 더 조종하는 것이 크게 어렵지 않을 것 같습니다. 하지만, 1,218개의 드론 중 단 한 대만이라도 자신의 위치를 잘못 파악한다면 큰 충돌 사고가 일어날 수 있기 때문에 군집 비행을 하려면 많은 기술이 필요합니다. 드론과 지상국의 원활한 상호작용을 위한 5G 통신 기술에 더불어, 바람의 저항에 맞서 비행체를 컨트롤하기 위한 제어공학, 센서, AI, GPS까지 다양한 분야의 기술이 포함됩니다. 드론 군집 비행의 핵심은 기존의 GPS를 개선한 RTK-GPS 기술입니다. 위성에서 드론에게 보내는 신호가 전리층, 대류권에 의해서 틀어지기 때문에 드론의 개수가 많아질수록 GPS의 오차가 커지는데요, RTK-GPS는 미리 위치를 알고 있는 지상의 베이스 지점을 기준으로 물체의 거리와 각도를 계산하여 이러한 오차를 보정합니다.

● 세상을 속인 3D 홀로그램 기술

영화 초반만 하더라도 스파이더맨의 든든한 지원군이 되어줄 것만 같았던 정체불명의 히어로, 미스터리오. 하지만, 그는 사실 자작극을 통해 가상의 히어로가 되고자 하는 이 영화의 주요한 빌런(악당)이었습니다. 미스터리오는 완벽한 자작극을 위해 다양한 공학 기술을 도입해서 지구상의 모든 사람을 속이는데 성공할 뻔했습니다. 그중 가장 놀라웠던 것은 초고해상도 3D 홀로그램 기술이었습니다. 어느 방향에서 봐도 입체로 보이는 홀로그램 기술은 SF 영화의 오랜 단골 소재인데요, 그렇다면, 이제는 영화 밖에서도 이러한 홀로그램을 만나볼 수 있을까요?

위의 질문에 답하기에 앞서, 우선 홀로그램 기술이 무엇인지 알아야겠지요? 홀로그램이란 레이저 광선의 간섭효과를 이용하여, 입체적인 상을 재현하는 기술을 말합니다. 얇은 필름에 마이크로미터 단위의 홈을 파서 평행한 광선의 굴절 경로를 다르게 하면, 3차원 상을 보는 듯한 착시를 줄 수 있습니다. 빛의 간섭 현상 대신, 반사시킨 광선을 45도 각도로 서로 기울어

진 두 투명스크린에 투영시키는 간단한 방법을 이용한 ‘플로팅 홀로그램’은 엄밀히 말하면 홀로그램이라고 할 수 없습니다. 세계에서 두 번째로 광화문 앞에서 열린 홀로그램 시위나 해외에서 개최한 K-POP 홀로그램 콘서트가 플로팅 홀로그램을 이용한 행사였죠. 따라서 어느 방향에서나 3D로 보이던 미스터리오의 홀로그램과는 다소 거리가 있다고 할 수 있습니다.

그러나, 아직 기술의 한계에 실망하기엔 이릅니다. 브리검 영 대학의 대니얼 스피리 교수가 이끄는 연구진이 ‘오픈 트랩 디스플레이(Open Trap Display: OTD)’라는 기술로 3D 영상 제작에 한 발짝 다가갔으니 말입니다. OTD는 1000분의 1초 단위의 초정밀 광선의 위상을 공간적으로 변조한 뒤, 가변 초점 렌즈를 이용해 다초점으로 쏘아주는 방식입니다. 이렇게 쏘아진 빛은 이온화된 공기 입자에 가두어져서 유리 등의 스크린이 따로 필요 없습니다. SF 영화에서나 보던 3D 홀로그램 기술을 실생활에서 만나볼 날이 머지않은 것 같네요. **공상**

별점 및 총평

★★★★☆

평소 마블 시리즈에 관심이 없더라도 스토리 자체만으로 즐길 수 있을 만한 영화였고, 기존 팬의 입장에서 신선한 요소가 많은 영화였습니다. 드론과 홀로그램이라는 첨단 기술을 이용하는 모습도 신선했고, 미스터리오가 든든하고 강력한 조력자를 연기하다가 사실은 아무 능력도 없었던 빌런임을 드러낼 때 영화 속 인물들은 물론 기대하던 관객들까지 속여넘기는 모습을 보고, ‘화려한 허상’이라는 인물의 정체성을 잘 표현했다는 생각을 했습니다. 항상 지구 정복이라는 목표로 악행을 하다가 히어로의 각성에 쓰러졌던 전형적인 악당의 클리셰 대신 색다른 스토리를 시도하고 있다는 것이 느껴졌습니다.

미스터리오의 부와 명예를 위해 수단과 방법을 가리지 않는 모습과 전작의 히어로인 토니 스타크의 자기 희생적인 모습을 대비시키는 연출이 특히 인상 깊었습니다. 토니 스타크도 미스터리오처럼 신체적으로는 특별한 점이 전혀 없지만, 미스터리오가 자신의 뛰어난 공학 기술로 타인을 해치고 명예에 집착했다면 토니는 그 능력으로 신체적인 차이를 극복하고 우주적인 위협에 맞서서 자신의 목숨마저 희생했죠. 두 사람의 대비는 본인이 개발한 기술이 사회에 미칠 영향을 고려하는 이상적인 공학자의 상을 제시하는 것 같습니다. 미래의 공학자를 꿈꾸는 독자 분들이 이런 포인트를 생각하면서 영화를 보신다면 더 재미있게 즐기실 수 있을 것 같아요!

건축학과를 소개합니다

STEP 01

건축학과가 궁금해요!

STEP 02

연구실 인터뷰

빌딩 시뮬레이션(박철수 교수)

STEP 03

연구실 동향

구조재료실험실,

고성능구조공학연구실,

건설기술연구실

글

신동우, 화학생물공학부 4

편집

이정윤, 건축학과 3



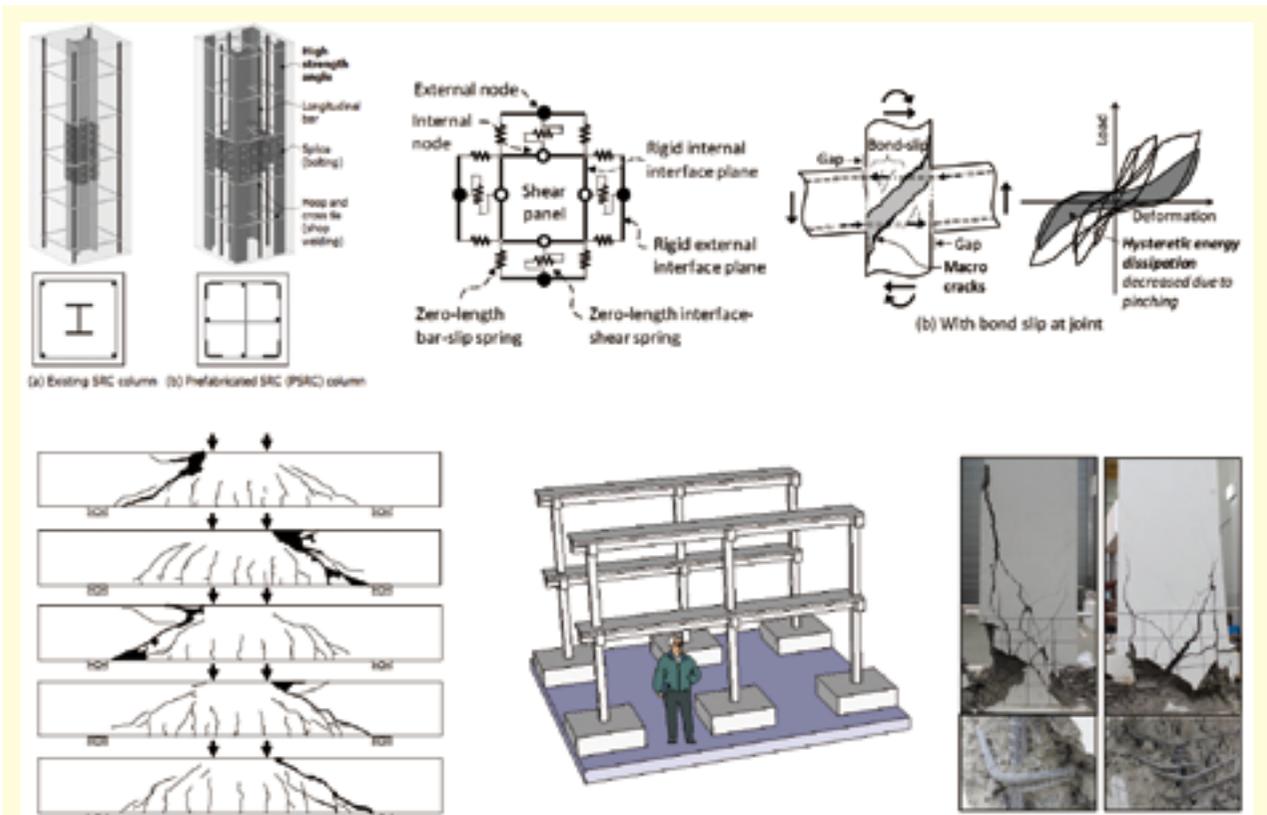
사그라다 파밀리아 성당. 1882년 착공한 이 성당은 건축가였던 가우디 사망 100주기인 2026년에 완공 예정으로 현재도 공사 중에 있다.

공대상상 독자 여러분들은 '건축학과' 하면 어떤 생각이 드시나요? 영화 '건축학개론'에서 나온 것처럼 첫사랑을 만나는 상상을 하거나, 나중에 건축학을 전공한 지인에게 '내가 살 집도 지어줘'라고 부탁하면 좋겠다고 생각할 수도 있겠네요. 또 다른 독자들은 1882년 공사를 시작하여 아직까지도 지어지고 있는 가우디의 걸작 사그라다 파밀리아 성당처럼 세계적 건축물들을 떠올리기도 했을 거예요. 이렇게 멋진 건축물들을 짓는 학문을 배우는 건축학과에 대해 지금부터 공대상상과 함께 자세히 알아보도록 해요!

건축학과는 건물의 설계와 건축의 역사, 이론 등을 배우고 연구하는데요. 서울대학교 건축학과는 건축학전공과 건축공학전공의 두 가지 전공으로 나뉩니다. **건축학전공**은 건축물의 외형을 미학, 철학, 심리학과 같은 인문적 소양을 토대로 다른 건축물 사이의 관계, 도시 또는 자연과의 관계를 고려하여 설계하는 학문입니다. **건축공학전공**은 다시 구조, 시공, 환경의 3가지 분야로 나누어지는데요, 구조 분야에서는 역학적으로 안정한 건축구조물을 짓기 위한 재료나 역학구조를 시공 분야에서는 설계를 토대로 한 건축물을 짓는 과정에서 사용하는 기술을, 마지막으로 환경분야에서는 빛, 소리, 열과 같은 건축물 내부의 모든 물리적 현상을 관리하고 연구합니다. 다시 말해 건축학전공의 설계가 건축물의 심미적 부분과 주변 환경 사이의 관계를 생각한다면, 건축공학전공의 설계는 건축물이 인간을 보호하고 안정된 상태를 유지하기 위한 모든 공학적인 부분의 건설 및 관리를 담당한다고 할 수 있습니다.

| 세부 전공 및 연구실 |

이제 각 분야에 대해 세부적으로 알아보도록 하죠. **건축학전공**은 공과대학의 어느 학과보다 인문학적 소양이 많이 필요한 전공이라 할 수 있습니다. 결국 건축물이란 사람들이 이용하는 시설이므로 그 심미적 역할과 주변 환경과의 상호작용에 대한 연구는 건축물 내부 구조에 대한 연구 못지않게 중요합니다. 건축사 연구실에서는 한국의 건축문화를 중심으로 한국과 역사적으로 깊은 관계를 맺은 중국 및 일본을 포함한 동아시아 지역의 건축문화에 이르기까지 건축과 인간 사이의 관계에 대해 연구하며, 도시건축보전계획연구실에서는 건축물이 속한 도시 및 지역 사회의 특성과 그 안에서 건축물이 갖는 의미 등에 대한 고민을 통해 도시 설계를 연구합니다. 이처럼 건축학전공은 수학, 물리와 같은 자연과학 지식뿐만 아니라 인문학에 대한 깊은 이해가 필요합니다.



▲ 응력상태에 대한 콘크리트 연구를 하는 건축구조시스템 연구실(박홍근 교수님)
출처: 서울대학교 건축구조시스템연구실

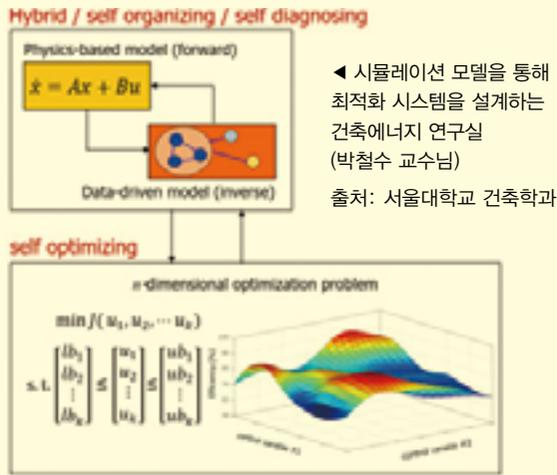
반면, 앞서 말씀드렸듯이 **건축공학전공**은 공학적 설계에 큰 초점을 맞춥니다. 그리고 이 공학적 설계의 가장 기본이 되는 것은 건축 자재에 대한 연구입니다. 이를 담당하는 구조설계 분야 연구실 중 하나인 구조재료실험실에서는 지진이 일어났을 때 건물의 거동 테스트, 내부 구조의 강도 테스트를 통해 건축구조에 쓰이는 재료를 개발하고 연구합니다. 건축구조시스템 연구실에서는 안전한 구조물 제작을 위해 다양한 응력[●] 상태에 따른 콘크리트 모델에 대한 연구를 통해 고강도 콘크리트 같은 건축재료를 개발하고 연구합니다.

공학적 설계의 다음 단계로, 건축 자재를 이용하여 건물을 건설하는 기술을 배우는 건축시공 분야에서는 시공 방법이나 순서, 관리 등 건물 시공과 관련된 모든 과정을 다룹니다. 구조설계 분야의 강구조^{●●} 내진 설계연구실에서는 재료를 이용하여 강구조 접합부의 진동을 제어하는 내진 기술이나 화재를 대비한 설계기술 등을 연구합니다. 최근 한반도에 일어났던 여러 차례의 지진을 생각했을 때, 내진설계 분야의 중요성은 모두가 알 것입니다.

마지막으로 건축환경 분야에서는 건축물 내부에서 이용자를 둘러싸고 있는 건물 내부의 모든 환경을 다룹니다. 공학적 설계의 마지막 단계

● 외부 힘을 받아 변형을 일으킨 물체의 내부에 발생하는 단위면적당 힘. 압력이 물체를 누르는 외력을 의미한다면 응력은 힘을 얼마나 견딜 수 있는지에 대한 내재력으로 이해할 수 있다.

●● 강재를 이용해 만든 구조. 강재란 철로 이루어진 균질한 재료를 의미하며 탄소 함유량에 따라 종류가 나뉘고 강도가 달라진다.



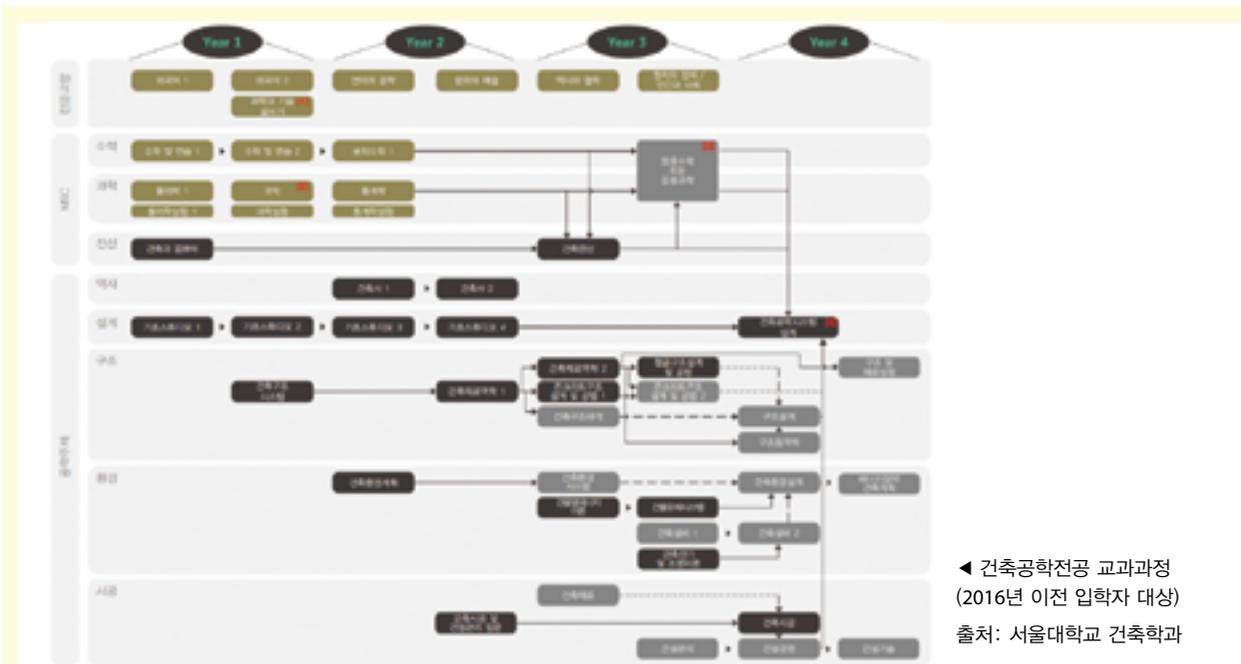
개선에 적용되는 등 활용범위가 넓습니다.

| 학부 교과과정 |

위와 같은 연구들을 진행하기 위해서는 학부 교과과정에 해당하는 기초 지식들이 필요한데요, 건축학과에 진학한다면 배우게 될 과목들에 대해 알아보시다. 현재 서울대학교 건축학과는 건축학전공은 5년, 건축공학전공은 4년의 필수 교과과정을 기본으로 하고 있습니다. 2002년부터 두 전공을 구분해서 선발하였으나 2016년 이후 두 전공을 통합 모집하여 현재 건축학과 학생들은 2년의 통합 교과과정을 거친 후 3학년 때 건축학과 건축공학 중 하나를 선택하고 있습니다.

2년의 통합 교과과정에는 보통 ‘스튜디오’로 불리는 ‘기초스튜디오’ 수업 4개가 있어서 학기마다 하나씩 순서대로 듣습니다. 스튜디오란 한 학기 동안 주어진 목표에 맞게 건축 모형을 직접 설계하고 제작까지 하는 수업인데요, 여러분들이 대학에 들어온다면 건축학과 학생들이 스튜디오 과제를 하느라 자주 밤을 새우는 것을 볼 수 있을 거예요. 오랜 시간을 투자해야 하기 때문에 힘든 수업이지만, 그만큼 모형의 설계에서부터 제작에 이르기까지 전 과정에 걸쳐 그동안 배운 이론들을

는 건축물을 지은 뒤에도 효율적으로 관리 및 운영을 할 수 있는 기술에 대한 연구로 이루어집니다. 건물 내부의 복사를 통한 냉난방, 실내 공기 질 관리 등의 건물 에너지 시스템을 환경 친화적으로 구성하는 방법을 연구하는 건축환경계획연구실과 시뮬레이션 모델을 이용하여 건물의 에너지, 조명, 환기 시스템을 통합적으로 관리하는 최적화 시스템에 대해 연구하는 건축에너지 연구실 등이 있습니다. 특히 이 분야는 새로운 건축물의 설계 외에도 지어진 건축물들의 에너지시스템 효율



적용해볼 수 있어 ‘건축학과의 꽃’이라고 부르는 과목입니다.

건축학전공의 경우 통합과정에서 이어지는 ‘건축설계스튜디오’ 수업이 학기별로 있으며 건축 관련제법, 건축사법 및 규약에 대해 배우며 건축사의 법적 책임과 그 권한을 인지하는 ‘건축법과 제도’, 도시설계에 대한 기본적 개념 및 실무를 배우며 그 특징을 이해하는 ‘건축과 도시설계’ 등의 전공필수 과목을 수강합니다.

현재의 건축공학전공 교과과정은 이전 건축공학전공 교과과정(2016년 이전 입학자 대상)과 큰 차이는 없습니다. ‘건축재료역학1’과 ‘건축환경계획’, ‘건축구조시스템’의 과목이 현재의 통합과정으로 옮겨졌고 이들의 심화 과정인 ‘건축재료역학2’, ‘건축환경설계’, ‘건축구조해석’의 과목들을 분리된 건축공학전공에서 수강합니다. 건축공학전공의 교과과정은 건축공학의 연구 분야별로 나누어지는데요, 대표적으로 건축구조 분야에 해당하는 ‘건축재료역학’ 과목은 역학의 기본에서부터 단면의 성질, 재료의 응력도/변형도, 길이와 온도 변화에 따른 효과와 변형에너지에 이르기까지 건축구조 관점에서 재료역학을 학습합니다.

| 졸업 후 진로 |

그렇다면 다양한 분야를 포함한 건축학과 학생들의 졸업 후 진로는 어떻게 될까요? 건축학전공의 경우 졸업 후 한국건축학교육인증원(KAAB)에서 건축사자격증 및 관련 기술사 자격증을 취득한 뒤 건축설계사 같은 전문직에 종사할 수 있습니다. 학부 졸업 후 대학원에 진학하기도 하며 건축설계, 실내설계, 인테리어 디자인 관련 사무소 또는 공기업과 연구소 그리고 건설회사로 진출하기도 합니다. 건축공학전공의 경우에는 공학설계와 관련된 건설회사 등에서 실무업무를 하거나 대학원에 진학하여 공학설계에 대한 연구를 지속할 수 있으며 건축학전공에 비해 공기업, 연구소, 건설회사로 진출하는 비율이 높은 편입니다.

독자 여러분, 어떤가요? 이 정도면 건축학과에 대한 궁금증이 해결되었나요? 보통 건축이라 하면 유명한 건축물이 먼저 떠오르지만, 우리가 생활하는 공간으로서 건축물에 요구되는 안전성과 편리함은 간과해서는 안 될 중요한 가치입니다. 이처럼 소중한 가치를 묵묵히 실현하는 건축학도가 독자 여러분 중에도 나오길 바라며 이만 글을 마치도록 하겠습니다. 공상

STEP

01

건축학과가 공급해요!

글
이양우, 건설환경공학부 3

편집
곽정원, 에너지자원공학과 2

본 기사는
서울대학교 건축학과 학우 이정운 양의
도움을 받아 작성하였습니다.



▼ 건축학과 학생의 설계 작품



**서울대학교 건축학과는 건축학전공과 건축공학전공으로 나누어진다고 들었어요.
두 전공의 차이를 알고 싶어요!**

서울대학교 건축학과에서는 학사과정으로 5년제 건축학전공(Architecture) 및 4년제 건축공학전공(Architectural Engineering) 프로그램을 운영하고 있습니다. 건축학전공은 UIA(국제건축연맹) 등 국제사회에서 건축사 등록 자격 요건으로 최소 5년간의 대학교육을 요구하기에 이에 맞는 교육체제를 따르고 있습니다. 쉽게 설명하면 건축학전공은 디자인을 담당하는 설계사, 건축공학전공은 시공을 담당하는 시공사가 된다고 생각하면 됩니다. 이에 맞게 건축학전공은 설계스튜디오 수업을 중심으로 건물을 ‘어떤 형태로 지을 것인가’에, 건축공학전공은 여러 가지 역할을 중심으로 건물을 ‘어떻게 지을 것인가’에 주안점을 두고 있습니다. 하지만 건물을 지을 때 디자인과 건축 방법은 독립적으로 고려될 수 없으므로 서울대학교 건축학과에서는 2학년까지 건축학과 건축공학의 수업을 같이 들으며 융합적 사고와 이해를 함양합니다. (건축공학전공을 희망하는 학생도 설계스튜디오 수업을 듣습니다.)

건설환경공학부랑 건축학과는 어떤 차이가 있나요?

건설환경공학부는 우리 인류가 살아가는 환경, 흔히 말하는 인프라 시설을 제공하는 목표를 가진 학부입니다. 이와 다르게 건축학과에서는 인간 생활을 영위해나가는 건물들을 다룹니다. 우리 주변을 둘러싸고 있는 모든 구조나 시설 중 딱 ‘건축물’만 담당한다고 생각하면 쉬울 것 같아요. 건설환경공학부에 비해서는 다루는 범위가 매우 좁죠. 하지만 범위가 좁은 만큼 건축분야에 전문화된 연구를 진행합니다. 건축물 하나에도 수많은 인문학적 요소와 공학적 요소들이 있기 때문에 다양하게 세분화된 연구가 진행되고 있어요. 건축물의 환경적 성능, 에너지 효율 평가, 설계 및 건설재료에 대한 연구뿐만 아니라 도시 속에서 어떻게 건물이 인간생활환경에 어울릴 수 있는지, 어떻게 다양한 환경에서 건물을 아름답게 지을 수 있는지 등의 다양한 연구들이 이루어지고 있습니다.

건축학과를 졸업하면 다 건물을 짓는 건축가가 되나요?

‘건물을 짓는다’라는 일에는 수많은 직업들이 관여합니다. 그만큼 ‘건축가’에는 수많은 직업군, 업무들이 포함되어 있어요. 건물설계, 시공계획, 구조해석 등을 담당하는 건축설계사부터 건축물의 시스템적인 에너지 효율을 연구하는 연구자, 도시단지 조성을 고려하는 도시계획자까지 수많은 사람들의

협업으로 건물 하나를 지을 수 있는 것입니다. 건축을 전공하면 이런 직업군에 모두 해당될 수 있는 건축가가 될 수 있습니다. 건축가는 단순히 설계도면을 그리고 건설현장에 나가는 사람만을 의미한다고 생각하지 않았으면 합니다. 이 밖에도 가구 회사, 디자인 회사, 출판사 등 디자인적 요소가 필요한 직업을 갖기도 합니다. 건축 소송과 관련한 업무를 전담으로 하는 변리사나 변호사가 되기도 하고, 행정고시를 통해 기술직 공무원이 되기도 해요.

건축학과에 손재주가 좋은 사람들이 많다고 들었어요! 건축학과 입학 시 손재주가 필요한가요?

손재주가 직접적으로 모델을 제작하는 데에 큰 관련이 있긴 하겠지만, 사실 손재주라기보다는 미적인 감각이 필요한 것 같아요. 설계를 하거나 프로그램을 사용함에 있어서도 감각을 발휘해야 할 때가 많습니다. 하지만 미적인 감각은 대학에 들어와 다양한 분야를 접하고 공부를 하면서 늘 수 있기 때문에 단순히 고등학교에서 미술 성적이 낮거나 그림을 좀 못 그린다고 해서 절대 좌절할 필요는 없습니다!

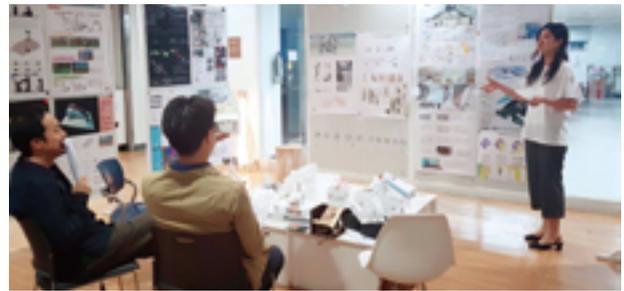
건축학과에 가면 밤을 매일 샌다던데 사실인가요?

학생에 따라 다르겠지만 작업의 특성상 본인이 투자한 시간에 거의 비례해서 결과물이 나오니까 열정이 많을수록 밤을 새는 일은 많아지겠죠. 아무래도 모델도 여러 개 만들어보고, 패널도 여러 장 만들어보기 때문에 다른 수업과 병행하여 과제를 수행하려면 밤을 며칠씩 새기도 합니다. 하지만 동기들과 함께 설계실에서 야식을 시켜 먹으며 같이 작업했던 시간들이 나중에는 힘들었던 기억이 아닌 재밌는 추억으로 남은 것 같습니다.

건축학과, 어떤 학생들이 잘 어울리나요?

이전 질문에서도 말했듯 어느 정도 미적 감각과 공간 감각이 있는 사람은 설계에도 재능이 있을 가능성이 크고, 모델링과 렌더링 등 프로그램 작업도 대부분 잘합니다. 그렇다 보니 실제로 무언가를 만들어보고 싶은 학생들에게 추천합니다. 특히, '유명 건축가들처럼 랜드마크가 될 수 있는 건축물을 만들어보고 싶다!'라는 생각을 가진

▼ 설계 스튜디오 수업 모습



학생들이 건축학과에 잘 어울릴 것 같아요. 또 건축공학에서는 건물을 짓는 데 필요한 공학적인 내용을 다루니까 수학, 물리 같은 분야를 좋아하는 사람이면 좋겠네요.

또한, 기본적으로 다양한 사람들과 소통하는 능력이 중요한 것 같습니다. 건축물을 짓기 위해서는 수십 명에서 수천 명 이상의 사람들과 의견을 조율해야 하고 사람과 사람 간, 업체와 업체 간의 커뮤니케이션이 상당히 중요합니다. 그래서 여러 사람의 생각을 이해하기 쉽게 정리해서 모두의 입장이 반영된 최선의 결과를 도출하기 위한 소통 능력이 중요하다고 생각합니다.

건축학과만의 자량이 있나요?

앞서 살짝 언급했던 스튜디오 수업이 건축학과만의 자량이라 할 수 있습니다! 교수님께서 1:1로 매시간마다 개인지도를 해주시는 수업은 공대에서 유일무이하지 않을까 싶습니다. 매 수업시간 주제에 맞춰 본인이 해온 작업물을 교수님의 시각에서 코칭을 받을 수 있어서 본인이 해 간 만큼 얻어갈 수 있는 유익한 수업입니다. 한 학기 동안 과제를 완수하는 과정에서 큰 뿌듯함을 얻을 수 있고, 본인의 능력과 역량을 키울 수 있죠. 또한, 서울대학교 건축학과 경우에는 학교에서 전체적으로 진행하는 외국대학 교환학생 프로그램 외에도 건축학과 독자적으로 다양한 외국대학과 협약을 맺어 교류 프로그램을 운영하고 있는데요, 이를 통해 학생들이 글로벌한 안목을 기를 수 있는 국제 교류의 기회 또한 제공되고 있습니다.

지금까지 건축학과에 대한 궁금증을 풀어보는 시간을 가졌는데요, 여러분의 궁금증이 풀렸기를 바라며 아름다우면서도 튼튼하고 안전한 건물들을 많이 만들어줄 미래 건축학도 후배님들을 응원하겠습니다! 공상

STEP

02

연구실 인터뷰

빌딩 시뮬레이션 박철수 교수

글

이기범, 화학생명공학부 2

편집

이정윤, 건축학과 3



안녕하세요? 먼저 독자분들에게 간단한 자기소개 부탁드립니다.

안녕하세요. 저는 서울대학교 공과대학 건축학과 박철수 교수입니다. 전공 분야로는 빌딩 시뮬레이션을 연구하고 있습니다.

교수님의 전공분야이신 빌딩 시뮬레이션에 대한 설명 부탁드립니다.

빌딩 시뮬레이션은 건물의 에너지 사용, 건물 내부와 외부 간의 에너지 흐름, 조명 시스템 등과 같이 건물에서 일어나는 여러 가지 물리적인 현상들을 시뮬레이션 모델을 통해 복합적으로 설계, 진단, 제어하는 전 과정을 다룹니다. 이런 물리적인 요소들의 경우, 정성적으로 정확한 진단이 힘들기 때문에 빛과 열 등과 관련된 물리 법칙과 MATLAB 등을 이용하여 시뮬레이션 모델을 만들고 건물의 물리적 현상을 예측합니다. 이 시뮬레이션 모델과 데이터를 바탕으로 최적의 설계와 제어가 이루어지는 것이죠. 빌딩 시뮬레이션의 경우 시뮬레이션 모델을 제작하는 과정부터 모델의 정확도 판단, 실제 건물에 모델을 적용하는 것까지의 과정을 모두 다룹니다. 실제 건물의 설계는 자연형 조절[●]과 기계 설계형^{●●} 조절을 복합적으로 모델에 적용시켜 소비 에너지를 절감하는 방향으로 이루어지는데, 최적의 디자인을 설계 단계에서 적용시킬 경우 최대 50%까지도 에너지를 절감할 수 있습니다.

최근 Deep Q-Learning, Machine Learning 등 IT 기술들이 건축공학에도 접목되고 있는데, 해당 기술들이 건축공학에 어떠한 방식으로 적용되고 있나요?

앞서 말했듯이 빌딩 시뮬레이션 연구실에서는 수학과 물리법칙, 프로그래밍을 이용하여 건물 내에서 일어나는 물리적 거동을 설명하는 시뮬레이션 모델을 만들고 활용합니다. 이 과정은 상당한 지출이 발생하는데요, 물리, 수학, 프로그래밍 분야의 전문가들을 고용해야 하며 모델 제작 자체에도 많은 시간이 들기 때문이죠. 하지만 이제는 건물 내에서 수집되는 정보만을 이용하여 건물의 에너지 사용을 예측하는 시뮬레이션 모델을 만들 수 있는 기술들이 많이 개발되었습니다. 바로 Deep Q-Learning과 Machine Learning과 같은 기술들입니다. 사람의 간섭 없이 건물 스스로 내부의 센서를 이용하여 정보를 수집하고, 시뮬레이션을 통해 건물의 상태를 진단하여 최적의 방향으로 건물 시스템을 제어하는 모델을 실현시킬 수 있게 된 것이죠. Deep Q-Learning, Machine Learning 등의 IT 기술들이 산업 전반에 이용된 것은 최근 몇 년 사이의 일이지만, 미래에는 이러한 IT 기술을 이용한 모델들의 활용이 더욱 확대되지 않을까 생각합니다. 현재 저희 연구실에서도 건물의 모든 물리적 요소들을 최적화된 상태로 유지시키는 기술을 꾸준히 연구 중입니다.

지금 연구하고 계신 전공분야를 선택하신 이유와 교수가 되신 계기가 궁금합니다.

사실 학부생 때는 다루는 내용의 범위가 워낙 넓기 때문에 전공 분야를 선

- Passive control
- Active control

택하기가 쉽지 않을 것입니다. 학부는 내가 무엇을 잘하고 무엇을 좋아하는지에 대한 고민을 하는 시기라고 생각합니다. 저 같은 경우에도 학부 졸업을 할 때가 되어서야 빌딩 시뮬레이션이라는 분야가 저와 가장 잘 맞다고 생각되어 이 분야를 선택하게 되었습니다. 석박사 과정을 밟으며 연구를 할 때 교수가 되겠다는 생각을 하며 공부하지는 않았지만, 공부를 하다 보니 빌딩 시뮬레이션이라는 분야가 더 좋아지고 즐겁게 느껴져 약간은 열광적으로 공부했던 것 같아요. 좋아하고 즐거워하는 일을 하다 보니 자연스럽게 남들보다 집중해서 공부하게 되었고, 그러다 보니 오늘날 강단에서 학생을 가르치는 교수가 되었습니다.

첨언하자면, 호기심을 가지고 탐구하는 것이 상당히 중요하다고 생각합니다. 저는 교수님이 무언가를 가르쳐주시면, '그런가 보다' 하고 그냥 넘기지 않고 '이게 왜 이럴까?'와 같은 질문들을 스스로에게 하면서 그 답을 찾아보고 고민하는 과정이 즐거웠던 것 같아요. 지극히 평범하고 보편적인 이야기이지만 이를 마음속 깊이 새겨 두고 노력한다면 학문의 즐거움을 느낄 수 있을 것으로 생각합니다.

연구하시면서 마주치는 어려움은 어떤 것이 있고, 이를 어떻게 극복하시나요?

기억에 남을 만한 큰 어려움은 없었던 것 같습니다. 뒤돌아보니 저는 참 행복한 사람이라 느끼게 되네요. 굳이 이야기를 해보자면 제일 큰 어려움은 학생 지도인 것 같습니다. 교수가 되고 나니 제가 학부 시절에 얼마나 미숙했는지를 잊고 사는 바람에 많은 시행착오를 겪었습니다. 저는 제 수준에서 학생들에게 설명한 후에 학생들이 잘 이해하겠거니 하고 넘어가는데, 제 생각과 달리 학생들은 힘들어했던 것 같아요. 학생의 눈높이에 맞추는 것이 정말 어렵습니다. 따라서 저는 지금도 항상 학생 입장에서 생각하려고 끊임없이 노력 중입니다.

이렇듯 큰 어려움은 없었지만 슬럼프는 있었습니다. 대학원 지도를 할 때, '내가 이걸 왜, 무엇 때문에 하는가'라는 질문을 스스로에게 자주 했던 것 같아요. 사실, 학부 교육은 우리가 아는 인류의 지식을 다음 세대에 전달해주는 것이기에 책의 내용들을 학생들에게 알

려주고, 시험을 통해 잘 이해했는지 확인하는 작업만 하면 돼서 비교적 수월합니다. 하지만 대학원 과정은 새로운 지식을 생산해내는 과정이라는 점에서 학부교육과는 완전히 다릅니다. 교수와 학생이 일대일, 혹은 일대팀으로 연구하여 지식을 생산하는데 이 경우에는 교과서에서도, 구글에서도 답을 찾을 수 없기 때문에 쉽지 않습니다. 오로지 창의성과 끊임없는 성찰로써 승부해야 하는 과정이죠. 하지만 어느 순간 '아 내가 하는 일이 지식의 지평선을 넓히는 중요하고 고귀한 작업이었구나'라는 사실을 깨달았고, 이를 자각한 후에는 이 활동을 절대로 소홀히 할 수 없겠다는 생각으로 슬럼프를 극복하게 되었습니다.

건축공학도가 되기 위해서는 어떠한 자질을 갖추어야 할까요?

기본적으로는 수학과 물리를 잘해야 합니다. 그리고 조금 생똥맞은 답이 될 수도 있지만 호기심과 끈기가 중요하다고 생각합니다. 지식을 습득할 때 내용을 받아들이면서 스스로 생각하고 호기심을 가져보세요. 책을 읽을 때 서술자의 영감과 생각을 느껴보는 것이 그 호기심의 원천이 될 수 있습니다. 이러한 호기심을 가지고, 공부를 하거나 연구를 할 때 끈기 있게 꾸준히 최선을 다한다면 훌륭한 공학자가 될 수 있을 것입니다.

교수님께서 생각하시는 건축공학의 미래와 전망이 궁금합니다.

88학번인 제가 대학에 입학할 때도 '인류가 존재하는 한 의식주는 지속된다.'라는 말이 있었는데, 이 말은 지금도 통용되는 말인 것 같습니다. 우리가 삶을 살아가는 한 건물은 계속 지어야 하기 때문에 건축공학의 전망 또한 약간의 변화는 있겠지만 현재 수준에서 지속 가능하다고 생각합니다. 다만, AI와 Machine Learning 등의 기술들이 실제적으로 에너지, 환경 등 여러 분야에 적용되어 우리가 상상할 수 없을 만큼 다양한 방향으로 건축공학의 발전이 이루어질 것으로 예상합니다. 신발을 1, 2년마다 바꾸듯 집도 20-30년 정도의 주기로 새로 지어야 하는데, 미래에는 설계에 드는 시간과 비용이 급진적으로 낮아져 이 주기가 짧아지면서 신발 갈아 신듯 건물을 바꿀 수 있는 시대가 올 수 있지 않을까요? 공상

STEP

03

연구실 동향

구조재료실험실
고성능구조공학연구실
건설기술연구실

콘크리트는 배합하는 물질과 세부적인 처리 과정에 따라서 구조물의 거동이 크게 달라지는 매우 복잡한 재료로, 내구성과 경제성이 좋아 가장 널리 쓰이는 건축 재료입니다. 서울대학교는 2017년에 이어 2년 연속 콘크리트 구조공학 분야에서 세계 최고의 권위를 가지는 ACI 스트럭처럴 저널(ACI Structural Journal)에서 클래리베이트 애널리틱스(Clarivate Analytics) 논문 기여도 1위를 차지했습니다. 특히 서울대 공대 건축학과와 건설환경공학부 연구진들이 가장 많은 논문을 게재했으며, 이는 대한민국 전체 실적의 절반 이상에 해당한다고 하는데, 이와 관련된 연구를 수행하고 있는 연구실을 찾아가볼까요?

글
김현수, 기계항공공학부 1
편집
윤영주, 에너지자원공학과 4

구조재료실험실

Structural Engineering & Material Lab

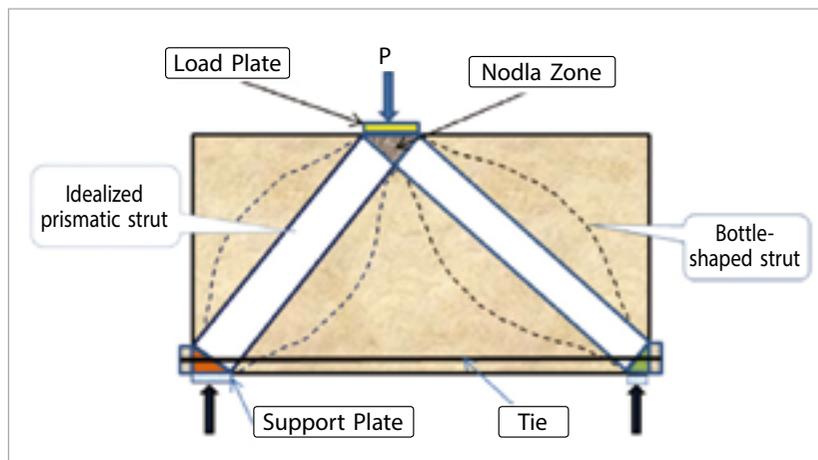
홍성걸 교수님이 이끄시는 이 연구실에서는 주로 구조역학의 시각적 이해를 토대로 새로운 재료 개발의 응용을 연구합니다. 대표적으로 철근 콘크리트 구조의 스트럿-타이 모델을 이용하여 철근 콘크리트의 정착-부착, 전단 (shear) 그리고 변형 능력에 적용하는 연구를 수행합니다. 이런 스트럿-타이 모델은 건물이 흔들리지 않게 수평하중에 저항하는 역할을 하는 강판전단벽의 전단 강도를 높이는 데 응용되거나, 미리 공장 등에서 콘크리트를 성형한 후 사용하는 T형 프리캐스트의 벽체와 접합부에 응용되기도 합니다.

그리고 더 강하고 효율적인 판구조의 개발을 위해 새로운 구조 재료의 개발도 진행하는데 특히 환경친화적인 재료 개발에 힘쓰고 있으며, 힘을 시각적으로 표현하기 위해 다단계 역학적 모형을 연구하고 있습니다. 구조재료실험실은 특히 내충격성 강화를 위해 하이브리드 화이버 폴리머 콘크리트와 철근을 대신할 섬유 보강 콘크리트 부재를 개발 중이라고 합니다.



또한 전통문화재, 주로 석탑 및 아치 구조의 고분 연구도 수행하고 있습니다. 예를 들면 목구조물의 지진하중에 대한 거동, 미륵사지 석탑의 구조 안정성 및 파손 석재의 보강법, 그리고 고분의 전돌 아치 구조의 구조적 특성 등을 연구해오고 있습니다.

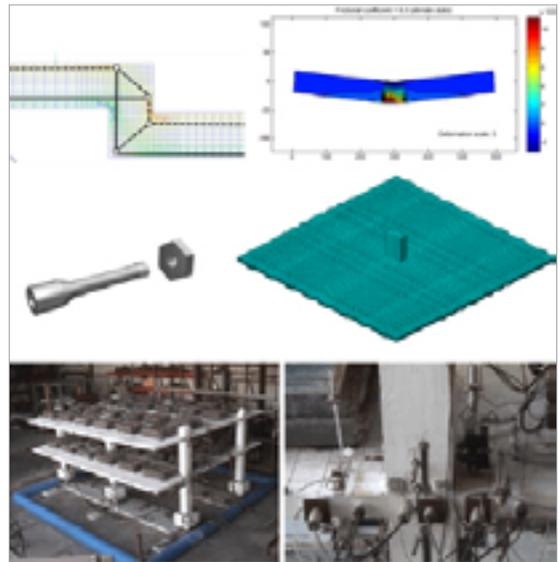
◀ 아치의 시각적 해석구조
▼ 스트럿-타이 모델



고성능구조공학연구실

Hi-performance Structural Engineering Lab

강현구 교수님의 고성능구조공학연구실에서 역시 콘크리트 위주의 연구를 진행하고 있습니다. ‘콘크리트’를 떠올리면 친환경적이지 않고 오히려 환경오염을 일으킬 것 같지만, 이 연구실에서는 자연과 건축물 사이의 조화를 고려한 학문과 기술을 추구한다고 합니다. 이를 위하여 여러 종류의 콘크리트를 이용하고 있는데요. 이때 환경친화적인 것만이 아니라 일반 콘크리트보다 강도와 슬럼프(변형)가 향상된 고성능콘크리트, 프리스트레스트콘크리트, 포스트텐션콘크리트, 합성 콘크리트, 섬유보강콘크리트 그리고 친환경 콘크리트 등의 다양한 콘크리트들을 활용하고 있습니다. 이런 콘크리트로 포스트텐션법*을 이용해 다양한 구조를 설계하고 있으며, 콘크리트뿐만 아니라 다른 신재료 적용에 관한 연구도 진행 중이라고 합니다.



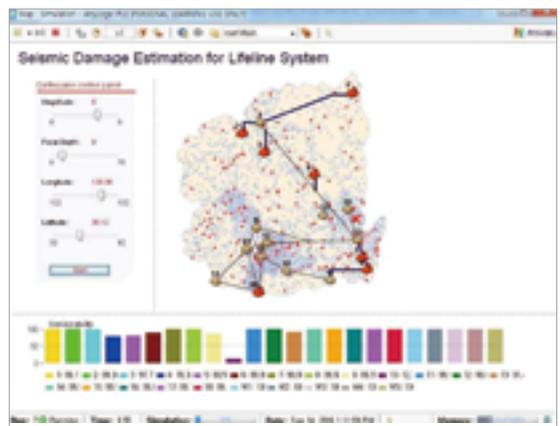
▲ 고성능구조공학연구실 소개 사진

- 콘크리트에 고강도의 PS강재 즉 피아노선과 같은 특수 강선을 넣어 여러 번 긴장시키는 방법으로 직선과 곡선 표현이 모두 가능해서 형상을 자유롭게 할 수 있어 교량에 주로 사용되는 공법

건설기술연구실

Construction Engineering & Management Lab

건축학과에서는 앞서 살펴본 콘크리트 건축에 대한 연구만 하는 것은 아닙니다. 이현수, 박문서 교수님의 건설기술연구실에서는 건설경영 분야를 연구하고 있습니다. 최근 글로벌화된 사회에 발맞춰 더욱 효율적인 건설 기술 및 관리 분야를 한 단계 도약시키는 것이 목표라고 하는데요, 이러한 목적으로 건설기술연구실에서는 광범위한 연구분야를 개척하고 새로운 건설관리와 기술을 개발 중입니다. 2017년 포항지진 이후 증대된 자연재해로 인한 불안을 줄이고, 공공서비스의 공급 지속성을 예측하기 위한 ‘네트워크 기반 라이프라인 지진 재해 기능저하 예측 모델’ 연구도 진행하였습니다. 또한, 바닥충격음 전달 경로 분석을 통해 각 부재별 층간소음 저감 구조를 개발하고자 하는 ‘공동주택에서의 소음전달 경로분석 및 층간소음 저감구조의 개발’, 고령화 문제에 대응하여 고령자의 사고 예방과 건강한 삶을 위한 ‘고령자 응급 상황 및 신체적/정신적 기능 저하 식별을 위한 디바이스 프리 스마트홈 헬스케어 시스템 개발’ 등 다양한 연구를 진행하고 있습니다. 공상



▲▲ 라이프라인 네트워크 기능저하 시각화모델의 예시
▲ 바닥충격음 전달경로 분석을 위한 현장 측정

콘크리트 구조설계 및 공법

STUDY

정확한 계산으로 콘크리트 건물의 붕괴를 막자



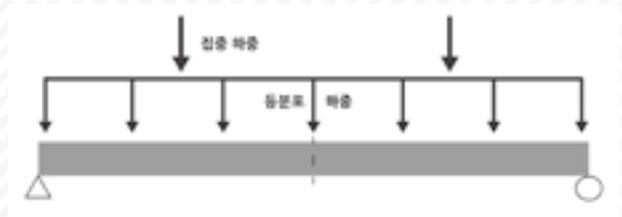
안녕하세요, 독자 여러분! 도시 속 길 한복판에서 잠시 멈추어 주변을 둘러본다고 상상해 봅시다. 뽁뽁이 들어선 높고 낮은 건물들, 그리고 그 주변을 잇는 도로들이 보이시나요? 이러한 현대 구조물들을 이루고 있는 재료는 무엇일까요? 네, 바로 이번 코너의 주인공인 콘크리트입니다. 최근 건축 구조물에서 널리 사용되고 있는 콘크리트는 내부에 철근을 배합한 철근 콘크리트의 형태로 사용되고 있는데요, 이 형태로 발전하기까지 콘크리트는 아주 긴 역사를 가지고 있습니다. 고대 로마인들은 화산재와 석회, 바닷물 등을 혼합하여 최초로 콘크리트의 모체를 발명했으며, 이는 아치와 돔과 같은 대형 구조물 제작으로 이어졌습니다. 콘크리트는 오래전부터 콜로세움의 교차볼트, 판테온 신전의 거대한 돔 구조 등에 활용되어 왔습니다. 2천 년이 훌쩍 지난 지금도 그 형태를 찾아볼 수 있죠.

이후 산업혁명을 기점으로 콘크리트를 이용한 건축물들이 본격적으로 건설되었습니다. 하지만 콘크리트에는 치명적인 약점이 있었죠. 바로 인장력¹에 취약하다는 점입니다. 19세기 프랑스의 정원사였던 조지프 모니에는 튼튼한 화분을 만들 방법을 생각하다가 철근 콘크리트의 원형을 고안해냅니다. 철근을 콘크리트 속에 배합하여 압축과 인장력에 모두 강한 혁명적인 재료가 탄생한 것이죠. 게다가 철근과 콘크리트는 열팽창계수²가 유사하며, 재료 간 부착력도 우수하여 상호 보완적인, 일명 '소울 메이트'가 탄생하게 되었습니다! 이후 철근 콘크리트는 현대의

건축물에도 활발히 이용되고 있습니다.

콘크리트는 현대의 공학적 구조물에서 빼놓을 수 없는 재료로 자리잡은 이후 관련 연구가 끊임없이 진행되고 있습니다. 그렇다면 현대 건축물 속 콘크리트에는 철근을 얼마나 넣고 어떻게 배치해야 안전한 구조를 만들 수 있을까요? 이를 계산하고 설계하는 것이 바로 오늘 소개해 드릴 건축공학전공 '콘크리트 구조설계 및 공법' 수업에서 다루는 내용입니다. 수업에서는 계산을 통해 콘크리트 구조의 최적 설계를 고안하는데요, 건축물의 공학설계는 큰 인명피해나 재산피해와 직결되기 때문에 수업의 가장 큰 핵심이자 목표는 계산을 통해 안전설계를 도출하는 것에 있습니다. 건물의 용도나 크기 등에 따라 달라지는 역학적인 계산과정을 통해서 안전한 구조를 설계하는 것이 수업의 최종 목표라고 할 수 있겠네요.

간단한 예시를 들어봅시다. [그림 2]처럼 단순 보³에 등분포 하중⁴과 집중하중⁵이 가해진다고 가정해봅시다. 여러 하중의 휨 모멘트에 의하여 [그림 2]와 같이 가운데 점선을 기준으로 콘크리트 단면에 압축력과 인장력이 작용하게 됩니다. 하지만 인장력에 약한 콘크리트는 인장강도를 초과하는 하중이나 인장응력 등이 발생할 경우 균열이 발생하게 됩니다. 콘크리트에 균열이 일어난다면 건축물의 큰 피해로 이어지겠죠? 따라서 인장력이 가해지는 부분에는 콘크리트 속에 철근을 배합하여 인장강도를 보강해야 합니다. 이때, 압축력과 인장력에 의한 모멘트 값을 각



[그림 1] 콘크리트가 활용된 현대 도시 (왼쪽)

[그림 2] 보에 걸리는 하중 (오른쪽)



글
이정윤, 건축학과 3

편집
유윤아, 기계항공공학부 2

각 계산하여 평형을 이룰 수 있도록 배근할 철근의 종류, 개수, 배합 깊이 등을 결정합니다. 왜 계산과 설계가 주가 되는 수업 인지 아시겠나요?

실제 계산은 예시의 그림보다 조금 더 복잡한 과정을 거치는 데요, 콘크리트 구조 설계 과정에서는 건축설계기준⁶이나 경제성 등도 고려해야 하고, 무엇보다도 여러 한계 상태를 고려해야 하기 때문이에요. 먼저 한계 상태란, 구조나 구조재료가 의도한 바와 적합하지 않게 된 경우를 이룹니다. 대표적으로 종국 한계 상태(ultimate limit state)를 들 수 있는데, 이는 우리가 생각할 수 있는 가장 심각한 피해, 즉, 건물이 안정적으로 서있지 못하고 붕괴하는 등의 사고가 일어날 수 있는 위험한 상황을 말합니다. 부재에 걸리는 힘의 평형상태가 파괴되거나, 크고 작은 부분들이 파열되거나, 점진적 붕괴가 일어나는 경우가 해당됩니다. 이 밖에도 부분적으로 기능을 잃어 건물의 소음, 진동을 초래하는 사용성 한계 상태나 주변환경과 자연재해에 대비한 특수 한계 상태 또한 고려해야 합니다.

따라서 콘크리트 구조를 디자인하는 과정에서는 이러한 한계 상태에 따른 모든 잠재적인 실패 가능성을 먼저 조사합니다. 이후 조사한 한계 상태에 대해서 허용안전수준⁷을 결정하고 그 기준에 따라 구조를 설계합니다. 이 모든 과정은 건물에서 구조 부재의 주요 기능이 건물 이용자들을 위협하지 않고 하중을 견뎌야 한다는 목표 아래에 진행되기 때문에 조금 특별한 과정

이 추가되는데, 바로 다양한 계수를 이용한다는 점입니다. 부재에 걸리는 하중 때문에 생기는 휨 모멘트, 전단력, 축응력, 돌림힘, 변형 등을 load effect라 하고, 우리가 설계한 부재가 지탱할 수 있는 힘을 저항력(R)이라고 하는데, 'R>load effect'를 만족할 수 있도록 설계를 완성해야겠죠? 이때, 발생하는 작은 오차를 보완할 수 있도록 이용하는 것이 계수입니다. Load effect에는 1보다 큰 하중계수⁸를 곱하여 더 큰 값을 도출하고, R에는 1보다 작은 강도저감계수⁹를 곱하여 부등식을 수정합니다. 이 부등식을 만족할 때, 우리는 비로소 안전한 설계를 완성했다고 할 수 있겠죠!

$$\phi R_n \geq \alpha_1 S_1 + \alpha_2 S_2 + \dots \quad \phi M M_n \geq \alpha_D M_D + \alpha_L M_L + \dots$$

▲ 하중계산 부등식

오늘은 콘크리트 구조설계 및 공법 수업에 대한 대략적 내용을 살펴보았습니다. 생각보다 안전한 설계를 위한 여러 장치들이 곳곳에 숨어있지 않나요? 최근 곳곳에서 일어난 붕괴사고로 피해를 입은 사례들을 보면 가슴이 아픕니다. 콘크리트 구조물은 가까이서 사람을 보호하고 있는 건물인 만큼 그 무엇보다 안전에 유의해 공학적 설계를 진행해야 합니다. 이는 건축학도가 늘 마음속에 지녀야 할 책임감이 아닌가 싶습니다. 공상



[그림 3] 콘크리트 단면

1. 인장 응력(tensile stress). 부재의 재축 방향으로 신장을 일으키도록 외력이 작용했을 때 그에 저항하여 부재 내에 생기는 재축 방향의 내력.
2. 온도의 증감에 따라 물질이 늘어나고 줄어드는 척도를 계수로 표시한 것.
3. 건축물에서 윗부분의 무게를 지탱하는 수평 구조재.
4. 구조재에 고르고 균등하게 분포하고 있는 하중.
5. 구조재의 한 점에 집중하여 작용하는 하중.
6. 설계 목표를 달성하는 표준적인 절차를 나타낸 규정.
7. 한계 상태에 도달하는 것을 방지하기 위하여 요구되는 구조의 역학적 능력.
8. 설계 하중과 실제 하중 간의 차이 및 하중을 작용 외력으로 변환시키는 해석상의 불확실성, 환경 작용 등의 변동을 고려하기 위한 일종의 안전 계수.
9. 종국 강도형의 설계법에서 사용되는 부재 강도를 저감하는 계수. 재료 강도나 부재 치수의 불균일, 설계식의 신뢰성 등을 고려한 안전 계수.

기계야, 내 노래를 들어줘!



글
김건우, 원자핵공학과 3

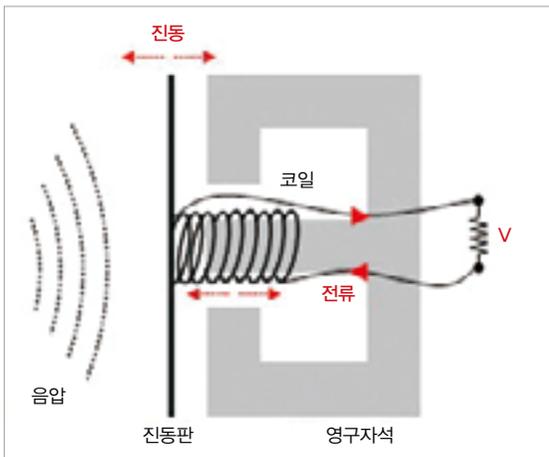
편집
이다원, 조선해양공학과 3

여러분은 친구들과 놀 때 주로 어디를 가시나요? 친구들과 여럿이서 함께 신나게 즐길 수 있는 곳은 또 코인노래방만 한 곳이 없지요! 하지만 코인노래방에서 열창하다 보면 가끔 이해되지 않는 점수를 받은 경험이 있을 겁니다. 분명 누구보다 잘 불렀다고 생각했는데 점수가 영 별로이거나, 잘 못 부른 것 같았는데 예상외로 높은 점수를 받기도 합니다. 노래방 기계는 어떤 방식으로 우리 노래를 인식하고, 그 노래에 점수를 매기는 것일까요? 이번 코너에서는 노래방 기계의 원리를 파헤쳐보도록 하겠습니다!

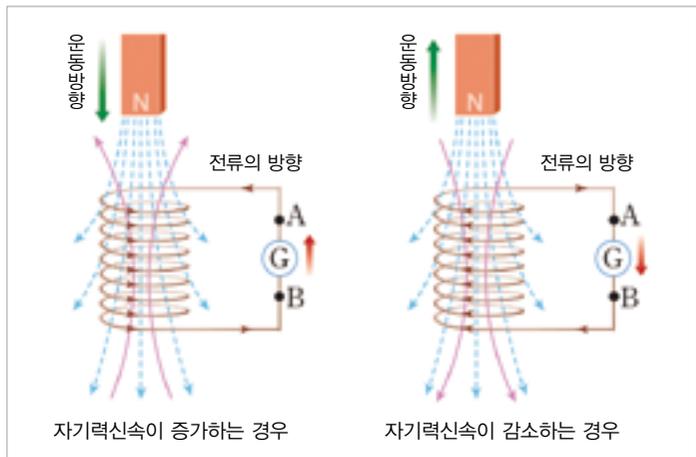
우선 노래방 기계가 우리의 노래를 인식하기 위해서는 소리를 전기신호로 바꿔야 합니다. 마이크가 이 역할을 하고 있는데, 마이크 안에는 소리의 압력에 의해 진동하는 진동판이 자석을 둘러싸고 있는 코일과 연결되어 있어 소리와 똑같은 파형의 전기신호를 만들어냅니다.

그렇다면, 소리가 어떻게 전기신호로 바뀔 수 있을까요? 이 과정은 ‘패러데이 법칙’을 통해 설명할 수 있습니다. 패러데이 법칙은 외부 자속의 세기가 변하면 그 변하는 속도에 비례해서 회로에 전류가 흐른다는 법칙입니다. 마이크의 진동판이 소리에 따라 진동하면, 진동판 위의 코일이 앞뒤로 진동하게 됩니다. 이 코일의 중심축에는 자기장이 있어 코일이 진동하면 코일의 자속이 변하게 되는데요, 따라서 진동판이 진행함에 따라 그에 상응하는 파형의 전류가 코일에 흐르게 됩니다.

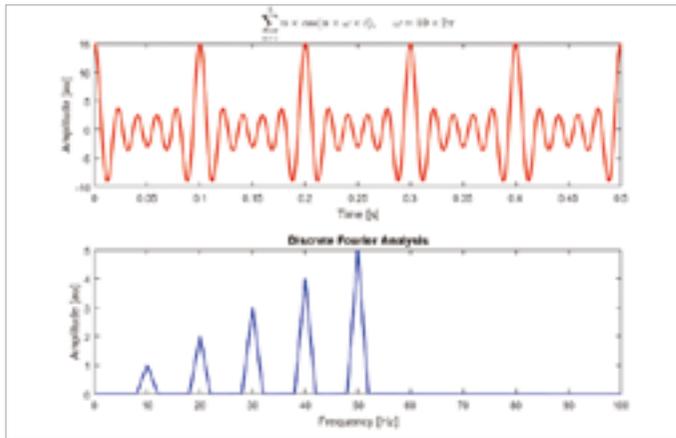
하지만 위와 같은 방법으로 생성된 전기신호에는 여러 잡음이 섞여 있어 기계가 제대로 인식하지 못하는 경우가 생깁니다. 그래서 마이크에서 생성된 전기신호는 푸리에변환(FT, Fourier Transform)이라는 과정을 거쳐야 합니다. 푸리에변환은 일반적인 함수를 코사인함수 또는 사인함수의 합으로 바꾸는 변환입니다. 코사인함수와 사인함수는 특정한 진동수를 가지므로, 푸리에변환을 통해 전기신호를 이루고 있는 진동수를 분석할 수 있습니다. 예를 들어서, 어떤 함수 $f(x)$ 가 $\sin ax + 10 \sin bx + 100 \sin cx$ 로 나타난다면, 이는 각진동수 a, b, c 가 각각 1:10:100으로 나타나는 함수임을 알 수 있습니다. 이런 식으로 마이크의 전기신호를 진동수에 따라 분석합니다.



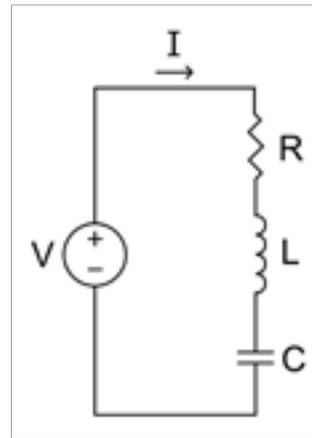
▲ 마이크의 구조



▲ 패러데이 법칙



▲ 푸리에변환의 예시



▲ RLC회로

위의 그림은 푸리에변환을 이용하여 복잡한 함수를 간단한 진동수의 구성으로 바꾼 그림입니다. 마이크의 전기신호도 이와 같이 푸리에변환을 통해 어떤 진동수가 얼마나 많은 비율을 차지하고 있는지 분석할 수 있습니다. 사람의 목소리는 일반적으로 400Hz에서 4,000Hz 사이에 분포하므로, 이 범위 밖의 진동수는 주변의 잡음에 의해 생성된 전기신호라고 생각할 수 있습니다. 이 원리에 따라 400Hz에서 4,000Hz 사이의 신호를 증폭해서 출력하고, 나머지 신호는 제거하는 방식으로 사람의 목소리를 전기신호로 바꾸어 노래방 기계에 입력합니다.

사람의 소리가 입력된 후에는 음정을 확인하여 점수를 매깁니다. 음정이란 음의 높낮이로, 소리의 진동수에 따라 결정되기 때문에 신호의 진동수를 측정함으로써 소리의 음정을 알 수 있습니다. 전기신호의 진동수를 측정하는 데에는 RLC 회로를 이용합니다. RLC회로는 저항(resistor)과 코일(inductor), 축전기(capacitor)로 이루어져 있으며, 전기신호의 진동수에 따라 임피던스^{••}의 값이 결정됩니다. RLC 회로의 임피던스(Z)는 신호의 각진동수 w에 따라 아래와 같이 바뀝니다.

$$Z = \sqrt{R^2 + (wL - \frac{1}{wC})^2}$$

그러므로, RLC 회로의 임피던스 값을 측정하여 전기신호의 진동수를 계산할 수 있습니다.

마지막으로, 마이크를 통해 인식되는 소리의 세기는 에너지와 진폭의 관계를 이용해 측정합니다. 파동의 에너지는 진폭의 제곱에 비례합니다. 소리가 커질수록 진동판이 더 크게 흔들리게 되며, 이때 진동판의 진폭의 제곱은 소리의 세기에 비례합니다. 한편 진동판의 진폭이 더 커질수록 생성되는 전기신호의 진

폭 역시 커지므로, 결국 전기신호의 진폭의 제곱이 소리의 세기에 비례하게 됩니다. 즉 전기신호의 진폭을 통해 소리의 세기를 측정할 수 있는 것이죠.

지금까지 노래방 기계가 어떻게 목소리의 높낮이와 세기를 인식하고 분석하는지를 알아보았습니다. 우리가 자주 놀러가는 노래방의 노래방 기계 속에는 RLC 회로를 통해 노래의 진동수를 인식하고, 전기신호의 전압을 분석해서 노래의 세기를 분석하는 복잡한 원리가 숨어있었다는 사실! 하지만 음정과 소리의 크기만으로 노래를 평가할 수는 없을 것입니다. 때로는 목소리에 담긴 감정이나, 멜로디가 주는 운율이 큰 감동으로 다가올 때가 있으니까요. 노래방 기계는 이런 인간적인 요소를 평가할 수 없으니 노래방 점수가 노래 실력과 직결되지는 않겠죠?



- 각진동수는 진동수에 2π를 곱한 값으로, 함수 sin(ax)의 진동수는 a/2π, 각진동수는 a이다.
- 교류회로에서 저항에 해당하는 값, 단위는 Ω이다.

건반으로 된 오케스트라의 지휘자들

스누피아

글 배선열, 전기정보공학부 1

편집 김성진, 건축학과 2



피아노 독주회 감상모임

영화 <말할 수 없는 비밀>을 보면 주인공들이 멋있게 피아노를 연주하고, 서로의 연주를 감상하면서 소통하는 장면이 나옵니다. 아마 그런 장면들을 보면서 대학에서의 피아노 연주에 대한 로망이 생긴 학생들이 꽤 있을 것 같은데요, 이번 호에서는 서울대학교의 피아노 동아리 스누피아를 소개합니다!

안녕하세요! 간단한 본인 소개와 동아리 소개 부탁드립니다.

안녕하세요! 스누피아에서 부회장을 맡고 있는 서어서문학과 18학번 김종호입니다. 스누피아에서 2년째 활동하고 있고, 1년간의 활동 후에 부회장을 맡게 되었어요. 2004년경에 결성된 스누피아는 서울대학교의 유일한 피아노 동아리로 클래식, 뉴에이지, 재즈 등의 분야를 가리지 않고 연주 및 감상을 하며, 피아노를 통한 사람들 간의 소통을 목표로 하고 있습니다.

동아리에서는 구체적으로 어떤 활동들을 하나요?

매주 수요일마다 정기적으로 정식 동아리 모임을 가지는데요, 우선 정기 모임에는 연주 모임과 감상 모임이 있습니다. 한 학기에 열 번 정도 모이면 대여섯 번은 연주 모임인 것 같아요. 주로 대형 연습실이나 라운지에 모여서 활동을 진행하고, 때로는 기숙사 가운데홀에서 활동하기도 합니다. 감상 모임의 경우 예술의전당 등에서 외부 공연이 있을 때 연주회를 감상하러 갑니다. 또, 정기 모임 외에도 다양한 친목 모임이 있어요. 한강에 놀러가기도 하고, 맛집 탐방을 하기도 합니다. 시험기간에 모여 함께 배달음식을 시켜 먹기도 해요. 그리고 한 학기에 한 번씩 엠티를 갑니다.

스누피아의 주요 활동이라고 할 수 있는 연주회도 개최합니다. 학기 중에 한 번씩 정기 연주회를 가지고, 방학 중에는 소연주회와 더불어 서울대학교 오케스트라 동아리 스누포와 같이 합주를 하죠. 오케스트라 전체가 동원되는 협연 정도의 큰 규모는 아니고 주로 피아노 3, 4중주를 하는데요, 신청자에 따라 형태나 규모는 조금씩 달라집니다.

피아노가 학교에 흔하지는 않을 것 같은데 동아리의 피아노를 소개해주세요!

우선 학생회관의 대형 연습실과 라운지에 피아노가 1대씩 있고, 동아리 방에도 피아노가 2대 있어요. 학생회관에 스누피아 부원들을 위한 피아노가 따로 있어서 별도의 예약이나 대여 절차 없이 자유롭게 사용할 수 있습니다. 아무래도 피아노라는 악기가 상당히 크고 가격이 비싸기 때문에 동아리에서 많은 피아노를 보유하고 있지는 않아요. 게다가 스누피아는 중앙 동아리이기 때문에 부원이 엄청 많아서 피아노의 수가 부원의 수에 비해 상당히 적게 느껴질 수 있죠. 그렇지만 다행히도 연습이나 연주 모임을 위해 피아노를 사용하는 시간대가 조금씩 달라서 누구나 원하는 시간에 자유롭게 피아노를 연주할 수 있습니다.

피아노를 잘 치지 못하지만 피아노를 좋아하고 관심있는 학생들도 들어갈 수 있나요? 가입 후 피아노를 배울 수 있는 기회가 있는지 궁금합니다!

비음악대학 멘토링 등의 프로그램이 있어서 피아노를 잘 치지 못해도 동아리 가입하는 데에 전혀 장벽이 없지만, 처음 동아리



① 연주회에서 연주 중인 인터뷰이
② 투피아노 자유연주모임



를 가입할 때 많은 분들이 부담을 느끼는 것은 사실이에요. 그래서 피아노 연주 경험이 없는 분들을 위한 수업이나, 감성 중심으로 활동하고 싶은 분들을 위한 연주회를 검토 중입니다. 특히 올해부터는 신입 부원들을 우선적으로 배치하여 쉽고 대중적인 곡들을 연주하는 ‘삐띠 콘서트’를 개최해서 더욱 쉽게 피아노를 접할 수 있게 되었어요.

본인이 가장 좋아하는 곡이나 요즘 한창 연습하는 곡은 무엇인가요?

제가 가장 좋아하는 곡은 쇼팽의 ‘환상곡’이에요. 흔히 알고 있는 ‘즉흥 환상곡’이 아니라 그냥 ‘환상곡’입니다! 쇼팽은 굴곡진 인생을 살아서 보통 곡이 슬픈 분위기인데, 환상곡은 그의 삶을 압축해 놓은 듯한 느낌이 들어요. 한 곡 안에 어려움을 극복하는 과정이 나타나 있는 것이 제 수험생활에 큰 힘이 되었고, 스누피아에 관심을 가지게 된 계기도 되었죠.

요즘 연습하는 곡은 쇼팽의 ‘화려한 대(大) 폴로네이즈’, 슈만의 ‘헌정’ 정도가 있겠네요. 악보는 인터넷에서 가져오는 경우가 많은데, 저는 책으로 사서 보는 것을 선호하는 편입니다. 인터넷의 악보들은 출처가 불분명하고, 틀린 악보를 뽑는 경우가 많아서 검증을 거친 책이 좋다고 생각해요.

다른 악기와 구별되는 피아노만의 특징이 있나요?

20세기의 위대한 피아니스트로 손꼽히는 호로비츠는 “피아노는

아마추어에게는 제일 쉬운 악기이지만 프로에게는 제일 어려운 악기이다.”라고 말했죠. 손가락의 어느 부분으로 연주를 하는지, 자세는 어떤지, 페달을 어떻게 쓰는지 등에 따라 곡이 매우 달라지기 때문인 것 같아요. 작곡가가 악보를 통해서 전달하는 의미가 다양한 연주자들을 만나면서 변주되는데, 이를 해석하는 과정이 즐거운 것 같아요. 피아노는 배울수록 어려워지지만, 그에 매력이 있다고 할 수 있겠네요.

마지막으로 고등학생 독자들에게 한마디 부탁드립니다!

저는 고등학생 때부터 스누피아에 들어오고 싶었고, 제가 목표로 하는 대학에서 저의 오랜 취미를 즐길 수 있다는 생각으로 힘든 공부를 견딜 수 있었어요. 여러분도 자신이 대학에서 참여해보고 싶은 동아리를 떠올리고, 자신이 하고자 하는 활동을 계속 상상하며 스트레스를 해소하셔서 수험생활을 잘 견뎌냈으면 해요. 그리고 바쁜 수험생활 중에도 되도록이면 취미를 잃지 말고 공부했으면 좋겠어요. 나중에 대학 면접에서 어떤 동아리에 들어가고 싶냐는 질문을 받으면 꼭 학술 동아리를 답하지 않아도 된다고 생각합니다. 동아리를 통해 많은 것을 경험하며 견문을 넓히고, 다양한 사람을 만나는 것이 중요하니까요. 앞으로 스누피아를 많이 사랑해주시고, 자세한 소식은 페이스북 페이지 ‘SNUPia’에서 찾아보실 수 있습니다! 공상

IT기술로 건설산업의 미래를 제시하다

카르타 최석원 대표

포크레인과 측량 장비, 그리고 설계도. 흔히 건설산업이라고 하면 가장 먼저 연상되는 이미지들입니다. 서울대학교 공과대학에 위치한 스타트업 '카르타'는 이러한 건설산업에 IT기술을 접목한 '스마트 건설' 분야를 선도하고 있는데요. 카르타의 최석원 대표님을 만나보았습니다.



글
김도현, 컴퓨터공학부 3

편집
한정현, 재료공학부 3

먼저 간단한 자기소개 부탁드립니다.

안녕하세요. 저는 건설용 데이터분석 플랫폼 카르타의 대표이사를 맡고 있는 최석원입니다. 서울대학교 자유전공학부 12학번이고, 일을 하며 계속 졸업을 미루어서 올해나 내년에 졸업할 것 같습니다. 자유전공학부는 보통 2개의 전공을 선택하는데, 저는 컴퓨터공학과 학생설계전공인 '계약제도학'을 선택했습니다. 계약제도학에 대해 간략히 설명하자면 경영학, 정치학, 심리학 그리고 경제학 등 다양한 분야에 걸쳐 조직에 관한 이론들을 넓게 공부하는 학문입니다. 저는 프로그래밍과 어플리케이션 및 웹 개발에 관심이 있어, 2012년부터 와플스튜디오(컴퓨터공학부 개발 동아리) 활동 등 다양한 활동을 계속 해오고 있습니다.

카르타는 어떤 일을 하는 스타트업인가요?

카르타는 건설용 데이터분석 플랫폼으로, 드론으로 수집한 항공 이미지를 분석하여 접근성이 좋은 플랫폼을 제작하는 일을 하고 있습니다. 쉽게 설명 드리자면 저희가 하는 일은 건설현장을 드론으로 몇 백 장 정도 촬영하고, 그 이미지를 분석해서 건설 현장의 모습을 3차원으로 모델링해주는 작업이라고 할 수 있습니다.

현재 많은 건설사들에서 드론 기술을 사용하기 위해 다양한 시도를 하고 있으나 드론과 이미지 분석 모두 전문성이 많이 요구되는 분야라 당장 적용할 수 있는 해결책이 없는 상황입니다. 그래서 저희는 사용자들이 이미지를 업로드하면 분석 및 시각화, 나아가 적절한 어플리케이션까지 제안하는 웹 클라우드 서비스를 제공하고 있습니다. 이러한 카르타의 서비스를 건설사들이 활용함으로써 크게 두 가지의 효용을 취할 수 있는데, 첫째로 3차원 모델링을 통해 실제 구조에 대한 실측 정보를 바로 가져올 수 있기 때문에 측량 비용을 절감할 수 있습니다. 또한, 넓은 현장을 한눈에 확인하며 공정 진척도를 효과적으로 관리하고 모니터링할 수 있습니다.

2D 이미지를 분석해서 3D 모델을 만드는 원리를 좀 더 자세히 설명해 주실 수 있는가요?

사람이 양쪽 눈으로 물체를 보면 시차*가 생기는데, 이를 바탕으로 거리감을 인식하게 됩니다. 바로 이러한 원리를 알고리즘으로 구현했다고 생각하시면 됩니다. 건설현장을 다양한 각도에서 찍은 사진들을 모아 시차를 분석함으로써 각 물체의 기하학적 깊이 정보를 생산하는 것이죠.

카르타를 창업한 계기는 무엇이고, 현재의 상황이 어떤지 궁금합니다.

카르타 전에는 안티드론** 프로젝트를 진행했고, 이를 바탕으로 작년 초 평창올림픽 현장에 결과물을 배치했습니다. 이 프로젝트를 진행하던 중 마음 맞는 팀원들을 만나 함께 본격적인 사업에 도전하자는 의견이 나와서, 건설용 드론 사업으로 방향을 바꾸어 창업하게 되었습니다.

이 아이템으로 사업을 시작한 지 1년 정도 되었습니다. 작년 말에 간단한 프로토타입을 제작해 그것을 기반으로 올해 초 '킹슬리벤처스'라는 벤처 캐피탈에서 초기 투자를 받았고, 이번에 TIPS***에 선정되면서 팀을 점차 키워 나가고 있는 중입니다.



▲ 인터뷰 현장

스타트업을 시작하고 느낀 점이 있다면?

그동안 서비스를 만들어 제공하거나 안티드론 프로젝트를 진행하는 등 다양한 경험이 있었지만, 본격적으로 스타트업을 운영하며 '비즈니스를 한다는 것'에서 새로운 어려움을 느끼고 있습니다. 프로젝트는 데드라인을 지켜 결과물을 만들면 끝나는 일회성의 도전이고 어플리케이션 역시 만들어서 운영하는 일만이 전부인 데에 반해, 비즈니스를 유지하기 위해서는 안정적인 매출을 올려야만 하고 고정된 시간 동안 지속적으로 일할 수 있는 조직원들이 필요합니다. 스타트업을 시작하며 이러한 변화를 겪는 것이 힘들기도 했지만, 한편으로는 재미있기도 했습니다.

카르타라는 스타트업은 기술적 베이스가 큰 중요성을 차지한다고 생각되는데, 이에 따라 힘들었던 점이나 좋았던 점이 있다면?

기술을 통하여 수익을 창출하기 위해서는 기술 그 자체만큼이나 비즈니스 모델의 개발이 필수적입니다. 따라서 기술 개발에 어느 정도의 비중을 둘 것인지를 고민할 수밖에 없습니다. 예컨대 지나치게 복잡한 기술을 개발해냈다 하여 비즈니스적 성공을 보장하지 않을뿐더러 기술이 일정 수준까지 발전하기 전에는 수익이 발생하지 않는 좋지 못한 상황이 찾아옵니다. 따라서 훨씬 긴 기간 동안 자금을 외부에서 조달해야 한다는 문제를 겪게 됩니다.

이런 이유로 기술 개발과 비즈니스 사이에서 균형을 유지하는 것이 중요한 것 같습니다. 저희는 기술 기반의 스타트업 이기는 하지만 매출을 올릴 수 있는 비즈니스 모델을 나름대로 빨리 찾았던 것 같습니다. 그게 바로 지금 하고 있는 건설용 드론 시장이고요.

스타트업 운영에서 어떤 능력이 중요하다고 생각하시나요?

회사를 운영하는 데 있어서 지식을 필요로 하는 분야들이 정말 많은 것 같습니다. 서비스 개발부터 R&D, 인사, 회계, 재무 등 셀 수 없이 많죠. 이것들을 모두 통달한 상태에서 창업하는 것은 사실상 불가능합니다. 스타트업에 성공하기 위해서는, 조금은 불확실한 상황에서도 최선의 수를 찾아 나가며 일하는 것이 중요하다고 생각합니다. 따라서 다양하고 넓은 분야를 빠르게 익히고, 실행에 옮길 수 있는 능력이 중요한 것 같습니다.

서울공대에서의 경험이 창업에 어떤 도움이 되었나요?

공학적 베이스를 가지고 스타트업을 하는 것에는 장점이 굉장히 많습니다. 특히 기술적인 부분을 스스로의 손에 쥐고 갈 수 있다는 것이 정말 큰 이점입니다. 기술에 대한 이해가 있기 때문에 이슈를 캐치하고 솔루션을 찾아내는 등의 디테일한 프로세스들을 직접 조율할 수 있습니다. 또한 창업 초반에는 엔지니어 인력이 가장 필요하지만 구하기가 어려운데, 기술적 베이스를 가지고 창업했기 때문에 이러한 어려움으로부터 좀 더 자유로울 수 있었습니다.

앞으로의 계획은 어떻게 되시나요?

작년 말, 저희 카르타가 가진 역량과 비전을 바탕으로 성공적으로 투자금을 유치할 수 있었습니다. 지금부터는 우리가 보여줬던 가능성을 실현해야 하는 단계죠. 모든 것들을 실물로 만들어내야 하는 작업이라 다소 힘들기도 하지만, 지금 함께하는 좋은 팀원들과 잘 해내 볼 생각입니다.

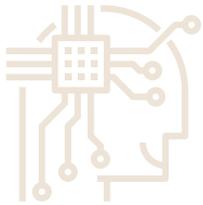
공대상상 독자들에게 전하고 싶은 말씀이 있다면 부탁드립니다.

다양한 분야에서 폭넓은 경험을 해보는 것이 좋은 것 같아요. 많은 것들을 직접 체험해보고 내가 생각해보지 못한 것들을 조금이라도 해보는 경험들은 세상을 바라보는 시야를 넓혀준다고 생각합니다. 그래서 뭐든 적극적으로 나서면서 다양한 경험을 쌓아봤으면 좋겠습니다. 공상

- 관측 위치의 차이에서 생기는 물체의 시각상이나 방향의 차이.
- 테러, 범죄, 사생활 영역 침입이나 감시, 조작 미수에 의한 사고 등을 야기하는 나쁜 드론을 무력화하는 기술.
- Tech Incubator Program for Startup Korea(민간투자주도형 기술창업 지원).

지성의 향연

관악학생 생활관 콜로키움



글
배선열, 전기정보공학부 1

편집
유윤아, 기계항공공학부 2



▲ 제 46회 콜로키움 포스터

- 어떤 주제를 놓고 여러 사람이 공동 회의하는 형식을 의미한다.
- 데니스 홍 교수 팀이 개발한 미국 최초의 휴머노이드 로봇.
- 2018 평창 동계 올림픽에 맞추어 시작된 스키 로봇 챌린지를 위해 만들어진 스키 로봇.
- 소방관을 대체할 목적으로 개발된 재난현장 구조 로봇.

우리는 아주 다양한 방식으로 지식을 얻을 수 있습니다. 공대상상 독자 여러분은 아마도 교과서나 책과 같은 ‘글’을 통해 대부분의 지식을 습득하고 있으실 텐데요. 때로는 대중 강연 즉, ‘말’을 통해 지식을 얻기도 합니다. 이는 글로만 지식을 접하는 우리 삶을 환기시켜줄 수 있을 뿐만 아니라 내가 관심 있는 분야의 지식을 선택해서 배울 수 있어서 효과적인 교육방식이 되기도 하죠. 서울대학교에서는 새로운 지식을 갈망하는 학생들이 좀 더 수준 높은 강연을 쉽게 접해서, 현 사회와 시대의 흐름을 올바르게 파악하고 교양 전반에 대한 폭넓은 이해를 도모할 수 있도록 대중 강연 프로그램을 운영하고 있습니다. 공대상상 이번 호에서는 서울대학교의 기숙사, 관악학생생활관에서 진행되는 대중 강연 ‘콜로키움(Colloquium)’*을 소개합니다!

콜로키움은 서울대학교 구성원 전체를 대상으로 열리는 행사이기 때문에 학부생과 대학원생은 물론이고, 교직원들까지 참여할 수 있어 서로의 의견을 주고받으면서 더욱 다양한 생각들을 접할 수 있습니다. 콜로키움이 진행되면서 쏟아지는 지식들과 견해들을 저마다의 방식으로 해석하고 받아들이면서 다 함께 지적으로 성장하는 시간을 가질 수 있죠. 저명한 시인에서부터 국회의원, CEO, 여러 분야의 교수님들까지 다양한 연사분들을 초청하기 때문에 자신의 전공과 거리가 먼 분야의 지식들도 접할 수 있어요. 게다가 훌륭한 연사님들 덕분에 쉽고 재미있게 전문적인 지식을 습득할 수 있으니, 이보다 더 좋을 순 없겠죠?

저희 공대상상 기자단은 자세한 정보를 얻기 위해 제46회 관악학생생활관 콜로키움에 직접 참여해 취재를 진행했습니다. 콜로키움은 서울대학교 기숙사 900동 지하에 위치한 270여 석 규모의 가온홀에서 열렸는데요, 이날 초청되신 연사님은 한양대학교 로봇공학과 한재권 교수님이셨습니다. 콜로키움에 참여하기 전에 미리 관악학생생활관 홈페이지에서 연사님에 대한 소개영상을 보고 강연내용과 연관된 정보를 얻을 수 있었어요.

‘로봇과 함께 살아가는 세상’이라는 주제로 멋진 강연을 펼쳐주신 덕분에 로봇에 대한 최근의 연구 성과들을 자세히 알 수 있었고, 사람들이 흔히 갖고 있는 ‘로봇은 만능일 것이다.’라는 편견을 깨주셔서 로봇에 대한 인식을 새롭게 형성할 수 있었습니다. 교수님께서 직접 연구에 참여하신 세 로봇 찰리(CHARLI),** 다이아나(DIANA),*** 톨망(THORMANG)****을 소개하면서 그와 관련된 지식들을 설명해주셨습니다. 로봇과 사람의 차이, 로봇의 균형잡기 알고리즘 개발이나 딥 러닝을 통한 물체 인식 프로그램 개발 과정, 클라우드와 5G 같은 전문 지식에서부터 앞으로 다가올 시대에 대한 교수님의 개인적인 견해까지 들을 수 있어 정말 유익한 시간이었습니다. 특히 자신의 전공이 4차 산업의 핵심 분야에 직접적으로 해당되지 않더라도 아예 관련이 없다고 단정짓지 말라고 강조하시면서 오히려 4차 산



▲ 학생이 연사님께 질문하는 모습
◀ 콜로키움 단체사진

업의 요소들을 비전공자들이 자신의 영역으로 끌어들이
때 전혀 새로운 것이 탄생한다고 말씀하신 것이 기억에
남네요.

대략 10분 정도의 질의응답 시간에는 강연 내용과 관
련한 질문에 대해 연사님께서 답변해주셔서 미래를 준
비하는 학생들과 공감대를 형성하는 뜻 깊은 소통의 장
이 펼쳐졌습니다. 그중 이집트에서 온 기계공학과 학생
이 유창한 한국어로 교수님께 질문을 던지고 답변을 경
청하는 모습이 정말 인상 깊었어요. '현재 로봇 분야에서
가장 도전적인 과제가 무엇이라고 생각하시나요?'라는
질문에 사람의 근육 정도로 좋은 힘을 가진 모터나 액추

에이터를 개발하는 것이라고 답변하셨는데요, 사람의 신
체 구조를 흉내낼 수는 있어도 ATP를 소모하여 큰 힘을
발휘하는 근육 세포의 수축 기작은 구현할 수 없기 때문
에 로봇만의 동력 기술을 개발해내는 것이 관건이라고
합니다. 전반적으로 평소 큰 관심을 가지던 분야는 아니
었지만, 생각해볼 만한 내용들이 많아서 강연 이후에도
여운이 길게 남았던 것 같아요.

공상 독자 여러분도 바쁜 생활 속에서 한번 시간을
내어 강연을 들으며 잠시 쉬어가는 시간을 가져보는 건
어떨까요? 대중강연의 매력에 흠뻑 빠져보세요! 공상

새내기 최종우 동유럽 배낭여행기

낭만과 실속,
감상과 배움의
일거양득!

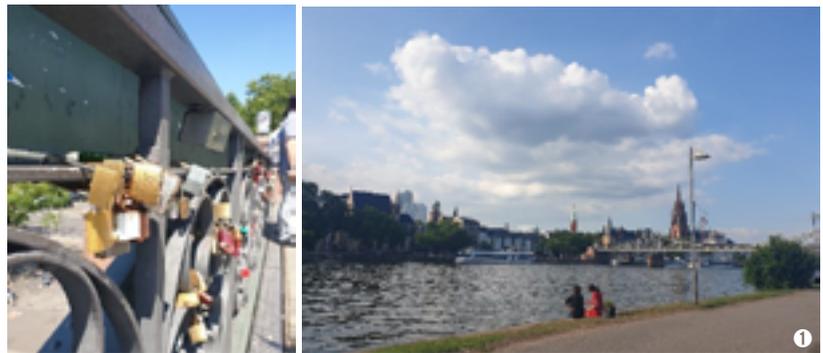
From. 인천

유럽이라는 대륙에 여행은커녕, 한 발짝도 딛지 못해본 한 새네기가 있었습니다. 책에서만 보던 반짝반짝한 대리석 건물과 웅장한 석조 건축물과 교회에 대한 환상이 가득했던 그 학생은 울여름, 함께 여행을 약속했던 친구와 함께 유럽행 비행기에 올랐습니다. 울기도, 웃기도 했던 새네기의 동유럽 배낭여행, 지금부터 시작합니다!

City 1. 프랑크푸르트: 독일

가장 먼저 방문한 국가는 독일이었습니다. 직항 항공으로 10시간 만에 도착한 프랑크푸르트 국제공항에서 독일어밖에 보이지 않는 주변 풍경에 의해 유럽에 온 것을 실감하고 매우 신이 났습니다. 그러나 그것도 잠시, 공항에서 중앙역으로 가는 길을 잃어버려 한참을 헤맸지만 다행히도 친절환 독일인들의 도움으로 무사히 숙소까지 도착할 수 있었습니다.

마인 강을 산책하면서 강 너머로 회색 건물들에 둘러싸인 르네상스풍의 대성당을 보았는데, 이 대성당은 독일에서 보기 드문 붉은색 벽돌로 지어져 멀리서 보아도 눈에 잘 들어왔습니다. 친구와 수많은 사랑의 자물쇠가 걸려있던 아이젤너 다리에 우정의 자물쇠를 매달고, 2주 뒤 한국으로 돌아가는 비행기를 타기 위해 다시 프랑크푸르트에 왔을 때 이 자물쇠를 찾아보기로 했습니다. (과연 자물쇠를 찾을 수 있었을까요? ☺ 궁금하면 끝까지 읽어봐주세요~!)



① 프랑크푸르트 아이젤너 다리에 있던 수많은 자물쇠들

City 2. 뮌헨, 그리고 뤼센: 독일

뮌헨에도 프랑크푸르트와 같은 르네상스 양식의 건축물들이 즐지어 있었습니다. 두 도시의 구시가지가 상당히 닮아있다는 인상을 받았는데, 뮌헨의 근교 도시인 뤼센에 갔을 때에는 이전의 도시들과는 다른 독특한 양식

글
전혜성, 전기정보공학부 1
편집
곽정원, 에너지자원공학과 2



② 노이슈반슈타인 성 ③ 아기자기한 건물들이 이어져 있는 할슈타트 마을의 전경 ④ 벨베데레 궁전과 정원 전경(왼쪽부터)

의 성을 볼 수 있었습니다. 바로 디즈니 성의 모티브가 된 ‘노이슈반슈타인 성’인데, 로마네스크 양식으로 지어진 이 성은 겉보기에는 오래되어 보였지만 지어진 지 150년도 되지 않은 최신 건축물이라는 점이 놀라웠습니다.

City 3. 할슈타트와 빈: 오스트리아

할슈타트는 사진에서 볼 수 있듯, 낡았지만 알록달록하고 아름다운 건물들이 산 아래턱을 따라 쭉 늘어서 있는 작은 마을입니다. 이곳에는 무려 7,000년의 역사를 자랑하는 소금광산이 있는데, 사전에 신청한 투어를 통해 내부를 약 2시간가량 둘러보며 소금과 광산에 대해 탐구해볼 수 있었습니다. 겉보기에는 그저 낡은 폐광산인 이 광산 내부에는 수천 년 전 원시 사람들이 지은 사다리와 소금 채굴의 역사와 원리를 소개하는 최신 빔 프로젝터가 공존하고 있었습니다. 광산 내부는 폭염이었던 외부와 정반대로, 추워서 몸이 오들오들 떨릴 만큼 기온이 낮았는데 이를 통해 햇빛은 생각보다 많은 에너지를 공급하고 있음을 새삼 깨달았습니다.

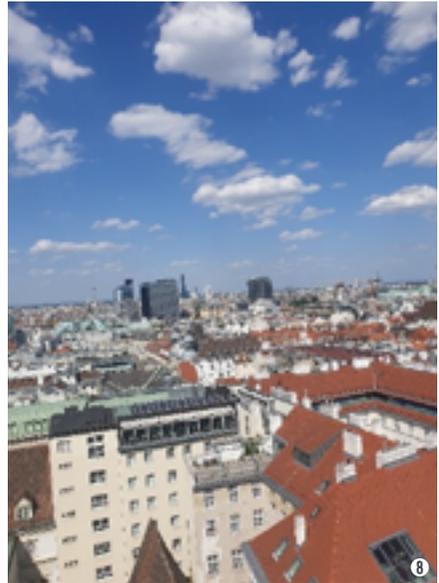
오스트리아 하면 가장 먼저 떠오르는 것이 있나요? 저는 오스트리아의 수도이자 모차르트 등 많은 음악가들이 활동했던 음악의 도시, ‘빈’이 가장 먼저 떠오릅니다. 음악의 도시답게 오스트리아에 도착하니 길거리 음악가들이 저마다 악기를 연주하고 있었고, 곳곳에는 모차르트의 얼굴 간판을 걸은 초콜릿 가게들이 있었습니다.

또한, 오스트리아에는 세계적 명소인 ‘벨베데레 궁전’이 있습니다. 바로크 양식으로 지어진 이 궁전은 유럽

의 왕가 중 가장 영향력 있던 합스부르크 왕가가 실제로 거주했던 궁전으로, 궁전 내부 미술관에서는 왕가가 수집한 고가의 미술품들을 볼 수 있습니다. 특히 클립트의 ‘키스’를 보기 위하여 전 세계 사람들이 이 궁전을 방문하는데요, 한국에서도 두통약의 포장, 책갈피 등에서 곧잘 볼 수 있는 이 그림은 실제로 보면 아주 크고 반짝거리는 보물 같습니다. 많은 사람들이 인상 깊게 이 그림을 감상하고 있었는데, 사랑은 문화권에 구애받지 않고 감동을 준다는 점을 새삼 느꼈습니다.

City 4. 부다페스트: 헝가리

〈그랜드 부다페스트 호텔〉은 제가 가장 좋아하는 영화 중 하나입니다. 정작 이 영화에는 부다페스트가 등장하지 않지만, 저는 영화의 분위기상 부다페스트는 화려하고 아름다운 도시일 것으로 생각했습니다. 그런데 막상 부다페스트에 도착하니 예상했던 핑크색 호텔 같은 건물은 온데간데없고 동양적이면서도 이국적으로 느껴지는 성과 건물들이 많았습니다. 실제로 헝가리는 과거 터키의 보호령이었던 왕국으로, 오리엔탈 문화의 영향을 받은 곳입니다. 그렇기 때문에 열 걸음마다 케밥 가게를 볼 수 있었고, 요리에 들어가는 향신료도 인도 커리와 비슷한 향기가 났습니다. 이곳에서는 세체니 다리를 통해 강을 건너 성으로 올라가 건너편의 황금빛 야경과 불이 밝혀진 국회의사당을 본 것이 가장 기억에 남습니다. 국회의사당 입장을 위해서는 투어 표를 구입해야만 하는데, 영어 표는 빨리 매진되므로 이곳을 여행할 계획이라



- ⑤ 부다페스트 국회 의사당
- ⑥ 아름다운 세체니 다리의 야경
- ⑦ 시계탑 전망대에서 바라본 프라하의 전경
- ⑧ 각 잡힌 걸음걸이와 귀여운 하늘색 복장이 대비되는 프라하 근위병의 모습

면 일찍이 예매를 하는 것이 좋을 것 같습니다.

City 5. 체스키 크롬로프와 프라하: 체코

부다페스트에서 야간열차를 타고 10시간 동안 이동하면 체코의 프라하에 도착합니다. 디테일이 살아있는 화려한 시계탑과 성은 어디에서도 볼 수 없는 아름다운 건축 양식으로 지어진, 프라하만의 독보적인 심벌입니다. 정각마다 시계탑에서 인형들이 나와서 춤을 추는 모습이 인상적이었습니다. 안타깝게도 시계탑의 건축가가 이 탑을 완공했을 때, 왕은 이처럼 아름다운 탑이 다른 곳에 또 지어지지 못하게 하려고 건축가의 눈을 멀게 하였다고 합니다. 다소 충격적인 이야기지만, 그만큼이나 프라하의 시계탑은 무척 아름답습니다.

프라하에는 백조들이 여럿 사는 볼타바 강이 흐릅니다. 강 건너편 프라하 성으로 올라가 각 잡힌 근위병들의 교대식을 보고, 여러 박물관을 돌고 난 후 스타벅스에 가서 프라하 전경을 보았습니다. 저녁에는 프라하의 명물, 재즈 바에서 재즈 연주와 사회 풍자적인 인형극을 감상하였는데, 밤에도 거리에 사람들이 많이 다녀서 늦은 밤에 진행되는 이러한 공연들을 마음 놓고 볼 수 있었습니다.

Back To. 인천

13일간 4개국 8개 도시를 여행하느라 상당히 지친 몸을 이끌고 프랑크푸르트 공항으로 돌아왔습니다. 정말 아쉽게도 여행 첫날의 자물쇠는 확인해볼 생각도 못한 채 공항으로 이동해버렸습니다. 아쉬움을 뒤로한 채 공항에서 이런저런 탑승 수속을 마치고 비행기에 오르자 곧바로 잠이 쏟아졌습니다. 며칠 전 체코에서 먹었던 플레노 꿈을 꾸며 입맛을 다시다 보니 한국에 도착하였습니다.

마냥 즐거울 것 같았던 새내기 생활이 생각보다 힘들었지만, 이번 유럽여행으로 재충전의 시간을 가질 수 있었습니다. 한국에 돌아와 유럽에서 찍은 사진들을 보고 행복했던 추억을 떠올리며 바쁜 삶을 버틸 수 있는 힘을 얻고 있습니다. 우리나라와 많은 것이 다른 타국에서 우왕좌왕하기도 했고, 기분 나쁜 인종차별도 겪었지만, 그런 상황에서 대처하면서 한 단계 더 성장했음을 느꼈습니다. 지금 이 글을 읽는 독자 여러분도 여유가 생기신다면 마음 맞는 친구와 함께 여행을 떠나보세요. 장소가 어디든 자기 자신에게 훗날 큰 힘이 되어줄 추억이 될 것이라 확신합니다! 공상

튼튼한 구조물을 만드는 일은 공학자들에게 매우 중요한 일 중 하나입니다. 건축공학에서는 무너지지 않는 건물을, 기계공학에서는 충격에도 파손되지 않고 안정적으로 작동하는 기계적 요소를 설계해야 합니다. 또한, 재료공학에서는 이런 구조물을 구성하는 단단하지만 때로는 유연해질 수 있는 구조재료를 설계해야 하죠. 이처럼 외력에 따른 구조물의 변형과 안정성은 오랫동안 각기 다른 공학 분야에서 중요하게 다뤄져 왔습니다. 물체가 외력을 받아 늘어나고, 압축되거나 뒤틀리는 정도를 변형률이라고 하는데, 간단한 형태를 가진 물체의 외력과 변형률의 관계는 이미 오래 전부터 수학적으로 잘 표현되었습니다.

그러나 시간이 흐르면서, 더욱 복잡한 형태의 구조물에 대한 해석이 각 분야에서 요구되었고, 기존 이론으로는 설명할 수 없는 현상이 하나 둘 밝혀지기 시작했습니다. 터너(M. J. Turner)와 클로(R.W. Clough) 등은 비행기 날개의 변형에 특히 주목했는데, 이들의 논문 *Stiffness and Deflection Analysis of Complex Structures*^{●●}(1956)에서 그 내용이 잘 드러나 있습니다. 비행기 날개 분석을 위해 기존에 어떤 방법론을 시도했고, 이것이 왜 실패했는지 함께 살펴보고 더 나아가 이를 해결할 수 있는 독창적인 아이디어, ‘유한 요소 해석’에 대해 함께 알아봅시다!

논문의 도입부에서는 외력에 따라 구조물이 변형되는 정도인 강성도라는 개념이 소개됩니다. 외력을 작용 면적으로 나눈 값을 응력으로 정의하고, 그에 따른 구조물의 변위를 초기값^{●●●}으로 나누어준 것을 변형률로 정의합니다. 변형률은 무차원의 물리량으로, 구조물이 힘을 받으면 모양이 얼마나 변하는지를 나타내는 양이에요. 이때 응력을 변형률로 나누어준 것을 구조물의 강성도로 정의하는데, 저자는 우리가 쉽게 생각할 수 있는 가장 단순한 형태의 탄성체인 용수철을 예로 들었습니다. 용수철은 잘 알려진 훅의 법칙 $F=k\delta$ 를 따릅니다. 힘이 한 방향으로만 주어지고 그 방향으로의 변위만 발생한다면, 용수철의 단면을 A로 용수철의 초기 길이를 L로 정의하여 아래의 식이 성립함을 쉽게 알 수 있습니다.

$$F/A = \frac{kL}{A} \times \delta/L$$

이때 정의에 따라 F/A 가 응력, δ/L 가 변형률이므로 kL/A 는 이 용수철의 강성도가 됩니다. 용수철과 같은 1차원 탄성체의 강성도는 탄성 계수(Elastic modulus)의 알파벳 약자 E로 표현하기도 합니다. 간혹 용수철 상수 k를 강성도로 나타내기도 하는데, 이 논문의 저자가 그런 표기 방식을 선택하고 있어요. 그러면 용수철의 강성도는 $k=EA/L$ 가 되겠죠.

응력과 변형률이 벡터로 주어질 때 강성도는 행렬로 주어지게 됩니다. 2차원의 탄성체, 즉 고무판을 생각해봅시다. 이 고무판에 x방향과 y방향 모

단순화의 아름다움, 유한 요소 해석

복잡한 구조체의 강성도와 비틀림 분석

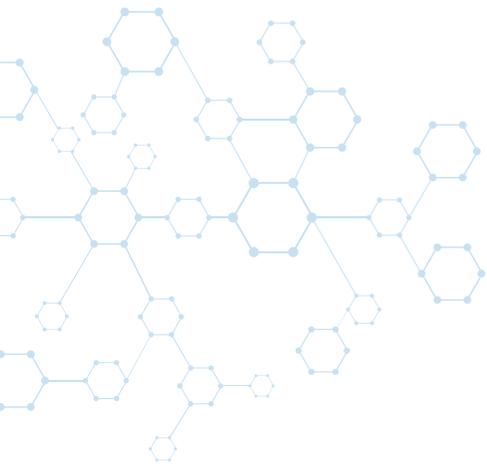
내가 지금 공부하는 수학과 과학 과목이 공과대학에서 어떻게 쓰일지 궁금하지 않나요? 또, 공학자들은 실제로 어떤 기술을 사용하여 연구할지 궁금하지 않나요? 공학으로 논문 읽기 코너에서 이러한 궁금증을 해결해드리고자 합니다. 본 코너에서는 공학자들이 현재까지도 매우 유용하게 사용하고 있는 강력한 공학적 방법론인 ‘유한 요소 해석’에 대해 알아보고, 이를 처음으로 사용한 역사적인 논문을 함께 음미해 볼 거예요!
유한 요소 해석을 이해하기 위해 행렬과 벡터를 반드시 이해해야 하므로, 선형 대수학에 대한 이해가 부족한 학생들은 링크[●]를 따라 행렬의 구성요소와 덧셈, 곱셈 등 행렬 간 계산에 관한 개념을 충분히 익힌 뒤에 기사를 다시 읽어주세요!

글
김호현, 재료공학부 3

편집
김성진, 건축학과 2

● <https://ko.khanacademy.org/math/linear-algebra>
●● 복잡한 구조체의 강성도와 비틀림 분석. 강성도라는 개념은 뒤에서 설명됩니다.
●●● 초기 길이, 초기 면적, 초기 부피 등 구조물의 변위와 같은 차원의 물리량이어야 합니다.

- K행렬의 i행, j열 성분을 의미합니다. 예시에 서 K는 2×2 행렬이므로 i와 j는 1부터 2까지의 값을 가질 수 있습니다.
- ● []는 벡터(vector)를, {}는 행렬(matrix)을 의미합니다.
- ● ● M.J.Turner 외(1956), 'Stiffness and Deflection Analysis of Complex structures', *Journal of the aeronautical sciences* 23(9), p.806
- ● ● ● 벡터와 행렬의 선형 결합(linear combination)으로 계산을 수행하는 수학의 한 분야입니다. 선형 결합이란, 어떤 벡터나 행렬이 다른 벡터나 행렬의 상수배의 합으로 나타남을 의미합니다. 자세한 내용은 소개글에 언급한 링크를 확인해주세요!



두로 응력을 주었을 때, 그에 따라 x방향과 y방향 모두로의 변형이 나타날 수 있습니다. 응력을 (σ_1, σ_2) 로 변형률을 (ϵ_1, ϵ_2) 로 표현하게 되면, 강성도는 2×2 행렬로 나타나게 됩니다. 쉽게 생각하면, 한 방향의 응력과 변형률의 관계뿐만 아니라 x방향의 응력에 의한 y방향의 변형, y방향의 응력에 의한 x방향의 변형까지 고려하게 되는 것이죠! 강성도의 각 성분을 K_{ij} 로 표현하게 되면, 아래의 관계가 성립합니다.

$$K_{ij} = \sigma_i / \epsilon_j, \text{ 따라서 } [\sigma] = [K][\epsilon] \bullet\bullet$$

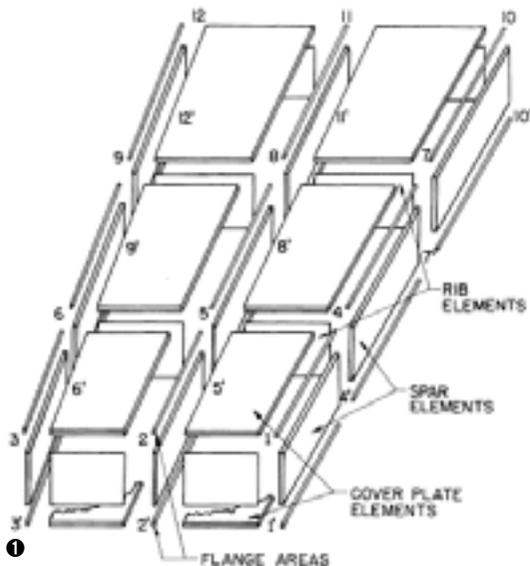
한편, 논문에서는 시급히 해결되어야 할 문제의 예시로서, '속이 비어 있는 두께가 있는 판'이 언급됩니다. 매우 얇아 두께가 거의 없는 판의 경우 2차원 응력을 받는다고 가정하여 위의 고무판 예시처럼 수학적으로 쉽게 풀 수 있었지만, 비행기의 날개처럼 두께가 있는 구조체를 판으로 가정하여 분석하는 것은 적절하지 않습니다. 판의 경우 선형대수 $\bullet\bullet\bullet$ 를 이용하여 쉽게 계산할 수 있지만, 두께가 있는 구조체의 경우 응력에 따른 변형이 비선형적으로 나타나 선형대수를 이용할 수 없기 때문입니다.

이 문제를 해결하기 위해 처음 등장했던 방법론은, 두께가 있는 구조체를 두께를 무시할 수 있는 얇은 판들을 겹겹이 쌓은 것으로 생각하는 것이었습니다. 이 방법론에 따르면 각 판은 2차원 응력만을 받기 때문에 그 판에 수직인 전단 응력만을 위아래로 전달할 수 있었죠. 하지만 이 방법론은 각 판에 평행한 응력만이 전체 구조물에 작용했을 때는 유용했으나, 판에 수직인 성분의 응력까지 주어지는 경우에는 적용하기 어려웠습니다. 두 번째 방법론은 구조체의 두께를 무시하고 판으로 모델링하여, 판에 작용하는

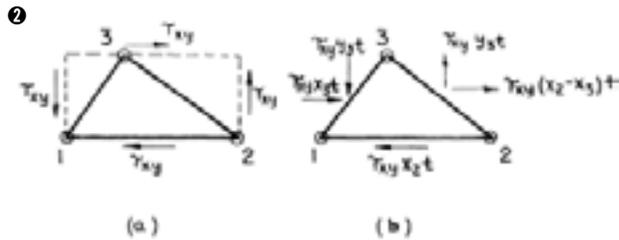
2차원 응력 이외의 다른 외력들을 작은 변동 혹은 오차로 간주하여 무시하는 것입니다. 하지만 이 방법론 또한, 3차원 응력 문제에는 유용했으나 응력이 시간에 따라 크게 변하는 경우에는 적용할 수 없는 한계를 나타냈습니다.

저자는 앞선 두 방법론의 단점을 지적한 뒤, 정확한 강성을 계산해내기 위해 적용될 수 있는 새로운 방법론을 제시합니다. 그 방법론은 다음과 같습니다.

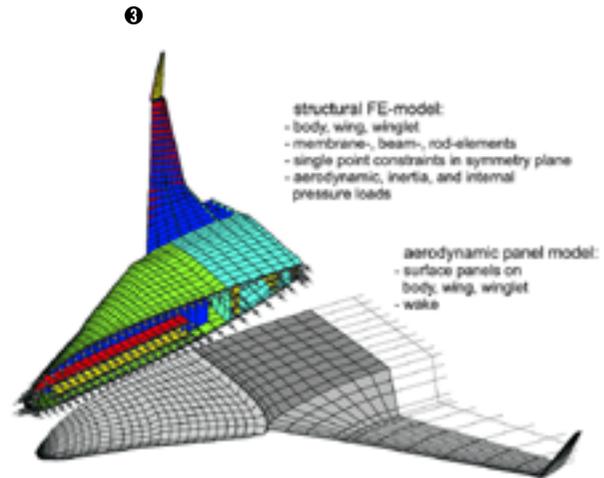
첫째, 복잡한 구조물을 단순한 요소로 구성된 구조로 바꿉니다. 저자는 왼쪽과 같이 비행기의 날개를 뼈대(Rib), 각형강관(SPAR), 덮개(cover plate), 이음새(flange)로 분해하여 단순화하였습니다. 1차원 봉 요소와 2차원 판 요소의 응력-변형 관계는 수학적으로 쉽게 풀어지므로, 이 단순화를 통해 각 교점에서의 힘과 변위의 관계를 풀어내는 것으로 비행기 날개의 변형 문제를 더 쉽게 만들 수 있습니다.



1 비행기 날개의 요소화



② 삼각형 구조물의 요소 분해
③ 비행기 날개의 유한 요소 분해



둘째, 각 교점에 작용하는 힘에 따른 교점의 변위를 행렬과 벡터로 나타냅니다. 문제를 교점에 대해 푸는 것으로 단순화하였기 때문에 앞의 스프링이나 고무판처럼 응력과 변형을 이용하지 않고, 외력과 변위를 이용하게 됩니다. 외력을 F , 변위를 δ 로 표현하면, 각각의 요소들에 대해 $[F] = [K][\delta]$ 방정식을 얻어낼 수 있는데, $[K]$ 행렬을 각 요소의 강성 행렬이라고 부릅니다. 앞서 강성도를 정의한 대로 외력을 (F_1, F_2) 로, 변위를 (δ_1, δ_2) 로 표현하면, 강성 행렬은 2×2 행렬로 나타나게 되는데요, 그러면 강성 행렬의 각 성분을 아래와 같은 식으로 얻어내어 각 교점에 작용하는 힘에 따른 변위를 계산할 수 있는 것이죠.

$$K_{ij} = F_i / \delta_j$$

셋째, 전체 구조물을 구성하는 각 요소들의 강성 행렬을 모두 더하여 구조체의 전체 강성 행렬을 얻어냅니다. 그림 2는 논문에서 등장한 예시로, y 방향의 전단 응력을 받는 삼각형 구조물 (a)를 3개의 봉 요소 (b)로 분해한 것입니다. 봉 요소의 강성도는 봉 요소의 축과 평행한 방향의 좌표에 대해 정의되므로, 구조체의 전체 강성 행렬을 얻어내기 위해서는 선형대수를 이용하여 각 요소의 강성 행렬을 구조체의 좌표계에 맞게 변환해주어야 합니다. 그런 뒤 요소들의 변환된 강성 행렬을 모두

더하면, 다음과 같은 관계식으로 구조체의 전체 강성 행렬이 정의됩니다.

$$[K] = \sum_{i=1}^n [\Phi_i][K_i][\Phi_i^{-1}]$$

그리고 나면, 전체 구조체에 대해 $[F] = [K][\delta]$ 의 관계식이 성립하게 됩니다!

유한 요소 해석은 모든 형태의 구조체를 붕과 판으로 단순화시킨 뒤 강성 행렬을 얻어내고 변환해 합하는 단순 계산만으로도 구조체의 변형을 분석할 수 있다는 점이 큰 장점입니다. 이 단순 계산을 빠르게 수행해 줄 컴퓨터의 발전으로 이 방법론은 구조체 분석을 위한 매우 강력한 도구로 자리매김하였고^{••}, 급기야 유한 요소 해석(Finite Element Analysis, FEA)이라는 방법론으로까지 정식화되었습니다. 유한 요소 해석법은 현재까지도 많은 공학 분야에서 구조 분석을 위해 매우 유용하게 사용되고 있습니다. 물론 복잡한 구조를 단순한 구조로 근사시키는 것이므로 정확한 해는 얻을 수 없지만, 그림 3에서처럼 매우 복잡한 구조체를 단순 계산만으로 분석할 수 있다는 것은 공학의 관점에서 보았을 때 대단히 아름답고 매력적입니다! 공상

• $\{\Phi\}$ 는 각 요소의 좌표 변환 행렬이고, $\{K_i\}$ 는 각 요소의 강성 행렬입니다.
•• P.823, "Programs for carrying out such calculations can be determined by following the basic ideas developed in this paper."

있을 수도 있고
없을 수도 있다?

양자의 성질을 이용한 양자컴퓨터의 등장

글
김윤진, 화학생물공학부 3

편집
노주현, 화학생물공학부 4

안녕하세요, 공대상상 독자 여러분! 이번 <공학으로 세상 따라잡기> 코너에서 소개할 기술은 바로 양자컴퓨터(quantum computer)입니다. 양자컴퓨터란, 기존 컴퓨터의 정보처리 방식과는 다르게 양자역학적 현상을 활용하여 자료를 처리하는 컴퓨터를 뜻합니다. 양자컴퓨터는 엄청나게 빠른 계산 속도를 가지고 있고 이는 다른 공학 분야에도 큰 영향을 줄 수 있는 기술로 평가받고 있습니다. 그렇다면 양자컴퓨터의 탄생 배경과, 양자역학적 성질이란 무엇을 말하는지, 그리고 이를 어떻게 컴퓨터에 적용했는지, 차근차근 알아보는 시간을 갖도록 하겠습니다.

양자컴퓨터의 탄생 배경

여러분 혹시 '무어의 법칙'이라고 들어보셨나요? 무어의 법칙은, 인텔의 설립자 중 한 명인 고든 무어라는 사람이 1965년에 주장한 '1,000달러로 살 수 있는 반도체의 집적회로 성능은 24개월마다 2배로 증가한다.'라는 법칙입니다. 실제로 이 법칙은 어느 정도 정확하다는 평가를 받고 있고, 컴퓨터의 성능은 시간이 지날수록 기하급수적으로 향상되어왔습니다. 그에 따라 컴퓨터 소자들의 크기가 점점 더 작아졌고, 오늘날 트랜지스터는 약 14nm 정도의 크기를 가지게 되었습니다. 그러나, 컴퓨터 소자의 크기를 원자 수준의 스케일로 줄이면 물리적인 한계가 나타나게 됩니다. 바로 원자수준 크기 정도의 미시세계에서 관측되는 중첩, 터널링 등의 양자 성질들이 나타나게 되는 것이죠.

이런 성질들은 회로에 문제를 일으킬 수 있습니다. 전자 회로를 예로 들어봅시다. 전자 회로는 전류가 흐르면 1, 전류가 흐르지 않으면 0으로 인식하고 이 조합들로 정보를 나타낼 수 있는데요, 회로에서는 전자들의 이동이 전류를 발생시키기 때문에 이를 정확하게 조절함으로써 정보를 정확하게 주고받는게 중요합니다. 하지만 양자역학적 성질 중 하나인 양자터널링 효과가 나타나면, 전류가 흐르면 안 되는 상황에서도 전류가 흐르는 현상이 발생하여 정확한 정보 전달을 방해합니다.

이러한 물리적인 한계에 부딪힌 공학자들은 이 양자 현상들을 어떻게 하면 컴퓨터에 이용할 수 있을지 고민하게 되었고, 그 결과 나타난 것이 양자컴퓨터입니다.

양자역학적 배경지식: 중첩(superposition), 스핀(spin)

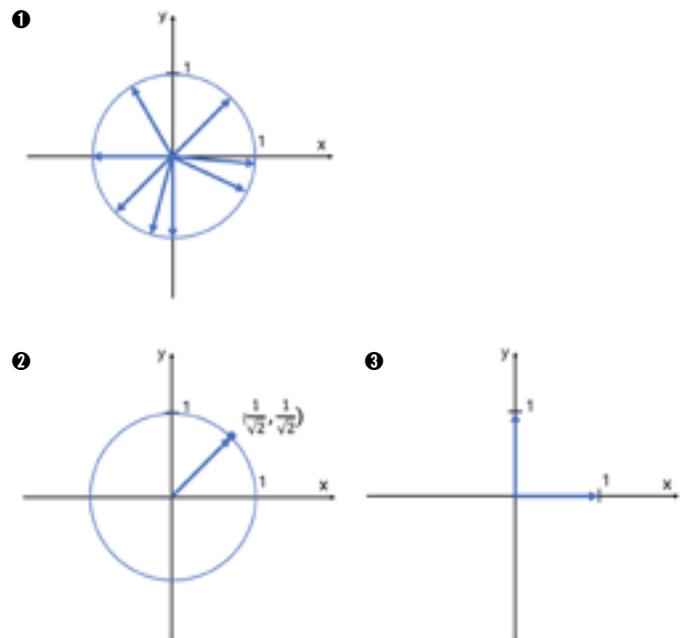
양자컴퓨터를 설명하기에 앞서 우리가 알고 있어야 할 개념은 바로 '중첩(superposition)'입니다. 세상의 모든 물체는 파동과 입자의 이중성을 갖습니다. 질량이 작을수록 물질의 파동성이 커집니다. 따라서, 질량이 작은 전자와 관련된 정보를 파동함수의 형태로 나타낼 수 있습니다. 전자의 위치와 운동량을 동시에 알 수 없다는 하이젠베르크의 불확정성 원리 때문에 전자의 위치를 명확하게 할 수 없고 확률로만 나타낼 수 있는데, 이는 수학적 방법을 통해 나타낼 수 있습니다. 중첩을 설명하기 위해 어떤 상자 안에 위치가 불명확한 전자가 존재하고 있다고 생각해보시다. 상자 안에 칸막이를 넣어 상자를 두 칸으로 나눴을 때 전자는 첫 번째 칸에 있을 수도, 두 번째 칸에 있을 수도 있습니다. 즉, 전자가 존재할 수 있는 위치가 확률적으로 첫 번째에 50%, 두 번째에 50%인 상태로 존재하는데, 이를 각 상태의 파동함수의 합인 '중첩' 상태에 있다고 할 수 있습니다. 현실세계에서는 이해하기 어려운 개념이지만 미시세계에서는 이러한 일들이 일어난다고 합니다. 또한, 전자는 '스핀'이라는 고유의 성질을 가지고 있습니다. 이는 쉽게 전자가 자전하는 현상으로 설명하고 있는데, 사실은 전자의 운동보다는 전자가 가진 고유의 각운동량이라고 일반적으로 나타내고 있습니다. 스핀은 위(up spin), 아래(down spin) 두 방향으로 작용되며, 이러한 스핀의 성질과 중첩을 통해 양자컴퓨터를 설명할 수 있습니다.

양자컴퓨터의 기본 원리: 큐비트(Qbit)

컴퓨터의 기본 단위는 비트(bit)입니다. 비트는 Binary와 Digit의 합성어인데, 0과1 둘 중 하나의 값을 가지며 이들의 조합으로 정보를 나타냅니다. 양자컴퓨터의 기본 단위는 큐비트(Qbit)입니다. 이는 Quantum과 Bit의 합성어인데, 기존 컴퓨터의 비트가 0 또는 1의 값을 갖는 것과 달리 큐비트는 '둘 중 하나'의 상태가 아니라 '동시에 두 가지' 상태를 갖는다고 말합니다. 관측을 하면 0 또는 1로 값이 정해지지만, 관측을 하기 전까지는 0과 1이 중첩되어 있는 상태이고, '0 또는 1을 가질 확률'로만 나타낼 수 있죠. 입자의 성질 중 확실히 두 가지 상태만

가지는 성질, 즉 명확하게 0 또는 1로 구분되는 성질은 무엇이든지 큐비트로 이용할 수 있습니다. 보통은 위에서 설명했던 전자의 스핀이 위, 아래 두 가지 상태를 가지고 있고 가장 제어가 용이하기 때문에 큐비트로 가장 널리 이용됩니다. 이런 큐비트가 어떻게 기존 컴퓨터의 비트보다 많은 정보를 담을 수 있는지 아래 그림(1, 2, 3)으로 알아보겠습니다.

하나의 큐비트는 2차원 벡터로 표현될 수 있습니다. 그림에서 x축은 0의 값을 가질 확률, y축은 1의 값을 가질 확률을 나타냅니다. 0의 값을 가진 상태는 [1,0], 1의 값을 가진 상태는 [0,1]의 벡터로 표현할 수 있습니다. 고전컴퓨터의 비트는 이 두 가지 상태밖에 없으므로, 비트의 상태는 이 두 가지 벡터 중의 하나로 나타납니다. 그에 반해 큐비트의 경우, 어떤 큐비트가 '0의 상태를 가지고 있을 확률이 50%, 1의 상태를 가지고 있을 확률이 50%'일 때 $[1/\sqrt{2}, 1/\sqrt{2}]$ 라는 벡터로 나타내어집니다. 1/2이 아니라 $1/\sqrt{2}$ 인 이유는, 파동함수 $\Psi(x)$ 에서 확률이 $\Psi(x)^2$ 에 비례하기 때문인데요, 전체 범위에 대한 파동함수 제곱의 합이 바로 확률의 전체 합이고 이 값이



- ① 고전컴퓨터가 나타낼 수 있는 두가지의 비트, 0과 1의 두가지 상태.
- ② 어떤 한 큐비트에서 0의 상태를 가지고 있을 확률과 1의 상태를 가지고 있을 확률이 같은 상태
- ③ 하나의 큐비트가 나타낼 수 있는 상태는 반지름이 1인 원 위의 모든 점.

1이어야 하기 때문에 반지름이 1인 원 위의 점이어야 한다고 이해하고 넘어가시면 될 것 같습니다. (자세한 내용은 슈뢰딩거의 파동방정식 참조) 따라서 한 큐비트의 상태는 반지름이 1인 원 위의 점을 나타내는 벡터들로 나타낼 수 있습니다. (앞서 말했듯이 확률은 파동함수의 제곱과 관련 있기 때문에, 벡터의 위치는 음의 값을 가져도 무방합니다.) 이처럼 큐비트는 기존의 비트보다 많은 상태를 나타낼 수 있고 이들을 병렬적으로 다룰 수 있기 때문에, 큐비트를 기본단위로 사용하는 양자컴퓨터는 기존 컴퓨터보다 비교할 수 없을 정도로 빠른 연산 속도를 가질 수 있는 것입니다.

기존의 컴퓨터는 하나의 비트에 0 또는 1, 두 가지의 상태만 보관할 수 있는 것과 달리 양자컴퓨터의 큐비트는 동시에 여러 상태를 관리할 수 있으므로 컴퓨터의 연산 능력을 기하급수적으로 향상시킨다고 합니다.

양자컴퓨터의 활용 분야

아직 양자컴퓨터는 완전히 실용화단계에 접어들지는 않았고 활발한 연구가 이루어지고 있는 단계입니다. 하지만 이 엄청난 연산 속도를 바탕으로 양자컴퓨터는 공학의 다양한 분야에 혁신을 가져올 것입니다. 아래 표처럼 양자컴퓨터는 정말 많은 곳에 응용될 수 있고 더 나은

우리 삶을 만들어줄 수 있을 것으로 기대됩니다.

양자컴퓨터 도입으로 인해 큰 변화가 일어날 분야는 바로 보안 분야입니다. 모든 정보가 점차 디지털화되어 감에 따라 정보 보안은 점점 더 중요해지고 있습니다. 우리가 현재 이용하는 암호 체계 중에서도 가장 유명하고 대부분에 쓰이는 RSA라는 암호 체계는 두 개 이상의 소수의 곱으로 이루어진 합성수를 소인수분해하기가 굉장히 어렵다는 사실에 기반해서 만들어졌습니다. 접근 권한이 없는 사용자가 이 암호를 풀어내기 위해서는 복잡한 소인수분해 계산을 풀어야 하는데 일반 컴퓨터로는 수백 년이 걸리는 어려운 작업입니다. 하지만 양자컴퓨터는 엄청난 연산 속도를 바탕으로 이와 같은 암호를 단시간에 풀어낼 수 있습니다. 물론 아직 상용화 단계가 아니지만, 미래에 양자컴퓨터의 시대가 온다면 이와 같은 RSA 암호체계는 더 이상 쓸 수 없습니다. 따라서, 양자컴퓨터가 도입되면 기존의 암호 체계는 붕괴될 것이고, 양자컴퓨터 시대에 대비하여 안전하고 새로운 암호 체계를 만들기 위한 연구 및 투자가 국내외에서 이루어질 것입니다.

다음으로 양자컴퓨터의 활용이 기대되는 분야는 화학, 제약 분야입니다. 현재 해당 분야에서는 복잡한 분자 구조와 특성을 더 빠르게 분석하기 위해서 컴퓨터를 이

〈표 1〉 양자컴퓨터의 활용이 기대되는 분야(출처: 정보통신기술진흥센터 보고서에서 재인용)

분야	응용 예	사례	분야	응용 예	사례
금융	· 포트폴리오 최적화 · 리스크 관리 · 옵션 가격 결정	· 2016년 5월, D-Wave System 과 1QBit가 "Quantum for Quants" 설립	물류	· 비행기, 선박, 트럭 등의 물류 최적화	· PLC와 Manchester Met. 대학의 물류 알고리즘 공동 개발
화학	· 분자 설계 최적화 · 화학 반응의 양자 역학적 시뮬레이션 · 전지와 촉매의 최적화	· IonQ의 화학 시뮬레이션 SW 개발 · MS의 기초 연구 · 취리히 연방공과대학(ETH), 하버드 대학 등의 연구 등	제약	· 단백질의 3차원 구조 최적화 / 분석(알츠하이머병 등의 특효약 개발)	· 스탠포드 대학의 "Folding@home" 프로젝트 · 하버드 대학 / D-Wave Systems의 단백질 분석 실험
의료	· 암 치료용 약물 발견 / 최적 복용량 산출 · 개인 맞춤형 의료의 고숙화	· 스탠포드 대학, 텍사스 대학에서 연구	자동차	· 도시 교통 서비스 최적화	· Volkswagen과 Google의 공동 개발 · Volkswagen의 주문형 이동 서비스를 위한 알고리즘 개발
IT	· 머신 러닝을 위한 고속 클러스터링 · 이미지 인식 고숙화	· Google/D-Wave Systems의 이미지 인식 정확도 향상(중) · USTC, NMR 기술 이용 4 큐비트 양자 프로세서 개발	항공 우주	· 유체 역학적으로 최적화된 기체 설계 · 비행 제어 시스템의 버그 잡기 최적화	· NASA의 비행체 날개 설계 최적화 · Lockheed Martin과 Airbus의 제어 시스템 버그 탐색 SW 개발(6개월-6주)

‘경계를 넘어서’ 이노베이트 코리아 2019

지난 7월 10일 신라호텔
다이너스티홀에서는 이노베이트 코리아
2019 포럼이 개최되었습니다. 인류의
달 착륙 50주년을 맞아 헤럴드경제에서
개최한 이 포럼은 ‘경계를 넘어서(Beyond
Boundaries)’라는 제목으로 진행되어,
우주인터넷, 블랙홀, 과학과 예술 등
다양한 주제에 대한 발표와 강연이
진행되었습니다. 저희 공대상상도
학생기자단 자격으로 초청을 받아 포럼에
자리할 수 있었습니다. 인상적이었던 몇몇
세션들을 중심으로 이노베이트 코리아
2019 포럼을 함께 살펴볼까요?



▲ 이노베이트 코리아 2019 포스터

글
정윤중, 기계항공공학부 3

편집
유윤아, 기계항공공학부 2



▲ 기초연설 중 지구와 우주 사이 경계를 설명하는 모습

기초연설 (아나톨리 페트루코비치(Anatoli Petrukovich) 러시아과학아카데미 우주과학연구 소장)

지구와 우주 사이 경계는 우리가 가장 쉽게 생각할 수 있는 인류의 경계이
지요. 포럼의 첫 번째 순서는 인류가 어떻게 이 경계를 뛰어넘기 위해 노력
하여 왔고, 앞으로는 어떻게 나아갈지에 대한 기초연설이었습니다. 과거에
는 냉전체제 속 소련과 미국의 체제 경쟁이 우주 탐사의 시발점이 되었지
만, 미래에는 달을 토대로 한 국가간 협력이 바탕이 되는 새로운 우주 탐사
의 시대가 열릴 것이라는 소장님의 말씀이 특히나 흥미로웠습니다. 그 다
양한 예시 중 하나로 러시아에서 40년 만에 재개한 달 탐사 프로젝트인 ‘루
나 프로젝트’에 미 항공우주국(NASA)이 협력하는 방안을 검토 중이라는
것을 들어주셨습니다. 냉전시대부터 시작된 우주개발의 역사부터 앞으로
우주과학연구가 나아갈 방향까지 우주과학의 A to Z를 알아볼 수 있었던
시간이었지요. 지구라는 경계를 넘어 우주로 나아가는 것은 인류의 운명이
라는 메시지가 매우 인상적이었던 기초연설이었습니다.

미지의 세계를 찾아서: 블랙홀 (정태현 한국천문연구원 한국우주전파관측망(KVN)그룹장)

얼마 전 사상 최초로 블랙홀의 사진 촬영에 성공한 것이 굉장히 큰 화제가
되었죠. 이 블랙홀은 지구에서 5,500만 광년 떨어져 있는 M87 은하에 위
치해 있는 천체인데요, 이렇게 어마어마하게 멀리 떨어져 있는 천체의 사
진을 어떠한 방식으로 찍을 수 있었을까요? 지구 각지에 거대한 전파망원
경을 설치하고 이 망원경들을 통해 동시에 천체를 관측하여 정보를 수집하
면 마치 지구 전체를 덮는 크기의 전파망원경으로 천체를 관측하는 것과
같은 효과를 낼 수 있다고 합니다. 이를 ‘초장거리 전파간섭계’라고 합니다.

이를 이용하여, 전 세계 200명이 넘는 과학자들이 모인 이벤트 포라이즌 텔레스코프(Event Horizon Telescope) 프로젝트에서는 6개 대륙에 8개의 전파망원경을 설치해 1.3mm 파장의 전자기파를 관측하여 M87 은하 중앙부의 블랙홀을 촬영하는 데에 성공하였습니다. 이 세션에서는 프로젝트에 직접 참여하신 연구원님으로부터 블랙홀이란 무엇인지부터 출발하여, 초장거리 전파간섭계를 이용해 블랙홀 사진을 찍을 수 있었던 자세한 원리, 그리고 그 과정에서의 연구자들의 끈질긴 노력까지 생생히 들을 수 있었습니다. 우리에게 너무나 멀어 보이지만 하였던 블랙홀을 조금 더 가까이 느껴볼 수 있었던 시간이었습니다.

바닷속 우주, '해저 2만리' (김용서 한국해양과학기술원 원장)

바다는 우주보다 우리에게 훨씬 가까이 있지만 어쩌면 우주보다도 더 우리에게 잘 알려지지 않은 공간입니다. 우리가 살고 있는 공간과 우주와의 기압 차이는 단지 1기압이지만, 심해와의 기압차이는 200기압을 훌쩍 넘습니다. 이 때문에 잠수정을 이용해야만 이러한 경계를 넘어서 심해에 도달할 수 있지요. 심해에는 다양한 금속 및 생물자원이 존재하기 때문에 육상자원이 고갈되어감에 따라 심해 탐사가 더욱더 중요해지고 있다고 할 수 있습니다. 우리나라에는 한국해양과학기술원에서 자체 개발한 과학탐사용 심해 무인잠수정인 '해미레'가 있는데, 이 해미레를 이용해 촬영한 심해 잠수 영상이 대단히 흥미로웠습니다. 하지만 여전히 미국, EU, 일본 등의 다른 국가들에 비하여 우리나라의 해양수산과학기술 수준은 최소 4년에서 최대 8년 정도의 기술격차를 보이고 있으며, 이를 해소하기 위해서는 좀 더 집중적인 투자와 지원이 필요하다는 점을 강조하여 말씀해주셨습니다. 강연을 통해 심해 탐사에 대한 여러 흥미로운 사실들과 해저가 갖고 있는 무궁무진한 가능성에 대해 알 수 있었습니다.

솔로몬의 부활, '로봇 재판관' (김앤장 법률사무소 박민철 변호사)

오늘날 다양한 스포츠 경기에서는 정확한 판정을 위해 비디오 판독이라는 기술의 도움을 받기도 합니다. 그렇다면 사법적인 판단에서도 AI 기술을 활용할 수 있지 않

을까요? 이미 일부 로펌에서는 판례 분석에 도움을 주는 'ROSS' 등의 AI 프로그램을 활용하고 있으며, '유렉스'와 같은 AI 법률 서비스가 등장하기도 하였습니다. 이 세션에서는 기존에 등장하였던 AI를 이용한 여러 법률 서비스들의 특징과 한계를 짚어보았고, AI 법관을 둘러싼 여러 쟁점들을 살펴보았습니다. 그중 통계적으로 성별, 범죄 유형 등에 따른 판결의 편향성이 분명히 존재하기 때문에 기존 판례들을 학습한 AI 법관의 경우 편향이 더욱 강화되어 나타날 것이고, 이는 결국 판결의 공정성을 더욱 저해하는 결과를 낳을 것이라는 지적이 가장 흥미로웠습니다. 이 때문에 공정한 판결을 위해서는 어떠한 판결이 좋은 판결인지에 대한 사회적인 합의가 우선적으로 이루어져야 한다는 변호사님의 말이 인상적이었습니다. 세션을 통해 AI 법관의 현실성, 발생할 수 있는 문제들 그리고 우리 사회가 극복해야 할 것들에 대한 고민을 해볼 수 있었습니다.

인류가 달에 처음 착륙했던 날로부터 50년이 지난 지금, 인류의 경계는 눈에 띄게 허물어졌습니다. 인공지능, 빅데이터, 5G와 같은 우리가 그동안 한계라고 생각해왔던 경계를 넘나드는 기술들이 새로이 주목받고 있고, 과학 분야들 간, 과학과 예술 간의 경계를 넘나들며 다양한 융합적인 연구들이 이루어지고 있습니다. 이노베이트 코리아 2019 포럼은 이러한 새 시대 속에서 우리는 무엇을 해야 하는가에 대한 고민을 하게 해준 의미 있는 시간이었습니다. 공상



▲ 포럼 취재를 마친 공대상상 부원들

당신에게 반려동물이란

『28』



정유정 지음, 은행나무, 2013

글

정윤중, 기계항공공학부 3

편집

이다원, 조선해양공학과 3

2018년 농림축산식품부에서 시행한 ‘동물보호에 대한 국민의식 조사’에 따르면 개, 고양이 등 반려동물을 기르는 가구의 비율은 23.7%로 네 가구 중 한 가구 꼴로 반려동물을 기르고 있습니다. 이는 전국적으로 개 507만 마리, 고양이 128만 마리 정도의 반려동물을 기르고 있다고 추정되는 수치입니다. 그만큼 많은 사람들이 반려동물과의 깊은 유대관계를 통해 위로와 기쁨을 얻고 있다는 뜻이지요. 그들에게 반려동물은 삶에서 떼려야 뗄 수 없는 가족과 같은 존재일 것입니다.

한편, 농림축산검역본부에서 시행한 ‘2017년 동물보호복지 실태조사’ 결과에 따르면 전국에서 구조되는 유기동물의 수는 10만 2,593마리입니다. 즉, 하루 평균 280마리가 넘는 유기동물이 구조되었다는 것이죠. 인간과 반려동물의 관계는 본질적으로 비대칭적입니다. 인간과 반려동물이 얼마나 긴밀한 유대를 유지하는가의 문제와는 별개로, 대부분 선택권은 인간에게만 주어지며 인간이 동물을 돌보고 인간 사회에 적응하도록 훈련시키는 관계가 형성되기 때문이지요. 이 과정을 수행하지 못하여 인간으로부터 도태된 반려동물은 유기동물이 되지요.

정유정 작가의 소설 『28』은 이 지점을 아주 날카롭게 파고듭니다. 만일 개와 인간 사이에 아주 치명적인 인수공통전염병이 발생한다면 어떤 일이 일어날까요? 그때에도 나의 반려동물은 여전히 나의 가족일 것일까요? 『28』에서는 ‘빨간 눈 괴질’이라는 치사율 100%에 가까운 원인불명의 인수공통전염병이 도는 대재앙 속에서 인간과 반려견 사이 신뢰는 물론 인간과 인간 사이 신뢰조차 처참히 무너지는 비극을 흑독하게 그려내고 있습니다. 이러한 재앙 속에서도 상처입은 개들을 지키려 동분서주하는 주인공 재형의 내면에도 11년 전 개살매 경주에서 늑대들로부터 본인의 목숨을 지키고자 자신이 사랑했던 썰매개들을 희생시켰던 일에 대한 속죄의식이 있습니다.

개인적으로 『28』을 비롯하여 『7년의 밤』, 『종의 기원』 등 제가 정유

정 작가의 작품들을 정말 좋아하는 이유 중 하나는 인간의 본성과 심리를 섬세하면서도 있는 그대로 드러내기 때문입니다. 전염병이라는 극한의 상황에서 적나라하게 드러나는 인간과 반려동물 사이 관계, 그 속에서 나타나는 다양한 인물들의 심리를 실감나게 그려낸 것이 인상적입니다. 소설의 몰입감과 속도감도 정말 대단하고요. 특히, 최근 폭스테리어라는 품종의 개가 아기를 물었던 사건을 통해 재조명되고 있는 반려동물을 둘러싼 다양한 논쟁 속에서 이 책은 많은 시사점을 던져줍니다. 인간의 즐거움과 삶의 질 향상을 위해 길러왔던 반려동물이 도리어 인간에게 해가 되고 사회에 불안정성을 초래할 때, 인간이 어떤 선택을 할지 정유정 작가는 사실적으로 서술하고 있습니다.

나는 때로 인간 없는 세상을 꿈꾼다.

자연의 법칙이 삶과 죽음을 관장하는 곳,

모든 생명이 자기 삶의 주인으로 살아가는 세계, 꿈의 나라를.

만약 세상 어딘가에 그런 곳이 있다면

나는 결코 거기에 가지 않을 것이다.

당신에게 반려동물이란 어떤 의미인가요? 반려동물의 권리를 위해 운동하는 많은 사람들이 실은 인간 중심적 사고를 그 내면에 품고 있지는 않은지, 동물이 인간에게 해가 될 때 그 사람들은 어떻게 행동할지, 재형의 삶과 소설 속 인간들의 행동을 통해 다시 한 번 진지하게 생각해보게 되실 것입니다. 굉장히 무겁고 불편할 수 있는 주제를 대단한 재미와 탄탄한 플롯으로 풀어낸 소설 『28』을 독자 여러분께 추천합니다.

도시의 공간, 그 안에 숨겨진 이야기

『도시는 무엇으로 사는가』



글
이윤구, 재료공학부 3

편집
이다원, 조선해양공학과 3

유현준 지음, 을유문화사, 2015

우리는 '공간'을 어떻게 인지하고 있을까요? 한번 아주 광활한 우주를 생각해봅시다. 우주는 매우 넓은 공간으로 이루어져 있지만, 그 자체만으로는 공간을 실감할 수 없습니다. 별, 성운, 그리고 행성 등이 존재하게 되면 비로소 그 공간을 가늠할 수 있게 되죠. 이렇듯 공간은 그 안에 존재하는 무언가가 있을 때 인식할 수 있게 됩니다. 즉, 우리는 벽, 창문, 기둥 등으로 공간을 나누어 구분하고 있으며 이들의 집합체인 '건축물'로 공간을 새롭게 표현하고 있는 것이지요. 이 책에서는 이러한 '건축물'이 많이 모인 도시 공간에 대해서 흥미로운 이야기를 하고 있습니다.

건축물을 통해 구분되는 공간에는 건축물 밖과 안의 두 가지 공간이 있습니다. 먼저 건축물 밖의 공간인 '도로의 거리'들을 볼까요? 어떤 거리는 걸어 다닐수록 재미있는 반면, 어떤 거리는 힘이 빠지고 지치는 기분이 들었던 적이 있을 겁니다. 저자는 이를 '이벤트 경우의 수'에 따른 차이라고 말합니다. 보행자에게는 거리의 상점이나 가게에 들어가거나 그냥 지나치는 두 가지의 선택지가 있습니다. 이러한 이벤트가 n개의 상점에서 일어난다면, 보행자가 겪을 수 있는 이벤트 경우의 수는 2ⁿ개가 됩니다. 다시 말해 보행자가 능동적으로 다양한 체험을 할 수 있어 공간을 주도적으로 사용할 수 있는 것이죠. 예를 들어, 단위 거리당 상점의 수가 많은 명동거리는 여러 번 건너더라도 매번 새로운 경험을 할 수 있지만 넓은 거리에 정문이 하나뿐인 큰 빌딩들이 즐비한 강남의 테헤란로 같은 경우에는 보행자의 선택권이 매우 줄어들게 되죠.

공간의 속도 또한 거리의 성격에 큰 영향을 끼칩니다. 움직이는 개체는 공간에 에너지를 부여하며 저자는 이것이 운동에너지처럼 개체의 속도 제곱에 비례한다고 설명합니다. 다시 명동거리와 테헤란로를 떠올려 봅시다. 사람이 많은 명동거리는 공간의 속도가 보행 속도와 비슷하여 걷기 좋지만, 넓은 차선에 자동차가 많은 테헤란로는 공간의 속도가 자동차의 속도와 비슷하여 걷는 데에 거부감이 들게 됩니다. 즉, 공간의 속

도와 보행 속도가 비슷할수록 사람들이 걷고 싶어하는 거리가 되는 것이죠. 카페 앞의 테라스 혹은 데크(Deck)*가 많은 유럽의 거리들이 걷기 좋은 이유는 공간의 속도가 보행 속도와 비슷하기 때문이라고 설명할 수 있습니다.

건물 안의 내부 공간 자체도 다양하게 이용될 수 있습니다. 사람들이 일을 하는 사무 공간에서는 자리 배치를 이용해 권력을 표현하며, 박물관, 미술관과 같은 공간은 관람에 용이한 동선이 만들어질 수 있도록 작품을 전시함으로써 공간이 표현됩니다. 또한, 내부 공간은 오랜 시간에 걸쳐 초기 설계와는 전혀 다른 모습으로 새롭게 태어나곤 합니다. 대표적으로 예전의 공장을 개조한 아파트인 뉴욕의 로프트(Loft)가 있습니다. 산업혁명 이후 급격히 많아진 공장들이 현대에 들어 주거공간으로 변모한 것처럼 인간이 존재하는 공간 역시 수많은 변동 요소를 가지며, 변화하는 유기체로서의 특징을 가지는 것이지요.

저자는 건축이란 단순히 벽돌을 쌓아 집을 짓는 행위가 아니라 궁극적으로 사람의 삶을 디자인하는 것이라고 말합니다. 다양한 건축물들로 이루어진 도시는 오랫동안 수많은 상호작용을 거쳐 역사적·문화적 배경이 어우러진 고유한 DNA를 가지게 됩니다. 저자는 무심코 지나쳤던 건축물과 그 안과 밖의 공간에 대한 새로운 시각을 제시하며 신선한 충격을 줍니다. 유럽, 뉴욕, 서울의 거리는 왜 분위기가 다른지, 세계적으로 유명한 건축물들은 어떻게 공간을 활용하고 있는지, 그 속에 담긴 의미는 무엇인지 등을 이해하기 쉽게 설명해줍니다. 우리가 존재하는 공간과 그것을 담고 있는 건축물, 그리고 그들이 모인 도시를 더 깊이 이해하고 느끼고 싶으시다면 이 책을 꼭 읽어보세요!

* 차가 정지해 있는 주차장의 면적과 대비되는, 사람이 머무는 장소. 공간의 속도는 차와 사람의 속도, 주차장과 데크의 면적으로 계산한다.

서울대-고려대-부산대-한양대 연합로봇팀 Tidyboy, 2019 로보컵 준우승



2019 로보컵 준우승 수상팀 'Tidyboy'

서울대 공대(학장 차국헌)는 서울대-고려대-부산대-한양대 연합로봇팀 Tidyboy가 지난 7월 7일 호주 시드니에서 개최된 2019 로보컵(RoboCup) 실내 서비스 로봇 부문에서 준우승을 차지했다고 밝혔다. 과학기술정보통신부의 AI 로봇 과제 공동연구팀이기도 한 연합로봇팀에는 서울대인공지능센터(센터장 장병탁 공대 컴퓨터공학부 교수) 학생들이 소속되어 있다.

국제 로보컵은 1997년 시작됐으며, 세계에서 가장 오래되고 규모

가 큰 AI 로봇대회다. 올해에는 세계 40여 개 국에서 온 약 3,500명의 참가자들이 로봇 축구, 실내 서비스, 산업 자동화, 재난 구조 등의 다양한 부문에서 경쟁했다. 그중에서도 Tidyboy 팀은 실내 서비스 로봇 부문에 참가하여 로봇이 가정 환경에서 사람과 사물, 환경을 지능적으로 인식하고 인간과 음성으로 대화하며 다양한 서비스 임무를 수행하는 능력을 겨루었다.

Tidyboy 팀은 우수한 물체 인식, 정교한 로봇팔 조작 및 이동 능력을 바탕으로 사용자의 음성 명령에 따라 실내를 이동하며 찬장을 여닫고 사용자가 원하는 물건들을 집어 전달하는 등의 실내 서비스 작업 등을 선보였다. Tidyboy 팀은 다른 팀들이 기권하거나 수행에 실패한 고난이도 조작 작업들을 유일하게 성공적으로 수행하여 현장에서 뜨거운 반응을 얻었다.

현장에서 팀을 지휘한 이승준 교수는 "한국 팀이 영국 옥스포드 대학, 미국 텍사스 오스틴 대학, 3년 연속 우승팀인 일본 규슈 공대 등 경쟁한 경쟁자들을 큰 점수 차로 제치며 준우승을 하게 되어 매우 기쁘다"고 전했다. 한편, 팀을 이끌며 준우승 수상에 큰 기여를 한 서울대 인공지능센터 이충연 연구원(서울대 공대 컴퓨터공학부)은 2017 로보컵에서도 우승한 경험이 있다.

서울대 윤병동 교수와 한국표준과학연구원(KRISS) 공동 연구팀, 잉여 에너지를 모아 전력을 생성하는 고효율 메타물질 개발

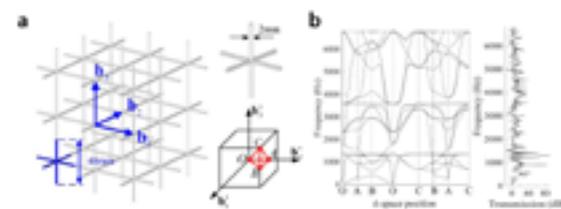


윤병동 교수

서울대 공대는 조선해양공학과 조선호 교수팀이 설계민감도를 이용한 최적화를 통해 가청 저주파수 대역에서 극대화된 완전 밴드갭(bandgap)을 갖는 2차원 및 3차원 메타구조 설계에 성공했다고 15일 밝혔다.

저주파수 대역의 탄성파 전달을 억제하는 메타구조는 최근 사회적 관심이 높아지고 있는 층간 소음의 억제뿐만 아니라 선박 및 자동차 부품에도 소음/진동의 차단이나 저감에 활용할 수 있는 첨단 소재로 주목받고 있다. 새로 개발된 메타구조는 저주파수 대역에서 극대화된 흡음 성능을 보일 뿐만 아니라 오랜 시간 안정적으로 이용할 수 있기 때문에 해양플랜트 및 특수 선박에서 사용되던 스펀지형 흡음재와 소음기를 대체할 수 있을 것으로 보인다. 나아가, 함정 스텔스 기능을 위한 복합 경량화 패널 개발에도 활용될 수 있을 전망이다.

연구팀은 이러한 메타구조 설계에 단일 물질의 밴드갭을 제시했다. 기존의 브래그형(Bragg-type) 밴드갭은 주파수 대역을 낮추기 위해 격자 구조의 크기를 증대해야 하고, 국부 공진형(local resonance) 밴드갭은 저주파수 대역에서 공진을 유발시키는 물질이나 장치를 추가해야 하는 한계가 있었다.

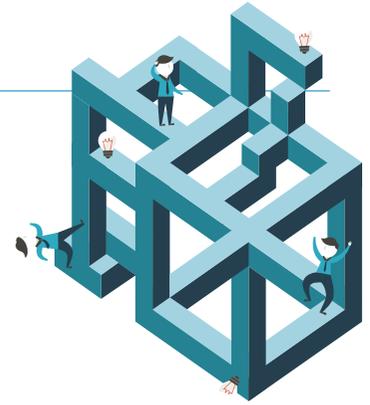


단순입방 격자구조(a)의 주파수 밴드 구조와 응답 특성(b)

연구팀은 이를 극복하기 위해 2차원 및 3차원 격자구조의 형상을 아이소지오메트릭(iso-geometric) 최적 설계 기법으로 엄밀하게 조절함으로써 저주파수 대역에서 밴드갭을 극대화했다. 이 연구에서 제시한 3차원 구조는 약 160~1,000Hz의 영역의 외부 진동에 대해 0에 가까운 전달률을 나타낸다.

조선호 교수는 "이번 연구를 통해 탄성 파동 제어를 위한 구조 설계의 원천 기술을 획득했다"며, "향후 소음과 진동의 차단 또는 저감을 위한 소재 및 장치 개발에 큰 파급 효과를 미칠 것"이라고 전했다. 이번 연구 성과는 세계적으로 주목받아, 『네이처(Nature)』 자매지인 『사이언티픽 리포트(Scientific Report)』 7월 10일 자에 온라인으로 게재됐다.

십자말풀이



안녕하세요, 독자 여러분! 유난히 더웠던 이번 여름은 잘 보내셨나요? 다가오는 2학기도 <공대상상>과 함께 알차게 보내시기 바랍니다. 아래에 29호의 마지막을 장식할 십자말풀이를 준비했습니다. 이번 호를 재미있게 읽으셨다면 빠르고 정확하게 답을 맞힐 수 있을 거예요. 정답을 보내주시는 분들께 <공대상상>이 준비한 선물을 보내드리니 많은 참여 부탁드립니다!

		①		②					
③			④						
		⑤			⑥				

지난 호 정답

			소						
			리						
			지						
모	선	캡	쳐	기	술				호
		사			최				신
		이			적	정	기	술	
		신			화				
					기				
					광	산	란	법	
					석				
									크
									로
									스
									핏
									루
									아
									웃
									소
									심
									상

가로열쇠

- '0000'이란 레이저 광선의 간섭효과를 이용하여, 입체적인 상을 재현하는 기술을 말합니다. <스파이더맨: 파 프롬 홈>에서 미스테리오가 사람들을 속이기 위해서 사용한 이 기술은 무엇일까요?
- 0000학회라고 불리는 이 단체는, 현재 세계 최대의 전기, 컴퓨터, 정보통신 분야의 전문가 단체로, 전 세계 175개국 36만여 명의 전문가들이 회원으로 가입해있어 세계적인 권위를 가지고 있습니다. 통신, 교통, 에너지, 바이오메디컬 등 여러 산업에서의 기술표준을 정하고 공표하는 일을 하기도 하는 '0000'학회의 0000는 무엇일까요?
- 0000란 교류회로에서 저항에 해당하는 값으로, 단위는 Ω입니다. 이 값의 변동을 통해서 노래방에서 내가 정확한 음정으로 불렀는지를 확인할 수 있는데, RLC 회로를 구성하는 요소인 저항(resistor)과 코일(inductor), 축전기(capacitor)의 값과 입력된 전기신호의 진동수에 따라 변화하는 값을 가지는 0000는 무엇일까요?
- 00000란 한 가지 악기로는 낼 수 없는 다양한 소리를 동시에 내며, 악기 소리는 물론 동물의 울음소리, 자연의 소리까지 구현할 수 있는 전자 악기입니다. 19세기 말 소리에 소리를 더하여 새로운 소리를 합성하는 방식의 전자악기인 텔하모늄(Telharmonium)에서 기원한 이 악기는 현재까지도 많은 개량을 거듭하며 널리 사용되고 있기도 합니다. 다양한 소리를 연주할 수 있도록 도와주는 악기, 00000는 무엇일까요?
- 서울대 공대는 조선해양공학과 조선호 교수팀이 설계민감도를 이용한 최적화를 통해 가칭 저주파수 대역에서 극대화된 완전 밴드갭(bandgap)을 갖는 2차원 및 3차원 메타구조 설계에 성공했다고 밝혔습니다. 2차원 및 3차원 격자구조의 형상을 '아이소00000' 최적 설계 기법으로 엄밀하게 조절함으로써 저주파수 대역에서 밴드갭을 극대화했고, 이를 통해 기존의 문제를 해결할 수 있었다고 합니다. 공대뉴스에서 소개해드렸던 이 단어는 무엇일까요?

- 건축물을 무너뜨리기 위해서는 발파 해체 공법을 사용하는데, 찰나의 순간에 작용하는 폭발력이 핵심적이라고 합니다. 그렇기에 발파 해체 공법은 적절한 시간차를 두고 화약을 터뜨리는 '단발발파' 기술이 매우 중요한데, 사람의 감각에는 한계가 있기 때문에 정확한 발파를 위해서는 뇌관을 사용합니다. 뇌관 중에서도 지연작용에 의해 화약이 터지는 시간을 지연시킬 수 있는 것을 '0000'이라 합니다. '0000'은 무엇일까요?

세로열쇠

- '0000'는 어떤 주제를 놓고 여러 사람이 공동 회의하는 형식을 의미하는 단어입니다. 서울대학교의 기숙사, 관악학생생활관에서는 서울대학교 구성원 전체를 대상으로 '0000'를 정기적으로 개최합니다. '0000'은 무엇일까요?
- '0000000 기술'은 모기박멸 프로젝트에서 다른 모기 박멸 방법 중 하나인데, 특정한 유전 형질이 세대를 거치며 종 전체로 유전될 수 있도록 하는 생명공학 기법을 의미합니다. 사람의 피를 빨아먹는 암컷 모기를 불임으로 만드는 이 기술은 무엇일까요?
- '0000' 수업은 건축학과 학생들이 2학년까지 필수적으로 학기마다 이수해야 하는 수업이며, 특히 건축학 전공자들은 '설계 0000'를 5학년까지 필수 수강하기도 합니다. 건물을 '어떤 형태로 지을 것인가'에 대한 시선을 함양할 수 있는 이 수업은 무엇일까요?
- '00000'는 p형 반도체와 n형 반도체를 결합하여 만든 반도체 소자로, 진공관의 성능을 압도해 다양한 문제들을 해결했습니다. 하지만 전자기기의 기능이 복잡해지면서 소자들을 연결하는 과정에서 고장의 주요인이 되었던 '00000'는 무엇일까요?

십자말풀이 정답은 제일 인상 깊었던 기사에 대한 짧은 감상평과 함께 다음 호 발간 전까지 서울대학교 서울대학교 공대상상 E-mail(snubng@snu.ac.kr)로 보내주세요. 정답을 맞으신 분 중 추첨을 통해 소정의 상품을 덱으로 보내드립니다(주소, 학교, 학년, 이름을 꼭 함께 보내주세요!).

편집후기



곽정원 유럽 가봤니??

이정윤 사랑해요♡

노주현 저는 마지막 공대상상 잡지 작업이 되겠네요.
저는 곧 학부를 졸업하지만 여러분은 미래가 창창하니 열심히 사시고
하시는 일 다 잘되시길 바라겠습니다. 화이팅 :D

김재원 본인 방금 군대가는 상상함. ㅋㅋ 하지만 어렵도 없지!

이진우 내 혈관에는 마라가 흐른다..

신동욱 저도 이번 호를 끝으로 공상 잡지업무를 마치게 되었습니다.
하지만 앞으로도 공대상상 잡지는 독자 여러분에게 필요하고
유익한 내용을 담기 위해 노력하는 공상 부원들이 만들어 나갈 테니
많은 관심 부탁드립니다!

한정현 회장 할 사람

김성진 어서 2학기 종강했으면



이윤구 행복하자

서지영 복수불반분

김호현 한정현회장장면임기원1일차

손성현 오마이걸 많이 사랑해주세요.

김소현 나의 전부 공상 최고☆

배선열 2학기도 화이팅!

김현수 즐거운 공상^_^

김태훈 (대총 모두 수고 했다는 편집 후기)

심수정 열여덟의 순간

김예원 공대상상 페이스북페이지 !좋아요! 눌러주세요.

전병진 2학기에도 생존기원

최승현 십대 마지막 편집후기



김도현 모두 건강하세요~~!!◎

김윤진 여러분 락페스티벌 가세요 락월네버다이!!
개강이 얼마 남지 않았는데 윤진도 네버다이 기원...

변재혁 선택은 신중하지만 과감하게, 자신의 선택을 믿고 나아가세요!
여러분들의 도전을 공상이 응원합니다 :)

이기범 다음 학기는 작심 120일

정윤중 또 다른 시작

정석우 공 상 좋 아

이양우 ↓거짓말하는겁니다.

백지원 공상최고군필 양우오빠 잘생겼어요.

이지현 여러분 포레하세요...

신원준 인생은 아이스크림처럼, 녹기 전에 즐겨라~^_^

한상현 카드뉴스 어려워,,,

장원우 편집후기 작성안하신 분 빨리 작성해주세요.

이지훈 여러분의 꿈을 응원합니다!

김건우 3학년 시러요...

유윤아 벌써 네 번째 학기라니 시간이 참 빠르네요^^ 공상 화이팅👏👏

이재혁 홍보부는 파워포인트를 켵니다...총총...

신혜정 사망년이 저물고...사학년이 다가온다...! 3학년 화이팅 4학년 화이팅!!

이다원 다들 조금만 더 화이팅♡

윤영주 올 여름을 끝으로 저에게 꿈을 심어줬던, 이루게 해줬던, 그리고 또 새로운 꿈을 꾸게 해준 캠프를
마쳤습니다. 저의 새로운 시작을 응원해주세요◎

전혜성 벌써 더운 여름이 가고 시원한 가을이 오는 게 느껴지네요. 독자분께서 이걸 읽고 게실 즈음에
는 하늘 높은 가을이지 않을까, 생각하며 이번 호도 재미있게 읽어주시길 기대해봅니다ㅎㅎ

