



2019 Summer

공대상상 예비 서울공대생을 위한 서울대 공대 이야기

Vol. 28

CONTENTS

02	기획	01	미세먼지에서 공학을 보다
		02	뉴스토픽 속 공학: LPG 차량 규제 완화
08	자라나라 요리요리		기름없는 튀김요리의 마법, 에어프라이어
10	공대생과 함께 살펴본 과학사		원자 구조를 밝히고자 한 과학자들의 이야기
12	공학, 법률과 만나다		인공지능이 범죄를 저지른다면?
15	공대생의 눈으로 영화보기		한 소녀의 커다랗고 맑은 눈 너머로 <알리타>
18	기획 연재		에너지자원공학과
			에너지자원공학과를 소개합니다
			STEP 01 에너지자원공학과가 궁금해요!
			STEP 02 연구실 인터뷰_ 지하자원 개발센터
			STEP 03 연구실 동향
26	전공 수업 소개		광물자원의 효율적 활용부터 후처리까지! <자원처리공학>
28	일상 속 공학 찾기		새벽배송은 어떻게 가능할까?
30	동아리 소개		적정기술로 나눔을 실천하는 서울대학교 기술나눔단 <VESS> 몸과 마음을 건강히, 함께하는 즐거운 운동 크로스핏 동아리! <SNUWOD>
34	사회초년생 인터뷰		우리나라 국방을 책임질 국가대표 공학도를 꿈꾸며, 국방과학연구소 송희성 연구원
36	서울대학교 학생들의 문화생활		바쁜 일상 속의 작은 쉼터, 음악감상실
38	서울대학교 공대생들의 해외 수학		내가 선택하는 길, 스웨덴 교환학생기
40	스포츠 속의 과학		0.001초의 스포츠, F1 속의 과학
43	공학으로 세상 따라잡기		영화에서 보던 것들이 현실로! 세상을 놀라게 한 디스플레이 기술
46	공상실험실		텀블러 식각(Etching)
48	책 읽어주는 공대생		『여행의 기술』 『대량살상 수학무기』
50	공대 뉴스		
51	십자말풀이 편집후기		

미세먼지의 농도 측정과 예측

미세먼지에서 공학을 보다

글

서지영, 조선해양공학과 1

편집

유윤아, 기계항공공학부 2



가까운 건물조차 보이지 않을 정도로 미세먼지가 심한 날, 거리에 나가면 마스크를 쓴 사람들이 많습니다. 몇 년 전만 해도 상상하지 못했던 일이지. 이러한 문제를 해결하고자 국가적으로 미세먼지 농도 측정과 예측에 힘쓰고 있습니다. 눈에 보이지 않을 정도로 작은 미세먼지의 농도를 어떻게 측정하거나 예측할 수 있을까요? 지금부터 미세먼지의 농도 측정 및 예측 방법 속 공학적 원리에 대해서 알아보겠습니다.

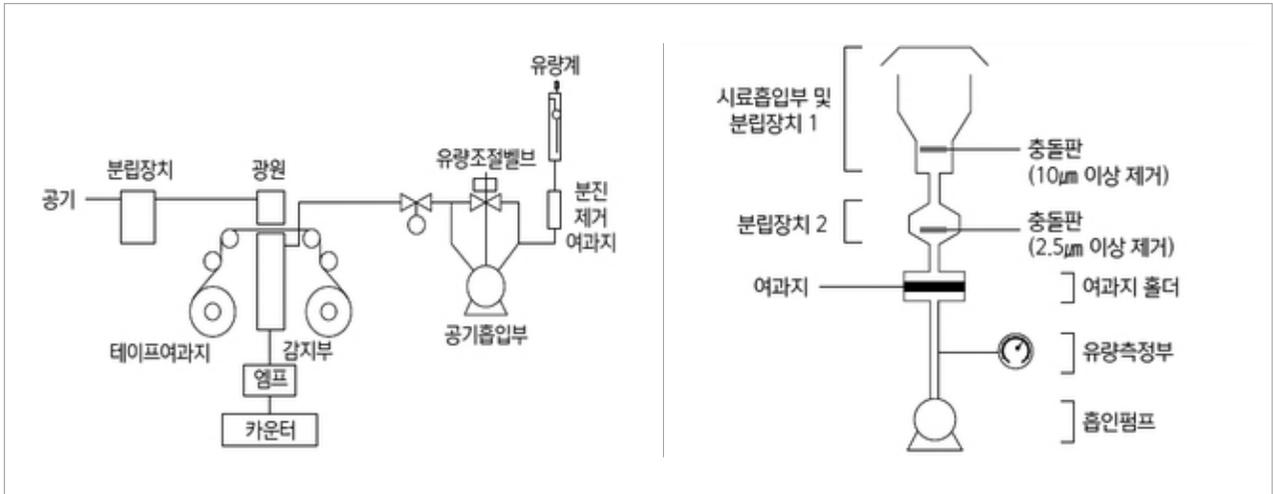
미세먼지의 농도 측정 방법: 자동 측정법

미세먼지의 농도 측정은 크게 자동 측정법과 수동 측정법으로 구분할 수 있습니다. 먼저 자동 측정법에는 대표적으로 ‘베타선 흡수법’이 있습니다. 방사성 원자핵이 베타 붕괴할 때 방출되는 베타선은 물질의 질량에 비례하여 흡수율이 커집니다. 베타선 흡수법은 미세먼지를 채취한 여과지에 흡수된 베타선의 세기를 측정하여 미세먼지의 농도를 구하는 방식으로, 현재 널리 사용되고 있습니다. 그러나 이 방법은 미세먼지를 포집한 후 농도를 측정하기 때문에 측정단위가 1시간으로 길어 수시로 변하는 환경의 실시간 모니터링에 사용하기에는 부적절하다는 한계점이 있습니다.

이에 최근 공기 청정기의 미세먼지 농도 측정기나 소형 간이 측정기는 주로 실시간 측정이 가능한 ‘광 산란법’을 이용하고 있습니다. 공기 중 미세먼지의 농도가 높을수록 빛은 더 많이 산란되어 하늘이 흐려지는데요, 광 산란법은 공기 중의 미세먼지에 의한 빛의 산란 정도를 측정하고, 그 값으로 미세먼지의 농도를 구하는 방식입니다. 짧은 시간에 측정할 수 있으나, 계산 과정에서 공기의 평균 밀도를 이용하기 때문에 순간적인 공기의 밀도와는 다를 수 있어 정확성이 떨어진다는 단점이 있습니다.

미세먼지의 농도 측정 방법: 수동 측정법

미세먼지의 질량을 저울로 직접 측정하는 방법을 수동 측정법이라고 합니다. 대표적으로 ‘중량 농도법’이 있는데요, 크기 $10\mu\text{m}$ 이하의 입자를 분리할 수 있는 장치인 샘플러를 이용해서 24시간 동안 시료를 채취해, 여과지에 모인 미세먼지의 질량을 저울로 직접 측정하는 방법입니다. 우리나라의 환경정책기본법 시행령에 따르면 공인된 미세먼지 측정 방법은 ‘중량 농도법’ 또는 이에 준하는 자동 측정법’입니다. 이처럼 중량 농도법은 정확성이



[그림 1]
베타선 흡수법 장비구성(왼쪽)
중량농도법 장비구성(오른쪽)
(출처:환경부)

가장 높아 우리나라를 비롯한 미국·일본·유럽 등 많은 국가에서 기준 측정법으로 채택되었습니다. 하지만 중량 농도법은 자동 측정정보보다 복잡하고, 더 많은 시간과 전문인력을 필요로 한다는 단점을 가지고 있습니다.

빅데이터를 이용한 GBM(Gradient Boosting Machine) 기반 미세먼지 예측 모델

기상 예보에서는 미래의 기온이나 강수량뿐만 아니라, 미세먼지 예측 모델을 이용하여 미세먼지의 농도에 대한 정보도 제공합니다. 예측 모델을 이용해 문제의 구조, 변수나 그 상호관계를 정확하게 분석해서 합리적으로 예측할 수 있습니다. 우리나라 미세먼지 예측 모델의 주요 변수로는 풍향, 풍속, 중국 산둥성 지역의 위성 센서 데이터가 있는데요, 이들은 미세먼지의 농도와 강한 상관관계를 가집니다. 예를 들어, 미세먼지의 예보 등급이 <나쁨>일 경우, 전날 풍향은 서풍이며, 풍속이 상대적으로 느리고, 중국 산둥성 지역의 위성 센서가 감지한 미세먼지의 농도도 높은 경향을 띠니다.

미세먼지와 같은 대기 오염물질은 특정 지역에 국한되지 않고 넓은 영역으로 이동 및 확산하는 특성이 있습니다. 그러므로 미세먼지 분석을 위해서는 광범위한 영역의 데이터를 수집해야 합니다. 우리나라에서는 미국 항공우주국(NASA) 아쿠아(Aqua) 위성에 탑재된 MODIS[●] 센서 데이터 및 국내 데이터를 기반으로 한 미세먼지 예측 모델을 사용하고 있습니다. 이때 예측 오차를 줄이기 위해 GBM기법이 이용됩니다. 이 기법은 예측 모델을 순차적으로 연결하여 하나의 강력한 모델을 만드는 것으로, 오차를 크게 줄일 수 있습니다. GBM은 [그림 2]와 같은 네 개의 과정으로 이루어 집니다.

● MODIS: 미국 항공우주국(의 아쿠아(Aqua)와 테라(Terra) 위성에 탑재된 관측 센서로, 육상과 해양의 표면 온도, 해류의 흐름, 대기 관측 데이터로 구성되어 있음.



[그림 2]
GBM기법의 과정
(출처: 행정안전부)

우리나라에서는 이러한 예측 모델을 이용해 광범위한 데이터를 바탕으로 체계적인 예보가 이루어지고 있습니다. 실제로 우리나라 미세먼지 예보는 2018년 1분기 기준 84.4%의 높은 정확도를 보였습니다. 향후 국가정보자원관리원은 더욱 정확한 예측을 위해 에어로졸 분석 성능이 뛰어난 국내 정지 위성(천리안) 데이터를 추가로 확보하여 예측 정확도를 높인다는 계획을 가지고 있습니다.

지금까지 미세먼지의 농도를 측정하는 방법부터 예측하는 방법까지 알아보았습니다. 하루가 멀다 하고 미세먼지 농도가 <나쁨> 상태인 오늘날, 미세먼지 농도 측정 및 예보는 필수적인 생활정보가 되었습니다. 여러분도 외출하기 전 미세먼지 예보를 볼 때, 그 속의 공학적 원리 또한 생각해 보는 것이 어떨까요? 공상

[참고문헌]

1. 환경부 기후대기정책과, “미세먼지, 도대체 뭘까?”, 환경부 홈페이지, www.me.go.kr/home/file/readDownloadFile.do?fileId=127372&fileSeq=1&openYn=Y(19 April 2016), Accessed 21 April 2019.
2. 환경부 빅데이터분석과, “미세먼지, 빅데이터로 예측한다.”, 행정안전부 홈페이지, www.mois.go.kr/frt/bbs/type010/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR_000000000008&nttlId=68536(28 January 2019), Accessed 21 April 2019.

[그림 출처]

1. 환경부 홈페이지, www.me.go.kr/home/file/readDownloadFile.do?fileId=127372&fileSeq=1&openYn=Y
2. 행정안전부 홈페이지, www.mois.go.kr/frt/bbs/type010/commonSelectBoardArticle.do?bbsId=BBSMSTR_000000000008&nttlId=68536

• 에어로졸: 대기 중에 떠다니는 고체 또는 액체상태의 작은 입자

LPG란?

LPG(Liquefied Petroleum Gas, 액화석유가스)는 주로 프로페인(C₃H₈)과 뷰테인(C₄H₁₀)으로 구성된 기체상의 탄화수소를 쉽게 운반하고 보관하기 위해 높은 압력으로 액화시킨 것입니다. 끓는점이 낮기 때문에 원유 정제과정에서 가장 먼저 분리되는 물질이지요. 우리가 휴대용 가스레인지의 연료로 흔히 사용하는 '부탄가스'가 바로 뷰테인으로, LPG의 일종이라 할 수 있습니다. LPG 차량은 이러한 LPG 연료를 사용하여 엔진을 작동시키는 차량을 말합니다.



▲ 원유의 분별증류에 따른 석유제품 (출처: SK 이노베이션)

LPG, 가솔린 그리고 디젤

내연기관의 연료로 흔히 사용되는 물질은 LPG, 가솔린(휘발유), 디젤(경유)이 있습니다. 원유의 정제과정에서 알 수 있듯, 이 연료들은 원유로부터 끓는점의 차이에 의해 분리되지요. 이러한 끓는점의 차이는 연료를 구성하는 탄화수소 분자들의 탄소 개수에 의해 결정됩니다. LPG의 경우 3-4개, 가솔린의 경우에는 4-10개, 디젤의 경우 10-20개 정도의 탄소 원자가 하나의 탄화수소 분자를 구성합니다. 이와 같은 화학적 특성이 끓는점 외에도 각 연료의 밀도, 단위 부피당 에너지, 발화점, 점성 등의 성질을 결정하게 되지요. 일반적으로 분자당 탄소의 개수가 증가할수록 탄소 하나당 수소와의 결합 개수가 감소함에 따라 단위 질량당 에너지는 감소하지만 밀도가 커지기 때문에 단위 부피당 에너지는 결과적으로 증가하게 됩니다. 또한 분자당 탄소 개수가 증가할수록 연료의 끓는점 및 발화점, 점성도 커지는 경향을 보입니다.

우리 주변에서 가장 쉽게 찾아볼 수 있는 자동차 연료인 가솔린은 디젤보다 끓는점이 낮고 인화성이 높기 때문에 연료를 실린더에 분사한 뒤 스파크를 통해 연소를 발생시키는 불꽃 점화(spark ignition) 방식의 엔진에 사용됩니다. 가솔린 엔진은 진동과 소음이 적고, 쉽게 높은 회전수를 발생시

뉴스토픽 속의 공학

LPG 차량 규제 완화

안녕하세요, 공상 독자 여러분!
지난 3월, '액화석유가스의 안전관리 및 사업법' 일부개정법률안이 국회 본회의를 통과하였다는 소식을 들었나요? 이번 호 공상에서 공학의 시선으로 살펴볼 뉴스토픽은 바로 LPG(액화석유가스) 차량에 대한 규제 완화 소식입니다. 이 개정안의 주된 내용은 규제 대상이었던 일반인의 LPG 차량 구매를 앞으로 허용하겠다는 것이었는데, 이 소식이 알려지면서 'LPG 규제완화'가 포털사이트 급상승 검색어 순위에 오르내리기도 하며 많은 사람들의 관심을 모았습니다. 어떤 배경에서 화제가 된 것인지 공학의 시각으로 함께 살펴보도록 합시다!

글
정윤준, 기계항공공학부 3

편집
김성진, 건축학과 2

킬 수 있어서 고속 주행에 유리하다는 장점이 있어 소형차 및 승용차에 주로 사용되지요. 반면 디젤 연료는 끓는점과 발화점이 높기 때문에 연료를 분사한 뒤 압축을 통해 온도를 올려 연소를 발생시키는 압축 점화(compression ignition) 방식의 엔진에 사용돼요. 이러한 방식의 디젤 엔진은 가솔린 엔진보다 낮은 회전수를 갖지만, 더 큰 토크를 발생시킬 수 있습니다. 또한 디젤은 밀도가 크기 때문에 단위 부피당 에너지 또한 높아 엔진의 효율이 가솔린보다 좋습니다. 이러한 특징 때문에 디젤은 SUV, 트럭, 기차 및 선박 등의 연료로 주로 활용됩니다.

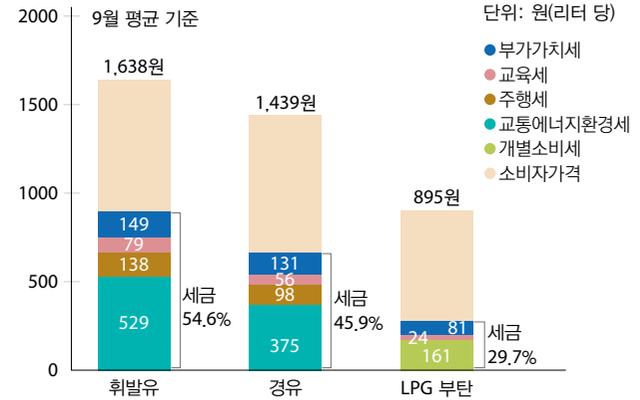
LPG의 경우 분자를 구성하는 탄소의 개수가 3-4개로 적기 때문에 끓는점 및 발화점이 낮아 가솔린처럼 불꽃 점화 방식 엔진의 연료로 활용됩니다. 이 때문에 LPG 엔진은 가솔린 엔진과 구조상 차이가 거의 없고, 가솔린 엔진을 약간 개조만 해도 LPG 엔진으로 사용할 수 있습니다. 다만, LPG는 밀도가 낮기 때문에 단위 부피당 낼 수 있는 에너지가 낮아 연비가 좋지 않으므로 다른 연료들보다 자주 충전해 주어야 한다는 단점이 있습니다.

연료	밀도 (kg/L)	단위 질량당 에너지 (MJ/kg)	단위 부피당 에너지 (MJ/L)
LPG	0.57	45.0	26
가솔린	0.75	43.0	32
디젤	0.85	42.5	36

[표 1] 각 연료의 밀도, 단위 질량당 에너지 및 그에 따른 단위 부피당 에너지 (출처: Pulkrabek, W. (2017). *Engineering fundamentals of the internal combustion engine*. India: Pearson.)

그렇다면 연비가 좋지 않다는 단점에도 불구하고, 그동안 택시를 비롯한 많은 상업용 차량들이 LPG 연료를 사용해온 까닭은 무엇일까요? 이는 LPG 연료의 소비자 가격이 가솔린과 디젤 연료보다 매우 저렴하기 때문입니다. LPG는 휘발유, 경유와는 달리 교통에너지환경세의 부과 대상이 아닙니다. 이 때문에 가솔린, 디젤 연료의 소비자가격이 45-55% 수준의 세금을 포함하고 있는 반면, LPG는 교통에너지환경세를 제외한 30% 수준의 세금만이 포함됩니다. LPG 연료에 대해 세제혜택을 부여하는 정부 정책으로 인해 LPG 연료비가 상대적으로

저렴하므로, LPG 차량의 경우 연비는 좋지 않지만 실질적으로 사용자가 지출해야 하는 연료비는 다른 차량보다 더 적은 것이죠. 이러한 이유로 많은 상업용 차량들이 LPG 연료를 이용해 온 것입니다.

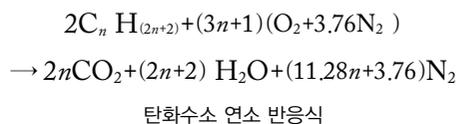


▲ 휘발유, 경유, LPG 연료의 가격 구조 (출처: 연합뉴스)

LPG 규제 및 규제 완화의 배경

그렇다면 기존 LPG 차량은 그간 어떠한 연유로 규제되어 왔으며, 규제가 해소되게 된 까닭은 무엇일까요? 1970년대 이전, LPG는 원유로부터 가솔린과 디젤 연료를 얻기 위해 이를 정제하는 과정에서 발생하는 부산물로 여겨졌습니다. 당시에는 가솔린과 디젤만이 주 연료로 활용되었기 때문에 LPG를 연료로 활용하기 위한 보관 및 수송 시설, 충전소 등의 제반시설이 충분히 확충되어 있지 않았을 뿐만 아니라 수송용 연료로서 LPG의 수요가 급증할 경우 그 수급을 안정적으로 감당하기 어려운 상황이었습니다. 이 때문에 1970년대 LPG 사용을 시작하면서, 그 사용을 상업용 차량 및 장애인, 국가유공자 등에게만 제한적으로 허용하는 규제를 시행해 왔던 것이죠.

하지만 최근 미세먼지가 심각한 사회문제로 대두되면서 LPG 차량 규제 완화에 대한 필요성이 커지기 시작했습니다. LPG는 가솔린과 디젤보다 엔진 내 연소과정에서 배출하는 미세먼지의 양이 적기 때문입니다.



위 탄화수소의 연소반응식에서 완전 연소 후 남는 물질은 이산화탄소, 물 그리고 반응에 참여하지 않는 공기 중 질소이지요. 그러나 실제 엔진 내 연소는 매우 고온, 고압 환경에서 이루어지므로, 탄화수소가 산소와 반응하는 연소반응 외에도 고에너지 상태의 질소 분자가 질소 원자 두 개로 쪼개진 후 산소와 결합하여 질소 산화물(NO_x)을 생성하는 반응이 추가적으로 발생합니다. 이 질소 산화물은 미세먼지와 산성비의 원인이 되는 심각한 환경오염 물질인데요, 이러한 질소 산화물의 생성은 연소 반응이 이루어지는 실린더 내부 온도 및 압력에 의해 크게 좌우됩니다. 디젤 엔진은 발화점이 높고, 압축 점화 방식을 사용하기 때문에 고온, 고압의 환경에서 연소 반응이 일어나 질소 산화물이 다량 발생합니다. 반면 LPG 엔진은 발화점이 낮고, 불꽃 점화 방식을 이용하기 때문에 질소 산화물이 거의 발생하지 않는다는 장점이 있습니다.

국내 미세먼지 문제가 심각해짐에 따라 정부에서는 미세먼지 저감 조치의 일환으로 LPG 차량의 도입을 확대하기 위해 LPG 차량에 대한 규제를 완화한 것이라고 볼 수 있겠죠. 실제로 법제처에서는 법률의 개정 이유로 “LPG 규제는 LPG 수급이 불안정하던 시기에 도입된 규제로 현재는 그 수급이 원활하기 때문에 소비자 선택권을 제한할 필요가 없고, 최근 미세먼지 문제가 심각해짐에 따라 미세먼지와 질소산화물 배출량이 적은 LPG 차량을 확대 도입할 필요성이 높아졌다.”라는 내용을 밝히기도 하였습니다.

LPG의 미래, 그리고 자동차의 미래

LPG 규제 완화 조치가 발표된 이후, 이에 대한 많은 의견이 나오고 있습니다. LPG 차량은 가솔린, 디젤 차량보다 질소산화물 배출량이 적은 대신 이산화탄소 등 온실가스 배출량은 더 많다는 지적, LPG 차량이 미세먼지 발생의 주원인인 대형 디젤 차량들을 대체할 수 없기 때문에 실효성이 떨어진다는 지적 등 이번 조치에 대한 회의적인 시선도 존재합니다. 이 정책이 수소 충전소로 전환이 가능한 LPG 충전소의 확충을 통해, 추후 수소자동차의 기반 인프라를 마련하기 위한 포석이라는 분석도



▲ 르노삼성 SM7 LPG 모델에 장착된 볼베형 LPG 탱크
(출처: 르노삼성자동차)

있지요. 또 정부가 머지않아 LPG 연료에 대한 세금 인상을 단행할 것이라는 예측 등 LPG 연료에 대한 다양한 분석과 전망이 쏟아지고 있습니다.

실제로 규제 완화 조치 직후, 현대자동차에서는 기다렸다는 듯이 신형 8세대 쏘나타의 LPG 모델을 일반 차량용으로 출시한다는 발표를 내놓기도 하였습니다. 현대차 최초로 도넛 모양(볼베형) LPG 용기를 도입하여 기존 LPG 차량의 단점으로 지적되었던 좁은 트렁크 공간 문제를 해결했다는 점이 화제가 되기도 하였죠. 꼭 LPG 차량이 아니더라도, 환경 규제를 충족시키고 오염 물질의 배출을 줄이는 일은 최근 자동차 업계의 가장 큰 관심사 중 하나입니다. 근래 전기자동차, 수소자동차 등이 많은 화제를 모으는 것도 같은 맥락이지요. LPG를 비롯하여, 환경오염문제를 극복하기 위한 자동차 업계의 다양한 시도들에 주목해봐도 좋을 것 같습니다.

지금까지 ‘LPG 차량 규제 완화’라는 뉴스 토픽을 공학적인 시선에서 함께 살펴보았는데, 흥미롭지 않으셨나요? ‘아는 만큼 보인다’라는 말처럼 평소에 주변에서 만날 수 있는 다양한 이슈들을 공학의 시각으로 바라본다면 그 너머에 숨겨져 있는 더 흥미로운 이야기들을 만날 수 있을지도 모릅니다. 이번 LPG 엔진에 대한 이야기가 독자 여러분께서 공학에 대한 흥미를 더하게 되는 계기가 되었기를 바라겠습니다! 공상

기름 없는 튀김요리의 마법, 에어프라이어

글
신원준, 재료공학부 2

편집
김소현, 기계항공공학부 2



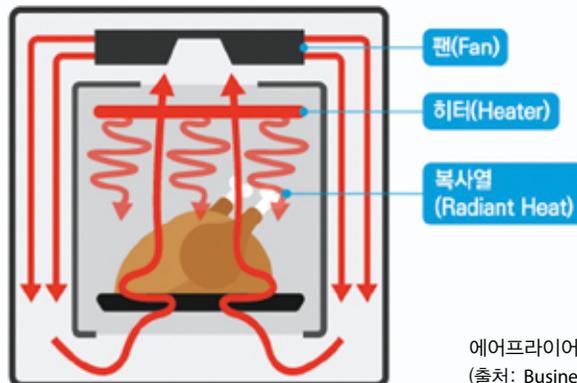
에어프라이어
(출처: 필립스)

안녕하세요, 독자 여러분! 요즘 TV를 틀어 채널을 조금만 돌려보면, 맛집을 찾아 다니는 방송부터 요리대결을 펼치는 방송까지 다양한 음식관련 방송이 방영되고 있습니다. 최근 성행하는 인터넷 방송에서 먹방 콘텐츠가 유독 인기있는 현상도 대중들의 요리를 향한 관심을 아주 잘 보여준다고 생각합니다. 이번 호부터 새롭게 시작되는 ‘자라나라 요리요리’ 코너에서는 독자 여러분들과 함께 이러한 음식 문화 속에 숨겨진 과학기술에 대해 알아볼 것입니다!

삼겹살을 집어넣으면 잘 익은 담백한 삼겹살 구이가 나오고, 감자를 잘라 넣으면 바삭바삭한 감자튀김이 나오는 기계가 있다면 얼마나 좋을까요? 마치 마법처럼 기름 한 방울 없이도 음식을 요리해주는 조리기구가 실제로 출시되어 SNS를 뜨겁게 달구고, 구매대란을 일으켰습니다. 그 주인공은 바로 공기 반, 고온 반의 조리기구 ‘에어프라이어’입니다.

에어프라이어는 기름 없이 고온의 공기에서 식재료를 바삭하게 튀겨내는 조리 기구입니다. 기름 없이 높은 온도에서 재료를 익혀 기름에 튀긴 것과 같은 효과를 주어 맛있고 비교적 건강에도 좋은 음식을 우리에게 선사하지요. 더욱이 재료를 집어넣기만 하면 되므로 조리법이 간단하고, 조리하는 데에 15분이 채 안 걸린다는 장점도 가지고 있습니다. 이러한 까닭에 많은 가정에서 에어프라이어를 구비해 다양한 요리를 즐기고 있다고 하네요! 그런데 에어프라이어에는 어떠한 과학적 원리가 숨어 있기에, 기름 없이도 맛있는 튀김요리를 짧은 시간에 만들어 낼 수 있는 것일까요?

우선 에어프라이어의 원리를 헤어 드라이어에 빗대어 생각하면 이해하기 쉽습니다. 헤어 드라이어는 뒤쪽의 팬으로 외부에서 공기를 빨아들인 후, 앞쪽 열선 사이로 통과시켜 공기를 뜨겁게 합니다. 비슷한 원리로, 에어프라이어는 전기로 열을 만들고 팬으로 공기를 순환시키면서 뜨거운 공기로 만들지요. 이후 이 뜨거운 공기가 안에 넣은 식재료를 가열합니다. 이때, 고속 순환 기술을 적용한 이중 대류 팬이 뜨거운



에어프라이어의 구조 및 원리
(출처: Business watch)

공기를 기기 안에 고르게 분산시키는데요. 간단히 정리해 보면, 에어프라이어는 열원에서 나오는 복사열을 대류를 통해 빠르게 이동시켜 조리하는 것입니다.

이제 에어프라이어의 열을 전달하는 과정을 조금 더 자세히 살펴봅시다. 먼저 대류라는 열에너지의 이동방식에 대해 알아보겠습니다. 대류는 기체나 액체 등의 유체 분자가 부력에 의해 상하 운동하며 열을 전달하는 방식입니다. 일반적으로 가열된 유체는 밀도가 작아져 위로 올라가고 차가운 유체는 아래로 내려오면서 대류현상이 일어납니다. 보일러를 튼 방 안의 공기가 따뜻해지는 현상이나, 열기구가 하늘을 나는 것이 대류의 원리를 이용한 예입니다.

그런데 에어프라이어는 위에서 예로 든 자연 대류 현상과는 달리 팬을 사용해 인위적으로 공기를 이동시킵니다. 일반적으로 에어프라이어의 열원은 기기 윗부분에 위치해 있습니다. 공기를 통해 열을 전달하는 에어프라이어에서는 이러한 구조가 음식에 좀 더 직접적으로 열을 전달할 수 있게 합니다. 그러나 구조상 가열된 공기가 위쪽에 몰리게 되어 자연적인 대류 현상이 일어나기 어려운데, 이때 필요한 것이 강력한 팬입니다. 상단부에 위치한 팬을 이용해 뜨거운 공기를 아래로 이동시켜 음식 주변까지 고루 열을 전달할 수 있게 되지요. 이렇게 가열된 공기를 얼마나 빠르게, 골고루 식재료에 전달할 수 있는냐가 에어프라이어의 성능을 결정짓습니다.

앞서 설명했듯이 에어프라이어는 기름 대신 공기를 열 운반체로 이용합니다. 열 용량의 관점에서 기름은 공기보다 단위 부피당 훨씬 많은 열을 운반할 수 있습니다. 그래서 같은 양의 열을 식재료에 전달하는 데 기름 대신 공기를 이용하려면 훨씬 많은 양이 필요하지요. 이러한 점을 극복하기 위해서 강력한 팬을 활용하여 에어프라이어 내부의 공기 흐름을 빠르게 해야 합니다. 공기의 흐름이 빨라야 두꺼운 음식 내부까지 높은 효율로 열을 전달할 수 있기 때문이지요. 결과적으로, 뜨거운 공기가 위 아래로 빠르게 순환하면서 식재료 표면의 수분을 건조시켜 바삭하게 만듭니다. 이때 식재료 내부에 포함된 지방과 기름 성분이 밖으로 빠져나오면서 겉은 바삭하고 속은 촉촉한 음식이 만들어지는 것입니다.

편리한 조리를 도와주는 에어프라이어의 원리, 흥미로우셨나요? 그렇다면 이제 에어프라이어의 몇 가지 사용 팁을 알아보겠습니다. 에어프라이어는 조리과정에서 기름을 사용하지 않는다고 알려져 있으나, 실제로 기름에 튀기는 것과 같은 효과를 내려면 소량의 기름이 필요한 경우도 있습니다. 식재료에 남아 있는 기름을 가열하여 튀기는 효과를 낼 수도 있지만, 기름기가 전혀 없는 식품은 표면에 기름을 조금 칠해야 바삭한 식감을 낼 수 있기 때문이지요. 또한 에어프라이어 안의 식재료에 공기가 고루 접하면서 가열되는 것이 중요하기에, 기기 내부가 가득 찰 만큼의 양을 조리하기보다는 여유 공간을 두고 적당량 조리하는 것이 좋습니다.

튀김요리의 바삭함과 고소한 맛에 매료된 사람들을 주변에서 쉽게 찾아볼 수 있을 것입니다. 하지만 기름기는 적으면서, 바삭하고 맛있게 튀기는 것은 꽤나 어려운 일이지요. 식재료의 특성에 따라 적정 조리 온도와 시간이 달라지기 때문입니다. 더욱이 기름을 사용한 튀김요리는 칼로리가 과도하게 높아 건강에 해로울 수 있고, 재료를 튀길 때 고온의 기름이 튀어 안전상의 문제도 발생할 수 있습니다. 하지만 에어프라이어는 기름 때문에 골치 아플 필요없이, 담백하면서도 바삭한 튀김요리를 간편하게 조리해낼 수 있지요. 지금까지 마법처럼 튀김을 만들어내는 에어프라이어와 이에 담긴 과학적 원리에 대해 알아보았습니다! 공상



사진 출처

- 1 필립스 홈페이지
- 2 정재웅 기자. "에어프라이어 ①튀김의 신 세계가 열리다" Business watch, 2 Oct. 2018. news.bizwatch.co.kr/article/consumer/2018/09/19/0024

참고문헌

1. 김기홍 기자. "주방의 혁명... 치킨·삼겹살도 기름 없이 튀겨요!" KBS NEWS, 14 Feb. 2019. news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=4138169&ref=A
2. Naver Blog. 서울시교육청 공식 블로그, blog.naver.com/seouledu2012, Accessed Apr. 2019.
3. Naver 포스트. 한국수력원자력, 12 Oct. 2018. m.post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=16862387&memberNo=478066&searchKeyword=%EC%97%90%EC%96%B4%ED%94%84%EB%9D%BC%EC%9D%B4%EC%96%B4%20%EC%9B%90%EB%A6%AC&searchRank=1

원자 구조를 밝히고자 한 과학자들의 이야기

글

최승헌, 재료공학부 1

편집

김소현, 기계항공공학부 2

그림 출처

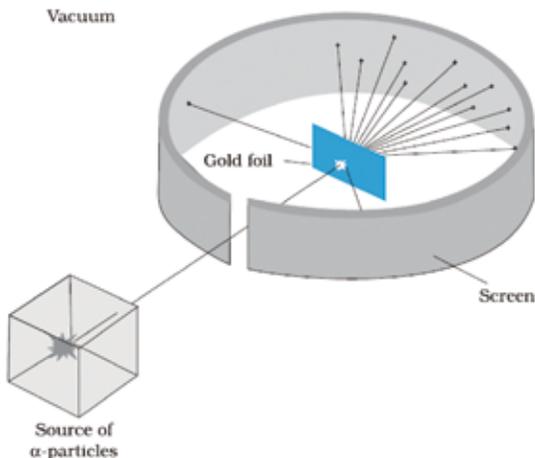
1. alpha particle scattering experiment, OPEC online class, www.opec.co.in/jee/physics/Atoms/alpha-particle-scattering-experiment/
2. the rutherford geiger marsden experiment, PhysicsOpenLab, physicsopenlab.org/2017/04/11/the-rutherford-geiger-marsden-experiment/
3. emission spectrum of hydrogen, Purdue University College of Science, chemed.chem.purdue.edu/genchem/topicreview/bp/ch6/bohr.html
4. Bohr's atomic model, LibreTexts, [chem.libretexts.org/Bookshelves/Introductory_Chemistry/Book%3A_Introductory_Chemistry_\(CK-12\)/05%3A_Electrons_in_Atoms/5.06%3A_Bohr%27s_Atomic_Model](http://chem.libretexts.org/Bookshelves/Introductory_Chemistry/Book%3A_Introductory_Chemistry_(CK-12)/05%3A_Electrons_in_Atoms/5.06%3A_Bohr%27s_Atomic_Model)

“훌륭한 주장은 훌륭한 증거가 수반되어야 한다.” 천체물리학자 칼 세이건 박사가 한 말입니다. 2019년 오늘날까지 수많은 과학자들은 여러 검증 과정을 통해 자신이 세운 이론과 주장을 정당화하고자 노력해 왔습니다. 어제까지 사실로 받아들여지던 이론이 오늘 발표된 이론으로 인해 수정될 수 있으며, 또 내일이면 오늘까지 사실이었던 이론의 오류가 밝혀질 수도 있습니다. 과학에 현재의 진리는 있어도 영원한 진리는 없다는 말과 같은 맥락이죠.

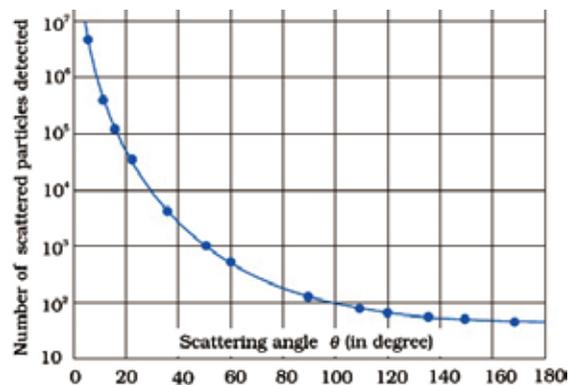
19세기 말, 유럽의 과학자들은 물질을 구성하는 가장 작은 입자인 원자의 생김새와 구성 요소에 관심을 가지기 시작하였습니다. 먼저 원자는 질량 보존 법칙, 일정 성분비 법칙 등의 화학의 기본 법칙을 토대로 더 이상 쪼개지지 않는 단단한 구일 것이라는 돌턴(John Dalton)의 주장¹을 시작으로 톰슨(J. J. Thompson)의 연구²를 통해 새로운 형태로 발전하였습니다. 톰슨의 원자 모형은 양전하를 띠는 공 내부에 음전하를 띠는 전자가 박혀 있는 건포도 푸딩 모형입니다. 이 모형은 러더퍼드(Ernest Rutherford)에 의해 밝혀진 원자핵의 존재를 통해 보어의 원자 모형이라는 새로운 형태를 거쳐 개량된 이후, 현대 오비탈 모형으로까지 발전하였습니다. 오늘 여러분께 소개해 드릴 이야기는 러더퍼드 원자모형에서부터, 그의 모형을 발전시킨 보어의 원자 모형까지입니다.

먼저 러더퍼드의 원자모형에 대해 간단히 알아보시다. 러더퍼드는 ‘알파입자 산란 실험’을 통해 원자 질량의 대부분을 차지하는 원자핵의 존재를 밝혔습니다. [그림 1]과 같이 양전하의 알파입자(He 원자핵) 빔을 얇은 금박에 입사시켜 그 궤적을 추적하는 실험을 통해 톰슨이 주장한 원자 모형이 잘못되었다는 것을 알게 됩니다.

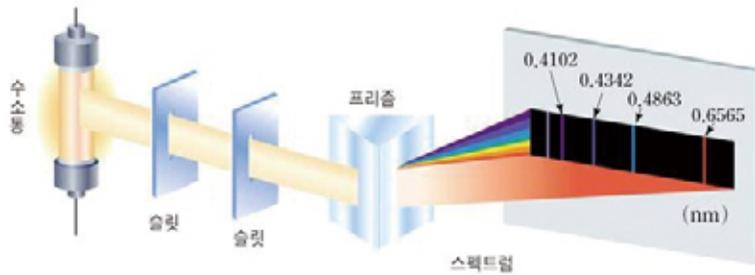
톰슨의 원자 모형에 의하면 모든 입자들이 작은 각도로 산란되어야 합니다. 그러나 실제로 실험한 결과, 대부분의 알파입자가 금속 박을 통과하였지만 [그림 2]와 같이 일부 입자들은 매우 큰 각도로 산란되었습니다. 이 결과는 원자 내부에 양전하의 집합체가 존재해야 함을 암시하였습니다. 결국 러더퍼드는 알파입자가 충돌하는 얇은 막을 구성하는 원자들 속에 양전하를 띠는 핵이 존재한다는 것을 밝히고, 원자핵을 중심으로 전자들이 회전하는 행성 모형을 제시하였습니다. 그러나 행성 모형 역시 문제점들을 가지고 있었습니다. 전자기 이론에 따르면, 가속 운동하는 전하는 전자기파를 발생시키면서 에너지를 잃으므로 원운동을 하던 전자가 핵에 충돌하게 될



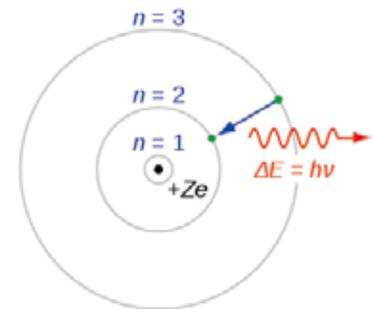
[그림 1] 알파입자 산란 실험



[그림 2] 산란 각도에 따른 검출 입자 수



[그림 3] 수소 원자의 선 스펙트럼



[그림 4] 보어의 원자 모형

니다. 결국, 전자가 핵에 흡수되어 원자가 붕괴하게 되는 것입니다. 그뿐만 아니라, 러더퍼드의 원자모형은 수소 선 스펙트럼을 설명할 수 없었습니다.

그렇다면 수소 선 스펙트럼이란 무엇일까요? 이는 방전관 속 수소 기체에서 나오는 빛을 [그림 3]과 같이 프리즘으로 분산시켜 얻어낼 수 있는 불연속적인 선들을 의미합니다. 들뜬 수소 원자가 바닥 상태로 돌아가면서 특정 파장의 빛을 방출하기 때문이지요. 러더퍼드의 행성 모형으로는 왜 수소 원자가 특정 파장의 빛을 방출하는지, 왜 연속적인 스펙트럼이 나타나지 않는지에 대해서는 설명할 수 없었습니다.

수소 원자의 선 스펙트럼 문제를 해결하기 위해 나선 사람은 덴마크의 물리학자 닐스 보어(Niels Bohr)였습니다. 보어는 금속 내 전자 이론을 연구해 코펜하겐 대학을 졸업한 후 톰슨의 연구실에서 공부를 하였습니다. 하지만 톰슨이 보어에게 큰 관심을 두지 않았기 때문에 보어는 맨체스터의 빅토리아 대학의 러더퍼드의 연구실로 옮겨 가게 됩니다. 그리고 그 곳에서 1900년에 발표된 플랑크의 양자론을 러더퍼드의 행성 모형에 적용해 볼 수 있겠다는 생각을 하게 됩니다. 플랑크가 제시한 양자론은 빛의 에너지가 불연속적이라 말합니다. 즉, 빛의 에너지가 작은 알갱이의 형태로 방출되며 특정 진동수의 빛이 가지고 있는 에너지는 이 작은 알갱이가 가진 에너지의 정수배(n 배)만을 가질 수 있다고 가정합니다. 보어는 이 양자론을 원자 모형에 도입하여 원자핵 주위를 도는 전자의 각운동량은 마치 빛의 에너지와 같이 특정 상수의 정수배를 가질 것이라 예측했습니다. 결국, 보어가 생각한 원자 모형에서 전자는 특정 조건을 만족하는 궤도에서만 머무르며, 전자가 서로 다른 궤도로 이동할 때 에너지를 방출합니다. 즉, 보어의 전자들이 한 에너지 궤도에서 다른 에너지 궤도로 건너뛰는 '전이'라는 개념을 도입하여, 수소 선 스펙트럼이 전이 과정에서 방출되는 불연속적인 크기의 빛 에너지라 해석했습니다.

전자가 특정 궤도에만 존재할 수 있는 이유는 각운동량이 불

연속적이라는 가정에 의한 것입니다. 이로부터 허용된 전자 궤도의 반지름과 이때 전자가 가지는 에너지를 유도할 수 있습니다. 하지만 보어의 모형은 전자가 하나뿐인 수소 원자에 한해서만 적용되며, 전자들이 상호작용하는 다전자 원자에서는 잘 맞지 않았습니다. 또한 이 모형으로는 설명할 수 없는 선 스펙트럼 영역이나 강한 자기장 속에서 하나의 선 스펙트럼선이 세 개로 나뉘는 현상이 발견되기도 했습니다. 후에 하이젠베르크가 주장한 불확정성 원리와 어긋난다는 문제점도 있었죠.

앞선 보어 원자 모형의 문제점들을 보완한 현대의 원자 모형은 전자 구름 모형, 즉 오비탈 모형입니다. 오비탈 모형은 원자 내 특정 위치에서 전자가 발견될 확률을 함수로 나타낸 모형인 데요. 이 모형을 통해 정확한 전자의 위치는 알 수 없지만, 전자가 발견될 확률은 알 수 있습니다.

20세기 물리학자들을 고민에 빠지게 하였던 원자의 구조와 모형에 대한 논의는 보어의 연구로 크게 발전하였습니다. 현대의 원자 모형에 도달하기까지 과학자들의 많은 연구와 노력이 있었고, 각각의 연구가 모두 과학사적으로 의미를 가집니다. 특히, 원자의 구조와 배열은 재료공학, 원자핵공학 등 여러 분야에서 중요하게 다루어집니다. 만약 보어를 비롯한 과학자들의 연구가 이루어지지 않았다면 원자 자체에 대해서도 몰랐을 뿐만 아니라, 이와 관련되어 있는 공학도 발전하지 못했을 것입니다. 공학은 과학과 함께 발전해나가고 있습니다. 여러분들은 과학의 역사 속 어떤 이야기들을 더 알고가고 싶으세요? 공상

- 1803년, 돌턴은 원자란 더 이상 쪼갤 수 없으며, 원자의 종류에 따라 크기 및 질량이 다르다는 이론을 발표하였다.
- 1897년, 톰슨은 음극선 실험을 통해 전자의 존재를 밝히고 양전하의 원자에 전자가 박혀있는 모형을 발표하였다.

참고문헌

1. Halliday · Resnick, *Halliday Fundamentals of Physics*, 9th Edition.
2. John W. Jewett · Jr. Raymond A. Serway. (2010). *Physics for Scientists and Engineers with Modern Physics*, 8th Edition.

인공지능의 법적 지위

인공지능이 범죄를 저지른다면?

2018년 3월 18일, 미국 애리조나 주에서 자전거를 끌고 가던 사람이 차에 치어 사망하는 사고가 발생했습니다. 평범해 보이는 이 사고는 전세계적으로 주목받았는데, 그 이유는 처음으로 자율주행 자동차가 일으킨 보행자 사망 사고였기 때문입니다. 일반적인 보행자 교통사고의 경우, 운전자가 책임을 지기 마련입니다. 그런데, 사람이 아닌 인공지능이 운전하는 자율주행 자동차의 경우에는 누가 책임을 져야 할까요? 이 사고에 대한 법적 책임을 인공지능이 지도록 할 수 있을까요? 이번 코너에서는 인공지능을 법적으로 어떻게 바라봐야 하고, 인공지능의 권리와 의무를 어디까지 인정해 주어야 하는지에 대해 독자 여러분께 소개해 드리겠습니다.

인공지능이 권리와 의무를 가질 수 있을까?

법적으로 권리와 의무를 인정받기 위해서는 ‘법인격’을 가지고 있어야 합니다. 법에서는 법인격을 가질 수 있는 존재를 크게 두 가지로 구분합니다. 하나는 자연인, 다른 하나는 법인입니다. 법에서는 자연인을 ‘시기(출생)와 종기(사망)를 전제로 그 사이에 존재하는 유기적인 생물학적 육체를 가진 인간’으로 정의합니다. 즉, 자연인은 우리가 일반적으로 말하는 사람을 일컫습니다. 또 다른 법인격인 법인은 ‘일정한 목적을 위해 결합된 사람들의 단체나 일정한 목적으로 각출된 재산의 집합’으로 정의됩니다. 다시 말해 현행법상 인공지능이 법적 책임을 지거나, 법적으로 권리를 가지려면 자연인 혹은 법인으로 인정받아야 합니다.

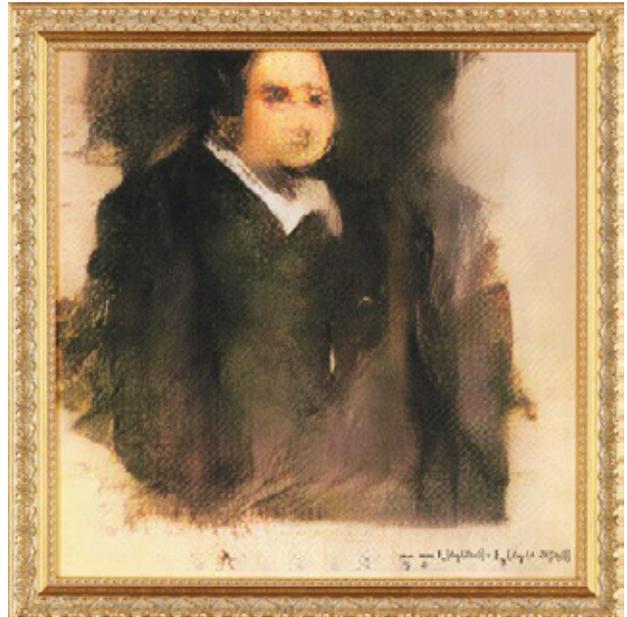
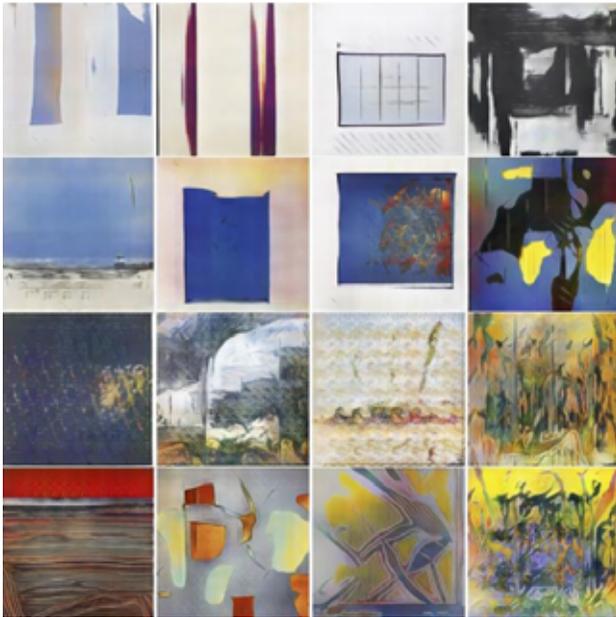
인공지능이 죽는 것이 무엇인지 정의할 수 있을까요? 만약 원본 데이터가 어딘가에 남아 있다면 육체가 유실되어도 인공지능이 죽었다고 하기는 어려울 것 같습니다. 따라서 인공지능을 자연인으로 보기는 어렵습니다. 그렇다고 프로그램에 불과한 인공지능을 법인이라고 인정하는 것 또한 부자연스럽습니다. 인공지능을 사람의 단체나 재산의 집합이라 할 수 없기 때문입니다. 그렇다면 인공지능을 어떻게 바라봐야 할까요? 우선 인공지능은 어떤 특징이 있는지 알아보도록 해요!

인공지능의 특성

인공지능은 인간의 조력 없이 스스로 주체적인 행동을 할 수 있는 ‘강 인공지능’과, 그렇지 못한 ‘약 인공지능’으로 구분됩니다. 둘 중 더 발전된 형태인 ‘강 인공지능’의 특징은 크게 학습능력과 자기판단 능력, 그리고 창작 능력으로 정리할 수 있습니다. 먼저, 인공지능의 학습 방법에는 대표적으로 딥러닝이 있습니다. 딥러닝은 입력값을 바탕으로 특정 연산을 통해 출력값을 얻으면, 이 값을 평가해 연산을 수정해 가는 방법입니다. 자기판단 능력의 대표적인 예시로는 수년 전 화제가 되었던 바둑 인공지능 ‘알파고’가 있습니다. 알파고처럼 상황에 따라 어떤 행동을 해야 할지 스스로 결정하고, 그에 따라 행동하는 것이 자기판단 능력입니다. 창작 능력의 예시는 예술 인공지능에서 쉽게 찾을 수 있습니다. 페이스북에서 개발한 CAN(Creative Adversarial Network)은 지금까지 없었던 새로운 화풍의 그림을 창작했다고 평가받고 있으며, 프랑스에서 개발된 인공지능 화가 ‘오비어스’가 그린 초상화는 경매에서 43만 2500달러에 판매되기도 했습니다.



글
김건우, 원자핵공학과 3
편집
이다원, 조선해양공학과 3



◀◀ CANI가 생성한 이미지
◀ 오비어스가 그린 초상화

인공지능의 지위

인공지능의 학습 능력, 자기판단 능력, 그리고 창작 능력은 사람과 매우 유사합니다. 법에서 사람에게 권리와 의무를 부여하는 이유는 사람은 법인격을 가지고 있고, 본인의 행동에 책임 의식을 가지고 있으며, 자율성을 가진 행위자라는 3가지 이유 때문입니다. 우선, 앞서 인공지능이 법인격을 가지지 못한다고 결론 내렸습니다. 또 인공지능이 책임 의식을 가지는지 여부는 '강 인공지능'이 아직 개발되지 않아서 쉽게 판단할 수 없지만, 현재까지는 인공지능의 책임 의식을 인정하지 않고 있습니다. 그렇지만 앞서 언급한 인공지능의 특성을 바탕으로 인공지능이 자율성을 가진다는 것은 알 수 있습니다.

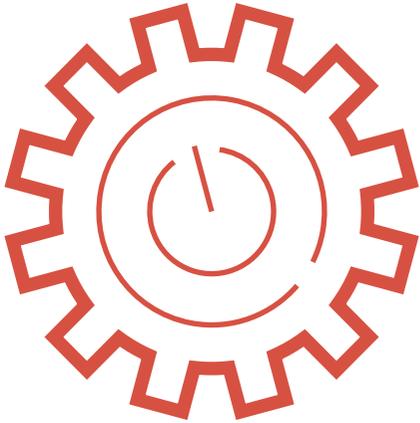
인공지능의 자기판단 능력은 인공지능이 어떤 학습을 했는지에 따라 달라집니다. 또한 인공지능의 학습은 학습할 데이터를 제시해 주는 사람의 영향을 받게 됩니다. 결국 어떤 입력값을 받았는지에 따라 인공지능의 판단과 행동이 달라지는 것입니다. 그러므로, 인공지능이 가진 자율성은 법인격을 가진 사람과는 다른 제한적인 자율성이라고 할 수 있습니다.

정리하자면, 인공지능은 법인격을 가지지 않으며, 현행법상으로 책임 의식을 가지지 않지만, 제한적인 자율성을 지닙니다. 이러한 주체를 '비인격적 행동주체'라고 합니다. 현행법에서 정의하는 대표적인 비인격적 행동 주체는 바로 동물입니다. 동물은 범죄를 저질러도 처벌받지 않고, 그 동물의 보호자 또는 관리자가 법적 책임을 지게 됩니다. 또 동물은 재산권이나 저작권을 인정받지 못합니다. 이와 비슷하게, 또 다른 비인격적 행동주체



- 유선봉, "동물권 논쟁: 철학적, 법적적 논의의 중심으로", 『중앙법학』 제10집 제2호, 2008.
- 계승균, "법규범에서 인공지능의 주체성 여부", 부산대학교 법학전문대학원, 2017.

인공지능 역시 현행법상으로는 교통사고 등의 범법행위를 해도 법적 책임을 지지 않고, 새로운 예술 작품을 창작하더라도 그에 대한 소유권 및 저작권을 가질 수 없습니다.●●



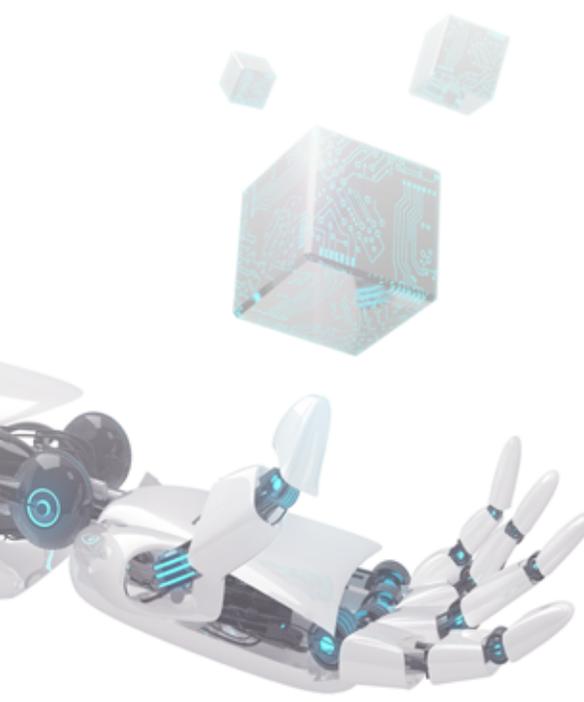
미래의 인공지능의 지위

아직 인공지능은 독립적인 인격체가 아니라 사람의 소유물 내지는 재산으로 간주되고 있습니다. 그러나 기술이 발전함에 따라 머지않아 인공지능이 완벽한 자율성과 책임의식을 갖추는 시대가 올 것입니다. 더 이상 인공지능을 동물과 같은 비인격적 행동주체로 볼 수 없게 될 것에 대비해서 전 세계적으로 인공지능의 지위를 정의하려고 노력하고 있습니다.

영국에서는 1988년 저작권법의 컴퓨터조작물 조항을 개정하면서 처음으로 인공지능이 생성한 저작물(computer-generated work)을 정의했습니다.●●● 비록 저작물에 대한 인공지능의 소유권 및 저작권을 인정하지는 않았지만, 인공지능이 스스로 만든 작품과, 사람이 인공지능의 도움을 받아 만든 작품을 구분함으로써 인공지능의 창작 능력을 법적으로 인정했습니다.

2016년 유럽연합의회 법사위원회에서는 인공지능의 지위에 관한 보고서●●●●를 발표했습니다. 이 보고서는 인공지능이 앞으로 더 큰 자율성을 가질 것이고, 그에 따라 인공지능의 권리문제와, 인공지능이 일으킨 범법행위가 큰 사회적 이슈가 될 것을 예견했습니다. 그리고 이를 해결하기 위해 인공지능 로봇에게 전자적 인격(electronic personhood)을 부여하고, 법적 권리와 책임을 지워야 한다고 주장했습니다.

아직 ‘강 인공지능’이 개발되지 않았기 때문에 인공지능의 법적 지위를 고민하는 것이 시기상조라는 의견도 있습니다. 하지만 분명 가까운 미래에 ‘강 인공지능’이 상용화되고 실생활에도 도입될 것이기에, 그때의 사회적 혼란을 막기 위해서라도 지금부터 인공지능의 법적 지위에 대한 논의를 이어 나가야 합니다. 여러분은 인공지능이 동물처럼 사람의 소유물이라고 생각하시나요, 아니면 사람과는 다른 또 다른 인격체라고 생각하시나요? 공상



●● 계승균, “법규범에서 인공지능의 주체성 여부”, 부산대학교 법학전문대학원, 2017.
●●● William Cornish/David Llewelyn, Intellectual Property, Sweet & Maxwell, 2003.
●●●● <<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONSGML+COMPARTL+PE-582.443+01+DOC+PDF+V0//EN&language=EN>>, DRAFT REPORT, with recommendations to the Commission on Civil Law Rules on Robotics, 2015.

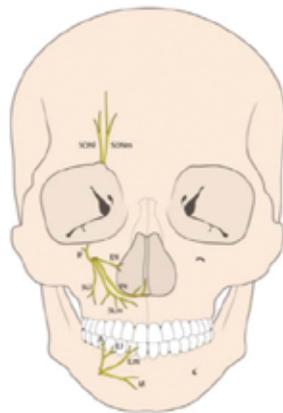
독자 여러분, 2009년 외국영화 최초로 한국에서 천만 관객을 돌파한 제임스 카메론 감독의 영화 <아바타>를 기억하시나요? 3D 영화의 새로운 지평선을 열었다는 평을 얻었을 정도로 놀라운 연출을 보여준 카메론 감독이 10년 만에 영화 <알리타>의 제작자로 돌아왔습니다! 인물 표현에서 놀라운 그래픽 기술 도약을 볼 수 있는 <알리타>는 카메론 감독이 20년 전부터 구상한 영화였지만, 당시 부족했던 CG 기술이 발달하며 이제야 그 베일을 벗었다고 합니다. 일본 만화 '총몽'을 원작으로 하는 <알리타>는, 26세기 디스토피아적 고철 도시를 배경으로 엄청난 신체적 능력을 갖춘 사이보그 '알리타'의 모험과 전투를 다룹니다. 영화계 최초로 실제 배경에 100% CG로 만들어진 주인공을 선보인 연출로 개봉 이전부터 많은 관심을 받았는데요, 과연 사람들의 이목을 집중시킨 그래픽 기술은 무엇일까요? 우리가 생각해 볼 수 있는 점들에는 무엇이 있을까요?

● **실제보다 더 실제 같은 알리타의 감정: 눈이 그 해답이다**

영화는 300년 전 대전쟁 이후 유일하게 남은 공중 도시 '자렘'과, 그 아래 쓰레기와 전쟁 잔해들이 뒤섞인 고철 도시의 모습을 비추며 시작됩니다. 고철 도시에서 '이도' 박사는 전쟁 잔해에서 신체의 일부만 남은 사이보그 소녀를 발견하고, 신체를 이식하여 눈을 뜬 사이보그에게 '알리타'라는 이름을 붙여줍니다. 관객들은 알리타가 처음으로 눈을 뜨는 장면에서 그녀의 눈과 표정을 통해 스크린 너머로 그 감정을 전달받습니다.

사람의 눈이 감정을 인식하고 표현하는 기능을 한다는 것은 심리학적 연구를 통해 검증되었습니다. 이를 자연 선택*의 결과로 보는 주장에는 찬

한 소녀의 커다랗고 맑은 눈 너머로 <알리타>



◀영화 <알리타> 메인 예고 중(왼쪽)
▶인간의 눈 주변에 집중적으로 분포된 얼굴 근육 신경(오른쪽)

글
전혜성, 전기정보공학부 1
편집
이정윤, 건축학과 3

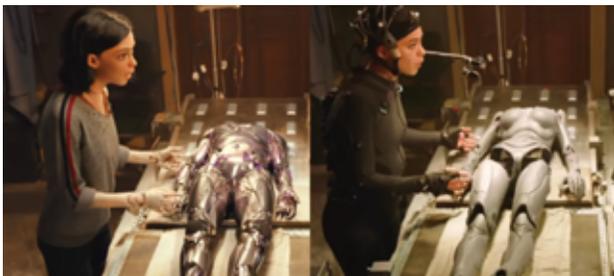
- 찰스 다윈이 주장한 진화론의 원리로서, 특정 환경에서 생존에 적합한 형질을 가진 종이 살아남고, 그렇지 않은 형질을 가진 종은 도태된다는 이론.
- 수트를 입은 배우의 관절과 피부 각 부분에 센서(마커)를 부착하고, 그 움직임에 의해 반사되는 빛을 적외선 카메라로 인식하여 데이터로 저장하는 기술.

반이 대립하고 있지만, 해부학적으로 눈썹과 광대 주변의 주요 신경과 근육들은 대부분 의지가 아닌 감정에 의해 조절되기 때문에 눈의 모양과 감정을 연결할 수 있는 것입니다. 이것이 바로 큰 눈을 가진 주인공의 감정이 더욱 확실하게 느껴지는 이유입니다.

제작진은 수차례의 시뮬레이션 끝에 눈동자의 크기를 키워 홍채의 수축·이완 운동까지 표현할 수 있는 최적의 크기를 선택하였다고 합니다. 영화 <반지의 제왕> 속 골룸의 눈보다 180배 많은 픽셀이 사용된 알리타의 눈은, 표현할 수 있는 디테일과 데이터의 복잡도가 지속적으로 증가하였습니다. 영화의 짧은 트레일러가 공개되었을 때, 알리타의 큰 눈은 오히려 비현실적이라는 비판을 받았습니다. 하지만 위와 같은 제작진의 노력으로 <알리타>는 사람들의 우려를 씻어내고 자칫 이질적일 수 있는 사이보그 캐릭터를 매우 현실적으로 표현했다는 호평을 받았습니다.

● **‘진짜’ 머리카락과 피부를 가진 최초의 캐릭터, 알리타**

알리타는 자신의 몸체를 분해하여 강력한 사이보그를 만드는 데 쓰려는 악당들로부터 자신의 생명과 사랑하는 이들의 안전을 지키기 위해 고군분투합니다. 화려한 액션 가운데 실제처럼 자연스럽게 휘날리는 알리타의 머리카락에는 사실 엄청난 기술이 사용되었다는 사실을



▲영화 <알리타> 메이킹

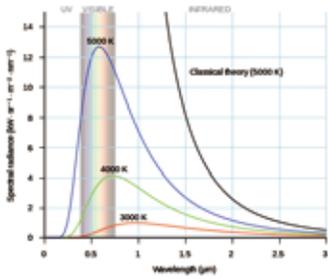
알고 계셨나요?

영화의 CG를 담당한 김기범 감독은 1월 7일, 용산 CGV에서 열린 영화 상영회와 기자 간담회에서 “알리타의 개성을 통해 상대 남성 배우가 사랑에 빠지게 해야 했다. 그 과정 자체가 관건이었다.”라고 말했습니다. 제작진은 사이보그와 사람이 사랑하는 장면을 이질감 없이 표현하기 위해 세계 최초로 머리카락을 하나하나 그려 넣는 기술을 사용했습니다. 머리의 외곽인 ‘가이드 헤어’를 먼저 그린 후 그 주변을 자연스럽게 꾸미는 기존의 만화 방식을 버리고, 알리타의 머리카락을 실제 사람의 것처럼 한 올 한 올 따로 움직이게 한 것입니다. 알리타의 머리카락 개체들은 시뮬레이션 프로그램상에서 바람의 세기, 빛의 밝기 등 제작자가 조절할 수 있는 초기 조건에 따라 움직일 수 있습니다.

김 감독의 인터뷰에 의하면, 알리타를 사실적으로 표현하기 위해 120명의 인력이 동원되었다고 합니다. 모션 캡처 기술**은 3D 영화에서 흔히 사용되는 연출 기술인데요, <알리타>에서는 데이터를 CG상의 가상 캐릭터에 입히는 것에서 나아가 실제 배우의 모습을 그대로 본뜬 캐릭터에 옮기는 ‘액터 퍼펫 (Actor Puppet)’ 기술이 사용되었습니다. 이를 통해 배우의 홍채 움직임부터 피부의 미세한 흉터와 잔주름까지 모두 알리타에 옮겨졌습니다. 정말 많은 인력이 동원될 법하지요? 또한, 방대한 데이터를 관리하기 위해 적절한 데이터세트(dataset)를 추출하는 AI의 딥러닝 방식이 사용되었다고 합니다. 앞으로 고도의 CG 영화를 연출할 때 AI 기술의 뛰어난 활약을 기대할 수 있을 것 같습니다.

● **불꽃 튀기는 모터볼 경주, 알리타의 몸에서도 불꽃이 일까?**

영화에서 ‘모터볼’ 경주의 우승자만이 망가진 지상 세계에서 벗어나 유토피아로 여겨지는 공중도시 ‘자렘’으로 갈 수 있습니다. 이 때문에 사이보그들 간의 치열하고 잔인한 모터볼 경주가 이루어지는데요, 말 그대로 ‘불꽃 튀기는’ 장면들을 볼 수 있습니다. 대장장이가 대장간에서 갓 달군 금속 덩어리에 망치질할 때 불꽃이 튀는 것처럼,



$$\lambda_{\text{max}} = \frac{C}{T} \quad E = \sigma T^4$$



◀◀ 흑체 복사에너지
◀◀〈알리타〉의 모터볼 경주

금속과 금속이 부딪힐 때 붉은 스파크가 튀는 이유는 무엇일까요?

정답은 '산화'에 있습니다. 서로 다른 금속이 부딪힐 때, 충돌에 의해 두 금속 중 하나의 입자가 떨어져 나와 공기 중의 산소에 노출되는데요, 미세한 금속 입자는 부피에 대한 표면적의 비율이 커짐에 따라 산소와 반응할 가능성이 더 커집니다. 이때, 철이나 알루미늄과 같이 산화가 잘 되는 금속은 입자가 순식간에 산화되어 반응열을 방출하고, 흑체 복사에 의해 열이 전자기 복사, 즉 빛으로 변환되어 '불뚱'을 볼 수 있습니다. 부딪돌로 불을 지피는 것도 같은 원리인데요, 우리는 흔히 이를 마찰열에 의한 발화로 오해하곤 합니다. 하지만 마찰열로는 수십 분간 낙엽을 문질러야 불을 겨우 붙일 수 있을 정도이고, 금속은 발화점이 높아 불이 붙을 확률이 거의 없습니다.

금속이 혼합물일 경우, 그 혼합 비율에 따라 산화반응에서 방출되는 열의 크기가 달라져 흑체 복사에 의해 다른 불꽃색을 내기도 합니다. 아연의 경우 초록색 불빛을 볼 수 있으며, 탄소강의 경우 0.7%의 탄소를 함유할 때 가장 큰 불꽃을 관찰할 수 있다고 하네요. 영화에서 알리타의 몸은 외계 행성에서만 발견되는 강도가 매우 크고 유연한 금속으로 이루어졌다고 설정했기 때문에 금속의 반응성이 낮아 산화가 거의 되지 않는 알리타의 몸에서는 불뚱이 튀지 않는 것이 더욱 자연스러워요. 하지만 지구인의 지식으로는 그 원리를 깨우치지 못할 외계의 금속이기 때문에 아름다운 불꽃이 튀는 것이 아닐까 싶습니다. 공상

영화를 통해서 생각해 보았으면 하는 점!

이 영화는 12세 이상 관람 등급임에도 다소 잔인한 장면이 자주 나오는데, 사람이 아닌 기계의 단면(!!)을 연출한 것이기 때문에 더 높은 관람 등급을 받지 않았다고 합니다. 영상물 등급 제도에서 인간의 삶과 빠르게 이루어진 신체의 단면과, 동일한 기능과 구조의 기계 단면은 상당히 다른 취급을 받는 점이 흥미로웠습니다. 또한, 어느새 영화에서 사람과 똑같이 고통을 느끼는 사이보그의 모습과 기계의 절단면을 고통스럽게 보고 있는 제 모습을 통해 인공신체와 자연적 신체에 대한 인식의 경계가 점차 흐려지고 있음을 느꼈습니다. 최근 인공지능에 인간성을 부여하려는 연구가 이루어지고 있는 상황에서 〈알리타〉는 과연 인간만이 가질 수 있는 고유한 성질이 무엇인지 생각해 보는 계기가 되었습니다. 독자 여러분은 생생한 감정을 표현할 수 있는 알리타와 우리의 다른 점이 무엇이라 생각하시나요? 여러분이라면 알리타와 우정을 쌓고 사랑에 빠질 수 있을 것 같나요?

별점 및 총평

★★★★☆

개인적으로 비현실적인 장면이 많은 SF 영화와 애니메이션 영화에 집중을 잘 하지 못해서 즐겨 보는 편은 아니었습니다. 하지만 〈알리타〉는 주인공의 얼굴에서 느껴지는 감정 변화가 인간의 그것보다 더욱 현실처럼 느껴져 자연스럽게 영화에 집중할 수 있었습니다. 더불어 모터볼 경주와 같이 박진감 넘치는 액션을 보며 '시간 순식'을 경험할 수 있었습니다!

에너지자원공학과를 소개합니다

STEP 01

에너지자원공학과가 궁금해요!

STEP 02

연구실 인터뷰

지하자원 개발센터(정훈영 교수)

STEP 03

연구실 동향

암반공학 연구실,
지구환경경제 연구실,
물리탐사 연구실

글

이양우, 건설환경공학부 3

편집

윤영주, 에너지자원공학과 4

독자 여러분 안녕하세요! 이번 호에서는 에너지자원공학과에 대해 소개하려 합니다! 독자 여러분은 혹시 글로벌 비즈니스지 『포춘(Fortune)』이 선정한 수입 기준 2018년 세계 10위 기업 중에 어느 분야의 기업이 가장 많은지 아시나요? 여러분에게 친숙한 애플, 페이스북, 구글 등을 떠올리셨다면 아쉽게도 오답입니다. 정답은 에너지 관련 기업으로, 10위권 중 6개나 차지하고 있습니다. 그만큼 세계적으로 에너지자원 개발 시장의 규모는 거대하고, 국가의 에너지자원 확보는 국가 산업의 유지 및 경쟁력 제고를 위한 필수적인 요소입니다. 이번 학과소개 코너를 통해 에너지자원공학과를 더욱 자세히 알아보도록 합시다!

에너지자원공학과는 에너지 및 광물자원의 탐사와 생산, 분배, 재활용, 운영 그리고 지구환경변화와 환경영향분석 및 이와 관련된 국가정책을 다루는 학문입니다. 쉽게 말해 ‘자원 개발’이라는 하나의 주제를 처음부터 끝까지 연구하는 학과라고 할 수 있습니다. 에너지자원공학에서 대상으로 하는 에너지는 석유, 가스 등 전통에너지원은 물론 지열, 바이오에너지, 가스하이드레이트, 폐기물에너지 등 신재생에너지원까지 넓은 범위의 에너지를 모두 포함하는데요. 광물자원 역시 철, 구리, 금, 은, 다이아몬드, 우라늄, 골재 등의 산업 광물을 비롯하여 리튬, 텅스텐 등 희소전략광물까지 포함합니다.

21세기는 에너지의 안정적 확보가 주요한 이슈입니다. 그렇기 때문에 전 세계의 각국이 자기 나라가 가진 에너지자원을 기초로 기술을 개발함으로써 새로운 에너지 공급 옵션을 늘리려고 하죠. 자원은 편재성 이 있어서 각 나라마다 풍부한 자원이 다르고, 자연환경, 기술 등의 차이로 인해 국가별로 다양한 전략을 가지고 에너지자원을 개발합니다. 예를 들어 풍부한 가스자원을 가진 미국은 셰일가스를 적극 생산하고 있고, 유럽의 독일, 네덜란드 등은 1년 내내 똑같은 방향으로 바람이 부는 자연환경을 이용하여 풍력에너지와 같은 재생에너지를 적극적으로 이용하고 있습니다.

| 연구분야 |

에너지자원공학과는 크게 에너지자원개발시스템, 재생에너지와 전략자원, 지구환경 및 인간생활환경, 에너지인프라 및 건설기반, 총 네 분야로 나누어집니다.



먼저 **에너지자원개발시스템 분야**는 에너지자원을 어떻게 개발할 것인가에 대한 연구를 하는 학문입니다. 아마 독자 여러분이 ‘에너지자원공학과’라는 이름을 처음 들었을 때 가장 많이 떠올릴 분야일 것 같습니다. 예를 들어 석유를 에너지원으로 사용하려고 할 때, 어디에 석유가 매장되어 있는지 찾는 탐사에서부터 석유의 시추과정, 에너지원으로서 활용될 수 있는 형태로의 정제 등의 과정을 다루고 있습니다. 최근에는 인공위성이나 드론 및 항공 데이터를 활용하여 국내외의 광물자원이 어디에 있는지 탐사하는 방법에 대한 연구 또한 진행되고 있습니다.

두 번째로 **재생에너지와 전략자원 분야**에서는 전통적인 화석연료와 다른 에너지원의 활용방안에 대한 연구를 진행합니다. 과학기술이 발전함에 따라 화석연료나 전통적인 자원 이외의 다양한 에너지자원을 활용할 수 있게 되었는데 이에 대한 연구 개발을 하는 분야입니다. 친환경 에너지라 불리는 태양에너지, 풍력에너지, 지열에너지의 효율적인 생산 및 관리, 공급과 소비의 균형을 위한 합리적인 에너지 수요 분석 등을 진행하고 4차산업에 필수적인 리튬, 코발트 등의 희소금속과 같은 전략광물의 탐사 및 생산관련 기술을 연구합니다.

다음으로 **지구환경 및 인간생활환경 분야**는 에너지자원 개발과 활용의 측면과 달리 에너지 개발과 활용이 어떻게 지구환경 오염을 줄이고 인간생활과 공존할 수 있는지에 대한 학문이라 할 수 있습니다. 에너지의 개발과 활용도 중요하지만 그 후에 발생할 수 있는 환경오염에 대한 연구나 어떻게 에너지자원을 안전하게 개발하고 효율적으로 활용해야 할지에 대한 연구도 필수적으로 이루어져야 하겠죠? 따라서, 자원 개발 및 활용에 의한 오염을 정화 및 복원하는 방법, 자원을 재활용하는 방법, 방사성폐기물의 처분 방법 등에 대한 연구를 진행하고 있습니다. 또한, 변화하는 국제에너지자원 시장과 에너지자원산업에 맞추어 경제를 분석하여 정책을 수립하는 연구도 진행하고 있습니다.

마지막으로 **에너지 인프라 및 건설기반 분야**는 에너지 개발에 필요한 기반을 연구하는 분야입니다. 에너지 생산을 위해서는 에너지 개발 시설이 필요하고 이에 대한 기반이 마련되어야 합니다. 원유 및 액화가스를 획득하였으면 저장할 수 있는 지하 저장시설이 필요하고, 에너지 인프라를 건

설하기 위해서 건설 부지 지반의 공학적 특성에 따라 산사태, 지진, 지반침하 등의 지질재해에 대비해야 하기에 에너지 인프라 및 건설기반 분야 또한 에너지자원공학과에 필수적인 분야라고 할 수 있습니다. 또, 이러한 건설 부지를 탐색하기 위해서 GIS(지리정보시스템) 공간 분석 기술을 활용해서 최적의 공간을 선정하는 방법도 연구하고 있습니다.

| 학과전망 |

에너지자원공학과를 졸업하면 어떤 진로로 나아가게 될까요? 에너지자원공학과 학부 및 대학원을 졸업한 학생은 국내외의 여러 분야로 진출하여 전문 인력으로서 활약하고 있습니다. 앞서 소개해 드린 바와 같이 모든 산업에서 에너지자원의 활용은 필수적이기 때문에 에너지자원공학과 졸업생 또한 다양한 분야로 진출하고 있습니다. 특히 서울대학교의 에너지자원공학과는 타 학교와 달리 에너지와 자원에 대한 학과를 나누지 않고 에너지의 종류에 따른 분류도 하지 않아 더욱더 넓은 분야에 대해 다루고 있습니다. 위와 같이 에너지자원공학과를 졸업하면 과학기술정책연구원에서부터 서울도시가스, 에너지공단, 한국국방과학연구원까지 다양한 공공기관과 연구소에 진출하기도 하며 국내외의 다양한 민간기업에 들어가 에너지 전문가로서 활약할 수 있게 됩니다.

이번 기사에서는 에너지자원공학과에 대해 간략히 소개해 보았습니다. 모든 산업의 기반인 에너지자원, 그 에너지자원을 개발하고 활용하는 공학인 에너지자원공학과를 이해하시고 새로운 흥미가 생기셨나요? 글을 읽기 전보다 에너지자원공학과에 대한 흥미가 많이 생겼을 것이라 기대하며 글을 마치도록 하겠습니다. 공상



STEP

01

에너지자원공학과가 궁금해요!

글

이기범, 화학생물공학부 2

편집

윤영주, 에너지자원공학과 4



에너지자원공학과에서는 주로 어떤 분야에 대해 배우나요? 에너지자원공학과 의 전공과목에서 다루는 내용들이 궁금해요!

에너지자원공학과에서는 에너지와 광물자원의 탐사, 생산, 분배, 재활용과 같은 에너지의 운용에 대한 전반적인 내용을 배웁니다. 1학년 때에는 해당 분야의 기초가 되는 수학, 물리학, 화학, 지구시스템과학, 컴퓨터 언어와 같은 기초 과목들에 대해 배우고 2학년부턴 본격적인 전공 과목을 공부하게 됩니다.

전공과목에서는 에너지와 자원에 관련된 내용 중에서도 특히 화석연료와 희토류, 산업 광물 등과 같은 광물자원을 집중적으로 다룹니다. ‘지구물리공학’, ‘암석역학’과 같은 과목을 통해 지구환경에 대한 기초를 학습하고 이를 바탕으로 ‘에너지원격탐사’, ‘지하영상처리’에서는 지하에 축적된 자원들을 탐사하는 법을 배우게 됩니다. 탐사작업이 완료된 자원을 채취하는 방법은 ‘석유생산공학’, ‘시추공학’과목을 통하여 배우고, 자원을 가공하여 실제로 사용될 수 있게 처리하는 방법은 ‘자원처리공학’과목에서 배울 수 있습니다. 자원과 관련된 내용 외에도 ‘신재생에너지’, ‘지열에너지’과목을 통하여 여러 종류의 에너지에 대한 지식을 습득할 수 있으며 더 나아가 ‘에너지경제학’, ‘해외자원투자실습’과 같은 과목을 통하여 실제로 자원과 에너지들이 경제적으로 어떠한 효과를 지니는지에 대해서도 학습할 수 있습니다.

에너지자원공학도로서 갖추어야 할 자질과 덕목은 무엇인가요?

에너지자원공학과는 학문의 특성상 스케일이 큰 산업에 활용되는 기술들을 주로 연구합니다. 석유 시추, 지하자원 탐사 및 채굴이 바로 그 예들인데요, 대단위의 연구를 진행하다 보니 자원을 탐사할 때 쓰이는 컴퓨터공학 및 영상처리 기술, 자원을 채취하고 처리할 때 쓰이는 공정기술, 자원을 분배할 때 쓰이는 산업공학기술 등과 같이 다양한 분야의 기술들이 융합적으로 하나의 연구에 적용됩니다. 그렇기 때문에 에너지자원공학도로서 가장 중요한 자질과 덕목은 여러 학문 간의 유기적인 관계를 이해하고 이를 융합적으로 활용할 수 있는 능력이라고 할 수 있습니다.

자원의 경우 매장량이 한정되어 있고 특히 석유나 석탄은 수십 년이 지나면 고갈될 것이라는 이야기가 많은데 이에 대한 에너지자원공학과와의 관점은 어떤가요?

흔히들 화석연료와 지하자원의 매장량이 한정되어 있기 때문에 자원이 고갈되면 에너지자원공학과가 설 자리가 줄어들 것이라는 걱정이 있는데 이는 사실이 아닙니다. 먼저, ‘매장량’이라는 개념 자체가 정해진 수치가 아니라 유동적인 양입니다. 매장량은 경제적 요인, 정치적 요인, 환경적 요인 등이 융합적으로 고려되어 결정되기 때문입니다. 예를 들면, 시추

기술의 발전으로 인해 채굴 비용이 감소한다면 경제적 이득을 위해 개발을 시작하므로 매장량은 증가하고, 반대로 석유 국가가 정치 경제적 이유로 수출을 중단한다면 해당 석유가 사용 불가능한 자원으로 분류되기 때문에 매장량이 감소합니다. 또한 셰일가스를 보유한 지역이라도 그 지역 주민들이 환경 오염 문제로 개발을 반대한다면 이는 매장량에 포함시키지 않습니다.

이렇듯 매장량은 가변적이며 오히려 현재 추산치보다 늘어날 수 있기 때문에 화석연료 고갈에 대한 걱정은 하지 않아도 됩니다. 결론적으로 에너지자원공학은 자원 고갈을 걱정하기보다는 기술개발을 통해 이를 극복하고 자원에 대한 접근성을 증가시키는 역할을 수행한다고 할 수 있습니다.

에너지자원공학과 졸업 후에는 진로가 어떻게 되나요?

학부를 졸업하고 난 후에는 주로 두 가지 선택지가 있습니다. 바로 기업체로 취직하거나 석사, 박사 학위를 받기 위해 대학원으로 진학하는 경우입니다. 전자의 경우 주로 석유 및 에너지 산업을 하는 사기업 혹은 한국광물자원공사, 한국가스공사와 같은 공기업에 취직하곤 합니다.

반면 대학원에 진학하여 석박사 학위를 습득한다면 보통 한국지질자원연구원, 한국에너지평가연구원 같은 연구소에 들어가거나 대학에 남아 교수 등의 직업을 선택하게 됩니다. 이 밖에 전공을 살려 창업을 하여 스타트업 기업을 운영할 수도 있고 꼭 전공이 아니더라도 본인의 적성에 맞게 마케팅 등 여러 분야에 진출하곤 합니다.

에너지자원공학과 학생들은 주로 어떤 동아리에서 활동하나요? 혹은 특별한 과 행사가 있다면 어떤 것이 있나요?

서울대학교, 특히 공과대학에는 과별로 밴드가 많은데요, 에너지자원공학과도 '오일쇼크'라는 이름의 드럼, 베이스, 기타, 키보드, 보컬의 5개 세션으로 이루어진 과밴드가 있어요. 소수의 인원으로 구성된 동아리이기 때문에 매우 화목한 분위기를 자랑합니다. 악기 연주 실력을 키우면서 동시에 친목까지 챙길 수 있는 일석이조의 좋은 동아리라고 할 수 있죠.

밴드 외에는 과 축구동아리 ESC가 있습니다. ESC

는 서울대학교 타 축구동아리와의 친선경기부터 시작해 S-League, 공과대학 학장배 축구대회 등 서울대학교 공식 축구대회까지 출전하며 활발하게 활동하고 있습니다.

특별한 과 행사로는 작년 한양대학교와 진행한 연합 체육대회를 꼽을 수 있습니다. 그동안 타 학교와의 교류가 없었는데, 작년에 한양대학교 에너지공학과와 연합 행사를 진행함으로써 처음으로 타 학교 에너지자원공학 분야 학과와의 교류를 시도했습니다. 이를 계기로 더 많은 관련 분야 학과와의 교류를 확대해 갈 계획입니다.

고등학교 때 생각했던 에너지자원공학과와 실제로 진학 후 느낀 에너지자원공학과와의 차이점이 있다면 무엇인가요?

고등학생 때 에너지자원공학과는 지질학, 암석학 등 지구과학에 관한 내용을 바탕으로 기존의 에너지, 자원 기술에 대해서만 배울 것이라고 생각했습니다. 하지만 실제로 대학에 진학해보니 에너지자원공학의 연구 분야가 시대에 맞춰서 빠르게 발전해 나가고 있음을 알 수 있었습니다. 특히 최근 화제가 되고 있는 머신 러닝 기술을 자원의 탐사 및 채굴에 적용하고 경제적 관점에서 에너지와 자원에 대해 공부하기도 하는 등 다양한 분야를 다루고 있다는 것에 놀랐어요. 에너지자원공학이라는 분야가 처음에는 다소 딱딱하고 전형적인 느낌을 줄 수는 있지만 배우면 배울수록 매우 매력적이고 흥미로운 분야라는 것을 느낄 수 있을 것입니다. 공상

●Interviewee: 에너지자원공학과 18학번 김인희



STEP

02

연구실 인터뷰

지하자원 개발센터 정훈영 교수

글
김윤진, 화학생명공학부 3

편집
김성진, 건축학과 2



안녕하세요? 공대상상 독자분들에게 간단한 자기소개 부탁드립니다.

안녕하세요? 저는 1999년도 서울대학교 공과대학 지구환경시스템공학부에 입학하여 석사를 졸업한 뒤 텍사스 대학교에서 박사학위를 받고, 작년부터 에너지자원공학과에 조교수로 임용되어 학생들을 가르치고 있는 정훈영이라고 합니다. 제 박사 전공은 petroleum engineering, 석유공학입니다.

교수님의 전공분야이신 석유공학에 대해 간단한 설명 부탁드립니다.

우리가 살고 있는 땅 밑의 지하공간은 대부분 암석들로 채워져 있습니다. 이 암석들을 눈으로 보면 빈 공간이 전혀 없어 보이지만, 놀랍게도 20-30%는 빈 공간으로 이루어져 있습니다. 물론 눈에 보이지 않는 크기의 조그마한 공간이 많이 분포되어 있죠. 그러한 지하의 암석들 사이사이 공간에 석유나 석유가스와 같은 자원이 유체 형태로 저장되어 있습니다. 그 유체를 어떻게 안전하고 효율적이며 경제적으로 시추 및 생산할지에 대해 연구하는 학문이 바로 석유공학입니다. 꼭 지하자원의 채굴에만 응용되는 것은 아니고 이산화탄소와 수소의 지중저장, 지열에너지의 생산 등에도 응용될 수 있는 학문입니다. 석유공학이라고 하면 상당히 좁은 분야라는 느낌이 들 수도 있는데, 지하 저류층 공학, 지하 저류층 개발이라고 생각하시면 될 것 같습니다.

저류층이란 무엇이고 어떻게 탐사하나요?

우리는 자원의 채굴 등 다양한 목적을 달성하기 위해서 지하에 유체를 주입하거나 빼내는데, 지하 빈 공간이 클수록 이 작업이 수월할 것입니다. 하지만 모든 암석이 지하에 공간을 가지고 있는 것은 아닙니다. 빈 공간, 즉 공극이 큰 암석을 찾아야 해요. 또한, 빈 공간이 크다고 해서 모두 다 유체를 주입하거나 빼는 것이 수월하지는 않습니다. 유체가 암석 안에서 잘 흐르는 정도 또한 중요합니다. 이와 같은 조건을 만족하는, 공극이 크고 유체가 잘 흐를 수 있는 층을 바로 저류층이라고 합니다. 저류층을 찾는 방법을 간단히 설명해드리겠습니다.

저류층을 찾는 방법 중에 탄성파탐사라는 방법이 있습니다. 인공적으로 파동을 만들어서 땅으로 전달시키면 특정 층의 경계선을 지날 때 굴절이나 반사가 일어납니다. 반사되어서 돌아온 파동을 분석하여 지하 암석층이 어떻게 구성되어 있는지 알아볼 수 있습니다. 이러한 방법으로 저류층을 찾은 뒤, 어떻게 저류층을 뚫어서 유체를 잘 주입하고 빼낼 것인가를 연구하는 학문이 바로 저류층공학, 저류공학입니다.

지금 연구하고 있으신 전공분야는 어떻게 선택하였고, 교수가 된 계기는 무엇인가요?

제가 서울대학교에 학부생으로 재학할 당시 지구환경시스템공학부에 세

개의 과가 있었습니다. 토목공학과, 도시공학과, 자원공학과였죠. 그때 저는 프로그래밍하는 것을 좋아했는데, 저류층에 대해서 수치해석을 하는 과목을 듣다 보니 흥미가 생겨서 그 뒤로 자원공학과에 대해서 공부하게 되었습니다. 그리고 저는 남들에게 쉽게 가르치는 것을 좋아합니다. 제가 공부하면서 느낀 것은, 과학적인 원리나 개념을 쉽게 이해해야 다른 곳에 써먹을 수 있다는 것이었습니다. 이러한 이유에서 다른 사람도 제가 공부한 분야의 내용을 쉽게 이해했으면 좋겠다고 생각해 가르치는 것을 좋아하게 되었고, 그래서 교수가 되었습니다.

교수가 된 후의 소감이 궁금합니다. 그 전까지는 연구활동만을 해오셨을 텐데 연구와 학생들을 가르치는 것을 병행하는 것이 힘들지 않으신가요?

일단, 저는 매우 재미있습니다. 연구와 가르치는 것은 그렇게 많이 다르지 않습니다. 아인슈타인 같은 정말 똑똑한 사람들은 개념 자체를 그대로 이해하여 받아들이겠지만, 저는 그렇지 않아서, 개념을 쉽게 이해해야 다른 문제에 써먹을 수 있더라고요. 학생들에게 그 개념을 쉽게 가르치면 저도 다른 연구 주제들에 그 개념을 잘 적용할 수 있게 됩니다. 가르치면서 연구문제를 더 잘 풀 수 있게 되고, 그렇게 연구해서 새롭게 알게 된 것을 또 다시 학생들에게 쉽게 가르치죠. 가르치는 것과 연구는 서로 도움이 되는 관계이고 저는 그 활동을 둘 다 매우 좋아합니다.

기업체에 있는 연구소에서 하는 연구와 대학에서 하는 연구는 많이 다른가요?

많이 다릅니다. 대학에서는 저류층에 어떻게 유체를 잘 주입하고 생산하는지에 대해서 머신 러닝 등의 새로운 기술을 선도적으로 연구합니다. 그에 반해서 기업체에서는 좀 더 안정적인 기술들을 연구합니다. 왜냐하면 새로운 기술이나 연구를 적용하기에는 비용이 정말 많이 들고, 지하자원 개발은 워낙 많은 자본이 들어가는 분야라서 한 번 실패하면 회사가 망할 수도 있기 때문입니다. 아무래도 기업체에서 하는 연구는 대학에서 하는 연구 보다는 많이 보수적일 수밖에 없습니다.



석유가스공학의 미래와 전망을 어떻게 보시나요?

우리나라는 사용하는 전체 에너지원의 94%를 수입하고, 6%만을 자체적으로 생산합니다. 전체의 50%는 석유와 LNG로부터 생산된 에너지인데, 이 에너지를 잘 개발하기 위해서는 우리의 기술을 가지고 있어야 합니다. 석유는 화석연료라고 좋지 않게 보는 사람들이 있기도 합니다. 하지만 석유와 관련된 산업이 매우 크기 때문에 우리가 기술을 개발했을 때 얻을 수 있는 이득이 매우 크고, 당장 화석연료를 버리는 것은 불가능합니다. 앞으로도 석유와 관련된 공학에 대한 수요는 지속적으로 있을 것이고, 이산화탄소 지중저장과 같은 기술들이 많이 개발된다면 온실가스를 비롯한 환경문제를 해결할 수 있을 것입니다. 이렇듯 석유가스공학 분야는 미래에도 발전가능성이 높은 학문이라고 할 수 있습니다

석유가스공학 연구실 혹은 비슷한 분야에서 연구를 진행하기 위해서는 어떠한 자질을 갖추어야 할까요?

다양한 학문 분야에 대해서 아는 것이 중요합니다. 실제로 지질을 탐사하고 자원을 개발하는 데에는 석유공학 뿐만 아니라 지질학, 열역학, 유체역학, 전자기학, 화학공학 등 여러 분야의 학문이 종합적으로 필요합니다. 이러한 학문 분야들을 포용적으로 바라보고 받아들일 수 있는 자질이 가장 중요하다고 생각합니다.

마지막으로 학생들에게 한마디 부탁드립니다.

지하 공간, 암석, 유체의 안전하고 친환경적인 활용은 지속가능한 인간의 삶을 위해 대단히 중요합니다. 무한한 가능성을 지닌 땅 아래의 공간, 암석, 유체 개발에 대해 도전할 자원공학도 여러분을 기다리고 있겠습니다. 공상

STEP

03

연구실 동향

암반공학 연구실
지구환경경제 연구실
물리탐사 연구실

글

김도현, 컴퓨터공학부 3

편집

윤영주, 에너지자원공학과 4

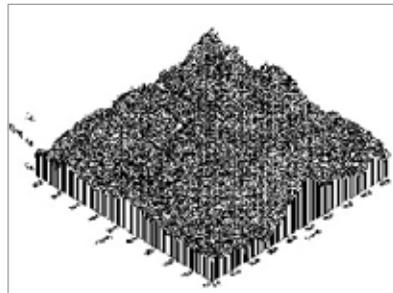
참고문헌

1. 국내 화강암의 수리-역학적 상호작용 연구를 위한 실험. Seoul National University. *Rock Mechanics & Rock Engineering Laboratory*, rockeng.snu.ac.kr/korean/viewforum.php?f=92, Accessed May 2019.
2. 기술산업경제분야. Seoul National University. *Energy, Environmental and Engineering Economics Center*, enecon.snu.ac.kr/~enecon/sub/sub0101.php, Accessed May 2019.
3. 물리탐사1. Seoul National University. *SNU Geophysical Prospecting Lab*, snugpl.wordpress.com, Accessed May 2019.
4. 물리탐사2. Seoul National University. *SNU Geophysical Prospecting Lab*, snugpl.wordpress.com, Accessed May 2019.
5. 에너지자원경제분야. Seoul National University. *Energy, Environmental and Engineering Economics Center*, enecon.snu.ac.kr/~enecon/sub/sub0101.php, Accessed May 2019.
6. 절리면의 3차원 거칠기 측정. Seoul National University. *Rock Mechanics & Rock Engineering Laboratory*, rockeng.snu.ac.kr/korean/viewforum.php?f=92, Accessed May 2019.
7. 환경경제경영분야. Seoul National University. *Energy, Environmental and Engineering Economics Center*, enecon.snu.ac.kr/~enecon/sub/sub0101.php, Accessed May 2019.

암반공학 연구실

Rock Mechanics & Rock Engineering Laboratory

암반공학연구실은 연구실이 3개로 분리되어 있을 정도로 규모가 큰 연구실입니다. 각 연구실마다 주력하고 있는 분야는 다르지만 지하 암반을 구성하고 있는 암석 및 암반의 역학적 거동에 대해 다루는 암석역학(rock mechanics)을 기본으로 합니다. 암석역학은 물리적 환경에서 일어나는 응력장에 대한 반응을 연구하는 분야로, 여러 가지 시험법을 사용하여 다양한 경계조건하에서 암석의 강도, 변형거동, 파괴특성 등을 고찰합니다. 암석역학은 에너지 저장 및 개발, 암반구조물의 타당성 조사부터 설계와 시공, 유지 및 보수단계까지 활용되고 있습니다. 따라서 암반공학 연구실은 암석역학을 바탕으로 터널, 지하공동 등의 설계 및 해석, 발파 및 굴착 등의 현장적용 문제를 다루고 있습니다. 최근에는 불연속암반의 특성화, 열-수리-화학-역학의 상호작용 연구, 암석파괴물성 측정을 위한 새로운 시험법 개발, 제어발파기술 등을 포함한 연구를 진행하고 있습니다.



▲ 절리면의 3차원 거칠기 측정



▲ 국내 화강암의 수리-역학적 상호작용 연구를 위한 실험

지구환경경제 연구실

Energy, Environmental and Engineering Economics Center

지구환경경제학은 과학기술에 대한 이해와 경영, 경제, 정책적 분석기법을 바탕으로 지구 환경, 에너지 문제 및 기술 산업 문제의 원인 분석 및 해결책을 연구하는 분야입니다. 지구환경경제 연구실은 에너지자원공학과 연구실 중 가장 넓은 분야를 다루며, 크게 환경경제경영학 분야, 에너지자원경제학 분야, 그리고 기술산업경제학 분야에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있습니다.

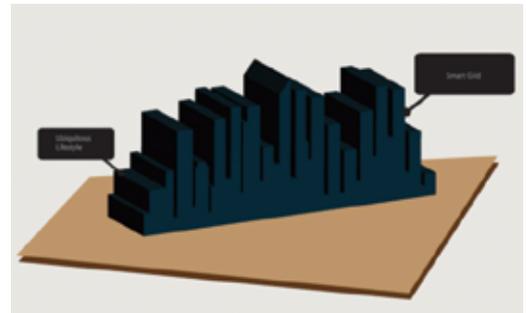
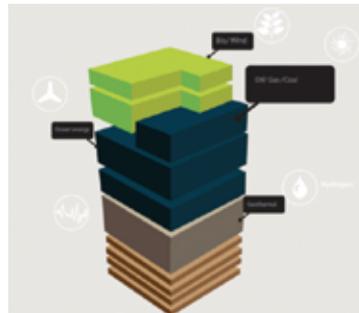
환경경제경영학 분야는 산업생산과정에서 발생하는 환경오염발생의 흐름을 이해하고 물질흐름에 따른 경제적, 환경적 문제의 해결책을 구체적

이고 실증적으로 파악하고 분석합니다. 에너지자원경제학 분야는 경제발전의 근간이 되는 에너지문제와 자원 문제에 대해 논의하며 국가자원과 관련된 기반산업에서 발생하는 경제, 정책적 문제에 관해 연구합니다. 마지막으로 기술산업경제학 분야는 기술혁신 또는 발전에 따라 발생하는 경제, 경영적 문제에 대해 구체적이고 현실적인 정책 대안을 제시하고 기술발전의 경제적 효과에 대해 논의합니다.

이처럼 지구환경경제 연구실은 에너지 이외에도 정치, 경영, 경제 등 다양한 분야를 포괄하고 있는 만큼 에너지 분야 말고도 다양한 분야에 진출할 수 있습니다. 이런 특성 덕분에 경제학, 정치학, 통계학 등 여러 전공의 학생들이 연구실에 들어와 활발히 연구하고 있습니다.

- Stress field. 응력이 작용하는 공간. 응력(stress)이란 재료에 압축, 인장, 굽힘, 비틀림 등의 외력을 가했을 때, 그 크기에 대응하여 재료 내에 생기는 저항력.
- Anomaly zone. 물리탐사 자료해석 결과 이상이 나타나는 부분 또는 지역.

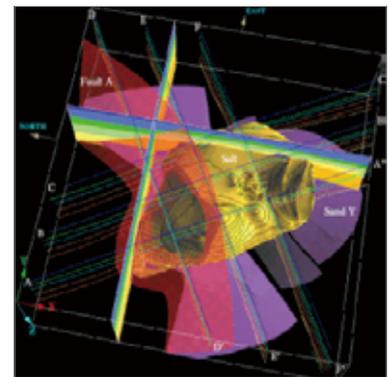
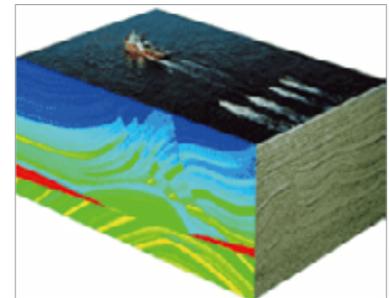
▼ (왼쪽부터)
환경경제경영학 분야
에너지자원경제학 분야
기술산업경제학 분야



물리탐사 연구실

Geophysical Prospecting Laboratory

물리탐사는 지하 매질 간의 물리적 성질 차이에 기반하여 각종 에너지 자원 및 광물자원을 탐사하거나 지하 지질구조와 이상대^{●●}를 규명하는 것을 목적으로 하는 학문입니다. 물리탐사연구실에서는 지하 및 해저에 존재하는 각종 유기광물 및 석유, 석탄, 지하수, 온천 등의 탐사와 층서구조의 조사를 위한 각종 물리탐사 기법에 대한 연구를 진행 중입니다. 이뿐만 아니라 모형 실험 및 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 반응 및 거동 예측, 적용성 연구, 지구물리 자료처리 기법 및 고분해능의 지하구조 영상을 얻기 위한 영상화 기법과 역산 알고리즘 등에 대한 연구 또한 수행하고 있습니다. 이를 통해 나온 연구 성과는 원유나 가스하이드레이트 등의 직접적인 지하자원 탐사뿐만 아니라, 지열탐사, 토목 물리탐사, 원자력 발전소 등 주요 시설의 내진 설계를 위한 지반 조사, 핵폐기물 처분 부지 등 오염지대 조사, 에너지 비축을 위한 암반조사, 지하의 고해상 영상 단면을 얻을 수 있는 토모그래피(tomography, 단층촬영) 탐사 등에서 응용되고 있습니다. 공상



▲ 물리탐사1, 2

STUDY

자원처리공학

광물자원의 효율적 활용부터 후처리까지!



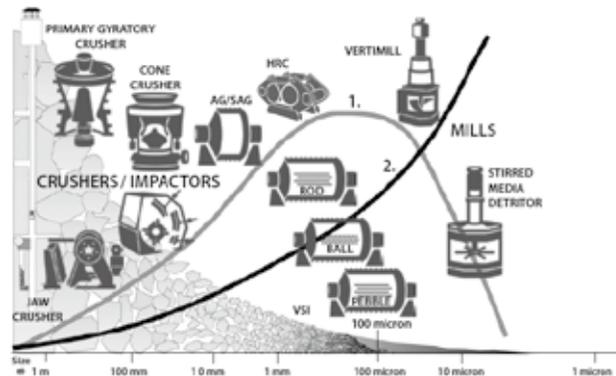
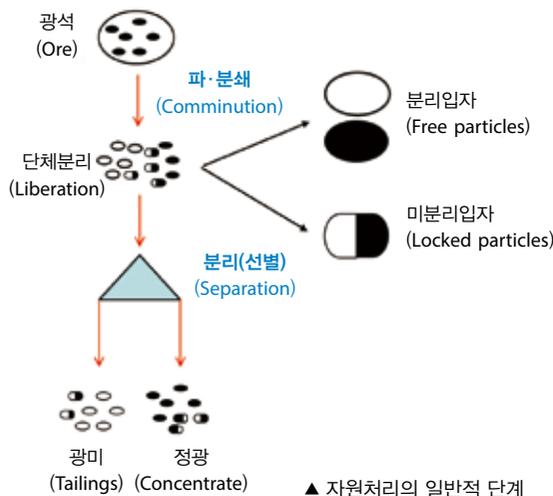
에너지자원공학과는 이름에서 알 수 있듯이 에너지원과 광물자원에 대해 공부하는 학과입니다. 많은 분들이 학과의 이름을 듣고 석유, 석탄 등과 같은 전통에너지와 신재생에너지는 쉽게 떠올리시지만, 광물자원은 잘 떠오르지 않죠. 하지만 광물자원은 에너지자원공학과에서 핵심적으로 다루는 분야입니다. 그래서 공상 독자분들께 광물자원의 처리 방법을 배우는 자원처리공학 수업을 소개해 드리려고 합니다!

최근 세계적으로 경기가 회복되고 4차 산업혁명이 진행됨에 따라 여러 광물자원에 대한 수요가 증가하고 있습니다. 현재의 광물 가격이 2016년에 비해 거의 두 배로 증가하는 등 광물자원에 대한 수요는 지속적으로 증가하고 있기 때문에 자원의 확보는 곧 국가의 경쟁력이 됩니다. 하지만, 단순히 자원을 많이 확보하는 것보다는 확보된 자원을 효율적으로 활용하는 것이 더 중요합니다. 자원은 광석(ore)으로부터 얻을 수 있는데, 대부분의 광석들은 보통 하나의 광물로만 이루어져 있지는 않고, 경제적 가치가 있는 광석광물(mineral)과 경제적 가치가 없는 맥석광물(gangue)이 혼합되어 있는 형태로 존재합니다. 따라서 자원 이용의 효율성을 높이기 위해서는 광석에서 광석광물을 분리해내는 '자원처리' 과정이 필수적이죠.

자원처리는 크게 파·분쇄 과정과 선별 과정을 거쳐 이루어 집니다. 먼저, 파·분쇄(commiunition) 과정이란 힘을 가해 광석을 쪼개므로써 입자의 크기를 줄여 주는 과정입니다. 파·분쇄기는 입자 크기별로 다양하게 존재하고, 장비별로 에너지 소비량도 다르기 때문에 각 목적에 맞게 적절한 장비를 선택해서 사용해야 합니다. 여기에서 주의할 점은 엄청 큰 암석을 한 번에 작은 크기로 줄일 수는 없다는 것이예요. 따라서 여러 단계를 거쳐 원하는 크기로 차근차근 가공해 나가야 해요.

이론상으로는 입자를 광물 크기보다 작게 쪼개면 완전한 단체분리(complete liberation)가 일어납니다. 하지만 이는 현실적으로 불가능하죠. 따라서 파·분쇄 과정을 거친 광석은 광석광물 또는 맥석광물로만 이루어진 분리입자(free particle)와 광석광물과 맥석광물이 여전히 섞여 있는 미분리입자(locked particle)로 분리됩니다. 이후 선별 과정(separation)을 거쳐 최종적으로 광석광물을 분리해내는데, 선별해낸 광물은 정광(concentrate), 분리하고 남은 광물 찌꺼기는 광미(tailing)라고 해요. 이때, 얼마 이상의 광석광물이 포함된 미분리입자를 정광으로 취급할 것인지 광물의 가치, 운송비 등을 고려해 결정합니다.

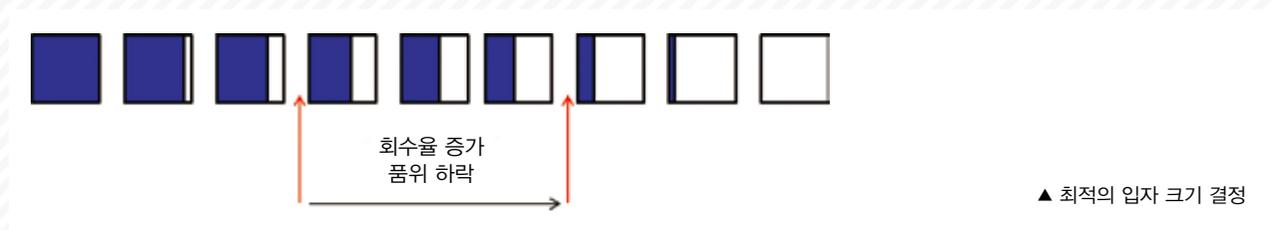
얼마만큼의 광석광물이 함유되어 있는지 나타내는 지표를 품



▲ 입도별 파·분쇄기

글
윤영주, 에너지자원공학과 4

편집
곽정원, 에너지자원공학과 2



위(grade)라고 하는데요, 이는 회수율과 밀접한 관계를 가지고 있습니다. 회수율(yield)은 처음 광석들 중 얻어낸 정광의 비율을 나타냅니다. 위 그림에서 파란색 부분을 광석광물, 하얀색 부분을 맥석광물이라고 해보죠. 정광으로 포함시키는 기준을 오른쪽으로 이동시킬수록 맥석광물의 비율이 높아져 품위는 하락하지만, 수용되는 광석의 수는 증가하기 때문에 회수율은 증가합니다. 즉, 무조건 높은 품위의 광물을 취급하는 것이 좋지만은 않다는 것을 알 수 있겠죠? 기준을 높게 설정할수록 회수율이 떨어질 뿐만 아니라, 더 작은 입자로 쪼개기 위해서는 더 많은 처리 에너지가 필요하기 때문에 경제성 평가를 통한 최적의 입자 크기(optical grain size)를 선택하는 것이 중요합니다.

경제성은 이론적 순이익(NSR, Net Return from the smelter)을 가지고 평가하는데, 이는 선별 과정에서 광석광물은 모두 정광으로 회수되고, 맥석광물은 모두 광미로 제거되어 완전한 선별이 이루어졌다는 가정하에 얻을 수 있는 최대의 순이익을 말합니다. 이론적 순이익은 광물 가치에서 가공비와 운송비를 빼서 구할 수 있고, 경제 상황에 따라 조금씩 달라집니다. 품위별로 이론적 순이익을 계산해 본 후 비교해 보면 최적의 입자 크기를 결정할 수 있어요.

이렇게 설정한 최적의 입자 크기를 기준으로 선별 과정이 이루어지는데, 광물의 특성에 따라 다양한 선별 방법이 사용 됩니다. 크게 비중분리(gravity separation), 자성분리(magnetic separation), 정전분리(electrostatic separation), 부유선별(flotation), 기계적 선별(sorting)로 나눌 수 있는데요, 워낙 다양한 방법들이 있어 각 방법들을 여기에서 모두 설명해드릴 수는 없고 궁금하신 분들은 동영상 찾아보시면 도움이 될 것입니다.

자, 그럼 이제 파·분쇄 과정과 선별 과정을 거쳐 정광을 분리해냈습니다. 정말 자원처리가 끝난 걸까요? 아쉽게도 아닙니다. 대부분의 자원처리 과정은 상당한 양의 물을 사용하기 때문에 탈수과정을 거쳐야 자원처리가 완전히 끝나게 돼요. 탈수는 물로부터 분리해낸 결과물의 고체 농도에 따라 침전(sedimentation), 여과(filtration), 열 건조(thermal drying)의 3가지 방법이 있는데, 이들은 각각 55~65%, 80~90%, 95%의 고체 농도를 만들어냅니다. 마찬가지로 자원처리 목적에 따라 적합한 방법을 선택하여 사용합니다.

드디어 자원처리 과정이 모두 끝났습니다. 하지만, 자원처리 후 필연적으로 발생하는 폐기물을 잘 처리하는 것 또한 굉장히 중요합니다. 따라서 자원처리공학 수업에서는 자원처리 방법뿐만 아니라 수질오염과 토양오염에 심각한 영향을 미치는 광미를 환경적으로 수용 가능하고, 경제적으로 실행 가능한 선에서 처리할 수 있는 후처리 방법도 배워요.

지금까지 자원처리의 전체적인 틀을 설명해 보았습니다. 이제 광물자원처리에 대해 좀 아시겠나요? 이렇듯 에너지자원공학과에서는 에너지뿐만 아니라 생각보다 더 광범위한 분야를 공부하고 있습니다. 이번 기사에서는 그중 하나인 자원처리의 전체적인 과정을 소개해 드렸는데요, 이 글을 읽고 여러분이 에너지자원공학과에 대해 더 폭넓은 시각을 가질 수 있으면 좋겠습니다. 공상

● 특정 금속 원소들이 경제성을 갖게 될 만큼 일정량 이상으로 농집되어 있는 암석.

새벽 배송은 어떻게 가능할까?



글
신주찬, 산업공학과 3

편집
심수정, 재료공학부 3

공상 독자 여러분은 온라인 쇼핑을 즐기시나요? 온라인 쇼핑은 집에서도 편하게 상품을 주문할 수 있다는 장점이 있는 반면, 배송기간 동안 기다려야 한다는 단점도 있었습니다. 하지만 최근에는 인터넷 쇼핑으로 구매한 상품의 배송기간이 점점 짧아져 오전에 구입한 상품이 당일 오후에 도착하거나, 전날 밤에 주문한 상품이 다음날 새벽에 도착하기도 합니다. 흔히 '로켓배송', '새벽배송'으로도 불리는 이러한 배송 속도 혁신은 어떻게 가능한 것일까요? 이번 기사에서는 배송 속도 혁신을 가능케 한 요인 중 하나인 '상품의 공급망을 관리하는 방법'에 대해 초점을 두고 이야기해 보고자 합니다.

공급망 관리란 상품을 공급하는 업체가 해당 상품을 소비자에게 전달하기까지의 모든 과정인 물류 프로세스를 최적화하는 시스템을 말합니다. 공급망 관리의 일반적인 목표는 배송에 드는 비용을 최소화하여 기업의 이익을 극대화하는 동시에, 배송에 드는 시간 또한 최소화시키면서 소비자의 만족도를 높일 수 있는 최적의 전략을 찾는 것입니다.

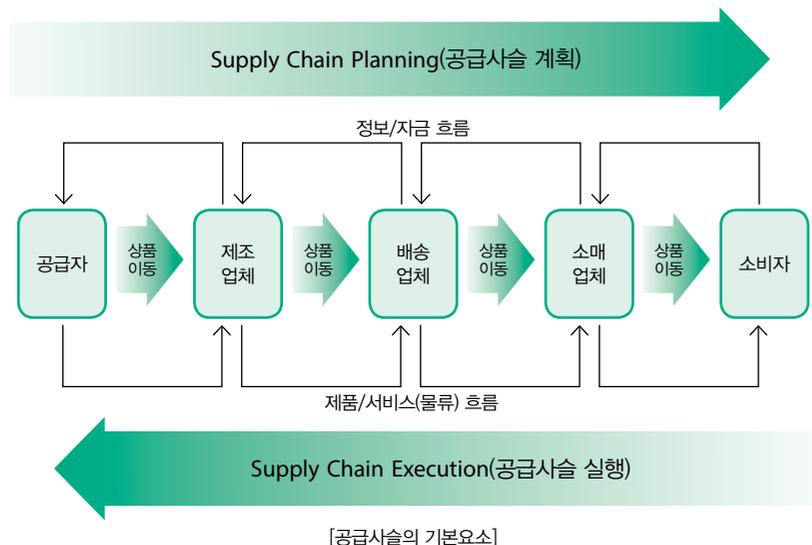
상품이 공급망 네트워크에 투입되기 전, 기업에서는 상품별 수요예측과 제조 계획을 수립합니다. 상품의 수요예측은 공급망 관리의 시작점인 만큼 가장 중요하다고 할 수 있는데, 간단한 통계 기법을 이용한 예측부터 데이터 기반의 복잡한 예측까지 다양한 기법이 있습니다. 상품 배송이 시작된 후에는 공급망 네트워크상에서 비용을 최소화할 수 있는 전략들을 고안합니다. 수송비, 인건비, 재고비 등의 여러 요소를 고려하여 공장과 창고를 어느 장소에 지어야 하는지, 어떤 경로를 이용해야 시간과 비용을 최소화할 수 있는지 등 구체적인 전략을 세웁니다. 이와 같은 최적화 작업들은 기존의 배송 시스템에도 적용되어 왔습니다. 그렇다면 최근의 로켓배송, 새벽배송을 가능케 하는 핵심 요인은 무엇일까요? 정답은 '데이터'에 있습니다.

**잠들 때 주문,
눈뜨면 도착**

새벽배송
오늘 밤 주문하면
다음 날 새벽 도착

내일 배송
오늘 밤 주문하면
다음 날 오후 도착

▲ 새벽배송 광고 문구



▲ 공급망 관리 전반적인 구조도



▲ 공급사슬 각 단계에서의 데이터 적용 방식



▲ 드론을 이용한 배송

최근의 공급망 관리의 데이터 활용 최적화 기법을 사용하여 이루어지고 있습니다. 사실 빠른 배송을 할 수 있는 가장 간단한 방법은 창고에 상품들을 무작정 많이 쌓아두는 것입니다. 창고의 상품이 충분하기 때문에 언제 주문이 들어오더라도 바로 상품을 고객에게 배송시킬 수 있는 것이죠. 그러나 이러한 운영으로는 해당 상품이 팔리지 않았을 때 발생하는 재고비용이 커져 회사의 손실을 초래합니다. 이러한 문제 때문에 과거에는 주문이 들어오면 그때서야 해당 상품을 발주했습니다. 그러나 소비자들의 소비를 수치화하고 이 데이터를 정량적으로 다룰 수 있는 머신러닝 기술의 개발은 위의 문제들을 해결하였습니다. 데이터를 통해 소비자들의 소비 패턴에 의한 상품별 수요를 더욱 정확하게 예측할 수 있게 되었고, 이를 바탕으로 최근에는 다음 날의 주문을 미리 예측하여 상품을 발주합니다. 미리 상품을 발주한 만큼 해당 상품의 주문이 들어왔을 때 배송속도는 빨라질 수밖에 없는 것이죠. 실시간으로 수집한 데이터를 기반으로 예측과 실제 수요의 편차를 최소화하는 작업이 계속 진행되기 때문에 잘못된 예측으로 인한 상품 폐기를 또한 매우 적습니다. 이와 같은 실시간 데이터는 수요 예측뿐 아니라 상품 포장, 배송에 필요한 노동자의 수, 차량의 수 그리고 배송 경로 또한 최적화할 수 있도록 해주었습니다.

그렇다면 이러한 데이터를 기반으로, 물류센터에서는 어떻게 상품을 보관하고 있을까요? 현재까지는 주로 상품을 종류별로 분류하여 같은 종류의 상품은 같은 구역에 보관하는 시스템을 사용해 왔습니다. 그러나 최근 랜덤 스토우

(Random stow)라는 기술을 통해 데이터를 이용한 배송 속도가 크게 혁신되었습니다. 이를테면 식료품은 식료품끼리, 의류는 의류끼리 보관해 왔으나 최근 몇몇 물류센터에서는 같은 종류의 상품을 여러 구역에 무작위로 섞어 놓는 식으로 보관한다고 합니다. 이러한 물류 보관 방식을 랜덤 스토우라고 하는데, 언뜻 보면 매우 비효율적인 방식 같지만 이러한 방식은 상품의 입출고 효율을 높여준다고 합니다. 해당 상품의 주문 빈도, 위치별 재고량, 물류센터 전반의 배치 분포 등의 데이터를 가지고 있는 소프트웨어가 알려준 최적의 보관 장소에 상품을 보관하기 때문이죠. 상품을 출고할 때에도 현재 직원의 위치, 해당 상품의 배치 장소들에 대한 데이터를 바탕으로 최적의 동선을 계산하여 직원에게 상품의 위치를 안내해 줍니다. 이러한 방식은 상품 입출고 시간을 최소화하여 배송 속도를 증가시키는 데에 기여하고 물류센터의 공간 활용 효율성을 한 단계 높였습니다.

데이터를 이용한 공급망 관리 기술은 물류 산업 발전에 동력이 되어 그 속도를 가속시키고 있습니다. 이와 같은 물류 산업의 발전 방향은 비용 측면에서 상당히 효율적인 드론 배송과 같은 무인배송 시스템에서도 찾아볼 수 있는데, 드론 배송 또한 최적의 드론 주차장 위치, 배송에 필요한 드론 개수 등을 파악하기 위해 누적된 데이터의 활용이 필수적입니다. 아직 상용화되지는 않았지만 최근 세계적인 물류 기업들은 방대한 데이터를 가지고 드론 배송을 현실화하려는 움직임을 보이고 있습니다. 언젠가 독자 여러분이 주문한 상품을 드론으로 배송받는 날이 오지 않을까요? 공상

적정기술로 나눔을 실천하는 서울대학교 기술나눔단 'VESS'

글
배선열, 전기정보공학부 1
편집
심수정, 재료공학부 3



동계 베트남 빈딘 기술팀 VIBS

공학이란 문제를 발견하고, 과학적 지식을 이용해 문제의 기술적 해결책을 제시하는 학문입니다. 그렇다면 어떻게 공학으로 우리 주변의 생활에 어려움을 겪는 사람들을 도울 수 있을까요? 이 질문에 대한 답을 찾고, 도움을 실천하는 사람들이 서울대학교 공과대학에 있습니다. 이번 호에서는 적정기술 봉사 동아리 VESS를 소개합니다!

먼저 간단한 본인 소개 부탁드립니다.

안녕하세요! 저는 서울대학교 기술나눔단 VESS 4기 회장을 맡고 있는 기계항공공학부 18학번 김윤호라고 합니다.

VESS는 어떤 동아리인지 소개해 주세요.

VESS는 'Volunteering Engineers and Scientists of SNU'의 약어로 적정기술 정신을 기반으로 사회 문제를 해결하는 실천 활동 중심의 학생 동아리입니다. VESS 단원들은 사회의 한 구성원으로서 소외계층 분들이 생활 속에서 느끼는 문제들을 파악하고, 적정기술을 통해 이분들의 삶의 질을 향상시키고자 노력하고 있습니다.

VESS는 어떻게 운영되고 어떤 활동들을 하나요?

VESS의 가장 주요한 활동은 'VESS 프로젝트'입니다. 단원들은 VESS 프로젝트 활동을 통해 사회 소외계층이 겪는 문제를 탐색하고 이에 대한 솔루션을 개발, 보급하여 삶의 질 향상에 기여하

고 있죠. VESS 프로젝트는 국내외에서 진행되며 앞선 세 기수 동안 다양한 주제로 실행해 왔습니다. 국내에서는 쪽방촌 주민들을 위한 난방텐트, 시각장애인을 위한 보드게임, 청각장애인을 위한 수어 여행회화 애플리케이션 등을 개발하였습니다. 해외에서는 서울대학교 글로벌사회공헌단과 협력하여 베트남, 라오스, 탄자니아, 인도네시아에 빗물/우물 정수시설, 농축업 적정기술, 불소처리 필터, 불소문제 해결을 위해 타마린드를 활용한 디저트 등을 보급하였습니다.

이 외에도 적정기술 강연을 진행합니다. VESS는 적정기술 개념을 널리 알리고 관심을 유도하기 위해 직접 교육안을 구성하여 현재까지 약 17개 학교에서 강연했습니다. 희망자에 한해 '웨어라이트' 홍보 서포터즈, 대학생 적정기술 동아리 연합(ATUS) 활동도 진행하고 있습니다.

시각장애인을 위한 보드게임이 흥미로워 보이는데요, 자세히 설명해 주세요.

VESS 프로젝트 아이템을 고민하던 중 보드게임과 관련된 영상을 본 팀원이 시각장애인을 위한 보드게임이라는 주제를 떠올렸습니다. 조사를 통해 기존의 장애인 복지는 생계 유지에만 한정되어 있다는 것을 알게 되어 장애인과 비장애인이 함께 여가 생활을 즐길 수 있는 제품을 개발하는 것을 목표로 하게 되었습니다.

이 보드게임에는 시각장애인과 비장애인이 함께 사용할 수



① 스마트 사회공헌 경진대회 수상
② VESS 4기 단체 사진

있는 새로운 형태의 카드가 필요합니다. 경첩 구조 안쪽 면에 점자와 그림을 새기는 접이식 타일 형태로, 설계 및 3D 프린팅 제작 과정을 반복하며 완성에 이르게 되었죠. 이러한 카드를 이용해서 원카드 같은 플래잉 카드게임과 금융 보드게임을 개발하였습니다.

쉐어라이트 홍보 서포터즈는 어떤 활동을 하는지 궁금합니다.

쉐어라이트는 어두운 곳에 빛을 비추는 것을 목적으로 하는 비영리법인입니다. 첫 번째 제품인 '쉐어라이팅'은 전기 없이 빛을 내는 LED 램프입니다. 전기가 닿지 않는 오지에서 어둠을 밝히는 촛불이나 호롱불은 에너지의 대부분을 열로 소모하기 때문에 매우 비효율적입니다. 쉐어라이팅은 버려지는 열에너지를 빛 에너지로 변환함으로써 촛불의 100배 밝기를 내어 작은 티캔들 하나로 배터리나 충전지 없이 어떤 곳이든 환하게 밝혀줍니다. VESS는 현재 제품을 제작, 공급하는 서포터즈 역할을 수행하고 있습니다.

대학생 적정기술 동아리 연합에서는 어떤 활동들을 하나요?

신설 대학생 적정기술 동아리 연합 ATUS(Appropriate Technology Union for Students)는 작년에 적정기술에 관련된 5개 학교 동아리가 주축이 되어 활동을 진행했습니다. 연합 워크숍, 강연, 적정기술 제품을 생산하는 기업 및 공장 견학, 적정기술 집담회 등 대학생들이 적정기술을 쉽게 접할 기회를 마련하

고자 합니다. 현재 ATUS는 한국기술교육대학교 신선경 교수님과 함께 적정기술 강연 표준안을 기획하고 있으며 제작한 교육안을 바탕으로 적정기술 강연활동을 진행할 계획이예요.

활동하면서 언제 가장 보람을 느끼셨나요? 특별히 기억에 남는 활동이 있었다면 간략하게 소개해 주세요.

작년 겨울방학에 베트남 빈딘에서 빗물/우물 정수시설을 설치하며 큰 보람을 느꼈던 것 같아요. 직접 설계도면을 제작하거나 배관 작업, 돌이나 벽돌을 쌓는 조적 작업을 하며 적정기술이 무엇이고 적정기술의 실천이 왜 어려운지에 대해 깊이 생각해 볼 수 있었어요. 제가 VESS에 애정을 가지고 회장을 하게 된 것에도 베트남 빈딘 활동이 크게 기여한 것 같아요.

VESS는 어떤 학생들에게 추천해 주고 싶은 동아리인가요?

신입단원들을 선발할 때는 사회공헌에 대한 관심, 적정기술에 대한 관심, 열정, 사회성이라는 네 가지 요소를 가장 많이 고려합니다. 적정기술을 활용한 사회공헌 활동을 즐겁게, 그리고 열정적으로 할 수 있는 학생들에게 적극 추천하고 싶습니다!

VESS는 앞으로도 꾸준히 적정기술을 활용한 사회공헌 활동을 통해 소외계층 삶의 질이 조금이나마 향상될 수 있도록 노력할 계획입니다. 더 많은 이야기는 '서울대학교 기술나눔단 VESS' 페이스북 페이지에서 확인하실 수 있습니다! VESS에 많은 사랑과 관심 부탁드립니다! 공상

몸과 마음을 건강히, 함께하는 즐거운 운동 크로스핏 동아리! 'SNUwOD'

글
이윤구, 재료공학부 3

편집
심수정, 재료공학부 3



SNUWOD의 2019학년도 개강운동 활동사진

공상 독자 여러분 안녕하세요! 추운 겨울이 엇그제 같은데 벌써 따뜻한 봄이 만연해서인지 공원이나 학교 운동장을 둘러보면 야외에서 활동적으로 시간을 보내는 사람들이 많습니다. 독자 여러분도 평소 운동을 즐겨 하시나요? 요즈음 건강이 점점 중요해지면서 운동에 대한 관심이 커졌지만, 운동이 힘들고 지루하고 귀찮아서 실천에 옮기는 데에 어려움을 겪는 사람들이 많습니다. 이러한 분들에게 소개하고 싶은 운동이 하나 있습니다. 운동하는 내내 웃음꽃이 끊이지 않고 활기 넘치는 '크로스핏(Cross-fit)'입니다. 서울대학교에는 함께 모여 크로스핏을 하는 동아리 'SNUWOD'가 있는데요, 크로스핏은 어떤 운동이고 얼마나 즐거운지 알아보기 위해 SNUWOD를 직접 만나보았습니다.

먼저 간단한 자기소개와 동아리 소개를 부탁드립니다.

안녕하세요? 저는 서울대학교 기악과 피아노전공 16학번 이연주라고 하며, 현재 SNUWOD의 회장을 맡고 있습니다. 저희 동아리는 서울대학교 구성원들이 크로스핏을 함께 즐겼으면 하는 마음으로 2014년에 만들어졌으며, 'Seoul National University CrossFit'이라는 이름으로 미국 크로스핏 본사와 정식으로 연계되어 있는 비영리 박스입니다. 아시아 전 지역에서 최초로 인증 받은 비영리 대학 지부이기도 하죠! 2019학년도 1학기 현재 활동 부원은 100여 명 정도 되는 큰 규모의 중앙 동아리입니다.

크로스핏은 어떤 운동이며 동아리 이름인 SNUWOD는 어떤 의미가 담겨 있나요?

크로스핏은 여러 종목을 번갈아가며 훈련하는 '크로스 트레이닝(cross training)'과 신체 단련을 의미하는 '피트니스(fitness)'의 합성어이며, 지속적으로 변화하는(constantly varied) 고강도의

(high intensity) 기능적 움직임(functional movement)을 추구합니다. 주어진 조건에서 앉기, 일어서기, 달리기, 밀기, 당기기 같은 일상생활의 자연스러운 신체동작들의 최대 출력을 내는 것이죠. 이 때문에 특정 근육을 발달시키는 데에 집중하기보다는 다양한 근육들의 협응력(주석)을 발달시키는 데에 집중하며, 역도성 운동, 유산소 운동, 맨몸 운동 등 다양한 운동방법으로 프로그램이 구성되어 있습니다. 운동 프로그램이 다양한 만큼 날마다 다른 운동을 하게 되는데, 이를 WOD(Work Out of the Day)라고 부르며 SNUWOD라는 이름은 여기에서 비롯되었습니다.

크로스핏을 처음 접하게 된 계기는 무엇인가요?

새내기 시절에 운동도 하면서 친목 활동을 할 수 있는 동아리에 들어가고 싶어서 찾아보다가 알게 되었어요. 처음에는 평범한 헬스동아리인 줄 알고 들어갔는데, 크로스핏은 헬스와는 조금 달라서 신선했어요. 부원들과 함께 즐겁고 활기차게 운동을 하다 보니 자연스럽게 친해질 수 있었고 운동에도 재미를 붙여 꾸준히 하게 되었습니다.

SNUWOD는 주로 어떤 활동을 하나요?

매주 화, 수, 목요일에 정기적으로 서울대학교 체육관에서 교내운동을 하고 있고, 월, 수, 금, 토, 일요일에는 코치의 지도 없이 자유롭게 운동할 수 있는 정기 오픈짐을 열고 있습니다. 교내 운동은 크로스핏 트레이너 LV.1 혹은 LV.2 자격증을 소유하고 있거나 오랜 크로스핏 경험을 토대로 충분한 운동능력과 코칭 실력을 쌓은 동아리 부원들이 이끌어 진행하고 있어요. 또한, 꼭 정기 운동 시간이 아니더라도 운동하고 싶은 사람들과 모여 자유롭게 비정기 오픈짐도 열고 있습니다. 학기의 시작



① SNUWOD의 2018학년도 2학기 중강운동
활동사진
② WTF(Who is the Fittest in SNU) 행사사진

과 끝에는 동아리 부원들 전체가 참여할 수 있는 개강WOD 및 중강WOD를 진행하며, 학기 중에는 WTF(Who is The Fittest in SNU), SNUWOD THROWDOWN** 등의 동아리 내 행사를 개최합니다. 종종 외부의 유명 크로스핏 코치, 선수들 혹은 역도나 체조 코치님들을 초청해서 세미나를 진행하며 양질의 교육을 받기도 합니다.

다양하게 개최되는 외부 크로스핏 대회에도 참여하고 있는데요, 최근에는 크로스핏 여성대회인 '걸핏'에 참여했고, 이 외에도 대학 연합 크로스핏 대회인 '청춘 Throwdown'과 낙성대 KUTA GYM, SNUWOD, 중앙대 CAU Crossfit, 성균관대&크로스핏 HI, 연세대 크로스핏 크왕이 연합하여 개최한 'Spring throwdown' 등에 참여하기도 했습니다. 최근에는 전 세계 크로스핏 동호인들의 축제인 '2019 Crossfit games OPEN'에 참여하여 동기부여가 되었고 값진 경험도 했습니다!

SNUWOD만의 매력은 무엇인가요?

크로스핏 운동의 특성상 분위기가 매우 활기차서 운동하면서 활력을 얻을 수 있습니다. 나의 운동이 끝나도 다른 사람의 운동이 끝날 때까지 응원해 주어서 '함께' 운동한다는 것을 느낄 수 있죠. 또한, 크로스핏은 동작의 난이도와 무게를 조절하여 운동 강도를 자신의 수준에 맞출 수 있기 때문에 운동을 한 번도

해보지 않은 분들도 쉽게 시작할 수 있고 진입장벽이 낮다는 장점이 있습니다. 그래서 여성 분들도 많이 하고 계세요! 어려운 동작을 시도하거나 무게를 올리면서 자신의 한계에 도전하게 되고, 기록을 깨는 순간에 부원들과 함께 기뻐하고 축하할 수 있어서 깊은 친밀감과 유대감을 형성할 수 있습니다.

마지막으로 공상 독자분들께 한 마디 부탁드립니다.

크로스핏은 직접 경험해 보지 않고서는 절대 그 진정한 재미를 맛볼 수 없습니다. 자신의 한계에 도전하고, 뛰어넘으면서 성취감을 느낄 수 있거든요. 그리고 다양한 사람들과 함께 응원하고 활발히 소통하는 분위기에서 운동하기 때문에 긍정적이고 건강한 커뮤니티를 형성할 수 있어서 정말 행복하고 소중한 활동이예요. 또한, 즐거운 운동을 통해 강한 체력과 정신력을 갖춘 제 자신을 발견할 수 있습니다. 여러분도 기회가 되면 꼭 크로스핏을 해보셨으면 좋겠습니다! 공상

- 미국 크로스핏 본사에서 크로스핏 세미나를 통해 크로스핏을 가르칠 자격이 있다고 판단되는 코치들에게 발급하는 자격증.
- 크로스핏 대회의 일종. 동아리 내에서만 진행되는 경우 축제 혹은 행사와 같은 개념으로 사용됨.

우리나라 국방을 책임질 국가대표 공학도를 꿈꾸며

국방과학연구소 송희성 연구원

사회초년생 선배님과의 만남! 이번 호에서는 공상 출신 선배님을 모셨습니다. 송희성 선배님은 기계항공공학부에서 학사, 석사 학위를 받으시고 현재 국방과학연구소 본소에서 근무하고 계신데요, 평소 '공학 연구원'이라는 진로를 희망하는 독자 여러분이라면 알고 싶은 물음들을 제가 대신하여 여쭙 보았습니다. 국방과학연구소 연구원인 선배님의 이야기를 듣고 자신의 구체적인 진로를 설계해 보는 시간을 가져보는 건 어떨까요?



국방과학연구소 송희성 연구원

글 신동욱, 화학생물공학부 4

편집 노주현, 화학생물공학부 4

먼저 간단한 자기소개 부탁드립니다!

안녕하세요? 저는 서울대학교 기계항공공학부 11학번 졸업생 송희성입니다. 공상 독자 여러분들은 20년대 학번을 가지게 될 예비 대학생이니까 제가 까마득한 선배로 보일 것 같아요. 하지만 저도 작년 봄에 석사 졸업을 하고 학교를 떠나서 국방과학연구소라는 곳에 갓 입사한 2년차 사회초년생입니다. 공부에 많이 지쳐 있을 여러분들이 잠시 펜을 놓고 제가 다니고 있는 연구소의 이야기를 편한 마음으로 들어 주셨으면 좋겠어요.

'국방과학연구소'라는 이름이 독자들에게 다소 생소할 수 있는데요, 어떤 곳인가요?

국방과학연구소는 우리나라 국방을 위해 최첨단 기술을 연구하고 무기를 개발하는 곳이에요. 연구소의 영문 이름은 Agency for Defense Development(ADD)인데, 여기서 'Agency'는 특정 업무를 맡아 하는 단체라는 뜻입니다. 즉, 자주국방에 필요한 기술을 국가를 대신하여 전문적으로 연구하는 기관이라는 의미입니다.

국방과학연구소의 구성과 특징 등에 대해 좀 더 자세히 설명해 주실 수 있나요?

국방과학연구소의 구성은 크게 부설기구와 본소로 구분됩니다. 먼저 부설기구인 지상기술연구원, 해양기술연구원, 항공기술연구원은 각각 우리나라 육군, 해군, 공군을 대표해서 각 분야의 첨단기술과 무기를 연구하지요. 우리나라의 국방력은 지상/해양/항공기술연구원이 국군에게 제공하는 기술력에 비례해서 증가한다고 해도 과언이 아니에요.

한편 본소는 우리나라만이 가질 수 있는 신기술 개발에 집중해요. 부설기구가 군의 기술적 요구에 부합하는 연구를 한다면, 본소는 좀 더 주체적인 연구를 수행한다고 볼 수 있어요. 연구 분야에 따라 5개의 본부로 나뉘어 있고, 각각 정밀타격 유도무기, 지휘통제/정보전, 감시정찰/센서, 고에너지/융합, 시험평가 등을 연구합니다. 국방과학연구소의 핵심기술이나 무기체계는 우리나라의 국방 전력이기 때문에 다른 나라에 노출되지 않도록 철저한 보안이 필요하겠죠? 그래서 아무리 뛰어난 기술을 개발하더라도 국가 기밀 관리를 위해 국방과학연구소의 연구 성과는 뉴스나 학계에 공개하지 못할 때가 많아요.

연구원이라는 진로, 특히 국방과학연구소 연구원이라는 진로를 결정하신 계기가 무엇인지 궁금합니다.

대학생 때 국내 우수 산업체를 탐방한 적이 있었어요. 이름만 들어도 아는 우리나라 대기업들과 정부출연연구소를 방문해서, 재직 중인 젊은 연구원들의 허심탄회한 이야기를 들을 수 있었지요. 그때 한국항공우주연구원, 한국기계연구원 등과 함께 방문한 연구소 중 하나가 국방과학연구소였고, 그때 국방과학연구소의 존재를 처음 알게 되었지요.

처음 만난 국방과학연구소는 신선한 충격이었어요. 소개 영상을 보고 설명을 들으면서 국방 산업이 '첨단 기술의 집약체'라는 사실을 새삼 체감했어요. 연구소에서 하고 있는 연구들이 멋있고 신기해 보여서 '나도 얼른 저 틈에서 같이 연구하고 싶다.'라는 생각이 들었어요.

대학원 시절 어떤 연구를 하셨는지, 그리고 지금 연구소에서 하고 계신 연구와 어떻게 관련이 있는지 궁금합니다.

저는 석사 때 우주항공공학을 전공해서 비행제어 분야를 공부했어요. 항공기, 로켓, 인공위성 등의 비행체가 원하는 대로 기동할 수 있도록 유도조종기법을 설계하는 연구였어요. 현재는 정밀타격 유도무기를 개발하고 있기 때문에, 또 다른 종류의 비행체를 연구한다는 점에서 제 전공과의 연관성이 높아요.

하지만 제가 속한 개발부서에는 다양한 분야의 전문가들이 함께하고 있어요. 기계공학, 전기-전자공학, 화학공학, 재료공학, 산업공학, 컴퓨터공학 등 다양한 전공을 가진 전문가들이 한데 모여 하나의 무기체계를 개발하고 있지요. 국방과학연구소의 다른 개발부서에는 도전적인 신기술 개발을 위해 수학, 물리학, 화학, 천문학 등 자연과학 분야 전문가들도 많이 있어요. 수십 가지의 세부 분야들이 하나의 연구 주제를 위해 적절히 융합하여 응용되어야 첨단기술이 탄생하기 때문이에요.

국방과학연구소의 연구와 기술개발을 통해 현재 우리나라의 국방력이 어느 정도까지 성장했고, 연구소가 가지는 목표가 무엇인지에 대해서 말씀해 주세요.

2019년 현재 미국 군사력평가기관인 글로벌 파이어파워(Global Firepower; GFP)의 평가에 따르면 대한민국의 군사력 순위는 전세계 7위라고 해요. 또 우리나라 국방기술품질원에서 발표한 2019 국가별 국방과학기술 수준 조사서에 따르면 우리나라 국방과학기술 수준은 전 세계 9위라고 합니다. 순위로만 보면 우리나라도 높다고 볼 수 있지만, 국방기술 선진국과의 기술 격차는 분명히 존재해요. 그렇기 때문에 국방과학연구소의 목표는 그 차이를 좁히고 우리나라만의 독자적인 기술적 우위를 가지는 것이라고 할 수 있어요.

선배님이 생각하는 국방과학연구소의 장점은 무엇인가요?

의미 있는 연구를 재미있게 할 수 있다는 점이 우리 연구소의 큰 장점 같아요. '의미 있다'는 말은, 일을 하면서 이것이 가치 있는 일이라고 느껴진다는 뜻이에요. 사회에 기여하지 않는 직업은 없다고 생각하지만, 국방과학연구소처럼 내가 수행하는 일에 직접적으로 뚜렷한 의미를 부여하는 직업도 많지 않거든요. 마치 축구 국가대표팀처럼 우리나라 공학 국가대표가 되어서 국방을 위해 연구한다는 기분이 들 때가 있어요. 물론 국방과학연구소는 그러한 일을 재미있게 할 수 있도록 연구원들에게 좋은 근무 환경, 안정성, 각종 복지 혜택 등을 제공해요. 그것은 정부출연연구소이기 때문에 가질 수 있는 장점이기도 하지요.



▲▲ 국방과학연구소의 부설기구인 지상기술연구원에서 개발한 K2 전차. 세계 최상급의 기동력, 화력, 통신 시스템, 생존성을 보유하고 있다.(위)
▲ 국방과학연구소의 부설기구인 항공기술연구원에서 개발한 군단 정찰용 UAV. 감시정찰, 작전운용 성능이 월등히 향상된 정찰기이다.(아래)

미래의 공학자가 될 공대상상 독자들을 위해 하고 싶은 말씀이 있다면 부탁드립니다.

제가 고등학교 2학년 때 '10년, 15년 후 나의 모습'을 써보는 숙제를 한 적이 있어요. 미래의 내 모습을 꿈과 포부를 담아 가상 일기 형식으로 써보는 것이었어요. 물론 지금 그 일기를 다시 보면, 배울 것 많고 실수투성이 사회초년생인 지금의 제 모습이 쪽스럽게 느껴지기도 해요. 하지만 속도의 차이는 있더라도 10년 전에 바라던 모습과 현재의 제가 성장하고 있는 방향은 같다고 느껴져서 신기했어요. 여러분도 상상력과 창의력을 가득 담아서 10년 또는 20년 후의 내 모습을 그려 보면 좋을 것 같아요. 저도 그랬듯이 실제로 20년 뒤에 꼭 그 모습이 되지 않아도 좋고, 시간이 지나 희망 직업이 바뀔 수도 있을 거예요. 하지만 이런 고민과 '공상'을 해보는 것은 진로를 결정할 때 큰 도움이 될 수 있다고 생각해요. 무엇이 되었든 공상 독자들이 생생하게 꿈꾼 것이 현실이 되길 저도 3000만كم 응원하겠습니다! 공상

바쁜 일상 속의 작은 쉼터 음악감상실

글
김주원, 에너지자원공학과 2

편집
손성현, 원자핵공학과 3

한창 학기 중인 요즈음 공대상상 독자 여러분의 하루는 어떠신가요? 혹시 수업과 시험, 학원으로 인해 힘들지는 않으신가요? 이렇게 힘든 하루 중 단 몇 분이라도 편한 의자에 앉아 눈을 감고 음악을 들을 수 있다면 조금은 그 피로가 덜어지지 않을까요? 바쁜 하루에 지친 서울대학교 학생들을 위한 휴식공간, 음악감상실을 소개합니다.

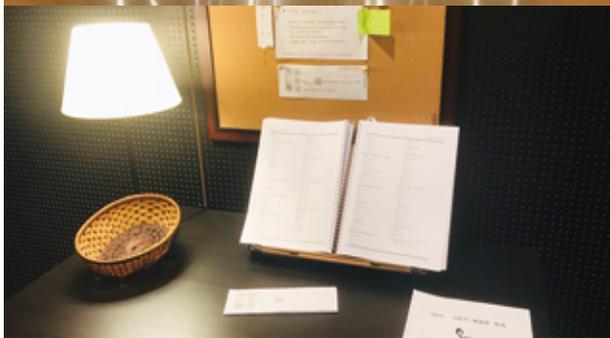
우선 음악감상실은 학생회관 1층에 있습니다. 음악감상실에 들어오면 바로 왼쪽에 스태프 룸이 있고요, 중앙에는 학생들이 자유롭게 찾아와 음악을 감상할 수 있는 50석 규모의 홀이 있습니다. 홀 뒤에는 음악감상의 모든 것을 통제할 수 있는 컨트롤 타워가 있습니다

음악감상실을 운영하는 소리지기라는 단체에 대해 알려드리겠습니다. 소리지기는 근로 장학 단체의 성격과 동아리의 성격을 동시에 띠고 있는 단체입니다. 클래식을 좋아하는 사람들끼리 모인 '소리지기'는 음원부, 기기부, 기획부, 인사부로 구성되어 있습니다. 2년차 활동 회원이 되면 집행 부원이 되어 일주일에 한 번씩 2시간 분량의 플레이리스트를 만들어 재생해 주는 '타임'을 진행하게 됩니다. '타임'에서는 클래식, 즉 고전 음악을 주로 틀니다. 동서양의 고전음악을 모두 다루지요. 기자가 방문했을 때에는 듣기 편한 드보르작의 교향곡을 포함해 낭만주의 음악을 트는 '타임'이었다고 합니다.

그렇다면, 음악감상실에서는 고전음악만 트는 것일까요? 꼭 그렇지 않습니다. 소리지기가 만들어진 배경, 즉, 클래식 음악에 대한 관심이 지금보다 높았던 70년대 후반의 전통이 이어져 주로 클래식 음악을 트는 것일 뿐, '특집 타임'이란 것을 기획해 대중가요를 트는 시간도 있습니다. 그 예



음악감상실 홀



◀ 음악감상실 컨트롤 타워
▲ 음악감상 중인 김주원 기자

로 '소녀시대 특집 타임', '메이플스토리 BGM 특집 타임'을 기획해서 음악을 틈 적이 있다고 합니다.

음악감상실에서는 쾌적한 청음환경을 위해 어떤 장비를 사용할까요? 우선, 음악 신호를 입력하는 장비로 2대의 CD 플레이어와 1대의 MP3 플레이어, 온라인 스트리밍을 위한 MAC이 있습니다. 또 어떤 입력 장치를 사용할지 정해 주는 프리앰프가 있고요, 홀에서 나오는 음악을 컨트롤타워에서 확인할 수 있도록 모니터링 스피커가 설치되어 있습니다.

홀에는 3,000만 원대의 스피커와 출력 신호를 키워주는 파워앰프가 설치되어 있으며, 기증받은 아날로그 스피커가 있습니다. 또 소리가 반사되고 겹치는 것을 방지하기 위해 흡음재와 바깥으로의 소음 누출을 방지하

기 위한 방음재를 벽에 설치했습니다.

기자가 직접 체험해 본 음악감상실은 무료로 사용할 수 있다는 것이 놀라울 만큼, 굉장히 고가의 장비들로 구성되어 있고, 음악을 듣기에 최적화된 구조를 지닌 공간이었습니다. 개인적으로 클래식이라는 장르에 크게 관심이 없었음에도 선명한 소리의 질감에 압도되어 한 곡에 푹 심취한 상태로 음악을 감상할 수 있었습니다. 더군다나 위에 언급된 것처럼 원하는 곡을 리스트에서 골라 신청할 수 있으므로, 개인의 취향을 반영한 음악감상도 가능하다는 점에서 만족스러웠습니다. 독자 여러분도 꼭 서울대학교에 진학하여 바쁜 일상 속에서 잠시 음악과 함께 쉬어갈 수 있는 음악감상실을 최대한 활용해 보세요. 공상

내가 선택하는 길, 스웨덴 교환학생기

글
이지훈, 기계항공공학부 1

편집
노주현, 화학생명공학부 4



옵살라 대학교 중앙도서관

안녕하세요? 먼저 간단한 자기소개 부탁드립니다.

안녕하세요, 저는 재료공학부 14학번 이주상입니다. 저는 지난 2018년 봄, 스웨덴에 있는 옵살라 대학교(Uppsala University)로 약 6개월간 교환학생을 다녀왔습니다.

스웨덴에서 어떤 것을 공부하셨나요?

저는 한 학기 동안 스웨덴어 수업과 한 개의 학부생 대상 수업, 두 개의 대학원생 대상 수업을 들었습니다. 서울대학교에서 저의 전공은 재료공학이지만 평소 전기화학, 배터리의 성능 등을 공부해 보고 싶었어요. 그래서 옵살라 대학교의 화학부에 등록하여 화학부와 공과대학에서 열리는 전기화학 수업을 들었습니다. 관심분야에 대한 공부를 집중적으로 할 수 있었던 것은 교환학생의 장점 중 하나였습니다.

사실 옵살라 대학교에서 배운 수업 내용은 한국에서 배운 내용과 큰 차이가 없었습니다. 하지만 서울대학교와는 수업 진행 방식이 달라 인상 깊었습니다. 옵살라 대학교에서는 주로 3-4명의 학생이 조를 짜서 토론하는 방식으로 수업이 진행되었어요. 학생들은 수업에서 다룰 내용을 수업 전에 예습해 와야 하며 교수님이 수업과 관련된 질문을 던지면 그 질문에 대해 조별로 토론하는 것이 주된 수업 진행 방식이었습니다. 이와 같은 수업 방식으로 조원들과 함께 문제를 해결하고 토론하며 서로의 지식을 배울 수 있었습니다.

교환학생을 하며 수업 이외의 학교 활동에 참여하신 경험이 있나요?

저는 '네이션'이라는 활동에 참여한 경험이 기억에 많이 남습니다. 소설 '해리 포터' 속에서 그리핀도르, 슬리데린이라는 단체가 존재하는 것처럼, 스웨덴의 대학교에도 '네이션'이라는 단체들이 존재합니다. 각각의 네이션들은 네이션 소유의 카페, 펍 등을 운영하며 함께 단합합니다. 네이션의 이름은 스웨덴의 지역 이름을 따르며 학기 초가 되면 각각의 네이션들은 자신들의 주 활동에 대해 홍보하며 학생들을 모집합니다. 교환학생도 반드시 하나의 네이션에는 가입해야 했기 때문에 저는 스웨덴의 작은 섬 고틀란드(Gotland)의 이름을 딴 네이션에서 활동했습니다. 비록 소규모의 네이션이었지만 친구들과 함께 재미있게 놀 수 있었고, 덕분에 학교에 잘 적응할 수 있었습니다.

스웨덴에서 생활하시면서 어떤 특별한 경험을 할 수 있었나요?

스웨덴에 와서 '평등'을 추구하는 분위기를 직접적으로 느낄 수 있었다는 점이 특별했습니다. 특히 스웨덴의 식당이 평등을 잘 보여주었어요. 어떤 식당이든지 손님들의 채식주의 여부나 식품에 대한 알레르기 여부 등을 조사하고 이들을 위한 맞춤형 식단을 제공합니다. 또, 스웨덴에서 저는 현지인들에게는 외국인 신분이지만 마켓에서 물건을 살 때 아무도 선불리 저를 외국인이라고 단정 짓지 않고 스웨덴어로 말을 걸어 주었습니다. 이처럼 스웨덴에서는 사람들의 행동은 물론, 일상의 모든 부분에서 평등이 스며들어 있음을 느낄 수 있었습니다.



파리스 강과 읍살라 대성당

또한 스웨덴에서 휴식하는 법을 배울 수 있었습니다. 스웨덴에서 일하는 모든 사람들은 오후에 의무적으로 ‘피카 타임’을 가져야 합니다. 피카란 커피, 커피와 먹는 음식, 커피와 함께 하는 담소 등을 포괄하는 스웨덴어인데 피카 타임이 되면 사람들은 일을 멈추고 커피와 함께 시나몬 롤, 썸라, 프린세스토르타^{●●} 등 스웨덴의 전통적인 디저트를 먹으며 주변 사람들과 담소를 나누고 휴식을 취합니다. 대학생에게 피카 타임이 의무적인 것은 아니었지만 저 또한 오후가 되면 가끔 친구들과 피카 타임을 가지며 휴식을 취했습니다. 피카 타임은 빠르게 돌아가는 일상 속에서 커피 한 잔의 여유가 주는 편안함을 느낄 수 있었던 좋은 경험이었습니다.

교환학생 기간 중 방문하셨던 인상 깊은 여행지가 있나요?

저는 다른 교환학생들보다 더 많은 여행지를 여행했습니다. 교환학생 기간 동안 약 20개국을 여행했는데 그중 가장 기억에 남는 여행지는 민간인이 갈 수 있는 최북단 지역인 ‘스발바르 제도’였습니다. 스발바르 제도에서 해가 지지 않는 백야 현상을 경험할 수 있었습니다. 이 외에도 영구 동토층, 북극곰 출몰 지역 등 한국에서 접할 수 없던 자연 본래의 모습을 담고 있는 지역들을 여행할 수 있었어요. 또한 스발바르 제도에는 여행객들이 별로 없어서 광활한 대자연 속에서 홀로 서 있는 기분을 만끽할 수 있었습니다.

교환학생을 경험하면서 힘들었던 순간이 있었나요?

가장 힘들었던 순간은 교환학생을 경험하기도 전인 스웨덴으로 떠나기 전 한국에 있을 때였습니다. 새로운 도전을 하는 데에서 오는 막연한 두려움이 저를 가장 힘들게 했던 것 같아요. 교환학생은 온전히 제가 내린 선택이었지만 그 선택에 대한 불확실

성도 많았습니다. 하지만 막상 교환학생을 경험하고 그 시간들을 돌이켜보니 크게 힘든 순간이 없었어요. 가장 걱정했던 스웨덴 문화를 받아들이는 것도 큰 난관은 아니었습니다. 결국 저를 가장 힘들게 한 것은 경험해 보기도 전에 오는 두려움이었고 직접 경험하자 이 두려움은 괜한 걱정이었음을 깨닫게 되었습니다. 여러분도 새로운 시작을 두려워하지 말고 도전해 보세요!

교환학생, 이것 때문에 경험할 가치가 있다 하는 점이 있다면?

교환학생으로서 보낸 시간은 새로움의 연속이었습니다. 우리나라 사람들이 가진 보편적인 이념과 스웨덴 사람들이 가진 보편적인 이념은 매우 달랐고, 제가 이방인이 되었다는 감정도 처음 느껴 보았습니다. 이러한 새로운 경험을 한 것 자체가 충분히 의미 있는 활동이었다고 생각합니다.

또 다양한 국적의 학생들과 함께 공부하고 생활하면서 생각의 차이를 이해하며 대화하는 방법을 배울 수 있었고 타 문화 사람들을 배려하면서 공존의 의미를 되새겨 볼 수도 있었습니다. 무엇보다 교환학생을 갔다 온 후 확실하게 느낀 것은 세상을 바라보는 시야가 넓어졌다는 것입니다. 이 경험은 책으로는 배울 수 없는 시야의 확장인 것 같아요. 교환학생을 경험해 본 사람만이 제가 한 말의 의미를 이해할 수 있을 것 같습니다. (웃음)

마지막으로 공대상상 잡지 구독자분들에게 한마디 부탁드립니다.

세상에는 정말 다양한 기회가 있지만, 도전하지 않는다면 의미 없는 기회가 되고 맙니다. 저에게는 스웨덴으로의 교환학생 경험이 기회였고 이 경험을 통해 많은 것을 겪고 배움으로써 성장할 수 있었습니다. 공상 독자 여러분도 꼭 교환학생이 아니더라도 다양한 경험을 했으면 좋겠습니다. 또한, 결국엔 나의 선택과 의지가 가장 중요하다는 사실을 잊지 마시길 바랍니다. 많은 분들이 타인과 자신의 성적, 능력을 비교할 때가 많은데, 저는 자신만의 목표를 세우고 꿋꿋이 나아가야 한다고 생각해요. 타인을 의식하기보다는 나 스스로를 믿고, 내가 선택한 그 길을 향해 최선을 다해 전진하시길 바랍니다! 감사합니다. 공상

- 빵 안에 생크림을 채운 북유럽의 전통적인 디저트
- 여러 층의 스폰지케이크 사이사이에 크림을 바른 스웨덴의 전통적인 디저트

0.001초의 스포츠, F1 속의 과학

여러분은 어떤 게임을 가장 좋아하시나요? 최근 카트라이더 게임에 대한 관심과 인기가 급격히 늘어나고 있는데요. 이는 아마도 주어진 트랙을 먼저 돌면 이기는 레이싱 게임의 정통성을 유지하면서도, 게임 속의 변신 부스터, 드래프트와 같은 기술들이 레이싱을 더욱 흥미롭게 만들어 주고 있기 때문일 거예요. 그런데 다소 비현실적이라고 느껴질 수도 있는 게임 속의 이 기술들이 세계 최고의 모터스포츠인 F1(Formula 1TM)에서 실제로 쓰이고 있는 기술이라고 한다면 믿어지시나요? 이번 ‘스포츠 속의 과학’ 코너에서는 카트라이더 게임 속의 기술들이 F1 머신에서 실제로 어떻게 사용되고 있는지 알아보도록 하겠습니다!

글 김호현, 재료공학부 3

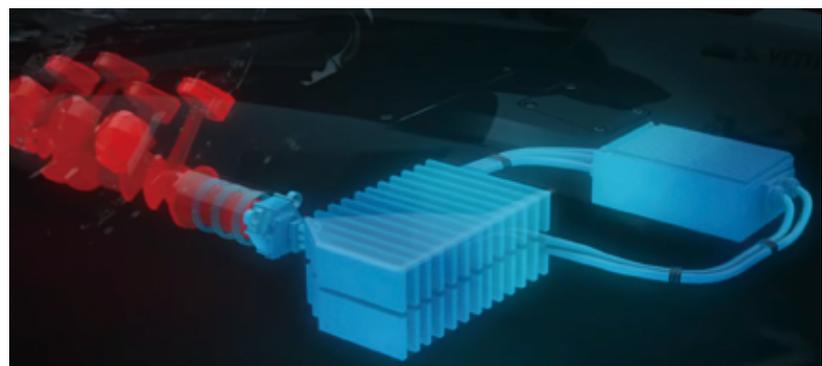
편집 박정원, 에너지자원공학과 2

‘카 레이싱’이라는 소재는 『사이버 포플러』, 『이니셜 D』, 『분노의 질주』 등 수많은 작품들 속에서 흥미롭게 다뤄져 왔습니다. 이러한 작품들이 꾸준한 인기를 끌 수 있었던 이유는 바로 더 빠르게 달리고 싶어하는 인간의 원초적인 욕망을 잘 투영해냈기 때문이겠지요. 이러한 인간의 욕망을 잘 반영하여 전 세계 사람들이 열광하는 스포츠 대회가 하나 있습니다. 오직 빠르게 달려야 한다는 목표 하나만으로 설계된 머신(machine)을 가지고 20명의 레이서가 한 서킷(circuit) 위에서 그들의 속도를 경쟁하는 레이싱 대회, 이 대회의 이름은 바로 포플러 원(Formula 1, 이하 F1이라 칭함)입니다.

F1에 사용되는 F1 머신은 단 한 번의 완벽한 질주를 위해 설계된 현대 공학 기술의 결정체입니다. 빠른 속력을 위하여 도입된 접지력 좋은 타이어와 유체역학적으로 설계된 차체는 물론이고, 마지막 코너나 마지막 직선 주로에서 극적으로 역전하기 위해 장착된, 만화영화에서나 볼 법한 장비들도 존재합니다. 이번 기사에서는 이 부분에 초점을 맞추어 레이싱에서의 극적인 한 방을 만들어내기 위한 장치들인 KERS, DRS에 대해 더 자세히 알아보도록 하겠습니다!

KERS, 단숨에 폭발시키는 목직한 한 방

레이싱 경기는 정해진 서킷을 수십 바퀴(lap) 도는 방식으로 진행됩니다. 비교적 짧은 서킷을 여러 바퀴 반복적으로 돌아야 하기 때문에 급격한 가속과 제동이 빈번하게 이루어지며, 특히 제동 시에는 바퀴의 마찰 미끄러짐(slip)으로 인해 운동에너지가 열에너지로 손실됩니다. KERS(Kinetic Energy Recovery System)는 ‘제동 시 손실되는 운동에너지를 회수할 수는 없을까’ 하는 아이디어에서 시작되어 개발된 장치입니다. 열역학 제2법칙^①에 따라 손실된 열에너지를 완벽하게 운동에너지로 다시 전환할 수는 없으므로, F1 머신에 이 장치를 추가적으로 부착하여 제동 시에 손실되는 운동에너지를 발전기로 즉시 회수하고, 배터리에 저장하여 다시 사용하는 발전기



[그림 1] KERS 장비의 모식도

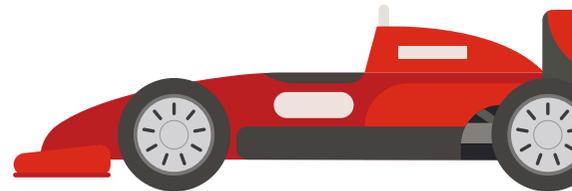


[그림 2] 리어 윙의 DRS 발동 전 형태
[그림 3] 리어 윙의 DRS 발동 후 상태

타입의 KERS를 사용합니다. KERS에 저장된 에너지를 순간적으로 폭발시키면 약 160마력 정도의 출력을 낼 수 있으며, 실제 F1에서는 출발하기 전의 정지 상태에서나 코너를 탈출한 직후 순간적으로 빠른 가속도를 내야 할 때 사용한다고 합니다. 모든 레이싱 게임에서의 로망이라고도 할 수 있는 ‘부스터’의 충전과 출력이 현실 세계에서는 KERS로 구현된 것이라고 말할 수 있습니다.

DRS, 단 한 번의 추월을 위해

F1의 특성상 코너를 돌 일이 많은데, 자동차의 코너 주행 속도는 직선 방향으로 움직이려는 관성과 바퀴와 도로 사이에 작용하는 마찰력이 클수록 증가합니다. 관성과 마찰력이 커야 차가 밖으로 튕겨나가지 않고 빠른 속도로 코너를 돌 수 있지요. 마찰력은 수직 항력과 타이어의 접지력에 의해 결정되는데, 그중 수직 항력은 차체의 무게와 공기가 차를 누르는 힘의 합으로 계산됩니다. 공기가 차를 누르는 이 힘을 다운 포스(down force)라고 하는데, 양력과 반대 방향으로 작용하는 힘인 이 다운 포스는 모터스포츠에서 자주 사용되는 용어입니다. 즉, 코너 주행 속도를 빠르게 하려면 다운 포스를 키우는 공기 저항을 증가시켜야 하는데, 이는 반대로 직선 주로 주



- 열역학 제2법칙. 열역학 법칙은 제0법칙부터 제3법칙까지 있는데, 그중 제2법칙은 ‘열에너지를 완전히 운동에너지로 전환할 수 없다’는 것입니다.
- Rear wing. 차체의 뒤에 달려, 앞에서 뒤로 갈수록 위로 들려 있는 판의 형태로 제작됩니다. 공기의 흐름을 강제로 바꿔주는 역할을 합니다.

행 속도를 감소시키게 됩니다. 결국, 직선 주행 속도와 코너 주행 속도는 서로 상충되는 관계를 가지며, 둘 사이에서 어느 정도의 절충안을 낼 수밖에 없었습니다.

한편 순위를 매기는 모든 경주에서는 추월할 때 슬립스트림(slipstream)이라는 현상을 자주 이용합니다. 공기와 같은 유체 속을 물체가 빠른 속도로 이동할 때 물체의 뒤쪽에서 유체의 흐름이 교란을 받아 소용돌이치는 와류가 형성되는데, 이로 인하여 물체 뒤쪽의 압력이 낮아집니다. 따라서 와류로 인해 낮아진 압력 때문에 다른 물체가 이 물체의 뒤에서 가속할 경우, 와류가 발생하지 않았을 때보다 더 적은 저항으로 쉽게 가속할 수 있습니다. 이 현상을 바로 슬립스트림이라고 합니다. F1에서도 슬립스트림 현상이 일어나지만, F1에서는 모든 머신들이 엔진의 최고 출력을 내며 달리고 있기 때문에 슬립스트림만을 이용하여 추월하기는 쉽지 않습니다. 게다가, 앞서 말했듯 코너 주행 속도를 키우기 위해서는 직선 주행 속도의 손실을 감수해야 했으므로 추월을 위해서는 다른 방법을 모색해야 했습니다.

F1 머신의 형태를 고정시키면, 차체에 작용하는 공기 저항이 일정해지므로 직선 주행 속도와 코너 주행 속도 모두를 크게 만들 수 없었습니다. 따라서 기존 방식으로는 코너링과 추월, 두 마리 토끼를 모두 잡을 수 없었죠. 이 문제를 해결하기 위해 코너 주로에서는 다운 포스를 최대한 늘리고, 직선 주로에서는 최대한 줄임으로써 더 빠르게 가속할 수 있도록 차체를 아예 변신시키자는 혁신적인 아이디어가 등장했습니다. 2011년부터 F1에 도입된, 일명 '변신 부스터'라고 칭할 만한 이 기술의 이름이 바로 DRS(Drag Reduction System)입니다.

DRS는 포물러 카의 뒷부분에 장착된 리어 윙^{••}을 조절할 수 있게 해주는 장치입니다. 일반적으로 리어 윙은 [그림 2]에서처럼 위로 들려 있어, 다운 포스를 발생시킵니다. 직선 주로에서 DRS를 사용할 경우, [그림 3]에서처럼 리어 윙이 접히며 기존에 차체의 가속을 방해하던 공기저항이 더욱 줄어들고, 더욱 폭발적으로 가속할 수 있게 합니다. F1에서는 서킷에서 DRS를 사용할 수 있는 구간을 정해 두었고, 이 구간에서 DRS를 완전히 사용할 경우 대략 18.2% 정도의 가속 효과가 생긴다

고 합니다!

카레이싱은 단 0.001초라도 먼저 들어온 선수가 승리하기 때문에 모든 기술과 노하우, 테크닉을 총동원하여 '가장 빠르게 달릴 수 있는' 자동차를 만드는 것이 최우선의 과제입니다. 그러므로 어떻게 보면 F1은 주어진 서킷에서 가장 빠르게 달릴 수 있는 포물러 카를 선정하는 대회라고도 말할 수 있을 것입니다. 그러나 때로는 조금 뒤쳐져 있던 레이싱 카가 단 한 번의 추월로 짜릿한 역전승을 달성하는 것을 보며 또 다른 쾌감을 느끼기도 합니다. KERS와 DRS는 레이싱에서 언제든 추월당할 수 있다는 긴장감과 언제든 추월할 수 있다는 희망을 동시에 선사하며 관중들에게 짜릿한 재미와 쾌감을 느끼게 해주는 장치인 것입니다. 여러분도 F1 경기를 보면서 모터스포츠 속에 숨어 있는 공학 기술들이 선사하는 아찔한 쾌감을 느껴보시길 바랍니다. 공강



사진 출처

- RACEFANS, Video guide to KERS and RDS with Sebastian Vettel, Mar. 2011, www.racefans.net/2011/03/14/video-guide-kers-drs-sebastian-vettel/. Accessed 23 Apr 2019.
- RACEFANS, Video guide to KERS and RDS with Sebastian Vettel, Mar. 2011, www.racefans.net/2011/03/14/video-guide-kers-drs-sebastian-vettel/. Accessed 23 Apr 2019.

참고문헌

Frankie F. Jackson, *Aerodynamic optimization of Formula student vehicle using computational fluid dynamics*, Fields: Journal of Huddersfield student research, 4 (1), 2018. Print.

공대상상 독자 여러분 안녕하세요! 혹시 영화에서 투명한 유리에 화면이 뜨고, 접혀져 있던 디스플레이가 튀어나와 업무를 보는 장면을 보신 적 있으신가요? 올해 1월 CES 국제 전자제품박람회에서 LG전자는 '롤러블 TV'와 '투명한 TV'를 선보이며 앞에서 떠올렸던 비현실적인 장면들을 조만간 영화만이 아닌 일상 속에서도 접할 수 있을 것이라는 기대를 안겨 주었습니다. 이렇게 최근 들어 디스플레이 기술, 특히 OLED(유기 발광 디스플레이) 기술이 비약적으로 발전하고 있습니다. CES에서 공개된, 영화 속에서도 볼 법한 제품들을 현실화할 수 있게 한 디스플레이 기술을 지금부터 함께 알아볼까요?

세상을 놀라게 한 디스플레이 기술

영화에서 보던 것들이 현실로!

LCD, OLED 의 원리

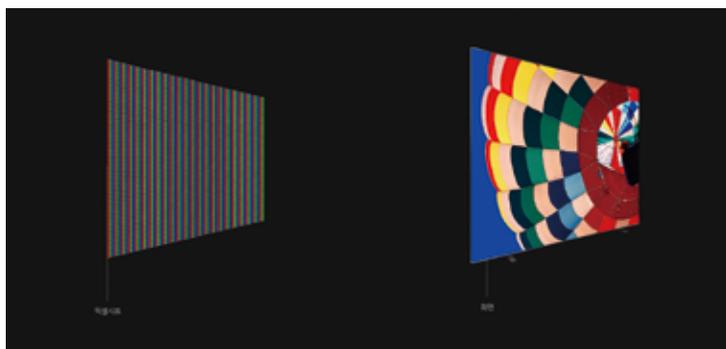
우선먼저 대표적으로 많이 사용되었는 두 종류의 디스플레이인 LCD와 OLED의 차이점을 알아보겠습니다. LCD(Liquid Crystal Display)는 백라이트에서 발산된 빛이 TFT*, 액정, 컬러필터 등 여러 장의 광학시트를 통과하는 비(非)자발광 방식의 디스플레이입니다. 이때 속이 액체 상태의 광석(Crystal)으로 구성되어 있어서 LCD라는 이름이 붙었다고 합니다. 또한, 액정을 이용한 색감 조절이 쉽다는 특징이 있어 가전용TV 에서 널리 사용되어 왔습니다.

반면 OLED는 별도의 광원 없이 유기 발광층 양쪽에서 전자와 양공을 주입해 이들이 유기 발광층 속에서 결합해 빛을 내는 자발광 방식으로, 픽셀 단위로 빛과 색을 제어합니다. 이렇듯 차별화된 발광 방식으로 인해서 OLED는 다른 디스플레이보다 시야각이 넓고, 백라이트에서 나온 빛을 앞의 액정에서 조절해 검은색을 구현하는 기존 디스플레이들과 달리 픽셀 하나하나를 꺼버림으로써 트루 블랙(True Black)을 구현할 수 있습니다. 또

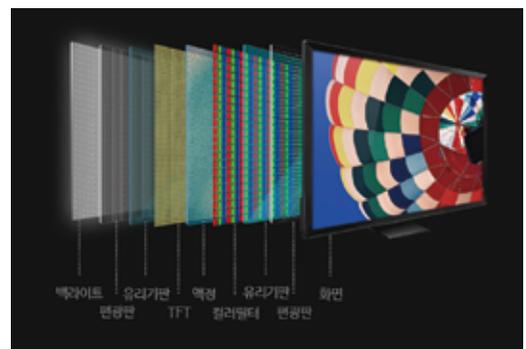
글
김현수, 기계항공공학부 1

편집
손성현, 원자핵공학과 3

* 박막 트랜지스터라고도 하며, 액정 화소 하나하나에 트랜지스터를 붙여 표시를 제어한다. TFT는 LCD뿐만 아니라 컴퓨터나 휴대폰 디스플레이 전반에 사용된다.



▲ LCD의 구조

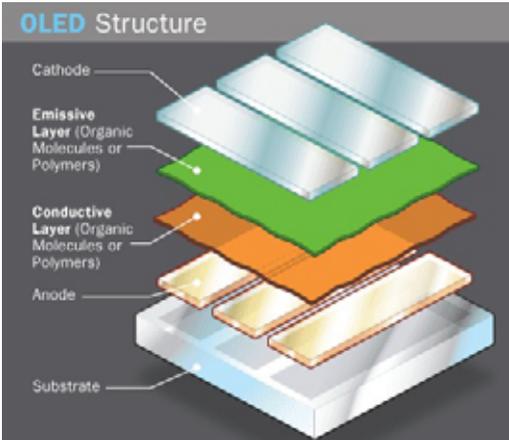


▲ OLED의 구조

한 글자의 윤곽선 부분에서 잔상이 나타나는 헤일로 효과(Halo effect) 역시 나타나지 않습니다.

폴더블 디스플레이

최근에 공개된 삼성의 갤럭시 폴더와 LG의 롤러블 TV에서는 폴더블 디스플레이를 사용합니다. 폴더블 디스플레이는 OLED를 활용해 평평한 백라이트가 필요하지 않습니다. 디스플레이의 기판을 잘 구부러지는 금속 호일이나 플라스틱으로 만든 것이죠. 폴더블 디스플레이는 기존 평면 디스플레이보다 충격에 강하고 섬유에 부착할 수도 있어서, 앞으로 전화나 GPS 기능을 넣은 스마트 의류 개발에도 사용될 수 있습니다.



▲ 폴더블 디스플레이의 구조

투명 디스플레이

아래 그림과 같은 투명한 TV에는 투명 디스플레이가 사용됩니다. 투명 디스플레이는 소재의 투과율을 변화시키는 투과형 디스플레이와 레이저 빛을 반사시키는 투사형 디스플레이로 나뉩니다. 이중 가장 효율이 높은 투명 OLED는 투과형 디스플레이에 속하는데, OLED는 기본적으로 유기 발광층이 투명하기 때문에 기판과 전극 등을 투명하게 만드는 것이 중요합니다. 이때 전극을 그래핀을 이용해서 얇게 만들고, 기존에 사용하던 실리콘 대신 투명한 옥사이드(산화물) TFT를 사용합니다. 그리고 이 옥사이드 TFT에 플라스틱 기판과 투과도 가변 필름을 결합하여 투명한 디스플레이



▲ LG 투명 OLED 전시

를 만드는 것이죠. 이 기술은 다양한 분야에서 사용될 수 있는데요, 자동차나 비행기 전면 유리판에 적용되어 뒷배경과 함께 정보를 볼 수 있어 사고의 위험을 낮출 수 있습니다. 또한 쇼윈도 등에 적용되면 상품과 그에 대한 정보를 디스플레이에서 바로 확인할 수 있습니다.

크리스털 사운드 OLED

크리스털 사운드OLED(CSO) TV는 이름 그대로 스피커 없이 디스플레이 패널 자체에서 소리를 냅니다. OLED의 자발광 특성상 백라이트가 필요 없어 얇고 신축성 있는 디스플레이를 만들 수 있는데요, CSO TV는 우퍼를 패널 뒤에 붙여 OLED를 진동막으로 하여 소리를 냅니다. 스피커와 디스플레이가 일체화되어 디스플레이가 얇을 뿐 아니라 위치에 따른 소리의 미세한 차이를 느낄 수도 있어 현장에 있는 듯한 몰입감을 줍니다.

지금까지 디스플레이 시대를 이끌어가는 OLED 기술들을 함께 알아보았습니다. 폴더블 디스플레이, 투명 디스플레이, 소리 나는 디스플레이 등 디스플레이 기술들은 빠른 속도로 끊임없이 발전해 왔습니다. 이러한 기술들은 우리의 상상을 현실로 만들었고, 앞으로는 어떤 디스플레이가 우리를 놀라게 할지 기대됩니다.

[일반 TV]

TV 스피커

하방 지향(Down-Firing)

패널
스피커

[CSO]

CSO

전면 지향(Front-Firing)

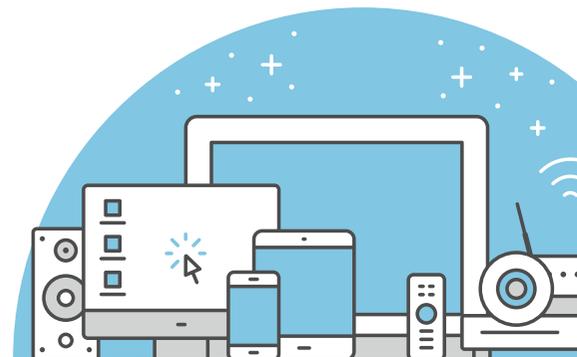
패널
진동자

기존 TV		CSO TV
내장형 스피커	외장형 스피커	
		 Sony (A9F)

▲ 일반 TV와 CSO TV의 소리 전달 방식 비교

참고자료

1. "What is OLED? - 올레드 디스플레이 소개", *OLED SPACE*, 2019.04.22., <https://kr.oledspace.com/whatsOled/index.html>.
2. Craig Freudenrich, Ph.D., "Types of OLEDs : Transaprent, Top-emitting, Foldable and White", *HowStuffWorks*, 2019.04.22., <https://electronics.howstuffworks.com/oled4.htm>.
3. "Leading Digital signage Products From LG Deliver Optimized Vertical Solutions For Businesses", *LGNewsroom*, 2019.04.28., <http://www.lgnewsroom.com/2018/02/leading-digital-signage-products-lg-deliver-optimized-vertical-solutions-businesses/>.
4. 최채우, "크리스탈 사운드 올레드란 무엇인가?", *OLED SPACE*, 2019.04.28., <https://kr.oledspace.com/column/boardDetailUri/579>.



텀블러 식각 Etching

안녕하세요, 오랜만에 돌아온 공상 실험실입니다! 혹시 여러분은 철에 녹이 쓴 것을 보신 적이 있으신가요? 만약 보셨더라면, 녹이 쓴 제품은 사용할 수 없다고 생각하실 겁니다. 하지만, 반대로 녹을 사용해서 제품을 가공하는 방법도 있습니다. 이번 실험을 통해 알아보시다.

글 김태훈, 조선해양공학과 1
편집 이다원, 조선해양공학과 3

이번에 진행할 실험은 '텀블러 식각(Etching)'이라는 실험입니다. 이 실험은 텀블러 표면의 스테인리스를 '식각(Etching)'이라는 방법을 사용하여 가공하는 실험인데요, 실험에 들어가기에 앞서 식각이 무엇인지 알아보시다.

식각(Etching)이란?

식각은 화학약품, 가스 등을 사용해 금속 표면에서 부식 작용이 일어나도록 한 후, 제거하여 금속 표면을 가공하는 방법입니다. 식각의 종류에는 이온을 이용한 건식 식각, 화학 약품을 사용한 습식 식각이 있는데요, 이번 실험에서는 두 금속 사이의 전위 차이를 이용해 산화, 환원*을 일으키는 건식 식각을 이용하여 표면을 가공해 보도록 하겠습니다.

실험도구

표면이 스테인리스인 텀블러, 집게 전선 4~8개(집게가 없는 전선은 절연테이프로 회로를 고정), 소금물, 물, 면봉, 9볼트 전지 2개



텀블러

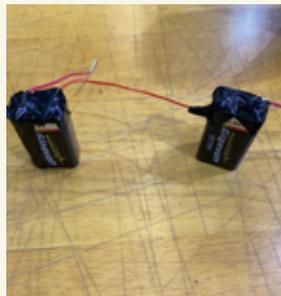
전선

소금물, 면봉

9v 전지 2개

실험과정

- 1 전선을 사용하여 9볼트 전지들을 연결해 줍니다.
- 2 전지의 (+)극과 연결된 전선은 스테인리스 텀블러와 연결하고, (-)극과 연결된 전선은 소금물을 묻힌 면봉과 연결합니다.
- 3 소금물을 묻힌 면봉을 텀블러의 표면에 가져다 댄 후 반응을 관찰합니다.
- 4 (-)극에 물을 묻힌 면봉을 연결한 후 위 과정을 반복합니다.



과정 1. 전지 연결하기



과정 2. (-)극과 스테인리스 텀블러 연결하기



과정 3. 전지에 연결한 면봉을 텀블러에 접촉시키기

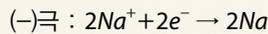
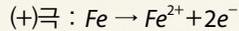


* 산화는 반응에서 전자를 잃는 것, 환원은 반응에서 전자를 얻는 것.

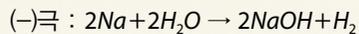
실험결과

실험결과, 소금물을 묻힌 면봉과 접촉한 부위가 변색되고, 스테인리스가 깎여 주변보다 낮아진 것을 확인할 수 있었습니다. 또한, 소금물을 묻힌 면봉만 검은색으로 변한 것을 확인할 수 있었습니다. 과연 이것은 양극, 음극에서 어떤 현상이 일어났기 때문인지 화학식을 통해 확인해 보도록 합시다.

① 전지에서 전자를 강제로 이동시킵니다.



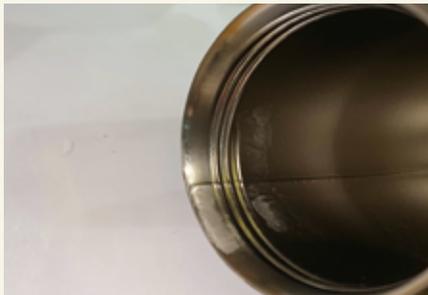
② 생성된 나트륨과 물이 반응을 일으킵니다.



실험을 하면 기포가 생성되는 것을 볼 수 있는데, 식에서 생성된 H_2 때문이라는 것을 알 수 있습니다.

③ 면봉에 침전물 발생!

소금물을 묻힌 면봉과 스테인리스에서의 반응:



소금물을 묻힌 면봉과 접촉된 부위의 색이 변한 모습 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 로 인해 검게 변한 소금물을 묻힌 면봉

반응식에서 NaCl (소금)이 다시 생성되면서 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 가 생성되는 것을 볼 수 있습니다. 여기서 면봉이 검게 변한 이유는 $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 라는 침전물이 생성되었기 때문입니다.

소금물을 묻힌 면봉에서만 반응이 일어난 이유는 바로 이런 과정 때문입니다. 물에는 Na^+ , Cl^- 가 없기 때문에 물을 묻힌 면봉으로 실험할 때는 반응이 일어나지 않습니다.

이번 실험을 통해서 알 수 있듯이 식각을 통해 금속을 가공할 수 있었습니다. 식각은 이처럼 무늬를 새기는 경우 외에도, 회로의 필요한 부분과 불필요한 부분을 잘 골라서 정교하게 작업해야 하는 반도체 산업에서도 자주 사용되는 등 많은 분야에서 이용되고 있습니다.

지금까지 텀블러 식각 실험이었습니다! 독자분들도 이번 실험을 응용하여 자신만의 무늬를 텀블러에 새겨보는 것은 어떨까요? 공상

참고문헌

1. "식각", 네이버 지식백과, terms.naver.com/entry.nhn?docId=2064943&cid=50305&categoryId=50305, 4월 27일 참고
2. "식각", 삼성 반도체 이야기, www.samsungsemiconstory.com/546, 4월 27일 참고
3. Zumdahl, Steven, 일반화학, Trans. 화학 교재 연구회, 2014 print.

우리는 왜 여행을 떠나는가 『여행의 기술』



알랭 드 보통 지음, 정영목 옮김, 청미래, 2011

글
배선열, 전기정보공학부 1
편집
유윤아, 기계항공공학부 2

휴가철에 떠나는 가족여행, 학교에서 떠나는 수학여행, 친구들과 가볍게 즐기는 우정 여행 등 우리는 살면서 많은 여행의 기회를 접합니다. 특히 세계화가 가속되고 교통수단이 발달하면서 더욱더 먼 곳까지 편리하게 여행할 수 있게 되었죠. 그런데 여행을 떠나는 이유에 대해 생각해 보신 적이 있나요? 언제부턴가 여행이 우리가 누릴 수 있는, 혹은 누려야 하는 최고의 포상으로 자리매김하면서 가고 싶어서 가기보다는, 가야 해서 가는 것으로 일상화된 것 같기도 합니다. 일상으로부터 벗어나 해방감을 느끼고 싶은 욕망이 여행이라는 형태로 나타나는 것이 아닐까요?

그래서인지 가끔은 기대했던 여행과 실제 여행 사이의 괴리를 느끼기도 하고, 여행을 다녀온 뒤 만족감과 함께 허무함을 느끼기도 합니다. 그렇다면 여행의 목적은 무엇일까요? 꼭 멀리 떠나지 않더라도, 우리가 사는 곳에서 그 목적을 이룰 수는 없을까요? 타국의 문화를 박물관에서 간접적으로 경험하거나 VR기기를 통해 아름다운 자연의 모습을 감상하면서 말이죠.

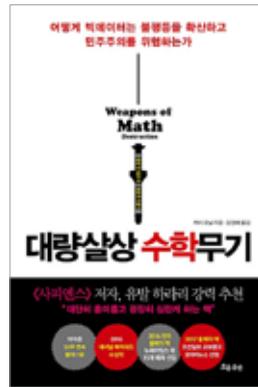
이와 같은 여행에 대한 다양한 물음과 해답을 제시하는 책이 바로 『여행의 기술』입니다. 이 책은 "여행할 장소에 대한 조언은 어디에나 널려 있지만, 우리가 가야 하는 이유와 가는 방법에 대한 이야기는 듣기 힘들다."라는 말로 시작합니다. 저자는 『여행의 기술』을 통해 여행의 목적은 무엇이며 어떻게 여행을 떠나야 하는지, 말 그대로 '여행의 기술'을 가르쳐 줍니다. 출발, 동기, 풍경, 예술, 귀환이라는 여행의 5가지 카테고리에 상응하는 일련의 에세이들은 바다 풍경에서부터 공항의 비행기 이륙에 이르기까지 여행의 모든 것에서 찾아낼 수 있는 가치를 독자들에게 곰곰이 생각하게 합니다. 특이한 점은 각 주제별로 여행 장소와 그와 관련된 안내자를 설정하여, 저자 본인과 안내자의 이야기를 함께 담았다는 것입니다.

책의 도입부에서는 여행에서 장소가 중요한 것이 아니라 그 여행으로부터 느끼는 감정이 중요한 것임을 강조하고, 여행의 기대에 실려 있는 욕망을 분석합니다. 알랭 드 보통은 1장 '출발'에서 위스망스(J.-K. Huysmans)의 소설 『거꾸로』의 주인공 데제생트 공작을 안내자로 설정하는데, 혼자 사는 데제생트는 런던 여행을 계획했다가 구태여 힘들게 다닐 필요가 없다고 생각하고는 평생 집을 떠나지 않았습다. 일전에 네덜란드를 방문한 그는 상상과 다른 현실에 크게 실망한 것은 물론이고 오히려 박물관에서 네덜란드의 이미지를 보았을 때가 네덜란드에 더 깊이 들어가 있었다고 느꼈기 때문입니다. 알랭 드 보통도 이와 유사하게 자신이 친구와 함께 바베이도스로 여행을 떠났던 경험을 이야기하면서 여행에 대한 기대에 상반되는 실망스러운 현실을 마주하고는 두 번 다시 여행을 하고 싶지 않았다고 말합니다. 이후 저자는 이러한 문제점을 극복하고 제대로 여행을 만끽할 수 있는 방법에 대해 소개합니다. 마지막에는 더 이상 새로운 것은 없다고 치부해버린 일상 속에서도 새로운 호기심과 아름다움을 발견할 수 있다고 말하며 여행을 떠나기 전에 주변부터 탐험해 보라고 우리의 옆구리를 찌르기도 합니다.

놀랍게도, 저는 『여행의 기술』을 읽으며 마치 여행 가이드북을 읽는 것 같은 느낌이 들었습니다. 이 책은 분명 여행 에세이임에도 불구하고 말이죠. 책을 읽는 내내 세계의 다양한 장소를 여행하고 있는 듯한 몰입감을 느끼며 작가의 말에 더욱 공감하게 되었습니다. 공상 독자 여러분도 예술과 철학을 넘나드는 여행에 관한 이야기를 따라가다 보면 어느새 진정한 여행이란 무엇인지 깨닫는 것은 물론, 삶에 대한 근본적인 질문들을 던지고 있는 자신을 발견하게 될 것입니다. 알랭 드 보통과 함께 즐거운 여행을 떠나보세요!

누군가에게 수학은 가장 무서운 무기이다

『대량살상 수학무기』



글
김재원, 전기정보공학부 3

편집
유윤아, 기계항공공학부 2

캐시 오닐 지음, 김정혜 옮김, 흐름출판, 2017

SNS에 단체사진을 올릴 때 친구의 얼굴이 인식되어 태그가 되어있고, 야구장에서 타자가 타석에 들어서기도 전에 그가 공을 칠 수 있을지 예측할 수도 있습니다. 이처럼 일상생활 곳곳에 쓰이는 빅데이터는 정보화 시대의 원유라고 할 수 있습니다. 빅데이터에 대한 정의는 다양하지만, '3V'라는 개념을 도입해 쉽게 정의할 수 있는데요. 빅데이터 프로세싱 기술은 거대한 규모(Volume), 다양한 형식(Variety)의 데이터를 빠른 속도(Velocity)로 분석하여 사용자에게 전달하는 기술입니다. 그런데 우리가 빅데이터 기술의 편리함을 누리고 있는 지금 이 순간, 같은 기술이 무시무시한 수학 무기로 변해서 누군가의 숨통을 서서히 조여가고 있다면 믿어지시나요?

미국 펜실베이니아의 레딩은 석탄 산업의 쇠퇴 그리고 2008년의 금융위기로 인해 미국에서 가장 가난한 도시가 되고 맙니다. 레딩은 재정 악화로 줄어든 경찰 인력을 효율적으로 배치하기 위해 범죄 예측 소프트웨어를 도입하게 되는데요. 이 소프트웨어로 각 범죄의 유형, 장소 등의 데이터를 이용해 범죄 발생 가능성이 높은 지역을 도출했고, 이 지역에 더 많은 경찰을 배치하였습니다. 언뜻 보면 합리적인 것처럼 보이는 이 알고리즘에는 치명적인 불평등이 숨어 있었습니다. 통상적으로 가난한 동네에서 미성년자 음주, 쓰레기 투기 등의 경범죄가 빈번하게 일어나기 때문에 그 지역의 범죄 데이터가 많아졌고, 이 데이터로 인해 더 많은 경찰배치가 배치되었습니다. 집중된 경찰 배치로 인해 더 많은 경범죄자가 체포되는 악순환이 계속되었습니다. 정작 적발해야 할 살인, 금융사기 등 중범죄의 적발에는 도움이 되지 못한 채 말입니다.

이 책의 저자인 캐시 오닐은 이런 불투명하고, 불공정하며, 악순환을 야기하는 알고리즘들을 '대량살상 수학무기'(WMD, Weapons of Math Destruction)¹라는 표현을 써서 비판하고 있는데요. 지금

도 세상은 가난이라는 꼬리표를 붙이는 WMD로 가득 차있습니다. 신용 상태가 나쁘고 범죄 발생률이 높은 곳에 사는 사람들을 손쉽게 찾아내고는 고금리 대출을 광고하고, 무거운 형량을 선포하며, 일 자리를 얻을 기회마저 차단합니다. 이런 피해자들의 대부분은 빛의 구렁텅이로 떨어지는 순간에도 자신이 약탈당했는지조차 알아챌 수 없습니다.

그렇다면, WMD에 의한 피해는 왜 잘 알려져 있지 않은 걸까요? 그 이유는 크게 두 가지 정도로 보이는데요. 먼저 빅데이터를 분석할 때 쓰이는 '기계학습 알고리즘'에서는 개발자조차 현재 이 모델이 정확히 어떤 상태인지 알기가 힘듭니다. 모델 자체가 수많은 계층(layer)들이 데이터를 접할 때마다 가중치(weight)가 바뀌는 식으로 설계되었기에, 인간의 뇌로는 수천 차원, 수만 계층의 숫자들을 한 눈에 파악할 수 없습니다. 모델의 설계자도 잘 모르는데, 피해자들이 알 방법이 없겠죠. 두 번째로, 부유한 사람들은 자신들에게 우호적인 모형이 다른 사람들의 삶을 어떻게 파괴하는지에 대해서 관심이 없습니다. 휴가지나 값비싼 포도주를 추천받는 이들에게 악랄적인 모형은 본인들이 볼 수 없는 '블랙박스'여야 합니다.

위의 이유들은 제가 이 책을 독자분들께 소개해드리고 싶은 이유와 일맥상통합니다. 미래의 공학자가 될 여러분들이 도덕적인 상상력을 길러서, 효율적인 기술을 개발하면서도 그 속에 더 나은 윤리적 가치를 담았으면 합니다. 물론, 이 기사를 쓰고 있는 저부터 노력을 해야겠네요. 이제는 위험한 총이나 균이 아닌, '수학'으로도 사람을 죽일 수 있게 되었으니 말입니다.

● WMD는 원래 대량살상무기 (Weapons of Mass Destruction)를 일컫는 말이다. 저자는 WMD의 'Mass'를 'Math'로 바꾸어 표현함으로써 잘못된 알고리즘의 심각성을 살상무기에 빗대어 강조했다.

물 없이도 분뇨를 처리·재활용하는 ‘토리(土利)’ 서울대학교 한무영 교수팀 세계지식재산기구(WIPO) 혁신상 수상



한무영 교수

‘그 누구도 뒤에 남겨두지 말자(Leaving No One Behind)’라는 이름으로 출범하여 스위스 제네바에서 개최된 세계지식재산기구(WIPO) 주관 제1차 세계정상회의에서 서울대학교 건설환경공학부 한무영 교수 연구팀이 영예의 혁신상을 수상했다.

한 교수 연구팀(한무영 교수, Shervin Hashemi 연구원)은 ‘흙을 이롭게 해준다’는 뜻의 ‘토리(土利)’라는 이름의 친환경 화장실 모델을 개발했는데, 이 모델은 화장실에서 발생하는 분뇨를 비료로 재활용하여 물 사용량을 줄일 수 있게 한다. 이는 분뇨를 비료로 재활용하는 한국의 전통 화장실 ‘해우소’에서 착안하여 발전기와 같이 다양한 IT 및 공학 기술을 접목시킨 신개념 화장실 모델이다.

연구팀은 변기에서 소변과 대변이 이동하는 통로를 물리적으로 분리하여 별도의 저장 공간에 각각 모이도록 한 후, 모인 분뇨를 액비와 퇴비로 만들었다. 또한, 화장실에 설치된 태양전지 패널과 풍력 발전기에서 생산된 에너지로 이러한 시스템을 유지할 수 있도록 했다. 퇴비 생산 및 자가 발전 기능 외에도 세면대에 빗물 이용 시설을 설치하여 상수도 없이도 빗물로부터 물을 공급받을 수 있는 기능을 추가했다.

기존의 수세식 화장실은 분뇨 배출 후 물을 내릴 때 한 번에 10리터에 가까운 많은 양의 물을 소비한다. 이에 따라 고질적인 물 부족 문제와 수질 오염 문제가 발생한다. 연구팀은 물 없이도 분뇨를 처리하고, 이를 환경적 가치가 높은 비료로 재탄생시키는 업사이클링(upcycling) 기술을 개발하여 상수 이용과 환경오염을 줄일 뿐만 아니라, 비료 제조 비용을 절감할 수 있는 방법을 마련했다.

현재 서울 노원구 천수 텃밭, 서울 마포구 노을공원 등에 토리가 설치되어 있으며, 토리에 대한 시민들의 인식 조사, 쾌적성·안전성 평가, 비료 효과 증명 등에 대한 연구가 진행 중이다. 이를 통해 토리는 실용화에 더욱 가까워질 전망이다.

한무영 교수는 “대한민국의 철학이 담긴 화장실 토리를 개발해 높은 평가를 얻었다”며, “전 세계에 친환경 순환형 화장실을 보급해 상·하수 및 식량 증산 문제를 해결하는 데에 도움이 될 것”이라고 말했다. 연구 결과는 우리나라뿐만 아니라 수돗물이 공급되지 않는 다양한 지역에 적용될 수 있으며, 특히 개발도상국을 위한 저비용 고효율 화장실 공급에 활용될 계획이다. 연구팀은 베트남에 ‘물과 위생 적정기술센터(WASAT)’를 열고, 화장실 기술 개발 및 빗물 식수화 사업을 추진하여 국제과학기술교류 확대에도 앞장설 예정이다.

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



윤병동 교수

서울대학교 기계항공공학부 기계공학전공 윤병동 교수와 김미소 한국표준과학연구원(KRISS) 박사 공동 연구팀이 메타물질을 이용하여 기존의 에너지 하베스팅(energy harvesting) 기술에 비해 월등히 높은 전력을 생산할 수 있는 기술을 개발했다.

전력을 생산하거나 사용하는 과정에서 많은 양의 에너지가 재사용할 수 없는 열이나 진동, 빛 에너지로 전환된다. 이처럼 버려지는 에너지를 다시 모아 사용하는 것을 ‘에너지 하베스팅’ 기술이라 하는데, 수집이 어려운 형태의 에너지를 가능한 한 많이 거둬들여 높은 전력을 생산하는 것이 이 기술의 관건이다.

윤 교수 연구팀은 에너지를 국소적 부분에 모아 자연계에서는 볼 수 없는 돋보기 기능을 하는 메타물질을 설계하여 신개념 ‘메타 에너지 하베스팅 시스템’을 개발했다. 이 메타물질은 에너지를 효과적으로 집속할 수 있는 최적의 음향양자결정 구조를 가지며, 기존 생산 전력의 22배에 달하는 전력을 생산할 수 있다. 메타물질에 모인 에너지는 압전 소자를 통해 실질적인 전력으로 변환된다. 기존의 소리, 진동, 열에너지를 집속하는 기계적 에너지 하베스팅 기술은 생산 전력량이 부족하여 실질적 응용이 더디게 이루어졌다. 에너지 변환

효율을 높이려는 고전적인 시도와 달리 연구팀은 에너지 수확량 자체를 크게 향상시키는 방향으로 연구를 진행하였고, 고효율 전기 생산에 성공하였다.

최근 사물인터넷(IoT)과 웨어러블 디바이스 같이, 사물에 센서와 통신 기능을 내장하여 인터넷으로 이들을 연결하는 이동 통신 기술이 활발히 사용되고 있다. 이에 따라 이동 가능한 전력 공급원의 필요성이 대두되었고 그 해결책으로 에너지 하베스팅 기술이 주목받고 있다. 실시간으로 물체의 상태나 생체 정보를 전송해야 하거나 전력공급이 어려운 상황에서는 주기적인 교체가 필요한 배터리나 환경 조건에 큰 영향을 받는 재생에너지 발전보다 안정적인 에너지 공급원이 필요하다. 예컨대 도로와 건물 상태를 진단하는 IoT 센서의 경우, 차량이 도로를 질주할 때 발생하는 노면의 진동이나 주변 공기와 지반의 진동에 의해 발생하는 건축 구조물의 진동이 에너지원이 된다면 전력 공급이 중단되는 위험한 상황을 막을 수 있을 것이다.

김미소 박사는 “메타물질을 에너지 하베스팅에 접목하여 센서와 같은 소자를 작동시킬 수 있는 밀리와트(mW)급 전력을 얻은 건 최초의 사례”라며 “에너지 하베스팅의 새로운 패러다임을 개척한 성과”라고 언급하였다. 본 연구는 그 중요성을 인정받아 에너지 분야의 세계적 학술지인 『나노 에너지(Nano Energy)』 3월호에 게재되었다.

편집후기



이양우 1등
장원우 편집후기 여기에 댓글로 남기시면 됩니다. 비속어는 자제해주세요.
이진우 슈퍼밴드 꼭보세요ㅠㅠ영영ㅠㅠㅠㅠㅠㅠ
정윤종 호국보훈의 달이자 종강의 달 6월이 머지 않았습니당 :D
손성현 항상 최선을 다하겠습니다
이정윤 배고파요!

한상현 I'm Ironman
김예원 중간고사 10개 기말고사 6개
신동욱 올 여름도 더울 예정입니다~ 그러니까 여름 캠프 지원 많이많이 해주세요!
심수정 😊😊😊😊😊
김재원 탈기획이 미래다
김건우 프랑스 가즈아~~



전병진 휴학하고 싶어요
변재혁 병진이 어차피 내년에 휴학하잖아^^
김성진 편집부 조아여~
서지영 캠프에서 만나요~!
김도현 여름 시 러 캠프 프 조아
이기범 에어컨 틀어주세요
김호현 군대가고싶다
배선열 스누헤어 가지마세요..
이지현 공상은 좋은 동아리^^
이지훈 최선을 다하겠습니다 공상 화이팅!



백지원 안.전보장 !!! 가입즉시 무제한친목
 최고의.조건과 시스템에서 원하던 모든것을 얻어가세요~
 사이트 \ beengineers.snu.ac.kr ↗
 #안전한놀이터 #모태공대 | 저 공대매거진 공상 외않ㅎ ><~~@@@
김태훈 캠프도 많이 신청해주세요~~
김현수 재밌었어요! 캠프도 기대되요! ʻ(͡ʷ)ʻ

신혜정 #SKT_MSIWIN
유윤아 재학이도 군대가야지^^
김소현 종강종강캠프캠프
곽정원 서울대 찍고 이제 도쿄대 가서 FLEX~
정석우 모두 캠프에서 봐요~!~!
김주원 🙄
전혜성 새내기 노릇하기 힘들다
노주현 4학년이 마음으로는 제일 걱정이나 고민이 많은 것 같아요. 여러분도 일찍일찍 고민하고 공부하셔서 훌륭한 사람이 되시길 바랍니다.
이다원 공상.조아.캠프.조아



이재혁 홍보부는 이만 카드뉴스 만들러...
한정현 애들이 말 좀 잘 듣자
신원준 핫도그먹고싶다
이윤구 시도때도없이 배가 고프네..
김윤진 공부를 하면 할수록 세상을 보는 렌즈가 하나씩 덧씌워지는 기분이에용!!!! 예전엔 아무생각 없이 지나쳤던 현상들이 보이고 분석되는게 너무 신기한 것 같아요!!!! 너무 재미있어요!!!! 공대체고!!!! ♥♥ 몸은 죽을것같지만.... 다들 화이팅!!!!
최승헌 독자 여러분 모두 감사해요~~ 공상 화이팅!!
신주찬 종강하게해주세요...
윤영주 건강이 최고입니다 여러분