

2022

재외한인과학자 초청

코센 브릿지 포럼

재외한인과학자 소개 및 초록

일 시 10월 17일(월) ~ 26일(수)

장 소 온라인 ZOOM 플랫폼

주 최 한국과학기술정보연구원(KISTI)

kosen.kr

◎ 프로그램 순서

날짜	시간(KST)	발표자	국가	소속기관	발표주제
17일(월) 생명 좌장 김현수 충남대학교	15:00 - 15:30	신성영 ¹⁾	호주	Monash University	통합 네트워크 모델을 이용한 유방암 표적 항암제 개발에 관한 연구
	15:30 - 16:00	정태양 ²⁾	스웨덴	Vironova bioanalytics	전자현미경을 이용한 유전자치료 벡터의 특성 분석
	16:00 - 16:30	김동현 ³⁾	영국	University of Nottingham	인간 질병 연구를 위한 차세대 대사체 프로파일링
18일(화) 생명 신약 좌장 이상후 서울 의과학 연구소	10:00-10:30	이창열 ⁴⁾	미국	Harvard Medical School/Massachusetts General Hospital	CRISPR 기반 형광편광측정 장치를 이용한 COVID-19 진단
	10:30-11:00	박광수 ⁵⁾	미국	Icahn School of medicine at Mount Sinai	질병 치료제로써의 저분자 기반 단백질 분해기술에 대한 소개 및 미래방향
	11:00-11:30	김태형 ⁶⁾	미국	University of New Mexico School of Medicine	글루코스에 의한 유방암 세포의 기계적 특성 조절
	11:30 - 12:00	박소영 ⁷⁾	일본	Osaka University	새로운 바이오하이브리드 소재로서의 아미노산-핵산하이브리드(ANHs)의 개발 및 응용
18일(화) 생명 미세유체 좌장 정효일 연세대학교	14:00 - 14:30	정태희 ⁸⁾	미국	AMD	진화 알고리즘을 이용한 인공지능 모델의 설계
	14:30 - 15:00	이민성 ⁹⁾	미국	Illumina	일루미나 시퀀싱 기술 발전에서 미세유체역학의 중요성
	15:00 - 15:30	김동준 ¹⁰⁾	미국	University of Washington	혈류역학적 특성으로 인한 혈전 형성 및 용혈 현상
	15:30 - 16:00	심정욱 ¹¹⁾	영국	University of Leeds	생명공학 연구를 위한 microfluidics 개발
19일(수) 생명 뇌신경 좌장 김정진 KIST	10:00-10:30	박성모 ¹²⁾	캐나다	The Hospital for Sick Children	공포기억 소거세포의 신경흥분성은 소거기억의 저장과 발현을 조절한다
	10:30-11:00	김재경 ¹³⁾	미국	University of California San Francisco	운동기억 형성과정에 수면진동이 하는 역할
	11:00-11:30	김강산 ¹⁴⁾	미국	UT Southwestern Medical Center	세포경쟁을 통한 잠재적 전이기전
	11:30 - 12:00	엄준호 ¹⁵⁾	캐나다	University of British Columbia	순환여과양식시스템에서 발생한 암모니아의 효율적인 관리방법
20일(목) 반도체 물리	10:00-10:30	이선우 ¹⁶⁾	미국	Cornell University / Nanyang Technological University	생물학적 빅 데이터를 위한 융합 집적 극소 시스템
	10:30-11:00	이종훈 ¹⁷⁾	미국	University of Illinois Urbana-Champaign	차세대 전자소자 구현을 위한 유기 반도체 물질 개발 및 응용 연구
	11:00-11:30	김나영 ¹⁸⁾	캐나다	University of Waterloo	하이브리드 고전과 양자 머신 러닝 알고리즘
	11:30 - 12:00	김병일 ¹⁹⁾	미국	Boise State University	자가 조립된 물 체인 구조 및 코일-브릿지 전이의 직접 관찰

20일(목) 반도체 재료 좌장 안치원 KAIST 나노종합기술원	14:00 - 14:30	김문용 ²⁰⁾	호주	UNSW Sydney	테라와트 규모의 실리콘 태양광전지 생산에 의한 중요 재료의 제한과 도전
	15:00 - 15:30	김종욱 ²¹⁾	프랑스	Ecole Polytechnique	반도체 나노입자의 플라즈몬 특성을 통해 구현된 친환경 건축용 스마트 윈도우
	15:30 - 16:00	최정환 ²²⁾	독일	Fraunhofer Institute	프라운호퍼 연구소 (Heinrich-Hertz) 소개 및 초고속 반도체, IC 및 패키징 개발 소개
21일(금) 배터리 에너지 좌장 연순화 한국에너지기 술연구원	14:30 - 15:00	나운기 ²³⁾	미국	California State University	전기자동차 및 에너지 시스템용 전력 변환기 제어알고리즘 개발
	15:00 - 15:30	김병윤 ²⁴⁾	프랑스	ITER Organization	ITER TBM 포트플러그 연구개발 프로그램 소개
	15:30 - 16:00	박주연 ²⁵⁾	영국	National Physical Laboratory	영국 국립 물리 연구소에서의 Battery R&D 소개
24 일(월) 인공지능 전산 / 웹 좌장 이승우 한국과학기술 정보연구원	14:30 - 15:00	김동성 ²⁶⁾	호주	University of Queensland	인공 지능 기술을 이용한 사이버 공격 자동화 및 방어 평가
	15:00 - 15:30	정재숙 ²⁷⁾	독일	Bayreuth University	융합적 연구협력을 위한 관점 포용 디지털연구환경
	15:30 - 16:00	이규명 ²⁸⁾	영국	Liverpool Johnn Moores University	가치 인터넷: 신뢰 및 탈중앙형 웹 3.0 플랫폼
	16:00 - 16:30	김한성 ²⁹⁾	영국	University of Southampton	한장의 360° 사진으로부터 몰입형 3차원 영상/음향 공간 재현
25 일(화) 영상 / AR 기계학습 좌장 황명권 한국과학기술 정보연구원	10:00 - 10:30	이형태 ³⁰⁾	미국	US Army Research Laboratory	Re-identification에 적용될 Hard- distance Elastic Loss
	10:30 - 11:00	장영환 ³¹⁾	미국	Oregon Health and Science University	의료 애플리케이션을 위한 딥러닝 기반 이미지 분석
	11:00 - 11:30	김시중 ³²⁾	미국	University of Nevada Las Vegas	라스베가스 아웃도어 증강현실 디자인 및 챌린지
	11:30 - 12:00	김형록 ³³⁾	미국	United States Department of Agriculture	최신 지구관측 위성과 기계학습을 활용한 전 지구 물순환의 이해
25 일(화) 토목 교통 좌장 탁세현 한국교통연구원	14:00 - 14:30	이상호 ³⁴⁾	미국	EBMUD	지오시스템 공학 확률론적 접근 방법
	14:30 - 15:00	권태중 ³⁵⁾	캐나다	University of Alberta	동절기 지능형 교통 시스템 네트워크의 전략적 구현 및 활용
	15:00 - 15:30	변영지 ³⁶⁾	아랍에미 리트	Khalifa University of Science and Technology	ADS-B 시그널과 GIS를 활용한 항공교통 소음감지와 모니터링
26일(수) 기계 유체역학 좌장 김호영 서울대학교	13:30 - 14:00	김현석 ³⁷⁾	미국	Georgia Institute of Technology	생체모방형 색변화 소프트 로봇
	14:00 - 14:30	김천일 ³⁸⁾	캐나다	University of Alberta	비선형 거동 특성을 가지는 고탄성 복합재의 해석을 위한 거동 모델
	14:30 - 15:00	박준호 ³⁹⁾	영국	Coventry University	공학과 물리과학 분야에서 유체역학과 응용
	15:00 - 15:30	김성인 ⁴⁰⁾	영국	Coventry University	고분자 탄소 나노튜브를 이용한 경제적인 태양열 집열기

◎ 재외한인과학자 소개

1. 신성영 (Monash University)

거주국 호주

이메일 ssy178@gmail.com

학력

2002-2007 시스템생물학 박사, 울산대학교

2000-2002 제어공학 석사, 울산대학교

1997-2000 전자공학 학사, 울산대학교

경력

2015-현재 Research Fellow, Monash University

2013-2015 Research Scientist (Marie Curie Fellow), University College Dublin (UCD)

2009-2013 Research Assistant Professor, KAIST

2007-2009 Post-Doctoral Research, KAIST

연구 활동

지난 15년 이상 통합 네트워크 모델링 및 분석 전문가로 다양한 질환 관련 생체 신호전달 경로에 대한 수학적 모델을 정립하여 질병의 발생과 치료 전략의 수립을 위한 전체론적 (holistic) 방법론과 생명현상을 시스템 수준에서 통합적으로 분석, 이해할 수 있는 시뮬레이션 플랫폼 개발에 관한 연구를 수행해 왔다. 특히, 대규모 컴퓨터 시뮬레이션을 기반의 강력한 예측 파워는 암을 포함한 다양한 질환을 극복하기 위한 치료 전략을 수립하는 데 유용한 도구로 활용되고 있다. 향후 연구 계획은 첫째, 바이오 시뮬레이션 플랫폼을 기반으로 표적 항암제의 내성을 극복하기 위한 다양한 병행치료에 관한 연구를 수행하는 것이다. 구체적으로 두개의 항암제를 시간차를 두고 투여하는 순차 치료 (sequential treatment)의 기전을 분석하는 것이다. 순차 치료는 약물의 독성을 감소시키고, 표적 시스템의 네트워크 재배열 (network rewiring)을 유도함으로써 동시 치료 (concurrent treatment)에 비해 뛰어난 효과가 있다. 둘째, 항암제의 약물 독성을 최소화하기 위한 다중 저농도 치료 (multi-low dose treatment)에 관한 연구를 수행한다. 수학적 모델링을 기반으로 고차원의 모든 약물 조합을 시뮬레이션 함으로써 최적의 다차원 약물 조합을 동정한다.



통합 네트워크 모델을 이용한 유방암 표적 항암제 개발에 관한 연구
Integrative Network Modelling Identifies New Effective Combination
Therapies for Breast Cancer

Monash University

신성영 / Shin, Sungyoung

FGFR4 유전자의 과발현은 삼중음성 유방암을 포함하는 많은 암에서 잠재적 약물 표적이 되어왔다. 하지만 FGFR4 표적 항암제에 대한 내성으로 인해 효과적 병행 치료 전략 수립의 필요성이 긴급하게 요구되고 있다. 본 연구에서는 통합 네트워크 모델링과 실험적 검증을 바탕으로 삼중 음성 유방암 세포에서 FGFR4 표적 항암제에 대한 네트워크 리모델링과 그 동역학적 특성을 동정한다. 컴퓨터 모형 기반의 시뮬레이션 결과는 삼중 음성 유방암 세포인 MDA-MB-453에서 주요 종양 신호전달 분자인 AKT가 FGFR4 저해제 처리 후 매우 빠르게 재활성화 된다는 것을 예측하였다. 또한 광범위한 시뮬레이션을 통해 네트워크를 구성하는 인자(예, 신호전달 단백질)를 표적으로 하는 다양한 병행치료 효과를 분석하였다. 특히, 우리는 FGFR4와 ERBB 수용체 혹은 AKT를 동시에 저해 했을 때 강한 약물 시너지가 나타나는 반면, MAPK 저해제와는 시너지를 만들어 내지 못한다는 것을 예측하였다. 이러한 모델 예측 결과는 세포 생물학 실험으로 검증하였다. 나아가 다른 암 종의 약물 반응 특성을 분석하기 위해 상응하는 암세포의 단백질 발현 데이터를 수학적 모델에 반영함으로써 세포 특이적 모델을 생성하였고, FGFR4를 과발현 하는 간암세포인 Hep3B를 포함하는 일부 세포 그룹에서 FGFR4 저해제에 대해 종양 신호전달 분자인 ERK가 빈번히 재활성화 된다는 것을 예측하였고, 실험으로 검증하였다. 이러한 시뮬레이션 예측과 실험 검증은 약물에 대한 신호전달 네트워크의 거동이 매우 유연하고, 단백질 발현의 이질성이 약물 반응에 중요한 영향을 준다는 것을 보여준다. 결론적으로 통합 네트워크 모델 기반의 접근법은 약물에 의해 유도되는 네트워크 리모델링과 동역학에 대한 새로운 통찰을 제공하고, FGFR4 매개 암의 정밀 치료 전략을 위한 새로운 병행치료 전략을 제시한다.

Aberrant FGFR4 overexpression is a potential therapeutic target for many cancer types, including triple negative breast cancer (TNBC). However, resistance to single-agent therapy directed at FGFR4 remains a major challenge, prompting the need to identify more effective combinatorial therapeutic strategies. Here, we employed an integrative computational network modelling and experimental validation to characterise the dynamic remodelling of the FGFR4 signalling network to targeted FGFR4 inhibition in TNBC cells. We found that AKT, a major oncogenic kinase downstream of FGFR4, displayed a rapid and potent reactivation following FGFR inhibition in MDA-MB-453 TNBC cells. Through an intensive model-based simulation, analysis of multiple combination strategies directed at the network nodes and rational prioritisation, we predicted strong synergistic anti-tumour effects

by co-targeting FGFR4 with specific ErbB receptors or AKT, but not with the MAPK kinase pathway. These model predictions were subsequently corroborated experimentally. Further, incorporation of protein expression data from hundreds of cancer cell types enabled us to customize our model to other cancer cells, which predicted that while AKT rebound occurs frequently, ERK signalling rebounds instead in a subset of cell types, including the FGFR4-driven HCC cell line Hep3B. This prediction was also confirmed experimentally, highlighting the remarkable plasticity of network behaviour and the impact of protein expression heterogeneity on drug response. Our findings have provided novel insights into the dynamics and heterogeneity of drug-induced network remodelling in tumour cells and identified promising combination treatment strategies for precision treatment of FGFR4-driven cancer.

2. 정태양 (Vironova bioanalytics)

거주국 스웨덴
이메일 taeyangjung@gmail.com

학력

2010-2014 구조생물학 박사, 카이스트
2008-2010 구조생물학 석사, UST
2002-2008 생명공학 학사, 한동대학교

경력

2019-현재 Senior Scientist Electron microscopy, Vironova Bioanalytics
2017-2019 Researcher, KTH 왕립 공과대학교
2014-2017 Postdoc, 카롤린스카 연구소

연구 활동

초저온 전자현미경을 이용한 전통적인 구조규명 연구를 하였습니다. 대표적인 프로젝트는 헌팅턴 무도병을 유발하는 헌팅틴 단백질의 구조 분석을 통해 발병기작과 구조와의 관계에 대해 규명한 연구입니다. 2019년 부터 현재까지는 Vironova bioanalytics 라는 스웨덴 기업에서 유전자 치료에 활용되는 여러가지 형태의 벡터, 예를 들면, 바이러스 벡터, Lipid nano particles, 라이포솜의 구조 분석에 관한 연구를 진행 중입니다. 유전물질의 유무에 따른 파티클의 모양 변화, 내부 농도의 변화, 크기, Circularity 의 변화 등을 분석하여 약제의 개발 프로세스와 최종 약제의 효능 및 안정성을 확인하는 연구를 진행하고 있습니다. 앞으로는 타겟 파티클 혹은 바이러스를 이용한 벡터의 특성분석을 위해 최적화된 방법을 개발하고, 함께 사용하고 있는 통계적으로 유의미한 분석 소프트웨어 개발에 관심이 있습니다.



전자현미경을 이용한 유전자치료 벡터의 특성 분석

Characterizing Gene therapy vectors by using Electron microscopy

Vironova Bioanalytics

정태양 / Taeyang Jung

초저온 전자현미경은 단백질의 3차 구조를 규명할 수 있는 중요한 연구 수단으로 각광을 받고 있다. 분자 수준의 해상도와 단백질의 native form을 관찰할 수 있다는 장점을 바탕으로 난제로 여겨졌던 여러 생물학적 기작에 대해 유의미한 해답을 제시하고 있다. 본 발표를 통해 초저온 전자현미경을 이용한 다양한 생물학적 제제에 대한 분석과 그 활용 방안에 대해 소개하고자 한다.

먼저, 고해상도의 3D 구조를 규명할 수 있는 초저온 전자현미경의 전통적인 기법인 Single particle analysis (SPA) 방법을 이용하여 수행한 연구를 소개한다. 유전성 뇌질환인 헌팅턴병의 원인이 되는 돌연변이 헌팅턴 단백질의 구조를 규명하였고, 이를 정상 헌팅턴 단백질 구조와 비교 분석하였다. 또한 그에 따른 발병 기작에 대한 유의미한 가설을 제시하였다. 다음으로, 유전자치료제에 사용되는 Viral / Non-viral 벡터들의 특성을 전자현미경을 이용하여 분석하는 분야이다. 유전자 치료에 사용되는 유전물질의 density를 초저온 전자현미경을 이용하여 분석하여 약제 개발의 프로세스를 검증하고 최종 약제의 안정성과 Efficacy를 확인하는 연구를 소개하고자 한다.

본 발표를 통해 현재 사용되는 전자현미경의 기법적인 특성과 미래의 주목받는 분야 중 하나인 유전자 치료제 개발 과정에 대한 활용방안이 활발히 논의되길 소망한다.

CryoEM is the emerging structural analysis method that enables determining three-dimensional protein structure. Differing from x-ray crystallography, sub nano-structural information can be obtained in its native form in cryoEM. Many challenging problems on disease mechanisms and the important biological process can be investigated by using cryoEM. In this presentation, two applications of cryoEM will be introduced with an example research project.

First, Single Particle Analysis (SPA) is a classical high-resolution 3D structure determining method. The 3D structure of mutant human Huntingtin protein was determined by using SPA. Huntington's disease (HD), an inheriting neuronal disease, is developed by extensive polyglutamine in the N-terminus of Huntingtin. The structural differences between mutant- and, wild- huntingtin was analyzed and provided a possible explanation for the pathogenesis of HD.

Second, cryoEM can be applicable for the characterization of viral/non-viral vectors used for gene therapy. The gene therapy drug development process, the effectiveness of a drug, and the stability

of drug product can be evaluated by using cryoTEM effectively.

This presentation revealed that cryoEM is useful for both traditional protein structural study and helping gene therapy drug development and characterization.

3. 김동현 (노팅엄 대학교 약학대학)

거주국 영국
이메일 dong-hyun.kim@nottingham.ac.uk

학력

2006-2010 화학 박사, University of Manchester

2002-2004 생명공학 석사, 경희 대학교

2002-2008 농학사, 경희 대학교

경력

2020-현재 부교수, 노팅엄 대학교 약학대학

2018-현재 질량분석 센터장, 노팅엄 대학교 약학대학

2013-2019 조교수, 노팅엄 대학교 약학대학

2013-2017 질량분석 공동센터장

연구 활동

저는 현재 노팅엄 대학교 약학 대학 (QS Pharmacy and Pharmacology 랭킹 세계 5위)내 질량분석 센터를 운영하고 있으며, 센터에는 high-resolution mass spectrometry (Thermo Exactive and QExactive Orbitrap), ion trap mass spectrometry (Thermo LTQ Velos) 및 quadruple linear ion trap mass spectrometry (QTRAP 4000 and 6500)가 설치되어 있습니다. 그 외에 surface mass spectrometry 분석을 위한 atmosphere pressure-matrix assisted laser desorption ionisation (AP-MALDI)와 liquid extraction surface analysis (LESA) ion source들이 구비되어 있습니다. 제가 운영하고 있는 질량 분석 센터는 대사체학, 지질체학, 대사경로 프로파일링 및 생체지표 동정 연구 등의 질 높은 연구 환경을 제공합니다. 저는 현재 생명공학, 생물공학 및 의학분야에서의 여러 과학적 문제들을 풀기위한 질량분석 기반의 분석 기법을 개발하고 적용하는데 연구 중점을 두고 있습니다. 현재 다양한 연구 분야 (뇌종양, 면역질환, 바이오 플라스틱, 유방암, 바이오 소재, 약물전달 시스템)에서 연구비를 수주하여 (>£4.5 million) 연구 중에 있습니다. 제가 앞으로 진행하고 싶은 연구는 저희 센터에 최근에 설치된 LESA-nanoLC-MS/MS 시스템을 이용하여 아주 작은 세포조직 (지름 1mm 이하, 두께 ~4µm) 또는 몇 개의 세포 (10-20개) 만을 이용하여 대사체 프로파일링을 수행하는 것을 목표로 하고 있으며 이러한 분석 기술은 세포 또는 세포조직 기반의 연구를 하시는 연구자들에게 큰 도움이 될 것으로 생각합니다. 이 외에도 전형적인 LC-MS를 기반으로 하는 대사체 분석을 실행하고 있으므로 연구자 분들께서 가지고 계신 기술로는 풀지 못하는 세포 수준 또는 분자 수준의 연구 질문이 있으시다면 좀 더 자세한 협력연구를 의논하고 싶습니다. 저의 더 자세한 연구분야와 논문들이 궁금하시다면 아래 링크에서 확인하시기 바랍니다.

<https://www.nottingham.ac.uk/pharmacy/people/dong-hyun.kim>



인간 질병 연구를 위한 차세대 대사체 프로파일링

Next generation metabolite profiling for human disease research

School of Pharmacy, University of Nottingham

김동현 / Dong-Hyun Kim

대사체학은 생체유체, 세포 및 세포조직의 대사체 프로파일을 연구하는데 있어 큰 기여를 해왔다. 특히 대사체는 세포 또는 유기체의 대사 활동 및 유전자 발현의 특징을 잘 대변하기 때문에 대사체의 프로파일링은 세포의 생리적 특성을 파악하고, 유전형과 표현형 사이의 관계에 대한 정보를 제공한다. 그러므로 대사체 프로파일들은 여러 인간의 질병을 연구하기 위하여 폭넓게 사용되고 있다. 본 발표에서는 여러 분석 기기 (LC-MS, 3D OriSIMS, LESA-MS/MS)를 이용한 인간 생체시료 대사체 프로파일링의 적용 사례들을 다룰 것이며, 특히 소아 뇌종양 조직을 이용한 비표적 대사체 프로파일링 결과를 소개할 것이다. 본 연구에서는 소아 뇌실막세포종 재발에 관련된 중요 대사체들과 대사 경로들을 발견하였으며, 이러한 결과는 소아 뇌실막세포종 재발의 원인을 파악하는데 큰 도움을 줄 것이다. 또다른 연구 예시는 전형적인 분석기기의 단점을 극복할 수 있는 단일세포 대사체학 기법을 소개할 것이다. 본 실험에서는 여러 '단일' 대식 세포들 ('single cells' of naïve, M1 and M2)의 대사체를 분석하였다. 이 분석기법은 획기적으로 적은 수의 세포로 대사체 프로파일링을 할 수 있으며, 세포간의 대사적 차이 (cell-to-cell variance)를 연구할 수 있다는 장점이 있다. 본 연구에서는 서로 다른 종류의 대식세포를 구별할 수 있는 특징적인 대사체를 발견하였으며, 이러한 결과는 저분자 바이오 화합물들의 다양성을 보여주는 좋은 예가 된다. 이러한 질량분석기 기반의 대사체 프로파일링 기법은 시료의 개수와 크기가 제한적인 소아암 및 여러 다른 종류의 암 관련 연구에 폭넓게 사용될 수 있으며, in vitro 연구에서 세포의 개수를 획기적으로 줄여 대사체 프로파일링을 할 수 있는 큰 장점을 가지고 있다.

Metabolomics has built a rich history for the analysis of small biomolecules which represent 'metabolite profiles' in biofluid, cell and tissue extracts. Since metabolites provide the phenotypic outcome of gene expression or metabolic activity of a cell or organism, global metabolite profiling can give a rapid snapshot of the cell physiology and provide insight into relationships between genotype and phenotype. Therefore, these metabolic profiles have been increasingly used in applications for various human disease. Here, I present examples of a next generation tissue and single cell metabolite profiling using LC-MS, 3 OrbiSIMS and LESA-MS/MS. One of the examples is untargeted metabolite profiling of formalin-fixed paraffin-embedded (FFPE) paediatric ependymoma tissues. In this particular application, we were successfully able to identify key metabolites and corresponding pathways predictive of tumour relapse in paediatric ependymoma. In addition, I also present single cell metabolomics technique to overcome the limitations of the conventional tools. The technique was applied to obtain useful insight into the metabolome from 'individual' cells after in vitro differentiation into naïve, M1 and M2 macrophages with different

cytokines. This analysis strategy not only requires less sample but allows the study of cell-to-cell variance. Key characteristic metabolites for each macrophage subset were identified using a targeted approach and data driven multivariate analysis, highlighting a variety of small biomolecules. Altogether, this next generation mass spectrometry strategy has shown to be a versatile tool to perform metabolite profiling on sample-limited tissue archives and single cell.

4. 이창열 (하버드의과대학/메사추세츠 종합병원)

거주국 미국

이메일 clee102@mgh.harvard.edu

학력

2013-2019 생명화학공학과 - 공학 박사, 한국과학기술원 (KAIST)

2008-2012 화학공학과 - 공학 학사, 한양대학교

경력

2021-현재 박사후연구원, 하버드의과대학/메사추세츠 종합병원

2019-2021 박사후연구원, 기초과학연구원 나노의학연구단

연구 활동

핵산/효소공학을 기반으로 한 생체물질 검출 시스템 개발 연구를 수행해왔습니다. 현재는 시스템/장치 공학 및 임상의학 전문가들과 협업을 통해, 감염병 및 암을 표적으로 한 통합형, 현장진단 플랫폼 개발 연구를 수행 중에 있습니다. 이와 더불어, 핵산 바코드 (DNA barcode) 시스템 개발을 통한 엑소솜 (Exosome) 분석 연구를 계획 중에 있습니다. 엑소솜은 세포의 분자정보 (핵산, 단백질 등)를 담고 있는 나노소포체 (Nanovesicle)로서, 암세포 유래 엑소솜의 경우, 암세포의 특성 (암의 종류, 전이성, 항암치료 예후 등)을 반영하므로, 암 진단의 표지자 (Biomarker) 역할을 합니다. 즉, 환자 체액 내 엑소솜 분석 (액체생검)을 통해, 침습적인 조직생검을 대체할 수 있습니다. 바코드 시스템을 통해, 다량의 엑소솜 분자정보를 확보/프로파일링 (Profiling)하여 유의미한 분자정보를 선별/테스트함으로써, 유의미한 임상적 의미를 갖는 표지자 그룹을 밝혀낼 것입니다. 본 연구를 통해, 암에 대한 지속적인 추적 관리를 통한 환자맞춤형 정밀의료 (Precision medicine) 실현에 기여할 것입니다.



CRISPR 기반 형광편광측정 장치를 이용한 COVID-19 진단

Fluorescence polarization, CRISPR system for COVID-19 diagnosis

하버드 의과대학/메사추세츠 종합병원

이창열 / Chang Yeol Lee

COVID-19에 대한 주요 대처방안은 신속한 진단, 환자 격리 및 역학조사이다. 현재의 COVID-19 진단표준인, PCR 분자진단은 활용도가 대형병원/진단센터에 한정되어 있어, 대응절차 지연을 야기한다. 본 연구에서는 CRISPR Optical Detection of Anisotropy (이하, CODA) 진단시스템을 소개하고자 한다. 본 방법은 등온핵산증폭, CRISPR/Cas12a 반응 및 신호측정을 단일-단계, 단일-온도 및 단일-튜브에서 구현함으로써, '올인원 (all-in-one)' 진단 시스템을 구축하였다. 특히, 형광편광의 비율 기반 신호처리법 (ratiometric)을 통해 높은 신호/잡음비 (signal-to-noise ratio)를 확보하였다. 현장진단 (point-of-care)에 적용하기 위해, 광학전자 모듈, 온도조절 모듈 및 신호처리를 위한 미세조절장치를 통합한 소형 CODA 장치를 제작하였다. 본 시스템은 COVID-19 유래 RNA를 20분 이내, 1 마이크로리터 내 3개 유전자 수준까지 검출해낼 수 있었다. 본 시스템의 임상적용가능성 검증을 위해, 20명의 감염 의심 임상샘플을 테스트한 바, 분석결과는 병원 진단결과와 정확하게 일치하였다.

Prompt diagnosis, patient isolation, and contact tracing are key measures to contain the coronavirus disease 2019 (COVID-19). Molecular tests are the current gold standard for COVID-19 detection, but are carried out at central laboratories, delaying treatment and decision-making. Here, we describe a portable system for rapid, on-site COVID-19 diagnosis. Termed CODA (CRISPR Optical Detection of Anisotropy), the method fulfills 'all-in-one' assay, combining isothermal nucleic acid amplification, CRISPR/Cas12a activation, and signal generation in one-step, one-temperature, and one-pot. Importantly, signal detection relies on the ratiometric measurement of fluorescent anisotropy, which allows CODA to achieve high signal-to-noise ratio. For point-of-care operation, we built a compact, standalone CODA device integrating optoelectronics, an embedded heater, and a microcontroller for data processing. The developed system completes SARS-CoV-2 RNA detection within 20 min upon sample loading; the limit of detection was 3 copy/ μ L. When applied to clinical samples ($n = 20$), CODA test accurately classified COVID-19 status in concordance with the results from clinics.

5. 박광수 (마운트 시나이 의과대학)

거주국 미국

이메일 pks0804@gmail.com

학력

2014-2017 이학 박사, 건국대학교

2008-2010 이학 석사, 건국대학교

2005-2008 이학 학사, 건국대학교

경력

2022-현재 Instructor, 마운트 시나이 의과대학

2017-2022 Postdoctoral fellow, 마운트 시나이 의과대학

2010-2013 연구원, 삼성생명과학연구소

연구 활동

마운트 시나이 의과대학에 신약개발을 하는 연구실에서 주로 화학, 생화학 및 구조생물학적 지식을 기반으로 PROTAC (proteolysis targeting chimera) 이라는 새로운 기술을 연구 하고 있습니다. PROTAC에 대해서 간단히 설명하면, 저분자를 기반으로 한 물질로써 표적 단백질에 붙은 저분자 부분과 E3 ligase 단백질에 붙는 저분자 부분을 링커를 연결하여 두 단백질을 물리적으로 가까워지게 유도하는 새로운 분자입니다. 이렇게 가까워진 두 단백질은 궁극적으로 표적 단백질에 ubiquitination이 유도가 되고 유비퀴틴-프로테아좀 시스템에 의해 결국 분해 되게 됩니다. 위 기술은 기존의 저분자 약물에 비해 약물 선택성, 약물 저항성, 약물 효과 면에서 월등한 효과를 보이고 있습니다. 저는 본 연구실에서 위 기술을 이용하여 항암 단백질들을 주로 표적 하였고, 기존에 약물보다 월등히 효과가 좋은 PROTAC들을 개발하고 논문에 출판하였습니다. 그 결과 최근 3년동안 SCI 상위 저널에 8편의 논문을 출판하였고 지속적으로 추가 논문 출력이 예정 되어있습니다.

지금 PROTAC을 이용한 신약이 임상 3상에 진행 중인 점을 고려하면 앞으로 위 기술이 제 2의 항체 신약이 될 가능성도 매우 크다 생각합니다. 위 기술을 더욱 발전시킨다면 기존에 저분자 약물로 해결하지 못했던 수많은 질병 치료를 가능하게 할 것이라 믿습니다. 또한 위 기술이 지금은 단백질을 분해하는 ubiquitination 시스템을 이용하는데 많은 초점이 맞추어져 있지만, 앞으로는 ubiquitination 뿐만 아니라 acetylation, methylation 등 다양한 post-translational modification (PTM) 분야에 응용이 가능 할 것이라 생각합니다. 앞으로의 제 연구는 기존의 PROTAC을 이용한



신약개발을 좀 더 정교하고 효율적으로 할 수 있는 방향으로 지속할 예정이며, ubiquitination 뿐만 아니라 다른 PTM을 이용하여 단백질의 기능을 조절할 수 있는 새로운 모델리티 개발에도 초점을 맞춰 연구를 진행하려고 합니다.

질병 치료제로써의 저분자 기반 단백질 분해기술에 대한 소개 및 미래방향
Emerging of small molecules inducing targeted protein degradation (TPD)
as a novel therapeutic modality

마운트 시나이 의과대학
박광수 / Kwang-Su Park

프로탁 (PROTAC) 이라고 불리는 저분자 기반 단백질 분해 기술 (TPD technology)이 최근 새로운 치료제 모델리티로 각광받고 있습니다. 단백질 분해 기술이 흥미로운 분야인 만큼 LYTAC, AUTAC 그리고 hydrophobic tag 등 수 많은 유사 기술들 세상에 나오고 있습니다. 기존의 저분자 치료제들은 약물 선택성, 약물 저항성 그리고 undruggable 단백질 표적 등에 대해서 한계점을 보이고 있는 반면 단백질 분해 기술은 위 한계점들을 극복할 수 있는 가능성을 보여주었습니다. 최근 프로탁 약물 중 하나가 임상 3상에 있는 것을 고려하면 앞으로 위 기술이 곧 중요한 치료제 모델리티 중 하나가 될 것으로 예상됩니다. 오늘 발표를 통해 위 기술의 원리와 가치를 소개하고 앞으로 미래 방향에 대해서도 논의 해보고자 합니다.

Since Proteolysis Targeting Chimeras (PROTACs) has emerged, various approaches including Lysosome Targeting Chimeras (LYTACs), autophagy-targeting chimera (AUTAC) and hydrophobic tag have been tried to achieve the degradation of targeted proteins. Those protein degradation technologies have been increased an interest, owing to potential advantages over conventional inhibitors with respect to off-target effect, drug-resistance and targeting undruggable targets. Considering the clinical stage of the leading PROTAC, which is in clinical stage III, this technology will be the promising approach for crossing the hurdles of present drug discovery. Here, I would like to share the concept of this technologies and potential future applications.

6. 김태형 (University of New Mexico School of Medicine)

거주국 미국

이메일 bioholic@gmail.com

학력

2006-2011 Biomedical Science 박사, 노스캐롤라이나 주립대학교

2003-2005 분자의학 석사, 서울대학교 의과대학

1998-2002 생명과학 학사, 성균관 대학교

경력

2020-현재 조교수, 뉴멕시코 대학교 의과대학(UNM)

2014-2020 포스트닥, 캘리포니아 대학교 로스 엔젤레스 (UCLA)

2012-2014 포스트닥, 노스캐롤라이나 대학교 채플힐 (UNC Chapel Hill)

2011-2012 선임연구원, 목암 생명공학 연구소

연구 활동

석사과정 동안에는 서울대학교 의과대학 생화학교실의 서정선 교수님과 현재 인하대학교에 계시는 이재선 교수님의 지도하에 핸드폰 전자파가 생체에 끼치는 영향을 생쥐모델로 연구했습니다. 박사과정 동안에는 North Carolina State University의 Jonathan Horowitz 교수님 지도하에 Sp2 전사인자가 암유발 유전자임을 밝히는 연구를 수행했습니다. Sp2가 피부세포에서 과발현 되도록 유전자 변형 생쥐를 만들어서 물리적, 화학적 자극을 받았을 때 피부종양이 늘어나는 것을 보임으로써 Sp2의 oncogenic 효과를 처음으로 밝힌 논문이 Cancer Research에 출판되었습니다.

University of North Carolina at Chapel Hill에서의 첫번째 포스트닥 기간에는 Yanping Zhang 실험실에서 p53이 대사 스트레스 반응을 조절하는 메커니즘을 Mdm2 knock-in mutant 생쥐를 이용하여 연구했습니다 (Cell Reports, 2017). University of California, Los Angeles (UCLA) 에서의 두번째 포스트닥 기간에는 Amy Rowat 실험실에서 beta-adrenergic 신호체계가 (1) 유방암 세포의 전이를 촉진시키는 조절 메커니즘 (J Cell Sci, 2016) 그리고 (2) 면역세포의 기능 조절 메커니즘을 (FASEB J, 2019) 기계생물학 관점에서 설명하는 연구를 수행하였습니다.

2020년 8월에 시작한 UNM의 제 실험실에서는 암세포와 면역세포의 기계적 특성들을 조절하는



신호전달 체계를 연구하고 있습니다. 현재 가장 잘 알려진 세포의 기계적 특성 조절 신호전달 체계는 F-actin 세포골격 조절 신호와 RhoA, Rac, Cdc42와 같은 GTPase를 통한 신호전달을 통해서 myosin 단백질을 조절하는 신호입니다. 지난 2년간의 연구를 통해서 세포 밖 glucose 농도에 따라서 유방암 세포의 기계적 특징들이 변한다는 점을 발견했고, glucose 대사가 어떠한 경로로 세포의 기계적 특징 및 기능을 조절하는지 메커니즘을 연구하고 있습니다.

앞으로는 glucose 뿐만 아니라 세포의 기계적 특성을 조절하는 다양한 생화학적 신호들을 발굴하고자 합니다. 호르몬이나 대사물질 등과 같은 외부로부터의 다양한 신호를 세포가 기계적 특성 조절에 반영시키는 메커니즘을 밝히고, 이러한 세포생물학적 지식을 이용하여 세포기능을 조절하는 방법을 개발하여 암이나 대사질환 치료에 도움이 될 새로운 표적물질을 찾고자 합니다.

글루코스에 의한 유방암 세포의 기계적 특성 조절

Glucose alters mechanotypes of human breast cancer cells

뉴멕시코 대학교

김태형 / Tae-Hyung Kim

세포의 기계적 특성은 주로 세포의 수축력과 변형성에 의해 조절되는데, 특히 암의 전이 과정에서 암세포의 기계적 특성이 암전이에 영향을 끼치게 된다. 암세포는 전이를 하면서 조직의 다양한 미세환경에 노출되어 산소, 호르몬, 글루코스 등과 같은 생화학적 신호들의 농도 변화를 경험하게 되는데, 이러한 생화학적 신호들이 암세포의 기계적 특성을 조절할 수도 있다. 본 연구팀이 개발한 PMF라는 기술은 세포의 기계적 특징들 중 변형성을 신속하게 측정할 수 있는 방법이다. PMF를 이용하면 수 십 가지의 약물을 처리한 세포들의 변형성을 동시에 측정함으로써 빠른 시간 안에 세포의 변형성 변화를 측정할 수 있게 되므로, 이러한 세포 변형성을 조절하는 생화학적 신호 식별 및 분자적 신호전달 체계를 규명하는데 도움이 된다.

이번 연구에서는 PMF 외에도 다양한 세포의 기계적 특성을 측정하는 기술들을 이용하여 글루코스가 유방암 세포의 기계적 특징들을 바꿀 수 있음을 밝혔다. 세포밖 글루코스 농도가 높아지면, 유방암 세포는 보다 더 경직되어서 세포 변형성이 줄어들었다. 또한 글루코스 농도가 높을 때 수축력도 향상되었는데, 이러한 기계적 특성의 변화는 세포의 이동성 증가와 상관관계가 있었다. 분자 수준에서는, 높은 글루코스 농도가 세포내 F-actin을 증가시키고 myosin 단백질의 활성을 증가시키는 것을 발견하였으며, 이러한 변화는 RhoA-ROCK 신호전달 체계를 통해서 이루어진다는 것을 밝혔다.

추후 연구 주제들은 다음과 같다: (1) 증가된 세포밖 글루코스 및 증가된 glycolysis가 어떻게 RhoA-ROCK 신호전달 체계를 활성화 시키는지 자세한 신호전달 체계 규명. 현재로서는 cAMP가 중요한 신호전달 물질로 파악되었으며 이쪽을 중심으로 연구할 계획이다. (2) 세포의 기계적 특징을 조절하는 또 다른 생화학적 신호들 발굴. cAMP 양을 조절할 수 있는 신호들은 (예를 들어 glucagon과 같은 GPCR 신호 활성화 물질들) 세포의 기계적 특성을 바꿀 것으로 예상된다. (3) 암세포 뿐만 아니라 다른 세포 종류들에서도 기계적 특성 변화가 세포의 기능에 끼치는 영향 연구. 특히 면역세포는 면역반응을 위해 조직 내로 침투해야 되므로, 이러한 세포 이동에 영향을 끼치는 기계적 특성 연구.

The mechanical properties, or mechanotypes, of cells are largely determined by its deformability and contractility. The ability of cancer cells to deform and generate contractile force is critical in multiple steps of metastasis. During metastasis, cancer cells experience a variety of soluble cues such as oxygen, hormones, and

glucose with wide range of their concentrations. These soluble cues may act as a regulator of cellular mechanical properties in cancer cells.

Previously, we have developed an innovative high-throughput whole cell mechanotyping technique, called parallel microfiltration (PMF) assay. PMF enables simultaneous measurements across hundreds of samples in a multiwell plate format thus allows us to dissect multiple signaling pathways which may impact cell mechanotypes. In this study, using PMF and other methods we show that human breast cancer cells become stiffer and more contractile with increased extracellular glucose levels (>5 mM) in a concentration-dependent manner. Those altered cell mechanotypes are due to increased F-actin rearrangement and non-muscle myosin II (NMII) activity. We identified RhoA-ROCK-NMII axis plays a major role in regulating cell mechanotypes with high extracellular glucose levels, whereas calcium and myosin light chain kinase (MYLK) are not required. The altered mechanotypes are also associated with increased cell migration and invasion.

7. 박소영 (오사카대학교 번역학 프론티어 연구센터)

거주국 일본

이메일 spark@ifrec.osaka-u.ac.jp

학력

2006-2009 이학연구과 이학박사, 교토대학교

2003-2005 화학과 이학석사, 한국과학기술원 (카이스트)

1998-2002 화학과 이학사, 이화여자 대학교

경력

2021-현재 부교수, 오사카대학교

2012-2021 조교수, 교토대학교

2010-2011 일본학술진흥회(JSPS) 외국인특별연구원, 교토대학교

2009-2010 박사후연구원, 교토대학교

연구 활동

저는 유기화학을 기반으로 생명 과학 분야 개척에 도전하여 DNA를 기반으로 하는 인공 효소 (DNA hybrid catalysts/DNA metalloenzymes)와 다양한 형광 핵산 프로브 (fluorescent nucleic acid-based probes)를 개발하여 왔습니다. DNA 하이브리드 촉매는 기존의 단백질 기반 촉매와 비교해서 열적/화학적 안정성이 뛰어나며 유기용매 존재하에서도 재사용이 가능한 환경 친화적 촉매로 각광받고 있는 새로운 형태의 촉매입니다. 저는 지난 10년간 교토대학교에서 연구팀을 이끌면서 DNA 하이브리드 촉매 안의 포켓 구조에 관한 설계 전략과 DNA 이중나선에 Cu(II)이온을 내포하는 리간드 없는 DNA 금속 효소를 세계 최초로 보고하면서 DNA 하이브리드 촉매 분야를 선도하고 있습니다. 또한 생화학 분야의 최첨단의 연구테마 중 하나인 인공 핵산의 개발과 응용 연구를 진행하고 있습니다. 대표적인 연구로는 높은 양자효율을 가지는 형광DNA thdG, 2'-OMe-thG, thdT, ^{diox}T의 개발과 DNA 나노온도계로서의 응용 등이 있습니다. 최근에는 thdG와 tC로 구성된 Watson-Crick 염기 FRET 시스템도 세계 최초로 창안하여 뉴클레오솜에 적용하는 방법도 제안하였습니다. 작년 8월부터는 오사카 대학 번역학 프론티어 연구센터에 이동하여 번역반응을 조절하는 핵산 의약품 개발이라는 새로운 프로젝트를 시작하여 연구를 진행하고 있습니다.

이번 세미나에서는 제가 최근에 새롭게 개발한 아미노산-핵산 하이브리드 분자의 개발 과정과 새로운 분자시스템을 이용하여 진행하고 있는 응용 연구를 소개하려고 합니다. 이번 기회를 통해서 다양한 분야의 연구자들과 공동 연구를 할 수 있기를 희망합니다. 감사합니다.



새로운 바이오하이브리드 소재로서의 아미노산-핵산하이브리드(ANHs)의 개발 및 응용

Development and application of amino acid-nucleic acid hybrids (ANHs) as New Biohybrid Materials

오사카대학교 면역학 프론티어 연구센터

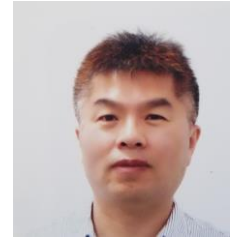
박소영 / Soyoung Park

핵산 올리고머에 대한 화학적 변형은 새로운 기능을 부여하고 생체 분자의 다양성을 확장할 수 있는 유용한 전략이다. 이에 따라 올리고뉴클레오타이드의 화학적 변형을 위한 다양한 방법이 활발히 연구되고 있다. 최근, 우리는 D-트레오니놀 링커를 통해 DNA 올리고뉴클레오타이드에 다양한 기능적 도입하는 합성 방법을 확립하고, 아미노산-핵산 하이브리드 (ANH)라고 부르는 새로운 바이오 하이브리드 분자 시스템을 고안하였다. 히스티딘을 함유한 DNA는 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)(ABTS) 산화 반응 뿐만 아니라 DNA 하이브리드 촉매로서 우수한 금속 결합 능력과 뛰어난 촉매 성능을 보였다. 또한 DNA 올리고뉴클레오타이드에 아미노산 잔기를 결합하면 핵산의 고유한 특성을 유지하면서 여러가지 기능을 첨가할 수 있다는 점에 착안하여 ANH 분자를 DNA 앵타머로 활용하는데 성공하였다. 이 강연에서는 다목적 바이오 하이브리드 재료인 아미노산-핵산 하이브리드(ANH)의 합성, 물성평가 및 응용에 대해 논의하려고 한다.

Chemical modifications on innate nucleic acids with a functional moiety can significantly improve their features and give an opportunity for expanding diversity of biomolecules. We are exploring the potential of DNA through a systematic modular strategy for chemical modification of oligonucleotides. Very recently, we have established a modular approach to incorporate various functional moieties into DNA oligonucleotides via an acyclic D-threoninol linker. By using this modular strategy, we have devised a family of unique biohybrid molecules that we termed amino acid-nucleic acid hybrids (ANHs). Histidine-containing DNAs showed superb metal-binding ability and excellent catalytic performance in DNA-based asymmetric catalysis as well as 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS) oxidation reactions. The incorporation of amino acid residues into DNA oligonucleotides endows new functions without disrupting the intrinsic features of nucleic acids. These results encouraged us to exploit ANH molecules as DNA aptamers.

In this talk, I will introduce the synthesis, characterization, and application of versatile biohybrid materials, amino acid-nucleic acid hybrids (ANHs).

8. 정태희 (AMD)



거주국 미국

이메일 taehee77@gmail.com

학력

- 2006-2011 Electrical and computer engineering 박사, Carnegie Mellon 대학교
- 2003-2006 Materials Science and Engineering 석사, Pennsylvania State University 대학교
- 1993-1995 재료금속공학과 석사, 포항공과 대학교
- 1989-1993 세라믹공학 학사, 인하 대학교

경력

- 2022-현재 Senior member of technical staff, AMD
- 2019-2022 Senior staff machine learning engineer, Xilinx
- 2018-2019 Principal data scientist, OpenText
- 2016-2018 Senior data scientist, Xilinx
- 2012-2016 Senior Quantitative Data Analyst, HGST(now Western Digital)
- 2011-2012 Visiting researcher, NIST
- 1995-2003 선임연구원, LG전자기술원

연구 활동

지난 10년간은 인공 지능 기술이 새로운 신경망 아키텍처(neural architecture)나 알고리즘 개발에 초점이 맞추어졌다면, 앞으로의 10년은 인공 지능 기술의 응용 분야의 확장, 즉, 인공 지능 기술이 적용되는 영역을 확장하는 방향으로 기술 개발이 진행될 것이라고 예측할 수 있습니다. 이러한 측면에서 인공 지능의 최적화 기술은 매우 주목되는 연구 분야입니다. 인공 지능의 최적화 기술은 기존에 이미 훈련된 딥러닝 모델을 제한된 컴퓨팅 자원을 가진 에지 디바이스 또는 on-premises에서 어떻게 효율적으로 실행(inference)시킬 것인가 하는 데에 목적을 두고 있다. 이를 위해서는 모델의 파라미터 수를 줄여 모델의 스토리지 공간을 줄이고, 총 연산 작업 및 메모리 액세스 수를 줄임으로써 모델의 계산 속도를 높여야 합니다. 인공지능, 즉 딥러닝 모델의 최적화에 주로 적용되는 기술들로는 양자화(quantization), 신경망 가지치기(neural network pruning) 및 신경망 아키텍처

검색(neural network search) 등이 있습니다.

“인공지능이 또다른 인공지능 모델을 설계하게 할 수는 없을까?” 이러한 기술을 신경망 아키텍처 검색(Neural Architecture Search, NAS)이라고 부릅니다. NAS를 구현하는 기술들로는 강화학습(Reinforcement Learning) 및 진화 알고리즘(Evolutionary Algorithm), 크게 두 가지가 존재합니다. 본 세미나에서는 NAS의 기초원리와 진화 알고리즘에 대해 설명하고자 합니다.

진화 알고리즘을 이용한 인공지능 모델의 설계

Design of Artificial Intelligence model using evolution algorithm

AMD

정태희 / Taehee Jeong

인공지능이 또다른 인공지능 모델을 설계하는 것에 대해서 최근에 학계와 산업계에서 많은 관심을 가지고 연구되고 있다. 이러한 기술을 신경망 아키텍처 검색(Neural Architecture Search, NAS)이라고 부른다. NAS를 구현하는 기술들로는 강화학습(Reinforcement Learning) 및 진화 알고리즘(Evolutionary Algorithm), 크게 두 가지가 존재한다. 본 웨비나에서는 NAS의 기초원리, 특히 진화 알고리즘에 대해 설명하고, NAS 기술동향에 대해서 소개하고자 합니다.

Recently, a lot of interest has been studied in academia and industry about AI designing another AI model. This technique is called Neural Architecture Search (NAS). There are two major technologies for implementing NAS: reinforcement learning and evolutionary algorithms. In this webinar, we would like to explain the basic principles of NAS, especially the evolutionary algorithm, and introduce NAS technology trends.

9. 이민성 (일루미나)

거주국 미국

이메일 rheems@gmail.com

학력

2003-2008 화학공학 박사, 미시간 대학교 (앤아버)
2005-2008 생명정보학 석사, 미시간 대학교 (앤아버)
2002-2004 생물공학 석사, 미시간 대학교 (앤아버)
1996-1997 화학공학 석사, 스탠퍼드 대학교
1993-1996 화학공학 학사, 서울대학교

경력

2015-현재 Senior Staff Engineer, 일루미나
2012-2015 Post-doc, Sandia National Laboratories
2009-2012 Post-doc, MIT, Harvard Medical

연구 활동

석박사과정부터 시작해 20년동안 학교, 연구소, 생명공학기업을 다니며 미세유체역학 (microfluidics)을 기반으로한 다양한 응용기술을 개발해왔습니다. 포터블 전염병 진단키트 (lab-on-a-chip), 블럭구조 미세유체장치, 미세유체기반 비전자기 컴퓨터, 미세유체역학을 이용한 항암제 전달체 제조공법, 액적기반 미세유체역학을 이용한 단일세포 염기서열분석법, NGS 시스템에서의 시약유체전달 및 프로토콜개발 등의 연구를 진행해왔습니다. 코센 포럼을 통해, NGS 시스템에서 염기서열분석을 위해 사용되는 다양한 시약들이 어떤 방식으로 준비되고, 혼합되며, 전달되는지 상세히 소개하고자 합니다.



일루미나 시퀀싱 기술 발전에서 미세유체역학의 중요성

The importance of microfluidics towards advances in Illumina sequencing technology

Illumina, Inc.

이민성 / Minsoung Rhee

지난 수십년간 일루미나의 NGS 기술은 연구영역에서 임상영역까지, 불과 수 개의 염기에서 수십억 개의 염기서열까지 광범위하게 적용되고 있다. NGS 기술은 하나의 기기에서 대단위의 병렬 데이터를 수집하여 게놈당 미화 100불이내의 비용으로 게놈, 전사체, 메타게놈 등의 서열 분석을 가능하게 하고 있다. 서열분석 속도를 늘리고, 비용을 줄이기 위해서는, 더 효율적인 화학반응과 더욱 빠른 이미징이 필요하지만, 더 빠른 유체전달 역시 중요하다. 일루미나의 NGS 기술은 20가지에 이르는 다양한 시약을 서열분석이 일어나는 Flow Cell까지 수백번 반복 전달하는 과정으로 구성된다. 이러한 시약 전달과정은 전체 서열분석 시간의 20-30% 정도를 차지한다. 시약 전달과정은 분석시간뿐 아니라 분석비용에도 큰 영향을 미친다. 고가의 시약들은 전체 소모품 비용의 90% 가량을 차지하기 때문에, 정확한 양의 시약을 반복하여 전달하는 기술은 시약의 사용량을 크게 줄일 수 있어 상당한 비용절감 효과를 불러올 수 있다. 일루미나의 시약 전달과정은 본질적으로 극소량의 흐름을 다루는 미세유체역학의 영역에 해당한다. 이번 발표에서는 가까운 미래에 \$10 게놈을 목표로 한 일루미나의 첨단 미세유체역학기능 개발노력을 리뷰해 보고자 한다.

Illumina's Next-Generation Sequencing (NGS) technology has been widely adopted in the last few decades for numerous applications from research to clinical, ranging from several to billions of bases. NGS offers massively parallel data collection that enables genome, transcriptome, or metagenome sequencing to be performed with a single instrument at a cost of less than \$100 per genome. To further increase the sequencing speed and reduce the cost, the more efficient chemistry and the faster imaging would be required as much as the fast fluidics. Illumina's NGS technology consists of hundreds of repeated cycles of up to 20 different reagents delivered to the flow cell where incubation and imaging take place. In typical, the fluidic time is responsible for about 20-30% of the total sequencing run time. Fluidics not only impacts on sequencing time but also administrates the cost, where 90% of the total sequencing run cost comes from the expensive sequencing reagents. Precise and reproducible delivery of reagents will greatly reduce the required volume of reagents. Illumina's NGS instruments deal with all reagent flow in the microfluidics regime in nature, which enables the manipulation of liquid at extremely small volumes. We will review the latest Illumina's efforts in developing more advanced microfluidic functions, enabling \$10 per genome in the future.

10. 김동준 (University of Washington)

거주국 미국

이메일 nimuedj@gmail.com

학력

2016-2020 기계공학 박사, Georgia Institute of Technology

2010-2012 기계공학 석사, Purdue University

2006-2010 생산공학 학사, Yokohama National University

경력

2022-현재 박사 후 연구원, University of Washington

2020-2022 박사 후 연구원, U.S. Food and Drug Administration (FDA)

2012-2016 연구원, LG 전자 생산기술원

연구 활동

저는 학사 (CAD), 석사 (Fluid power), 산업체 (Computational Fluid Dynamics) 경력을 통해 전산 기반의 기계 설계와 유체 역학적 해석 기반을 쌓고, 이를 박사 기간 동안 개발한 실험법과 결합하여 심혈관 질환 (Cardiovascular disease) 을 연구하고 있습니다. 심혈관 질환은 북미나 세계적으로 가장 주된 사망 원인으로 꼽히고, 한국에서도 암에 이어 두번째 주된 사망원인으로 집계되고 있습니다. 그 중에서도 특히 혈전증은 뇌졸중이나 심장마비를 일으키며, 예측이 어렵고 치료법도 마땅치 않은 것이 현실입니다. 저는 박사과정을 통해 혈액의 유체역학적 (혈류역학적) 특성에 따른 혈전 형성 메커니즘, 혈전의 기계적 특성, 그리고 새로운 혈전 용해제를 개발하는 연구를 하였습니다. 그 과정에서 *in situ* computational flow modeling, *in vitro* flow circuit (glass tube and microfluidics), *in vivo* mice model 기법들을 개발하였고, 이는 미국 식약청 (U.S. FDA) 에서의 박사 후 연구과정으로 이어지는 데에 큰 도움이 되었습니다.

COVID19 백신 중에 혈전을 형성하는 부작용을 수반한 백신이 화제가 되었습니다. 미국 식약청은 환자들에게 안전한 약을 빠른 시간 안에 제공하는 것이 제일 큰 목표이기에, 저는 관련하여 특정 약물이 혈전 형성의 위험이 있는지 사전에 판단할 수 있는 *in vitro* regulatory tool 을 개발하는 연구를 했습니다. 이 프로젝트는 U.S. FDA 의 CDER (약학), CDRH (의료기기), CBER (동물실험), 그리고 University of Maryland (동물실험) 협업하여 이뤄졌고 제가 중간 다리 역할을 해야 했기에 제가 쌓



은 박사과정 동안의 다양한 경험이 많은 도움이 되었습니다. 재밌는 점은, 제가 연구한 현상들이 혈액의 유체역학적인 인자들과 밀접한 관련이 있다는 점입니다. 이제 두번째 박사 후 연구과정을 University of Washington 에서 시작하게 되었고, 기존에 사용하던 *in vitro* 기법에 세포와 인공혈관을 추가하여 연구 기술 및 분야를 확장할 계획입니다.

저는 제 연구 결과가 의료진들과 환자들에게 도움이 되는 것을 연구 계획의 중심으로 삼고 있습니다. 연구에 정진하여 심혈관 질환의 원인을 규명하고, 새로운 치료법이나 치료제를 개발하는 것이 목표입니다.

혈류역학적 특성으로 인한 혈전 형성 및 용혈 현상

Hemodynamics driven thrombosis and blood damage

University of Washington

김동준 / Dongjune Kim

혈액은 유체로서 온 몸을 순환하며 산소와 영양소를 공급하는 역할을 합니다. 순환 과정에 있어서 각기 다른 혈관이나 유동 조건에 따라 혈액은 반응을 달리 하며, 때로는 질병을 유발하기도 합니다. 대표적으로, 유체역학적인 면찰 속도 (shear rate) 조건에 따른 동맥 경화증, 혈전 형성으로 인한 뇌졸중과 심장마비, 그리고 용혈 현상 (Hemolysis) 등을 들 수 있습니다. 급성 동맥 혈전증의 경우, 협착성 동맥에 혈전이 형성되어 발생합니다. 폐색성 동맥 혈전의 경우 혈류를 멈출 수 있으며, 경동맥이나 관상 동맥에 일어날 경우 뇌졸중이나 심장마비를 유발합니다. 이러한 폐색성 동맥 혈전증은 기존에 우리가 피부에 상처를 입었을 때 볼 수 있는 적색 혈전과는 달리, 하얀 혈전으로 인해 일어납니다. 적색 혈전은 적혈구가 대부분을 차지하기 때문에 빨강계 보이지만, 하얀 혈전은 적혈구가 거의 없고 대신 혈소판으로 이루어져 있기에 하얗게 보이게 됩니다. 적혈구보다 훨씬 작은 혈소판이 혈관을 막을 만큼 응집하는 데에는 von Willebrand Factor (VWF) 라는 매우 긴 단백질이 중요한 역할을 합니다. 이 단백질은 콜라겐과 같은 끈끈한 표면에 부착하여 높은 면찰 속도 조건에서 둥근 형태에서 긴 사슬 형태로 변화합니다. 이러한 형태 변화는 혈소판을 더욱 빠르게 응집시킬 수 있게 하고, 응집된 혈소판은 또 VWF를 방출하며 모든 프로세스를 빠르게 반복하게 됩니다. 이 과정은 매우 빨라서, 발병 후 혈관 폐색까지 한시간이 안 걸리며, 뇌졸중이나 심장마비를 예측하기 힘들게 하는 원인이기도 합니다. 폐색성 동맥 혈전증에 있어서 유체역학적인 면찰 속도가 중요하듯이, 용혈 현상에 있어서도 면찰 속도 혹은 면찰 응력 (shear stress) 가 중요한 역할을 합니다. 기존에 안전하다고 생각되었던 고분자 중합체가 다른 면찰 속도 조건 하에서 다른 혈전 형성성 (thrombogenicity) 와 용혈성 (hemolytic potential) 을 나타내는 것이 밝혀졌습니다. 이는 신약을 개발함에 있어서 중요한 검사항목이 될 것으로 생각하고 있습니다.

As a fluid, blood circulates inside a body and transports oxygen and nutrient. During circulation, blood reacts to different vessels and fluid mechanical conditions, sometimes leading to pathological conditions. Shear rate is well-known fluid mechanical parameter that affects atherosclerotic plaque development, acute thrombosis that leads to stroke and heart attack, and hemolysis. Acute arterial thrombosis is a pathological condition where a blood clot forms in a stenotic artery. The clot can interrupt or even stop the blood flow once the clot becomes occlusive. Occlusive arterial thrombosis in a carotid or coronary artery can result in an ischemic stroke or myocardial infarction, which are the leading causes of death worldwide. Arterial thrombosis is caused by white clots which are different than the typical red clots which we observe when we had a skin wound. The red clot is mostly red blood cells where the white clot is composed of platelets. Ultra-long protein, von Willebrand Factor (VWF) plays a critical role to aggregate a large number of platelets and making

occlusive thrombus. VWF changes its morphology under a high shear rate from globular form to elongated form which has more binding sites for platelets to adhere to. Adhered platelets release VWF and this becomes a feedback loop and rapid process, which results in an occlusive blood clot formation in under an hour and cessation of the blood flow in the arteries. Shear rate or shear stress is important for hemolysis as well. High molecular weight polymer has been thought to be an intact substance, but it became known that high molecular weight polymer can induce thrombosis and hemolysis under different shear rate conditions. This can become a new criterion for novel drug development.

11. 심정욱 (University of Leeds)

거주국 영국

이메일 jushim67@hotmail.com

학력

2001-2007 물리학 박사, Brandeis University, USA

1990-1992 물리학 석사, 서울대학교

1986-1990 물리학 학사, 연세대학교

경력

2013-현재 Lecturer, University of Leeds, UK

2012-2013 Research Fellow, University of Glasgow, UK

2007-2012 Research Fellow, University of Cambridge, UK

2003-2005 Researcher, Harvard University, USA

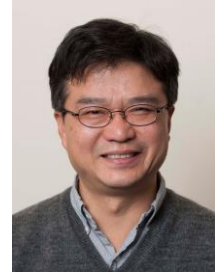
1994-2001 Senior Engineer, Samsung Electronics, Korea

연구 활동

저는 생물학적 시스템의 정량적 연구를 용이하게 하는 미세유체학을 사용하여 세포에서 분자에 이르는 생물학적 시스템을 연구하는 데 관심이 있습니다. (1) *C.elegans* 의 신경망 연구, (2) 질병의 존재를 매우 매우 민감하게 식별하는 기술 개발, (3) 유도 진화를 (Directed Evolution) 위한 단일 분자 수준에서 단백질의 분자 구조 분석 및 연구를 수행할 수 있는 미세 유체 플랫폼을 개발하고 있습니다. 또한, (4) 대기중 구름을 형성시키는 얼음 핵 생성 입자를 측정하는 방법을 개발하고 있습니다.

현재 진행중인 주요 프로젝트는 다음과 같습니다.

- 단일 동물 연구
- 미세 유체 생체 진단
- 얼음 핵 생성 입자의 정량화
- 단일 단백질 분자 생물 물리학
- 합성 생물학을 위한 미세 유체 기술



생명공학 연구를 위한 microfluidics 개발

Microfluidics for Biology and Beyond

University of Leeds, Leeds, United Kingdom

심정욱 / Jung-uk Shim

우리는 미세유체 기술을 (microfluidic droplets) 개발하여 단일 세포에서 내에서 발현되는 효소 단백질의 양과 활성화 정도를 동시에 측정하여 단백질을 연구할 수 있는 방법을 제시했습니다.[1] 이 방법을 사용하면 동일한 환경 조건에 노출된 여러 세포의 각각의 반응 정도를 (single cell study) 분석할 수 있습니다. Device 를 만드는 재료인 폴리-디메틸실록산의 투과성은 디바이스에 포획된 세포에 호르몬과 같은 작은 분자를 전달한 후 그 반응을 조사하는 연구를 가능하게 할 수 있기 때문입니다.[2, 3] 이 기능을 사용하면 의도적으로 변경되는 화학물질(조절자)에 따른 개별 세포의 반응을 연구할 수 있습니다.

디바이스 내에서 만들어지는 물방울을 소형화하여 (picoliter volume) 더 작은 개별 생명물질을 (single protein molecules) 연구 했습니다. 단일분자 형광검출 방법을 이용하여 단일 단백질 분자를 감지하고 특성을 연구할 수 있습니다.[4, 5] 이를 위해 우리는 단일 분자 FRET 을 측정했으며 단백질의 구조적 변화(펼침/재접힘)를 연구할 수 있음을 보여 주었습니다.

우리는 매우 적은 크기의 물방울을 (femtoliter volume) 만들고 다룰 수 있는 미세유체 기술을 개발 했습니다. 이 디바이스에 비드 기반 항체 결합 분석방법을 (Bead based ELISA) 적용하여 개별 효소 분자의 숫자를 측정하는 분석 능력을 확보하여 낮은 농도의 바이오마커를 정량화 할 수 있음을 보여 주었습니다. 이 새로운 방법은 표준 ELISA 보다 훨씬 더 민감하게 (10^6 배) 암 바이오마커의 존재를 식별할 수 있습니다.[4]

우리는 또한 형광 현미경으로 (epi-fluorescence microscope) *C. elegans* 에서 양측 화학감각 뉴런을 동시에 관찰할 수 있는 회전 가능한 미세유체 장치를 개발했습니다.[6] 우리는 ASHL과 ASHR 사이의 갭 접합 결합이 유해한 자극에 대한 반응을 동기화한다는 오랜 가설을 뒷받침하는 실험적 증거를 제시합니다.

I present a microfluidic technology to probe the specific activity of protein expressed by single cells by simultaneously monitoring the amount of expressed protein and its enzymatic activity.[1] This approach allows the analysis of cells that were exposed to identical environmental condition. The permeability of the device material, poly-dimethylsiloxane, can be exploited to deliver hormone-like small molecules to droplets encapsulating cells.[2, 3] This capability enables the study of the response of individual cells to different regulators by deliberately changing the chemical environment of droplets. In further miniaturization the study of much smaller individual species was

made possible by single molecule fluorescence detection in microfluidic system. This study has enabled us to detect and characterise single biological molecules.[4, 5] To this end I have performed single molecule FRET measurement and shown that the time-dependent kinetics of conformational change (unfolding/refolding) of proteins can be followed by encapsulating protein molecules in droplets of denaturant. A microfluidic immunoassay will be discussed, which enabled quantification of a very low abundance biomarker by the ability of a droplet assay to directly count individual enzyme molecules in a bead-based antibody binding assay. This approach is able to identify the presence of a cancer biomarker significantly more sensitively than the standard ELISA.[4] We also develop a rotatable microfluidic device that enables us to observe bilateral chemosensory neurons simultaneously in *C. elegans* with an epi-fluorescence microscope.[6] We present experimental evidence in support of the long-standing hypothesis that the gap junctional coupling between ASHL and ASHR synchronises their responses to noxious stimuli.

References

- [1] Shim et al., J. Am. Chem. Soc., 2007. 129(28)
- [2] Shim et al., J. Am. Chem. Soc., 2009. 131(42)
- [3] Shim et al., Lab Chip, 2011. 11(6)
- [4] Shim et al., ACS Nano, 2013. 7(7)
- [5] Sheard et al., ACS Nano, 2019. 13(2)
- [6] Chung et al., Microfluid. Nanofluidics, 2020. 24(8)

12. 박성모 (The Hospital for Sick Children)

거주국 캐나다

이메일 psungmo@gmail.com

학력

2008-2014 생명과학 신경생리전공 박사, 서울대학교

2002-2006 생명과학 학사, 중앙대학교

경력

2021-현재 Research Associate, The Hospital for Sick Children

2014-2021 Post-doc fellow, The Hospital for Sick Children

연구 활동

학위과정 동안, 저는 공포기억을 관장하는 뇌 부위인 편도체에서 공포기억의 형성과 소거, 재현 시에 신경세포들 간의 시냅스를 관찰하였습니다. 전기생리학을 이용하여, 시냅스의 강화와 약화를 관찰하였습니다. 공포기억을 형성한 쥐의 편도체에서 시냅스의 강화가 일어난 것을 보았고, 공포기억이 소거된 후에는 그 강화가 약화되는 것을 보았습니다. 그리고, 공포기억 형성 시에 공포 조건화 반응에서 사용되는 요소가 다양해질 경우, 시냅스 강화의 형태가 다르게 일어나는 것을 함께 관찰하였습니다.

포스닥 기간 동안, 제가 수행했던 연구는 기억세포의 형성과 활성 조절입니다. 학위과정 때, 수행했던 뇌 부위인 편도체에서 무작위로 선택된 신경세포가 기억세포(Engram)이 될 수 있다는 것을 발견하였습니다. 이를 위해, 행동실험과 바이러스 주입 수술, 광유전학(Optogenetics) 등을 이용하였습니다. 선택된 신경세포의 신경흥분성이 기억세포가 되기 위한 중요한 요소라는 것을 발견하였고, 그 신경흥분성을 이용하여, 기억의 형성과 재현 조작을 유도하였습니다. 편도체 외에도, 해마의 Dentate Gyrus (DG) 부위에서도 공포기억의 형성과 발현조절이 가능한 것을 관찰하였고, 논문을 발표하였습니다. 해마의 연구와 관련하여, 알츠하이머 유전자 조작 마우스 모델을 이용하여, 해마의 CA1 부위에 기억세포를 표지 한 후, 표지 된 기억세포들의 신경흥분성을 조절하여, 공포기억 발현을 유도하였습니다. 알츠하이머 마우스 경우, 일반적으로 공포기억 학습 후, 3일 정도의 시간이 지나면, 기억 발현에 문제를 보이는 것으로 알려져 있으며, 대조군 실험을 통해서 확인하였습니다. 하지만, 실험군에서 광유전학을 이용하여, 기억세포의 신경흥분성을 증가 또는 유도한 경우, 기억이 돌아오는 현상을 관찰하였습니다.



현재는 이전 편도체에서의 기억세포 신경흥분성 조절 연구를 계속 진행 중이며, 마무리 단계에 있고, 알츠하이머 모델 마우스 실험은 추가 대조군을 통한 실험군의 결과를 입증하는 과정에 있습니다. 또, 공포기억의 형성과정 이후에 기억 소거(Fear Extinction)를 거친 경우, 기억세포의 변화 또는 기억 소거에 대한 새로운 기억세포의 등장에 초점을 맞추어 연구를 진행 중입니다. 10여 년이 넘게, 기억세포에 관한 많은 연구들이 논문화 되었고, 많은 연구팀들이 새로운 결과들을 보고해왔습니다. 하지만, 아직도, 기억세포의 변화 또는 기억세포의 활성화에 영향을 주는 인자들에 대해서는 더 많은 연구들이 필요한 상황입니다. 앞으로의 연구방향은 기존 연구를 바탕으로 기억세포의 활성화 조절 인자를 밝혀내는 것이 주된 목표입니다.

공포기억 소거세포의 신경흥분성은 소거기억의 저장과 발현을 조절한다.

Neuronal Excitability of Fear Extinction Engram regulates the Formation and the Expression of Extinction Memory.

The Hospital for Sick Children, Toronto, Canada

박성모 / Sung Mo Park

신경세포의 흥분성은 기억을 저장하는 것에 있어 중요하다고 알려졌으며, 이전 연구들에서 광유전학적 방법(Optogenetics)을 이용하여, 기억의 형성과 발현을 조절 할 수 있다는 것을 보였다. 특히, 공포기억을 관장하는 뇌 부위로 알려진 편도체에서, 불특정 무작위로 선택된 신경세포들이 기억을 저장할 수 있으며, 그 신경세포들은 Fear Engram으로 불린다. 이번 연구에서는 공포기억 소거라 불리는 Fear Extinction 이 어떻게 Fear Engram을 변화시키는지, 그리고 Fear Engram의 신경활성을 조절하면, 이전 연구에서처럼 기억 발현이 조절되는 지 살펴보았다. Fear Extinction에 관한 이전 연구들은 신경 시냅스의 약화현상을 보고하였다. 따라서, 이러한 시냅스 약화현상이 Engram Neurons의 활성화와 관련 있는지 의문 하였고, 광유전학적으로 Fear Engram의 신경 흥분성을 조절한다면, 이전에 형성된 공포기억이 다시 재현 될 것이라 가정하였다. 또한, Fear Extinction은 Fear Training처럼, 다른 형태의 Training으로 인식이 되어오고 있기 때문에, Fear Extinction Training이 다른 신경세포들을 이용하여, Extinction Memory를 형성하고 관여하는 지를 살펴보았다. 연구결과를 통해, Extinction Training은 Extinction Engram을 형성한다. 학습된 개체가 테스트를 받을 때, Fear Engram과 Extinction Engram이 서로 경쟁하는 것을 관찰하였다. 나아가, Fear Engram과 Extinction Engram 은 같은 성향/성질을 갖는다. 또한, Engram의 신경흥분성을 조절하면, Extinction Engram 이 다른 Fear Engram으로 바뀔 수 있다. 이런 결과는, Engram이 재사용이 가능하며, 특정 기억에 대해 특정 신경세포들만이 Engram이 되는 것 아니라는 것을 보인다.

Neuronal excitability is a critical key to encode a memory. Previously we found that the optogenetically manipulating neuronal excitability can regulate memory formation and expression. Specifically, in the lateral amygdala (LA) which is known as the core brain region for fear memory, randomly selected LA neurons can encode a memory, and they are called fear engram. In this study, I investigated how fear engram changes and if manipulating the neuronal activity of fear engram can also control memory expression after fear extinction. It has been known that fear extinction is to reduce or suppress/inhibit the expression of fear memory. In the previous researches on fear extinction in the LA, it has been reported that synaptic strength was weakened. Thus,

I questioned the weakened synaptic connections are involved in the activity of engram neurons. I hypothesized that optogenetic excitation of fear engram is able to retrieve an original fear memory after fear extinction. In addition, fear extinction has been considered as another training. Therefore, in the aspect of fear extinction training, I examined if fear extinction training also recruits a different neuronal population from fear engram neurons. Through this research, I found extinction training forms extinction engram with distinct neurons from fear engram. When mice were tested for fear or extinction memory, two different engram competes each other to express the memory. Furthermore, these two engram didn't show different properties. Also, extinction engram can be another fear engram by regulating neuronal excitability of engram. Our results pointed out that engram is reusable and there was no specific engram for especial memory.

13. 김재경 (University of California San Francisco, UCSF)

거주국 미국

이메일 kimjack085@gmail.com

학력

2010-2017 공학 박사, 한국과학기술원

2006-2010 공학 학사, 한양대학교

경력

2017-현재 박사후 연구원, University of California San Francisco

2017-현재 박사후 연구원, San Francisco Veterans Affairs Medical Center

2017-2017 박사후 연구원, 한양대학교 의공학연구소

연구 활동

저는 뇌의 작동 원리 이해와 이에 기반한 신경공학기술을 이용하여 뇌 활동성을 조절하는 연구에 목표를 두고 있습니다. 넓은 범위에서 기억의 형성 과정, 그리고 뇌손상 질환의 회복에 관한 메커니즘에 큰 관심을 가지고 연구하고 있습니다. 또한 이런 메커니즘을 접목시킨 뇌기계인터페이스 (brain-machine interface)를 사용하여 뇌질환 발병 후 회복을 촉진하는 치료적 접근법 개발을 수행하고 있습니다. 구체적으로는 기억의 두가지 종류 (서술 기억 과 비서술 기억) 중 비서술 기억에 포함되는 운동기억이 형성되는 원리의 이해 및 조절 방법에 대해 연구를 하고 있습니다. 뇌기계인터페이스는 운동기능의 조절과 운동기억을 형성 원리와 밀접한 연관성이 있음이 잘 알려져 있으며, 이에 근거하여 뇌기계인터페이스 와 운동기억을 연결시키는 연구를 진행하고 있습니다.

“기억 (memory)”이 형성되는 원리를 깊이 있게 보게 되면 “수면 (sleep)”의 역할에 대한 연구를 하지 않을 수 없습니다. 저는 수면이 운동 기억의 형성에 미치는 역할에 대해 현재 UCSF Karunesh Ganguly 교수님 연구실에서 연구를 하고 있으며 대표적으로 아래와 같은 세가지 연구를 하였습니다. 1. 수면동안 느린 진동 (slow-oscillations) 과 델타파형 (δ -waves) 이 기억공고화와 기억망각이라는 서로 상반된 기능을 함 (Kim et al., *Cell*, 2019). 2. 느린진동-델타파형의 상반된 기능은 뇌졸중 발병 후 회복과정과 상관관계를 가짐 (Kim et al., *Cell Rep.*, 2022). 3. 운동기억 형성과정에 있어서 대뇌 (cortex)와 해마체 (hippocampus)의 두 단계적 역할 (Kim et al., accepted at Nature).

이 연구에 기반하여 앞으로 독립적인 연구자가 되어 하고자 하는 연구는 다음과 같습니다. 1. 운동 학습의 관점에서 여러영역 (해마체-전두엽-운동피질-선조체) 에 걸친 기억형성의 통합적 작동체계를 정립. 2. 신경조절물질 (예, 도파민과 노르에피네프린) 이 수면동안의 기억형성과정에 하는 역할에 대



한 연구. 3. 설치류에서 발견한 기억형성 원리를 사람 뇌에 적용하여 뇌기계인터페이스 관련 연구 및 운동기능저하 질병의 재활 촉진법에 대한 연구 (임상의와의 협력연구).

수면은 기억형성, 지능발달, 스트레스, 노화, 질병 등 인류의 삶과 밀접한 연관이 되어 있습니다. 하지만 수면이 가진 기능에 비해 수면에 관한 연구는 깊이있게 이루어 지지 못하였습니다. 향후 “수면 연구소”와 같은 연구집단을 형성하여, 신경과학, 생물학, 심리학, 의학 및 공학 분야의 전문가들과 협력연구하여 수면의 기능을 총체적으로 연구하고 이를 통해 삶의 질을 개선하는데 기여하는 과학자가 되고자 합니다.

운동기억 형성과정에 수면진동이 하는 역할

Roles of sleep oscillations in motor memory consolidation

University of California San Francisco

김재경 / Jaekyung Kim

수면은 서술기억과 비서술기억의 공고화 및 뇌의 가소성에 중요한 역할을 한다고 알려져 있습니다. 서술기억은 사실과 사건에 관한 기억으로 정의가 됩니다. 반면 운동기억은 운동화 끈을 묶거나 악기를 연주하는 것과 같은 다양한 기술에 관한 기억이라고 말할 수 있습니다. 대부분의 연구들은 수면동안 발생하는 뇌파 또는 수면진동이 서술기억에 하는 역할에 대해 연구해 왔습니다. 반면 운동기억과의 연관성에 대한 연구는 매우 부족하였습니다. 제 최근 연구에서는 수면동안 운동기억이 형성되는 원리에 대해 연구하였습니다. 이를 위해 다중영역에 걸친 체내 전기생리학 기법과 뇌기계인터페이스 접목한 최신 기술을 이용하여 연구를 하였습니다. 제 발표에서는 수면 동안에 발생하는 대뇌 내, 여러 대뇌 사이, 및 대뇌-피질하부간의 기억 형성 과정에 대한 발견들과 함께 앞으로 하고자 하는 연구의 비전을 소개드리고자 합니다. 박사후 연구과정 동안 수행한 기초적인 발견들을 다음과 같이 세 부분으로 발표하고자 합니다. 1. 비렘수면동안 발생하는 기억공고화와 기억망각의 상반된 기능을 각각 하는 느린 진동 (slow-oscillations) 과 델타파형 (δ -waves) 의 발견 (Kim et al., *Cell*, 2019). 2. 뇌졸중 발병 후 회복과정에 있어 느린진동-델타파형이 하는 역할 (Kim et al., *Cell Rep.*, 2022). 3. 대뇌와 해마체의 연결성에 근거한 운동기억의 두 단계적 형성 원리 (Kim et al., under revision).

Sleep has been known to contribute to brain plasticity and consolidation of both declarative and nondeclarative/motor memories. Declarative memory is defined as our capacity to acquire and recollect facts and events, while motor memory is described as our ability to acquire a variety of skills, including motor skills such as shoe lacing or playing a musical instrument. A large body of studies has proposed the roles of sleep oscillations for declarative memories. Yet, direct evidence for the neural basis is lacking for motor memory systems. My recent studies have focused on motor memory processing to understand a sleep-dependent mechanism using multi-scale in vivo electrophysiology as well as state-of-the-art techniques such as brain-machine interface and reach-to-grasp tasks developed by our lab at UCSF. My presentation will introduce important discoveries for intra-cortical, inter-cortical, and subcortical-cortical memory processing during sleep as well as foresight and directions for my future research.

There will be three parts about the ground findings during my post-doc research. 1. Sleep slow-oscillations (SO) and delta-waves (δ -waves) have dissociable and competing roles in memory “consolidation” versus “forgetting” during NREM sleep (Kim et al., *Cell*, 2019). 2. Applications of the novel SO- δ distinction for the recovery processing after brain injury, i.e., stroke (Kim et al., *Cell Rep.*, 2022). 3. Two-stage role of hippocampal sharp-wave ripples in motor memory consolidation and cortical manifold learning (Kim et al., under revision).

14. 김강산 (UT Southwestern Medical Center)

거주국 미국

이메일 sanyi2k@gmail.com

학력

2009-2016 생명과학 박사, KAIST

2005-2009 생명과학 학사, KAIST

경력

2022-현재 Senior Research Associate, UT Southwestern Medical Center

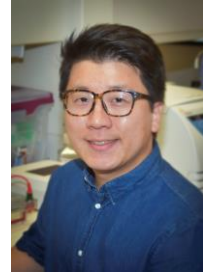
2017-2022 Postdoctoral Researcher, UT Southwestern Medical Center

2016-2016 연구위원, 기초과학연구원

연구 활동

저는 2009년부터 2016년까지 카이스트 생명과학과에서 석박사통합과정으로 교육받으며 발생단계 그리고 암의 성장 과정에서 혈관 신생이 주는 영향에 대하여 연구했습니다. 분자생물학 단계에서 DNA, RNA, protein 실험부터 시작해서 세포실험 그리고 동물실험에 이르기까지 전 과정을 직접 수행하고 논문을 작성하여 임팩트가 높은 총 7편의 학술 논문(1저자: 2편, 공동 저자 5편)을 게재하였습니다. 또한 2005년부터 2009년까지 카이스트 생명과학과와 수학과에서 공부하며 생물학 뿐 아니라 통계와 컴퓨터 프로그래밍에 대한 기초를 쌓았고 이를 바탕으로 박사과정 중 생물 정보학 분석 기술을 더욱 발전 시켜 RNA-sequencing, Protein array와 같은 큰 데이터를 직접 분석 할 수 있게 되었습니다. 이를 바탕으로 2017년부터는 미국 텍사스에 있는 UT Southwestern medical center에서 Postdoctoral Research를 시작하였고, 암 혈관에 대한 연구를 더 확장하여 혈관을 통해 일어나는 암의 전이에 대해 연구를 하고 있습니다. 현재 본 연구과제를 수행하고 있으며 기초 연구자 뿐 아니라 외과 의사, 통계학자, 병리학자, 컴퓨터 프로그래머들과 함께 팀을 이뤄서 신장암의 전이 기전을 밝히기 위해 최선을 다하고 있습니다.

UT Southwestern은 미국 Texas 주 Dallas에 위치한 75년의 역사를 가진 최고의 연구중심 병원 중 하나로 2018년 Nature Index Health Care 부분에서 당당히 전미 1위를 차지하였습니다. Kidney Cancer Program에는 35명의 전문의와 80개의 연구실이 속해있으며 Urology 분야 전미 3위에 랭크 되어있고 Stage 4 신장암의 생존율이 가장 높은 3개의 병원 중 하나입니다. National Cancer Institute가 선정한 Specialized Program of Research Excellence(SPORE) 신장암 연구기관 두 곳 중 하나로 신장암 연구를 하기에 최적의 연구기관입니다. 저는 지난 5년간 6편의 논문(1저자: 3편,



공동저자 3편)을 출판하였습니다. 첫번째 1저자 논문은 잠재적 전이에 대한 리뷰 논문으로 *Frontiers in immunology*에 출판되었습니다. 두번째 1저자 논문은 신장암에서 특이적으로 나타는 침투적현상인 Tumor Thrombus 조직에 대한 연구로, 총 83명의 환자조직에서 유전자 돌연변이, 유전자 발현, 세포조직 염색, 동물모델실험을 수행하였습니다. 이를 통하여 전이암이 특이적으로 가지는 특징을 규명하였고 (mTOR 신호전달체계 강화, M2 대식세포 증가, 혈관 감소), *Nature communications*에 2021년 출판되었습니다. 세번째 1저자 논문은 이번 포럼에 초록으로 제출된 내용으로 세포경쟁이 잠재적 전이세포를 형성하며 재발을 예측하는 특성이 된다는 것을 밝혔고 현재 *Cancer Discovery*에 게재 승인되었습니다.

저는 현 연구기관에서 Postdoc 연수를 마친 후 국내/외 연구중심병원이나 대학에서 독립적인 연구자로 계속 연구 활동을 이어갈 계획입니다. 잠재적 전이암의 연구를 기반으로 환자 샘플을 이용한 신장암 Organoid 개발을 통하여 좀 더 개인화된 방법으로 전이암을 치료할 방법을 연구하려고 합니다. 더 나아가서는 한국의 연구중심병원들을 세계 최고 단계로 끌어 올릴 수 있는 초석이 되어 한국인 특이적인 암을 더 깊이 연구하고 나아가 세계인의 암을 정복 할 수 있는 연구를 수행하려고 계획하고 있습니다.

세포경쟁을 통한 잠재적 전이기전

Cell Competition Shapes Metastatic Latency

UT Southwestern Medical Center

김강산 / Kangsan Kim

세포경쟁은 적합한 세포가 살아남아 조직의 항상성을 유지하는 필수적인 생명현상이다. 세포경쟁은 원발성 종양에서 잠재적 전이 세포 (Lat-M)의 형성을 야기하는데, Lat-M 세포는 비부착식 세포배양 조건에 (anoikis) 저항성을 보이며 잠재적 전이세포로 살아남게 된다. 세포 외 기질의 변화는 Lat-M 세포가 원발성 종양을 떠나 순환계에서 생존하는데 도움을 준다. SPARC 유전자가 결핍된 Lat-M 세포는 원발성 종양을 떠난 후 순환계에서 살아남는 능력이 감소하였으나 폐에 전이된 후 유전자가 결핍되었을 경우, Lat-M세포는 전이암으로 성장했다. 신장암 환자의 종양을 이용한 다중영역 전사체 분석은 종양 내부에 잠재적 전이 특성을 가진 종양 서브클론이 있다는 것을 규명하였다. 잠재적 전이의 특성을 가진 신장암 환자는 재발성전이 증가하며 무병생존율이 현저히 감소하였다. 본 연구는 Lat-M세포가 세포경쟁을 통해서 형성되며, 이 세포는 잠재적전이과 재발을 일으킨다는 것을 규명하였다.

Cell competition, a fitness sensing process is essential for tissue homeostasis. Employing cancer metastatic latency models, we show that cell competition results in displacement of latent metastatic (Lat-M) cells from the primary tumor. Lat-M cells resist anoikis and survive as residual metastatic disease. Remodelled extracellular matrix facilitates Lat-M cell displacement and survival in circulation. Disrupting cell competition dynamics by depleting SPARC reduced displacement from orthotopic tumors and attenuated metastases. In contrast, depletion of SPARC post-extravasation in lung resident Lat-M cells increased metastatic outgrowth. Furthermore, multi-regional transcriptomic analyses of matched primary tumors and metachronous metastases from kidney cancer patients identified tumor subclones with latent metastatic traits. Kidney cancer enriched for these latent metastatic traits had rapid onset of metachronous metastases and significantly reduced disease-free survival. Thus, an unexpected consequence of cell competition is displacement of cells with latent metastatic potential, thereby shaping metastatic latency and relapse.

15. 엄준호 (University of British Columbia)

거주국 캐나다

이메일 zuno3302@gmail.com

학력

2016-2021 어류생리학 박사, University of British Columbia

2011-2015 어류생리학 석사, University of British Columbia

1997-2003 생물공학 학사, 강원대학교

경력

2021-2022 어류생리학 박사후연구원, University of British Columbia

2015-2016 어류생리학연구원, University of British Columbia

2009-2010 파충류생리연구원, Michigan State University

연구 활동

현재까지 다양한 수생동물의(미주철갑상어, 무지개송어, 품장어, 가시상어 등) 호흡생리학을 연구하였습니다. 특히 어류의 호흡과 체내 암모니아 농도의 상관관계를 증명하였고 어류는 먹이섭식 및 운동 후 증가된 체내 암모니아를 과호흡을 통하여 적극적으로 체외로 배출한다 결론내렸습니다.

이후에는 본인의 전공분야 지식 및 경험을 이용하여 순환여과양식시스템에서 수용할 수 있는 경제적인 암모니아 저감기술을 찾아내고 양식동물이 수용할 수 있는 안전한 범위의 암모니아 수용량을 모델화하여 경제적인 순환여과양식시스템을 만들고자 합니다.



순환여과양식시스템에서 발생한 암모니아의 효율적인 저감방법 연구

A study on the efficient ammonia reduction method in the recirculating

aquaculture system

University of British Columbia

엄준호 / Eom, Junho

순환여과양식시스템은 양식동물을 가두어 사용한 물을 외부로 흘려보내지 않고 내부의 정수기기를 이용하여 여과후 순환-재사용하여 수자원의 효율성을 높이는 시스템이다. 순환여과양식시스템에서 양식동물은 수자원의 산소를 소비하고 먹이섭취 및 운동 후 이산화탄소와 암모니아를 배출한다. 따라서 순환-재사용되는 수자원에서 양식동물로 인하여 고갈된 산소를 보충하고 증가된 이산화탄소와 암모니아를 제거하는 것은 순환여과양식시스템의 핵심기술이다. 산소 보충과 이산화탄소 제거는 산업용 농축산소 및 공기기포기를 이용하여 쉽게 보충 및 제거될 수 있지만 암모니아는 배양된 혐-호기성 박테리아 및 식물재배를 이용한 소비, 수자원의 pH 변화를 이용한 가스변환 제거 등의 기술복합적인 방법이 제한적으로 사용되고 있다. 또한 암모니아의 실시간 정량분석 기술부재와 더불어 다양한 암모니아의 화학적 구조변화(NH_4^+ , NH_3 , NO_3^- , NO_2^-) 과도한 설비투자로 이어져 순환여과양식의 경제성을 저하시키고 갑작스런 설비의 기능저하는 양식동물의 대량폐사로 이어진다. 본 연구는 수자원 암모니아 감소 및 제거를 위하여 사용되는 다양한 복합기술에 대한 정량적 분석을 시도하여 순환여과양식시스템에 적합한 합리적이고 경제적인 암모니아 감소 및 제거의 방법을 확인하고자 한다.

The recirculating aquaculture system (RAS) is a system that improves the efficiency of water resources by reusing the water after filtration rather than draining the used water to the outside. In the RAS, aquaculture animals consume oxygen and excrete carbon dioxide and ammonia to the ambient after feeding and/or exercise. Therefore, replenishing oxygen and removing increased carbon dioxide and ammonia is the essential technology of the RAS. Using commercial graded oxygen and air-bubbling (degassing), decreased oxygen (hypoxia) and increased carbon dioxide (hypercapnia) can be supplemented and removed. Ammonia removal, however, is required additional procedures such as aerobic or anaerobic bacteria cultivation or degassing ammonia by converting ionized ammonia into gaseous ammonia using pH parameters. Also, these complicated procedures cannot be quantitatively analyzed due to technical limitations for measuring real-time ammonia concentration and unstable chemical structures of ammonia (NH_4^+ , NH_3 , NO_3^- , NO_2^-); as a result, the RAS requires excessive

investment in facilities, leading to the lower economic feasibility of RAS. In this proposal, therefore, I would like to test various ammonia removal procedures with other respiratory gases (oxygen and carbon dioxide) using quantitative analysis to suggest minimal but economic ammonia removal procedures in the RAS system.

거주국 미국 (싱가포르)

이메일 li.sunwoo@gmail.com

학력

2012-2016 전자공학 박사, 컬럼비아 대학교

2010-2012 전자공학 석사, 컬럼비아 대학교

2006-2010 전자공학 학사, 코넬 대학교

경력

2023 (예정) 조교수 (Assistant Professor), 난양 공대 전자과

2019-현재 연구교수 (Research Associate) & 강의교수 (Lecturer), 코넬 대학교 전자과

2016-2019 신규박사 연구원 (Postdoctoral Researcher), 코넬 대학교 전자과

연구 활동

Heterogeneously Integrated CMOS Platform for Physiological Monitoring & Opto-electrical Communications:

- Cell-scale implants (~1 nanoliter) for in vivo physiological recording
- CMOS-integration of III-V and 2-Dimensional (2D) materials and
- Low power circuit designs (~1 μ W) for efficient opto-electrical power harvesting and communication

Keywords: Bioelectronics / Neural Recording / CMOS-integration / Low Power Circuits / Optoelectronics

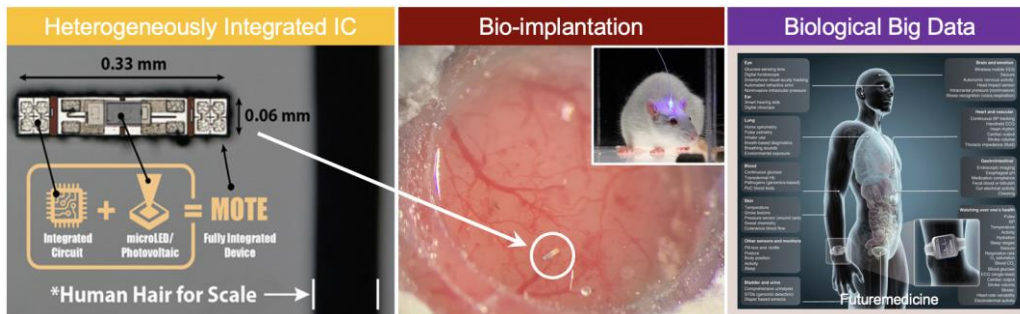


생물학적 빅 데이터를 위한 융합 집적 극소 시스템

Autonomous Microsystems Based on Heterogeneously Integrated CMOS for Biological Big Data

Cornell University

이선우 / Lee, Sunwoo



극소 시스템을 기반으로 한 생물학적 모니터링은 질병 발견 및 예방에 도움이 될 뿐만 아니라, 파생되어 나오는 생물학적 빅 데이터를 통해 지금까지 해보지 못한 의학적인 연구를 가능케 할 수 있다. 그러나 현재 사용 가능한 생물학적 모니터링 시스템들은 대체 크고, 작지 않은 상처를 수반하고, 비싸기 때문에 많은 사람들의, 그리고 그들 개개인의 여러 부위에 사용하기에는 어려움이 크다. 이번 세미나는 이러한 기존 시스템들의 단점을 보완할 수 있는, 융합적 극소 시스템을 기반으로 한 차세대 생물학적 모니터링을 다룰 예정이다.

저자가 개발한 극소 스케일의 광전자적 전극 (MOTE)은 그러한 차세대 시스템의 좋은 예시로서 CMOS 직접 회로와 III-V 광학 소자를 융합하여 빛으로 가동되고 사람 머리카락보다도 가늘고, 그 무게는 모래의 1/670 밖에 되지 않는다. 이러한 극한의 스케일링을 이루는데 있어서 고려해야 할 사항과 문제점들(소자 공정, 회로 설계, 융합 공정, 시스템 조작 등)이 이번 세미나에서 주로 다루어질 것이다. MOTE은 원래 뇌파 모니터링을 위해 만들어졌으나, 산성도, 당, 등을 측정하는 극소 시스템을 만드는데 있어 MOTE의 많은 부분들이 접목될 수 있다. 다양한 극소 시스템을 기반으로 하고 기존의 웨어러블을 동시에 활용할 때 측정 가능한 바이오마커들과, 그렇게 수집될 생물학적 빅 데이터를 통한 미래의 헬스케어 로드맵에 대한 저자의 의견을 나누며 세미나를 마치자고 한다.

Minimally invasive and chronic physiological monitoring can provide an effective means of disease prevention and early detection while the cumulative big data can unveil hidden patterns in our physiology. Yet, current physiological monitoring tools are often bulky, invasive, and expensive, limiting their sensitivity and applicability. In this talk, I will discuss autonomous microsystems based on heterogeneously integrated CMOS, a platform on which ideal physiological sensors and actuators can be built.

A micro-scale optoelectronically transduced electrode (MOTE), an exemplary microsystem I have designed and built for tetherless neural recording, is powered and communicates optically through a vertically integrated AlGaAs micro-scale light emitting diode (μ LED), eliminating the needs for a battery or a RF coil; the MOTE is smaller than a human hair ($\sim 60 \mu\text{m} \times 30 \mu\text{m} \times 330 \mu\text{m}$) and weighs

about one 1 μg (cf. a grain of sand is about 670 μg). I will review the unique challenges and considerations in developing such heterogeneous systems in terms of device fabrication, circuit design, integration, and handling/manipulation. While the MOTE is designed for neural recording, its design methodologies can also be used to monitor other physiological parameters such as temperature, pH, glucose-level, etc. Future autonomous microsystems with expanded modalities, interfaced with existing wearables, can bring about the biological big data that will help enable personalized healthcare and add a new dimension to epidemiological and aging studies.

17. 이종훈 (University of Illinois at Urbana-Champaign)

거주국 미국

이메일 jonghoonlee4u@gmail.com

학력

2012-2018 신소재공학 박사, 광주과학기술원

2011-2012 신소재공학 석사, 광주과학기술원

2004-2009 신소재공학 학사, 고려대학교



경력

2021.03-현재 박사후연구원, 화학공학과, 일리노이주립대학교 (어바나-샴페인)

2020.08-2021.02 박사후연구원 (part-time), 신소재공학과, 광주과학기술원

2020.07-2021.01 교수 (part-time), 에너지지원학과, 후레정보통신대학교 (몽골)

2019.09-2020.06 파견교수, 에너지지원학과, 후레정보통신대학교 (몽골)

(과학기술지원단, 한국연구재단)

2018.03-2019.08 박사후연구원, 히거신소재연구센터, 광주과학기술원

연구 활동

1. 투명 전극 개발

- CVD를 이용하여 웨이퍼 크기의 그래핀 투명 전극을 합성하고, 전도성 고분자(PEDOT:PSS)를 지지층으로 사용하여 그래핀 전사 공정을 간소화하면서 동시에 전기전도성을 높이는 전사 방법 개발
- 전도성 고분자(PEDOT:PSS)와 이온성 액체 혼합 용액의 시간에 따른 불안정성과 이온 교환 과정에서 산성의 부산물이 형성되는 문제점을 해결하면서 유기태양전지의 상부투명전극으로 사용할 수 있는 고전도성 투명전극 인쇄 공정 개발

2. 계면 물질 개발

- 공액 고분자/저분자 전해질의 side chain에 있는 ionic group과 positive doping에 의해 형성된 polaron의 상호 작용을 이용하여 유기전자소자의 anode의 effective work function을 조절하면서 hole의 transport를 향상시킬 수 있는 공액 고분자/저분자 전해질 개발

3. 유기태양전지/페로브스카이트 태양전지 소자 구조 개발

- 계면 물질의 작동 원리에 따라 계면 물질을 두 부류(charge transport layer, electric dipole layer)로 구분하고, 유기 및 페로브스카이트 태양전지에서 계면 물질의 영향을 비교 분석하여, 광전하 수집율을 향상시킬 수 있는 소자 구조를 제안

4. 용액공정을 이용한 gas barrier film 개발

- 그래핀 산화물과 티타늄 산화물의 계면에서 UV light에 의한 광촉매 환원 반응을 이용하여 용액공정으로 다적층 투명한 gas barrier film 제작 방법 제안

5. 유기태양전지 안정성 향상 연구

- 광활성층에 제 3의 물질(fullerene)을 첨가하여 전자 받개와 전자 주개 사이의 전하 이동을 원활하게 하고 ZnO 계면에서 일어날 수 있는 광촉매 반응을 억제하여 유기태양전지 소자의 수명을 극대화할 수 있는 방법 개발

6. 태양전지 기반의 광전기화학 소자를 이용한 수소 생산기술 개발

- 수소 발생을 위해 필요한 다양한 (산성 또는 염기성) 전해질 속에서 유기태양전지 및 페로브스카이트 태양전지 기반의 광전기화학 소자가 전해질 내에서 성능저하 없이 장시간 작동할 수 있는 소자 구조 개발

7. 실내용 유기태양전지 성능 향상 연구

- 실내용 LED의 발광 스펙트럼에 효율적으로 흡수하고 광활성층의 분자 정렬을 향상시키기 위해서 흡광영역이 다르면서 분자구조가 비슷한 두 전자 받개 고분자를 광활성층에 도입하여 실내용 유기태양전지 효율 향상 연구

차세대 전자소자 구현을 위한 유기 반도체 물질 개발 및 응용 연구

Organic Semiconducting Materials and Their Applications for the Next Generation Electronics

University of Illinois at Urbana-Champaign

이종훈 / Jong-Hoon Lee

유기 반도체 물질은 구조 설계의 다양성, 용액 공정성, 기계적 유연성 등 많은 장점들을 가지고 있어서 차세대 전자소자 구현의 핵심 물질 중의 하나로 각광을 받고 있다. 하지만 무기물에 비하여 낮은 효율 및 취약한 안정성 등은 다양한 차세대 전자소자들로 응용되기에 앞서 해결되어야 할 과제이다. 본 발표에서는 유기 반도체성/전도성 물질들이 전자 소자를 구성하고 있는 투명 전극, 계면 층, 광활성층, 봉지층 등의 다양한 구성요소로 활용 가능성과, 에너지 전환 및 수소 생산 등 다양한 차세대 응용 분야에서의 적용 가능성을 논하고자 한다. 특히, 유기태양전지에서 그래핀, 전도성 고분자, 공액고분자/단분자 전해질 등 유기 전도성/반도체성 물질들의 활용에 관한 연구 결과들과 실내용 유기태양전지의 응용 가능성 연구, 유기 및 페로브스카이트 태양전지 기반의 광전기화학 소자를 이용한 수소 발생 연구 등을 통하여 차세대 전자소자 개발에 있어 유기 물질 개발과 응용의 중요성을 살펴 볼 수 있다.

Organic semiconducting materials have received a great attention for the next generation electronics because of their various advantages such as diversity in design of chemical structures, printability, mechanical flexibility. However, their low performance and poor stability compared to those of inorganic materials need to be solved for their application for the next generation electronics. In this presentation, various research results show the potential of organic materials to be used as components in electronics such as transparent electrode, interfacial layer, photoactive layer, and gas barrier film, and their various applicability such as energy conversion devices and hydrogen production. In particular, the importance and roles of organic materials in electronics are also shown through the following research works: 1) organic conducting/semiconducting materials for organic photovoltaics, such as graphene, conducting polymer, conjugated electrolytes, 2) organic photovoltaics for harvesting indoor light energy, 3) hydrogen evolution using organic or perovskite solar cell based photocathode.

18. 김나영 (University of Waterloo)

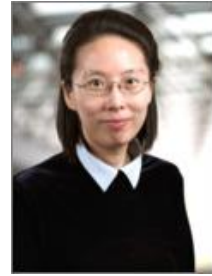
거주국 캐나다

이메일 nayoung.kim@uwaterloo.ca

학력

1999-2006 응용물리학 박사, 스탠포드 대학교

1994-1998 물리학 학사, 서울 대학교



경력

2016-현재 부교수, 워털루 대학교

2014-2016 광학 엔지니어, 애플

2008-2014 연구원, 스탠포드 대학교

2006-2008 박사후 연구원, 스탠포드 대학교

연구 활동

반도체기반의 양자 정보 컴퓨팅과 통신 장비 구축을 위한 이론과 실험 연구를 진행중입니다. 반도체 재료를 바탕으로 전자와 광자 디바이스를 제작하여 성능을 측정하고 이론적으로 이해하는 연구에 집중하고 있습니다. 최근 고전 인공지능 알고리즘과 양자 알고리즘을 접목하는 하이브리드 연구를 시작하였고 적극적인 프로그램을 진행하고 있습니다.

하이브리드 고전과 양자 머신 러닝 알고리즘

Hybrid Classical and Quantum Machine Learning Algorithms

워터루 대학교 University of Waterloo

김나영 / Kim, Na Young

20 세기 양자 1 차 혁명이라 불리우는 많은 과학적 발견과 발명들로 인해 현대 문명이 발전되었고 인류 생활에 변혁이 일어났다. 현재, 우리는 양자 2 차 혁명 중심에 서 있으면서, 양자 컴퓨팅, 양자 통신, 양자 센서들이 개발되고 있다. 본 그룹은 반도체 기반의 양자 기술 발전을 위하여, 전자적, 광학적 성질을 기반으로 한 이론적, 실험적 연구 과제들을 수행하고 있다. 최근, 하이브리드 고전 머신 러닝과 양자 머신 러닝 알고리즘 연구에 관심을 가지고 특별히 최적화 문제에 초점을 두어 진행을 하고 있다. 심층적 연구를 진행하여 여러 실제적 문제에 적용함을 목표로 그 가치를 파악하고자 한다.

The first quantum revolution in the 20th century has transformed our lifestyles remarkably with triumphant scientific discoveries, original and powerful inventions, and advanced technologies. Now we are thrilled to be at the heart of Quantum Revolution 2.0, witnessing the incredible progress in quantum science and technology such as quantum computers, quantum communications, and quantum sensors. Our group has been pursuing theoretical and experimental research activities to develop solid-state quantum technologies via the control of the light-matter interactions and electronic properties. Recently, we are interested in developing hybrid classical and quantum machine learning algorithms with a focus on efficient optimization applications. We would like to pursue extensive studies of these algorithms and apply them to practical problems to assess their performance for further development.

19. 김병일 (Boise State University)

거주국 미국

이메일 byungkim@boisestate.edu

학력

1993-1998 물리학 박사, 서울 대학교

1991-1993 물리학 석사, 서울 대학교

1987-1991 물리학 학사, 카이스트

경력

2004-현재 조교수, 부교수, 정교수, 보이시 주립대학교 (Boise State University)

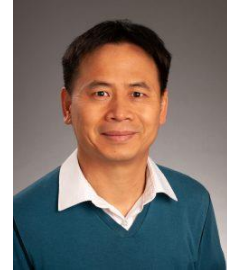
2001-2004 박사후 연구원, 샌디아 국립연구소 (Sandia National Labs)

1998-2001 박사후 연구원, 휴스턴 대학교 (University of Houston)

연구 활동

2004년에 조교수로 임용되었을 때, Sandia National Labs에서 박사후 연구원으로 근무할 때 배웠던 힘 되먹임 (force feedback) 이라는 불리는 기술을 원자힘 현미경 (Atomic Force Microscope or AFM)에 적용하여, COIFM이라고 명명한 획기적인 AFM을 개발하였다. 이 개발을 미국과학재단 (NSF)으로부터 인정받아 두번에 걸쳐서 연방연구비를 지원받게 되었다. 이 지원으로 기존의 AFM으로 측정할 수 없었던 나노 스케일에서 물을 매개로 한 두 물체들 사이에 작용하는 강력한 힘을 거리의 함수로 최초로 측정할 수 있었다. 이 힘-거리 곡선 데이터를 통계 물리학적 이론으로 분석한 결과, 자가조립된 체인 구조의 물 (Self-assembled water chains)이 그 근원임을 최초로 밝혔다. 최근에는 이러한 체인구조의 물이 "Coil-to-Bridge Transition" 이라고 명명한 전이를 통해, 나노 스케일 정도의 두 물체들 사이의 강력한 힘을 매개한다는 사실을 발견 하였다.

앞으로 진행하고자 하는 연구는 물 체인 구조와 coil-to-bridge 전이가 자연계에서, 특히 분자생물학에서 어떻게 적용되어 왔는지를 생물물리학(Biophysics)적 관점에 이해하려고 한다. 대표적으로 물 체인구조가 DNA 구조 안정화에 어떤 영향을 주고, coil-to-bridge 전이가 기존의 ion channeling 기전으로 여겨 왔던 liquid-vapor 전이를 대체할 수 있는 지, protein folding이나 protein-protein 상호작용에 물 체인구조와 coil-to-bridge 전이가 어떤 기여를 하는 지등에 관한 연구를 계속할 계획이다.



자가 조립된 물 체인 구조 및 코일-브릿지 전이의 직접 관찰
Direct Observations of Self-Assembled Water Chains and their Coil-to-
Bridge Transitions

Boise State University

김병일 / Byung I Kim

자가조립된 물 체인 구조와 이 구조들의 코일 형태에서 브릿지 형태로 전이 현상을 나노 스케일의 물 메니스커스에서 직접관찰을 보고한다 [1,2,3]. COIFM이라는 되먹임 힘 현미경을 [4,5,6] 이용하여 수직과 수평 마찰 성분의 힘들을 거리의 함수로 측정하였을 때 거대한 톱니형태로 진동하는 힘을 보여주었다. 힘-거리 그래프에서 각각 진동은 위로 솟아오르는 부분(∩)과 시그모이달 부분(∩)으로 나뉘어짐을 보였다. 자유 조인트 체인 모델(FJC model)로 각각의 솟아오르는 부분을 분석하였더니 놀랍게도 14 개에서 42 개까지 물분자로 수소결합을 통해 공기중의 물분자들의 자가 조립된 체인구조임을 밝혔다 [3]. 시그모이달 부분(∩)을 통계물리적인 분석을 하였더니, 197 개에서 383개의 물로 이루어진 체인들이 코일 형태에서 브릿지 형태로 전이를 통해 형성되었을 보여주었다 [2]. 이 전이의 관찰은 이전에 물이 보여주었던 장거리 응축과 긴 nucleation 시간 등, 기존의 액체물로 설명할 수 없는 많은 신비한 현상을 직접 설명 할 수 있게 되었다. 나아가, 이 발견은 자연에 존재하는 다양한 다른 물 시스템들에 대한 이해를 증진시키는 데 결정적인 기여를 할 것으로 기대한다.

I report the discovery of self-assembled water chains and their transitions from a coil state to a bridge state in a nanoscopic water meniscus in air [1,2,3]. Large sawtooth-like oscillatory forces were shown when the normal and friction forces were measured as a function of distance between a sharp probe and a flat oxidized silicon surfaces using a force-feedback force microscope called “cantilever-based optical interfacial force microscope” (COIFM) [4,5,6]. In the force-distance plot, each oscillation is comprised of a rising-shaped (∩) curve in the upward portion and a sigmoidal-shaped (∩) curve in the downward portion as the tip-sample distance decreases [2,3]. Further analysis of each upward portion with the freely jointed chain (FJC) model reveals that each portion is developed from self-assembled water chains with lengths ranging from 14 to 42 chain units in the meniscus [3]. The analysis of downward portions reveals that each portion is generated by a “coil-to-bridge” transition of self-assembled water chains, whose lengths are between 197 and 383 chain units [2]. The observed coil-to-bridge transitions explain many mysterious properties of confined water at the nanometer scale (e.g. long condensation distances, long nucleation timescale, etc.), thus dramatically improving the understanding of a variety of water systems in nature.

20. 김문용 (UNSW Sydney, Australia)

거주국 호주

이메일 moonyong.kim@unsw.edu.au

학력

2017-2020 태양광공학 박사, UNSW Sydney, Australia

2012-2015 태양광공학 학/석사 (Honour's), UNSW Sydney, Australia

경력

2020-현재 Postdoctoral research fellow, UNSW Sydney, Australia

2015-2020 Research assistant, UNSW Sydney, Australia

2016-2020 Academic assistant, UNSW Sydney, Australia

2015-2015 Data analyst, Wattblock, Australia

연구 활동

태양광 2022년 올해 4월에 세계적으로 태양광전지 총합 모듈 설치량은 1 TW이 넘어섰습니다. 하지만 앞으로 현재 일어나는 기후변화를 막기위해선 매년 1 TW 이상이 생산이 되고 2050년 전에 총합 60 TW에 다 달아야 Net zero emissions 목표에 다 달을 수 있을 거라 예측되고 있습니다. 제 연구 분야는 이 궁극적인 목표를 지속적인 방법으로 달성할 수 있도록 방법을 제안하는 연구를 하고 있습니다. 구체적으론 태양광전지 모듈에 필요한 풍부한 재료인 실리콘, 알루미늄, 구리, 강철이나 희소 물자이거나 공급이 부족할 만한 인듐 (In), 은 (Ag), 비스무트 (Bi) 사용이 앞으로 기하급수로 늘어날 수요에 어떻게 감당할 수 있는지 어떤 대체 재료가 있는지 연구 하고 있습니다.



테라와트 규모의 실리콘 태양광전지 생산에 의한 중요 재료의 제한과 도전

Key Material Limitations and Challenges Towards Sustainable Silicon PV Manufacturing at the Terawatt Scale

UNSW Sydney, Australia

김문용/ Moonyong Kim

태양광(PV) 기술의 광범위한 개발과 배치는 매우 성공적이어서, PV는 이제 가장 저렴한 형태의 새로운 전기를 제공한다. 이는 단순히 전기를 제공하는 것을 넘어 교통과 난방을 포함한 다른 부문의 저비용 옵션으로 고려될 수 있도록 PV 애플리케이션을 크게 확장했다. 누적 설치 용량 15~60TW로 2050년까지 순 제로 배출 경로에서 연간 생산 용량은 2020년 ~150GW에서 2030년까지 1TW 이상으로 증가할 수 있다. 이로 인해 산업용 태양전지의 금속 접착에 사용되는 은과 같은 희소한 요소에서 실리콘, 알루미늄, 강철, 유리, 콘크리트와 같은 풍부한 재료에 이르기까지 가치 사슬에 걸쳐 PV가 배치되는 것에 대한 우려가 제기됩니다. 공급망과 수요 문제뿐만 아니라 원료와 마산을 정제하는 동안 발생하는 배출물도 마찬가지입니다. 태양 전지판 제조 이 강연에서는 현재 및 미래의 PV 배치에 대한 우려 사항의 중요 자료에 대해 논의하고 CO₂ 배출 감소의 지속적인 진전을 위해 중요한 현재 사용되는 재료의 임박한 부담을 완화하는 데 도움이 될 수 있는 몇 가지 혁신 영역을 강조할 것이다. 우리는 또한 PERC보다 훨씬 낮은 은 소비를 줄일 수 있는 미래형 2단자 탠덤 장치의 독특한 기회에 대해 논의한다.

The widespread development and deployment of photovoltaic (PV) technologies has been so successful, that PV now provides the cheapest form of new electricity. This has greatly expanded PV applications beyond just providing electricity, to also be considered as a lower-cost option for other sectors including transportation and heating. On the path to net-zero emission by 2050 with 15-60 TW of cumulative installed capacity, the annual production capacity could increase from ~150 GW in 2020 to greater than 1 TW by 2030. This raises concerns for the deployment of PV across the value chain, from scarce elements like silver, used for the metal contacts of industrial solar cells, to abundant materials like silicon, aluminium, steel, glass and concrete, not only for supply chain and demand issues, but also the emissions generated while refining the raw materials and manufacturing solar panels. This talk will discuss the critical materials of concern for current and future PV deployment and highlight several areas of innovation that could help to ease the impending burden of the materials used today, which is critical to continue progress in reducing CO₂ emissions. We also discuss the unique opportunity for futuristic two-terminal tandem devices to reduce silver consumption well below that of PERC.

21. 김종욱 (Ecole Polytechnique - FRANCE)

거주국 프랑스

이메일 jjongparis@hotmail.com

학력

2010-2013 재료공학 박사, Ecole Polytechnique

2006-2009 재료화학공학 석사, Ecole Centrale Paris

2002-2006 화학공학 학사, KAIST

경력

2016-현재 조교수, Ecole Polytechnique

2015-2015 Postdoc, University of Texas at Austin

2014-2015 Postdoc, Lawrence Berkeley National Laboratory

연구 활동

연구의 바탕은 광학적 활용성을 지닌 무기결정형 나노입자 (Nanocrystal) 이다.

<합성>

상대적으로 낮은 온도를 이용할 수 있는 용액화학적 방법으로 나노크리스탈을 합성한다. 전구체 물질의 조성, 비율, 반응온도, 첨가제 등 다양한 인자들을 최적화함으로써 원하는 구조와 형태, 그리고 용액상에 잘 분산된 나노크리스탈을 얻는 화학적 연구가 첫번째 축이다.

<광학>

크게 1) 희토류 형광체, 2) Plasmonic 반도체, 두 가지 광학적 특성을 지닌 입자들을 다룬다.

1) 크리스탈 구조 내에 희토류 란타늄 원소를 도핑하면 효율 높은 형광 (photoluminescence) 특성을 얻을 수 있고 이는 조명, 디스플레이 등 여러 산업 분야에서 필수적으로 이용되고 있다. 희토류가 도핑된 비등방성 크리스탈에서 방출되는 형광의 편광(polarization)을 통해 입자의 3차원 방향을 측정할 수 있음을 처음 밝혔고, 이 특성을 최적화한 나노입자를 개발하고있다.

2) 산화금속계열 크리스탈에 적절한 원소를 고농도로 도핑하면 금속과 비슷한 도체 특성을 얻을 수 있다. 이 때 입자 크기가 나노단위로 작아지면 Localized surface plasmon resonance (LSPR) 라고 하는 특정 파장에서 외부의 입사광을 강력하게 흡수 혹은 산란시키는 특성을 갖게되고, 이는 다양한



광학적 재료, 장치에 응용될 수 있다. LSPR은 그동안 귀금속 (금 혹은 은) 나노입자를 통해서만 구현되었는데, 이를 반도체 입자에서 구현하여 적외선 등 더 넓은 파장 영역에서 LSPR을 확보하고 자유롭게 조절하는 방법을 연구하고 있다.

<응용>

1) 편광 특성을 지닌 희토류 형광체를 DNA, 효소 등 생체고분자(biomacromolecules)의 복잡한 운동을 관찰하는 도구로 사용하는 연구를 진행하고 있다. 생체고분자의 기능을 이해하기 위해서는 분자간의 상대적 회전, 접힘 등 복잡한 운동형태를 측정할 수 있어야하지만 기존의 형광체는 위치만 측정 가능하고 회전성분은 측정할 수 없었다. 희토류 나노입자를 마커로 사용하면 3차원 회전성분을 실시간으로 추적할 수 있다. 같은 현상을 막대형태 입자들이 유체의 흐름 방향으로 정렬되는 특성과 결합하여 미세유체시스템을 분석하는 연구도 병행하고 있다.

2) 반도체 나노입자의 LSPR을 태양광 스펙트럼의 적외선 영역에 위치하도록 조절하여 햇빛의 가시광선은 투과시키면서 적외선은 효율적으로 차단하는 소재를 개발하고 있다. 이를 박막 형태로 만들어 창문에 코팅할 수 있고, 전기화학적 장치를 이용하여 LSPR의 크기를 조절함으로써 빛의 투과율을 자유롭게 바꿀 수 있는 스마트윈도우를 개발하고 있다.

응용 분야: 에너지, 생명-의료, 광학재료

반도체 나노입자의 플라즈몬 특성을 통해 구현된 친환경 건축용 스마트 윈도우 Smart windows for eco-buildings by plasmonic semiconductor nanocrystals

Ecole Polytechnique - FRANCE

김종욱 / Jongwook Kim

금속 나노입자의 Localized surface plasmon resonance (LSPR) 특성은 가시광선 영역의 빛을 효과적으로 흡수하고 near-field 를 증폭시킨다. 최근 연구에서 금속 뿐만 아니라 자유전하를 가진 반도체 입자에서도 동일한 LSPR 현상이 구현됨이 확인되었다. 단, 금속 입자와 달리 반도체 입자는 자유전하 농도를 넓은 범위에서 (10^{18} - $10^{22}/\text{cm}^3$) 자유롭게 변화시킬 수 있고 따라서 LSPR 스펙트럼의 가용범위를 적외선 영역 전체(700~100000nm)로 확장시킬 수 있다. 적외선은 태양에너지의 50%, 분자물질 고유진동수에 해당하는 영역일 뿐만아니라 통신, 생체조직 관찰에도 필수적인 기술적 가치를 지닌다. 본 연구는 물리적으로 다양한 반도체 입자의 구조, 성분과 LSPR 의 광학적 특성 사이의 상관관계를 갖고 있으며 금속 입자의 LSPR 과 어떤 차별점이 있는지를 밝혔다. 예로, 반도체의 도핑 원소의 종류와 도핑 형태에 따라서 LSPR 공명진동수와 스펙트럼 형태가 크게 달라짐을 보였고, 전기화학적 충방전을 통해 금속 입자로는 불가능했던 자유로운 LSPR 스위칭을 구현했다. 궁극적으로 이 기술을 태양광의 가시광선(빛)과 적외선(열)을 선택적으로 투과 및 차단시킴으로써 실내에서 조명과 냉난방을 위해 사용되는 에너지를 크게 저감시킬 수 있는 스마트 윈도우를 만드는데 활용하였다.

Localized surface plasmon resonance (LSPR) in metal nanoparticles permits strong light absorption and near-field enhancement within the visible wavelengths (400~700nm). Recently, it was found that degenerately doped semiconductor nanocrystals could also host LSPR with their mobile charge carriers. Unlike in metals, the largely variable carrier density in semiconductors (10^{18} - $10^{22}/\text{cm}^3$) extends the accessible spectral range of LSPR across the entire infrared (IR) region (700~100000nm) where solar energy is abundant, information is communicated, molecular vibrations are resonant, and biological tissues are transparent. We present how compositional and structural attributes of various semiconductor materials influence the LSPR properties that are distinguished from LSPR in metals. For instance, dopant species and their localization within a nanocrystal strongly impact the resonance band and its spectral line shape. Also, charge insertion and extraction by electrochemical route enable post-synthetic modulation of LSPR in nanocrystal films. We demonstrate application of this widely tunable LSPR for energy-saving dual-band smart windows that can selectively tailor the visible and IR solar transmissions.

22. 최정환 (프라운호퍼 연구소)

거주국 독일

이메일 jung-han.choi@hhi.fraunhofer.de

학력

2001-2004 전자공학 박사, 독일 뮌헨 공과 대학교

1999-2001 전자공학 석사, 서강 대학교

1992-1999 전자공학 학사, 서강 대학교

경력

2011-현재 Project manager, tenure member, Fraunhofer Institute (HHI, Berlin, Germany)

2005-2011 Senior engineer, Samsung Advanced Institute of Technology, Samsung Electronics R&D Center (DMC)

2001-2004 Research Scientist, Institute for High-frequency Eng., Munich, Germany

연구 활동

○ 약 20여년의 초고주파 반도체 (회로, 소자) 및 패키징 연구 개발 경력

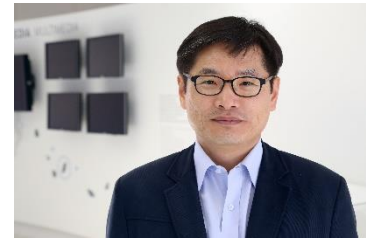
○ 현재, 독일 프라운호퍼 연구소 종신 연구원 (Berlin, Germany)

○ 연구 및 공동 협력 관심 분야

1. High-frequency IC, passive and active components (mmWave/Sub-THz, optics)
2. RF device modeling and characterization
3. Electromagnetic wave analysis and packaging for 5G/6G and optical comm
4. New mmWave/Sub-THz packaging design

○ Professional activities

1. Reviewers for IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, IEEE Microwave and Wireless Components Letters, IEEE Electron Device Letters, IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, IEEE Journal of Lightwave Technology, Progress In Electromagnetics Research (PIER), etc.
2. ETRI Journal Editor (RF section), Conference session chairs/invited talks
3. Korea Technology Advisory Group member in EU (K-TAG)



프라운호퍼 연구소 (Heinrich-Hertz) 소개 및 초고속 반도체,
IC 및 패키징 개발 소개

Introduction to the Fraunhofer Heinrich-Hertz Institute and high-speed
semiconductors, IC, and packaging

Fraunhofer Heinrich-Hertz Institute, Berlin, Germany

최정환 / Jung Han Choi

프라운호퍼 Heinrich-Hertz 연구소 (이하, HHI 연구소)는 1928년 개원 이래 2022년 현재 94년이 된 프라운호퍼의 대표적인 연구소입니다. 프라운호퍼 연구 재단은 현재 76개의 연구소로 구성되어 있으며, HHI 연구소는 가장 대표적인 성공적인 연구소입니다. HHI 연구소의 대표적인 기술로서는 H.264/H.265/H.266 라이선싱 및 worldwide AI 분야 Top 20 Research institution입니다. 또한, TRL1 - TRL 9에 이르는 광반도체 R&BD 기술을 가지고 있으며, 광통신 분야 대표적인 세계적인 top-tier leading company등에 광반도체를 양산 납품하고 있습니다. 독일내 광대역 인터넷을 통한 data traffic 중, 2 bit 중 1개의 bit은 HHI 연구소에서 생산한 반도체를 통과한다는 통계는, HHI 연구소의 광통신 분야 반도체 연구 개발 및 생산 capacity를 나타내고 있습니다.

아울러, 광통신 반도체 소자의 구동을 위한 초고속 반도체 IC를 Si 기술을 기반을 개발을 하고 있습니다. 이에 대한 소개 및 연구 역량을 소개하고, 공동 연구 개발 관심 분야를 발표하도록 하겠습니다. 최근 전세계적으로 5G 및 6G에 대한 연구가 급속히 증가있습니다. 최근 한국 기관을 통한 mmWave 및 Sub-Thz 주파수 분야 R&D 프로젝트를 수행 중에 있습니다. 이에 대한 소개 그리고, 한국내 대학교 학생 교환 프로그램에 대한 소개를 하겠습니다.

Fraunhofer Heinrich-Hertz Institute (HHI) is located in the capital city, Berlin, of Germany. Since HHI had opened in 1928 during the Second World War, it has a 94th birthday in 2022. In 2022, Fraunhofer-Gesellschaft (Fraunhofer Foundation) consists of 76 different institutes, and the HHI is considered one of the most successful Fraunhofer institute ever in terms of research achievements, e.g. H.264/265/266 licenses, and world-wide Top 20 research institutions. In addition, the HHI is capable of producing optical components using InP semiconductor materials and sells the manufactured optical components to the top-tier optical communication companies in the world. According to the internal statistics, about 50 % of the internet traffic bits touch the optical components manufactured by the HHI. It proves the core capabilities of the R&BD in optical communications/sensing area, ranging from TRL-1 to TRL-9.

In addition, the high-speed Si IC for the optical communications will be presented, discussing the core competencies and international research collaboration interests. Lots of mmWave and THz packaging activities are also under way to meet the greater demands both high-speed and lower energy consumption in modules. Some R&D examples with Korea will be provided, since a few

interanational R&D projects in terms of beyond 5G or 6G between korean institutions and HHI have successfully started in recent years. Also, HHI joins the student exchange program by Dongguk-KAIST consortium supported by KIAT and growing interests on this program about semiconductor R&D area will be adressed shortly.

23. 나운기 (캘리포니아 프레스노 주립대)

거주국 미국

이메일 woonkina@gmail.com

학력

2003-2008 전기공학 박사, University of Texas at Arlington

1995-1997 전기공학 석사, 광운 대학교

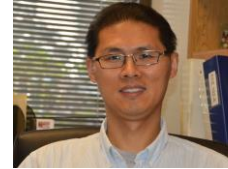
1991 -1995 전기공학 학사, 광운 대학교

경력

2013-현재 부교수, ECE department, California State University , Fresno, USA

2010-2013 조교수, ECE department, Bradley University, Peoria, IL, USA

2008-2009 Senior Engineering, Caterpillar Inc., Peoria, IL, USA



연구 활동

전력전자 전공으로 최근 3년간 에너지 재생에 관한 미국 정부과제를 수행했고, 최근에는 실리콘 벨리 스타업 회사에서 수전해 관련 전력 변환기 제어 알고리즘 개발과 실시간 제어 기법 연구를 수행하고 있다. 신재생 에너지 및 전기자동차 등 다양한 전력전자 관련된 제어 부분에 대해 연구활동을 하고 있다.

전기자동차 및 에너지 시스템용 전력 변환기 제어알고리즘 개발

Development of Control Algorithm of Power Converters for Electric Vehicle and Energy System applications

California State University, Fresno

나운기 / Woonki Na

최근에 신재생 및 대체 에너지가 무공해 이점과 태양광 풍력등 쉽게 접할 수 있어, 여러 매체와 많은 지역 소비자들에게 각광을 받고 있다. 게다가 연료전지 및 하이브리드 및 충전용 전기 자동차가 연구와 상용화에 엄청난 도약을 하고 있다. 그러나 이런 에너지 시스템 및 전기 자동차는 변화하는 입력에 따른 최대 출력을 목표로 하기때문에, 원천적으로 제어에 관한 문제를 가지고 있다. 전기자동차는 또한 과도기시에 에너지 저장장치의 효율적 충전,방전이 전력 변환기에 이루어져야 한다. 따라서 에너지 시스템과 전기차 응용의 여러 제어 방법이 발표되고, 매트랩과 PSIM을 이용한 컴퓨터 모의실험과 실험 자료가 논의될 것이다.

Lately, renewable and alternative energy sources have drawn attention of the both media and consumers because it is not only pollution free of generating electricity, but also easy to access with excellent wind and solar conditions in many areas. In addition, in terms of automotive applications, Fuel Cell Vehicles(FCV), Hybrid Electric Vehicles(HEV), and Plug-in-HEVs make significant progress in research and even commercialization by improving of their fuel economy and producing of less pollutants compared to conventional vehicles. However, since these energy systems and Electric Vehicle(EV) systems have inherent control issues, e.g., solar and wind systems have to consider maximizing the power outputs based upon the variable inputs, and in electric vehicles systems (FCV,HEV and PHEV) control of the power converters has to be considered for releasing and saving energy from the energy storages during transients. Thus, in this presentation, control methods of power converters for energy systems and EV applications are presented. The simulation results based on PSIM, and Matlab/Simulink, and its experimental data for these power converters will be shown and discussed.

24. 김병운 (ITER Organization)

거주국 프랑스

이메일 byoungyoon.kim@gmail.com

학력

2002-2005 기계공학 박사, 독일 뮌헨공과대학교

1997-1999 화학공학 석사, 서강대학교

1991-1995 화학공학 학사, 서강대학교

경력

2012-현재 Mechanical Responsible Officer, ITER Organization

2008- 2011 선임연구원, 한국핵융합연구원

2005-2007 선임연구원, 현대기아연구개발본부

연구 활동

뮌헨공대 박사학위 기간 (2002-2005)에 막스플랑크 플라즈마물리 연구소 (Max Planck Institute for Plasma Physics)에서 안전 한계를 예측하기 위해 플라즈마 대면 부품에 대한 FEM 기반 안전해석을 수행하였다.

현대기아연구개발센터 (2005-2007)에서 자동차 내외장 부품에 적용하기 위한 복합재료 및 신소재 및 제조기술에 대한 연구개발을 수행하였다..

한국핵융합연구원 (2008~2011)에서 ITER의 핵심부품인 초고온의 플라즈마를 견디는 일차벽 설계 및 제작기술 개발, 중성자빔 구조 지지 부품 개발 및 진공용기 지지구조체 개발 등을 수행하였다.

ITER Organization (2012-현재)에서 삼중수소 브리딩 블랭킷 (Tritium Breeding Blanket) 개발 연구 개발 프로그램에 참여중이며 특히 포트 플러그 설계 및 중성자 해석, 열수력 및 EM/열/구조해석 등을 활용한 설계 검증 및 제조 기술 개발 등 업무를 수행하고 있다.



ITER TBM 포트플러그 연구개발 프로그램 소개

Overview of Recent ITER TBM Port Plug R&D Activities

ITER Organization

김병윤 / KIM Byoung Yoon

삼중수소브리딩 자급률을 보장하는 삼중수소브리딩블랑켓(Tritium Breeding Blanket, TBB)는 핵융합 발전소 상용화를 위한 반드시 필요한 핵심기술이며, ITER 다음 단계인 실증 플랜트 (DEMO)에 적용되어야 할 필수 부품이다. 이러한 중장기 목표를 달성하기 위해 ITER에서는 테스트 블랑켓 모듈(TBM)이라고 불리는 브리딩 블랑켓의 mock-up(모크업)을 ITER 운영 캠페인 동안 두 개의 포트에서 TBM 포트 플러그 (TBM-PP)를 통해서 테스트할 예정이다. 각 TBM 포트 플러그는 TBM-Frame 1개와 TBM-Set 2개(또는 Dummy-TBM 2개)로 구성되어 있으며, 이를 실행하기 위한 다음과 같은 R&D 프로그램이 실행되었다. 첫째로 핵융합 반응을 일으키기 위해서는 핵융합이 일어나는 용기의 초고진공 (ITER 기준: VQC (Vacuum Quality Classification) 1A)이 잘 유지되어야 하며 이를 위해 진공 경계에 속하는 TBM 포트 플러그에 대한 ITER의 진공 기준 적합성 여부의 검증이 중요하다. 이를 위해 TBM-Frame 플랜지와 TBM-Set 또는 Dummy-TBM 플랜지에 대한 고진공 씰링 테스트가 실행되었다. 특히 진공 검증을 위한 ITER Large Seal Test Rig(LSTR) 및 금속 개스킷 씰이 제조되어 ITER 사이트에 설치되었으며, 헬륨 누출 테스트는 VQC 1A를 사용한 금속 개스킷 씰의 진공 성능을 조사하기 위해 여러 운전 온도에서 수행되었다. 둘째로 TBM 포트 플러그 설계는 ITER 원격 조정 (Remote Handling)을 통한 신속한 교체 및 유지보수의 수행 가능성을 보장해야 한다. 특히 여러가지 개념의 TBM을 테스트하기 위해 TBM-Set과 Dummy-TBM은 여러 차례 교체 될 수 있어야 하며 이는 ITER 안의 Hot Cell 건물에서 원격조정 장비와 도구들을 사용하여 수행된다. 따라서 TBM-Set/Dummy-TBM의 설치 및 제거와 RH 볼트 체결 등을 포함한 중요한 업무들에 대해서 원격조정 작업의 타당성을 입증해야 하며 이를 위한 연구개발 프로그램이 수행되었다.

A Tritium Breeding Blanket (TBB) ensuring tritium breeding self-sufficiency is a compulsory element for a demonstration power reactor (DEMO), the next step after ITER. To achieve these objectives, mock-ups of breeding blankets, called Test Blanket Modules (TBMs), are to be tested in two ITER equatorial ports during the ITER operation campaign. Each TBM Port Plug (TBM-PP) consists of a TBM-Frame and two TBM-Sets (or two Dummy-TBMs). Some required R&D activities were identified during the design of TBM-Frame and Dummy-TBM. This paper summarizes the achievements on the two most relevant R&D topics as described herewith. Several TBM-PP components (i.e., back parts of the TBM-Frame, the Dummy-TBMs, and the TBM-Shields, and the TBM feeding pipes) are part of the vacuum boundary implying that these components are Vacuum Quality Classification (VQC) 1A. To test and develop high vacuum sealing for both the TBM-Frame

flange and the TBM-Set or Dummy-TBM flange, the ITER Large Seal Test Rig (LSTR), and metallic gasket seals for the TBM application have been manufactured and installed in ITER site. The helium leak tests were performed at different operating temperatures to investigate the vacuum performance of metallic gasket seals with VQC 1A. The TBM-Frame design shall guarantee the feasibility of a rapid replacement and refurbishment compatible with ITER Remote Handling (RH) operations. Several replacements of the TBM-Sets and/or the Dummy-TBMs are planned by using RH tools in the Hot Cell Facility during the ITER lifetime. Therefore, an experimental program has been performed to demonstrate the feasibility of the critical RH refurbishment tasks including the insertion and removal of TBM-Set/Dummy-TBM and the RH bolting.

25. 박주연 (National Physical Laboratory)

거주국 영국

이메일 judyless@gmail.com

학력

2004-2012 이학 박사, 서울 대학교

1999-2001 이학 석사, 서강 대학교

1991-1995 이학 학사, 강원 대학교

경력

2018-현재 수석연구원, National Physical Laboratory, 영국

2012-2018 수석 엔지니어, Samsung SDI, 대한민국

연구 활동

서울대학교에서 물리화학 박사 학위를 받았으며, 광전지, OLED와 같은 멀티레이어 구조에 적용할 수 있는 선구적인 광학 기술을 사용하여 유기/(준) 금속 인터페이스의 전자 구조, 형태 및 전하 전달 역학을 연구하였다. 이후 KRISS(한국표준과학연구소), 베를린자유대학(독일)에서 학술연구를 하였으며, RIKEN 및 오사카대학(일본)과 협력하여 물질의 표면/계면 특성과 기초적인 역학 이해에 중점 연구를 하였고, Tier 1 리튬이온 배터리 제조업체인 삼성SDI(한국)로 이전하였다.

삼성에서 근무기간 동안 전기화학 테스트와 상관관계가 있는 사후 분석을 기반으로 리튬이차 전지 열화 메커니즘에 대한 전체적인 접근법을 개발하면서 배터리 모델링을 위한 데이터베이스 구축에 전기화학적 기여를 주도했다. 수석 엔지니어로서 Jaguar Land Rover, BMW의 자동차 프로젝트를 이끌었고 셀 검증, 안전 및 대량 생산의 품질 관리를 고려하여 에너지 저장 시스템(ESS) 프로젝트에 대해 참여하였다. 2018년 8월 NPL로 옮겨 배터리의 혁신적인 표준 테스트 방법, 진단 도구를 개발하고, 배터리 성능 및 열화에 대한 과학 및 엔지니어링 문제를 해결하기 위해 다양한 배터리 프로젝트를 진행하고 있다.



영국 국립 물리 연구소에서의 Battery R&D 소개

Metrology for Battery R&D at the National Physical Laboratory

National Physical Laboratory

박주연 / Juyeon Park

이차전지는 CO₂ 감축 목표를 달성하고 전기 자동차와 에너지 그리드에서 재생 에너지 인프라의 통합을 위한 핵심 기술이다. 영국의 국립 측정 연구소(National Measurement Institute)로서, NPL(National Physical Laboratory)은 원료에서 서비스 사용에 이르기까지 배터리 산업의 중요한 측정 과제를 해결하기 위해 학계 및 산업계와 협력하여 고에너지 밀도 배터리의 개발 및 상용화를 지원하기 위한 다학제적 방법론 및 테스트 표준화를 수립하고 있다. 본 발표에서는 NPL에서 진행 중인 배터리 연구 및 관련 프로젝트를 소개하고자 한다.

Batteries are a key technology to achieve CO₂ reduction goals and for the integration of renewables infrastructure in electric vehicles and the energy grid. As the UK's National Measurement Institute, the National Physical Laboratory (NPL) is addressing critical measurement challenges for the battery industry, spanning from raw materials through service use to end-of-life. Working in collaboration with both academia and industry, multidisciplinary methodologies and test standardization have been established to support the development and commercialization of high energy density batteries. In this presentation, key metrological techniques for battery research under development at NPL will be introduced and their impact on acceleration of innovation highlighted.

26. 김동성 (University of Queensland)

거주국 호주

이메일 dongseong@gmail.com

학력

2003-2008 컴퓨터공학 박사, 한국항공대학교

2001-2003 컴퓨터공학 석사, 한국항공대학교

1997-2001 항공전자공학 학사, 한국항공대학교

경력

2019-현재 정교수, University of Queensland, Australia

2011-2018 조교수/부교수, University of Canterbury, New Zealand

2008-2011 박사후연구원, Duke University, USA

연구 활동

저는 2001년부터 네트워크 보안 연구를 수행하고 있으며, 제가 주로 연구하고 있는 분야는 GAME
으로 정리됩니다.

- Graphical Models for Cyber Security (사이버 보안을 위한 그래픽한 모델): 수학/확률적인 모델을 사용한 사이버 보안 위험 분석(Model-based Cyber Security Risk Analysis)
- AI for Cybersecurity & Cyber Security for AI (사이버보안을 위한 인공지능 기술과 인공지능에 대한 사이버 보안 기술): 인공지능 시스템을 다양한 공격으로부터 보호하는 기술과 인공지능 기술을 사용하여 사이버 보안에 적용하는 기술 연구(Securing AI systems and Cybersecurity using AI techniques)
- Moving Target Defense (MTD) (무빙 타겟 방어): 강인하고 선제적인 사이버 보안 기술(Resilient and Proactive Defence)
- Evolving Attacks and Defense Automation (진화하는 사이버 공격과 방어 자동화 기술): 인공지능을 이용하여 레드팀과 블루팀을 자동화하고 평가하는 기술(Red team and Blue team Automation & Evaluation using AI)

본 포럼에서는 4 번째 주제인 진화하는 사이버 공격을 자동화하는 기술과 사이버 방어를 자동화하고 평가하는 기술에 대해서 소개하고자 합니다. 다른 주제들도 간략하게 소개하고 관심있는 분들과 연구 및 개발 분야에 협력하기를 바랍니다.



인공 지능 기술을 이용한 사이버 공격 자동화 및 방어 평가

Cyber Attacks Automation and Defense Evaluation using AI Techniques

The University of Queensland, Australia

김동성/Dongseong Kim

사이버 보안은 4차 산업 혁명 시대에서 매우 중요한 핵심 기반 기술 중에 하나이다. 사이버 공격을 수행하여 다양한 시스템 및 네트워크의 보안 상태를 평가하는 연구는 사이버 보안을 향상시킬 수 있는 방안으로 사용되어 왔다. 본 발표에서는 기존에는 보통 red team에서 수행하는 사이버 보안 평가를 인공지능 기술을 사용하여 자동화할 수 있는 방안에 대해서 소개한다. 본 연구자는 HARMer라는 공격 자동화 기술을 개발하였으며, HARMer를 클라우드 환경에서 검증한 내용에 대해서도 소개한다. 또한 사이버 공격에 대한 방어자 입장에서 방어 기술을 자동으로 적용하고, 보안 레벨의 향상 정도를 평가하고, 적용된 방어 기술을 향상시킬 수 있는 방안과 연구 동향에 대해서도 소개한다.

Cybersecurity is one of the most important core technologies in the era of the 4th Industrial Revolution. The research of assessing the security posture of various systems and networks by performing cyberattacks has been used as a method to improve cybersecurity. This presentation introduces an approach of cybersecurity evaluation using AI technologies to automate cybersecurity evaluation which is performed usually by a red team. I developed an attack automation technology called HARMer and introduce the feasibility of HARMer in the Cloud environment. I will introduce methods and research trends that can automatically 1) apply defense technologies from the defender's point of view against cyberattacks, 2) evaluate the level of security improvement and 3) enhance the applied defense technologies.

27. 정재숙 (Bayreuth University)

거주국 독일

이메일 jscvalues@gmail.com

학력

2000-2006 전산학 박사, Utrecht 대학교

1997-2000 전산학 석사, 홍콩과기대 (HKUST)

1991-1996 전산학 학사, 포스텍

경력

2022-현재 연구원, Bayreuth University

2019-2022 연구원, Hof University of Applied Sciences

2006-2018 선임연구원, 한국전자통신연구원(ETRI)

연구 활동

융합연구를 위한 지식그래프 관련 연구/개발, 디지털콘텐츠기술, 소프트웨어미래기술 (ETRI), 그래프이론, 계산기하 알고리즘 연구



융합적 연구협력을 위한 관점 포용 디지털연구환경

Digital Research Environment for reconfiguring views through interdisciplinary collaborations

Bayreuth University

정재숙 / Jae Sook Cheong

융합적 협업 연구개발을 위해 필요한 디지털 연구환경(DRE) 구축은 다양성을 끌어 안아야 한다. 그러면서도 지속가능하고 효율적인 사용성과 유지/보수를 위해 일관성을 제공해야 한다. 이 둘 사이의 적절한 선을 찾는 것이 중요하다.

이번 발표에서는 융합적 협업 연구를 위한 DRE 가 고려하는 여러가지 다양성을 소개하고, 관련하여 독일에서의 다양성과 한국에서의 통일성의 장단점도 함께 짚어본다.

Digital Research Environment (DRE) for interdisciplinary research collaborations should embrace diversities in many layers. At the same time, it should maintain consistency for sustainable and efficient usage and maintenance. It is important for the system to be on the right boundaries between these two seemingly opposite properties—diversity and consistency. In this presentation, the diversities considered in DRE will be presented. Also the diversities in two different countries—Germany and South Korea—will be compared, along with their pros and cons.

28. 이규명 (Liverpool Johnn Moores University)

거주국 영국

이메일 G.M.Lee@ljmu.ac.uk

학력

2000-2007 통신망 박사, KAIST

1999-2000 통신망 석사, KAIST

1993-1999 전기전자제어 학사, 홍익 대학교

경력

2019.5-현재 정보통신기술 국제표준 마에스트로(TTA)/명장급 전문가

2014.9-현재 영국 Liverpool John Moores University, Full Professor (정교수)

2012.5-현재 KAIST, IT융합연구소, 겸직교수

2008.9-2014.6 프랑스 Institut Mines-Telecom, Telecom SudParis, 부교수

2007.9-2008.8 미국표준기술연구소(NIST), 객원 연구원

2007.4-2012.6 한국전자통신연구원(ETRI), 초빙 연구원

2007.3-2009.2 KAIST, 연구교수

2005.3-현재 IT 국제 표준 전문가 (한국정보통신기술협회), 국제 표준화 기구 의장단
ITU-T FG-AN 부의장, FG-DPM 의장, SG13 WP3 의장, Q16/13 및
Q4/20 라포처, 에디터 등

2005.2-2007.2 (주)피보텍((舊)한국통신기술), 전문위원

2002.9.-2003.2 호주 멜버른 대학교, 방문 연구원

연구 활동

주요 관심 분야

- Web3.0/블록체인, 신뢰 네트워크 및 서비스, 양자암호 네트워크 기술
- 사물 지능 인터넷(Artificial Intelligence of Things), IPTV, 클라우드/에지 컴퓨팅 기술
- Smart Grid, e-health 등의 IT 융합 기술 및 에너지 절감 기술
- SDN, 5G, 네트워크 슬라이싱, 데이터 중심 지능형 네트워킹 기술

수행 프로젝트

- 5G기반 지능형 IoT 트러스트 인에이블러 핵심기술 연구
- IoT 환경에서 일반개인정보보호규정에 부합하는 (GDPR Compliant) 개인정보 관리기술 개발
- 고신뢰 사물지능 생태계 창출을 위한 TII (Trusted Information Infrastructure) S/W



프레임워크 개발

- EU Horizon 2020 Wise-IoT 및 유레카 프로젝트

향후 계획

- Web3.0 기반 가치 인터넷(Internet of Value) 환경에서의 고신뢰 ICT 인프라 기술

가치 인터넷: 신뢰 및 탈중앙화 웹 3.0 플랫폼

Towards Internet of Value: Trustworthy and Decentralized Web 3.0 Platform

Liverpool John Moores University, UK

이규명 / Gyu Myoung Lee

인공지능(AI)과 사물인터넷(IoT)은 미래에 매우 중요한 기술이며, 최근에 AI과 IoT을 결합하기 위한 많은 연구 활동이 있어 이를 AIoT(Artificial Intelligence of Things)라고 합니다. 또한 데이터는 인간 상호 작용을 통한 AI 기반 솔루션을 지원하는 데 필수적이고 있습니다. 블록체인은 신뢰를 만드는 기계로서 거래가 기록되는 방식을 혁신합니다. 이와 관련하여 본 발표에서는 AIoT 및 블록체인 등이 접목되어 새롭게 출현한 정보통신기술을 고려한 새로운 인터넷(Web 3.0 및 가치 인터넷으로서의 비전)의 주요 개념, 기능 및 특성을 소개합니다. Web 3.0 연구에서 많은 연구자들이 사용자 중심의 인터넷 플랫폼을 구현하기 위해 보안, 개인 정보 보호 및 신뢰 문제가 지속적으로 제기됨에 따라 향후 디지털 경제 환경인 웹 3.0이라는 새로운 인터넷의 부정적인 영향에 대처하기 위해서는 신뢰할 수 있고 분산된 플랫폼이 무엇보다 중요합니다. 따라서 가상 공간에서의 새로운 경제 패러다임과 데이터 생태계와 그 특징을 바탕으로 본 발표에서는 신뢰 기술로 탈중앙화 플랫폼을 구현하기 위한 주요 과제를 제시하고 향후 연구를 위한 주요 이슈에 대해 논의합니다.

Artificial Intelligence (AI) and Internet of Things (IoT) are very important technologies for the future and recently there are a lot of research activities to combine AI and IoT, called AIoT (Artificial Intelligence of Things). Furthermore, data is becoming essential to support AI based solutions with human interactions. Blockchain revolutionizes how transactions are recorded as a machine for creating trust. In this regard, this talk introduces key concepts, features, and characteristics of the new Internet (Web 3.0 and its vision as Internet of Value) considering emerging ICTs integrating AIoT and blockchain. From Web 3.0 research, many researchers have identified that there are security, privacy and trust concerns to realize user-centric Internet platform. To cope with negative effects of the new Internet, so called Web 3.0, environment for digital economy, it's necessary to address trustworthy and decentralized platform. Therefore, from new economic paradigm for cyber spaces, data ecosystem and its features, this talk introduces key challenges for realizing the decentralized platform with trust technology and discuss next steps for future research.

29. 김한성 (University of Southampton)

거주국 영국

이메일 h.kim@soton.ac.uk

학력

2001-2005 전기전자공학 박사, 연세대학교

1999-2001 전기전자공학 석사, 연세대학교

1995-1998 전파공학 학사, 연세대학교

경력

2020-현재 부교수, University of Southampton, UK

2008-2020 Senior research fellow, University of Surrey, UK

2005-2008 연구원, ATR, Japan

1998-2003 학생연구원/위촉연구원, 영상미디어센터, 한국과학기술연구원 (KIST)

연구 활동

김한성 박사는 지난 20여년간 3D 영상처리와 컴퓨터 비전 기술을 연구해 왔다. 일본 ATR 국책연구소에서는 3년간 다시점 카메라를 이용한 의료진의 3차원 활동 모니터링과 기록 시스템을 개발하였으며 2008년 부터 12년간은 영국에서 가장 큰 컴퓨터비전 연구센터인 Surrey 대학의 Centre for Vision, Speech and Signal Processing 연구소에서 선임연구원으로 근무하며 영화와 게임에 응용 가능한 3차원 영상 복원 및 분석 기술을 연구하였다. 그리고 현재는 Southampton 대학의 부교수로 재직하며 AI 기술을 이용한 영상 분석 및 복원 기술을 개발중이다. 지난 20여년간 16개의 연구 프로젝트를 수행하며 100편 이상의 학회와 저널 논문을 발표하였으며 주 연구분야는 3차원 영상 복원, 360 파노라마 영상 처리, 가상/증강현실 (AR/VR), 다중 센서처리 (Multi-modal signal processing), 영상/음향 복합 신호처리, 미디어 제작 등이다. 현재 3차원 얼굴 복원을 이용한 비접촉식 마스크 피팅 시스템 개발, 360도 카메라를 이용한 휴머노이드 인터랙션 기술 연구, 360도 파노라마 카메라를 이용한 영상/음향 복합 가상현실 구현 등의 프로젝트를 수행중이다.



한장의 360° 사진으로부터 몰입형 3차원 영상/음향 공간 재현

Immersive Audio-Visual 3D Scene Reproduction using a Single 360° Camera

School of Electronics & Computer Science at the University of Southampton, UK

김한성 / Hansung Kim

코로나 시대는 우리 삶의 모습을 새롭게 바꾸어 놓았으며 이로인한 원격 회의 및 가상 경험에 대한 본격적인 수요를 불러왔다. 하지만 현재 제공되고 있는 Zoom, MS Teams 등의 영상 통신 및 회의 시스템은 아이 컨택, 공간감, 공간 음향등의 부재로 인해 사용자들의 욕구를 충족시키지 못하고 있다. 실제 공간을 가상현실 공간상에 시작적 청각적 특성까지 고려된 3차원 모델로 재현하여 이 공간상에서 협업을 할수 있는 몰입형 가상 공간 재현 기술은 의료, 통신, 교육, 오락 등 다양한 분야에 활용될 수 있다. 그러나 현재 기술로는 우리 주변 일상 생활 공간을 3차원 가상현실 내에 재현하는데는 많은 시간과 비용이 소요된다. 이 발표에서는 현재 시판되고 있는 360° 카메라로 찍은 단 한장의 사진만으로 사진에 찍힌 공간을 시각적/음향적 특성을 모두 갖춘 3차원 가상 모델로 재현하는 기술을 소개한다. 재현된 3차원 모델은 가상현실 속에서 사용자가 시각적/청각적 몰입감을 경험할 수 있도록 렌더링 될수 있다. 이 시스템을 구성하는 한장의 360° 사진으로부터 3차원 공간 복원, 음향 특성을 구현하기 위한 재질 인식, 실시간 3차원 시청각 공간 렌더링 기술 등이 함께 소개된다.

The COVID-19 pandemic has changed our lifestyle and caused high demand for remote communication and experience, but current video conferencing systems do not meet basic requirements for remote collaboration due to the lack of eye contact, gaze awareness and spatial audio synchronisation. Reproduction of a real space as an audio-visual 3D model allows users to remotely experience real-time interaction in real environments, thus it can be widely utilised in various applications such as healthcare, teleconferencing, education, entertainments, etc. In this talk, a simple and practical solution to estimate geometrical structure and acoustic properties of general scenes allowing an immersive rendering of the scene to improve user experience in a virtual space. This system will address three research questions: (1) How to reconstruct the complete 3D scene geometry from a single 360 photo; (2) How to extract semantic audio and visual properties of the scene; and (3) How to adaptively render plausible audio-visual experiences to users in real-time.

30. 이형태 (US Army Research Laboratory)

거주국 미국

이메일 hlee79@gmail.com

학력

2008-2014 전자공학 박사, 메릴랜드 주립 대학교, 칼리지 파크

2006-2008 전자공학 석사, 한국과학기술원 (KAIST)

1999-2006 전자공학, 기계공학 학사, 서강 대학교

경력

2020-현재 연구원 (연방 공무원), US Army Research Laboratory

2014-2020 연구원 (Contractor), US Army Research Laboratory

연구 활동

현재까지 AI, 컴퓨터 비전, 머신 러닝 분야의 다양한 application에서 관련 연구와 프로젝트를 진행하였습니다. 세부분야로는 2D Object detection, 3D Object detection, Object tracking, Pose estimation, Hyperspectral Image Classification, Action Recognition 등입니다. 그동안 진행된 연구 결과들은 논문으로 6편의 저널과 29편의 학회에서 publish되었고, Google Scholar 기준으로 총 인용수가 1950을 넘어섰습니다. 대부분 논문에 주저자로 참여하였고 (6편의 저널과 19편의 학회 논문) 대부분은 IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on Image Processing, European Conference on Computer Vision 등 탑티어의 저널과 학회지에 실렸습니다. 또 2020년 제가 주개발자로 개발한 ME R-CNN이란 2D object detection 방법은 그해 미육군 10대 기술의 하나로 선정되었습니다.

앞으로도 AI 분야의 다양한 세부분야에서 연구를 진행할 예정이며, 현재 진행중인 연구는 가상 영상을 효과적으로 2D object detection model을 훈련하는데 사용하는 방법입니다.



Re-identification에 적용될 Hard-distance Elastic Loss

Negative Samples are at Large: Leveraging Hard-distance Elastic Loss for Re-identification

US Army Research Laboratory

이형태 / Hyungtae Lee

이 논문에서 일반적인 re-identification을 위한 training에서 매우 많은 negative 샘플을 활용할 수 있는 MoReID (Momentum Re-identification) 프레임워크를 제시합니다. 이 프레임워크의 디자인은 dictionary를 사용하여 현재 및 과거 배치를 저장하여 대규모 인코딩 샘플 세트를 구축하는 MoCo (Momentum Contrast)에서 영감을 받았습니다. 과거 positive 샘플을 사용하는 것은 현재 positive 샘플의 특성과 달리질 수 있어 덜 효과적이라는 것을 알게 되었기 때문에 MoReID는 dictionary에 저장된 많은 수의 negative 샘플만 사용하도록 설계되었습니다. 그러나 하나의 샘플만 사용하여 positive/negative 샘플 세트를 나타내는 re-identification에 널리 사용되는 Triplet 손실을 사용하여 모델을 훈련하면 MoReID 프레임워크에서 획득한 확대된 negative 샘플 세트를 효과적으로 활용하기 어렵습니다. 따라서 우리는 이 논문에서 많은 수의 negative 샘플 세트를 사용하는 이점을 극대화하기 위해 하나 이상의 hard 샘플을 사용하여 많은 수의 샘플을 나타낼 수 있는 Hard-distance Elastic loss (HE loss)를 소개하였습니다. 우리의 실험은 MoReID 프레임워크가 제공하는 많은 negative 샘플이 HE loss를 이용할 때에만 효과적으로 활용될 수 있음을 보여주며, Veri-776, Market-1501, Veri-Wild 세 가지 re-ID 벤치마크 데이터셋에서 state-of-the-art 정확도를 달성하였습니다.

We present a Momentum Re-identification (MoReID) framework that can leverage a very large number of negative samples in training for general re-identification task. The design of this framework is inspired by Momentum Contrast (MoCo), which uses a dictionary to store current and past batches to build a large set of encoded samples. As we find it less effective to use past positive samples which may be highly inconsistent to the encoded feature property formed with the current positive samples, MoReID is designed to use only a large number of negative samples stored in the dictionary. However, if we train the model using the widely used Triplet loss that uses only one sample to represent a set of positive/negative samples, it is hard to effectively leverage the enlarged set of negative samples acquired by the MoReID framework. To maximize the advantage of using the scaled-up negative sample set, we newly introduce Hard-distance Elastic loss (HE loss), which is capable of using more than one hard sample to represent a large number of samples. Our experiments demonstrate that a large number of negative samples provided by MoReID framework can be utilized at full capacity only with the HE loss, achieving the state-of-the-art accuracy on three re-ID benchmarks, Veri-776, Market-1501, and Veri-Wild.

31. 장영환 (Oregon Health and Science University)

거주국 미국

학력

2008-2013 기계공학 박사, UC Berkeley

2002-2004 항공우주공학 석사, KAIST

1998-2002 항공우주공학 학사, KAIST



경력

2022-현재 Associate Professor, Biomedical Engineering and Computational Biology Program, Oregon Health and Science University

2015-22 Assistant Professor, Biomedical Engineering and Computational Biology Program, Oregon Health and Science University

2013-2015 Postdoctoral Scholar, Electrical Engineering and Computer Sciences, UC Berkeley

2006-2008 연구원, Center for Cognitive Robotics Research, Korea Institute of Science and Technology (KIST)

2002-2004 연구원, R&D Center, Suspension and Steering Group, Hyundai Motor Company and Kia Motor Corporation, Korea

연구 활동

주요 연구 관심 분야는 data-driven system identification 과 control theory이고 이를 기반으로 하여 복잡한 biological system (cancer)에 대한 시스템적 분석과 이를 통하여 효과적인 제어 방법을 제시하는 것을 목표로 하고 있습니다. 현재 연구 분야는 machine learning/deep learning 을 기반으로 한 quantitative image analysis 연구와 이를 통해서 tumor microenvironment 분석하는 것입니다.

의료 애플리케이션을 위한 딥러닝 기반 이미지 분석

Seeing what you've been missing

Oregon Health and Science University

장영환/ Chang, Young Hwan

인공신경망 기술은 이미지 분석에서 자연어 처리에 이르기까지 다양한 영역에 걸쳐 최첨단 기계 학습 모델이 되었으며 학계와 산업계에서 널리 사용되고 있습니다. 이러한 발전은 일반적으로 의료 영상 기술, 의료 진단 및 분석에 엄청난 잠재력을 가지고 있으며 현재 디지털 병리학에서 병리학자의 효율성과 정확성을 개선하기 위해 많은 접근 방식이 탐색되고 있습니다.

본 발표에서는 기존의 병리학 이미지에서 이전에는 인식되지 않았지만 진단적으로 중요한 특징을 인식하고 종양 생물학에 대한 더 나은 이해를 위해 세포 구조 및 조직 구조에 대한 새로운 정량적 통찰력을 제공하기 위한 딥 러닝 접근 방식을 제시할 것입니다.

Deep neural networks are now state-of-the-art machine learning models across a variety of areas, from image analysis to natural language processing, and are widely deployed in academia and industry. These developments have a huge potential for medical imaging technology, medical diagnostics, and healthcare in general and many approaches are now being explored to improve pathologists' efficiency and accuracy in digital pathology.

In this talk, I will present our deep learning approaches to recognize previously unappreciated but diagnostically important features in standard histopathology images and provide new quantitative insight into tissue function and architectures for a better understanding of tumor biology.

32. 김시중 (Univ of Nevada Las Vegas)

거주국 미국

이메일 hisijung@gmail.com

학력

2010-2015 인간공학/HCI 박사, Virginia Tech 대학교

2008-2010 전기전자컴퓨터학 석사, 성균관 대학교

2002-2008 전자공학 학사, 경기 대학교

경력

2019-현재 Associate Professor, Univ of Nevada Las Vegas (UNLV)

2014-2019 Assistant Professor, Univ of Nevada Las Vegas (UNLV)

2011-2014 Assistant Professor, Univ of Central Florida



연구 활동

현재 Digital Experience Lab (DEX Lab)을 운영하고 있으며 인간공학과 HCI를 기반으로한 인터랙티브 미디어관련 개발 및 평가관련 일을 하고 있습니다. 근무하는 학교가 라이브공연 및 다양한 디지털 익스피어런스 기술 및 제품들로 합쳐진 미국 라스베가스에 위치하고 있어 라스베가스 스트립에 있는 호텔 및 기업들과 연계한 디자인 및 평가관련 프로젝트를 하고 있습니다. 프로젝션/VR등을 이용한 3차원 공연, 웨어러블 인터페이스를 이용한 트래킹, 동기화 및 Augmentation, Outdoor 환경에서의 AR/VR을 이용한 라이브공연, 호텔 데이터를 활용한 AI/로봇등과 관련된 일을 준비하고 있습니다.

<https://www.facebook.com/sjlab>

<https://scholar.google.com/citations?user=KI8yR3gAAAAJ&hl=en>

라스베가스 아웃도어 증강현실 디자인 및 챌린지

Design and Challenges of an Outdoor AR in Las Vegas

Digital Experience Lab, Univ of Nevada Las Vegas

김시중/ SJ Kim

라스베가스에 프레몬트 거리 및 스트립에는 다양한 디지털 익스피어런스 관련 볼거리 등이 있습니다. 증강현실 및 확장현실관련 컨셉을 스트립에 적용한 AR Stem Strip과 같은 다양한 시도를 하고 있습니다. 본 발표에서는 증강현실을 이용한 벨라지오 분수에서의 아웃도어 극장 디자인 컨셉과 프로토타입 구현에 대해 설명합니다. 진행되는 과정에서 경험하고 발견한 챌린지에 대해서도 설명하고 라스베가스 도시 인프라를 이용한 메타버스, 로봇 및 프로젝션 매핑을 이용한 인터랙티브 콘텐츠 개발관련 다방면에서의 협력방안에 대해 토의하고자 합니다.

Las Vegas was born with digital experience. This talk introduces what we believe to be the first use of AR in the Bellagio Fountains towards a city based extended reality with an ultimate goal of Las Vegas metaverse. The talk introduces the concept of an outdoor AR theatre and its early stage of working prototype. The talk also includes the design challenges discovered from the process of prototype development as well as lessons learned from the design case to facilitate collaborations between the two countries.

33. 김형록 (United States Department of Agriculture)

거주국 미국

이메일 hyunglokkim@gmail.com

학력

2017-2022 토목공학 박사, 버지니아 대학교

2020-2021 데이터과학 석사, 버지니아 대학교

2014-2016 수자원원격탐사 석사, 성균관대학교

2008-2012 토목환경공학 학사, 한양대학교

경력

2022-현재 Physical Scientist, United States Department of Agriculture (USDA)

연구 활동

저는 현재 미농무부 수문 및 원격탐사 연구소에서 물리 과학자로 일하고 있습니다. 미국 버지니아 주 버지니아대학교(UVA)에서 토목공학 박사(2022년)와 데이터 과학 석사(2021년) 학위를 받았으며, 수문학, 베이지안 이론, 기계학습, 그리고 전 지구 규모의 물순환을 연구하고 있습니다. 제 연구의 가장 중요한 목표는 전 지구 규모의 정확한 수문학적 변수를 제공하고, 앞으로 수십 년 동안 우리가 직면하게 될 수자원 고갈 및 자연재해에 (홍수, 가뭄, 황사 등) 관련된 주요 과제를 해결하는 것입니다. 제 연구는 수자원 및 자연재해를 더 정확하게 예측하고, 수문 기상 요인들이 수행하는 역할에 대한 근본적 이해를 위해 위성 및 지구 시스템 모델에서 모의 된 데이터의 품질을 개선함에 있습니다. 관련된 자세한 내용은 제 개인 홈페이지를 통해 확인할 수 있습니다.(<http://hyunglokkim.github.io/>)



최신 지구관측 위성과 기계학습을 활용한 전 지구 물순환의 이해

Understanding the Global Terrestrial Water Cycle with Up-to-Date Earth Observing Satellite-based Data and Machine Learning

United States Department of Agriculture

김형록 / Hyunglok Kim

물의 순환은 물이 어떻게 식물, 동물, 그리고 인간에게 도달하는지를 설명하는 매우 중요한 연구분야입니다. 따라서 온도 상승에 따른 기후 변화가 물 순환에 미치는 영향을 분석하는 것은 지구의 모든 생명체에게 매우 중요합니다. 하지만 지구의 물 순환 주기를 파악하는 것은 매우 어려운 일입니다.

한 세기 이상, 인간은 더욱 효율적으로 농작물을 재배하기 위해 숲을 개간하고 다양한 원천에서 열을 가두는 온실가스를 방출함으로써 지구의 기후 시스템을 변화시켜 왔습니다. 이러한 변화는 육지에서 대기로의 잠재 열 흐름과 지각 열 흐름 사이의 분포를 수정함으로써 강우 패턴을 바꾸어 왔습니다. 연구자들은 위성에서 얻은 토양 수분의 시공간적 변화 데이터를 분석함으로써 재구성된 강우 패턴이 지구의 지표면에 미치는 영향을 조사합니다. 이는 토양 수분의 변화가 지표면과 대기 사이의 상호작용을 통제하고 물과 에너지의 흐름을 제어하기 때문입니다.

인공위성에 탑재된 마이크로파 센서를 사용하면 지표면 근처의 토양 수분 값을 추정할 수 있습니다. 그러나 위성 마이크로파 시스템을 활용한 토양 수분 추정은 공간적으로나 시간상으로 연속적이지 않다는 주요 한계점을 지니고 있습니다. 이러한 위성의 관측 한계점을 극복한다면, 지구 시스템 모델을 통한 더욱 정확한 에너지 및 탄소 흐름의 예측이 가능합니다.

이번 세미나에서는 미국항공우주국(NASA)과 유럽우주국 (ESA)의 최신 위성 시스템의 한계를 기계 학습 방법과 데이터 동화 기술을 활용하여 극복하는 방법에 대한 연구를 논의합니다. 또한, 향상된 위성/지구 시스템 모델의 수문 기상자료를 통해 온도상승에 따른 강우패턴의 변화가 전 지구 물순환에 미치는 영향을 분석합니다. 이러한 연구는 앞으로 기후 변화가 수자원 및 자연재해 (가뭄, 홍수, 등) 빈도 증가에 미치는 영향을 예측하는 데 많은 도움이 될 것입니다.

The water cycle describes how water reaches plants, animals, and humans. Examining Earth's water cycle can be a challenging task, but understating the speed at which the water cycle evolves under climate change is extremely important for life on Earth.

For over a century, humans have been modifying Earth's climate systems by

clearing forests to grow fast-growing crops and emitting heat-trapping greenhouse gases from a wide variety of sources. These changes can alter rainfall patterns by modifying outgoing energy fluxes, viz., the distribution between latent and sensible heat fluxes from land to the atmosphere. Researchers can investigate the impact of reconstructed rainfall patterns on Earth's terrestrial surface by studying the dynamics of soil moisture, as it controls the flow of water and energy, governing interaction between land surface and atmosphere.

Many methods have been proposed to estimate near-surface soil moisture values using microwave sensors aboard satellites. However, soil moisture estimations from microwave systems have a major limitation: they are neither spatially nor temporally continuous. Obtaining accurate soil moisture data and other hydrologic variables from satellites would also improve estimations of the other energy and carbon fluxes in Earth system models.

In this seminar, I discuss my research on ways to overcome these limitations by utilizing NASA's and ESA's satellite systems together with data assimilation and machine learning methods. This would help us understand many future alterations to Earth's processes under climate changes, which, in turn, improve our ability to predict water resources and water related natural disasters (floods, droughts, etc.)

34. 이상호 (EBMUD)

거주국 미국

이메일 leesangho1971@yahoo.com

학력

2000-2005 토목공학 박사, 퍼듀 대학교

1996-1998 환경공학 석사, 광주과학기술원

1990-1996 자원공학 학사, 한양 대학교

경력

2016-현재 Supervisor, EBMUD

2019-현재 Online Lecturer at InGeoExpert

2015-2016 Senior Consultant, Braun Intertec

2009-2015 Senior Engineer, GESTRA

2005-2008 Staff Engineer, Golder Associates

연구 활동

본 연구자는 Purdue Civil Engineering에서 2005년 박사학위를 받고 지오시스템 (토목 기반 환경) 컨설팅 분야에서 15여년의 엔지니어 경력을 갖고 있으며 현재 미국 캘리포니아주 이스트베이 수자원 관리 및 상하수처리 공기업 (EBMUD)에 슈퍼바이저로 재직중이다. 2019년부터 스페인 소재 InGeoExpert란 온라인 교육기관에서 LRFD (Load and Resistance Factor Design) 기초 (foundation) 설계와 지오시스템 공학 실제 문제에 확률론적 접근 (probabilistic approach)의 주제로 학생들을 가르치고 있다. 지질/자원, 토목, 수처리, 토질/지하수 환경 분야쪽 최신 기술 동향에 관심이 많으며 타공학 여러 분야에 확률론적 접근을 응용하는데 관심이 많다. 신재생에너지 (풍력/지열/양수 발전)쪽 공동연구나 중하수 리사이클링 (black/gray water recycling)과 중수도 필터개발, 토양 대수층 처리(SAT) 개발을 위한 물리탐사 및 대수층 함양 (ASR) 연구 등에도 흥미가 있다.



지오시스템 공학 확률론적 접근 방법

Probabilistic Approaches for Geological, Civil and Environmental Engineering

East Bay Municipal Utility District

이상호 / Sangho Lee

정성적 분석보다 정량적 분석이 날로 중요해지는 데이터 홍수 시대에 객관화하기 힘든 지반 물성을 다루는데 적합한 확률론적 접근의 중요성이 갈수록 부각되고 있다. 이번 발표에서는 확률론적 방법의 몇가지 실제 적용 사례 소개로 측정된 지반 물성이 어떻게 공학적 해석에 쓰이며 입력 데이터의 분포 특성이 어떻게 출력데이터에 영향을 미치는가를 준비된 도표와 그래프로 알기쉽게 설명한다. LRFD 기초 설계에서 쓰이는 구조물 부하 하중과 지반 지지력 분포 함수의 산출 방법과 이에 따른 편차 (variance)와 신뢰도 (confidence level) 변화를 개념적으로 쉽게 설명하며 총 건설 시간 및 비용 감소를 위한 지속가능한 개발 (sustainable development)과 어떻게 연계되는지도 부연설명한다. 두번째 사례에서는 Monte Carlo 방법론을 적용하여 공사구간 여러 위치에서 실험적으로 측정된 지반 물성이 연속 옹벽 설계에 어떻게 반영되며 건설후 1차 및 2차 침하량을 어떻게 신뢰도 별로 예측할 수 있는지를 설명한다. 마지막 예로서 댐 필터 설계에서 다양하게 관측되는 토양 시료의 입도분포 (gradation curve)가 어떻게 필터 설계에 영향을 미치는가를 확률론적 접근 방법으로 설명한다.

In modern society where the importance of handling big data becomes more and more important, subjective material properties of soils and rocks require practical probabilistic approaches to cope with complexity in handling the various data analysis. In this presentation, I will introduce how complex material properties of soils and rocks could be applied to actual engineering problems with probabilistic approaches, and will show how to relate their data distributions of input parameters with the output data features using prepared tables and graphs. Input data distributions of load and resistance in LRFD method can be characterized with their mean and variance values and the probability of failure can be calculated at different confidence levels. I will also explain why LRFD method can help sustainable development which will save limited resources and reduce construction period at the same time. In addition, a Monte Carlo simulation for retaining wall design will be introduced to handle the various soil properties in evaluations of external stability checks and post-construction settlements including the primary and 2ndary ones. At last, a probabilistic filter design against earth dam and levee internal erosions will be presented to compare the gradation curves of core/foundation soils with candidate granular filter.

35. 권태중 (앨버타 대학교)

거주국 캐나다

학력

2011-2016 토목공학 박사, 워털루 대학교

2009-2011 지형정보학 석사, 워털루 대학교

2000-2005 토목공학 학사(지형정보공학 부전공), 토론토 메트로폴리탄 대학교



경력

2022-현재 부교수, 앨버타 대학교

2016-2021 조교수, 앨버타 대학교

2005-2009 전문연구요원, 과학기술정보통신부

연구 활동

권태중 교수는 캐나다에서 가장 권위 있고 연구 집약적인 대학 중 하나인 앨버타 대학교의 토목 및 환경 공학과 교통 공학부 부교수로, 현재 관심 연구분야는 겨울철 도로 유지 관리, 지능형 교통 시스템 시설의 위치 최적화, 딥러닝과 지구 통계를 이용한 도로 교통안전과 이동성 분석에 중점을 두고 다양한 연구를 수행하였다. 앨버타 대학교에서 재직하는 동안 70편 이상의 저널 및 콘퍼런스 논문 및 도서 챕터를 출판하였고 캐나다 자연과학 및 공학 연구위원회, 미국 교통부, 앨버타 주정부, 에드먼턴시 등 정부기관들과 산업체로부터 연구지원을 받았다. 권태중 교수는 2019년 탁월한 지도 및 학술적 기여를 인정받아 대학원 연구 학부로부터 최고 지도교수상을 수상했고, 2020년에는 연구 우수성과 국제적인 영향력을 인정받아 공학부 초기 경력 연구상에 단독 수상자로 선정되었다.

동절기 지능형 교통 시스템 네트워크의 전략적 구현 및 활용
Strategic Implementation and Utilization of Winter Intelligent
Transportation Systems (ITS) Network

앨버타 대학교

권태중 / Tae J. Kwon

지능형 교통 시스템(ITS)은 현대 교통공학의 중요한 부분이며 특히 겨울철 기상 조건이 혹독한 추운 지역에서 교통안전과 이동성을 개선하는 데 중요한 영향을 미친다. 겨울철의 도로를 유지하고 관리하는 방법을 결정하여 지원하고 이를 용이하게 하기 위하여 전 세계의 많은 도로에 대표적인 동절기 ITS 시설인 도로기상관측망(RWIS)이 사용되고 있다. 그러나 이를 설치하고 운영하는 데 많은 비용이 소요되기 때문에 관측망의 구현 및 활용이 제한되고 있다. 따라서 제한된 비용을 가지고 동절기 도로기상을 모니터링하고 추정하는 범위를 최대화할 필요가 제기된다. 본 발표에서는 도로기상관측소를 전략적으로 구현하여 대중의 안전과 이동성을 개선하는 방법론과 지구통계학을 이용한 겨울철의 도로 날씨와 노면 상태를 추정하는 복미 사례를 설명하고자 한다.

Intelligent Transportation System (ITS) is an important part of modern transportation engineering and has a significant impact on improving traffic safety and mobility, particularly for cold regions that experience severe winter weather conditions. To help support and facilitate winter maintenance decisions, an advanced ITS monitoring technology known as the Road Weather Information Systems (RWIS) have been deployed throughout many road networks around the world. However, deployment is limited due to its high installation and perpetual operating costs. To maximize the monitoring and estimation return from a limited number of RWIS stations, efforts are needed to optimize sites for locating RWIS stations for improved safety and mobility of travelling public during winter months. In my presentation, I will introduce a geostatistics-based methodological framework for optimizing RWIS networks and inferring winter road surface conditions using North American case studies.

36. 변영지 (칼리파대학교)

거주국 아부다비, 아랍에미리트 (UAE)

이메일 youngjibyon@gmail.com

학력

2010-2015 토목공학 박사, 토론토대학교, 캐나다

2008-2010 토목공학 석사, 토론토대학교, 캐나다

2002-2008 기계공학 학사, 토론토대학교, 캐나다

경력

2012-2017 조교수, 토목공학과, 칼리파대학교, 아부다비, UAE

2017-현재 부학과장, 부교수, 토목공학과, 칼리파대학교, 아부다비, UAE

2019 -현재 공식 자문위원, 아부다비 경찰 HQ 와 아부다비 교통부, UAE

연구 활동

캐나다 토론토 대학교 에서 석/박사 과정을 통해 GIS 와 인공지능을 교통공학에 적용하여 Travel Time 과 교통정체 상황을 모니터링 하는 연구를 함. 방문 연구자로 칠레 산티아고에 있는 Universidad de Chile 에서 대중교통의 효율성을 GPS 데이터로 높이는 연구를 한 후 캐나다 캘거리 대학에서 Mode of Transportation 을 AI 로 감지하는 연구를 리드함. 아랍에미리트 아부다비에 있는 칼리파대학교에 부임한후로는 스마트시티, 스마트 교차로, Connected and Autonomous Vehicle, 인공지능을 활용한 교통 프로젝트 관련 연구를 진행중.



ADS-B 시그널과 GIS를 활용한 항공교통 소음감지와 모니터링

Air-traffic Noise Monitoring with ADS-B Signal and Spatial Analysis with GIS

Khalifa University

변영지 / Dr. Young-Ji Byon

거의 모든 항공기에는 ADS-B 시그널 송신기가 속도, 고도, 위치, 항로, 비행기 정보 등의 정보를 매 초 다른 항공기와 지상의 관제탑에 보내고 있다. 일반 수신기로도 시그널을 감지 할 수 있으며 이를 활용해 땅에 도달하게 될 소음을 예측할 수 있다. 지리정보시스템 (GIS)와 인공지능을 활용하여 소음정보와 지리정보를 연결하면 주요 공항과 인접한 구역에 대해 실시간 소음 모니터링을 할 수 있으며 이는 공항 운영과 피해 지역 주민들의 요구사항 파악에 큰 도움을 줄 수 있다.

Due to aggressive developments in airport expansions and expected growths in demand for air travels in UAE, associated issues with the air traffic noise are also expected to arise. As UAE is preparing to host various international events in the near future while newly expanded airports in Abu Dhabi and Dubai are morphing into major hubs for international travelers, it is essential to monitor and assess air traffic noise levels in the vicinity of those airports and nearby regions for impacts on residential and commercial zones. Recently, all commercial airlines have started equipping their planes with a new type of transmitter that produces automatic dependent surveillance - broadcast (ADS-B) signals with which airplanes periodically broadcasts their position and other information related to the aircraft including its altitude, velocity, engine type etc. The noise generated from the engine and friction between the craft and atmosphere travels as sound waves in all directions and reduces its magnitude as they travel through the air. A live geographic information system (GIS) layer in a raster format can accumulate the noise in a quantifiable unit of decibels in associated cells for various tempo-spatial analyses of air traffic noises. In order to more accurately account for the noise on the ground surface, digital elevation model (DEM) integrated with building information modeling (BIM) can provide exact geometry of noise projection on particular residential or commercial buildings. The proposed methodology would be useful for various sectors of government related to urban planning, city-zoning, sustainable civil infrastructure

management etc.

37. 김현석 (Georgia Institute of Technology)

거주국 미국

이메일 0127.hs.kim@gmail.com

학력

2014-2021 기계공학 박사, 서울대학교

2008-2013 기계공학 학사, 연세대학교

경력

2021-현재 Postdoctoral Research Fellow, Georgia Institute of Technology

2022-현재 CEO (co-founder), Caredio Medical

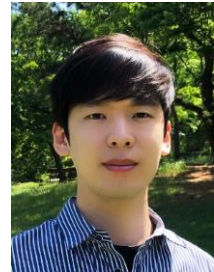
연구 활동

나노/마이크로 공정과 나노 물질의 발전은 기존의 미세집적소자 뿐만 아니라 투명/유연/신축성 전극의 개발로 이루어 졌고 이를 기반으로한 소프트 센서, 소프트 로보틱스, 바이오 메디컬 디바이스 등 기존의 전자소자의 딱딱한 폼팩터로는 가능하지 않았던 유용하고 실증적인 디바이스 레벨의 응용 연구로 이어지고 있습니다. 저는 금속 나노물질 및 폴리머를 기반으로 선택적 레이저 공정, 에이로졸 젯 프린팅 공정, 스크린 프린팅 공정 등 나노/마이크로 스케일의 2d, 3d 스트러처링을 통한 소프트 센서, 소프트 로보틱스, 그리고 바이오 메디컬 디바이스로서의 응용연구를 수행하였습니다.

금속 나노와이어 퍼콜레이션 네트워크로 이루어진 전극소자는 기계적인 굽힘, 신축에도 전기적인 특성이 유지될 수 있고 광학적 투명성을 가질 수 있어 차세대 전극소자로 각광받고 있습니다. 이러한 전극의 고유한 특성을 이용하여, 매우 얇으며 기계적인 변형에도 안정적인 히터를 개발하여 차세대 소프트 액츄에이터로의 응용연구를 수행하였습니다. 또한 열 반응성 색 변화 소자를 적용하여 액츄에이터의 움직임과 동시에 색이 변화하는 생체 모방형 소프트 액츄에이터의 개념 시연을 성공하였습니다.

색 변화소자에 대한 탐구는 후속연구인 생체모방형 카멜레온 로봇 개발로 이어졌고 수직으로 적층된 얇고 고유의 패턴을 가진 멀티레이어 은나노와이어 퍼콜레이션 네트워크 히터는 열 감응형 리퀴드 크리스탈과 함께 다채로운 색과 패턴을 나타내며 차세대 카멜레온 스킨의 기반이 되었습니다. 더불어 주변환경을 인식하기위한 임베디드 센싱 시스템과 물질 특성을 이용한 정밀제어를 통해 실시간 주변환경에 맞추어 스스로의 몸을 숨길 수 있는 생체모방형 카멜레온 로봇 구현을 실현하였습니다.

박사후 과정으로 있는 현재의 연구실에서는 유연 전극 소자를 기반으로 나사와 함께 우주비행사를 위한 무선, 웨어러블 헬스 모니터링 디바이스를 개발하고 있습니다. 앞으로도 무궁무진한 가능성이 있는 나노물질과 이를 다루기 위한 나노/마이크로 공정들을 기반으로 소프트 센서, 소프트 로보틱스,



바이오 메디컬 분야뿐만 아니라 인간에게 유용하며 실증적인 도움을 줄 수 있는 연구를 수행하고자 합니다.

생체모방형 색변화 소프트 로봇 Biomimetic Color-Shifting Soft Robot

Georgia Institute of Technology

김현석 / Kim Hyeonseok

나노/마이크로 공정과 나노 물질의 발전은 기존의 미세집적소자 뿐만 아니라 투명/유연/신축성 전극의 개발로 이루어 졌고 이를 기반으로한 소프트 센서, 소프트 로보틱스, 바이오 메디컬 디바이스 등 기존의 전자소자의 딱딱한 폼팩터로는 가능하지 않았던 유용하고 실증적인 디바이스 레벨의 응용 연구로 이어지고 있습니다. 특히 이러한 기술을 발전은 다양한 원리와 형태를 가진 소프트 로보틱스 관련 기술의 응용의 가능성을 보여주며 많은 관심을 받고 있습니다. 이번 발표에서는 금속나노물질과 자극에 반응하여 색이 변화하는 소자를 기반으로한 생체모방형 색변화 소프트 로봇에 대해 이야기하려 합니다.

금속 나노와이어 네트워크를 기반으로한 유연/투명 전극의 고유한 특성을 이용하여, 매우 얇으며 기계적인 변형에도 안정적인 히터를 개발하여 차세대 소프트 액츄에이터로의 응용연구를 수행하였고 열 반응성 색 변화 소자를 적용하여 액츄에이터의 움직임과 동시에 색이 변화하는 생체 모방형 소프트 액츄에이터의 개념 시연을 성공하였습니다. 또한 수직으로 적층된 얇고 고유의 패턴을 가진 멀티레이어 은나노와이어 퍼콜레이션 네트워크 히터는 열 감응형 리퀴드 크리스탈과 함께 다채로운 색과 패턴을 나타내며 차세대 카멜레온 스킨의 기반이 되었습니다. 더불어 주변환경을 인식하기위한 임베디드 센싱 시스템과 물질 특성을 이용한 정밀제어를 통해 실시간 주변환경에 맞추어 스스로의 몸을 숨길 수 있는 생체모방형 카멜레온 로봇 구현을 실현하였습니다.

Beyond rigid material-based electronics, transparent/flexible/stretchable electronic technology has been achieved through the development of nano/micro-processes and nanomaterial technology. It is worth mentioning that its unique functionality, usefulness, and various practical device-level application research that was not possible without this novel technology. Especially, this cutting-edge technology realizes soft actuators with various operating principles and forms and is receiving a lot of attention as it shows applicability in various fields as a soft robot compared to the conventional rigid body robots. In this talk, I'll introduce a biomimetic color-changing soft actuator based on metal nanomaterials and thermochromic material that change color in response to stimuli. by utilizing the unique feature of flexible/transparent electrodes based on metal nanowire networks, a very thin heater shows stable thermal performance even in mechanical deformation. A biomimetic soft actuator with thermochromic material that changes color as the actuator moves is demonstrated as a proof of concept. In addition, the vertically stacked, thin, and uniquely patterned multilayer silver nanowire percolation network heater, stacked with the thermochromic liquid crystal, shows excellent coloration performance with various patterns as an exceptional artificial camouflage skin. Through the embedded sensing system to recognize the

surrounding environment and precise control using unique material properties, a biomimetic chameleon robot can hide itself according to the color of the surrounding environment in real time.

38. 김천일 (University of Alberta)

거주국 캐나다

이메일 cikim@ualberta.ca

학력

2007-2012 기계공학 박사, 알버타 대학교

2005-2007 기계공학 석사, 알버타 대학교

1997-2004 기계공학 학사, 동아 대학교

경력

2014-현재 Associate Professor, University of Alberta

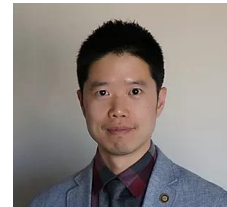
2020-현재 Assistant Professor (Status-Only), University of Toronto

2012-2014 NSER Post-doctorate Fellow, University of California at Berkeley

연구 활동

저희 실험실에서는 현재 비선형 거동 특성을 가지는 고탄성 복합재 필름의 제작 과 해석을 위해서 연속체 역학을 기반으로 하는 예측모델과 이를 풀기위한 수치해석 기법을 개발하고 있습니다. 또한 개발된 예측모델을 이용하여 캐나다 국가연구소 (Natural Research Council Canada (NRC)) 와 협력하여 미끄럼을 방지 또는 예측할 수 있는 필름형태의 센서를 현재 공동 개발 중에 있습니다. 개발된 센서는 신발 밑창 형태로 탈부착이 가능한 형태로 고안이 되고 있습니다. 메쉬 구조를 이용한 우주 발사체의 제작과 거동특성을 이해하는 예측 모델도 병행해서 개발하고 있습니다. 또한 고탄성 필름 복합재를 이용한 대동맥 등의 혈관 부분 대체물질을 고안 하기위해서 반복되는 피로 하중과 Mullins effect 구현할 수 있는 복합재 해석 모델을 개발하고 적용 중에 있습니다.

이와는 별도로 인체내에서 다양한 역할을 수행하는 lipid bilayer membranes 의 거동특성을 예측할 수 있는 다양한 수학적 예측 모델을 개발해 오고 있으며 이를 이용하여 lipid membrane 의 fusion, vesicle formation, protein interaction 과 같은 대표적인 현상들을 이해하고 재현하는데 적용하고 있습니다. 또한 최근에는 분자 동역학에 기반을 둔 해석 모델을 고안하여 기존의 연속체 역학을 기반으로 한 해석 모델과 상호 보완하여 보다 포괄적이고 정확한 해석이 가능하도록 하는 연구들을 진행해 오고 있습니다.



Constitutive modeling of hyperelastic composites reinforced with nonlinear elastic fibrous materials

비선형 거동 특성을 가지는 고탄성 복합제의 해석을 위한 거동 모델

University of Alberta

김천일 / Chun-il Kim

본연구는 단방향 또는 양방향 섬유 보강재로 보강된 고탄성 복합제의 해석을 위한 모델의 개발에 관한 것입니다. 개발된 해석적 모델은 보강재와 이를 감싸고 있는 **matrix** 물질 모두의 비선형 거동 특성을 예측할 수 있도록 고안되었습니다. 보강섬유의 기계적 거동 특성들은 연속체 변형의 **first** 와 **second deformation gradient** 로 계산을 하였습니다. **Variational principle** 과 가상일의 법칙을 이용하여 관련 평형방정식과 경계조건들을 공식화하였으며 미리 고안된 실험을 통해서 예측모델의 정확성을 상호 검증하였습니다. 고안된 해석모델은 **elastomer-polyester** 복합제의 인장경화 특성뿐만 아니라 변형 형상, **shear strain** 분포, 하부 격자 구조의 변형 형상을 성공적으로 예측 하였습니다. 또한 일부 복합제의 인장연성 특성을 구현하기위해서 **Euler-Almansi** 변형률을 기반으로 하는 해석적 모델을 고안하였습니다. 이를 이용해 몇몇 **polyurethan** 계열의 **fiber composite**의 변형특성을 예측할 수 있었으나 고안된 **Euler-Almansi** 모델의 포괄적인 적용을 위해서는 보다 많은 실험 결과 들이 필요할 것으로 판단됩니다. 개발된 모델은 인장 경화 또는 인장 연성의 거동 특성을 가지는 고탄성 필름형 복합제의 설계 와 제작에 유용하게 적용이 될 것으로 기대되고 있습니다.

A model for the mechanics of a hyperelastic material reinforced with unidirectional and bidirectional fibers is presented in finite plane elastostatics. This includes the refinement/development of a series of continuum-based prediction models to accommodate the nonlinear responses of both the matrix material and the reinforcing fibers. The kinematics of the embedded fibers, including the torsional kinematics between two adjoining fibers, are formulated via the first and second gradient of continuum deformations. Within the framework of variational principles and a virtual work statement, the Euler equation and the admissible boundary conditions are derived. To this end, a set of inhouse experiments are performed for the purpose of cross-examination and model implementation. The obtained models successfully predict the strain-stiffening responses of the elastomer -polyester fiber composites together with other key design considerations such as, deformation profiles, shear strain distributions, and the deformed configurations of a local unit fiber mesh. The

Euler -Almansi strain integrate model is also proposed through which the strain-softening behaviors of a certain type of polyurethane fiber composites are predicted, yet further implementation of the obtained Euler -Almansi model remains to be determined due to the paucity of available data. The practical utility of the proposed models may be expected in the design and analysis of hyperelastic composites exhibiting strain- stiffening/softening responses by providing instant estimations of the resultant properties of intended composites.

39. 박준호 (Coventry University, UK)

거주국 영국

이메일 jhsise@gmail.com

학력

2009-2012 기계공학 박사, Ecole Polytechnique, France

2008-2009 기계공학 석사, Ecole Polytechnique, France

2003-2008 항공우주공학 학사, KAIST

경력

2020-현재 Assistant Professor, Coventry University, UK

2018-2020 Postdoctoral researcher, CEA Saclay, France

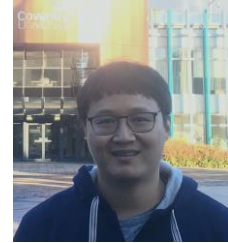
2016-2018 Postdoctoral researcher, Johns Hopkins University, USA

2014-2016 선임연구원, 서울대학교 기초과학연구원

2012-2014 책임, 코닝정밀소재, 대한민국

연구 활동

박사학위과정부터 현재까지 다양한 공학 및 물리과학분야에서 유체역학(Fluid mechanics) 연구를 진행하였습니다. 유체역학은 공학 및 자연과학 다양한 분야에서 널리 쓰이는 중요한 학문으로, 본인은 현재는 지구천체물리 유체역학(Geophysical and Astrophysical Fluid Dynamics) 분야에서 다루는 여러 자연현상 속 유체역학 문제들에 대해 연구를 진행하고 있습니다. 박사학위과정 및 서울대학교 재직 중에는 해양 혹은 대기에서 발생하는 와류(Vortex)와 불안정성(Instability)가 만드는 난류현상에 대하여 연구하였습니다. 프랑스 원자력청(CEA Saclay)과 현재 재직중인 코벤트리대학교에서는 항성내부(Stellar interior)의 Radiation zone에서 발생 가능한 불안정성과 난류, 그리고 난류모델링을 통한 항성진화(Stellar evolution)과정에 대한 수치모사 개선에 관련한 연구를 진행하였습니다. 미국 Johns Hopkins University에 재직당시에는 초음속 유동에서 발생하는 불안정성과 난류, 그리고 난류제어 문제에 관하여 연구하였습니다. 여러 다양한 분야에서 문제들을 분석하는 과정에서 관심을 가졌던 공통점은 유동이 존재하는 복잡계에서 발생하는 유동의 불안정성 및 난류에 관한 연구였습니다. 이 두가지는 유체의 흐름이 있다면 쉽게 발생할 수 있는 현상들로서, 더 큰 규모의 자연현상을 이해하거나 여러 공학분야 문제들에서 다루지는 난류를 제어하고자 할 때 꼭 이해해야 할 중요한 주제들입니다. 향후 본인은 직접수치모사(Direct numerical simulation)을 통한 복잡한 형상에서의 초음속유동(Hypersonic flow over complex geometries) 및 직접수치모사 및 비선형안정성분석(Nonlinear stability analysis)을 통한 성층화된 회전유동(Stratified-rotating flow)의 비선형 불안정성 및 층류-난류 천이(Laminar-turbulent transition)에 대한 연구를 진행하고자 합니다.



공학과 물리과학 분야에서 유체역학과 응용

Applications of fluid mechanics in engineering and physical sciences

Centre for Fluid and Complex Systems, Coventry University, UK

박준호 / Junho Park

유체역학은 공학과 물리과학 분야에서 다양한 문제를 이해하는 데 중요한 역할을 해왔다. 예를 들어, 현재 중요한 사회적 이슈 중 하나인 태풍과 폭풍우 같은 극한 날씨 현상들은 기후변화에 의해 점점 세지고 있는데, 이러한 기후변화나 날씨를 예측하기 위해서는 유체흐름을 묘사하는 나비에-스토크스 방정식을 푸는 수치모사가 필요하다. 국방과학 분야에서는 초음속 혹은 극초음속 유동의 공기역학을 이해하는 것이 점점 더 중요해지고 있는데, 이는 초음속 기체 혹은 미사일 등의 디자인 개선에 꼭 필요하기 때문이다. 유체역학은 다른 산업 시스템이나 자연계에서도 응용이 많이 되고 있다. 이렇게 유체역학의 중요성을 강조하고 다양한 응용분야를 소개하고자 본 발표에서는 유체역학이 여러 공학 및 물리과학 문제에서 어떻게 중요한 역할을 해왔는지에 대해 설명하고자 한다. 특히, 유동의 불안정성과 층류-난류 천이 현상에 대하여 자세히 다루고 이 현상이 여러 복잡계에서 어떻게 발생하고 유체역학 뿐만 아니라 공학 및 자연과학 분야에서 어떤 관련 연구가 진행되었는지 설명하고자 한다. 첫번째로, 지구 및 천체물리 시스템에서 불안정성과 난류, 두번째로는 초음속 압축성 유동의 층류-난류 천이 및 제어에 관하여 상세한 토의를 하고자 한다. 본 발표는 이론과 수치적 해석을 통하여 유체역학이 이러한 공학 및 물리과학분야의 복잡한 문제들을 해결해 왔는지 다룰 것이다.

Fluid mechanics plays a key role in understanding problems in the fields of engineering and physical sciences. For instance, the climate change intensifying the extreme weather phenomena such as typhoons or heavy rain is one of the most important societal issues nowadays. To predict the weather and climate change, it is crucial to perform numerical simulations solving the Navier-Stokes equations describing the motion of fluids. In the fields of national defence sciences, understanding the aerodynamics of high-speed flows (supersonic or hypersonic flows) has become increasingly important as it is a key in design of high-speed vehicles and missiles. There are also many other applications of fluid mechanics in industry or large-scale naturally occurring systems. To address the importance of fluid mechanics and its various applications, I will demonstrate in the presentation how fluid mechanics has been essential in many problems in engineering and physical sciences. In particular, there will be a detailed explanation on two fundamental flow phenomena: hydrodynamic instability and laminar-turbulent transition. These topics have attracted much attention from researchers in fluid mechanics for more than a

century but they are still not fully understood in the context of complex engineering and natural systems. I will have a discussion on two flow examples: (i) instability and turbulence in geophysical and astrophysical flow systems, and; (ii) transition and control of high-speed compressible flows. The talk will present how theoretical and numerical analyses in fluid mechanics have advanced our understanding of complex problems in engineering and physical sciences.

40. 김성인 (Coventry University)

거주국 영국 (UK)

이메일 sungjin.kim@gmail.com

학력

2000-2005 항공우주공학 박사, 한국과학기술원(KAIST)

1997-1999 항공우주공학 석사, 건국대학교

1993-1997 항공우주공학 학사, 건국대학교

경력

2022-현재 Senior Lecturer, Coventry University, UK

2013-2022 Lecturer, Queen's University Belfast, UK

2010-2012 Aerothermal Engineer, Pratt & Whitney Canada

2006-2009 Research Fellow, Concordia University, Canada

연구 활동

가스터빈 엔진, 태양열 시스템 및 열교환기 등을 포함한 기계 항공 우주 공학 분야의 열유체 시스템들에 대한 다양한 연구 프로젝트들을 수행하였습니다. 이러한 프로젝트들을 통하여 시스템 모델링, 유체 역학, CFD, 비정상 및 압축성 유동, 열전달 및 터보 기계류에 대한 전문 지식을 획득하였습니다. 고성능 컴퓨터의 개발과 더불어 수치적 방법 및 물리적 모델링의 개선은 보다 지속 가능하고 효율적인 에너지 및 파워 시스템의 개발을 가능하게 하고 있습니다. 궁극적으로 환경 친화적이며 전 운영 범위에서 더 효율적이고 지속 가능한 에너지 및 파워 시스템을 최적화 할 수 있는 통합적인 설계 해석 도구를 개발하는 것을 추구하고 있습니다.



고분자 탄소 나노튜브를 이용한 경제적인 태양열 집열기

A polymer-carbon nanotubes based economic solar collector

Coventry University

김성인 / KIM Sung in

기존의 평판형 태양열 집열기의 금속 및 유리 등의 구성 요소들과 달리 고분자 구성 요소를 사용하여 저렴한 평판형 태양열 집열기를 개발하였다. 태양열 집열기의 고분자 흡수체의 열적, 광학적 특성을 향상시키기 위하여 충전재로 탄소나노튜브(CNT)를 첨가하였다. 태양열 집열기는 낮은 제조 비용에 중점을 두고 다층 구조로 설계되었습니다. 수학적 열전달 해석을 통하여 집열기의 열성능과 설계 변수의 특성을 살펴보았다. 또한, 제안된 집열기의 프로토타입을 제작하여 최신 태양광 시뮬레이터 시설을 사용하여 실제 성능을 평가하였다. 탄소나노튜브(CNT)를 포함하면 고분자 흡수체의 특성이 크게 향상되었다. 열전달 해석을 통하여 주요 설계 변수들이 열 성능에 미치는 영향을 살펴보았다. 실험 및 해석 결과를 바탕으로 기존의 상업용 평판 태양광 집열기와 유사한 높은 열효율을 달성하며 비용은 더 저렴한 경제적인 고분자 탄소나노튜브 태양열 집열기를 성공적으로 개발하였다.

A low cost flat plate solar collector was developed by using polymeric components as opposed to metal and glass components of traditional flat plate solar collectors. In order to improve the thermal and optical properties of the polymer absorber of the solar collector, Carbon Nanotubes (CNT) were added as a filler. The solar collector was designed as a multi-layer construction with an emphasis on low manufacturing costs. Through the mathematical heat transfer analysis, the thermal performance of the collector and the characteristics of the design parameters were analysed. Furthermore, the prototypes of the proposed collector were built and tested at a state-of-the-art solar simulator facility to evaluate its actual performance. The inclusion of CNT improved significantly the properties of the polymer absorber. The key design parameters and their effects on the thermal performance were identified via the heat transfer analysis. Based on the experimental and analytical results, the cost-effective polymer-CNT solar collector, which achieve a high thermal efficiency similar to that of a conventional glazed flat plate solar panel, was successfully developed.