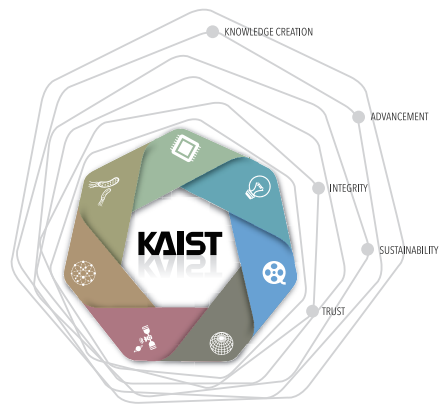
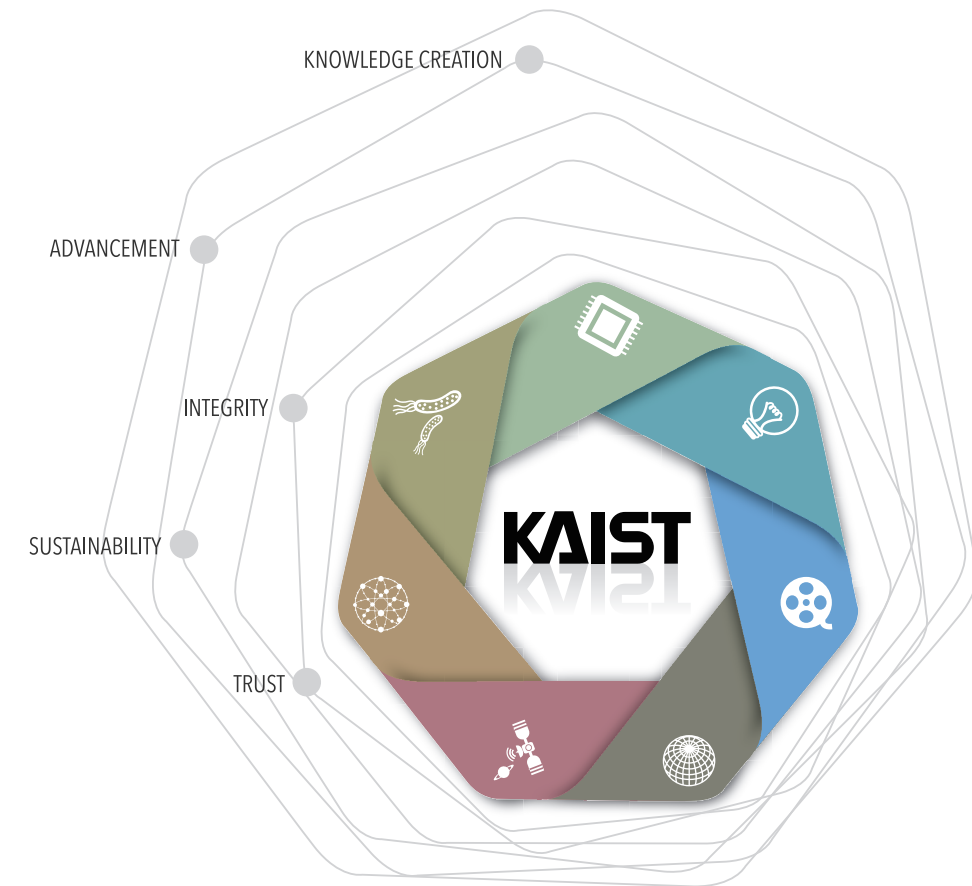




2013 ANNUAL R&D REPORT



2013 ANNUAL R&D REPORT

2013년을 빛낸 연구성과



대전광역시 유성구 대학로 291(구성동 373-1) 305-701
Tel. 042-350-2114 / Fax. 042-350-2210(2220) / <http://www.kaist.ac.kr>

KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY



2013 ANNUAL R&D REPORT

KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

2013년을 빛낸 연구성과

세계의 중심에서 세상을 움직이는
최고의 과학기술대학

한국 속의 KAIST

KAIST는 국가가 필요로 하는 고급 과학기술 인력을 양성하고,
연구중심 대학의 모델을 제공키 위해
1971년에 설립됐습니다

세계 속의 KAIST

KAIST는 현재 세계 과학계의 존경받는 일원으로
성장했습니다

KAIST 속의 세계

KAIST는 앞으로 한국만이 아닌 세계의 시선이 집중되는
세계 최고 수준의 대학이 될 것입니다

KOREA
ADVANCED
INSTITUTE OF
SCIENCE AND
TECHNOLOGY



INFORMATION TECHNOLOGY



BIO TECHNOLOGY



NANO TECHNOLOGY



SPACE TECHNOLOGY



ENVIRONMENT TECHNOLOGY



CULTURE TECHNOLOGY



OTHERS



2013 ANNUAL R&D REPORT

KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

2013년을 빛낸 연구성과

CONTENTS >>

06 발간사

10 비전과 목표

12 예산 및 지원 현황

14 연구성과 통계자료

16

KAIST 10대 우수성과

- 18 순수 그래핀 양자점 개발 및 풀리지 않던 형광 방출의 원인을 밝히다!
- 20 화학반응 중 단백질의 구조가 어떻게 변하는지 3차원으로 볼 수 있다!
- 22 단백질은 어떻게 특정 생체분자만 인식하고 결합할까?
- 24 인간처럼 정교한 손작업이 가능한 로봇핸드
- 26 나무 찌꺼기 및 잡초 등으로 가솔린, 디젤을 만든다!
- 28 리튬-공기전지로 800km를 주행하다!
- 30 친환경 데이터센터 구축을 위한 100Gbps 이더넷 트랜시버 IC
- 32 테라스케일의 대용량 그래프를 분석하다!
- 34 소리를 찍는 휴대용 카메라가 있다면?
- 36 미래형 물입 영화관 스크린 엑스

38

단과대학 추천 우수성과

- 40 탄화수소 활성화를 위한 새로운 촉매 시스템 개발
- 41 캡슐 속 세포 “인공포자”
- 42 단백질의 상호작용을 실시간으로 관측한다!
- 43 암 혈관을 조절하여 암 진행을 차단한다!
- 44 유해한 해파리, 로봇 떼가 해치운다!
- 45 자기장 민감도가 낮은 뇌전용 PET-MRI
- 46 금속-그래핀 초고강도 나노복합소재
- 47 접어서 주차하는 초소형 전기자동차
- 48 다양한 물질을 나노선으로 뽑아낸다!
- 49 초분광 3차원 영상 측정 시스템
- 50 무선으로 전기자동차를 충전 할 수 있을까?
- 51 4중 편파 안테나로 센서 네트워크를 동작시킨다!
- 52 블록버스터 신약의 확산 전략:미래지향적의사의 전략적 복수채널 활용을 중심으로
- 53 경제 불황기 정부 연구개발투자 변동 비교 국가연구

54

KAIST 주요 연구성과

- 56 IT 융합분야
- 58 NT 융합분야
- 59 ST 융합분야
- 59 BT 융합분야
- 60 ET 융합분야
- 61 기타 융합분야



INFORMATION TECHNOLOGY



BIO TECHNOLOGY



NANO TECHNOLOGY



SPACE TECHNOLOGY



ENVIRONMENT TECHNOLOGY



CULTURE TECHNOLOGY



OTHERS

Message from President



KAIST는 지난 40여 년간 우리나라 경제발전에 큰 역할을 하였으며, 산업, 연구, 교육, 정책, 경제 분야 등 곳곳에서 우리 동문들의 활약을 쉽게 찾아볼 수 있습니다. 또한 세계과학계가 주목하는 높은 수준의 연구 성과도 매년 나오고 있습니다.

KAIST는 기업가 정신을 갖춘 글로벌 과학기술 리더 양성을 목표로 올해에는 이론과 실제를 겸비한 창의적인 과학기술인재 육성을 위해 교육과 연구혁신의 모델을 제시하고 교육과 연구에서 한 단계 더 도약하는 발판을 마련하고자 합니다. 그리고 Startup KAIST를 기반으로 학생들의 자유로운 네트워킹과 창의적인 아이디어의 탐색과 구현 활동을 지원하고, 창업 실전형 교육을 통해 창의적인 아이디어를 바탕으로 첨단 기술로 무장한 글로벌 창업가도 배출하고자 합니다.

KAIST는 2013년도에도 많은 교수님들과 연구원들의 노력으로 놀라운 연구 성과를 얻었습니다. 이 중 우수한 연구성과 40개를 선별하고 그 중에서도 뛰어난 연구성과 10개와 각 단과대학별로 우수한 연구성과를 선정하였습니다. KAIST의 최신 연구결과를 모든 분들이 쉽게 이해할 수 있도록 정리 하였고, KAIST를 아껴주시는 분들과 나누고자 이렇게 책자로 발간하게 되었습니다. 이를 통해 과학 기술자들 뿐만 아니라, 학생과 일반인들도 과학기술을 이해하고 흥미를 느끼며, 관심 가져주시기를 기대합니다.

어려운 여건 속에서도 훌륭한 연구성과를 얻기 위해 교육과 연구에 전념하신 KAIST 교수님들과 연구원, 여러 직원분들 그리고 이 책자의 발간을 위해 애쓰신 분들의 노고에 깊은 감사를 드립니다.

2014년 4월 KAIST 총장 강 성 모



세계속의 KAIST

쉽없이 달려온 40년, KAIST는 끊임없는 연구에 꺼지지 않는 불을 밝히며
한국 과학기술의 등불 역할을 수행해 왔습니다.

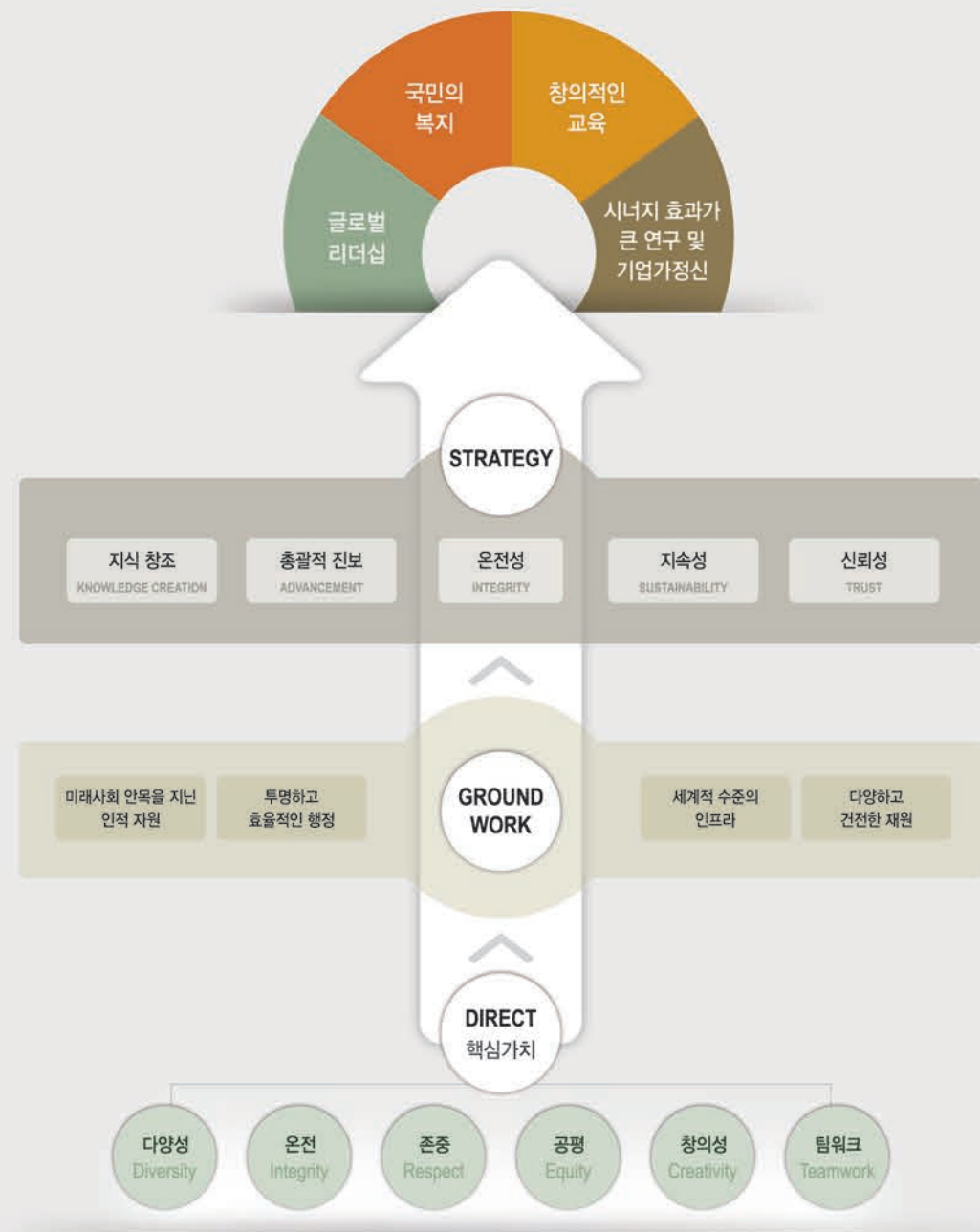
KAIST는 한국을 넘어 세계 속의 연구기관으로서 인류의 미래를 밝히는 길잡이가 될 것입니다.

Change the World
Korea Advanced
Institute of Science and
Technology
KAIST





인류를 위한 연구 및 교육 기업가 정신을 갖춘 글로벌 과학기술 리더 양성



추진전략 및 ACTION ITEMS:

지식창조 ○ Knowledge Creation

- K1. 기초-응용연구의 강력한 지원
- K2. 기술창조를 경제창조로 연결
- K3. 교수 창안, 학생중심의 연구정책
- K4. 학과간 공동 융합연구 육성장려
- K5. 학과정비를 통한 세계적 학과 추구
(Top 10 rankings in 10 departments)

총괄적 진보 ○ Advancement

- A1. 구성원이 공감, 보조하는 VISION
- A2. 국제적 명성 확보를 위한 노력
 - Fellow 지명보조, 국제적 수상 도모
- A3. 세계적으로 뛰어난 KAIST 특수성 확립
 - 공익을 추구하는 개척성
 - T-모델 지도자
- A4. 지역밀착 협력을 통한 창업 기여
 - 지적재산 기여
 - 벤처창업 (ICT, Bio 등)

온전성 ○ Integrity

- I1. 범세계적인 인성교육 정책
 - 정직성
 - 개개인의 특성을 고려한 공헌기회 마련
- I2. KAIST의 핵심 가치관 확립 및 응용
 - DIRECT
- I3. 입학, 교육, 졸업의 일관성 확립
- I4. 인류를 위한 과학, 교육, 연구
- I5. 원칙적이고 효율적인 대학운영

지속성 ○ Sustainability

- S1. 지속성을 추구하는 연구와 교육
- S2. 뿌리가 되는 기초과학연구 장려
 - IBS 등과 WIN-WIN하는 공동 연구
- S3. 세계를 선도하는 연구과제 창출
 - EEWS 프로그램
 - KAIST Innovation Institute 등

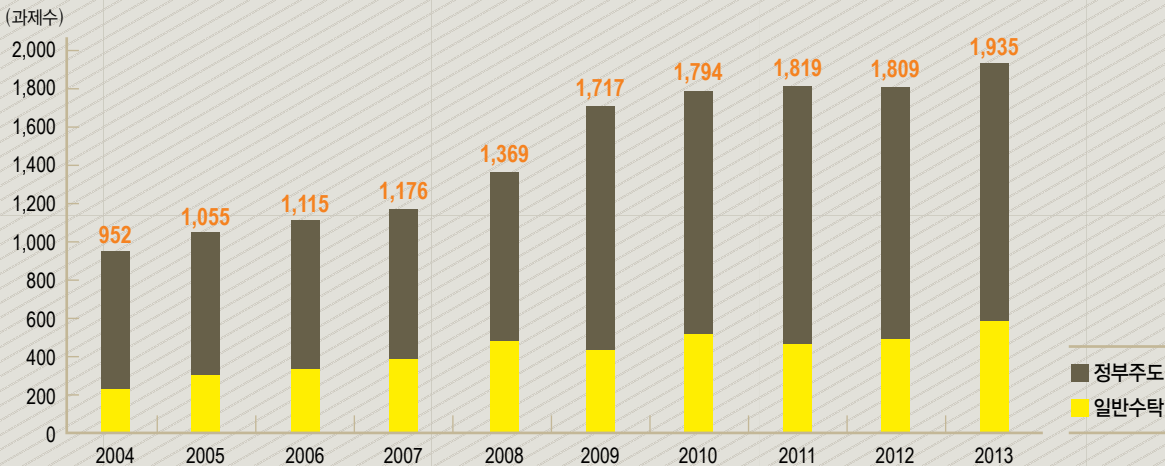
신뢰성 ○ Trust

- T1. 전 구성원이 신뢰하는 환경 추구
- T2. 전 국민이 신뢰하는 KAIST 추구
- T3. 인류의 복지를 추구하고 진리를 탐구하는 과학과 기술 연구
- T4. 인류의 복지를 추구하는 학생 봉사활동 장려

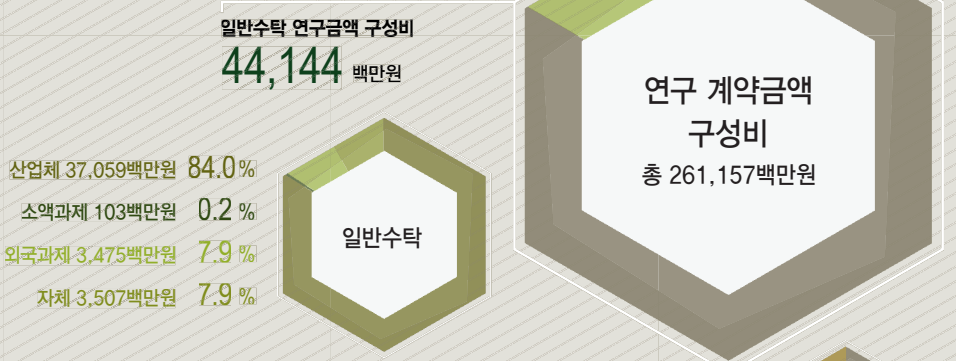
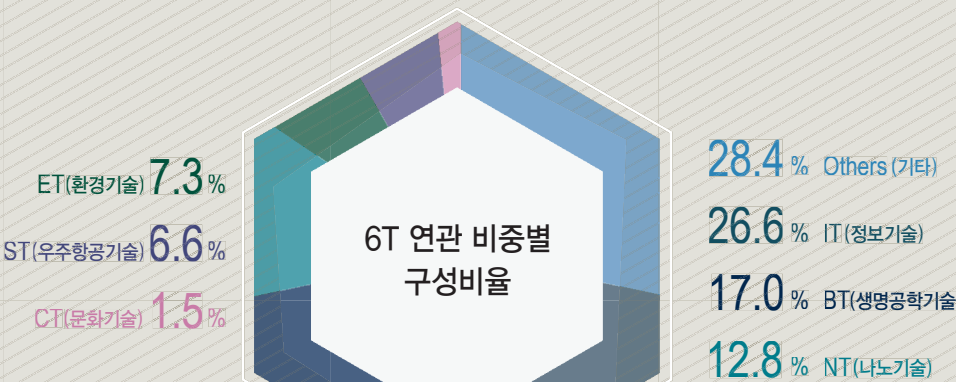
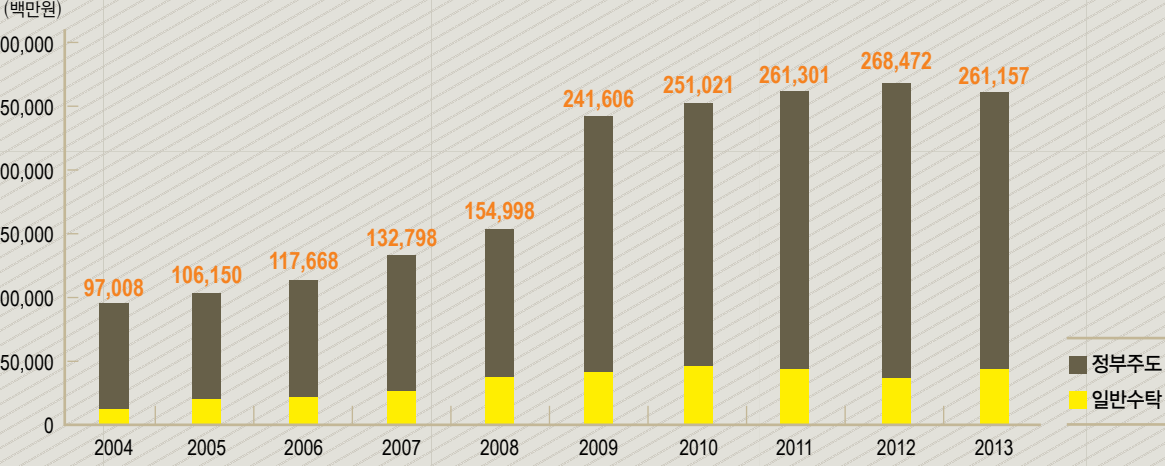
RESEARCH & DEVELOPMENT BUDGET >>

KAIST는 한국 최고의 국가 연구개발 기관으로서 다양한 과학기술 R&D 사업을 추진하고 있습니다.
특히 세계적 연구기관으로 발돋움하기 시작한 2008년 이후, 연구비가 급증하여 현재의 성과를 내는 기반이 되었습니다.

최근 10년간 연구실적(과제수)



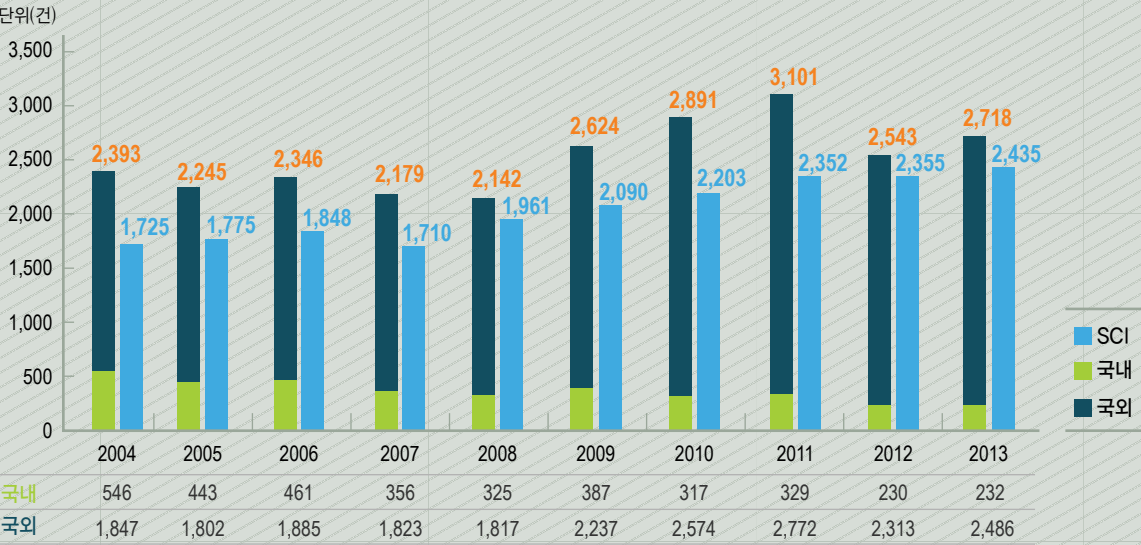
최근 10년간 연구실적(연구비)



RESEARCH OUTCOMES >>

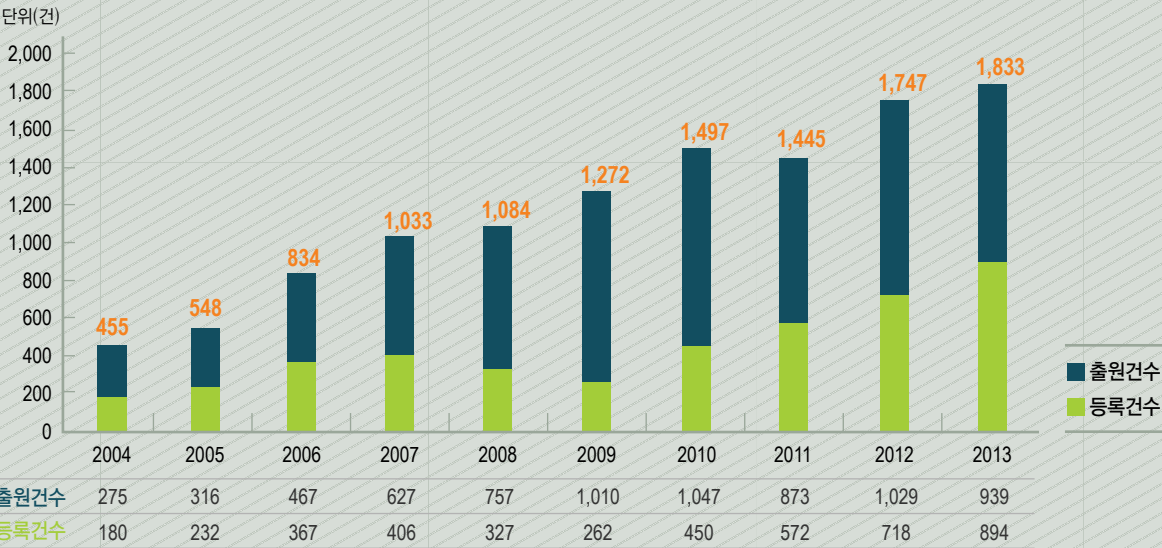
KAIST는 논문의 양과 질 모두에서 한국을 대표하는 과학기술 연구기관으로서 면모를 갖추어 나가고 있습니다.
발표한 연구성과를 특허와 기술이전으로 연계해 낸 성과도 높아 산업 발전에 큰 기여를 해왔습니다.

최근 10년간 논문수

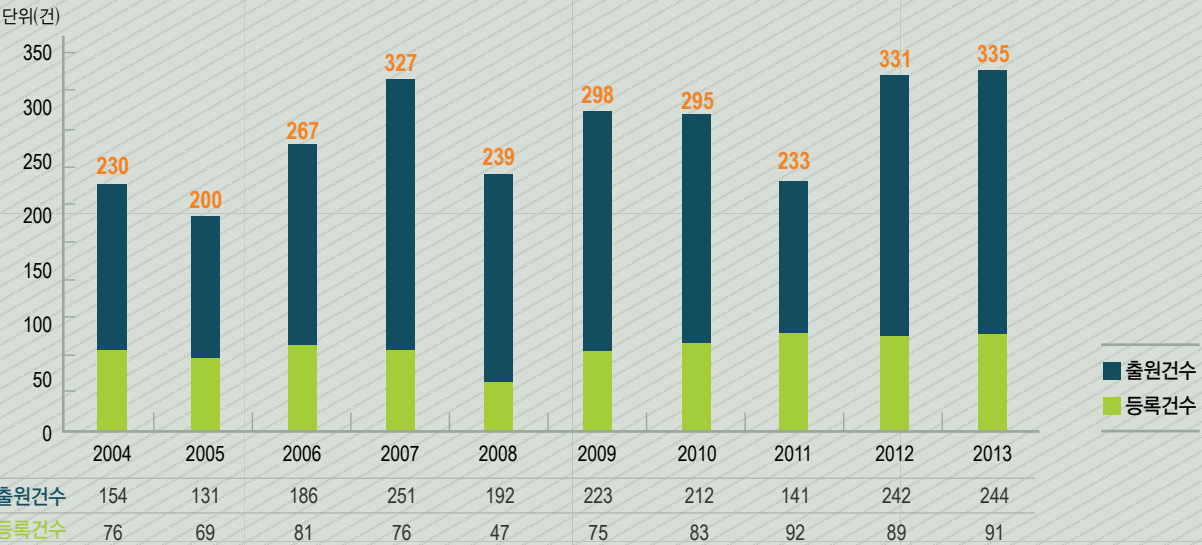


* 국내의 논문: 전임직교원 실적(2012년 부터), ** SCI 논문: 학생, 비전임, 교원 실적 모두 포함

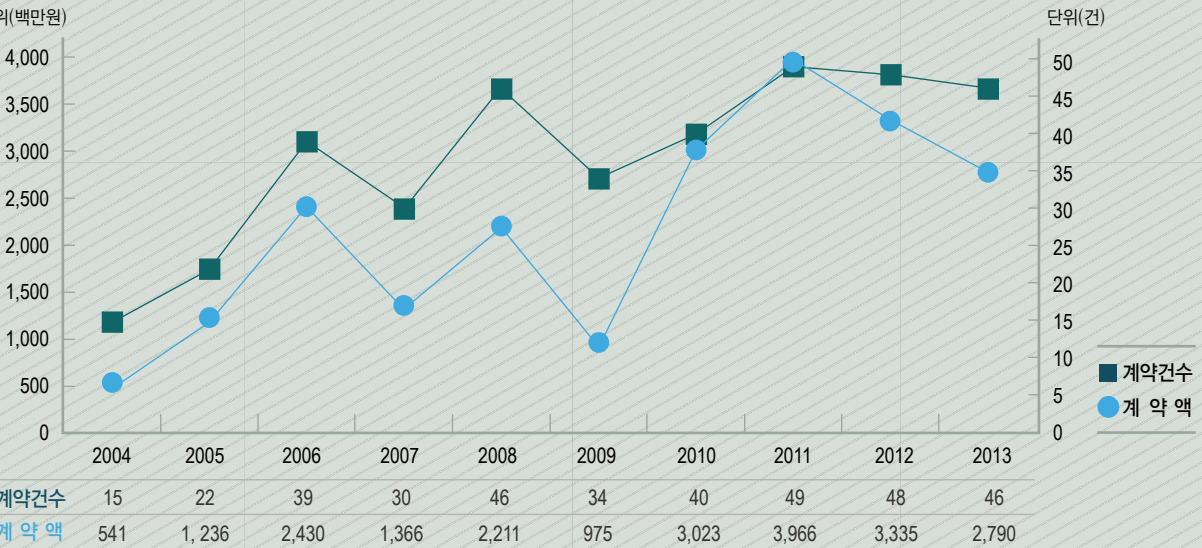
최근 10년간 국내 특허실적



최근 10년간 국외 특허실적



최근 10년간 기술이전 계약실적



KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

KAIST는 2013년 「더 타임즈 THE 세계대학평가」에서 56위를, 「QS 세계대학평가」에서 60위를 차지하였습니다. 이에 걸맞는 우수한 연구성과도 매년 발표되고 있습니다. 2013년의 10대 우수연구로 선정된 나노 신소재, 생명공학, 첨단 로봇, 에너지, 정보통신, 지식과 산업디자인 각 분야의 기술을 소개합니다.



KAIST의 교수와 연구진들은 세계 속에 한국 과학기술의 저력을 알려왔습니다.
세계 유수의 학술지 표지를 장식하며 2013년을 빛낸 KAIST 10대 연구성과들을 소개합니다.

KAIST 10대 우수 성과

Ten Achievements of 2013 that put KAIST in the Spotlight

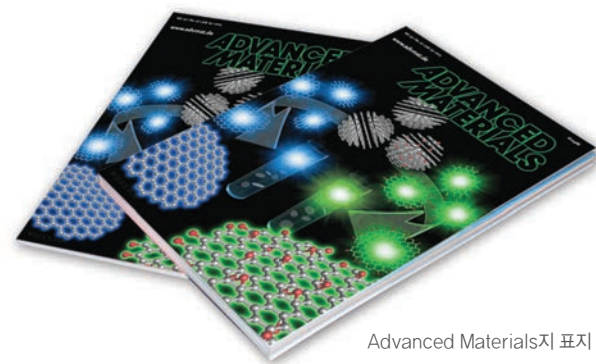




KAIST 10대 우수 성과

순수 그래핀 양자점 개발 및 풀리지 않던 형광 방출의 원인을 밝히다!

생명화학공학과 서태석 / 물리학과 조용훈



Advanced Materials지 표지

세계적으로 친환경적이고 경제적인 소재의 필요성이 강조되면서, 독성과 제작의 복잡성으로 제한이 있는 Cd 계열의 콜로이드 양자점을 대체할 수 있는 새로운 발광 소재가 필요하게 된다. 이때 친환경적이고 경제적인 탄소 기반의 「그래핀 양자점」의 활용이 급속도로 증가하게 되어 다양한 광전 소자, 바이오 및 의료 분야에 응용하게 된다.

「그래핀 양자점」은 수 나노미터 이하의 직경을 갖는 그래핀 구조로 가시광 영역의 형광을 가지는 나노 소재이다. 값싼 흑연으로 제작되는 그래핀 양자점은 인체에 무해한 친환경적인 소재라는 점에서 바이오 센서, 광센서, 바이오 이미징 등 다양한 응용 분야에 적용할 수 있는 광원으로 기대되고 있다. 하지만, 기존의 그래핀 양자점은 대부분 산화된 그래핀 양자점을 다시 환원하는 방식으로 제작하여 왔는데, 그래핀 양자점 구조에 존재하는 순수한 탄소 결합과 산소 결합에 의한 형광 특성이 혼합되어 있게 되어 발광의 근원을 정확하게 구분하기 어려웠다. 또한 복잡한 화학적 제작 방법으로 인해 생산성이 떨어진다는 문제점이 있었다. 이에 정확한 발광의 원인에 대한 규명과 함께 단순한 그래핀 양자점 제작 방법 개발에 대한 필요성이 요구되었다.

시료 제작

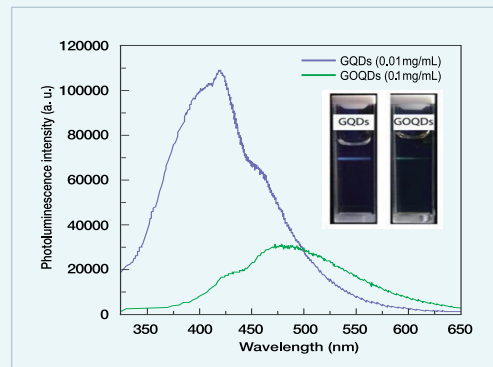
본 연구팀은 그래핀 양자점이 가지는 정확한 발광의 원인을 규명하기 위해, 수 나노미터 크기의 구형 흑연 나노입자를 간단한 물리적 박리를 통해 산화 과정이 일절 사용하지 않는 방법으로 「순수한 그래핀 양자점(GQDs)」을 세계 최초로 제작하였다. 또한, 흑연을 산화 그래핀으로 제작하는 가장 보편적으로 알려진 「휴머즈 방법」을 흑연 나노입자에 적용해 산화 기능이 많은 「산화 그래핀 양자점(GOQDs)」을 간단하게 제작하는 방법도 제시했다.

광측정 특성

순수한 그래핀 양자점과 산화 그래핀 양자점으로부터 각각 청색과 녹색 형광의 빛을 방출하는 것을 확인하였다. 빛의 흡수 정보를 이용하여 순수한 그래핀 양자점의 경우 단파장의 흡수를 가지는 반면에 산화된 그래핀 양자점은 넓은 파장영역에 대한 흡수를 가지는 것을 확인하였다. 초고속 레이저 시스템을 이용한 시분해 분광 특성 분석을 통하여, 순수한 그래핀 양자점에서 여기된 운반자의 재결합 시간이 산화된 그래핀 양자점보다 더욱 빠르다는 것을 확인하였다. 이 두 종류의 그래핀 양자점은 산소 결합의 유무에 근본적인 차이가 있었다.

결론

순수한 그래핀 양자점의 청색 형광 현상이 벤젠 형태의 탄소 결합에 원인이 있는 반면, 산화 그래핀 양자점의 녹색 발광은 그래핀에 결합된 다양한 산소 기능기에 의한 것임을 밝혔다.



순수한 그래핀 양자점(GQDs, 청색)과 산화 그래핀 양자점(GOQDs, 녹색)의 형광 스펙트럼

기대효과

본 연구는 순수한 그래핀 양자점의 개발과 발광 특성 분석을 통해 기존에 뚜렷하게 설명되지 않았던 그래핀 양자점에서의 가시광 대역의 형광에 대한 원인을 밝혀 냈다. 제작된 순수 그래핀 양자점과 산화 그래핀 양자점은 모두 각각 다양한 형태의 광학적 소재 및 소자에 응용될 수 있다. 특히, 그래핀은 독성이 없고 광 안정성도 뛰어날 뿐 아니라 물에도 매우 안정하게 녹기 때문에 바이오 분야에도 다양하게 응용될 것으로 전망된다.

연구지원

· 환경부, KAIST 나노융합연구소 그래핀 연구센터

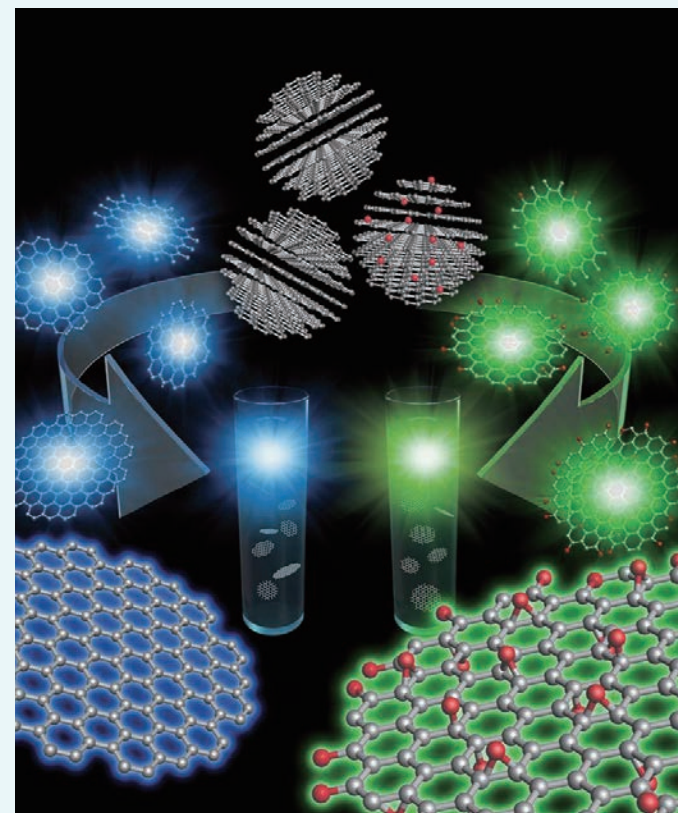
연구실적

· Advanced Materials 표지 논문 선정(Back Cover in Advanced Materials July 19th)

· 더사이언스, 헤럴드생생뉴스, 뉴시스, ZDNet Korea, 뉴스1, 뉴스타운, 연합뉴스, 아주경제 등 국내언론보도

Nano Korea 2013, The 11th International Nanotech Symposium, July 12th, 2013 우수 포스터상

2013년 가을 한국 물리학회 학술 논문 발표회 우수발표상



순수한 그래핀 양자점(GQDs)과 산화 그래핀 양자점(GOQDs)의 모식도(빨간색 입자는 산소를 표현)



KAIST 10대 우수 성과

화학반응 중 단백질의 구조가 어떻게 변하는지 3차원으로 볼 수 있다!

화학과 이효철



신약 개발에 있어 가장 중요한 요소 중 하나는 적합한 후보물질을 찾는 것이다. 이후 다양한 임상실험을 통해 많은 후보 물질들이 탈락하게 되는데 그러한 수고를 덜기 위해서는 최대한 목표 질병에 적합하다고 생각되는 후보물질을 찾는 것이다. 신약에 의한 치료도 생체내에서의 화학반응이기에 화학반응의 기작을 규명을 통해 완전한 전이상태의 3차원 구조를 밝히면 목표 질병에 더욱 최적화된 후보물질을 설계할 수 있다.

화학 반응이 일어나려면 필연적으로 반응 물질의 구조 변화가 필요하다. 이런 구조 변화 과정 중 가장 불안정한 상태를 전이 상태라 한다. 화학반응 속도는 매우 빨라서 화학반응 중 전이상태의 완전한 원자 수준의 3차원 구조를 관찰하는 것은 불가능에 가깝다. 일반적으로 광이성질체화 반응의 전이는 1천조분의 1초(10^{-15} 초, 펨토초)란 짧은 시간동안 진행된다. 전이 상태의 구조를 안다면, 전이 상태를 안정화시킬 수 있는 촉매나 효소를 디자인하여 반응을 빠르게 할 수도 있고, 반대로 원래 반응물보다 전이 상태에서 안정적인 반응 억제물을 만들어 반응을 억제할 수 있다.

단백질 결정내의 광이성질화 반응의 구조변화를 피코초 시간분해능의 엑스선 회절이미지를 얻어 이를 분석하여 결과를 도출했다.

시분해 결정학으로 현재 가능한 가장 빠른 시간분해능인 피코초부터 수 마이크로초까지의 광반응 황단백질(Photoactive Yellow Protein)의 결정에 대한 시간 종속적(time-dependent) 회절이미지를 얻었다.

회절이미지는 다시 전자 밀도 지도(electron density map)로 변환한다. 이렇게 얻어진 시간 종속적인 전자 밀도 지도에서 행렬 기법(Singular Value Decomposition; SVD)을 통해 시간 독립적인(time-independent) 전자 밀도 지도를 도출한 후 각 전자 밀도 지도에 해당하는 중간 구조를 얻어냈다. 이를 기반으로 광이성질화 반응 경로를 규명했다.

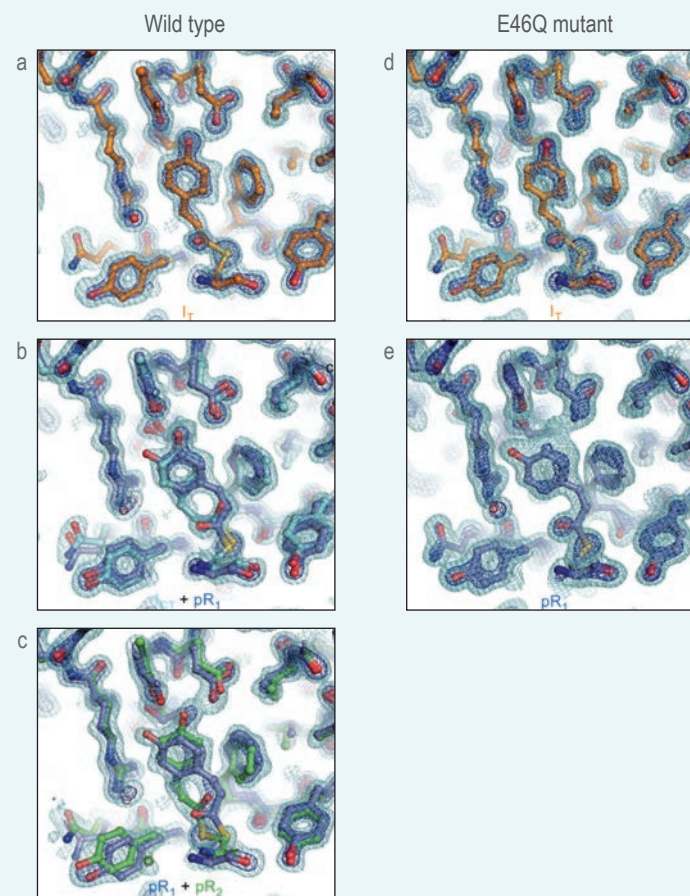
피코초 시간 분해능과 결정으로 얻은 3차원 공간 분해능을 통해 광이성질화 반응의 중간 구조 및 반응 경로를 확인했다.

피코초대에 존재하는 첫 번째 중간 구조(I₁)는 이성질화 반응의 중간 형태를 띄어서 전이상태로 간주된다. 일반적으로 전이상태는

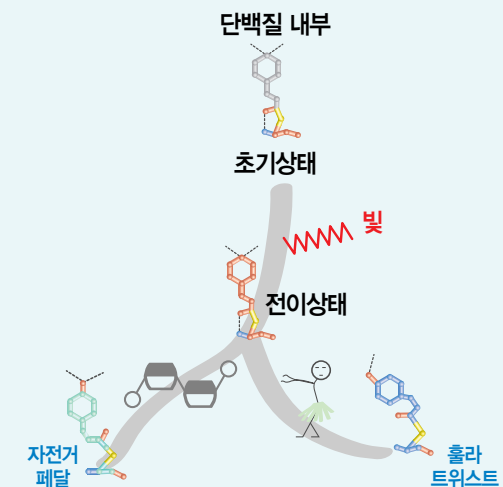
불안정하지만 단백질 내에서는 수소결합같은 상호 작용이 존재해서 이러한 전이상태를 관찰할 수 있을 만큼 안정화되어 있다.

나노초대와 마이크로초대에 존재하는 두 번째, 세 번째 중간구조를 통해 광이성질화 반응 경로가 두 개의 다른 반응경로(자전거 페달 경로; bicycle pedal pathway와 홀라-트위스트 경로; hula-twist pathway)로 이루어졌음을 규명했다. 두 개의 반응 경로에서는 단백질 내의 원자간 상호 작용으로 인해 일반적인 이성질화 반응과 달리 공간 효율적인 움직임을 통해 이성질화가 진행된다.

돌연변이를 통해 전이상태 안정성에 관여하는 화학결합(수소결합)을 약화시켜 두 개의 반응 경로중 홀라-트위스트 경로만 존재할 수 있도록 제어할 수 있었다.



광반응 황단백질의 광이성질화 반응 중 중간구조를 나타낸 그림



광반응 황단백질의 광이성질체화 반응 중 구조변화를 개념적으로 표현한 그림. 단백질 내에서 빛을 받은 분자가 구조변화를 일으킬 때에 두 갈래의 경로로 갈라짐을 발견했다.

기대효과

앞으로 차세대 가속기인 엑스선 자유전자 레이저를 통해 더 빠른 시간 분해능을 가지고 전이상태 이전의 구조도 규명할 수 있을 것이다. 이러한 화학반응의 초기 변화의 정확한 이해는 화학반응의 제어는 물론 치료, 신약 개발에 필요한 기초를 마련한 것으로 기대된다.

연구지원

· 기초과학연구원(나노물질 및 화학반응 연구단), 미래창조과학부와 한국연구재단 리더연구자지원사업-창의적연구

연구실적

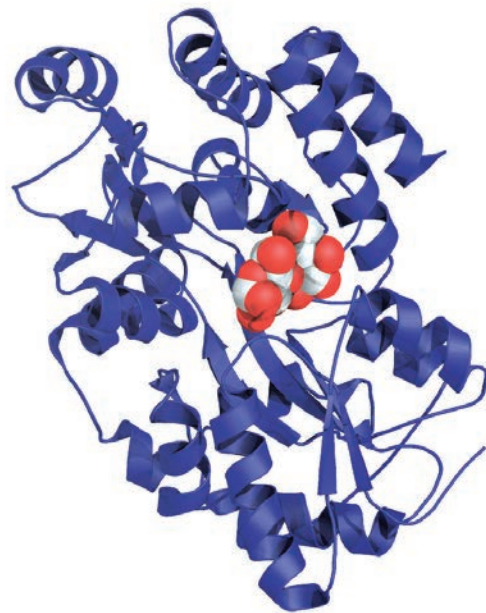
· Y. O. Jung, J. H. Lee, J. Kim, M. Schmidt, K. Moffat, V. Srajer, H. Ihee*, Nature Chemistry, 5, 212-220 (2013)



KAIST 10대 우수 성과

단백질은 어떻게 특정 생체분자만 인식하고 결합할까?

생명과학과 김학성



단백질이 세포 내에서 생체분자를 인식하여 생명현상을 정상적으로 유지하는 기작과 인지 기작에 오류에 따른 각종 질병이 어떻게 발생하는 지에 대해 정확하게 규명할 수 있게 될 것이다. 이를 통해 복잡한 생명현상의 이해가 가능하고 질병의 발병 기작을 규명하여 보다 치료 효과가 높고 부작용이 적은 치료제의 개발이 가능할 것이다.

단백질은 생체분자를 특이적으로 인지하고 결합하면서 모든 생명현상을 조절해 생명현상을 유지하는데 가장 중요한 역할을 한다. 단백질의 생체분자 인식에 오류가 발생하면 비정상적 현상으로 각종 질병이 유발되기도 한다. 따라서, 단백질이 생체분자를 인식하고 결합하는 메커니즘의 규명은 복잡한 생명현상을 이해하고 각종 질병의 치료제를 개발하는데 필수적이다. 기존의 연구는 단순히 단백질이 생체분자와 결합하기 전 후의 단백질 구조 차이에 의존하였기 때문에 단백질의 분자 인식 메커니즘을 정확하게 설명하지 못하고, 단백질의 구조가 매우 유동적인 경우는 기작의 규명이 거의 불가능하였다. 따라서, 새로운 방법의 개발 및 이를 이용한 단백질의 생체분자 인식 메커니즘의 규명이 절실히 필요하다.

단 분자 FRET 실험

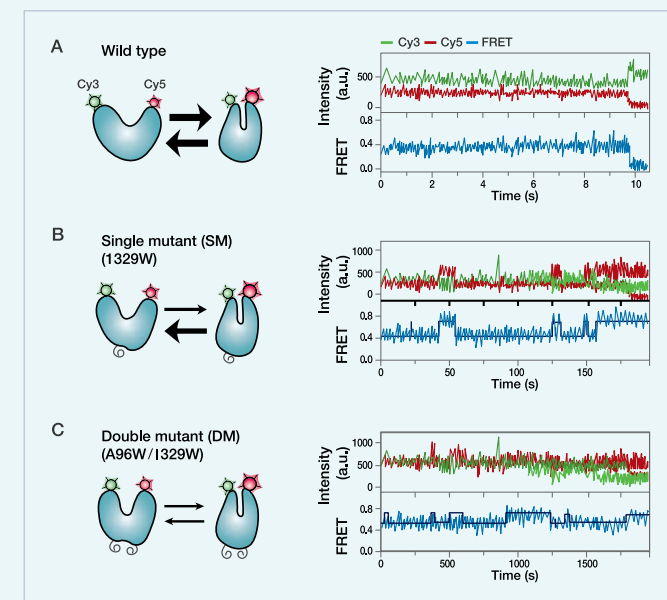
본 연구에서는 한 개의 단백질 분자의 구조 변화를 직접 관찰하는 단 분자 형광 에너지 전이(single-molecule FRET)방법을 이용하여 단백질이 가장 안정적인 '열린 구조'와 상대적으로 불안정한 '부분 닫힘 구조'를 반복하면서 리간드와 결합하여 일어나는 단백질의 구조 변화를 실시간으로 분석하였다.(그림 1)

연구 결과

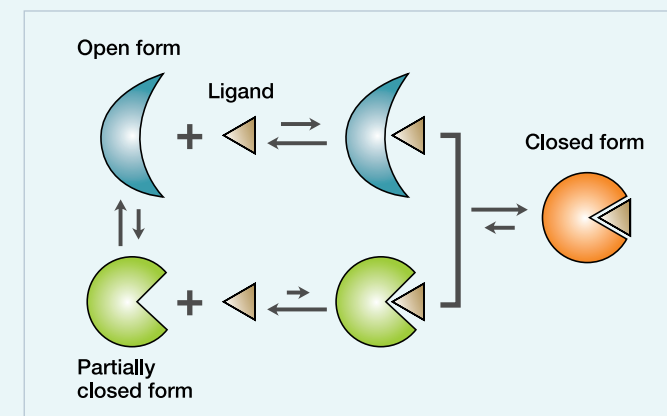
MBP(Maltose Binding Protein)의 구조 변화를 직접 관찰하고 각 상태에서의 체류시간을 측정함으로써 단백질의 '열린 구조'에 maltose가 결합한 후 구조 변화가 이루어진다는 것을 증명하였다. 이는 단백질의 구조 전환 속도가 변하는 현상을 단 분자 수준에서 분석해 단백질의 생체분자 인식 메커니즘을 증명한 최초의 연구 결과이다.(그림 2)

결론

단 분자 형광에너지 전이 방법을 새롭게 적용하여 단백질이 생체분자를 인식하는 메커니즘을 이해할 수 있게 되었고, 단백질의 기능을 보다 정확하게 파악할 수 있어 향후 복잡한 생명현상의 이해는 물론 보다 효능이 높은 치료제의 개발에 기여할 것으로 기대된다.



(그림 1) 단백질의 구조 변화를 단 분자(single molecule) 수준에서 실시간으로 분석



(그림 2) 단백질의 생체분자 인식 기작 모식도

기대효과

단백질의 생체분자 인식 메커니즘을 정확하게 설명할 수 있는 새로운 방법을 제시하였음.

단백질의 생체 조절기능을 보다 정확하게 파악하여 복잡한 생명 현상을 이해하는데 기여

단백질의 분자 인식 기작은 각종 질병과 연관되므로 효능이 높은 치료제 개발에 크게 기여

연구지원

· 미래창조과학부(미래 유망 파이오니어 사업)

연구실적

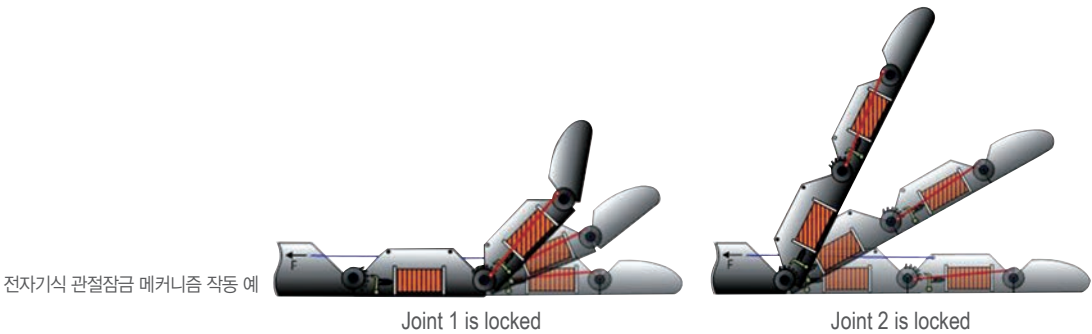
- Nature Chemical Biology 발표, Eun kyung Kim, Sang hwa Lee, Aram Jeon, Jung Min Choi, Hee-Seung Lee, Sungchul Hohng, Hak-Sung Kim; "A single-molecule dissection of ligand binding to a protein with intrinsic dynamics", 2013.05, 313-318
- 2013년 생물학연구정보센터(BRIC) 생명과학 연구자 선정 '학술적 가치가 높은 바이오 연구성과' Top5 선정
- 2013 Agawal award 수상
- 국제석학모임 F1000 '괄목할 만한 논문'



KAIST 10대 우수 성과

인간처럼 정교한 손작업이 가능한 로봇핸드

기계공학전공 김경수



각종 사고 및 질병(특히 당뇨병)으로 인한 손(또는 손가락)의 기능을 상실한 장애인의 수가 점차로 증가하는 추세이다. 2033년, 이러한 장애인들이 한국을 방문하여, ‘고자유도를 갖는 인간형 로봇핸드’ 시술을 받고, 행복한 정상적인 삶으로 복귀한다.

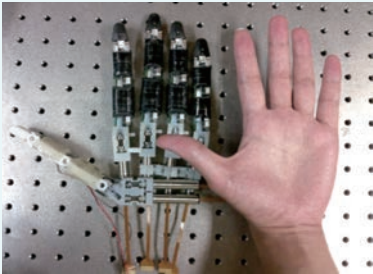
로봇설계 기술, 그리고 인체의 생체신호 감지 기술이 발전함에 따라, 사람의 의도에 따라 구동되는 의수 연구가 활발히 진행되고 있다. 그러나 인간의 손은 매우 정교한 기능을 가지며, 이를 모방한 로봇핸드의 개발은 가장 어려운 숙제 중의 하나이다. 이러한 로봇핸드의 성능은 구동기 및 구동 메커니즘에 매우 의존적이며, 전 세계의 많은 연구개발 결과에도 불구하고, 구동기의 한계로 인간의 손에 버금가는 로봇핸드는 개발되지 못했다. 첨단 로봇의수를 위해서는 구동계 설계 및 제어에 있어서 한계를 돌파하기 위한 혁신적인 아이디어가 필요하다.

로봇핸드(인공 손)는 의학계 및 산업계 등의 요구에 따라 1900년대부터 개발되었다. 그러나 인간의 손에 버금가는 로봇핸드가 개발되지 못한 이유는 전기모터, 공압/유압 등 현실적으로 사용가능한 구동기가 인간 근육과 비교하여, 지나치게 무겁고 크며, 정교한 제어에 한계가 있기 때문이다.

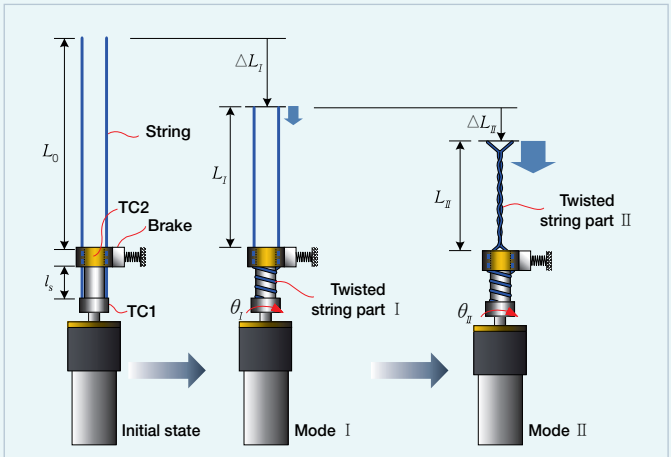
본 연구에서는 ‘다중모드 줄꼬임 구동 방식’과 ‘전자기식 관절잠금 메커니즘’을 세계 최초로 제안하여, 기존 연구개발에서의 성능 한계를 극복할 수 있는 방안을 제시하였다. 다중모드 줄꼬임 구동은 두 개의 줄을 꼬면서 발생하는 강한 수축력을 이용하는 일종의

초경량 토크-힘 변환장치로 ‘고출력 힘모드’와 ‘고속 운동모드’를 유연하게 운용하며, 로봇손가락의 초경량, 고출력, 고속운동을 가능하게 한다. 또한 전자기식 관절잠금 메커니즘은 최소의 소비전력으로 관절의 운동을 효과적으로 제어함으로써, 한 개의 구동기에도 불구하고, 다관절 로봇핑거가 가질 수 있는 다자유도 운동을 가능하게 한다.

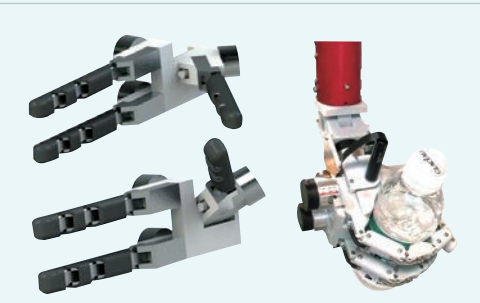
제안된 구동메커니즘의 우수한 특징에 따라, 본 연구에서 개발된 인간형 로봇핸드는 사람의 손과 유사한 무게 및 크기에도 불구하고, 매우 높은 악력(쥐는 힘), 빠른 운동 그리고 높은 자유도 운동을 가진다.



5손가락 로봇의수 설계 및 응용 예



다중모드 줄꼬임 구동



3손가락 폭발물해제용 로봇핸드

기대효과

본 연구는 기존의 모터 및 기어를 이용하는 구동기 설계 방법에서 벗어나, 경량 고출력의 다중 줄꼬임 구동 방법을 새로이 제시한 점이 중요한 의미를 갖는다. 특히, 이를 이용하여, 고자유도의 경량 로봇핸드를 개발함으로써 인간과 유사한 정교한 작업이 가능하도록 하였으며, 이는 재해를 위한 로봇의수 및 군의 특수 위험물 해체 등과 같은 정교한 작업을 필요로 하는 첨단 로봇장비에 활용이 기대된다.

연구지원

· 산업통상자원부 지식경제기술혁신사업 특수목적용 고성능 매니플레이션 시스템 인력양성사업

연구실적

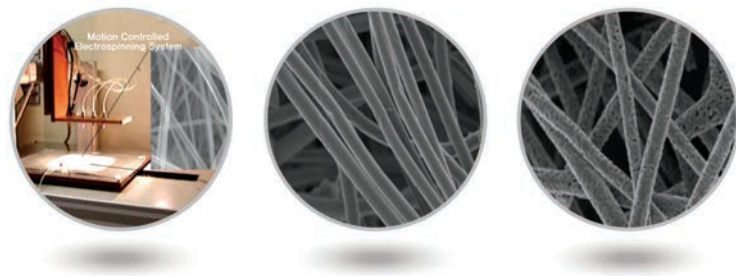
- Young June Shin, Ho Ju Lee, Kyung-Soo Kim, and Soohyun Kim “A Robot Finger Design Using a Dual-Mode Twisting Mechanism to Achieve High-Speed Motion and Large Grasping Force”, IEEE TRANS ON ROBOTICS, 28(6), 1398-1405(2012)
- Ho Ju Lee, Young June Shin, Kyung-Soo Kim, Soohyun Kim “Finger Module Design based on Dual-mode Twisting Actuation for Explosive Ordnance Disposal Gripper”, 44th International Symposium on Robotics(2013)
- 국내특허등록: “줄꼬임 구동(Twisted String Actuation)을 이용한 듀얼 모드 구동 메커니즘”



KAIST 10대 우수 성과

리튬-공기전지로 800km를 주행하다!

신소재공학과 김일두/전석우



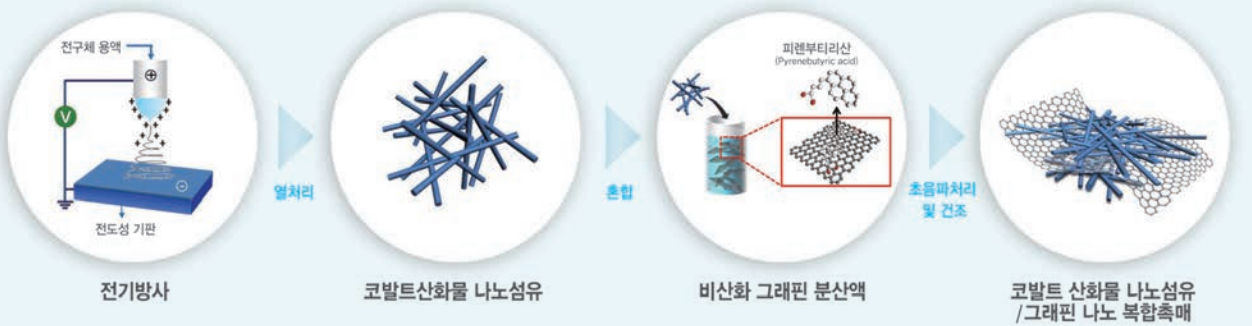
나노섬유 촉매 합성 및 리튬-공기 전지 수명 개선

석유고갈 및 이산화탄소 배출에 의한 지구온난화 문제를 해결하기 위한 방안으로 전기자동차와 같은 친환경 자동차를 대중화하려는 노력이 계속되고 있다. 2030년에는“리튬-공기전지용 고성능 나노섬유-그래핀 복합 저가 촉매”를 이용한 전기자동차가 개발되어 서울-부산간 거리를 한번의 충전만으로 왕복할 수 있으며, 전기자동차 구입비용이 현저하게 낮아 지게 되어 현재의 가솔린기반의 자동차가 점점 사라지고 친환경 전기자동차가 대중화된다. 친환경, 저가격, 고성능 전기 자동차의 대중화로 인해 지구온난화문제가 완화되며 전 세계의 이상기온현상이 점점 자취를 감추게 된다.

리튬-공기(Li-Air) 이차전지는 리튬과 가벼운 산소를 음극과 양극으로 사용하여 기존 리튬이차전지(그래파이트 음극-무거운 리튬전이 금속산화물 양극) 보다 방전용량이 6배 이상 크며, 가솔린 연료와 유사한 높은 이론적 에너지밀도를 가지고 있어 전기자동차의 주행 거리를 획기적으로 개선시킬 수 있는 차세대 전지로 큰 주목을 받고 있다.

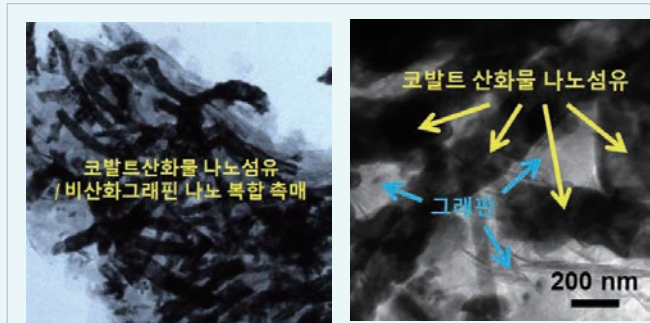
방전시 리튬과 산소가 서로 만나 리튬산화물(Li₂O₂)이 형성되고 충전시 다시 리튬과 산소로 분해되는 과정이 완벽하게 이루어지지 못해 부도체인 리튬산화물이 탄소 전극에 지속적으로 쌓여, 장수명(Cycle) 특성 및 고율(High Rate) 특성이 나쁜 문제점을 안고 있다. 이를 개선하기 위해서는 리튬산화물의 형성 및 분해반응을 보다 수월하게 하여 수명특성을 획기적으로 개선시킬 수 있는 고효율 촉매 개발연구가 필수적이다.

본 연구에서는 촉매활성이 큰 1차원 코발트산화물(Co₃O₄) 나노섬유에 높은 전기전도도와 큰 비표면적을 가지고 있는 비산화 그래핀 (Nonoxidized Graphene Nanoflakes, Nano lett., 12, 2871-2876, 2012, 전석우 교수 그룹 합성)을 결합시킴으로써 리튬-공기전지용 촉매 성능을 극대화 시켰다.(그림 1, 2) 나노섬유-그래핀 복합촉매를 리튬공기전지의 공기극에 포함시켜 구동시킬 경우

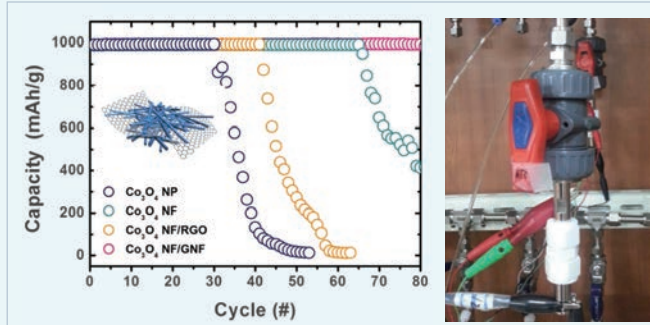


(그림 1) 리튬공기 이차전지용 코발트산화물 나노섬유/그래핀 복합촉매 제조과정

10,500mAh/g의 매우 높은 방전 용량과 기존 리튬이차전지 용량의 6배에 달하는 1000mAh/g 의 용량에서도 80 사이클 이상의 우수한 수명특성을 보여주었다. (그림 3) 저가격으로도 대량생산이 가능한 다공성 나노섬유 촉매가 기존에 보고된 초미세 나노입자 촉매들에 비해 탁월한 리튬산화물 (Li₂O₂) 분해 특성이 있다는 점을 본 연구를 통해 성공적으로 밝혔다.



(그림 2) 코발트산화물 나노섬유/그래핀 나노 복합촉매



(그림 3) 나노복합촉매로 구성된 리튬공기 이차전지

기대효과

고가의 백금이나 금 촉매를 이용하지 않고 가격이 저렴한 전이금속 산화물과 탄소계 그래핀 소재를 복합화한 촉매의 성공적인 합성 및 양산화 기술을 바탕으로 한번 충전으로 800km 이상 주행이 가능한 리튬-공기 이차전지의 실용화 가능성을 높였다. 전기 방사 방법은 나노섬유 양산이 검증된 합성법으로 코발트 산화물 뿐만아니라 다양한 촉매소재 합성을 위한 기본 공정으로 적용이 가능하다.

연구지원

- 미래창조과학부 글로벌 프론티어, 한국연구재단

연구실적

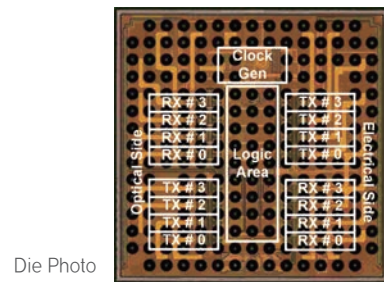
- 백금/금 촉매를 대체할 수 있는 1/100 가격의 나노섬유 촉매 양산화 기술 및 원천 특허 확보
- 나노섬유 응용기술 관련 국내외 등록 및 출원 70건 및 기술 이전 3건
- 2020년 대한민국 산업을 빛낼 미래 100대 기술과 주역 “나노섬유 기반 전자재료” 분야 수상, 한국공학한림원 (2013.12)
- MBC, YTN Science 등 국내언론보도
- 2012 제2회 국제 전기방사 학회 대한민국 유치 및 학회장 (Conference Chair) 역임



KAIST 10대 우수 성과

친환경 데이터센터 구축을 위한 100Gbps 이더넷 트랜시버 IC

전기 및 전자공학과 배현민



Die Photo

2020년에는 Full HD/Ultra HD급의 IPTV/모바일 스트리밍 서비스가 보편화되고, 클라우드 서비스 등의 사용이 지속적으로 증가하여 이 대역폭을 뒷받침 해줄 수 있는 기지국 및 데이터센터의 더 높은 대역폭이 필요하게 된다. 끊임없이 증가하는 데이터센터의 전력소모를 줄이는 것은 무엇보다도 중요한 글로벌 이슈가 되는 가운데 개발된 ‘초저전력 100Gbps 이더넷 트랜시버 IC’는 초저전력인 강점을 앞세워 전 세계 기지국이나 데이터센터에 탑재되게 된다. 글로벌 수요를 충족함과 동시에, 초저전력으로 인한 전력유지비용 및 CO₂ 배출이 크게 감소하고, 100Gbps 및 400Gbps로의 전환이 기존 예상보다 3~4년 더 빨리 앞당길 수 있게 되었다. 한국/미국을 비롯한 인터넷 선진국은 물론 중국/인도 등의 개발도상국에서도 100Gbps급의 인프라 구축이 거의 마무리되어, 인구에 비례한 폭발적인 인터넷 사용량 증가를 충족시키고 있다. 그리고 본 연구실에서는 개발된 기술을 바탕으로 다음 차세대 400Gbps/1Tbps 초저전력 이더넷 트랜시버 IC를 시제품으로 개발하여 상용화를 앞두고 있다.

전 세계 하루 평균 수십억 건에 달하는 인터넷 검색 결과를 보여주기 위해 데이터센터가 24시간 가동되고 있는데, 2006년 기준 미국 데이터 센터의 연간 전력 소비가 전체 전력 소비량의 1.5%(연간 610kWh)에 달하는 것으로 나타났다. 이 같은 추세라면 2020년에는 전체의 10%에 달할 것으로 예상되는 등 데이터센터의 전력 소모에 대한 대책이 요구되고 있다. 그러나 개발된 '초저전력 100Gbps 이더넷 트랜시버 IC'는 기존 경쟁업체 제품의 소비전력 대비 1/3 수준이고, 기존의 CFP/CFP2 모듈보다 더 작은 CFP4/QSFP28 등 초소형 저전력 모듈에 집적이 가능함으로써, 데이터 센터의 그린화를 위한 해결방안이 될 수 있고 데이터 센터의 초기 및 유지 비용 절감 효과가 매우 크다.

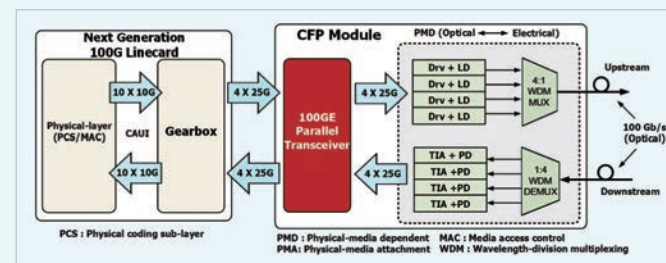
개발한 IC에 대해 다음 주요한 특징을 가지고 있다.

- 100Gbps Ethernet Specification인 IEEE 802.3ba(100GBASE-LR4/ER4)에 호환되며, OIF CEI-28G-VSR specification 또한 만족한다.
- 1W 이하의 파워 소모로 동작하여 CFP4/QSFP28의 소형 모듈 구현에 적합하다.
- 한 IC에 8개의 RX lane과 8개의 TX lane으로 구성되어 있으며, 각 lane은 25.0Gbps ~ 28.3Gbps의 Data Rate에서 BER < 10⁻¹⁵ 구현
- Reference-less(크리스탈 등을 사용한 외부의 기준 클럭 없이 순수하게 입력 데이터만을 이용하여 클럭과 데이터를 복원)
- Master-less(Master/Slave lane의 구분없이 어느 lane에서 데이터가 들어와도 동작가능)

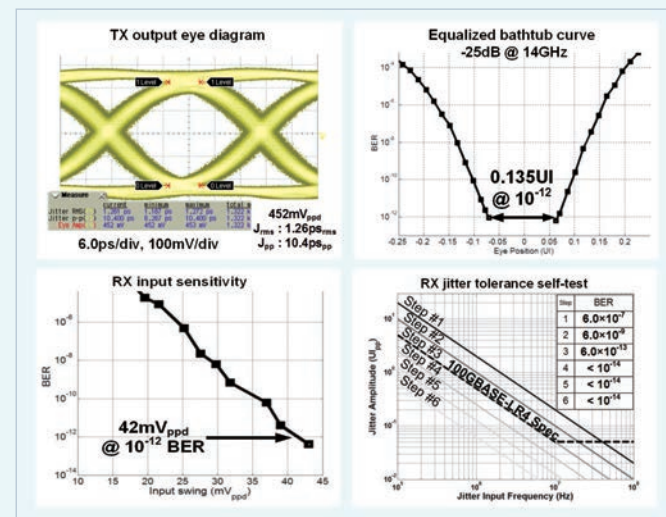
- 20dB lossy channel에 대해 보상
- Programmable pre-emphasis 및 output waveform shaping 지원
- On-chip jitter tolerance testability
- BIST(Built-in Self-Testing)을 위한 PRBS Generator/Checker 탑재, Loop-back, Lane Swapping 기능 제공
- 40nm CMOS 로 제작, 2.7×2.7mm²

측정 결과 및 결론

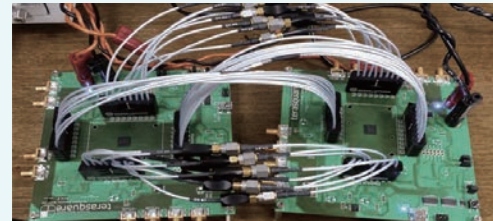
두 칩간의 데이터 전송이 제대로 이루어 졌는지 확인하였다. 측정 환경은 Core VDD 0.9V에서 28.0Gbps PRBS 2³¹-1 패턴을 이용하였다. 측정 결과, 비트 에러 전송률(BER)은 10⁻¹⁵ 이하로 나왔으며, 이때의 전체 칩 파워는 870mW이며, 파워효율은 약 3.9mW/Gb/s로서, 현재까지 발표된 100Gbps 트랜시버 논문들 중 가장 효율이 높다.



Linocard와 CFP Module



TX/RX 측정결과



측정 셋업: 두 칩간의 데이터 전송

기대효과

순수 국내기술로 개발된 이 IC는 데이터센터 구축시 초기 및 유지 비용절감에 매우 큰 장점이 있고 저전력으로 인한 친환경 IC이다. 그리고 이 기술을 바탕으로, 앞으로 나올 차세대 400Gbps/1Tbps 이더넷 통신 규격에도 적합한 저전력 IC 개발이 손쉽게 가능하며, 기타 모든 고속유선통신을 이용한 어플리케이션(Ethernet, USB, SATA, Displayport, PCIe, Memory interface, UDTV interface등)에도 활용 가능한 기술이다.

연구지원

- (주)테라스퀘어와 공동연구 진행

연구실적

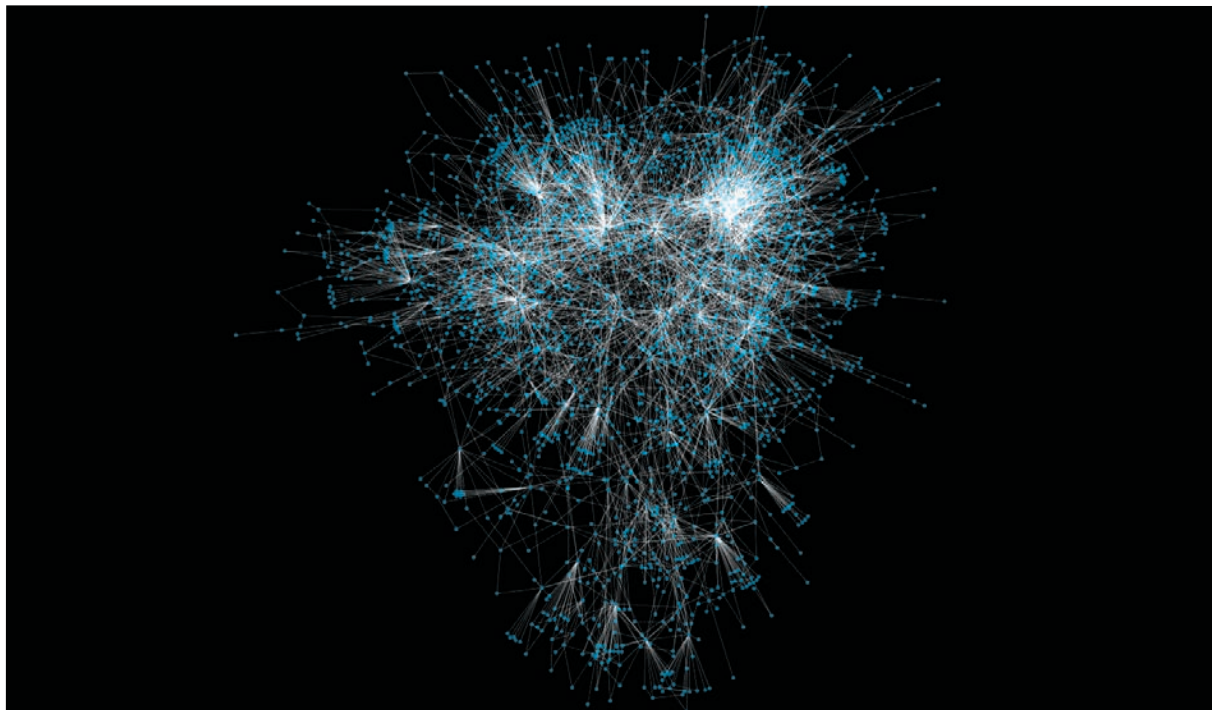
- Signal pattern and dispersion tolerant statistical reference oscillator, US Patent
- Clock recovery, receiver, and communication system for multiple channels, US Patent
- Low-power and all-digital phase interpolator based clock and data recovery architecture, US Patent
- A low-power highly-accurate passive multiphase clock generation scheme by using polyphase filters, US Patent
- Low-power cml-less transmitter architecture, US Patent
- Phase interpolator based output waveform synthesizer for low-power broadband transmitter, US Patent
- 제14회 대한민국 반도체 설계대전 대통령상 수상, 2013.10
- European Conference and exhibition on Optical Communication(ECOC) 2013 제품 시연
- 국내언론보도 16건



KAIST 10대 우수 성과

테라스케일의 대용량 그래프를 분석하다!

전산학과 강 유



위키피디아 공동 편집자 그래프

그래프 마이닝은 컴퓨터 네트워크, 소셜 네트워크, 단백질 네트워크 등 다양한 개체를 모델링하는데 쓰이는 그래프를 분석하여 패턴과 비정상 신호를 찾는 것을 목표로 한다. 본 연구에서는 수백, 수천 억 개의 노드를 가지고 수십, 수백 테라바이트 이상의 저장 공간을 필요로 하는 대용량 테라 스케일 그래프를 효율적으로 마이닝하기 위한 분산 시스템과 알고리즘을 Eigensolver, 텐서, 그래프 시각화/요약/비정상 탐지 분야에 대하여 제안하였다.

그래프는 컴퓨터 네트워크, 소셜 네트워크, 전화 네트워크, 단백질 네트워크, 웹 등 다양한 개체를 모델링하는데 사용되어 왔다. 그래프 마이닝은 대용량 그래프에서 패턴과 비정상 신호를 찾음으로써 친구 추천, 사이버 시큐리티, 사기 방지, 스팸어 탐지 등의 다양한 응용에 활용된다. 기존 연구에서는 그래프 분석을 위해 하나의 머신만을 사용하고, 병렬화를 고려하지 않았기 때문에 수백, 수천억 개의 노드를

가지고 수십, 수백 테라바이트 이상의 저장 공간을 필요로 하는 매우 큰 대용량 그래프를 마이닝하는 것이 불가능했다. 따라서 대용량 그래프를 분산 시스템에서 효율적으로 처리하는 방법에 대한 연구가 필요하게 되었다.

본 연구에서는 대용량 그래프 분석을 위해 다수의 분산 시스템을 활용한 효율적인 그래프 마이닝 시스템과 알고리즘을 다음 세 가지 분야에 대하여 제안하였다.

1. Eigensolver

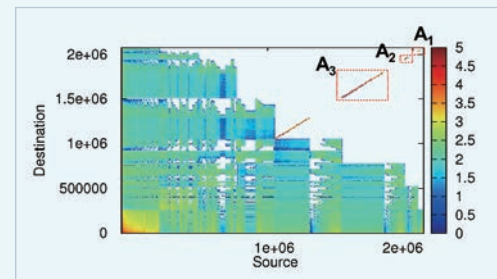
그래프 인접 행렬의 Eigenvalue와 Eigenvector를 계산하는 대용량 분산 알고리즘을 제안하였다. 제안된 알고리즘은 기존 알고리즘 대비 100배 이상 큰 그래프를 다룰 수 있고, 실행 시간도 57배 이상 빠르다. 이를 통해 기존에 분석할 수 없었던 대용량 Twitter 그래프에서 삼각형을 분석하여 악성 계정을 자동으로 찾는데 활용하였다.

2. Tensor

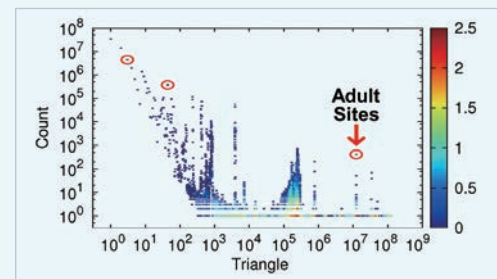
다차원 배열인 텐서는 시간이 지나며 변화하는 그래프를 모델링하는데 많이 쓰이는데 본 연구에서는 대용량 텐서를 분해하는 분산 알고리즘을 제안하였다. 제안된 알고리즘은 텐서 분해 수행 시 생성되는 중간 데이터 크기를 획기적으로 줄임으로써 기존 알고리즘에 비해 100배 이상 큰 텐서를 처리할 수 있다.

3. 그래프 시각화, 요약, 비정상 탐지

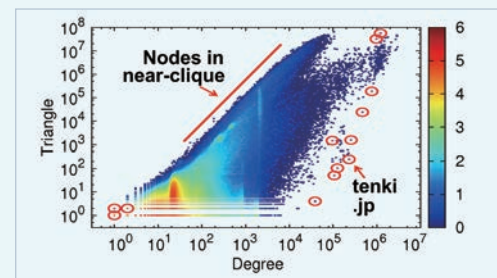
수십, 수백억 개의 노드를 갖는 그래프를 요약하여 시각화하고 비정상 노드를 탐지하는 기술을 제안하였다. 그래프 시각화에서 기존 방법은 그래프를 모두 메모리에 올려서 전체를 보여줬기 때문에 대용량 그래프 데이터를 처리하지 못했다. 제안된 방법은 분산 시스템을 활용하고 그래프 데이터를 효율적으로 요약하는 방법을 사용해 대용량 그래프를 효과적으로 보여주었다. (그림 1, 2, 3)



(그림 1) 미국 특허 그래프의 spy plot(인접 행렬 패턴) 분석을 통한, A1, A2, A3로 표시된 커뮤니티들 발견



(그림 2) YahooWeb 그래프의 삼각형 분포도 분석을 통한 이상 웹사이트 분석. 화살표로 표시된 사이트들은 성인 사이트임



(그림 3) Twitter 그래프의 차수와 삼각형 비교도 분석을 통해 서로 밀접히 연관된 사용자들, 또는 주변 노드가 상대를 거의 알지 못하는 이상 사용자 발견

기대효과

본 연구를 통해 기존에 분석할 수 없었던 테라 스케일의 초 대용량 그래프를 마이닝하여 친구 추천, 사이버 시큐리티, 사기 방지, 스팸어 탐지 등의 다양한 응용에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

연구실적

- 대용량 분산 그래프 마이닝 소프트웨어인 Pegasus를 개발, Open Source로 공개했으며 개발된 알고리즘은 Microsoft의 서버 OS인 Windows Azure의 Hadoop 배포판에 공식 포함.
- 미국 특허 2개 출원
- IEEE ICDM, PAKDD 국제학회 최우수 논문상



KAIST 10대 우수 성과

소리를 찍는 휴대용 카메라가 있다면?

산업디자인학과 배석형



세계 최초의 휴대용 음향카메라 SeeSV-S205

태평양을 향해 중인 원양어선의 선원 A씨는 엔진실에서 이상한 소리가 나는 것을 발견했지만 정확한 원인을 찾을 수 없었다. A씨는 휴대용 음향카메라를 이용해 이상 부위를 촬영하여 육지에 있는 전문가에게 전송하기로 한다. 소음 영상을 확인한 육지의 전문가는 고장의 원인과 조치 방법을 A씨에게 알려주었고, 수리를 마친 A씨는 다시 순조로운 항해를 계속할 수 있게 되었다. 이와 같이 휴대용 음향카메라는 다양한 산업 현장에서 널리 이용되고 있으며, 가정용으로도 보급되어 층간 소음 측정 및 차량 자가 진단 등에 유용하게 쓰이고 있다.

자동차를 비롯한 공업제품에서 발생하는 비정상적인 BSR 소음(buzz, squeak, rattle)은 설계의 오류나 부품의 마모, 파손 등 다양한 문제 가능성을 의미하므로, 소음의 정확한 위치와 원인을 파악해야한다. 이 때 사람의 청각으로만 소음원의 정확한 위치를 알아내기는 쉽지 않다. 측정 대상이 구조적으로 복잡하거나, 물리적으로 접근하기 어렵거나, 소음원이 다른 부품 등에 가려 보이지 않거나, 부품들이 움직이며 소음원의 위치가 변할 수 있기 때문이다. 이러한 경우 음향카메라를 사용하여 소음원의 위치를 시각화 할 수 있다. 열 감지 카메라가 온도 분포를 색으로 나타내듯, 음향카메라는 마이크로폰 배열이 측정한 소리의 분포를 색으로 보여준다. 하지만 기존의 음향카메라는 크고 무거운 뿐만 아니라 조립 및 설치 방법이 복잡하고 삼각대 위에 고정된 상태로만 사용할 수 있어, 설치가 어려운 좁은 공간이나 자동차의 바닥면 등은 측정이 불가능한 경우가 많았다. 보다 쉽고 빠르게 소음원을 효과적으로 탐색할 수 있는 방법이 필요했다.



휴대용 음향카메라를 이용해 소음이 발생하는 위치를 찾는 모습

높은 휴대성

본 연구에서 개발한 휴대용 음향카메라는 크기와 무게가 기존 제품에 비해 각각 40%, 30%에 불과하여 사용자가 자유롭게 들고 움직이면서 측정 대상을 탐색할 수 있다.

실시간 계측 및 촬영

다섯 가닥의 나선형으로 배치된 30개의 마이크로폰과 고해상도 카메라는 공업제품의 개발 및 수리 과정에서 중요한 350Hz~12kHz 주파수 대역의 소음 분포를 실시간으로 이미지와 합성해 사용자에게 직관적으로 보여주며, 동영상으로 저장할 수도 있다.

일체형 디자인

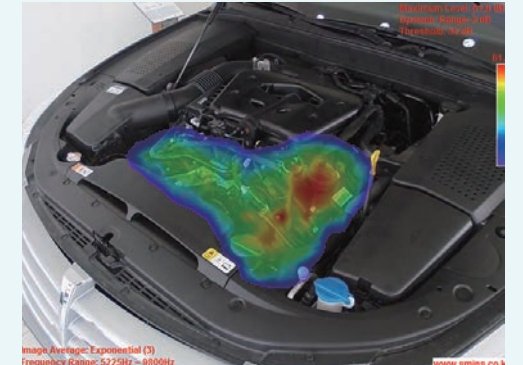
새로 개발된 제품은 기존의 제품과는 달리 일체형으로 디자인되어 측정에 앞서 마이크로폰을 조립하는 불편이 없으며, 접히거나 움직이는 부분, 연결 또는 분리되는 부분이 없어 혹독한 사용 환경에서도 파손위험이 적다.

탁월한 사용성

후면 중앙의 손잡이는 인체공학적으로 디자인되어, 한 손으로 음향카메라의 무게를 안정적으로 지탱하면서 다른 손으로는 측정 대상이나 컴퓨터를 조작할 수 있다. 받침대 역할을 하는 양 옆의 손잡이는 두 손을 이용해 다양한 방식으로 음향카메라를 잡을 수 있도록 디자인되어 좁은 공간이나 바닥면 등도 사용자가 무리한 자세를 취하지 않고 측정 작업을 수행할 수 있다.

상용화 및 수상

개발한 음향카메라는 상용화에 성공하여, 현대자동차, 기아자동차, 쌍용자동차, 삼성전자, LG전자 등에서 실제로 사용 중이다. 상용화 된 제품은 세계 3대 디자인 공모전 중 하나인 레드 닷 디자인 어워드(Red Dot Design Award)에서 제품디자인 부문 수상작으로 선정되어 국제적 관심을 받았다.



휴대용 음향카메라를 이용해 자동차의 소음을 측정한 이미지

기대효과

새로 개발된 휴대용 음향카메라는 실제 산업 현장의 신제품 개발과정에서 소음 및 진동 문제를 조기 발견 함으로써 제품의 감성 품질 개선에 크게 기여할 것으로 전망된다. 한편 첨단기술을 바탕으로 한 KAIST 산업 디자인학과와 차별화된 디자인은 동문 벤처기업이 소음진동 계측기 분야의 세계적인 리더로 도약하는 데에 기여함과 동시에 창조경제를 실현하는 우수 사례가 될 것으로 기대한다.

연구지원

· (주)에스엠인스트루먼트와 공동연구

연구실적

- (주)에스엠인스트루먼트의 제품화(SeeSV-S205)로 현대자동차, 기아자동차, 쌍용자동차, 삼성전자, LG전자 등에 판매
- 세계 3대 디자인 공모전 Red Dot Design Award 제품 디자인 부문 수상
- 디자인 출원 국내 2건
- 세계 최대 자동차 테스트 장비 전시회 Automotive Testing Expo 2013 North America 전시
- KBS, YTN, 대덕뉴스, 전자신문 등 국내언론보도
- Popular Science(US), Wired(US) 등 해외언론보도



KAIST 10대 우수 성과

미래형 몰입 영화관 스크린 엑스

문화기술대학원 노준용



스크린 엑스는 스토리텔링의 공간을 하나의 화면에서 3개의 화면으로 확장 시킨다. 이로 인해 영화 연출의 새로운 방식이 가능해 진다. 예를 들어 공포영화에서는 괴물이 옆면을 타고 극장의 뒷면으로부터 나타날 수 있다. 또한, 고속 자동차 추격전에서는, 차가 옆면을 통해 관객의 좌석을 추월하여 정면으로 돌진하는 장면의 연출도 가능하다. 지진 장면에서는 마치 극장의 옆면이 갈라지는 것 같은 착시 효과도 만들어 낼 수 있다. 비행기 추락 장면에서는 거대한 비행기가 정면 스크린의 테두리 밖으로 나오는 것 같은 효과도 줄 수 있다. 이렇게, 극장의 옆면을 활용한 콘텐츠 상영을 통해 관객들은 훨씬 더 몰입감있게 영화 감상을 즐기게 된다.

지난 수 십년간, 컴퓨터 그래픽스 분야의 연구자들은 더욱 더 시각적으로 몰입감이 있는 경험을 영화를 보는 관객들에게 제공해 주기 위해 노력해 왔다. 예를 들어, 진보된 그래픽스 기술들이 영화에 적용되어, 끊임없이 증가하는 관객의 기대에 부응해 눈을 앞도하는 장면을 포함하는 블록버스터 영화들이나 애니메이션 영화들의 제작을 가능하게 해주었다. 특히, 최근 들어서는 입체 기술이 접목되어 영화 장면들이 스크린을 벗어나 관객의 눈앞에 까지 온 것 같은 현실감을 주기도 한다. 입체 영화가 가져다 주는 깊이 감은 시각적 몰입감을 관객들에게 한층 더 효과적으로 느끼게 해주었다. 하지만, 입체 영화는 두 가지의 커다란 단점을 가진다. 영화 관람을 위해 입체 안경을 착용해야 한다는 것과, 시각적 피로감을 관객에게 줄 수 있다는 것이다. 스크린 엑스 기술은 이러한 입체 영화가 주는 단점들을 제거하면서 새로운 방식으로 관객들에게 한층 더 큰 몰입감을 가져다 주도록 설계되었다.

ScreenX Setup

어느 극장이나 정면 스크린뿐만 아니라 좌 우 양 벽면을 가지고 있다. 스크린 엑스 기술은 이 양쪽 벽면을 마치 스크린처럼 활용하여 영상을 투사한다. 각 벽면은 여러대의 프로젝터들에 의해 하나의 영상이 생성되도록, 논리적인 스크린의 역할을 한다. 각 프로젝터들에서 투사되는 영상들 간의 관계를 알아내고, 또 잘 정렬하기위해, planar perspective transform 방식이 사용된다. 또한 인접한 프로젝터에서 투사되어 영상들이 중첩될 경우, 비선형 edge blending을 통해 자연스러운 색깔 변화를 만들어 낸다. 프로젝터들 간에 색감이 다를 경우 블랙 오프셋도 조절해 주며, 영상의 품질을 균일하게 하기 위해 색상이나 기하학적 보정도 적용 시켜 준다. 측면 프로젝터로부터 나오는 빛이 관객의 눈에 들어가 불편함을 유발하게 하지 않도록 마스킹도 적용 시킨다. 셋업당시 한번의 캘리브레이션으로 이런 절차들을 수행하면 각 극장 환경에 최적화된 스크린 엑스 콘텐츠가 렌더링되어 생성된다.(그림 1)은 스크린 엑스가 적용된 극장 환경의 예시를 보여준다.

Optimized Immersive Movie Viewing Experiences

스크린 엑스 기술은 관객이 어느 위치에서 영화를 관람하던 간에, 왜곡이 최소화 된 영상을 볼 수 있도록 설계 되어있다.(그림 2)는 이를 증명하기 위해, 기술이 적용된 영상과 원본 영상을 비교하여 보여준다. 세 개의 좌석을 임의로 고른 후, 그 관점에서 캡처된 영상들을 비교하였다. 원본 영상의 경우, 모든 세 좌석에서 perspective 왜곡이 관찰된다. 첫 번째와 두 번째 그림을 보면, 양 옆면 스크린의

앞 부분은 찌그러져 있고 뒷면은 늘어나 있다. 이러한 왜곡들은 몰입감을 저해할 요소로 작용할 수 있다. 두 번째 줄에서는, 기술이 접목된 예제를 보여준다. 세 경우 모두 그림들에서 왜곡이 줄어 있고, 명확히 perspective 효과가 보인다. 세 번째 열의 그림은 좌석의 위치가 옆면 스크린에 굉장히 가까운 경우이다. 오른쪽 스크린의 경우 원본 그림을 알아보기가 힘들 정도이다. 이해 반해, 기술이 적용된 영상은 훨씬 더 고품질의 왜곡 없는 영상 콘텐츠를 보여준다. 세 번째와 네 번째 줄은 또 다른 예시이다. 원본 영상에서 보이는 빌딩은 심하게 왜곡되어 있고 고가 도로는 아래쪽으로 굽어 있다. 이에 반해 기술이 적용된 경우는 이러한 왜곡들이 훨씬 적어지고 영상의 품질이 향상된 것을 알 수 있다.



(그림 1)스크린 엑스 기술은 일반적인 영화관(a) 몰입화된 극장으로(b) 변화시킨다. 이때, 멀티 프로젝션 기술을 좌, 우 양쪽 벽면에 적용하여 극장의 삼 면을 스크린처럼 활용한다. 극장의 구조를 변화시키지 않고 저가의 소수 프로젝터만을 사용하는 특징을 가진다.



(그림 2) 원본 영상과 스크린 엑스 기술이 적용된 영상의 이미지 품질 비교

기대효과

스크린 엑스 기술은 극장의 현재 구조를 변화시키지 않고 적용될 수 있기 때문에 현존하는 일반 극장들을 쉽게 스크린 엑스용 상영관으로 변화 시킬 수 있다. 지금까지, 한국에 있는 50여개의 CJ-CGV 극장에 성공적으로 스크린 엑스 기술이 설치되었다. 그리고 이 숫자는 계속 증가하고 있다. 이에 따라, 수 십편의 극장용 광고가 스크린 엑스 형태로 만들어져 관객에게 시연되고 있으며, 또 다른 수십편의 광고가 제작 중에 있다. 30분 길이의 단편영화 The X가 스크린 엑스용으로 제작되어 부산 국제 영화제에 스크린 엑스 기술과 함께 선보였다. 극장용 장편 영화들도 스크린 엑스의 형태로 현재 제작 진행 중이다. CJ-CGV에 따르면 2014년부터는 동남아와 미국에 있는 극장에도 스크린 엑스 기술이 설치될 것이라고 한다.

연구지원

· CJ-CGV, KAISTudio

연구실적

- KBS, MBC, SBS, YTN, 조선일보 국내언론보도
- The Atlantic, Wall Street Journal, TV Tokyo 해외언론보도
- 2013 부산 국제 영화제 쇼케이스

KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

KAIST에는 6개의 단과대학이 있습니다. 기초과학분야를 연구하는 자연과학대학, 바이오분야에 특화된 생명과학기술대학, 기술로 문제를 해결하는 공과대학, 산업과 IT를 융합하는 정보과학기술대학, 과학과 인문, 문화, 경영, 전략과 정책을 융합한 인문사회융합과학대학과 경영대학이 있습니다. 각 단과대학의 연구성과 중 우수한 성과를 추천하여 소개합니다.



KAIST의 교수와 연구진들은 세계 속에 한국 과학기술의 저력을 알려왔습니다.
세계 유수의 학술지 표지를 장식하며 2013년을 빛낸 단과대학의 우수 연구성과들을 소개합니다.

단과대학 추천 우수 성과

Exemplary Achievements of 2013 that put Each College in the Spotlight





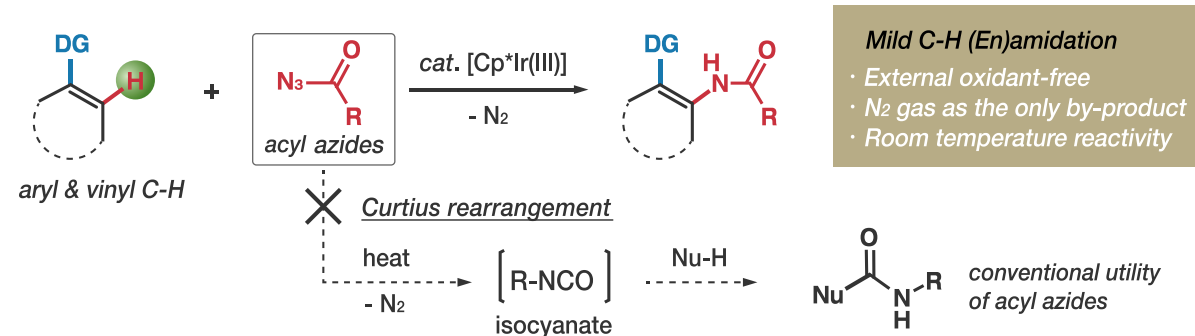
단과대학 추천 우수 성과

탄화수소 활성화를 위한 새로운 촉매 시스템 개발

화학과 장석복

탄화수소 활성화를 위한 여러 가지 새로운 촉매 시스템을 발표하였다. 특히 이리듐(Ir) 촉매를 사용하여 유기아자이드 화합물을 이용한 탄소-수소 결합 활성화를 통한 탄소-질소 결합 형성반응을 개발함으로써, 아렌 및 알켄 화합물의 아미드화(amidation) 반응이 온화한 조건에서 높은 효율로 진행됨을 확인하였다. 본 연구 결과는 외부 산화제 없이 작용하며, 부산물로 질소(N₂)만 배출되기 때문에 환경 친화적이다. 또한 기존의 탄화수소 활성화를 위해 가장 보편적으로 사용하던 팔라듐(Palladium)과 로듐(Rhodium) 촉매계보다 온화한 조건에서 높은 촉매활성을 나타낸다는 점에서 주목할 만하다. 본 연구 결과를 통해 다양한 유형의 반응기질에 효과적으로 반응이 진행되어 높은 활용성을 보였을 뿐 아니라, 현재의 이리듐 촉매 시스템이 올레핀 이중 결합의 직접적 C-H 아미드화 반응에 적용되어 위치 선택성(regioselectivity) 및 입체선택성(stereoselectivity)이 완벽하게 제어되는 Z-엔아미드(enamide)로 이어질 수 있다. 본 연구 결과는 미국화학회지를 대표하는 저명 학술지인 Journal of American Chemical Society에 게재되었다.

본 연구결과로 새롭게 얻은 촉매계를 이용하여 기존에 개발된 반응에서의 기질 폭을 획기적으로 넓힐 수 있으며, 새로운 형태의 반응에도 적용할 수 있어, 다양한 후속 반응 개발이 이루어 질 것으로 예상된다.



연구지원

· 미래창조과학부, 기초과학연구원 지원사업

연구실적

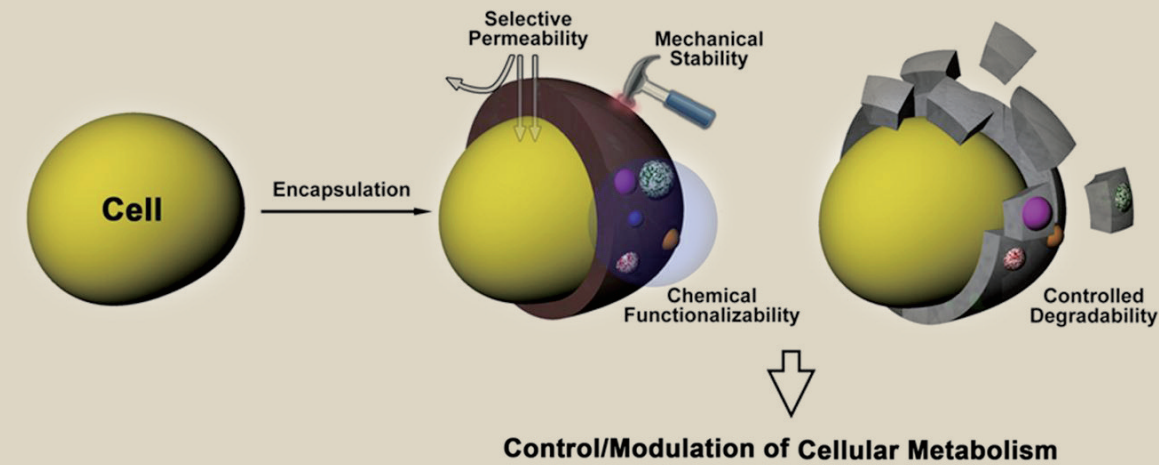
· Jaeyune Ryu, Jaesung Kwak, Kwangmin Shin, Donggun Lee, and Sukbok Chang, Ir(III)-Catalyzed Mild C-H Amidation of Arenes and Alkenes: An Efficient Usage of Acyl Azides as the Nitrogen Source, J. Am. Chem. Soc., 2013, 135(34), 12861-12868

캡슐 속 세포 “인공포자”

화학과 최인성

인공포자 개념 제안

단일세포 수준에서 세포에 단단한 껍질을 화학적으로 입힘으로써, 세포분열 등을 포함한 세포 기작을 개개의 세포 수준에서 제어할 수 있을 뿐만 아니라, 삼투압, 열, 자외선, 효소 등의 외부 악영향에서도 생존력이 유지되는 “껍질 속 세포”를 형성할 수 있다는 제안을 하였고 이를 인공포자로 명명하였다. 예를 들면, 클로렐라 세포에 실리카(SiO₂)와 타이타니아(TiO₂) 혼성복합체 캡슐을 형성함으로써, 자연계에 존재하는 클로렐라 대비 열적안정도가 향상된 새로운 세포구조체를 형성할 수 있음을 보여주었다. 이와 같은 껍질 형성을 통해서 세포에 화학적으로 기능화를 유도함으로써 조직공학, 바이오센서, 세포치료제 등의 응용 분야에도 직접적인 기여가 가능하다.



연구지원

· 한국연구재단 리더연구자사업

연구실적

· Angew. Chem. Int. Ed. 2013, 52, 12279; Small 2013, 9, 178; Trends Biotechnol. 2013, 31, 442; Adv. Mater. 2013, DOI: 10.1002/adma.201304568

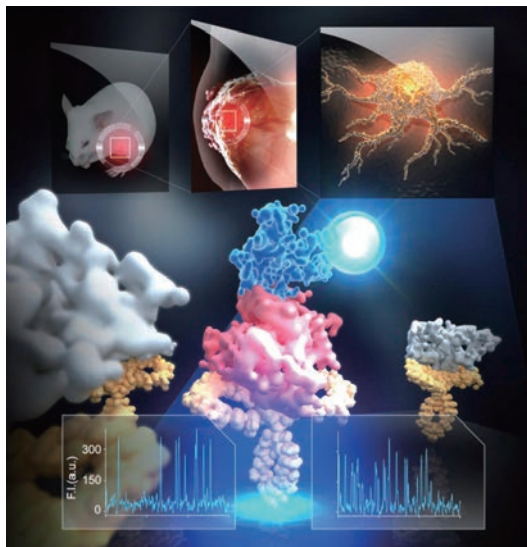


단과대학 추천 우수 성과

단백질의 상호작용을 실시간으로 관측한다!

물리학과 윤태영

면역침강법은 단백질 상호작용을 분석할 수 있는 유용한 수단이다. 종래의 전기영동법과 면역블롯을 이용한 방법은 약한 상호작용이나 순간적인 결합을 측정하는데 적합지 못한 한계를 지니고 있다. 본 연구는 이러한 면역침강법을 발전시켜 실시간으로 단분자 수준에서 형광 이미지를 통해 단백질 상호작용을 관측한 연구이다. 목표단백질이 표면에 고정되고, 형광단백질로 표시된 탐사단백질을 이용하여 두 단백질 사이의 상호작용을 전반사 현미경의 기판위에서 실시간으로 측정하게 된다. 이는 세포나 조직의 구성성분이 유지된 상태로 적용할 수 있어 단백질 상호작용이 발생하는 환경을 세포 내에서와 동일하게 유지할 수 있는 장점을 지니고 있다. 또한 실시간 관측이 가능하므로 기존의 면역침강법에 비해 10^5 배 이상 빠른 시간 내에 결과를 측정할 수 있는 장점이 있다. 이를 통해 단분자 수준에서 단백질 상호작용의 운동을 정밀하게 측정하고, 나아가 생체단백질에 적용하여 암을 분석하는 역할을 수행하게 될 것이다. 궁극적으로 단백질 상호작용 측정을 통한 개인맞춤형 진단을 수행할 수 있을 것으로 기대하고 있다.



실시간 단분자 면역침강법을 이용하여, 쥐의 암 조직에서 채집된 단백질을 분석하는 모식도

연구지원

· 한국연구재단 창의연구단

연구실적

- Nature Communications 4, 1505(2013), Nature Protocols 8, 2045(2013), Invited contribution
- YTN 등 20여개 이상의 언론보도
- 2013년도 삼성미래기술육성사업 기초과학 분야 선정

암 혈관을 조절하여 암 진행을 차단한다!

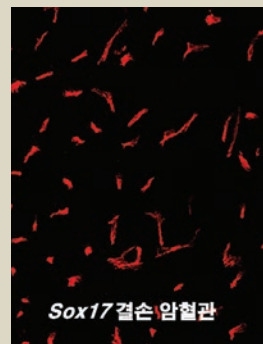
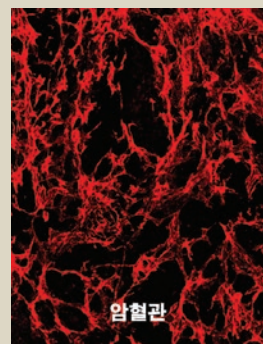
의과학대학원 김인준

암 혈관신생(tumor angiogenesis)은 암의 주요 특징으로 암 성장 및 전이를 촉진한다. 암혈관의 주요 특징은 과도한 생성과 비정상적인 구조 및 기능이다. 따라서 '항혈관신생'(anti-angiogenesis) 및 '암혈관정상화'(tumor vessel normalization)는 주요 항암전략으로 주목받고 있다. 아쉽게도 항혈관신생 및 암혈관정상화 전략은 단독으로는 항암효과가 제한적이다. 항혈관신생과 암혈관정상화의 병합전략에 대한 기대가 높아지고 있으나 이를 통합하는 원리나 표적물질이 제시되지 못하는 실정이었다.

다양한 성장인자와 수용체에 집중되어 있는 기존 암 혈관신생 연구와 차별화하여, 본 연구에서는 암혈관 내피세포의 유전자 발현 조절체계를 담당하는 핵심 전사인자인 Sox17을 발굴하고 유전자 변형 생쥐모델을 이용하여 암 혈관신생 조절기능을 최초로 규명하였다. Sox17 과발현은 비정상적인 암혈관의 과다생성을 촉진하여 암 성장과 전이를 가속화하였다. 반면 Sox17 유전자 결손은 암 혈관신생을 억제하고 암혈관을 정상화하여 암 성장과 전이를 지연하였다. 더 나아가 Sox17 결손 후 정상화된 암혈관은 약제 전달력이 향상되어 항암제의 치료효과를 상승시켰다.

본 연구는 Sox17이 암 혈관신생 및 암혈관 비정상화를 촉진하는 주요 조절인자임을 규명하면서, 항혈관신생과 암혈관정상화의 병합을 위한 Sox17 억제의 전략적 가치를 제시한다. Sox17 억제제 및 Sox17 발현 조절 약제는 차세대 암 혈관신생 제어기술 개발에 기여할 것이다.

암 혈관신생 제어기술 개발에 신규 표적후보를 제시하고, 제조한 Sox17 유전자 변형 생쥐는 종양 및 기타 혈관질환의 동물모델로 활용 가능할 것으로 기대한다.



Sox17 유전자 결손의 암 혈관신생 억제효과

연구지원

· 보건복지부와 한국보건산업진흥원 암정복추진 연구개발사업

연구실적

- JCI Impact 2013 1월호 Editor's Pick으로 선정 및 소개
- 2013년 국내 10대 암 연구성과로 선정(국립암센터 암연구동향)
- Sox17 promotes tumor angiogenesis and destabilizes tumor vessels in mice. J Clin Invest. 2013 123: 418-31.



단과대학 추천 우수 성과

유해한 해파리, 로봇 떼가 해치운다!

건설 및 환경공학과 **명현**

환경오염 및 기후변화, 해양 구조물의 증가 등으로 해파리 개체수가 급증하면서, 유해 해파리에 의한 피해가 국내에 연간 3,000억원(2009년 국립수산물연구원 추산)에 이르는 것으로 보고되고 있으며, 최근에는 인명 사망 사고까지 발생하는 등 막대한 피해가 발생하고 있다. 이러한 해파리 피해를 방지하기 위한 기술의 필요성은 전 세계적으로 나타나고 있으나, 효과적인 해결책이 없는 상황이다.

본 연구에서는 해파리 퇴치를 위한 로봇 시스템, JEROS(Jellyfish Elimination RObotic Swarm)를 개발 하고(그림 1), 이를 다개체 로봇 시스템으로 확장하여 해파리 퇴치 효율 향상을 위한 연구를 수행 하였다. JEROS는 무인 수상선과 그 아래에 연결되는 해파리 분쇄 장치로 구성되며, GPS와 관성센서 기반 위치 인식, 영상 기반 해파리 인식을 이용하여 자율 내비게이션 및 해파리 퇴치 작업을 수행한다. 또한 JEROS를 다개체 로봇 시스템으로 확장하고, 이를 위한 선도-추종 기반 편대 제어 알고리즘을 개발하였다. 2013년 8월, 마산만 에서의 현장 테스트를 통하여 개발한 다개체 로봇 시스템의 편대 제어의 효율성과 해파리 퇴치성능 향상을 확인하였다.(그림 2).

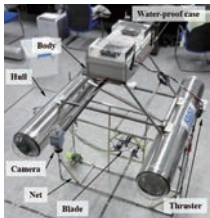
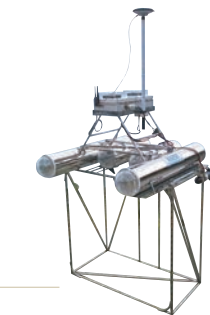
본 연구의 결과물로 해파리 퇴치 로봇 시스템 프로토타입과 자율 내비게이션 알고리즘, 영상 기반 해파리 인식 알고리즘, 다개체 로봇의 편대 제어 알고리즘 등이 있으며, 향후 수산업 및 발전소, 해수욕장의 해파리 피해 방지에 활용할 수 있다. 나아가 다양한 센서 및 제어 알고리즘을 개발하면, 해양 생태계 및 환경 모니터링, 녹조 확산 방지, 해상 조난자 정찰 등 다양한 분야에서의 활용도 기대된다.

연구지원

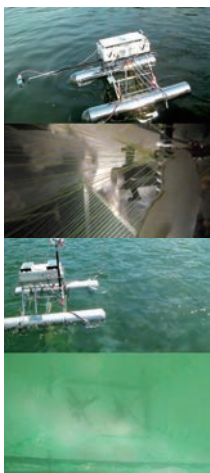
- 미래창조과학부와 한국연구재단 기본연구 신진연구지원사업, 산업통상자원부 융복합형 로봇인력양성 지원 사업, 국토교통부 U-City 석·박사 지원 프로그램

연구실적

- 한국로봇학회 학술지 게재 논문(해파리 퇴치용 자율 수상 로봇의 설계 및 구현)
- 「특허청 우수논문-특허 연계사업」 우수논문, 특허청장상 수상(2013.10)
- IEEE Spectrum, Discovery News, The Economist 외 35건 해외언론보도
- MBC 등 국내언론보도
- 국내 특허 등록(3건)
- 대덕특구 40주년 기념 특허박람회 출품: KAIST 대표기술 선정(2013.11)
- 김동훈, 신재욱, 김형진, 김한근, 이승목, 이동하, 명현, 「해파리 퇴치용 자율 수상 로봇의 설계 및 구현」, Journal of KROS(Korea Robotics Society), vol.8, no.1, pp.51-57, March 2013



(그림 1) JEROS 프로토타입



(그림 2) 해파리 퇴치 실험

자기장 민감도가 낮은 뇌전용 PET-MRI

원자력 및 양자공학과 **조규성**

PET-MRI는 인체의 해부학적 영상을 보는 자기공명영상기기(MRI)와 세포활동과 대사상태를 분석할 수 있는 양전자방출단층촬영기기(PET)의 장점이 융합된 최첨단 의료영상기기다. 기존 장비는 MRI에서 발생하는 강한 자기장의 영향으로 동시영상획득이 불가능하였다. 본 연구에서는 KAIST에서 국산화 한 실리콘 광증배 센서를 이용하여 자기장 민감도가 낮은 PET검출기를 개발하였고 이를 MRI에 융합하여 국산 뇌전용 PET-MRI 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 내경 39cm, 길이 6cm의 시야(Field of view, FOV)를 가지는 소형 PET ring 검출기를 국내 ISOL사에서 개발하고 KAIST에 설치한 3T 전신용 MRI시스템에 삽입하여 완성되었다. 실린더 형의 PET ring 검출기는 18개의 검출기 블록을 가진다. 또한 각 검출기 블록은 256개의 검출기로 이루어져 있어 전체는 4680개의 신호 채널을 가진다. 각 채널의 검출기는 방사선을 가시광으로 변환시키는 3x3x20mm³ LYSO 섬광체와 이 빛을 전기신호로 증폭하는 2.85x2.85mm²의 SiPM 으로 구성된다. 이 SiPM은 KAIST의 설계기술로 개발되었고 나노종합팹센터에서 공정되었다. 시스템의 신호처리 회로와 이미지 재구성 소프트웨어 또한 국내기술로 개발되었다. 시스템의 공간분해능은 3mm, 에너지 분해능은 511keV 감마선에 대해 18%, 그리고 시간분해능은 3.5ns의 값을 가진다. 실제 인체영상은 의사의 동의를 얻어 지원자에게 37 MBq의 FDG를 주입한 후 T1, T2 그라디언트 에코 기반의 뇌 영상과 PET영상을 융합하여 획득할 수 있었다. 이 시스템은 뇌종양이나 치매와 같은 병변을 연구할 수 있는 뇌전용 PET-MRI 동시영상 시스템의 가격 경쟁력과 기술적 경쟁력을 제공할 수 있다.

연구지원

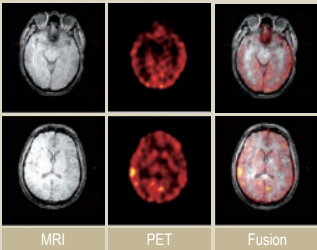
- 산업통상자원부 산업융합원천기술개발사업 차세대 분자영상 시스템 기술 개발

연구실적

- 2013년 Electron Device Letters 34권, 2012년 Physics Procedia 37권 등에 게재
- TIPP 2011, SORMA 2012, IEEE NSS 2013 등에 발표
- YTN, KBS, 연합뉴스 등 17건 국내언론보도
- W. S. Sul, et al., IEEE ELECTRON DEVICE LETTERS, VOL. 31, NO. 1, (2010)
- C. Lee, et al., Nucl. Instr. and Meth. A650 (2011) 125-128
- C. Lee, et al., Nucl. Instr. and Meth. A633 (2011) s163-s165
- G. Cho, et al., Physics Procedia 37 (2012) 1511-1517
- W. S. Sul, et al., IEEE ELECTRON DEVICE LETTERS, VOL. 34, NO. 3, (2013)



Overview of a Brain PET MRI



MRI, PET and Fusion Images

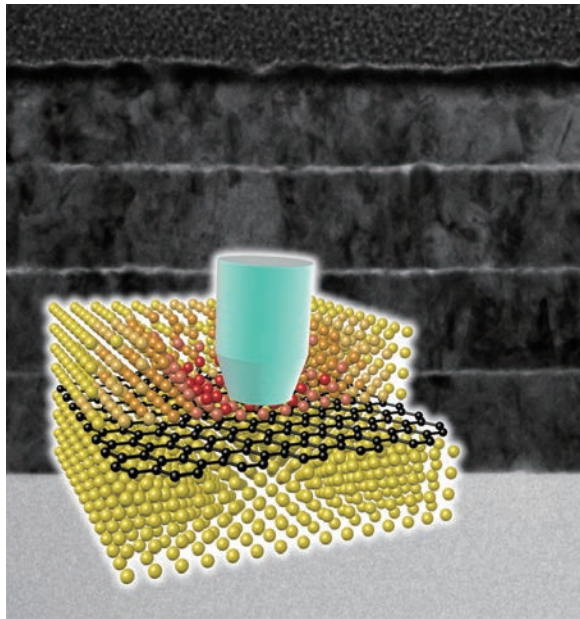


단과대학 추천 우수 성과

금속-그래핀 초고강도 나노복합소재

EEWS대학원 한승민

그래핀은 2차원 물질로 우수한 강도(Yield Strength=130GPa)와 탄성계수(Young's Modulus=1TPa)를 가지며 복합소재에 적용될 경우 전위 제어를 통한 강화효과를 기대할 수 있다. 본 연구에서는 전위 제어를 극대화 할 수 있는 금속-그래핀 다중층 신소재를 최초로 제시하였다. 단일 그래핀 층을 포함하는 금속-그래핀 다중층 복합 소재는 금속 막 증착과 CVD 그래핀 전사를 반복하여 제작되었고, 나노기동 미세압축 실험으로 기계적 특성을 평가하였다. 그 결과, 기존의 금속-금속 다중층이 가지는 특성을 크게 뛰어넘어 초고강도 현상을 보일 뿐만 아니라, 금속층의 두께에 따라 강도의 제어가 가능하다는 것을 입증했다. 다중층 물질에서는 층간의 거리가 줄어들수록 전위의 다른 층으로의 움직임이 어려워 물질의 강도가 증가하는 특성을 보이는데, 그래핀이 단원자층임에도 불구하고 전위를 효과적으로 차단하는 능력이 뛰어난 것으로 밝혀졌다. Ni-, Cu-그래핀의 경우 층간 간격이 70nm-100nm 일 때 각각 4.0GPa, 1.5GPa의 초고강도가 측정되었다. 이 강도 값은 Cu와 Ni의 최대 이론강도의 30-50%에 도달하는 매우 큰 값이다. 이러한 강화효과와 메커니즘을 규명하기 위해 ex-situ와 in-situ TEM 압축 분석결과, 단원자층인 그래핀이 전위의 움직임을 효과적으로 막아 소재 내 강화효과를 증진시킨다는 것을 최초로 밝혔다. 또한 MD 시뮬레이션 결과에서 그래핀의 뛰어난 강도 때문에 전위가 전파되지 못하고 pinning되는 현상을 확인할 수 있었다.



연구실적

- 더사이언스, 연합뉴스 등 17건 국내언론보도
- IEEE Spectrum 등 해외언론보도
- Youbin Kim, Jinsup Lee, Min Sun Yeom, Jae Won Shin, Hyungjun Kim, Jeffrey W. Kysar, James Hone, Yousung Jung, Seokwoo Jeon, Seung Min Han, "Strengthening Effect of a Single Atomic Layer Graphene in Metal-Graphene Nanolayered Composite", Nature Communications, 4, 2114 (2013)

접어서 주차하는 초소형 전기자동차

조천식 녹색교통대학원 서인수



아마딜로-T

친환경 전기자동차를 응용하여, 초소형 자동차 세그먼트로서, 도심의 근거리 이동수단의 신교통시스템 창출을 목적으로 차량 시제품을 연구 개발하는 과제를 수행하여, "아마딜로-T"라는 개념차 시제품을 개발하였다. 기존의 국내 저속전기차와 차별되고, 미국의 Low Speed vehicle과는 차별성이 있는, EU 규정의 L7-category 법규에 해당하는 차량으로서, 신규세그먼트 차량에 대한 국가적 및 사회공익적 관점의 신교통시스템을 제안하는 아이콘의 개념차라고 할 수 있다. 전기구동모터를 차량의 바퀴 내부에 장착하여, 차량공간 활용을 최대화하면서, 직접구동식으로 연비가 우수하여 한 번 충전에 100km이상을 주행하며, 공차중량 500kg 미만으로 국내 경차보다 작은 "초소형" 차량이다.

아마딜로-T는 적을 만나면 몸을 공 모양으로 둥글게 말아 몸을 지키는 '아마딜로'라는 동물이 몸을 접는 모습에 착안해 차량을 디자인 하였다. 아마딜로-T의 길이는 국내에서 가장 작은 경차보다도 짧은 2.3m에 불과하다. 주차모드로 전환하면 차량 중간지점을 기준으로 부채처럼 접히면서 1.8m로 줄어든다. 5m길이의 일반 주차장에 3대까지 주차할 수 있다. 최고속도 60km/h까지 낼 수 있으며 탑승 정원은 2명인 미래형 개인용 이동수단 차량이라 할 수 있다. 사이드미러를 없애고 카메라를 통해 좌우측 후면을 볼 수 있도록 해 디자인을 간결하게 하면서 사각지대를 최소화했다. 또 주차모드로 전환 시에는 차량을 주차한 후 스마트폰 앱을 통해 무선으로 외부에서 접거나 펼 수가 있으며, 차량 운전 조작도 가능하다.

아마딜로-T의 개발로 이와 같은 초소형자동차 또는 개인이동성 차량에 대한 교통 편의성효과, 교통약자(노약자, 부녀자, 장애인 등)에 대한 사회적 이익, 친환경성 및 미래교통시스템에 대한 사회적 관심 유도가 가능하다. 전기자동차 및 초소형 시장의 활성화에 기여하고, IT+자동차 분야 친환경 전기자동차 활성화를 위한 신교통시스템 창출에 기여할 것으로 볼 수 있다.



대한민국 지역희망박람회, 박근혜 대통령께 과제 설명 및 시연

연구지원

- 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원

연구실적

- 국내외 15건 논문발표, 18건 특허출원
- 2013년 5월 국제전기기계학회 디자인경진대회 입상
- Youtube 100만 뷰 돌파, 해외언론보도(BBC News, abc News, Popular Science, Wall Street Journal 등 25건), 국내언론보도(KBS, MBC, SBS, 조선일보, 중앙일보, 동아일보 등 50건)
- "Strategic Policy Proposal on Electric Personal Mobility Vehicles as a New Segment," 93rd Transportation Research Board Annual Meeting, 2014
- "In-Wheel Motor Application in a 4WD Electric Vehicle with Foldable Body Concept," IEEE International Electric Machine Drive Conference(IEMDC), pp. 1235-1240, Chicago, May 2013.
- "Practical Considerations on the Electrical Safety of the High Power System in a Prototype EV," The 9th IEEE Vehicle Power and Propulsion Conference, Beijing, China, October, 2013



단과대학 추천 우수 성과

다양한 물질을 나노선으로 뽑아낸다!

전기 및 전자공학과 윤준보

나노선은 폭이 최대 100나노미터 정도에 불과한 긴 선형의 구조체로서, 기존에 발견되지 않았던 다양한 새로운 특성을 보이는 다기능성 나노소재이다. 이러한 나노선은 미래 반도체, 에너지, 생체 소자 등에 응용될 수 있는 핵심 소재로서 주목받고 있다.

종래에 널리 쓰여 왔던 나노선 제조 기술은 주로 화학적인 반응에 의한 합성 방법으로서, 수 밀리미터를 성장시키기 위해 3~4일 가량이 소요될 정도로 생산성이 낮고, 제작된 나노선의 상용 소자 응용을 위한 정렬도 매우 어려웠으며, 합성할 수 있는 물질에 제약이 있다는 점 등이 문제가 되어 왔다. 이에 본 연구에서는 종래 나노선 제작의 문제점을 극복하기 위해, 직경 20cm에 이르는 실리콘 웨이퍼 기판에, 주기 100nm의 고밀도 선파턴을 형성한 뒤, 이를 기반으로 단순한 증착 공정만을 이용하여 다양한 물질의 나노선을 제작할 수 있는 새로운 접근 방법을 개발하였다.

그림에서 볼 수 있듯이, 대면적으로 형성된 초기 패턴으로부터 증착과 식각 과정을 반복할 경우, 증착되는 프로파일의 특징에 의해 한 과정을 거칠 때 마다 1/2로 줄어든 주기를 갖는 패턴을 형성할 수 있다. 이렇게 형성된 주기적 선 패턴을 나노 그레이팅이라 하며 이러한 패턴 위에 PVD 방식으로 증착할 경우 돌출된 부위에만 물질이 증착되어 독립된 나노와이어 다발을 형성할 수 있다.

이와 같은 방법을 사용하여, 금속, 반도체, 강유전체 물질에 이르기까지, 다양한 물질의 나노선을 완벽히 정렬된 상태로 개발하는 데 성공하였다. 이와 같은 기술을 이용하면, 불과 30분만에 수백만 가닥의 나노선을 최대 20cm의 길이로 제조할 수 있다. 본 연구를 통해 개발된 기술은, 종래의 나노선 제조 방식이 가지고 있는 기술적인 문제들을 해결할 수 있을 뿐 아니라, 높은 생산성을 바탕으로 나노선의 산업적인 응용에도 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

연구지원

· 한국연구재단 중견연구자지원사업

연구실적

- Jeongho Yeon et al. "High throughput ultra-long (20cm) nanowire fabrication using a wafer-scale nanograting template", Nano Letters, vol.13, pp.3978–3984.
- 국내외 언론보도 17건
- 한국과학기술단체총연합회 발행: 월간 <과학기술> vol. 535, page 41–43

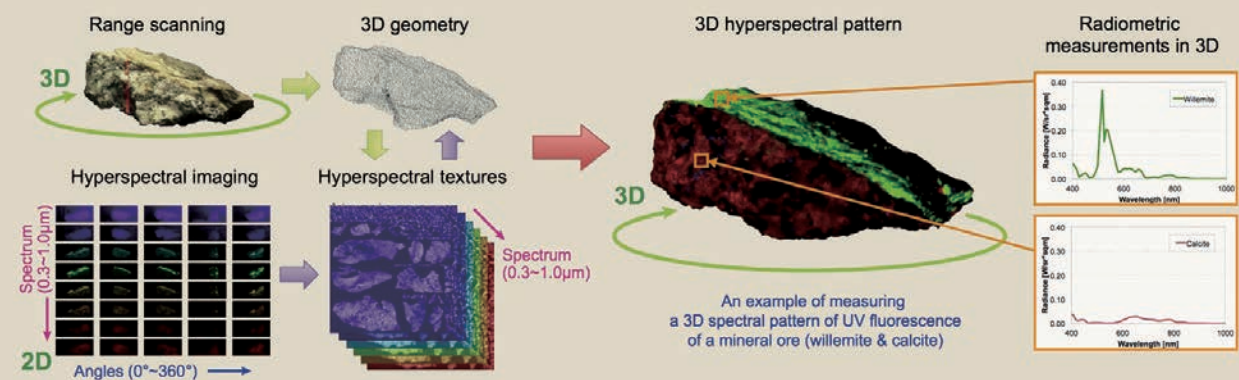


고밀도 대면적 정렬된 나노그레이팅 및 나노와이어의 생성

초분광 3차원 영상 측정 시스템

전산학과 김민혁

3차원 영상시스템은 제조업에서 기본적으로 필요한 제품 검사부터, 영화, 광고, 그리고 게임 등의 엔터테인먼트 산업에서까지 다양한 분야에서 폭넓게 활용되고 있다. 하지만 지금까지의 3차원 영상 시스템은 삼원색의 색상(빨강, 녹색, 파랑)을 3차원으로 재현하는 것에 제한되었기 때문에, 용도와 성능의 한계가 있는 것이 실정이다. 이러한 한계를 극복하고자, 본 연구에서는 3차원 영상처리기술을 분광 축 영역으로 확장하려고 한다. 삼원색 3차원 영상기술을 고해상도의 초분광 3차원 영상기술로 확장하는 최초의 연구로서, 연구의 범위에는 이를 위한 핵심원천기술 개발 뿐 만 아니라 하드웨어 시스템 설계 및 초분광 3차원 영상 분석/가시화 소프트웨어 개발도 포함된다. 본 연구를 통해 지금까지 삼원색 가시영역에 제한되어 있던 3차원 영상기술의 활용범위가 물체의 물리적 특성을 연구하는데 기본 측정 방법으로 활용될 것으로 기대된다.



3차원 영상 분광측정 시스템의 흐름도(ACM Trans. on Graphics, 31(4), 38:1–11, 2012)

연구지원

· 미래창조과학부와 한국연구재단, 삼성전자, 마이크로소프트 리서치 아시아

연구실적

- ACM Transactions on Graphics 2012 게재(ACM SIGGRAPH 2012 발표)
- International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage(VAST 2012) 최우수논문상 수상
- ACM Journal on Computing and Cultural Heritage 2014 게재
- M. H. Kim, T. A. Harvey, D. S. Kittle, H. Rushmeier, J. Dorsey, R. O. Prum, D. J. Brady (2012), "3D Imaging Spectroscopy for Measuring Hyperspectral Patterns on Solid Objects," ACM Transactions on Graphics (Proc. SIGGRAPH 2012), 31(4), July 2012, pp. 38:1–11
- M. H. Kim, H. Rushmeier, J. French, I. Passeri, D. Tidmarsh (2014), "Hyper3D: 3D Graphics Software for Examining Cultural Artifacts", ACM Journal on Computing and Cultural Heritage, 7(3), February 2014, pp. 1:1–19



단과대학 추천 우수 성과

무선으로 전기자동차를 충전 할 수 있을까?

전기 및 전자 공학과 문건우

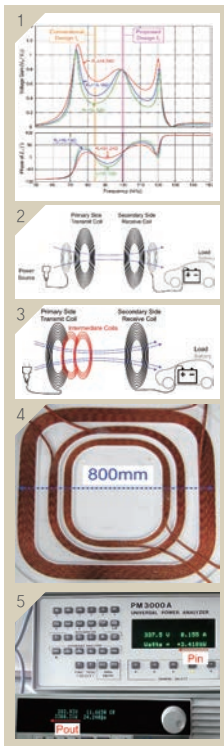
최근 전기자동차 시장은 지속적으로 성장하고 있으며, 2020년 경 에는 전 세계적으로 약 600만대 정도의 판매가 예측되고 있다. 전기자동차에서 가장 중요한 부분이 배터리이며, 이 배터리를 충전하기 위한 시스템은 안전성, 신뢰성, 고효율 등이 요구된다. 전기자동차용 배터리의 전압은 인체에 충격을 줄 수 있는 정도이기 때문에 접촉 방식보다는 비 접촉방식인 무선전력전송이 선호되지만 효율이 낮다는 단점을 가지고 있다. 이를 개선하기 위하여 본 연구에서는 멀티 코일 구조를 갖는 3코일 시스템의 최적디자인 방법과, 새로운 형태의 비대칭 4코일 공진기를 제안하였다.

3코일 시스템의 최적 디자인 방법 제안 기존의 3코일 시스템 디자인 방법은 높은 효율을 위하여, (그림 1)에서와 같이 시스템의 입력 임피던스의 허수부가 '0'가 되는 위치로 동작 주파수를 설정한다. 하지만 이 주파수는 이론적 해석의 한계로 인해 오차가 많이 존재하여 디자인이 용이하지 않다. 반면에 제안된 디자인 방법은 높은 효율과 쉬운 디자인 방법 두 가지를 모두 얻기 위하여, 동작 주파수를 시스템의 입력 임피던스 실수부가 '0'로 되는 주파수로 설정한다. 여기서 bi-furcation 현상을 이용하여 시스템의 인버터 부분을 소프트 스위칭 시키기 때문에 높은 효율을 얻을 수 있고, 이 동작 주파수에는 이론적 해석의 오차가 가장 적기 때문에 시스템 디자인이 용이하다.

새로운 비대칭 4코일 무선전력 전송 시스템 앞서 설명한 3코일 시스템보다 더 높은 효율을 얻기 위해서 최근 4코일 이상의 멀티코일 형태가 연구되었다. 기존의 4코일 시스템은 1차측과 2차측에 각각 중간코일을 두어 1, 2차 코일 주변에 자기장을 확장시키는 구조이기 때문에 양방향 전력전송에 유리하지만, 2차측에 있는 중간코일은 1차측코일과 거리가 멀기 때문에 1차측 코일에 영향을 주기 어렵다. 하지만, 일반적인 배터리 충전 시스템에서 대부분의 손실은 1차측에서 나타나기 때문에 1차측 손실을 줄이는 것이 가장 중요하다. 기존의 대칭적인 4코일 시스템에서는 1차측 중간코일에 의한 싱글 부스팅 효과만 있기 때문에 3코일 대비 효율개선 효과가 미미하다. 이를 개선하기 위해서 (그림 3)에서와 같이 중간코일 2개가 모두 1차측에 위치하는 비대칭 4코일 공진기를 제안 하였다. 제안된 공진기에서는 두 개의 중간코일이 각각 1차측 자기장을 부스팅 시키기 때문에 더블 부스팅 효과로 더 높은 효율을 얻을 수 있다. 실제 제작된 4코일 공진기의 1차측이 (그림 4)에 나타나있고, 이것을 가지고 실험한 결과 3.3kW 출력기준 96.56%의 세계최고 수준의 전체 시스템 효율을 얻을 수 있었다. 이 연구는 향후 고효율 무선전력전송 시스템 설계에 있어서 높은 기여를 할 것으로 예상된다.

연구실적

- 제9회 삼성전기 Inside Edge 동상 수상
- 2013 디지털 전기자동차 기술 워크샵 최우수 전시 수상
- Constant current charging in series-series compensated non-radiative wireless power link IEEE International Symposium on Circuits and Systems, May, 2013
- Analysis and design of wireless power transfer system with an intermediate coil for high efficiency ECCE Asia Downunder(ECCE Asia), Jun., 2013
- Series-series compensated wireless power transfer at two different resonant frequencies ECCE Asia Downunder(ECCE Asia), Jun., 2013



(그림 1) 시스템 전압계인 그래프(Vin/Vo)
(그림 2) 기존의 4코일 공진기
(그림 3) 제안된 비대칭 4코일 공진기
(그림 4) 실제 제작된 4코일 공진기 1차측
(그림 5) 전체 시스템 효율 96.56% @ 출력 3.3kW

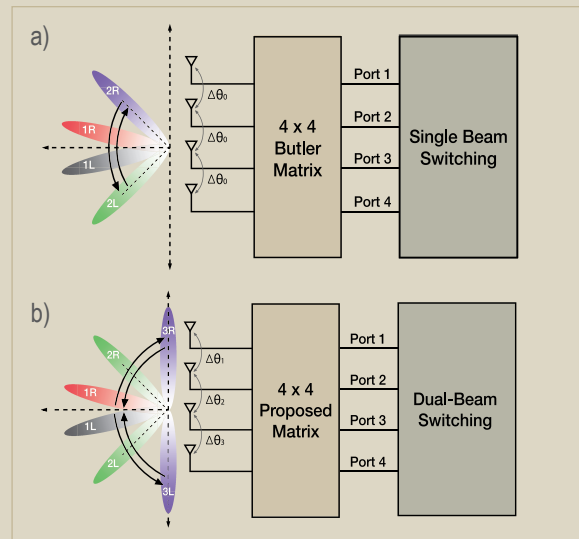
4중 편파 안테나로 센서 네트워크를 동작시킨다!

전기 및 전자 공학과 유종원

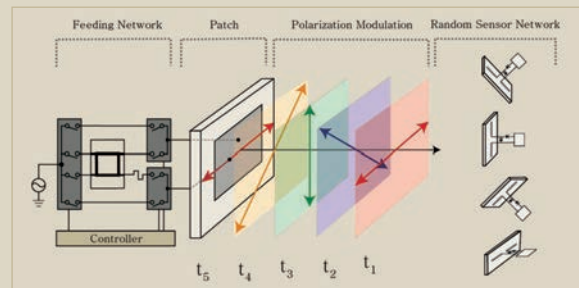
특정 전원으로부터 무선으로 에너지를 받아 센서 노드를 동작시키는 무선 저전력 센서 시스템과 RFID(radio frequency identification) 등과 같은 기술이 활발히 연구되고 있다. 센서 네트워크 동작 범위를 증가시키기 위하여 다양한 연구가 진행되고 있지만, 본 연구에서는 안테나의 편파와 빔을 이용하여 수신측의 수신 전력을 향상시켜 동작 범위를 늘리는 노력을 하였다.

(그림 1)과 같이 기존의 안테나 빔 스위칭 같은 경우, 단일 빔 스위칭을 이용하였다. 본 연구에서는 4×4 급전 네트워크를 이용하여 듀얼 빔을 조향하도록 하였다. 4×4 급전 네트워크는 QSA(quadrifilar spiral antenn) 배열 안테나와 결합하여, 3가지의 듀얼 빔을 생성할 수 있다. 이 빔을 이용하여 180°의 넓은 범위에 걸쳐 RFID 태그의 대략적인 위치를 찾아낼 수 있도록 한다.

빔이 이외에도 송수신 안테나의 편파가 일치하지 않을 경우 손실을 발생시키며 이는 센서 노드의 동작 범위를 크게 감소시킬 수 있다. 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 본 연구에서는 4중 편파를 이용하여 RF 에너지를 전송하는 기법과 이를 위한 안테나 시스템을 제안하였다. 이를 통하여 다중경로 환경에서 센서 노드에 가장 적합한 편파를 선택, 안정적인 서비스를 제공 가능하게 한다.



(그림 1) 빔 스위칭 개념도: (a) 기존의 단일 빔 스위칭 (b) 제안하는 듀얼 빔 스위칭



(그림 2) 4중 편파 안테나 시스템

연구실적

- 2013 Annual IEEE International Conference on RFID best paper 수상
- 미래전파연구 창의설계 · 제작 경진대회 미래창조과학부 장관상 수상
- LG전자와 관련 기술을 활용한 RF에너지 하비스팅 프로젝트 수행(2013~)



단과대학 추천 우수 성과

블록버스터 신약의 확산 전략 : 미래지향적의사의 전략적 복수채널 활용을 중심으로

기술경영학과 김민기

블록버스터 신약을 개발하는 미국의 대형 제약사들은 R&D에 육박하는 막대한 비용을 마케팅에 집행하고 있다. FDA 승인 이후 특허 보호 기간 동안 수익을 창출하기에, 주로 신약의 시장 진입 초기에 마케팅에 집중하는 경향을 보인다. 마케팅 비용 중 70~80%는 의사들에게 사용되는데, 보통 의사들의 처방 규모에 따라 10단계로 나눠 집행(Decile-based rule)하는 관행을 보인다. 약품에 대한 의료 수요는 실질적으로 처방권을 가진 의사로부터 발생하므로, 디테일링(detailing)으로 불리는 제약사 판매 대리인들의 의사 방문은 신약의 도입 초기에 집중된다. 처방권을 가진 의사는 신약에 관한 정보를 (1) 제약사 판매 대리인(디테일링)과 (2) 본인 환자의 피드백을 통해 습득하는데, 본 연구에서는 복수(multiple) 채널을 통한 정보 발생에 대해 기대를 형성하는 미래 지향적 의사들의 경우 전략적으로 신약 도입을 지연한다는 실증적 증거를 발견하였다. 실제로, Viagra가 독점하던 ED 시장에 Levitra와 Cialis의 진입 시 의사들의 실제 환자 처방 데이터를 활용하여 결정 과정을 Dynamic Bayesian Learning 모델 추정 후 시뮬레이션 함으로써, 제약사의 예측 가능한 디테일링 활동이 미래 지향적 의사들에겐 오히려 효과가 낮음을 보였다. 또한 관행적으로 집행되는 마케팅 예산을 연구에서 제시된 모형에 따라 재분배해 집행할 경우, 투자 대비 수익률(ROI)이 증가 가능함을 보였다.

개인 의사에 대한 대형 제약사들의 연평균 마케팅 비용이 2만불을 넘는 상황에서 신약에 대한 제약사들의 낭비적, 비효율적 마케팅 관행을 바꿈으로써 제약사 수익(ROI) 증대와 사회적 비용 감소를 가져올 수 있는 모델을 제시하였다.

연구실적

- Journal of Marketing Research, 미국 시카고대학 경영대학원 연구논문소개
- Chintagunta, P.K., R. Gottler, M. Kim (2012), "New Drug Diffusion When Forward-Looking Physicians Learn from Patient Feedback and Detailing", Journal of Marketing Research (JMR), Vol. 49 (6), p. 807-821

경제 불황기 정부 연구개발투자 변동 비교 국가연구

과학기술정책대학원 김소영

2007년 미국 서브프라임모기지 사태로 촉발된 전세계적인 경기 침체로 민간 소비와 투자가 위축되는 가운데 정부 지출 역시 재정 압박이 날로 심해지고 있다. 경제 불황기에는 불투명한 미래에 대한 경제 주체들의 인내심이 줄어들기 때문에 과학기술처럼 불확실성이 크고 장기적 안목이 필요한 분야의 투자는 큰 타격을 받을 수 있다. 반면 경제 불황에 따른 기업 연구개발 지출 감소로 인해 정부 연구 개발 지원에 대한 민간의 요구가 늘면서 공공 연구개발비가 증가하기도 한다. 즉 경제 불황기 정부 지출은 재정 압박으로 인한 감소와 동시에 민간 지출을 상쇄하기 위한 증대라는 상충된 경향이 존재하는바 불황기 정부 연구개발투자는 국가나 시기에 따라 상이한 양상을 보인다.

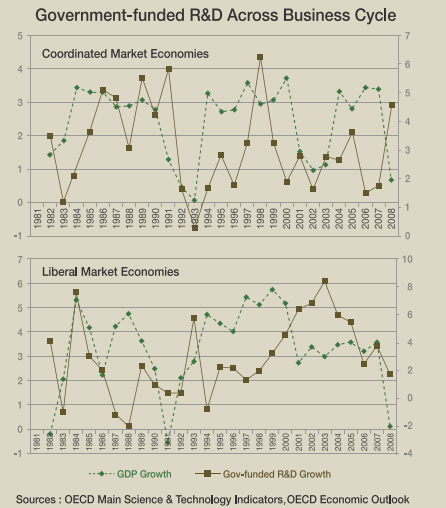
본 연구에서는 OECD에서 정기적으로 발간하는 『주요과학기술지표(Main Science & Technology Indicators)』와 『경기전망(Economic Outlook)』 및 『분기별국민계정(Quarterly National Accounts)』 자료를 활용하여 지난 30년간(1981~2011) 21개 OECD 국가의 정부 연구개발 지출이 실제 경기 변동에 따라 어떻게 변화하였는지 시계열 패널 통계 분석을 통해 추적하였다.

분석 결과 경기 순환에 따른 정부 연구개발 지출의 변동은 국가-시장 제도를 둘러싼 정치경제체제에 따라 뚜렷한 차이를 보였다. 단기 이윤 중심 기업 재정운영과 유연노동 및 전이가능기술 위주 교육훈련 시스템을 지닌 영미식 자유시장체제(Liberal Market Economies)에서는 정부 연구개발 투자가 불황시 감소하는 경향이 나타났지만, 중장기투자 위주 자본 운영(patient capital)과 산별교섭(centralized bargaining)의 특징을 지닌 대륙식 조정시장경제(Coordinated Market Economies - 독일, 스웨덴, 일본 등)에서는 정부 연구개발 지출이 불황기에 오히려 증가하는 경기안정적(countercyclical) 경향을 보였다.

이는 구체적인 국가-시장 제도 형태에 따라 경제 성과, 기술 혁신, 사회 복지 등에 체계적인 차별성이 존재한다는 “자본주의의 다양성(Varieties of Capitalism)” 이론을 지지하는 결과로서 과학기술정책 분야에 상기 이론을 실증적으로 적용한 첫 예이다. 또한 기존의 연구들이 대부분 경기 순환(business cycle)과 민간 연구개발 지출 관계를 다룬 데 비해 본 연구는 경기 순환과 정부 연구개발 지출 관계를 대규모 비교국가 자료와 통계 분석으로 규명한 최초의 시도이다.

연구실적

- 2013 Science and Public Policy(SSCI) 게재
- So Young Kim, 2013. Government R&D funding in economic downturns: testing the varieties of capitalism conjecture. Science and Public Policy (SSCI, doi:10.1093/scipol/sct040)



KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

교직원과 학생들이 협력하여 밤 낮 없이 일구어낸 연구과정과 학문적인 성과는 새로운 지식과 기술을 창출해내는 가장 중요한 초석이 되었고 세계적으로 훌륭한 연구 성과도 매년 내놓고 있습니다.
다양한 분야에서 우수한 연구 결과를 낸 KAIST의 2013년 연구 성과를 모았습니다.



한국 과학기술의 산실인 KAIST는 학계의 화두인 융합 연구의 선두에 서서 다양한 연구를 수행했습니다.
학문간 경계를 넘어 새로운 장을 연 연구를 소개합니다.

2013년을 빛낸 KAIST의 주요 연구 성과

Research Highlights of 2013



KAIST 주요 연구 성과

IT 융합분야

인간 이동성의 Levy-walk 특성 측정 및 모델링

전기 및 전자공학과 정송

<http://netsys.kaist.ac.kr/>

일상생활 속에서 인간이 이동하는 패턴을 보다 정확히 묘사할 수 있는 새로운 수학적 모델을 제시하였다. 이를 위해 한국과 미국의 대학 캠퍼스, 뉴욕 맨해튼, 디즈니월드 등 서로 다른 다섯 장소에서 총 100명 이상의 자원자에게 휴대용 GPS(위치정보시스템)를 나눠주고 총 226일에 걸쳐 그들의 움직임을 측정하고 분석하였다. 이 인간 이동 패턴 모델은 사람들의 실제 움직임 속의 고유한 성질인 Levy-walk 특성과 이로 인한 인간 움직임의 super-diffusion 현상을 정확하게 묘사해낼 수 있어 신종 인플루엔자와 같은 전염병 확산 통제나 효율적인 통신망·도시·교통망 설계 등 인간의 이동성이 중요한 설계 요소인 다양한 분야에 활용 가능하다. 연구가 발표된 이후에 현재까지 약 464회의 인용 횟수를 기록하며 활발한 후속 연구들이 이루어지고 있다.

Zero-Blur Camera: 적응형 노출시간 제어에 의한 고화질 영상 획득 기술

전기 및 전자공학과 권인소/전해곤/이준영/한유덕

<http://rcv.kaist.ac.kr>

본 연구에서는 카메라의 흔들림이나 대상물의 속도에 의한 영상 흐려짐 문제를 근본적으로 해결한 새로운 카메라시스템을 개발하였다. 개발된 카메라는 새로운 개념의 상호보완적인 노출 개폐 패턴 집합으로 동영상 촬영하여 영상의 공간 주파수를 보존하였다. 본 연구에서는 최신 통신 이론 분야로부터 상호보완 이진 수열들의 생성 방법을 도입하여 독창적인 이론적 모델을 제시하였고, 기성품의 머신 비전 카메라를 이용해서 코드화 노출 비디오를 위한 하드웨어를 구현하여 그 가능성을 실험적으로 검증하였다. 제안된 카메라시스템은 기존의 카메라 대비 매우 우수한 손떨림방지와 비디오 디블러링 결과를 보였다.

집단지성을 이용한 지능형 튜터링 시스템 기술 개발

지식서비스공학과 윤완철/이문웅

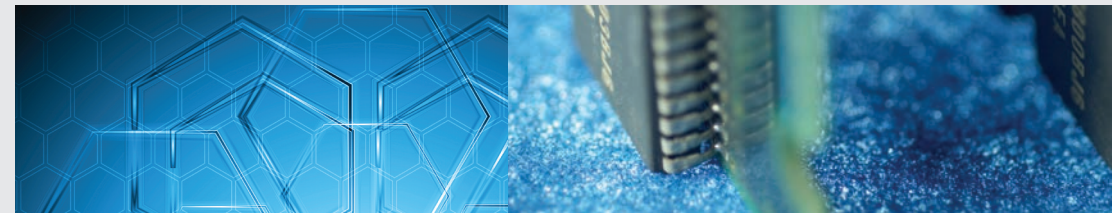
<http://kse.kaist.ac.kr>

본 연구의 목적은 변화하고 있는 교육환경에 맞추어 강의와 주입식 위주의 학습에 대한 대안으로 집단 지성에 기반하여 자기주도형 학습과 구성주의적 학습이 가능하게 하는 튜터링 시스템의 개발에 있다.

본 연구의 핵심은 학습자들 사이에 이미 부존하고 있는 에너지와 상호적 관계의 가능성을 시스템을 통해 극대화함으로써 사회적 역동성을 활성화하여 모든 계층, 모든 단계의 학습자가 자기효능감을 가지고 자신의 진도를 따라 학습을 마칠 수 있는 가능성에 있으며, 이는 새로운 시대의 학습 모형일 뿐 아니라 교육전반에 펼쳐질 미래적 변화를 선도하는 작업이 될 것으로 기대된다.

기술적 핵심은 집단지성에 기반한 학습 공간에 관한 메타 정보를 설계하고 지능적 대화형 에이전트 개발을 통하여, 참여적 학습 환경을 제공하며, 나아가서 이들을 종합하여 인간-사회-시스템 상호작용을 설계하여 적용하는 데 있다. 창의적 개념으로 가상적 동류집단 생성과 운용, 암묵적 동류 파악과 집합 및 협업을 위한 모형을 설계하였다.

본 연구는 4년간의 시스템 개발을 성공적으로 마치고 곧 시범서비스를 공개할 단계에 있다.



근접질의연산 가속화를 위한 이중병렬장치용 스케줄링 기술

전산학과 윤성의/신인식/김동준/김덕수/이정환/이진규

http://sglab.kaist.ac.kr/hybrid_parallel/

병렬컴퓨팅환경이 기존의 한종류의 병렬장치를 사용하는 것이 아닌 다양한 이중병렬장치를 사용하는 것으로 변화하고 있다. 특히 기존 CPU 및 최근 각광을 받고 있는 GPU를 모두 사용하는 병렬컴퓨팅 환경이 크게 주목을 받고 있는 실정이다. 이에 반해 이런 이중병렬장치를 최대 효율하는 소프트웨어 컴퓨팅 환경이 아직 미비하여 이중병렬장치의 최대 성능을 내지 못하고 있다. 본 논문에서는 다양한 응용 분야에서 널리 쓰이는 근접질의연산의 최적화에 초점을 맞추고 있고, 특히 이중병렬장치가 존재할 때 이를 최대 효율하여 가속화하는 기술을 제시하고 있다. 특히 큰 컴퓨팅 오버헤드없이 최적화기술을 사용하여 이중병렬장치를 최대 효율하여, 기존 대비 10배 이상의 성능을 보고하였다.

5G 무선 통신을 위한 거대 배열 안테나 통신 시스템 채널 추정을 위한 최적 파일럿 빔패턴 설계에 관한 연구

전기 및 전자공학과 성영철

퍼듀대 전기컴퓨터공학부 노송/마이클 졸토위스키/데이비드 러브

<http://wisrl.kaist.ac.kr>

거대 배열 안테나 기반 통신 기술은 현재 4세대 이동통신보다 최소 10배의 데이터 전송률을 보장해야 하는 5세대 이동통신을 가능하게 하는 핵심 기술 중의 하나이다. 거대 배열 안테나 기술은 높은 에너지 효율, 높은 전송율, 간단한 수신 구조 등을 가능케 하지만, 이를 위해 수많은 송신 안테나 요소로부터 수신기 까지의 채널을 추정하는 것은 현재 거대 배열 안테나 기술을 상용화하기 위해 풀어야 할 핵심적인 문제이다. 본 연구에서는 카이스트와 Purdue 팀의 공동 연구로 채널의 공간 상관도와 시간 상관도를 모두 이용하여 최적 추정하는 채널 추정에서 최적의 파일럿 빔패턴 설계 방법을 제시하여, 기존 채널 추정 방법 대비 채널 추정에 필요한 시간을 획기적으로 줄여, 앞으로 거대 배열 안테나 기술 기반 5세대 이동통신에 의미있는 기여를 하였다.

ContentPan - 디지털 사이니지 콘텐츠 전송 기술

IT융합연구소 최준균/정성관/김상식/신용철/박준석

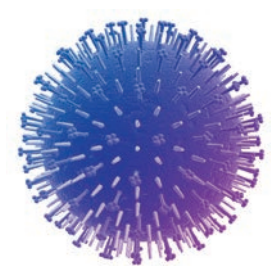
<http://itc.kaist.ac.kr>

최근 디지털 사이니지 시장이 급속도로 성장하고 있으며, 이에 따라 혁신적이고 편리한 사이니지 인터랙션 기술의 필요성이 높아지고 있다. 본 연구에서는 모바일 단말을 디지털 사이니지 화면에 터치해 쉽고 빠르게 디지털 사이니지 콘텐츠를 이용할 수 있는 UI 기술을 개발하였다. 본 기술은 모바일 단말의 조도 센서를 이용해 디지털 사이니지 콘텐츠를 인식/전송하며, 다양한 방법(다운로드/업로드/사이니지 직접 제어)으로 디지털 사이니지 콘텐츠 이용이 가능하다. 대부분의 스마트 디바이스에 장착된 조도 센서를 사용하기 때문에 추가 장치가 불필요하고, 높은 인식률과 직관적인 UI를 통해 사용자가 쉽고 재미있게 콘텐츠를 이용할 수 있다는 장점이 있다. 본 기술을 통해 소비자의 디지털 사이니지 이용률을 높이고, 국내 디지털 사이니지 사업자의 경쟁력 강화에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.



KAIST 주요 연구 성과

NT 융합분야



액정물질 승화시 나타나는 3차원 나노구조 발견

나노과학기술대학원 생명화학공학과 윤동기/정희태

<http://ism.kaist.ac.kr>

3차원으로 나노미터 및 마이크로 크기의 내부구조를 직접적으로 보는 일은 과학 및 공학 분야에 걸쳐 기초/응용연구를 위해 매우 중요하다. 본 연구진은 연성 물질, 특히 액정의 배향된 구조 및 결함구조의 내부 모양을 저분자의 승화현상과 재조합 현상을 이용하여 3차원으로 표현하는 새로운 이미징 방법을 제시하였다. 이 방법은 기존의 구조 분석 방법의 패러다임을 뛰어넘는 이미징 방법으로 본 연구결과와 같이 화학적 방법으로 제조된 물질뿐만이 아니라 DNA, 펩타이드와 같은 바이오품질에서도 적용이 가능하다는 점에서 큰 의의가 있다. 또한, 현재 디스플레이에 사용되고 있는 액정의 성질이 전자기장에 매우 민감하게 반응한다는 점에서 본 연구진이 제시한 승화-재조합 현상에 기반한 3차원 나노패터닝기법과 연계한다면 획기적인 유기나노소자를 개발할 수 있을 것으로 기대된다.

나노재료의 광열화학반응을 이용한 박막소자 제작에 관한 연구

기계공학전공 양민양/강봉철/박정환

<http://agile.kaist.ac.kr>

RFID, 쏠라셀, 터치센서 등과 같은 박막전자소자의 전극제조에는 공정이 복잡하고, 진공이 필요한 증착 또는 포토리스 공정 등이 사용되고 있다. 이와 같은 방법의 복잡성과 제조비용을 줄이기 위하여 본 연구에서는 유기은 용액, 구리잉크 등 상대적으로 저렴한 나노소재에 레이저를 사용하여 광열화학반응을 유도하여 미세전극을 비교적 빠른 속도로 간단하게 제작하는 방법을 탐구하였다. 나노재료와 레이저 간의 상호작용을 이론과 실험을 통하여 규명하고, 공정을 최적화하기 위하여 다양한 조건에서 실험을 수행하여 최적의 공정조건을 찾아 실제 전자소자를 제작하였으며, 그 특성을 평가하였다.

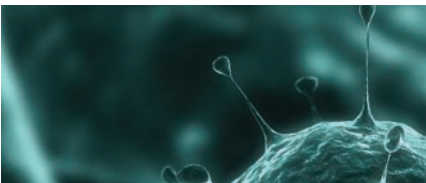
탄소 코팅된 황 나노 막대를 양극으로한 리튬-황 이차전지의제조

신소재공학과 김도경/문산/정영화/정욱기/정대수/최장욱

<http://mse.kaist.ac.kr/~ncrl>

리튬-황 전지는 기존의 리튬 이온전지의 7배 가량의 에너지 밀도를 나타내는 차세대 이차전지로서 각광을 받고 있다. 이렇게 향상된 특성에도 불구하고 리튬-황 전지의 상용화를 위해서는 충·방전 중 전해액 내로 양극물질인 황이 용해되어 나타나는 지속적인 용량감소 문제를 해결해야 한다.

본 연구에서 두께 75nm(나노미터) 길이 15 μ m(마이크로미터)의 황 나노와이어를 수직으로 정렬해 제작하였다. 제작된 황 나노 와이어 정렬 구조는 1차원 구조체로 빠른 전자의 이동이 가능해 전극의 전도도를 극대화시켰다. 이와 함께 황 나노 와이어 표면에 균일하게 탄소를 코팅함으로써 황과 전해액의 직접적인 접촉을 막아 충·방전 중 황이 녹아나는 것을 방지해 리튬 황전지가 갖는 수명저하 문제를 해결했다. 개발된 리튬-황 전지는 상용화 중인 리튬 이온 전지(~387 Wh/kg)의 5.4배(~2100 Wh/kg)의 에너지 밀도를 보였으며 기존의 리튬 황 전지가 갖는 충·방전에 따른 급격한 용량감소 문제를 해결하여 수백회의 충·방전을 가능하게 하였다.



ST 융합분야



과학기술위성3호 개발

인공위성연구센터 이인

<http://satrec.kaist.ac.kr>

과학기술위성3호(STSAT-3)는 우주과학, 지구과학 및 핵심기술검증을 위해 우리나라 우주개발진흥 기본계획에 의해 추진된 소형위성으로서, 2007년 5월에 개발이 시작되어 2013년 초 위성본체, 탑재체, 지상국을 포함한 모든 개발이 완수되었고, 2013년 11월 21일 러시아 야스니(Yasny)발사장에서 드네프르(Dnepr)에 실려 성공적으로 발사되었다. KAIST의 독자적인 기술력으로 과학기술위성3호의 위성본체와 지상국을 개발하였고, KAIST 지상국이 위성 운영을 담당하며, 현재 초기운영 상태에 있다. 위성 총중량 170kg, 전력 300W, 정밀 3축자세제어 방식의 위성 본체에는, 홀 추력기, 리튬-이온 배터리, 고성능 탑재 컴퓨터, 다기능구조체, 태양전력조절기, 경량복합재 위성구조체 등 다수의 위성핵심기술이 탑재되었고, 이들 위성핵심기술에 대한 우주검증이 수행되고 있어 국산 우주핵심기술의 경쟁력 확보에 크게 기여할 것이다. 아울러 과학탑재체인 다목적 적외선 카메라, 소형영상분광기를 통한 은하면 근적외선 방출선 탐사, 근적외선 우주배경복사, 적외선 지표관측의 임무를 수행함으로써 우주과학 및 지구과학 연구에 크게 공헌할 것이다.

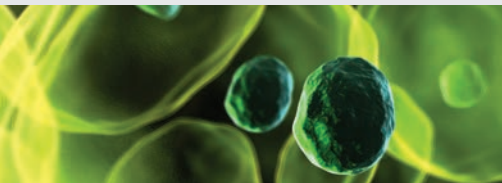
나로과학위성(나로호 3차 발사위성) 개발

인공위성연구센터 이인

<http://satrec.kaist.ac.kr>

나로과학위성(STSAT-2C)은, 나로호 3차 발사를 위해 1년여의 짧은 기간 동안 KAIST가 순수 국산 기술로 완성한 100kg급 소형위성이다. 나로과학위성은, 나로호의 지구 저궤도 투입 능력을 검증하고, 우주방사환경을 관측하며, 국내 산·학·연에서 개발한 위성핵심기술을 우주검증하는 것을 목표로 한다. 2013년 1월 30일 오후 4시(한국시간) 나로호에 실려 발사되어, 1월 31일 새벽 3시 28분 KAIST 지상국과의 최초 교신에 성공한 후 현재까지 정상적인 임무를 지속하고 있다. 지난 11개월간 적외선 영상 센서를 이용한 지구 열 영상 획득, 국산 반작용 휠을 통한 자세제어 검증, 태양전지판 및 펄스초 레이저 발진기의 우주검증, 이온층 관측센서와 방사선량 측정 센서를 통한 과학관측 데이터 수집 등을 성공적으로 수행하고 있다.

BT 융합분야



미생물 세포공장 개발을 위한 합성 조절 RNA 원천기술 개발

생명화학공학과 이상엽/유승민/나도균

<http://mbel.kaist.ac.kr>

대사공학을 이용한 세포 공장 개발 기술은 다양한 바이오에너지, 화학제품, 의약품 등을 효율적으로 생산하는 데 널리 활용되는 기술이다. 본 연구에서는 새로운 형태의 RNA를 이용하여 원하는 유전자의 발현을 조절하여 빠르고 간편한 맞춤형 세포를 설계하는 기술을 개발하였다. 합성 조절 RNA를 이용하여 기존에 보고된 수율보다 높은 타이로신(21.9 g/L), 카다베린(12.6 g/L) 생산용 대장균 세포 공장을 개발하는 데 성공하였다. 본 기술은 기존의 석유화학기반 생산시스템의 문제점을 극복할 수 있는 미생물 세포 기반 시스템의 개발을 촉진시킬 것이고, 산업적으로 의학적으로 널리 활용될 것으로 기대한다.



KAIST 주요 연구 성과

비타민 배터리

신소재공학과 박찬범 <http://biomaterials.kaist.ac.kr>

본 연구는 생명체를 이루는 세포의 에너지 대사 활동이 리튬 이차전지의 구동 원리와 매우 유사하다는 사실을 발견하고 이에 착안하여 대사 활동에서 산화환원에 관여하는 생체 물질을 리튬 이차전지의 전극 소재에 적용하였다. 세포호흡, 광합성 등 생체에너지 대사작용 중 산화환원 연쇄반응에 존재하는 비타민 B2(리보플라빈) 등 플라빈 아데닌 디뉴클레오티드 (FAD) 분자들은 수소 및 전자 전달 작용을 통하여 에너지를 전달하는 데 핵심적인 역할을 하는데, 연구팀은 이러한 반응에서 수소 대신 리튬 이온을 활용함으로써 리튬 이차전지 에너지를 저장할 수 있음을 세계 최초로 밝혔다. 이러한 연구성과는 생체 소재의 단순한 화학적 개질 처리를 통하여 전극소재의 용량 및 전압을 효과적으로 변화시킬 수 있어 이차전지의 성능을 획기적으로 향상시킬 수 있다는 점에서 크게 주목받고 있다. 특히 지금까지 고용량, 고출력 용 리튬 이차전지용 양극 소재에는 전이금속(코발트, 망간, 니켈, 철 등)을 기반으로 한 금속산화물 등이 이용되어 왔으나, 전지의 고용량화에 한계가 있고, 전지 생산 공정 및 재활용 과정이 환경오염을 유발한다는 단점을 가지고 있었다. 이번에 개발된 생체 소재는 친환경적이며 지속가능한 차세대 리튬 이차전지 개발의 새로운 가능성을 제시하였다.

ET ENVIRONMENT TECHNOLOGY 융합분야

자성유체를 이용한 열전달 증진 및 중대사고시 적용 기술 개발

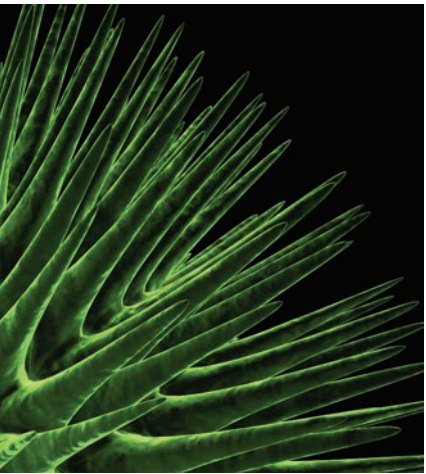
원자력 및 양자공학과 정용훈/이태승/이종혁/감동훈 <http://necel.kaist.ac.kr>

후쿠시마와 같은 원자력 발전소의 중대사고 시에 원자로의 냉각을 증진하기 위하여 자성 나노유체를 이용하는 방안이 연구되었다. 물에 자성을 가진 나노입자(Fe_3O_4)를 혼합하여 임계열유속을 2배 이상 증진할 수 있었다. 이는 기존의 나노유체에 비해 우수한 냉각능력이다. 또한, 자기장을 이용해서 원하는 부위에 입자를 집중시킴으로써 열전달을 추가적으로 증진시킬 수 있음을 실험으로 확인하였다. 원하는 영역에 나노입자를 집중시킴으로써 저농도의 자성나노유체로도 높은 열전달 성능 증진을 기대할 수 있어 발전소에 사용되는 나노입자의 양을 대폭 줄일 수 있을 것으로 기대한다.

열전달 증진 실험과 더불어 원자력 발전소 적용을 위한 자성나노유체 주입장치의 특허도 도출하였다. 소량의 고농도 자성나노유체를 냉각수에 희석하면서 주입할 수 있어 운전이 단순하며, 유지보수가 편리한 장점이 있다.

자성나노입자는 열전달 증진뿐만 아니라 여러 가지 측면의 장점이 있다. 예를 들어 표면 처리된 자성나노 입자를 이용하면 세슘, 스트론튬과 같은 방사능 물질을 포집할 수도 있으며, 열전달 및 방사능 물질 포집에 사용한 후 자기장을 이용하여 쉽게 회수할 수 있다. 즉, 후쿠시마 사고와 같은 원자력 발전소 중대사고 시에 자성나노유체를 주입하면 냉각 성능을 증진하면서 동시에 방사능물질을 포집할 수 있다. 따라서 현재 큰 문제가 되고 있는 오염수 유출에 의한 방사능 물질 누출도 최소화 할 수 있다.

또한, 본 연구에서는 높은 건도 영역에서는 나노유체에 의한 임계열유속의 증진 효과가 없음을 최초로 보였으며, 중대사고 조건을 고려한 압력 실험을 최초로 수행하여 중대사고 시 적용 가능성을 입증하였다.



기타 OTHERS 융합분야

녹색 에너지 기반시설물을 위한 스마트 스캐닝 시스템 개발

건설 및 환경공학과 손 훈 <http://web.kaist.ac.kr/~sohnhoon/>

본 연구에서는 녹색 에너지 기반시설물의 건전성 평가를 위하여 레이저 기반의 독창적인 모니터링 기술을 개발하였다. 개발기술은 원격 스캐닝을 통해 계측된 신호로 초음파 영상을 구축하여 영상 기반의 구조물 모니터링 수행이 가능하며, 구조물 내부에 내장형 센서를 설치하고 무선으로 전력/신호를 송수신함으로써 계측된 신호로 국부손상을 감지가 가능하다. 또한 레이저 스캐닝 시스템과 무선 전력/신호 송수신 시스템을 통합함으로써 자동 구조물 건전성 모니터링 시스템을 구축하였다. 이를 통해 구조물 안전진단 분야에서의 새로운 원천 기술을 확보하였으며, 기존의 내장형 센서의 설치/유지관리 비용을 절감할 수 있을 것으로 기대된다. 그리고 고온/고압의 극한환경으로 인력 투입이 힘든 원전, 화학 플랜트의 설비 안전진단, 상시 가동 및 공기동역학적 특성상 센서 설치가 어려운 풍력 터빈의 실시간 모니터링 및 장거리에 걸쳐 건설된 초장대 교량 및 송유관의 결함 검사에 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 구체적인 연구개발 내용은 다음과 같다.

- 초음파 신호의 영상화를 위한 레이저 스캐닝 시스템 개발
- 레이저를 이용한 내장형 센서 전력/신호 원격 송수신 시스템 개발
- 신호/영상처리 기법을 활용한 자동 손상 진단 기법 개발

도심형 개인 삼륜 전기 콘셉카 설계

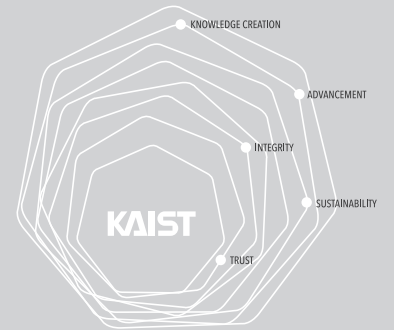
기계공학전공 최세범/최무룡/황윤진 <http://acl.kaist.ac.kr>

전기자동차는 높은 에너지 효율과 친환경성, 단순한 구조로 종래의 내연기관 기반의 자동차를 대체할 미래형 이동수단으로 각광받고 있다. 그러나 합리적인 가격을 만족시키기 위해서는 배터리 용량에 제약이 따르고, 주행가능거리 역시 제한적이다. 본 연구에서는 전기차가 가지는 단점을 최소화하고 친환경, 소형화의 장점을 활용하기 위하여 전륜구동, 후륜조향을 기반으로 하는 도심형 삼륜 전기차를 개발하였다. 도심형 삼륜 전기차는 앞바퀴의 구동력 분배와 후륜 조향으로 주행 안정성 및 제로에 가까운 최소 선회 반경을 동시에 확보하여 주차 효율성을 극대화 하였고, 차량 외부에서 스마트 기기 및 조이스틱을 사용하여 차량을 조작할 수 있어 협소한 공간에서의 주차 및 승하차 불편함을 해소하였다. 또한 조이스틱 조작 장치를 이용하여 다수의 차량들이 연동되어 스스로의 동력으로 함께 이동하게 할 수 있으므로, 카 셰어링 시스템의 대중화에 필수 요소인 차량 재분배 시스템의 실현에 결정적인 기술이다.



KAIST 2013 ANNUAL R&D REPORT

발행일	2014년 4월
발행처	한국과학기술원
발행인	강 성 모
편집인	연구진흥팀
주소	305-701 대전광역시 유성구 대학로 291(구성동 373-1)
전화	042-350-1204
팩스	042-350-1200
홈페이지	http://www.kaist.ac.kr
디자인	주식회사 시우컴퍼니



KAIST 경쟁력

국가 경쟁력 강화를 위한 교육개혁 선도

교육선진화를 추진하여 산업체가 만족하는 인재양성 및 배출
교원활동 지원의 확충을 통해 세계 일류 수준의 학문적 탁월성 성취
국제화에 부응한 교과과정 재편성

연구활성화 및 효율성 제고

기초분야의 연구기반 강화
대학원 교육과 연계
복합기술개발을 위해 산학연 협동 강화
학제간 복합연구 수행: IT, BT, NT 등
중장기 연구과제 수행 활성화

산학협동을 통한 국가경쟁력 강화

벤처의 산실 역할(신기술 창업 지원)
산업체에 대한 기술지도 및 기술지원