광메카트로닉스공학과 뉴스레터 6월호

초록의 물결이 가득한 6월도 어느덧 저물어 가고 있습니다. 모두 1학기 무사히 마무리하시고 다가오는 강한 햇살에 더 푸르러 가는 나무처럼 힘찬 여름방학을 시작하시길 바랍니다. - 편집부 -

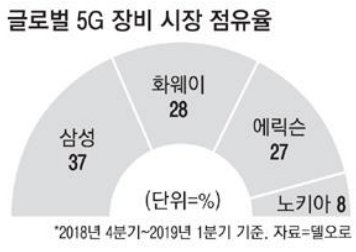
ARTICLE

초시대의 도래, 5G 가 만들 새로운 세상

5세대 이동 통신, 5G. 어디에서 와서 어디로 흘러가는가.

정다운 (17학번)

최근 국내 및 세계 최초 5G 상용화에 힘입어 삼성전자가 5G 네트워크 장비 시장에서 기선 제압에 성공했다. 지난달 30일, 미국 이동통신 장비 시장분석업체 델오로에 따르면 2018년 4분기와 올해 1분기를 종합한 5G 통신장비 점유율에서 삼성전자가 37%로 화웨이(28%), 에릭슨(27%), 노키아(8%)를 누르고 1위에 올랐다. 지난해 LTE(4G)를 포함한 전체 통신장비 시장에서 1위였던 화웨이(31%)의 다음으로 에릭슨(29.2%), 노키아(23.3%), ZTE(7.4%), 삼성전자(6.6%) 순이었던 것과 비교하면 5배 이상 점유율이 늘어난 것이다. 삼성전자는 국내 이동통신 3사를 비롯해 미국 4대 통신사업자 중 3개의 통신사와 5G 장비 공급 계약을 체결한 바 있으며 이러한 삼성전자의 점유율 성장은 당분간 지속될 것으로 보인다고 한다.



그렇다면 과연 5G란 무엇일까? 5세대 이동통신인 5G는 지난 2018년부터 채용돼 한국에서 12월 1일부로 세계 최초로 개통됐던 무선 네트워크 기술로 밀리미터파 주파수를 이용하는 통신이다. 모바일 네트워크 트래픽이 증가함에 따른 네트워크의 수요 증가에 대한 대응은 필수적으로, 늘어난 네트워크 사용량을 커버할 수 있는 더 유용한 주파수 대역을 찾아야 한다. 무선 통신에서는 사용할 수 있는 주파수 대역이 늘어날수록 네트워크의 용량이 늘어나 더 빠른 속도의 데이터 송수신 및 스트리밍이 가능해진다. 이러한 상황에서 기존의 무선 통신에 사용되는 3GHz 이하 대역과 3GHz~6GHz의 중간대역, 그리고 24GHz 이상의 고주파수 대역까지 지원하는 5G 기술은 당연한 진화 과정의 한 단면이라 볼 수 있는 것이다.

네트워크 용량이 대폭 늘어난다는 장점에 반해 단점 또한 존재하는데 이는 24GHz 이상의 고주파수(밀리미터파)에 해당하는 전파는 그 파동이 멀리까지 전송되지 않고 쉽게 차단될 수 있다는 것이다. 이러한 밀리미터파의 단점을 극복하는 것이 5G 네트워크의 구성 및 5G 장비의 개발에 있어 해결되어야 할 가장 중요한 과제로 대두되고 있다.

이러한 문제점들을 극복하기 위한 대표적인 5G 기술로는 고정 무선 접속(Fixed Wireless Access, Fwa), 빔 포밍(Beamforming), 매시브 MIMO와 같은 것들이 있다. 먼저 고정 무선 접속이란 장애물로 인해 충돌하거나 분산되어 손상되기 쉬운 밀리미터파가 전파 도중 손상되지 않도록, 고정된 가입자의 단말과 망 접속점인 기지국을 무선으로 연결하여 초고속 인터넷 서비스를 제공할 수 있도록 하는 무선 통신 기술이다. 주로 건물 외부에 설치되는 가입자 단말과 기지국 사이는 광케이블과 같은 유선으로 연결되는 것이 일반적인데, 유선 구간의 일부를 광대역 무선 통신으로 대체하여 초고속 네트워크 환경을 제공할 수 있게 된다. 이러한 방식의 고정 무선 접속은 고정 단말을 대상으로 하기 때문에 밀리미터파 대역에서 상대적으로 구현이 용이하기 때문에 5G 네트워크 구현에 있어 하나의 돌파구로 주목받고 있다.

빔 포밍 기술도 5G 네트워크의 주요 기술 중 하나로 빔 포밍용 안테나 배열을 활용하여 무선 에너지를 집중시켜 데이터가 필요한 장소에 집중적으로 신호를 전송하는 기술이다. 상대 진폭과 위상 천이를 각 안테나 소자에 적용함으로써 안테나 배열에서 나오는 출력 신호가 송/수신 각도에서는 서로 인접하게 중첩되고, 다른 신호에 대해서는 서로 파괴적으로 상쇄하게 하는 것이다. 매시브 MIMO는 빔 포밍의 한 형태로 간주하기도 하며 간단하게 말해 기지국에 있는 대규모의 안테나 배열에 의해 공간적으로 분리된 여러 모바일 사용자들에게 무선 에너지를 집중시키는 것이다. 무선 에너지를 특정 사용자에게 집중하면 파워가 절감될 뿐만 아니라 다른 사용자들에 대한 간섭도 줄어든다. 하지만 기지국에서 전파를 송신하는 대규모 안테나의 구성과 전파를 송신 받는 소형 안테나의 구성이 동시에 해결되어야 한다는 문제점이 존재했다. 그러나 현재는 모바일에도 장착할 수 있는 초소형 안테나 배열이 개발됨에 따라 그 잠재성이 발현되고 있는 기술이다.

아직 5G를 구현할 수 있는 네트워크 구성 기술 및 장비의 개발이 완벽하지는 못한 실정으로 여러 가지 불안정한 요소들이 발견되고 있다. 하지만 이는 진화의 과정에 있어 일시적인 과도기에 불과할 것으로 머지않아 완전한 5G 세대로 돌입할 수 있을 것으로 전망된다.

시간이 지날수록 더욱더 빠른 속도로 변모하고 발전하는 세상에 휩쓸리지 않기 위해서는 우리 모두 변화무쌍한 트랜드와 수요를 파악해내는 능력부터 거기서 한 발 더 앞설 수 있는 통찰력을 가지기 위해 노력해야 하지 않을까.

참고: Andrews, Jeffrey G., et al. "What will 5G be?." *IEEE Journal on selected areas in communications* 32.6 (2014): 1065-1082.

Nature vs. Technology
Or Nature + Technology ?
자연에서 해답 찾는 자연 모사 기술,
Nature Inspired Nano Technology

박원정 (15학번)

흔히 과학과 기술의 발전은 자연을 해치는 요소로 생각돼 왔다. 하지만 요즘의 과학과 기술은 자연과 공존할 수 있는 방향으로 발전되고 있을 뿐 아니라 자연 속에서 자문해가는 일이 잦아지고 있으며 자연 모사 기술이 그러한 움직임 중 한 예이다.

자연 모사 기술(nature inspired technology)이란 자연의 생물체 및 생체물질의 기본 구조, 원리 및 메커니즘을 모방 (bio-mimetics) 및 응용 (application) 하여 공학적으로 활용하는 기술을 말한다. 자연 모사기술은 여러 가지 분야에 다양하게 공학적으로 활용되고 있는데, 이는 첫째로 생물은 크고 복잡한 설비 없이도 인간이 만든 합성물질보다 훌륭한 물질을 만들기 때문이고, 둘째로는 생물은 공해 없이 물질을 생산하고, 생성된 물질 역시 공해를 일으키지 않기 때문이다.

자연현상과 생태계, 생물에게서 영감을 얻어 기술에 응용하는 자연 모사기술은 오래전부터 찾아볼 수 있다. 세종대왕의 한글과 이순신 장군의 거북선은 대표적 자연 모사기술이다. 20세기 들어서는 자연에서 배운 아이디어로 상업적인 성공을 거둔 발명품이 대거 등장했는데, '찍찍이' 라고도 부르는 벨크로가 대표적이다. 벨크로는 1940년대 초 도꼬마리 열매의 갈고리가 옷이나 동물의 털에 잘 붙는다는 사실에서 아이디어를 얻어 발명되었다.

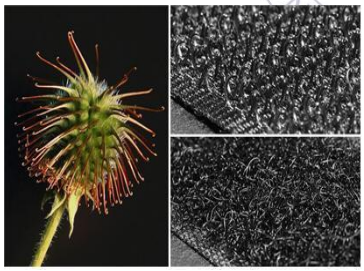


그림 1. 도꼬마리를 응용한 벨크로

최근에는 마이크로·나노 기술이 발전하면서, 나노 스케일에서의 자연 모사가 많이 응용되고 있다. 그 예로 게코 도마뱀의 발바닥을 모사한 나노 기술이다. 게코 도마뱀은 중력에 전혀 영향을 받지 않고 벽이나 천장을 자유롭게 이동하는데, 비밀은 게코 도마뱀의 발바닥에 있다.

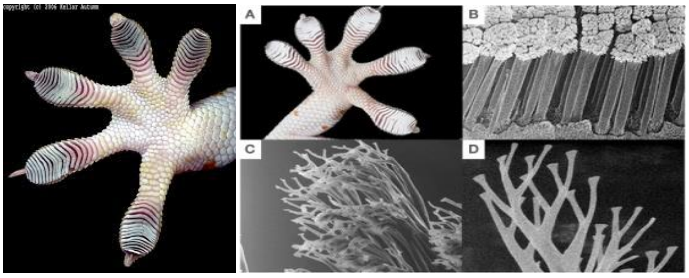


그림 2. 도마뱀 발바닥의 미세구조

게코 도마뱀의 발바닥은 단순한 발바닥이 아닌 세밀한 미세 형상들이 계층적(hierarchical)으로 형성되어 있는데, 이는 발바닥을 자세히 보면 주름과 같은 패턴이 있고, 그것을 또다시 자세히 보면 그 안에 빼곡히 들어찬 수 많은 털이, 그리고 이 털의 끝부분에는 다시 천여 개의 다른 가닥으로 나누어지는 미세 나노 형상들을 가지고 있다는 것이다. 조금 더 과학적으로 살펴보자면 반데르발스 힘을 떠올릴 수 있다. 반데르발스 힘은 두 분자 사이에서 작용하는 작은 인력을 말하는데, 게코 도마뱀의 수많은 미세구조은 벽의 분자들과 반데르발스 힘을 발생시키며 서로 붙어있을 수 있는 것인데, 이 반데르발스 힘은 스케일이 작아질수록 미치는 영향이 지수적으로 커진다. 이러한 자연에 존재하는 원리를 모사하여 게켈이라는 강한 접착제를 만들기도 했다.

광메카트로닉스공학과의 정명영 교수님께서도 이러한 자연 모사기술을 응용하여 모사 기술의 발전에 크게 기여하신 업적이 있다. 정명영 교수팀에서 개발한 기술은 '연잎 표면 돌기'와 '나방 눈 구조'의 조합으로 나노 기술을 접목한 농업용 필름 외부를 만든 것이다.

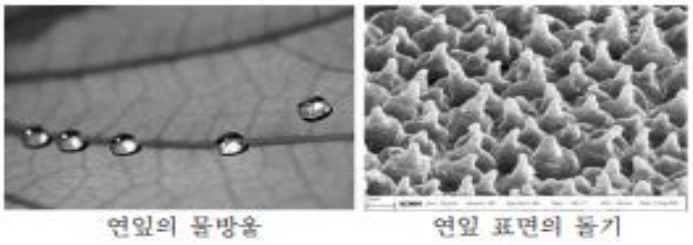


그림 3. 연잎 표면의 형상

이는 연잎의 표면 돌기 구조상 먼지가 안 묻고 물방울도 스며들지 않는 연잎의 특성과 빛을 잘 받아들이는 나방의 눈 표면의 형상 특성을 결합해 필름의 자가 세정기능과 빛의 투광 효과를 높인 것이다. 투광률이 높아지면 10~15% 정도 수확량이 증가하는 큰 효과를 가져올 수 있는 데다가, 냉해·병충해 발생률을 20%가량 낮춰줄 수 있다고 한다.

앞서 언급하였듯이, 오래전부터 과학자들은 자연이 가지고 있는 최적화된 표면구조, 작동 메커니즘, 시스템 등에 관심을 가지고 이를 이해하고 응용하려는 노력을 지속해 왔다. 최근 나노기술의 발전에 힘입어 현재의 과학자들은 더욱 미시적인 영역에 대한 비약적인 탐험을 할 수 있게 되었다. 하지만 이러한 자연 모사 기술을 응용하기 위해서는 더욱 발전된 새로운 나노 공정 기술의 개발이 필요할 것이다. 이러한 개발이 이루어진다면, 자연을 모사하려는 인류의 오랜 염원을 해결할 뿐만 아니라, 앞으로 인류가 나아가야 할 방향으로 새롭게 도약할 것으로 기대된다.

참고 : Fiber Technology and Industry, Vol. 10, No. 2, 2006, School of Mechanical and Aerospace Engineering Seoul National Univ (prof. Kaph-Yang Seo), KIC News, Volume 12, No. 6, 2009

사진자료 : 그림 2 : K Autumn, YA Liang, ST Hsieh, W Zesch, WP Chan, TW Kenny, R Fearing, ...Nature 405 (6787), 681, 그림 3 : 자연 모사 기술의 공학적 응용 (김완두, 조영삼)

스스로 아픈 줄 아는 건물이 있다.

탄소 나노 소재를 적용한 자가진단 시멘트 복합체

정다운 (17학번)

지난달(5월) 21일, 부산대학교 미술관 외벽에서 벽돌이 무너져 환경미화원 한 명이 숨지는 안타까운 사고가 발생한 바 있다. 축제 일정이 전면 취소된 뒤 숨진 미화원을 애도하는 추모식이 진행되었던 가운데 학생들과 교수들이 다른 건물도 안전하지 않다며 불안감을 호소하고 있다. 이에 따라 부산대에서는 국토부와 국과수와 공동으로 문제의 미술관 건물뿐만 아니라 다른 건물들에 대한 정밀 안전성 검사에 착수했다.

콘크리트 구조물의 노후화가 진행됨에 따라 구조물의 유지 및 관리의 중요성이 끊임없이 강조되고 있다. 최근 들어, 나노기술의 발전으로 주목을 받는 탄소 나노 소재는 다양한 분야에 활용되고 있으며, 콘크리트 재료 분야에서는 시멘트계 재료의 역학적 특성을 향상하는 데에 주로 사용되고 있다. 특히 탄소 나노 소재를 적용한 시멘트 복합체(CCIC)는 재료 자체가 센서 기능을 할 수 있는 자가 진단 성능을 지니기 때문에 콘크리트 구조물의 자가진단 기술에 사용된다. 시멘트계 재료 배합의 충전재로는 주로 탄소 나노 튜브나 그래핀이 사용된다.

CCIC를 활용한 자가진단 기술은 시멘트 매트릭스 내의 conductive network의 변화에 대한 측정을 기초로 하며, 일반적으로 시편의 전기 저항 또는 저항률 측정을 통해 그 지표를 나타낼 수 있다. CCIC에 하중이 가해져 시편에 변형이 발생하게 되면 탄소 나노 소재 간 전자의 이동으로 인해 시멘트계 재료에 가해지는 하중과 변형률에 따라 전기 저항값이 변하게 된다. 이러한 특성을 압저항 효과라고 한다. 이를 활용하여 콘크리트 구조물 또는 콘크리트 포장 체에 가해지는 하중과 변형률을 감지할 수 있다. 압축 응력이 증가할수록 전기 저항은 감소하는 추세를 보이고, 압축 응력이 최댓값을 지나 계속해서 감소하게 되면 전기 저항이 증가한다. 오른쪽에 나타난 그래프는 압축 응력의 변화와 전기 저항 변화 사이의 관계를 나타낸다. 그래프의 기울기에서 알 수 있듯이 단위 응력의 변화에 의해 발생하는 전기 저항은 근사적으로 반비례 관계를 갖는다.

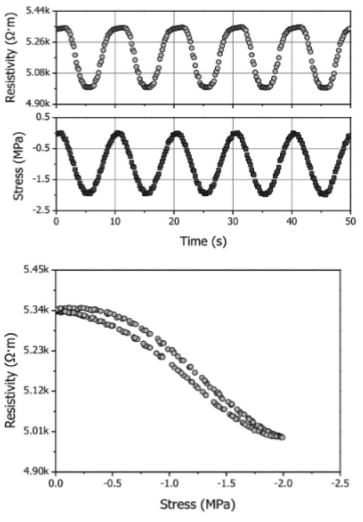


그림 1. 탄소나노튜브를 첨가한 시멘트계 재료의 압저항 효과

시멘트계 재료 표면에 발생한 균열 또는 결함도 마찬가지로 시편의 전기 저항을 지속해서 측정함으로써 감지할 수 있다. 그림 2의 그래프에서 나타난 바와 같이 하중이 점차 증가함에 따라 시편 표면에 균열이 발생했을 때 시편이 받는 하중은 급격하게 감소하며 동시에 시편의 저항률은 급격하게 증가한다. 따라서 시편의 지속적인 저항 변화를 관찰함으로써 균열 발생에 대한 여부를 감지할 수 있다.

또한 전기 포텐셜 법을 활용해 시멘트계 재료의 균열 발생 여부 및 깊이도 확인할 수 있다. 그래핀과 같은 물질을 첨가해 재료의 전기 전도도를 크게 향상하면 시편에 형성된 홈의 깊이와 형상에 따라서 시편의 전기 저항값이 변화하므로 균열에 대한 감지가 가능하다.

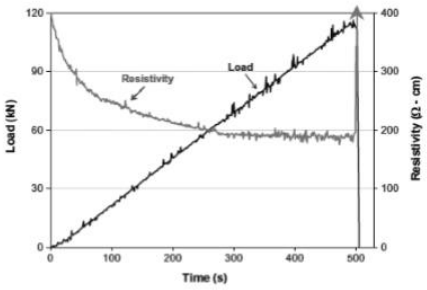


그림 2. CCIC 균열 발생에 따른 저항률의 변화

이러한 특성을 지닌 탄소 나노 소재를 첨가한 시멘트계 재료는 bulk form, sandwich form, bonded form, coating form, 그리고 embedded form 등 다양한 형태로 콘크리트 구조물에 적용할 수 있다. 여기서 bulk form은 구조물 전체가 CCIC로 만들어진 것을 의미하며, coating form은 구조물의 한쪽 표면이, sandwich form은 구조물의 위와 아래가 CCIC로 덮여 있는 것을 말한다. 그리고 bonded form은 CCIC를 에폭시를 사용하여 구조물의 표면에 붙이는 것을 말하며 embedded form은 CCIC가 콘크리트 구조물에 내장된 것을 의미한다. 일반적으로 탄소 나노 소재는 콘크리트 재료에 비해 단가가 매우 높은 재료로써, bulk form과 같이 콘크리트 구조물 전체에 적용하는 방법은 비경제적이지만 나머지 4개의 방식에서는 콘크리트 구조물에 대한 모니터링 효율을 극대화할 수 있으며, 비용 측면에서도 경제적인 장점이 있다. 이러한 콘크리트 구조물의 기둥과 보 이외에도 그림 4과 같이 콘크리트 포장 체의 일부 구간에도 자가진단이 가능한 CCIC를 설치함으로써 차량의 속도, 통행량, 교통 밀도 등에 대한 다양한 교통 정보를 별도의 센서 부착 없이 파악할 수 있다.

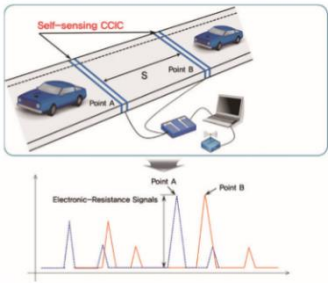


그림 3. CCIC의 구조물 적용 방식

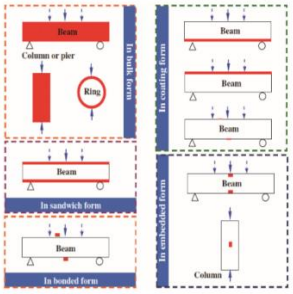


그림 4. CCIC의 콘크리트 포장체 적용

참고 및 사진 자료: 송치원, and 최성철. "탄소 나노소재를 적용한 자가진단 시멘트 복합체." *콘크리트학회지* 31.2 (2019): 15-20.

유연한 사고로부터 유연한 삶까지, 폴더블 OLED

폴더블 OLED 의 핵심 3대 소재

이지은 (18학번)

약 20여년 전의 휴대용 전자기기를 한 번 상상해보자. 뭉툭하고 굵직하며 키패드를 하나하나 눌러 작동시켰던 쇳덩이가 손가락만 가져다 대거나 홍채만 비추어 주어도 동작하는 모습으로 모두의 주머니 속을 꿰차기까지 그리 오랜 시간이 걸리지 않았다. 그렇다면 앞으로 20년 뒤의 휴대용 전자기기의 모습은 어떠할까? 여러 가지 모습들을 상상해볼 수 있겠지만 아마 그 형태들은 공통으로 더 얇고, 유연하며, 투명할 것이다. 그렇다면 유연한 형태의 전자기기를 만들 수 있는 핵심 기술인 폴더블 OLED에 대하여 알아보고자 한다.

삼성전자에서 올해 폴더블 스마트폰 출시를 앞두고 있다. 중국 또한 화웨이를 시작으로 폴더블 스마트폰 개발에 박차를 가하고 있다. 폴더블 스마트폰은 하나의 디스플레이를 펼쳤을 때 7인치 이상, 접었을 때는 5인치급의 스마트폰 사이즈가 되는 형태다. 기존 출시됐던 2개 디스플레이를 탑재한 폴더블 스마트폰과는 기술적으로 난도가 다르다.

폴더블 OLED는 기존 엣지, 풀 스크린 타입에 적용된 플렉시블 OLED와 비교하면 구조와 사용 소재다 다르다. 핵심은 바로 커버 윈도, OCA(Optical Clear Adhesive), 편광판이다. 폴더블 OLED의 가장 중요한 포인트는 자주 접었다 펴는 힌지(hinge)도 망가지지 않아야 한다는 것이다. 물리적 변형을 견디는 동시에 외부 충격을 버틸 수 있어야 한다.

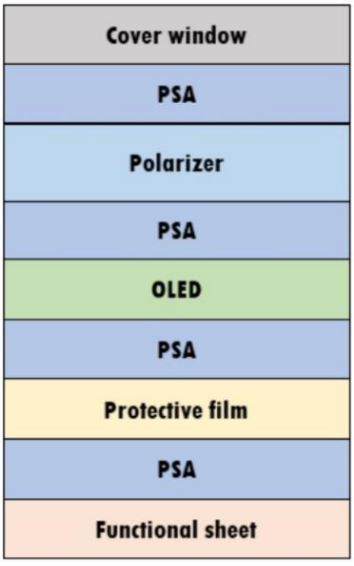


그림 1. OLED 기본 구조

기존에는 커버 윈도로 유리가 사용됐다. 기존의 액정 유리는 접히기가 어렵기 때문에 초박형의 유리 또는 필름 소재가 커버 윈도로 사용돼야 한다. 현재 폴더블 OLED의 커버 윈도 소재로 가장 주목받고 있는 것은 투명 폴리이미드(PI) 필름이다. 약한 경도를 보완하기 위해 상부, 또는 상하부에 하드코팅을 한다. 하드코팅을 두껍게 할수록 경도는 높아지지만 접었을 때 잘 깨지기 때문에 코팅 두께와 경도를 잘 조율하는 것이 폴더블 스마트폰을 위한 열쇠다.

최근 개발되고 있는 커버 윈도용 투명 PI 필름은 약 4~6H 수준의 경도를 지닌 것으로 알려졌다. 폴딩 내구성을 갖추면서 8H 이상의 고경도를 구현하는 하드코팅 기술도 발표되고 있다. 이와 동시에 소비자들은 유리와 같은 느낌에 이미 적응돼 있어서 유리와 비슷한 특성을 구현해야 한다

두 번째는 PSA(Pressure Sensitive Adhesive Application) 소재다. PSA는 각 레이어를 붙일 때 사용되는 접착 소재로 OLED에는 약 4~5 레이어에 PSA가 사용되고 있다. OCA는 PSA의 한 종류로 커버 윈도와 편광판을 합착할 때 사용된다.

폴더블 OLED는 상하부 접착 이외에도 접혔다 펼 때 커버 윈도와 편광판에 가해지는 응력을 완화해주는 역할을 해야 한다. 커버 윈도와 편광판이 두꺼운 부분이며 외부에서 가장 가까운 영역이므로 OCA 역할이 중요하다. 기존 플렉시블 OLED OCA는 약 100~150㎛ 두께가 사용되고 있다. 폴더블 OLED에는 두께를 100㎛ 이하로 낮추면서 상부와 하부에 가해지는 응력을 최소화하고 접착력을 유지하는 최적의 소재와 두께가 개발돼야 한다. OCA 외에도 여러 층에 사용되는 PSA 개발이 필요하다.

마지막으로 편광판이다. 편광판은 OLED에는 필수로 들어가야 하는 소재다. 편광판은 외광 반사를 최소화해 야외 시인성을 높이고 블랙을 정확하게 표현하는 역할을 한다. 현재 양산에 적용되고 있는 편광판은 약 100~150㎛의 두께다. 폴더블 OLED에는 이보다 얇은 박형 편광판이 적용되어야 한다.

처음 출시될 폴더블 OLED에는 70㎛ 이하 두께의 박형 편광판이 적용될 것으로 예상된다. 곡률반경이 낮아질수록 편광판 두께는 더욱 얇아져야 하는데 기존 편광판으로는 두께를 줄이는 데 한계가 있다. 그래서 편광기능을 하는 소재를 커버 윈도나 터치 필름 등에 코팅하는 'coated 편광판'이나 편광판이 없는 구조가 개발되고 있다.

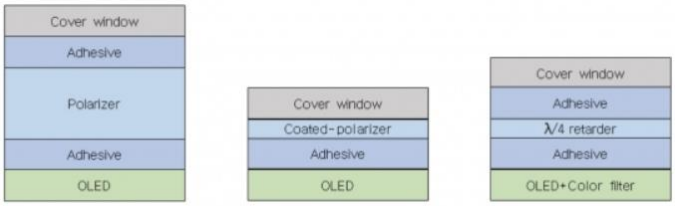


그림 2. 기본 OLED 구조(좌), coated-POL 적용 구조 예시(중), 편광판이 없는 구조 예시(우).

이외에도 다양한 폴더블 전용 소재와 새로운 구조에 대한 개발이 진행되고 있다. 조만간 삼성전자가 폴더블 OLED를 적용한 스마트폰을 출시한다. 폴더블은 패널뿐 아니라 완성품 관점에서 기구 설계와 인터페이스 혁신이 가미되어야 소비자로부터 선택받을 수 있을 것으로 전망된다.

참고: Patent citations (19) Cited by (184) Legal events Similar documents Priority and Related Applications

Laboratory as Small as Fingernail

나노 바이오 기술로서의 Lab On A Chip

박원정 (15학번)

디지털 헬스케어 산업의 비약적인 발전과 더불어 의생명과학은 질병의 치료부터 예방 및 건강관리까지, 그 패러다임의 전환이 가속화되고 있다. 그리고 그 변화의 기반이 되는 정확하고 경제적인 진단 기기의 발달의 중심에 바로 미세 유체 공학 기반 랩온어칩 기술이 있다.

랩온어칩은 기존 실험실의 구성요소를 마이크로 사이즈까지 소형화해 이들을 하나의 칩 위에 미세 유체 기반 기술로 집적한 형태를 하고 있다. 미량 시료의 전처리부터 혼합, 반응, 분리, 분석의 전 단계를 하나의 칩 위에서 수행할 수 있도록 구현한 랩온어칩은 기존 진단기기 못지않은 정확성과 응용성을 가질 잠재성을 가지고 있다. 랩온어칩은 수초에서 수분대의 빠른 분석을 가능케 하고, 마이크로 단위의 극미량의 시료와 시약으로도 높은 민감도와 개선된 정확성을 보이며 여러 종류의 시료를 동시다발적으로 분석할 수 있게끔 한다. 또한 재현성 있는 정량적 정보를 얻을 수 있어 고속처리 분석 플랫폼으로서의 잠재력을 지니고 있다.

이러한 랩온어칩은 화학분석, 생물학, 환경, 의학 진단 등 다양한 분야에서 연구되고 있다. 특히 바이오 랩온어칩은 질병 진단, 독성물질 탐지, 바이러스 검출 등의 분야에서 쓰일 수 있다. 그리고 전에 없던 메커니즘의 바이오 랩온어칩으로 학계의 이목을 집중시켰던 연구가 있다. 바로 칩 하나에 마이크로 리터 단위의 땀만으로 4가지의 건강 상태를 바로 보여주는 연구인데, John. A.Rogers 연구팀에서 개발한 기술이다. 이 연구는 아이디어뿐만 아니라 NFC 장치를 통한 정량적인 분석까지 가능케 하는 기술도 개발하였고, Micro Fluidic 채널 디자인의 독창성까지 선보여 많은 화제를 불러일으켰었다.

땀이 Micro Fluidic 채널의 inlet으로 들어가 미세 유체의 유동에 의해 각 각 4가지의 분석 시료 안으로 들어가게 되는데 4가지 시료는 각각 lactate, chloride, pH, Glucose의 농도를 시료의 색의 변화로 보여주게 된다. 이 랩온어칩에는 NFC 장치도 함께 들어가 있어 휴대폰 카메라로 이를 촬영하면 색의 변화를 보고 각각의 농도를 정량적으로 보여줌으로써 건강 상태를 간편하고 빠르게 볼 수 있는 것이다.

이처럼 랩온어칩 기술을 이용한 나노 바이오 기술은 기존의 실험 방식이 가진 한계를 뛰어넘어 다양한 대상과 방법을 이용한 실험 방식을 제공할 수 있다. 체외 진단기기 및 신약 스크리닝 플랫폼으로서의 랩온어칩 기술은 디지털 헬스케어 산업을 견인하고 새로운 부가가치 창출의 핵심 기술로 활용될 것으로 예상된다. 이처럼 나노 기술과 바이오 기술의 융합은 미래 국가 경쟁력의 필수 요소로서 나노 바이오 기술 개발을 촉진하는 데 크게 이바지할 것으로 보인다.

참고: Koh et al., Sci. Transl. Med. 8, 366ra165 (2016) 23 November 2016 / John.A.Rodgers, Research trend of gene and protein diagnosis based on lab-on-a-chip system / KCDC, 랩 온어 칩 기반 기술 동향 (이승준)

공학도의 행복한 꿈-
나노 기술 사업화

민진오 (19학번)

정명영 교수님께서는 강의하시기 전 먼저 우리에게 꿈이 무엇인지에 관해서 물어보셨다. 처음 질문을 받았을 때 강의를 바로 시작하실 줄 알았던 나는 당황을 해서 질문에 대답하지 못했다. 그리고 나노 기술에 대한 강의를 시작하시기 전에 먼저 공학도가 무엇인지와 공학도로서의 마음가짐에 대해서 알려주셨다. 그다음으로 우리나라의 나노 기술에 대한 강의를 시작하셨다.

우리나라에서 나노 기술 촉진법이 통과된 지 15년이 지나고 우리나라는 세계 3대 나노 강국이 되어 ICT 산업으로 우리나라의 수출의 많은 부분을 차지하게 되었다. 우리나라는 R&D 투자율이 높긴 하지만 파괴력 있고 창의적인 연구가 없었기에 R&D는 성공하지 못했다고 하셨다. 이 부분에서 나는 우리나라의 ICT수출이 증가하고 있고 기술도 발전을 하고 있기 때문에 우리나라에서 나노 기술의 전망은 매우 밝다고 생각되었다. 그렇게 우리나라의 나노 기술에 관한 이야기가 끝나고, 우리가 가진 기술을 사업화 할 수 있는 방법을 몇 가지 알려주셨는데, 첫 번째로 알려주신 방법은 기술 이전(Technology Transfer)이다. 이 기술 이전에 대해 교수님이 강조하신 부분은 needs, 즉 세상이 필요한 기술을 개발해야 된다는 것이었다. 그 예로서 자동차 후방 카메라가 흐려지는 것을 방지 해야 한다는 생각을 하고, 후방 카메라의 투과율을 증가시켜 항상 카메라가 맑은 상태로 유지되도록 한 기술이 있다.

그리고 또 기술 개발에 대한 예시로서 자연 모방기술을 소개해 주셨는데 그 예시로 건조한 사막에서 수분을 유지하는 딱정벌레, 나비 중 특정한 종과 카멜레온이 환경에 따라 몸의 색을 바꾸는 것 등에서 영감을 얻어 이와 비슷한 기술을 개발하였던 사례이다. 또한 나노 임프린트 기술을 기반으로 하여 다기능성 나노 구조를 이용한 렌즈 제작 기술 또한 인상적인 예시였다. 그리고 그러한 기술 개발 뒤를 따르는 논문 발표, 특허 출원 등 기술 이전의 절차에 대해서도 알려주셨다

이번 강의를 통해서 기술을 가진 공학도로서 기술의 사업화를 위해 어떤 일을 할 수 있고, 또 그 일을 하기 위해서는 어떻게 해야 하는지도 확실하게 알 수 있게 되었다. 지금까지는 공학도로서 돈을 벌 수 있는 방법이 취업뿐이라고 생각을 했기 때문에 이번 강의가 더구나 의미 있게 다가왔고 미래에 내가 할 수 있는 선택이 생각보다 다양하다는 사실을 알게 되었다. 또한 우리들이 공학 계열을 전공하면서 세상에 도움이 될 수 있으면서와 동시에 되도록 많은 사람이 필요로 하는 기술을 연구하기 위해 노력해야 할 것이라는 공학도로서의 마음가짐을 가질 수 있게 되었다.

INTERVIEW

이 달의 교수님, 김 창 석 교수님

지금의 광메카트로닉스공학과가 있기까지 열심히 노력해 주신 모든 교수님들께 감사를 표하며 6월의 교수님, 김 창석 교수님과 진행했던 인터뷰 내용을 전합니다.

Q. 나노에 대한 연구가 중요하다면 그 이유는 무엇이라 생각하시나요?

A. 나노과학기술은 mm, micrometer 정도의 정밀도를 수천 배 늘려서 nanometer 급의 더 미세한 세계를 대상으로 삼는다는 본래의 중요성에 더불어, 기존 공학으로 풀 수 없는 나노급 문제를 다른 이종 학문의 상호 융합으로 새롭게 해결하겠다는 측면에 더 중요한 의미가 있습니다.

예를 들면, 반도체의 메모리 용량이나 데이터 처리 속도의 한계를 극복하거나, 태양 전지의 변환 효율의 한계를 극복, 바이러스나 세포핵 이내 유전체급 생명 현상을 직접 규명하는 등의 발전을 위하여 다학제적 공동연구를 통한 나노에 대한 연구가 필수적인 시대가 됐습니다.

Q. 최근 교수님께서 진행하고 계시는 주력 연구는 어떤 것인가요?

A. 최근에 우리 연구실 학생들이 진행 중인 연구는 외부에서 광학 재료와 시료를 받아와서 오직 자기만이 만들 수 있는 독특한 레이저 시스템이나 광 계측 시스템을 만들고, 다시 외부 전문가에게 보내어 이 시스템이 유용한지 검증 받는 것 같습니다. 쓰이는 분야로는 대동맥 내부 진단용 혈관 내시경, 충치 조기 진단 스캐너, 나노 패턴 필름 공정 검사기, 스티커형 뇌파 측정기, 무인 자동차용 레이저 레이더, 도우미 로봇 피부용 신경망 광센서 등이 있습니다.

하지만 제가 생각하는 대학교 내 연구실은 학, 석, 박사 과정 학생들 각각이 주인이 되어 각자 하고 싶은 연구를 독립적으로 진행하는 중에 장비나 연구비 등 최소한을 공유하는 조직입니다. 교수는 각 학생이 주도적으로 진행하는 방향을 가끔 조향해 주거나, 장비와 연구비가 끊이지 않게끔 조달해주는 보조 역할을 할 뿐이라 생각합니다.

Q. '광메카트로닉스공학과' 라는 이름에 담긴 의미는 무엇이라 생각하시나요?

A. 빛이란 파동을 통한 에너지 전달체 모두를 뜻합니다. 나노공학과 광공학은 목적이냐 수단이냐의 차이일 뿐 같은 것을 지향하고 있습니다. 나노미터급 대상물을 자세히 관찰하거나 제대로 제작하는 도구는 나노미터급의 파장을 가지는 빛밖에 없기 때문입니다.

영어로는 광학을 개념적으로 Optics와 Photonics 두 가지로 나누고 있습니다. Optics는 대상물이 파장보다 훨씬 큰 경우 (안경, 망원경, 카메라, 디스플레이 등)을 지칭하고 Photonics는 대상물이 파장과 비슷한 크기인 경우 (집적 광학, 양자 반도체, 나노 공정, 분자 생물 등)을 뜻합니다.

이러한 과학을 우리나라의 기간 상업인 기계공학 및 전자공학에 접목하는 융합 과목을 학생들에게 4년간 체계적으로 가르치고, 이 커리큘럼을 잘 따른 독특한 배경의 학생들이 우리나라의 현재와 미래에 중요한 역할을 하길 바라는 교수님들의 교육 철학이 '광메카트로닉스공학과'라는 한 단어에 집약되어 있다고 생각합니다.

Q. 대학원과 취직 중 어떤 방향으로 진로를 결정해야 할지 모르는 상태에서는 어떻게 해야 할까요?

A. 4년제 공대 졸업생의 전공을 살리기 위해서 4학년 때에는 대학원이나 취직이나 양자택일 뿐이긴 하지만, 대학원을 가도 석사급 취직이냐 박사급 취직이냐를 거쳐서 결국 직장인이 되어야 합니다.

그리고 직장인이 될 때는 '업종'과 '분야'의 선택에는 서로 차이가 있는 것 같습니다. 생산직이냐 연구직이냐 '업종'을 택할 때는 자기 자신의 적성과 태도를 안으로 탐색하는 것이 맞겠고, 향후 어떤 '분야'에서 몸담을지 택할 때는 세상의 흐름과 우리나라 산업계의 방향을 밖으로 탐색하는 것이 좋을 듯, 합니다.

제가 하는 수업은 대부분 매주 내주는 '숙제'와 학기 말 내주는 '프로젝트'로 구성되어 있습니다. 정답이 있는 숙제를 성실하게 정확하게 맞추어 제출하는 데에 더 적성이 맞으면 생산직을, 정답이 없는 프로젝트를 상상력으로 주도적 제출하는 데에 재미가 있으면 연구직을 추천해 드립니다.

Q. 마지막으로 광메카트로닉스공학과 학생들에게 당부하고 싶은 것이 있으시다면 무엇인가요?

A. 우리 학과가 현실적으로 행정상 위치와 실질적 위치가 불일치하다는 문제 때문에 학생들의 수업 및 활동 공간에 많은 제약이 있는 것을 잘 알고 있고 안타깝게 생각합니다.

우리 교수님들은 그 존재 이유가 우리 학생들의 무한 성장이므로 수업과 연구, 행정 여러 방면에서 최선을 다해 학과 발전을 위해 노력 중입니다.

그러니 학생들도 개인의 발전이 곧 학과의 발전이라는 마음가짐으로 각자 최선을 다하다 보면 우리 모두 같은 목표를 달성할 수 있을 것으로 기대합니다. 인풋보다 아웃풋이 훨씬 뛰어난 광메카트로닉스공학과 학생들로 성장하여 세계적인 인물들로 성장할 수 있길 바라요.

BOOK REVIEW

이기적 유전자,

이기적 유전자, 또는 약간 이기적인 염색체의 큰 토막과 더 이기적인 염색체의 작은 토막

이지은 (18학번)

2학년까지의 학부생 기간 동안 배운 생물학은 DNA, RNA들이 생명체 내에서 어떻게 행동하는지 관찰한 것을 배우는 과목이었던 반면 이 책은 유전자의 움직임에 대해 필연적이고 근본적인 이유를 제시하며 고찰하는 것을 도와준다. 꽤 새로운 프레임이다.

대략 37억년 전부터 시작된 종의 번식을 유전자 이기성(gene selfish)으로 설명하는 것은 익히 들어온 종의 이익이나 집단의 이익으로 생명체의 번식을 설명한 것보다 낯설다. 관점이 이질적인 만큼 읽는 동안 수없이 반문하게 되지만, 보이는 것보다 정교한 논리를 제시하기 때문에 책 내용을 바탕으로 스스로 답을 찾기에는 무리가 없다.

리처드 도킨스는 진화를 바라보는 가장 좋은 방법으로 가장 낮은 수준에서 일어나는 선택의 관점에서 보는 것을 추천한다. 이 책에서 선택의 기본단위는 종이나 집단, 개체가 아닌 유전의 단위인 유전자인데, 이것은 물론 극단적으로 느껴질 수 있다. 유전자란 자연선택의 단위로서, 그 역할을 할 수 있을 만큼 긴 세대에 걸쳐 지속할 수 있는 염색체 물질의 일부분으로 정의된다. 이것은 번식과 진화의 주체가 유전자라는 도킨스의 개념이 옳을 수밖에 없도록 정의된 것이기도 하다. 또한 유전자가 계속 존재하기 위해 운반자(vehicle)로 생존 기계(survival machine)을 축조한 것이 바로 개체이며, 일시적인 유전자의 조합을 위한 임시 운반체라고 설명한다.

유전자의 조합은 일시적이나 그 자체는 잠재적으로 매우 긴 수명을 가졌으며 한 개의 유전자는 수많은 개체의 몸을 연속적으로 거쳐 생존하는 단위일 뿐이다. (이것은 출간 당시 여러 동료 생물학자들에게 동의를 거부당했던 부분이기도 하다.)

ESS(evolutioning state strategy, 진화적으로 안정한 전략이 실제 생태계에서 균형을 이룸; 독립된 이기적 개체가 어떻게 해서 조직화한 전체를 닮게 되는가를 각각의 케이스마다 점수를 부여해 가장 안정한 상태를 설명) 개념, 근년도 계산법(유전자를 얼마나 공유하고 있는지를 공동 조상과 세대 간격을 이용하여 수학적으로 모델링한 계산 방법)을 통해 순위제(dominance hierarchy), 현시 행동(epideictic), 암수의 짝짓기 전략, 사회성 곤충의 번식 등을 설명하고, 죄수의 딜레마, 반복된 죄수의 딜레마(여러 번의 결정을 하는 동안 상대에 대한 신뢰성을 확보 가능하다는 것이 단순한 죄수의 딜레마와의 차이점임.)를 통해 협력/배신의 패 중 협력을 선택할 때 대개 더 좋은 결과를 낳는다는 의외의 결과도 확인할 수 있다. 많은 개념이 수학적 확률과 프로그래밍으로 설명되는 만큼, 반박될 여지가 없다.

다윈의 <자연선택에 의한 진화>는 어떻게 무질서한 원자가 복잡한 패턴으로 모여 인간을 만들어 내기에 이르는가를 설명하는 좋은 학설이다. 이것을 토대로 생각하면, 자기복제가 일어나는 동안 발생한 복제오류는 생명체를 개량하면서 생명 진화에 필수적임을 이해할 수 있다.

주체		남이 한 것	
	행위	협력	배신
내가 한 것	협력	꽤 좋음 3점	매우 나쁨 0점
	배신	매우 좋음 5점	꽤 나쁨 1점

표 1. 죄수의 딜레마

또한 종, 또는 개체를 기본단위로 봤을 때는 설명에 어려움이 있는 암, 수의 자식 돌보기가 아이를 떠날 수 있는 순서에 따라 결정된다는 것, 여러 동물 중 수컷의 지나치게 화려한 모양새 등도 유전자의 자연 선택 등으로 매끄럽게 설명한다.

책에서 소개하는 것은 단순히 gene뿐만이 아니다. 기사 속에서 밈(meme)이라는 단어를 접해봤는지 모르겠다. Meme은 모방의 단위라는 개념을 담고 있는데, 곡조, 사상, 표어, 의복의 유행, 단지 만드는 법, 아치 건조법 등이 될 수 있다. 밈의 물리적 존재 여부와 관련 없이, 저자는 '자기복제성'을 가진 문화를 생명체와 견주어 설명하고 있다. 중요한 것은 앞 장에서 소개한 여러 가지 개념(진화, 돌연변이, 복합체, 경쟁 등)들이 문화에도 적용 가능하며 gene의 진화 결과로 meme이 새로운 복제자의 자격이 얻었다는 것이다.

인문학 도서를 읽는 건지, 정말 신뢰성 있는 유전학자의 책을 읽고 있는 게 맞는지 의심하면서 읽었으나, 1993년에 출간된 이후 현재까지 개정판을 출판할 때마다 고친 개념이 없을 정도로 신뢰성 있는 책이다.

과학은 때로는 예측하는 것이 중요하기도 하지만, 결과로부터 어떻게 해석해야 할지를 헤아리는 것이 가장 중요하다. 거시적으로 볼 때 생명체의 활동은 일견 종 전체가 존속, 계승하는 것이 기본 원리라고 생각하게 하기 쉬우나, 미시적인 관점에서, 즉 유전자의 관점에서는 그저 다수가 우위를 점하기 때문에 결론적으로 이렇게 진화한 것이라고 볼 수 있다. 따라서 우리는 정답인지의 여부에 두려워하지 않고 여러 가지 도전적인 해석을 할 수 있어야 하겠다.

당부하고 싶은 점은, '어떠해야 한다는 주장'과 '어떻게 된 일인지에 대한 진술'을 구별해야 한다는 점이다. 겉보기엔 이타적인 행동일지라도, 그것은 해석하는 우리의 관점이 잘못된 것이고 유전자의 관점에서는 이기적인 행동일 뿐이라고 주장한다고 해서 존재론적 질문을 해야 하는 것은 아니다. 인간성에 대한 자책보다는 진화의 필연성을 이해하는 데에 있어서 이 책이 도움이 되었으면 한다.

최초 발행일: 1976년
저자: 리처드 도킨스
주제: 진화생물학
출판사: 옥스퍼드 대학교 출판부
페이지 수: 224
ISBN: 9780198788607