

광메카트로닉스공학과 뉴스레터 8월호

무더운 여름도 한 풀 꺾이며 8월도 모두 지나갔습니다. 모두들 원했던 여름방학을 보내셨나요? 비록 만족스럽지 못한 방학이었더라도 다가오는 2학기부터는 다시 힘차게 나아가시길 바랍니다! - 편집부 -

ARTICLE

일본의 반도체 수출 규제, 한국 반도체는 어떻게 진화할 것인가?

이석현 (14학번)

지난 7월 4일, 일본 경제산업성은 한국으로의 수출 관리 규정을 개정해 스마트폰과 TV에 사용되는 반도체 등의 제조 과정에 필요한 3개 품목의 수출 규제를 강화한다고 발표했다. 3개 품목으로는 플루오린 폴리이미드, 리지스트, 에칭 가스가 있다.

첫 번째로 플루오린 폴리이미드는 불소처리를 통해 열 안정성과 같은 특성들을 강화한 필름으로 디스플레이 제조에 쓰이는 다양한 폴리이미드(PI) 중 하나이며 이는 일본이 세계시장 점유율 90%를 차지하는 항목이다. 두 번째로 리지스트는 반도체 기판 제작에 쓰이는 감광액 재료로 이 또한 플루오린 폴리이미드와 마찬가지로 일본이 세계시장 점유율 90%를 차지하는 품목이다. 마지막으로 에칭 가스는 반도체 세정에 쓰이는 고순도 불화수소로 일본이 세계 시장 점유율 70%를 차지하고 있으며 한국의 일본산 수입 비중이 95% 이상으로 매우 높은 품목이다. 대부분 일본이 70% 이상의 점유율을 차지해 일본이 수출 규제를 할 경우에 수입하는 국가에서는 큰 타격을 입게 되는 품목이다. 이러한 일본의 수출 규제에 대해 한국 디스플레이와 반도체 업체들은 영향을 받을 수밖에 없다. 국내 일부 기업이 재료를 공급하고는 있지만, 약 70%에 이르는 일본 반도체 재료와 장치를 모두 대체할 수 없기 때문이다. 업계에서는 대체 거래선 확보, 대체 소재 발굴 등을 대책으로 꼽고 있지만 성능이나 효율, 가격면에서 일본 생산 제품의 대체품을 찾는 것은 쉽지 않고, 찾는다고 해도 소재 물질이 달라질 경우 공정 자체를 수정해야 해 막대한 피해는 불가피하다는 입장이다.

그렇다면 일본이 왜 이러한 수출 규제를 시행했는가? 2018년 10월 30일 한국 대법원이 정용 피해자들에게 일본제철 및 관련 기업이 위자료 지급을 명령하는 판결을 내리자, 일본은 1965년 한일 협정의 근간을 흔드는 판결로 국제법 위반을 주장하면서 한국 정부에 시정을 요구해 왔다. 이에 한국 정부는 삼권분립에 의거하여 사법부 판결에 개입하지 않고, 피해자 중심에서 해결을 모색한다는 입장을 견지하면서 신중한 대응을 모색해 왔다. 그런 가운데 G20 오사카 회의를 앞둔 6월 19일, 우리 정부는 “한국과 일본 기업의 자발적 출연금을 재원을 조성하여 피해자에게 위자료를 지급하는 방안”을 제안했

다. 이 제안에 대해 일본 정부는 물론 피해자 측도 거부하는 입장을 밝혔다. 이와 관련하여 일각에서는 우리 정부가 피해자나 한국 및 일본 기업과 충분한 사전협의를 거치지 않고 일본 정부와도 공감대가 없는 상황에서 내놓은 해법이라는 비판이 제기되기도 하였다. 일제강점기 시절 강제징용을 둘러싼 양국의 갈등은 좀처럼 해결되지 못하고 있는 상황에서 일본 정부는 한국의 대일 의존도가 높은 주력 품목들에 대한 규제를 강화한 것이다. 이러한 일본의 행보는 한국의 대법원 판결 및 한국 정부의 요구에 대한 보복조치로 보여지기에 충분하며 역사적 사건에 대한 경제적 보복 조치는 미성숙하고 현명하지 못한 판단이라는 의견이 분분한 상황이다. 그렇다면 일본의 반도체 수출 규제에 따른 우리 정부의 대응 방안은 무엇일까?

첫 번째로 기업피해 최소화 및 정부 지원이 있다. 일본 수출규제 제도 및 영향, 대응방향 및 지원내용 설명을 위해 20개 주요업종의 8개 지역 기업을 대상으로 하여 설명회개최를 통해 정보제공, 애로접수 및 맞춤형 지원 서비스를 제공하는 것이다. 한편으로 정부 차원에서는 단기 공급 안정화를 위해 주요 품목 물량확보를 지원하고 신규 대체 수입처 확보 적극적으로 나섰다. 또 화학물질 등의 인허가 기간 단축 및 인력 운용 유연화를 통해 공장 신증설 지원 및 포괄허가 활용이 가능한 CP 기업 활용 지원을 진행 중에 있다. 그리고 피해기업들에 대한 정부 차원의 지원이 부수적으로 이루어질 예정에 있다.

두 번째는 산업경쟁력 강화·체질 개선을 위한 근본적 대책이다. 소재·부품·장비 경쟁력 강화대책으로 대규모 투자 및 R&D 혁신 등을 통해 기술개발 집중 지원과 수요-공급 기업 간 및 수요기업 간 협력모델 정착을 위한 규제 완화 등의 패키지 지원을 통해 대·중소기업이 상생 협력하는 국내 공급망을 구축하는 것이다. 기술개발이 실제 수요기업의 생산으로 이어질 수 있도록 실증 및 양산테스트, 신뢰성 보증 등 단계별 정책 연계지원 또한 강화될 것이다. 앞의 대책들뿐만 아니라 한국 정부는 국제공조 및 대응체계 강화를 통해 일본의 반도체 재료 수출 규제에 대해 강경하게 대응하고 있다.

앞으로 한국 반도체는 어떤 방식으로 나아가야 할까? 현재 국내의 반도체 소재는 일본에 비해서 기술력과 양산 모두 떨어지는 상황이지만 이번 위기를 기회 삼아 국내 소재 산업의 국산화와 기술 개발을 이끌고 일본 의존도를 줄여 세계 경제 시장에서 더욱더 한국 반도체 산업을 발전시키는 방향으로 이끄는 것이 좋다고 생각된다. 넘어지면 걸립돌, 딛고 일어서면 디딤돌이라는 말이 있듯, 필자는 현재 한국 앞에 놓인 돌이 디딤돌이 될 수 있길 바라본다.

Flexible 한 압전 나노섬유

버려지는 에너지도 다시 보자!

백미정 (17학번)

전 세계는 이미 오래전부터 화석 연료의 고갈과 화석 연료 사용으로 인한 이상 기후 문제에 직면해왔다. 심각한 에너지 및 환경 문제를 해결하기 위하여 바람, 동물의 움직임, 자동차의 폐열, 방송 전파 등 주변에서 버려지는 에너지를 전력으로 하는 친환경 에너지 기술인 에너지 하베스팅 기술이 활발하게 연구되고 있다. 미세한 움직임으로 인한 진동이나 굽힘 및 하중과 같은 기계적 에너지, 혹은 무의미하게 사라지는 열에너지나 소리에너지 등을 전기적 에너지로 변환하여 사용하는 차세대 에너지 생산 방식이다. 다양한 에너지 하베스팅 기술 중 압전 에너지 하베스팅 기술은 압전체에 인장력이나 압축력이 가해지는 경우, 압전 물체의 결정을 구성하는 분자 혹은 이온 간 전기 쌍극자의 크기가 변화하여 전기장이 형성되는 원리로 전기가 발생하는 기술이다.

기존에 개발된 압전 에너지 하베스팅을 이용한 에너지 변환 소재는 주로 벌크형태로 개발되어 사용되고 있다. 그러나 외력을 가해 전기를 생성하는 특성상 오랜 시간 사용하면 압전 소자의 특성상 내구성 부분에서 한계가 발생한다. 또한, 최근 개발되고 있는 웨어러블 및 생체 삽입형 전자 디바이스들의 에너지원으로 사용되고 있는 압전 에너지 변환 소재의 경우 유연성이 요구되어 이러한 니즈를 충족시키기 위해서는 새로운 형태인 flexible한 소재를 이용하여 flexible압전 하베스팅 기술을 이용한 에너지 변환기술이 필요하다.

자가 충전되고 높은 에너지 변환 효율을 가지는 flexible 에너지 변환 소재로써 제작이 쉽고 다양한 세라믹과 합성이 용이하여 다양한 성능을 나타낼 수 있는 나노섬유와 이 나노섬유를 이용한 flexible 압전 나노섬유 에너지 변환 소재에 대한 연구가 현재 활발하게 진행되고 있다.

압전 나노섬유에 사용되는 압전 고분자로는 PVDF(polyvinylidene-fluoride)가 있다. PVDF는 고분자 사슬이 규칙적으로 배열되어 있는 crystallite 무질서하게 배열된 amorphous region 이 공존하고 있는 고분자이다. 고분자 사슬이 규칙적으로 배열된 crystallite 영역은 대개 주로 전기적 쌍극자가 한 방향으로 정렬된 강유전 구역에 해당하는 β 상의 형태로 존재하게 된다. 이때 일반적으로 높은 전압으로 분극공정을 필요로 하는 벌크형 압전체와 달리 나노섬유로 제작된 PVDF 고분자는 전기방사 시 높은 인가전압에 의해 정렬되기 때문에 별도의 분극 공정을 추가로 진행하지 않아도 되는 장점이 있다. 이러한 PVDF 고분자 말고도 압전 특성을 더욱 더 높이기 위해서 PVDF 보다 상대적으로 높은 결정성을 나타내게 되어 더 높은 압전특성을 보이게 되는 PVDF-TrFE 고분자와 P(VDF-TeFE)(Poly-Vinylidene Fluoride and Tetrafluoroethylene)고분자를 개발하여 압전 섬유에서의 특성 극대화를 위한 연구가 계속 진행 중이다.

하지만 압전 고분자 자체가 압전 세라믹 대비 압전 특성이 현저하게 낮다는 재료적 한계가 있고, 압전 세라믹 나노섬유는 압전 세라믹의 결정 구조를 얻기 위해 전기방사 후 진행되는 소결 공정 이후 유연성을 잃는다는 단점이 있다. 이러한 단점들을 극복하고자 압전 세라믹과 고분자를 복합화하여 기존의 압전 섬유에 비해 출력 전압이 약 20%정도 증가된 압력 나노섬유를 제조하는 연구가 진행되고 있다.

압전 나노섬유 기반 플렉서블 압전 에너지 변환 모듈에서 압전 소자의 성능을 극대화하기 위해 압전 소재 내부에 존재하는 도메인을 동일한 방향으로 배열하는 분극 공정을 실시한다. 위 그림은 전기에너지 발생원리를 보여준다. 분극 처리된 플렉서블 압전 소자의 굽힘 운동 시 인장 응력에 의한 기계적 변형이 일어나고 압전 포텐셜이 형성되어 자유전자들이 회로를 통해 홀러가 전기에너지가 발생한다. 이후 굽힘 운동을 위해 인가된 힘 즉 압전체 내 응력이 제거되면 상부 전극에 축적된 전자들이 처음 위치인 하부 전극으로 이동하여 반대 극성의 전기에너지가 측정된다.

다양한 형태의 압전 나노섬유 기반의 모듈의 예로는 PDMS에 일정한 패턴을 설계하여 압전 나노섬유를 적용시킨 모듈을 들 수 있다. Flexible 한 PDMS를 에너지 변환 소재 기관으로 활용하여 압전 나노섬유에 외력을 가할 때 일정한 패턴에 의해 외력이 더 집중적으로 나노섬유에 작용하여 압전효과뿐만 아니라 표면 재료와의 마찰전기도 추가로 발생해 출력전압이 높아지는 특성을 보여준다. 또한, 실생활 적용 사례로 손목에 나노섬유로 제작된 발전 모듈을 부착 후 손목의 움직임에 따른 출력전압 및 전류의 상대적인 값 차이를 이용하여 움직임 센서로 적용하고, 의류에 부착하여 인체의 움직임에 따라 전류를 생성하는 데 성공했다.

현대 사회가 IT-ET-BT 기술이 모두 융합된 유비쿼터스 사회의 모습으로 빠르게 진화함에 따라 새로운 기술의 개발이 요구되고 있다. 전기/전자 산업 기술 및 에너지 기술은 빠르게 변화하는 니즈(needs)에 따라 나노기술의 접목과 함께 새로운 패러다임의 전환을 맞이하고 있는 것이다. Flexible 압전 나노섬유를 이용한 에너지 하베스팅은 다른 발전 방법에 비해 얻기 쉽고, 친환경적이며 기존 벌크형 압전 에너지 변환 소재와 비슷한 수준으로 에너지 변환이 가능하다는 많은 장점들을 가지고 있다. 이는 도로, 철로, 활주로 등 각종 교통수단을 통해 발생하는 미활용 에너지부터 음파, 심장박동, 혈압 등 각종 인체 활동의 미세한 진동을 이용하기까지 다양하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 하지만 아직은 실생활에서 사용할 수 있을 만큼의 에너지 변환 효율을 낼 수 없는 실정이기에 여러 분야의 복합 기술을 통한 추가적인 보완이 필요하다. 하지만 머지않아 우리는 곳곳에서 에너지 하베스팅 기술을 이용한 에너지 재활용의 현장을 목격할 수 있을 것이라 믿어 의심치 않는다.

참고: Recent Research Trends of Flexible Piezoelectric Nanofibers for Energy Conversion Materials, 2019.6, 122-132

Bionics = Biology + Electronics

신경 보철기

정경원 (17학번)

<신경과 컴퓨터의 접속 = 신경 공학의 현재와 미래>라는 주제의 정준수 교수님의 강연을 들으며 알게 된 bionic에 관련해 신경 보철기를 통해 간략히 소개하고자 한다. 우선 바이오닉스(bionics)는 생물학(biology)과 전자공학(electronics)의 합성어이다. 생체의 기구, 기능을 공학적으로 연구하고 그 메커니즘을 정보 기술로 응용하는 학문으로 생체공학이라고도 한다. 신경 보철기(neural prosthetics)는 바이오닉스의 대표 연구 분야이며 신경 손상에 의해 발생한 감각 및 운동 장애들을 회복 또는 완화하는 것을 목적으로 생체에 부착되거나 이식되는 인공의 기계, 전자 장치들을 말한다.

신경 보철기의 역사 - 1790년대 Alessandro Volta는 자신의 귀에 금속 막대를 위치시키고 전원에 연결했을 때, 수프가 끓는 듯한 소리를 경험하였다고 보고하였다. 이 실험은 전기 자극에 의해 청각각이 유발될 수 있음을 보여주었고 이후에 다른 의사들에 의해 재확인되었으며, 이것이 현재의 인공 달팽이(Cochlear implant, Bionic ear)개발에 근거를 마련하여 주었다. 신경 보철기 역사에서 중요한 의미를 가지는 다른 장치들로는 1950년대에 개발된 이식형 심장 박동 조절기(Implantable pacemaker)가 있으며, 1970년대에 개발된 인공 달팽이 및 청각 뇌간 자극기(ABI : Auditory Brainstem Implant)가 있으며, 1980년대에 개발된 하반신 마비 환자가 서 있을 수 있도록 하는 허리뼈 전면 신경근 자극기(Lumbar anterior root implant) 등이 있다.

신경 보철기의 요소 기술들 - 신경 보철기는 치료하고자 하는 장애에 따라 그 형태와 기능이 달라지지만, 기본적으로 다음과 같은 요소 기술들을 바탕으로 구성된다.

1. 신경 자극 칩(Neural stimulation chip) 기술: 신경을 자극하는 전기 신호를 발생하는 반도체 칩으로, 안전한 신경 자극을 위해 양과 음의 전하량이 동일한 전기 자극 펄스(Charge balanced bi-phasic pulse)를 생성하는 기능이 포함된다.
2. 완전 밀봉 패키지(Hermetic package) 기술: 신경 보철기에 포함된 자극 칩이나 전자 부품을 생체 액이나 이온으로부터 보호해주는 데 사용되며, 생체 호환적인 물질(Bio-compatible material)로 제작된다.
3. 신경 신호 획득 및 신경 자극 전극(Electrode) 기술: 신경과 직접 접속되어 신경 신호를 획득하거나, 자극 칩에 의해 발생한 전기 신호를 신경에 전달하는 데 사용된다.
4. 신경 신호 처리 기술: 전극으로부터 획득된 신경 신호가 실제 어떤 의미를 지니는지를 분석하고 처리하는 데 사용된다.
5. 생체 통신(Bio-telemetry) 기술: 생체 내에서 이식된 칩의 동작에 필요한 정보를 전달하거나, 전극으로부터 획득된 신경

신호나 시스템의 상태를 체외로 전송하는 기술이다.

신경 보철기의 예시 - 신경 보철기의 예시로는 아래와 같은 것들이 있다.

1. 두뇌-컴퓨터 인터페이스(Brain-Computer Interface): 생물의 두뇌와 컴퓨터를 연결해서 쌍방향 통신을 가능하게 하는 수단으로, 뇌의 활동 과정에서 나오는 뇌파를 실시간으로 분석하여 어떤 임의의 장치를 제어하는 것이다. 접근 방법은 크게 동시 다채널 단일 세포 세포 외 기록법과 뇌파를 이용한 비침습적 방법이 있다. 전극 기반 BCI는 신경원의 활동 상황을 정확하게 측정할 수 있는 장점이 있지만, 기록용 전극을 대뇌 피질 안으로 삽입해야 하는 단점이 있고, 뇌파 기반 BCI는 측정된 뇌파 신호에 많은 잡음이 있어 해석하기가 쉽지 않다는 단점이 있다.

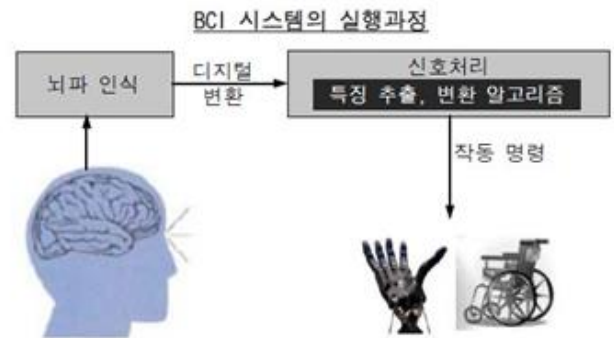


그림 1. BCI 시스템의 실행과정

2. 인공 시각 장치(Retinal Implant): 인공 시각 장치는 망막의 기능에 이상이 생겨 시각을 상실하게 된 환자에게 시신경을 전기 자극함으로써 시각 기능을 회복시켜 주는 장치이다. 인공 시각 장치는 전기적으로 자극하는 위치에 따라 분류할 수 있다. 첫째, 망막을 직접 자극하는 방식으로 광수용체가 있는 위치에 자극 전극을 이식하고 광수용체 다음의 신경절 세포를 자극하는 망막 하부 자극방식(Sub-retinal implant)과 유리체와 맞닿은 망막 표면에 전극을 이식하여 망막을 자극하는 망막 상부 자극방식(Epi-retinal implant)이 있다. 둘째, 시신경을 직접 자극하는 방식이 있으며, 셋째, 뇌의 시각 중추를 직접 자극하는 방식이 있다. 이들 장치는 모두 외부 영상 정보를 카메라에 의해 얻고 전극의 자극을 통해 적절한 전기 자극 신호로 변환한다는 공통점이 있다.

지금까지 인류의 삶의 질을 개선하기 위한 신경 보철기에 대해 알아보았다. 신경 보철기는 이제 더 이상 영화나 소설에서 나오는 허구가 아닌, 실제로 인류에 공헌하는 실체임을 알게 되었다. 현재 우리 사회에 많은 사람들이 다양한 신경 보철기를 사용하며 함께 생활하고 있음을 생각했을 때, 우리는 지금 바이오닉스 시대를 살고 있다고 말할 수 있다. 현재 연구 개발되고 있는 새로운 신경 보철기들이 모습을 드러내고, 나아가 이러한 신경 보철기들을 사용하는 것이 전혀 어색하게 느껴지지 않는 시대가 오기를 바란다.

참고 및 사진 자료: Wolpaw, J. R. et al (2002). T. M. Brain-computer interfaces for communication and control. Clinical

혈액응고인자를 함유하는 PVP 나노 섬유시트 지혈제

백미정(17학번)

현대사회의 발전으로 인해 인간의 평균수명은 늘어났지만 사고 급증, 고령 인구 비율 증가에 따라 조직 및 장기의 손상을 현대의학 기술을 통해 치료하기 위한 외과적 수술이 급증하고 있다. 대형사고나 외과수술 시 발생하는 과다출혈의 경우, 지혈제 처치가 필수적으로 요구된다. 생체에 상처가 발생하면 초기 1일 이내에 지혈 및 염증기를 거쳐 상피화가 진행되고 이어서 상피세포의 증식이 진행된다. 지혈제는 생체의 혈액 유출을 막고 상피화가 진행되어 외부 침입을 막는 가장 초기 단계에 적용된다.

지혈 방법에는 거즈를 대고 직접 눌러주거나 기구를 이용하여 봉합하는 기계적 방법과 혈액 응고제, 국소 지혈제를 이용하는 화학적 방법 등 여러 가지 방법들이 존재한다. 최근 혈액 성분이 음전하를 띠기 때문에 양전하를 띠는 고분자 재료를 이용한 지혈제 개발도 행해지고 있다. 하지만 기존에 존재하는 스펀지형 지혈제의 경우 지혈 효과가 떨어지고, 고가이며, 생체적합성이 낮다. 젤형의 경우에는 바이러스 감염 문제와 취급 및 보관이 어렵다. 또한 거즈나 압축 스펀지를 통한 패킹은 압박감을 유발하며 통증을 일으킬 수 있다는 단점이 있다.

위와 같은 문제점을 보완하면서 동시에 혈액과 직접적으로 접촉하므로 지혈효과, 생체적합성이 뛰어나고 독성이 없고 안전하며, 점막의 재생을 촉진하여 재 출혈을 방지할 수 있는 고기능성 지혈제의 개발을 지속하는 중이다.

이에 폴리비닐피롤리돈(polyvinyl pyrrolidone, PVP)을 주재료로 사용하며 CaCl₂, 트롬빈과 같은 혈액응고 인자를 함유하여 기존의 스펀지 혹은 젤 형태가 아닌 나노 섬유 형태의 지혈제가 개발되었다. PVP는 뛰어난 생체적합성 및 생체흡수성을 가지고 낮은 독성, 흡습성, 물에 용해되는 수용성 고분자이며 많은 유기용매에도 쉽게 용해되는 특성을 있어 의학, 화장품 및 생체재료 등 응용범위가 매우 다양하다.

나노 섬유는 특성상 넓은 표면적을 가지고 나노 사이즈의 직경을 가지는 섬유가 부직포 형태로 촘촘하게 층층이 쌓여 있어 빠르게 혈액을 흡수하고 혈액응고인자를 신속하게 방출시켜 줌으로써 우수한 지혈 기능을 가진다. 또한 직경 1μm 이하의 섬유를 제조할 수 있는 전기방사 기술이 적용된 나노 섬유 부직포는 매우 작은 직경 및 공극을 가지며 또한 큰 비표면적을 가져 혈액응고인자의 효과를 극대화할 수 있다.

개발된 PVP-CaCl₂-thrombin 나노 섬유의 In Vitro 평가법으로 시험 결과 아래의 그래프 같은 결과를 볼 수 있다. CaCl₂와 트롬빈을 포함한 PVP가 혈액응고시간이 약 4배 정도 빠른 것으로 나타났다. In Vitro 평가법은 채혈된 혈액을 체외에서 시료와 접촉하게 시키고 그 혈액이 응고할 때까지의

시간을 측정하여 혈전성의 기준으로 삼는 방법이다. 즉 응고 시간이 짧을수록 혈액응고인자의 활성화, 혈소판의 점착 능력이 크고 혈액 응고 능력이 우수하다고 할 수 있다.

지혈제가 체액과 직접적으로 접촉하는 의료용 소재인 만큼 세포독성시험을 통한 생체안전성의 검증이 필수적이다. 세포독성시험은 쥐의 섬유아세포의 배양환경 아래에서 시험물질의 세포독성을 정성적 및 정량적으로 평가하는 시험이다. 나노 섬유 지혈제로부터 용출된 용액에서 48시간 동안 세포를 배양하였을 경우 92% 이상의 세포가 생존하였으며 세포독성이 매우 낮음을 나타내는 결과를 얻었다.

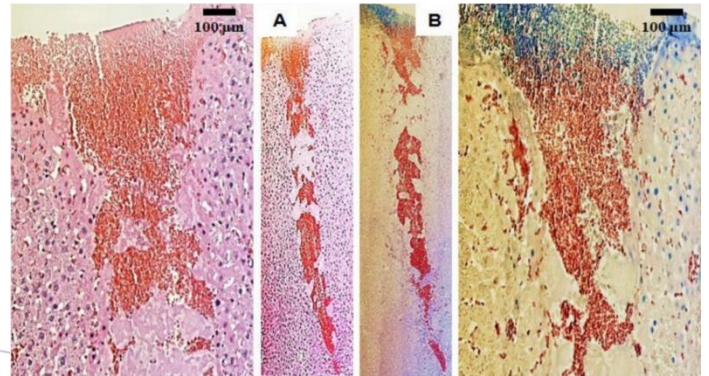


그림 1. 지혈제에 의한 간 조직 지혈 부위 사진

그림은 지혈제에 의한 간 조직 지혈 부위의 조직학적 사진이다. Hematoxylin-eosin 조직염색을 통해 핵은 진청색, 세포질 연홍색, 피브린은 진홍색으로 염색 시켜 절개조직 주변의 세포분포 및 수복 형태를 확인할 수 있다. 그림의 A를 보면 상처 구역에는 대량으로 응집된 피브린이 채워져 있고 주변부에는 간 조직의 핵 및 세포질이 관찰된다. 또 Carstairs's 조직염색을 통해 피브린을 진홍색, 혈소판은 청색, 적혈구는 진황색으로 염색하여 지혈된 조직의 상태를 볼 수 있다. 지혈이 시작되면 일차적으로 상처 부위에서 다량의 혈소판 유착이 발생하고, 이차적으로 피브린이 적혈구와 혈소판을 응집하도록 섬유소를 생성하여 혈전을 형성하게 된다. 그림 B를 보면 상처 내부에는 피브린 및 적혈구가 대량으로 존재하고 절개조직의 상부에는 혈소판이 응집되어있음을 확인할 수 있다. 이는 출혈이 발생한 상처 표면의 혈액에 비 표면적이 큰 PVP-CaCl₂-thrombin 나노 섬유 지혈제와 분산된 칼슘 이온과 트롬빈이 빠르게 접촉하면서 혈소판 분비의 활성화한 후 단단한 섬유소로 혈전 형성을 촉진한 것으로 볼 수 있다.

CaCl₂와 트롬빈이 균일하게 분산된 PVP 나노 섬유를 셀룰로스 부직포 상부에 방사함으로써 혈액응고인자가 함유된 이중 층 나노 섬유 지혈제가 개발되었다. PVP-CaCl₂-thrombin 나노 섬유형 지혈제는 상용 지혈제보다 우수한 지혈 능력을 나타내었으며 외과용 지혈제로 적용 및 응용 가능성이 기대된다.

참고 및 사진자료: Eun Jung Sim, Fabrication of Bioabsorbable Poly(vinyl pyrrolidone) Nanofibrous Sheets Containing Blood Coagulants for Hemostatic Application, 2019.7, 629-639

나노 사물인터넷(IoNT) 기술

‘똑똑한 녀석들의 전성시대’

최희승 (18학번)

현대 사회를 가장 잘 표현하는 말이다. 온종일 함께하는 스마트폰부터 스마트 자동차, 스마트 홈, 스마트 공장, 스마트 시티까지 다양한 기기나 환경에 ‘스마트’란 수식어가 붙는다. 우리 삶 속 100억 개가 넘는 기기들이 서로 연결되며 세상이 똑똑해졌는데 이는 사물인터넷(IoT · Internet of Things) 덕분이다. 그렇다면 사물인터넷(IoT · Internet of Things)은 무엇일까? 사물인터넷은 사물의 연결을 통해 정보의 분석, 가공, 예측이 가능한 인프라 기술로 현재 RFID, USN, M2M의 영역을 넘어 인터넷의 영향력을 일상생활에서까지 보편적이고 개인적으로 친밀하게 만들고 있다.

나노 전자기 통신은 새로운 나노 물질을 기반으로 구성요소로부터 전자기(EM) 복사를 전송 및 수신하는 것으로 정의한다. 이러한 물질에서 관찰되는 고유한 특성은 전자기 복사 방출의 특정 대역폭, 방출의 시간 지연 또는 주어진 투입 에너지에 대한 방출 전력의 크기에 의해서 결정되며, 현재는 그래핀 기반의 테라헤르츠 밴드 통신방식이 주로 연구되고 있다. 생물학적 분자 통신은 분자 내에 인코딩된 정보의 송수신으로 정의된다. 정보를 보내는 나노 머신은 정보 분자(예: DNA, 단백질, 펩타이드)들한테로 정보를 인코딩하며, 정보는 DNA 구성 요소 내에서 전달될 수 있다. 즉, 나노 사물인터넷(IoNT)은 아래와 같이 두 가지 광범위한 통신 분야를 사용한다.

1. 전자기 나노 통신(Electromagnetic Nano-Communication): 나노 물질을 기반으로 하는 구성 요소로부터 전자기(EM) 복사를 전송 및 수신하는 것으로 간주한다.
2. 생물학적 분자 통신(Molecular Communication): 분자로 인코딩된 정보의 전송 및 수신으로 간주한다.

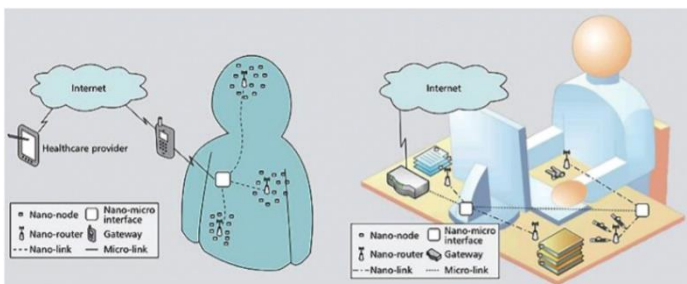


그림 1. IoNT 네트워크 시스템 구성 기본

- 나노 노드(Nano-Nodes)

근거리에서의 데이터와 메모리가 적은 경우, 계산 및 전송과 같은 다양한 작업을 수행하는 가장 작고 단순한 나노 머신이다. 신체 센서 네트워크를 고려할 때, 인체에 장착된 생물학적 센서는 나노 노드로 간주한다.

- 나노 라우터(Nano-Routers)

나노 노드와 비교하여 계산 능력이 뛰어나며, 나노 노드에서 나오는 정보를 수집하는 역할을 함. 나노 라우터는 교환 제어 명령을 통해 나노 노드를 제어한다.

- 나노 마이크로 인터페이스 장치

나노 라우터에서 나오는 정보를 통합하여 마이크로 스케일로 전송하고, 그 반대로도 전송함. 나노 통신 기술을 사용하여 나노 수준에서 의사소통을 할 수 있는 하이브리드 장치와 고전적인 네트워크 프로토콜을 사용하는 전통적인 통신 네트워크와 작동이 가능하다.

- 게이트웨이

인터넷을 통해 전체 나노 사물 네트워크를 원격 제어한다.

나노 사물인터넷은 1~수백 나노미터 크기의 디바이스를 사용함으로써 생명 공학, 바이오 의학, 산업 농업, 환경, 국방과 같은 분야에서 고급 솔루션을 제공할 수 있다. 저렴하고, 초소형인 나노 디바이스는 응용 환경에 쉽게 분포시켜 기존 IoT보다 정교한 데이터 수집이 가능하고, 새로운 응용 분야로 확장할 수 있다.

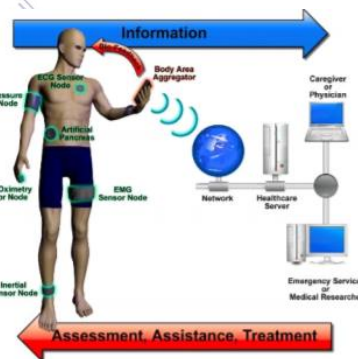


그림 2. IoNT를 이용한 실시간 건강 모니터링

‘의료 모니터링 / 나노 센서 기반 신체 센서 네트워크’는 현재 IoNT의 응용을 볼 수 있는 최초이자 가장 중요한 어플리케이션으로써 감염 인자 검출, 암의 종류 식별, 건강 모니터링(포도당, 혈액, 심장, 뇌세포), 스마트 약물 전달 시스템(drug delivery systems) 등의 환자의 생물학적

활동 및 기타 세부 사항을 수집하고, 모니터링하는 기능을 수행할 수 있다. BSN(Body Sensor Network)에서 사용되는 나노 센서는 환자의 건강과 관한 된 적시의 정보를 얻기 위해 의사가 사용하는 웨어러블 장치로 실시간 데이터를 제공한다. 이외에도 ‘정밀 농업’, ‘환경 모니터링’ 등 사람이 접근하기 어려운 곳까지 응용범위를 확장할 수 있다.

언젠가 먼 미래에는 IoT에 연결되는 사물이 향후 지금까지 고려되고 있는 사물 이외에도 나노 기술, 나노 머신, 나노 사물인터넷 기술의 발달에 따라 나노 크기의 디바이스까지 확장되어 향후 새로운 네트워크 패러다임으로 출현될 것으로 전망되고 있다.

참고 및 사진자료 박찬원, 표철식, 차세대 IoT-나노 사물인터넷(IoNT) 기술 동향(2017)

WRITER REVIEW

밀란 쿤데라

<농담>, <무의미의 축제>,
<참을 수 없는 존재의 가벼움>.

이지은 (18학번)

가벼운 것과 무거운 것의 기준을 정하는 일은 어렵고, 가지 사이에서 개인의 선호를 건주어 보기도 쉽지 않다. 그렇지만 책 <농담>의 제마네크는 통속적으로 가벼운 사람으로 치부될 수 있을 거 같다. 그 사람에게 신념이라는 것이 도대체 있기는 한가? 뛰어난 언변과 처세술을 가진 그는 시대가 변했다는 한마디로 과거의 자신과 단절은 고한다.

책은 1, 3, 5부의 제목이 루드비크, 2부 헬레나, 4부 야로슬라프, 6부 코스트카, 7부 루드비크, 헬레나, 야로슬라프로 구성 되어 있고, 이름이 명시된 인물이 화자로 등장한다.

가장 주축이 되는 인물을 꼽으라면 루드비크이다. 스탈린 시대에 태어나 체제에 충성하는 학생이었지만 좋아하던 여학우에게 농담으로 쓴 반역 투의 엽서(나관주의는 인류의 아편이다! 건전한 정신은 어리석음의 악취를 풍긴다! 트로츠키 만세!)가 발각되어 이전과의 삶과 판도가 달라진 인물이다. 후에 그는 학습권을 박탈당해 정치범을 취급하는 부대에 입대하게 되고, 자신의 삶이 다시는 이전과 같아질 수 없음을 절감한다.

그는 원한에 이끌려 고향으로 끌려오고, 과거의 일을 한순간도 잊지 못한다. (마지막 장인 7부 이전까지의 루드비크에 대한 장이 모두 회상으로 진행되었다는 것은 의도된 연출 방법이었을 것이다) 스탈린이 무너졌음에도 그 시절 신념에 대해 생각하고, 전통음악과 '왕들의 행진'은 그가 그것을 섬겼을 때도, 혐오하게 되었을 때도 그의 뇌리에 박혀 있었으며 마침내 책의 끝자락에서 '전통음악과 진정한 화해'를 하기까지 한다.

제네마크는 루드비크를 추방하는 당 위원 회의 재판에서 재판 봉을 두드린 사람이지만 스탈린이 무너진 20여 년이 지난 후에는 젊은이들의 사상을 찬양한다(대학생 여자친구를 데리고 다니면서). 헬레나는 제마네크의 부인이며 당의 충견으로 살던 인물이다. 헬레나가 제마네크의 아내라는 사실 때문에 자신에게 접근한 루드비크에게 진정한 사랑을 느끼고 편안하게만 살아왔던 삶에 작별을 고하고 불륜을 저지르며 그가 떠나려 하자 자살 시도까지 기하게 된다.

무겁다는 평가는 루드비크가 가져왔다. 그래서, 누가 행복했나?

밀란 쿤데라의 책들을 관통하는 것은 가벼움을 찬양하는 작가라는 점이다. 바람둥이면서 지조도 없고 신념도 없는 제마네크는 많은 독자로부터 비난받는다. 하지만 소설 안을 들여다봤을 때, 제일 행복한 사람은 불굴의 의지와 복수심을 가진 루드비크도 아니고, 전통문화의 흥망성쇠와 인생을 함께한 야로슬라프도 아니다.

장을 번갈아 서술자가 바뀌는 <농담>의 특이한 서술 방식은 세계를 해석하는 모든 가치관이 어떻게든 살아남는다는 생각이 들게끔 한다. 과한 의미를 부여하든, 너무 로맨틱하게 생각하든, 무지하든, 제 편한 대로만 생각하든 사람들은 다들 제각각 생각하고 그 결이 아주 다르다. 공통으로 동의하는 합리성이 도출된다는 게 경이로울 정도로 아주 제멋대로다. 심지어 실패했을 때도, 틀렸다는 것을 알아차렸을 때조차 자기 방식대로 해석해버리고 아주 주관적인 교훈을 얻는다. 학습은 일어나지만 절대 가치관의 교환은 일어나지 않는다. 루드비크는 절대로 제마네크나 헬레나로 살 수 없다.

개인의 선택이 제한되어 있다

<무의미의 축제>는 밀란 쿤데라의 최신작이다. <농담>은 시대의 과오를 무시하고서는 책을 읽기가 '불가능'이다. 인물이 선택한 삶의 책임을 시대도 나눠 가져야만 한다. 그래서 사실이 책은 제시하는 바는 알겠으나 무엇을 '제안'하는지는 모르겠다. 처녀작인 점도 한몫했으리라 생각한다. <참을 수 없는 존재의 가벼움>은 비교적 아주 개인에 집중된 책이고, '키치'라는 개념에 포커싱되어있다. 가장 대중적인 이유도 여기에서 기인한 게 아닌가 싶다. 대중에게 하는 담화보다 개인에게 말하는 직언이 귀에 훨씬 잘 쏙히니까.

키치의 원래 정의는 '하찮은 모조품, 저렴한 것'을 뜻하는 독일어다. 밀란 쿤데라가 정의한 키치는 존재에 의미를 부여하여 감동을 일으키는 것, 존재를 있는 그대로 보지 못하게 하는 것으로 정의한다. 인물들이 서술하는 부분은 은유로 도배되어 있다. 본질을 스스로 느끼는 것(자아)조차 은유에서 자유롭기 어려운데 주관적 관찰자가 수용하는 모든 것 어떻게 그것에서 자유로울까.

<무의미의 축제>는 처음으로 작가가 무엇인가를 제안하고 있다. 소심하고 유토피아적이지만, 작가는 '사과하는 사회'를 제안한다. 공감에서 비롯된 배려가 사회가 85살 노 작가가 말하는 사회의 지향점이다.



무의미의 축제

최초 발행일: 2013년

장르: 장편소설, 문학 픽션

농담

최초 발행일: 1967년

장르: 장편소설, 풍자, 정치물

참을 수 없는 존재의 가벼움

최초 발행일: 1984년

장르: 장편소설, 연애 소설, 마술적 사실주의, 철학물