

2015
August
vol.04

융합 Weekly TIP

Technology | Industry | Policy

발행일_ 2015.08.31 | 발행처_ 융합연구정책센터

Technology

Industry

Policy

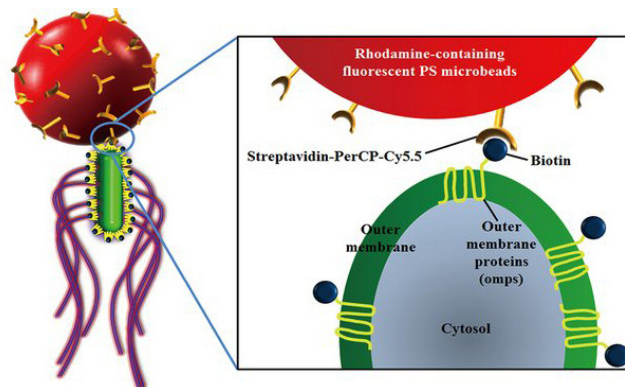
마이크로봇과 나노봇의 응용분야

박정아 | 융합연구정책센터

기술개요

● 마이크로봇(microbot)은 지름 1mm 이하 크기의 마이크로(10^{-6} m)로 구성되며 자율 마이크로봇과 곤충형 마이크로봇 두 가지 범주로 분류

- (자율 마이크로봇) 자율 마이크로봇은 로봇 자체 내 존재하는 컴퓨터에 의해 제어되고 마이크로프로세서 혹은 마이크로컨트롤러와 컴퓨터 관련 회로 역할을 함
- (곤충형 로봇) 꿀벌이나 개미 떼처럼 공동으로 운영하는 마이크로봇이며, 곤충형 마이크로봇 무리는 하나의 컴퓨터 장치에 의해 제어되고 일반적으로, 각 구성 로봇은 동일하며 마이크로봇 일괄 작업을 수행

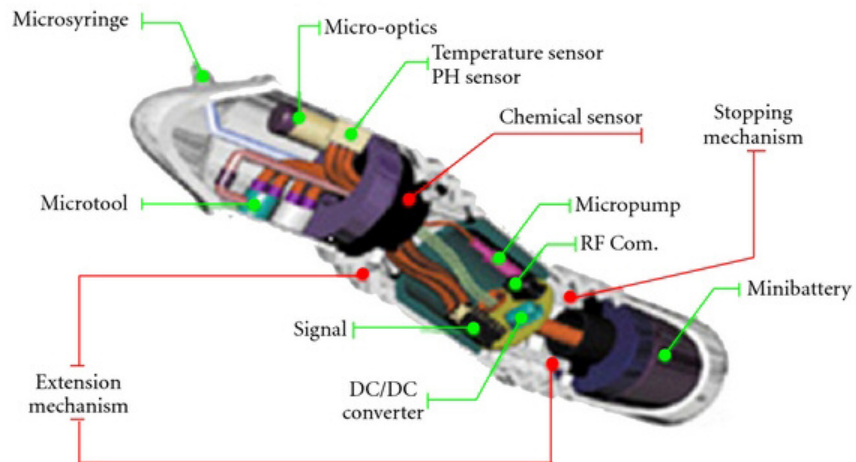


마이크로봇 구조

※ 출처 : New paradigm for tumor theranostic methodology using bacteria-based microrobot(Nature microbiology), Sung Jun Park et al., 2013.11

● 나노봇(Nanobot)은 나노(10^{-9} m) 크기의 로봇으로 회로, 기계 등 동등한 분자 수준에서 작업을 수행하도록 설계

- 의학 분야에서 의약품 전달과 암 치료가 가능
 - ① 나노봇을 인체에 주입하면 사람의 혈관 속을 돌아다니면서 바이러스를 박멸하거나 세포 안으로 들어가서 손상된 부위 복구
 - ② 혈관 속에 쌓인 지방이나 혈전을 찾아내 분해하여 뇌출혈이나 심혈관 질환 예방
 - ③ 암세포를 물리치기 위해서는 수백만개 이상의 나노봇이 필요한데 나노봇이 스스로 복제 가능



활성 의료 로봇으로 사용되는 나노봇

※ 출처 : Swallowable wireless capsule endoscopy: Progress and technical challenges(Hindawi), Guobing Pan and Litong Wang, 2012.10

● 마이크로봇과 나노봇으로 경제적 비용을 절감할 수 있고, 인간 편의를 향상시킬 수 있음

- 마이크로와 나노 부품의 정밀한 처리 : 마이크로와 나노로봇의 특성 치수는 밀리미터(mm) 및 나노미터(nm) 범위에서 작동 가능하며, 사용되는 응용 프로그램에서 높은 정확도를 제공
- 인간의 노동력 절약 : 마이크로나 나노 크기의 세부적인 집종을 요구하는 작업은 지루하고 엄청난 집종을 필요로 하는 반면에, 로봇은 큰 효율성과 빠른 속도로 작업을 대체
- 효율적인 비용 : 일반적인 기계장치 로봇은 실험실이나 제조 공장에서 거대한 공간과 전력을 많이 소비하는 하지만, 마이크로로봇과 나노로봇은 훨씬 작은 공간과 적은 전력으로 동작
- 초경량, 내구성 및 낮은 유지 보수 : 마이크로로봇과 나노로봇의 속성은 매우 작고 무게가 거의 나가지 않으며, 의학에서 사용되는 나노로봇의 경우 체내에 오랜 시간 머물러야하기 때문에 긴 내구성을 가짐
- 유연성 : 마이크로로봇은 유연한 디자인으로 제작하고 프로그램에 따라 다양한 역할수행이 가능

● 마이크로로보틱스(microrobotics)의 발전으로 다양한 응용분야, 지난 몇 년 동안 지속적인 연구개발로 개척되었으며 그 가능성을 보여줌

- 제조 : 메조 스케일(meso-scale)의 정밀 작업을 수행하고 상이한 성능을 가진 다수의 마이크로로봇을 결합하여 고정밀 부품 제어, 밀링, 분쇄 등의 기계 가공 프로세스에서의 정확한 렌더링을 위하여 사용
- 원격 탐사 및 군용 : 비행용 마이크로봇은 원격 탐사 및 감시를 위한 센서와 카메라를 탑재하며, 위험한 환경에서 수색 및 구조 작업과 자연 재해 시 사용
- 생물학적 영감 : 곤충, 생물학적 현상 과정의 여러 특성 등 자연에서 영감을 받은 곤충 비행, 다족 이동 등 모방
- 의학 : 간 및 뇌와 같은 도달 할 수 없는 기관에 비침습적 절차를 수행하는 수술 절차에 사용. 자기 제어 마이크로봇은 혈류를 통해 이동하고 정확한 진단을 제공

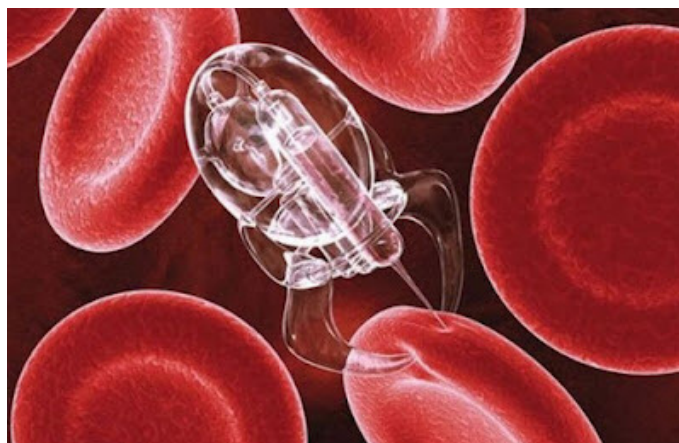


소금쟁이 마이크로로봇

※ 출처 : Wordlesstech.com

❖ 나노로봇은 의료 분야에 큰 응용 잠재력을 가지고 있으며, 일부 분야에서는 이미 나노로봇의 활용 가능성을 증명

- 표적 약물 전달 : 체내에 약물을 전달하는 효과적인 도구로 나노로봇의 광범위한 사용을 확인. 이 기술이 실용화 되면, 치료 절차 혁신뿐만 아니라 질병 치료가 가능
- 진단 : 높은 정확도로 질병을 진단하는 체내의 프로브로서 활용
- 재생 의학 : 인공 조직을 구축하는 프로세스를 최적화 할 수 있음을 증명하였고 손상된 조직과 장기를 재건 할 수 있음
- 암 치료 : 표적 세포로 약물을 전달하여 암세포의 사멸을 유도. 기존의 화학 요법 중심의 암치료 대체 가능



약물 전달용 나노로봇

※ 출처 : The future of medicine: Nanorobotics(SPAC), Bhavieethra Mohanathas, 2013.11.

 대표
연구기관

⚙️ 곤충형 마이크로봇 : Harvard Microrobotics Laboratory (미국)

- 마이크로 기계, 제어, 유체 역학 및 전자공학 등의 지식과 기술을 융합하여, 새로운 마이크로 로봇을 만들기 위한 설계도구와 장치를 활용하여, 마이크로로봇의 응용프로그램 연구를 수행

① 날개 플랩 마이크로봇

- 로봇벌(Robobees)은 꿀벌의 특성을 가진 소형 로봇으로, 곤충의 집단행동과 역동성을 복제하고 다수의 응용 프로그램에 적용 확장하기 위해 개발함

마이크로봇의 설계 및 조립은 로봇의 자율 비행에 대한 정확한 센서와 원격 측정기술을 필요로 하며, 연구팀은 로봇이 조정 알고리즘과 통신 프로세서, 물리적 기능을 곤충과 같이 작동하게 생성

② 보행 마이크로봇

- 보행 로봇은 곤충과 지네에서 영감을 얻었으며 속도, 정확성 등의 특성을 살린 로봇의 프로토타입을 생성하여 시연하였음

- 육각 로봇은 주목할 만한 모델이며, 지네 마이크로봇은 많은 다리를 이용한 잠재적인 기능을 연구

- (적용되는 시장) 작물 수분, 군사 감시, 원격 탐사, 재해 구조 작업 등 많은 응용 프로그램에서 사용

⚙️ 마이크로봇을 이용한 스마트 제조 : SRI International(미국)

- 반자성 마이크로 조작(Diamagnetic Micro Manipulation, DM3) 기술을 이용하여 전자 기적으로 인쇄 회로 기판(PCBs)에 의해 여러 자성 마이크로로봇을 제어하는 기술을 개발

- 마이크로 크기의 정밀도 제조 공정을 수행하는 마이크로로봇 조립체를 만드는 방법에 초점을 둠

- 향상된 DM3 기술은 여러 산업에 대변혁을 가져올 것이며, 전자 제품에서 광전자 및 하이브리드 회로의 생산을 활성화할 전망

- (적용되는 시장) 생명 공학에서는 마이크로 유체, 직물 제품. 비실리콘 기반 회로의 제조로 군사 및 우주 공학의 혜택을 확장할 전망

⚙️ 나노 로봇을 이용한 약물 전달 : Aarhus University Department of Molecular Biology and Genetics(덴마크)

- 인체에 사용하는 분자 약물 전달 나노 로봇인 DNA Nanocage는 이탈리아, 미국의 연구자와 공동으로 오르후스 대학 연구팀에 의해 만들어진 나노로봇임

- 인간 DNA 8개의 다른 분자로 구성되고, 효소 또는 약제를 운반 할 수 새장형 구조를 형성하는 분자를 결합하고, 주위 온도의 변화에 대응하여 온도에 따라 나노봇이 열거나 닫음

- 연구팀은 nanocage의 특성상 특정 질환 세포에 약물 전달을 가능하게 하여 약물 치료를 정의

⚙️ 나노봇을 이용한 암 치료 : Wyss Institute of Biologically Inspired Engineering, Harvard University(미국)

- 위스 연구팀은 악성(암) 세포의 사멸을 유도 할 수 있는 DNA(배럴 형태)를 사용하여 나노봇 개발

- 이 나노로봇의 특징은 세포의 복잡한 조합의 특정 세포에 대한 분자 표적 지시를 전달할 수 있다는 것

- DNA 배럴은 폐쇄적 세포 단백질과 특이 질병 마커를 인식 할 수 있는 DNA에 의해 유지하며, 표적이 확인되면, 잠금 분해 및 이에 포함된 콘텐츠를 해제하는 배럴 오픈

- 연구팀은 백혈병과 림프종의 암 세포를 죽이는 나노봇의 작업을 보여 주는데 성공하여, 현재 다수 나노봇 치료의 장점을 확장하는 새로운 DNA 구조 및 항체 조합을 개발



시장예측 및 전략

예측

- (미래 혁신) 다양한 응용분야에 대한 가능성을 보여주는 마이크로봇과 나노봇 기술 개발의 새로운 단계로 앞으로 잠재력을 실현 할 것으로 예상하며, 대학교 및 연구소는 이 분야의 혁신에 상대적인 강점을 보유
- (기술 개발) 센서, 재료, 전원 기술은 마이크로 및 나노 로봇 분야에 영향을 줄 것으로 예상. 현재는 주로 파일럿 연구단계이며, 기술발전은 마이크로봇과 나노봇의 대량 생산과 활용을 촉진
- (영향권) 마이크로봇 미니어처 자율 로봇, 의료 진단 및 제조의 발전에 큰 영향을 가질 것이며, 나노로보틱스의 발전은 고급 진단 기법과 암 치료의 개발로 이어질 것임
- (공동 접근 방식) 정부 및 기타 자금 조달 조직이 소형 로봇의 개발에 더 많은 지원을 할 것으로 예상. 반도체 산업 및 의료 과학 분야의 글로벌 플레이어는 마이크로 및 나노 로봇의 개발에 더 많은 투자를 할 것으로 예상

발전방향

- 의료용 마이크로봇 핵심 원천기술
 - ① 내시경타입 로봇과 알약형태의 검사로 붓 수요발생 및 소형 유연 관절 로봇 기술, 초소형말단 장치, 비구조 환경 내 위치 인식 및 이동기술 동시 필요
 - ※ 핵심원천기술에 가장 근접해 있는 국내 마이크로로봇 기술개발을 위한 투작확대, 필요
 - ② 마이크로봇 나노봇의 의료분야 활용은 신체손상의 최소화로 수술 후 삶의 질 개선 기대할 수 있으며, 실용화를 위해 요구 성능 및 기능의 신뢰성 확대가 필수적
- 향후 정책 방향
 - ① 의료용 로봇분야에서 세계 경쟁력을 강화하는 바람직한 마이크로로봇 발전방안에 따른 정책 추진이 필요
 - ② 초기 시장형성단계부터 정부의 전략적 접근이 필요하며, 국내 마이크로로봇에 대한 장기적인 정책 추진이 필요한 시점