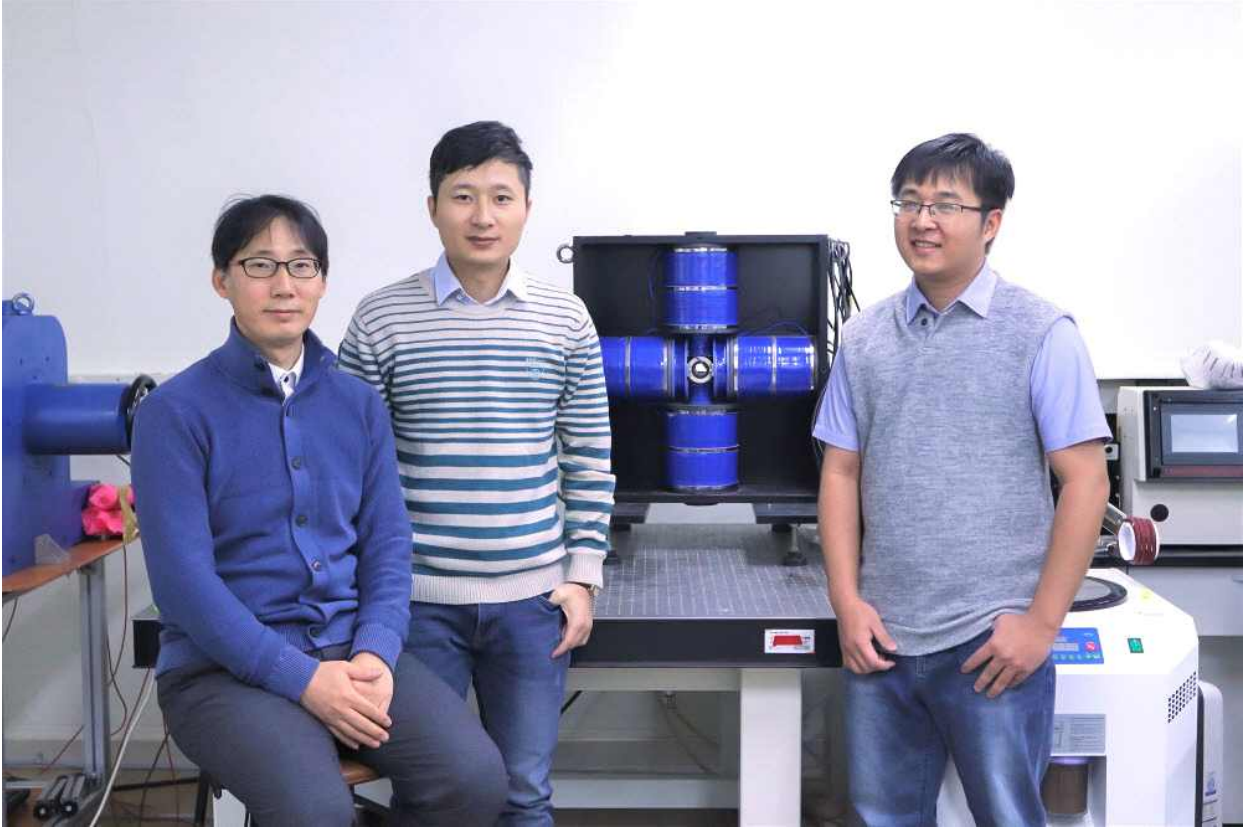


반려동물 생체영상 촬영하는 3차원 자기입자영상(MPI) 장치 독자 개발

- 동일 해상도에 기존보다 최대 5배 시야각 확보...난치성 뇌질환 치료 활용 기대
- 윤정원 교수팀, IEEE Transactions on Industrial Electronics 게재



▲ (왼쪽부터) 윤정원 교수, Tuan-Anh Le 박사후연구원, Minh Phu Bui 박사과정생

현재 실험용 쥐와 같은 소(小)동물에만 사용할 수 있는 차세대 의료영상 기술인 자기입자영상(MPI)* 장치를 동물병원 등에서 반려견 같은 중(中)동물의 생체영상 촬영에도 적용할 수 있는 국내 독자 기술이 개발됐다.

인체 촬영도 가능한 MPI를 개발할 수 있는 원천기술로서, 향후 기술 고도화를 통한 인체 촬영이 가능해질 경우 나노입자를 이용한 뇌 부위 표적약물전달, 비침습 뇌 자극, 뇌종양 발열 치료 등 환자 맞춤형 난치성 뇌질환 치료법 발전에 획기적인 기여를 할 것으로 기대된다.

* 자기입자영상(Magnetic Particle Imaging, MPI): 생체에 무해한 산화철 나노입자의 농도·위치를 영상화할 수 있는 비침습적 분자영상기기. 방사선 없이 작동 가능하며 3차원 분포 영상을 실시간으로 촬영할 수 있어 심혈관·뇌혈관 등의 진단, 세포 라벨링 및 추적, 표적약물전달 등 다양한 의료분야에서 사용될 수 있다.

MPI 기술은 의료영상 분야 선진국인 미국·독일 등의 일부 기업에 의해서만 개발돼 상용화 장비가 수십억 원에 판매되고 있는 차세대 의료영상 기술로, 기존 MPI 장치는 말초신경자극(peripheral nerve stimulation)을 일으키는 자장 변화율 제한 및 경사자기장*의 물리적 특성으로 소동물에서의 고해상도 의료영상 촬영만 가능하다.

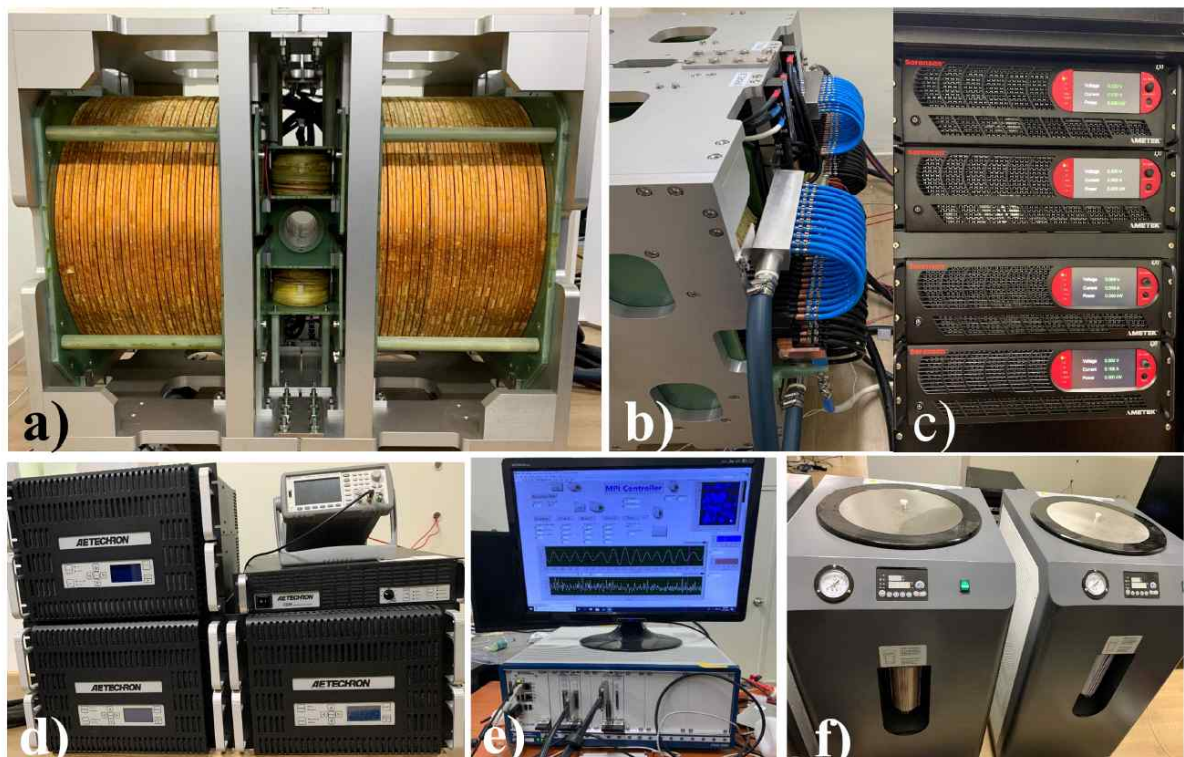
중동물 이상의 생체를 촬영하기 위해선 넓은 시야각 확보가 필요한데, MPI의 넓은 시야각 확보를 위해 구경(bore)의 크기를 증가시킬 경우 경사자기장*이 급속히 감소해 낮은 해상도의 영상만 얻을 수 있다. 따라서 **임상 적용으로의 확대를 위해서 넓은 시야각을 확보하면서 높은 해상도를 제공하는 MPI 의료장치의 개발은 가장 시급히 해결해야 할 문제이다.**

* 경사자기장(magnetic gradient field, 단위:T/m): 자장의 변화(ΔB)를 거리(Δs)의 변화로 나눈 것으로 정의할 수 있다. MPI에서는 경사자기장 생성을 통해 자성나노입자가 여기자장(excitation field)에 반응하여 전기신호를 발생시키는 자기장제외구역(Field Free Point, FFP)을 발생시킬 수 있고, 경사자기장이 커질수록 자기장제외구역(FFP)의 크기가 작아져서 영상정밀도를 높일 수 있다.

지스트(광주과학기술원, 총장 김기선) 융합기술학제학부 윤정원 교수 연구팀(뇌나노 로봇연구센터)은 중동물을 대상으로 자성나노입자를 추적자로 사용, **고분해 생체영상을 실시간으로 촬영할 수 있는 3차원 자기입자영상(MPI) 장치를 개발하는 데 성공했다.**

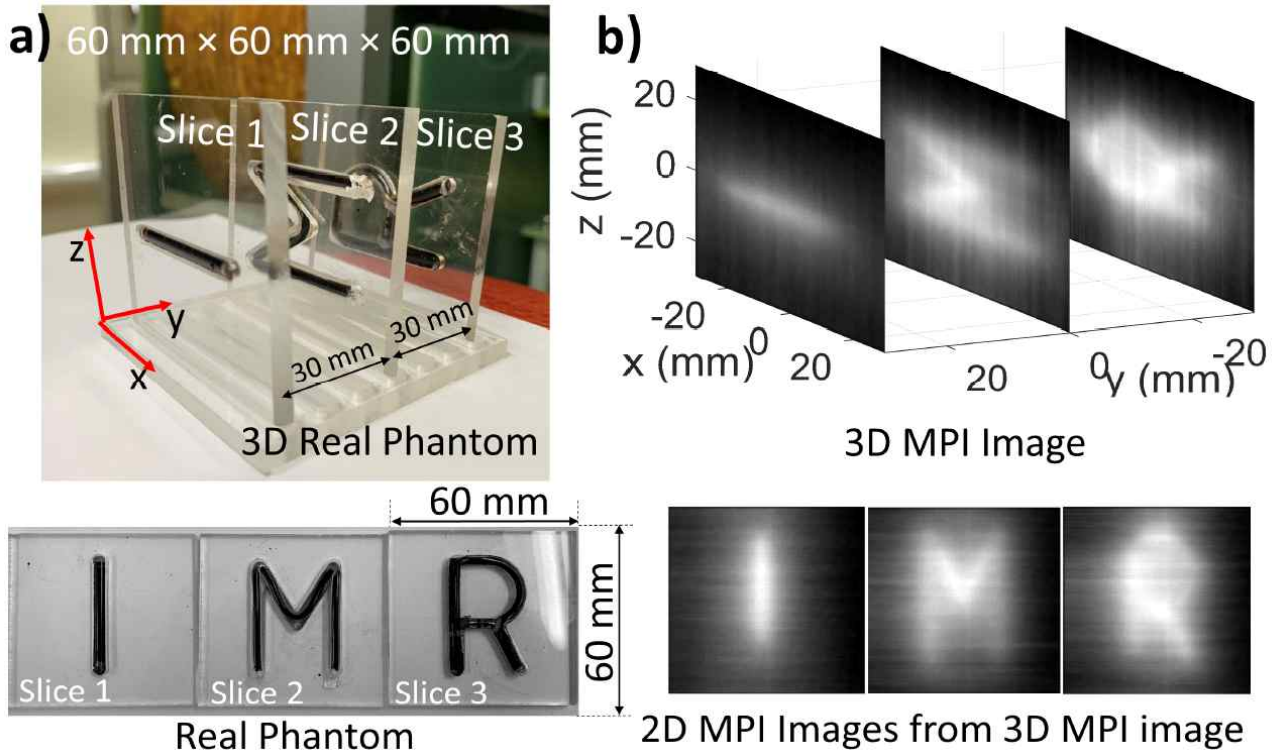
연구팀은 90mm의 보어 크기와 최대 4T/m의 높은 경사자기장으로 중동물에 사용 가능한 MPI 시스템을 개발했다.

개발된 **진폭변조(Amplitude Modulation) MPI 방식**은 영상 스캐닝에 필요한 드라이브 코일과 나노입자에서 신호를 생성하는 여기코일을 구분하여, **MPI의 크기·무게 및 전력 요구사항을 최소화하고 높은 경사자기장을 제공하면서도 말초신경자극(PNS) 발생의 위험을 낮출 수 있다.**



▲ 중동물용 AM-MPI09장치: a) MPI 정면, b)MPI 측면, c) 직류파워서플라이장치, d) 파형발생기(Function generator) 및 파워증폭장치, e) 컴퓨터 인터페이스장치, f) 냉각 장치

따라서, 개발된 3차원 MPI는 고해상도(1mm) 영상을 2Hz 이상의 빠른 속도로 촬영하면서 2.5T/m 경사자기장 조건에서 기존 상용화된 MPI 장치보다 최대 5배가량 넓은 시야각을 확보했다.



▲ AM-MPI로 측정된 3차원영상 (a) 실제 3D 팬텀 및 영상 (b) 3D MPI 영상 및 2D MPI 영상 (경사자기장 조건 $G_x = 2.5T/m/\mu_0$)

윤정원 교수는 “이번에 개발된 기술은 기존 MPI 장치와 동일한 해상도를 제공하면서도 압도적으로 넓은 시야각 크기를 제공할 수 있어 기존보다 사용 범위를 한결 높일 수 있을 것으로 예상한다”며 “고해상도 3차원 MPI 장치의 국산화로 선진국과 어깨를 나란히 하는 의료장비와 기술 수준을 보유하는 데 기여할 것으로 기대한다”고 말했다.

이번 연구는 산업통상자원부 로봇산업핵심기술개발사업 및 과학기술정보통신부 휴먼플러스융합연구개발 챌린지사업, 보건복지부 마이크로의료 로봇 실용화 기술개발사업 지원으로 수행되었으며, 계측분야에서 세계적으로 가장 권위 있는 학술지인 IEEE(국제전기전자기술자협회) Transactions on Industrial Electronics(산업전자학술지)에 4월 29일자 온라인 판에 게재됐다.

논문의 주요 내용

1. 논문명, 저자정보

- 저널명 : IEEE Transactions on Industrial Electronics (Impact Factor: 8.236)
*계측 및 계측장치 분야 저명한 국제 학술지로 JCR 상위 3% 학술지(2/64)
- 논문명 : Development of Small Rabbit-scale Three dimensional
Magnetic Particle Imaging System with Amplitude Modulation Based
Reconstruction
- 저자 정보 : Tuan-Anh Le(지스트 뇌나노로봇연구센터 박사후과정), Minh Phu Bui (지스트
박사과정), Jungwon Yoon(교신저자, 지스트 교수)