

양자 센서 발전, 육군 전장 신호 탐지 능력 획기적 향상 기대

(2026.07.12., 양자정보연구지원센터)

□ 미국 육군 연구소, 리드버그 원자 기반 양자 센서로 전장 신호 탐지 방식 혁신 가능성 제시

- 미국 육군 연구소(DEVCOM Army Research Laboratory, ARL), 리드버그 원자 기반 양자 센서로 전자기장 3차원 방향 측정 기술 최초 구현
 - 연구진은 양자 센서를 이용해 무선주파수(RF) 전자기장의 “세기뿐 아니라 3차원 방향(편파 · 전파 방향)” 까지 측정하는 데 성공
 - 이번 연구 결과는 Physical Review Applied에 게재됐으며, 기존 센서가 제한적으로 수행하던 전장 신호 탐지 능력을 크게 확장할 가능성 제시
 - 향후 전장 상황 인식, 안전한 통신, 신속한 의사결정 지원 등 군사 분야 활용이 기대됨
- 기존 전자기 센서의 한계 극복
 - 기존 안테나 기반 센서는 특정 방향의 전자기장 세기를 측정하는데 한계가 있으며, 탐지 주파수 범위도 제한적
 - ARL이 개발한 양자 센서는 신호 크기와 무관하게 작동하며, 수 센티미터 크기의 소형 구조로 광범위한 RF 스펙트럼 탐지 가능
 - 리드버그 원자의 광대역 감지 특성을 활용해 직류(DC)부터 테라헤르츠(THz) 영역까지 폭넓은 전자기 신호 측정 가능성을 확보
- 리드버그 원자의 높은 전기장 감지 능력 활용
 - 센서는 루비듐 원자 증기가 들어 있는 작은 유리 셀과 레이저 시스템으로 구성
 - 레이저를 이용해 루비듐 원자를 “리드버그 상태(Rydberg State)”라는 고에너지 상태로 만들어 전기장 변화에 매우 민감하도록 조정
 - 무선 신호가 원자를 통과하면 원자의 상태 변화를 분석해 전자기장

의 세기뿐 아니라 신호가 들어오는 방향과 이동 방향까지 파악 가능

○ 높은 정확도의 3차원 신호 탐지 구현

- 연구진은 양자 센서를 이용해 전자기장의 “편파 방향(Polarization Orientation)” 과 “전파 방향 벡터(k-vector)” 를 동시에 측정
- 신호 방향 탐지 정확도는 약 2도 수준으로, 소형 센서임에도 높은 위치 추정 성능을 확보
- 하나의 센서 플랫폼으로 다양한 주파수 대역의 신호를 탐지하고 방향을 분석할 수 있어 복잡한 전자기 환경에서 활용성이 높음

○ 미래 전장 환경에서의 활용 가능성

- 현대 전장은 무인 시스템, 통신 장비 증가로 인해 수많은 전자기 신호가 동시에 존재하는 복잡한 환경으로 변화
- 광대역 RF 탐지와 3차원 방향 분석이 가능한 양자 센서는 적·아군 신호 식별, 전자기 스펙트럼 관리, 통신 안정성 향상 등에 활용될 가능성이 있음
- 특히 기존 기술로 구현하기 어려웠던 소형·광대역·고정밀 신호 탐지 플랫폼 구축에 기여할 것으로 기대

○ 지속적인 양자 기술 연구 성과

- ARL은 2024년에도 리드버그 전자기계(Rydberg Electrometer)를 활용해 RF 신호의 편파 측정 및 정보 복호화 가능성을 입증한 바 있음
- 이번 성과는 ARL이 1990년대부터 추진해 온 양자 센싱·양자정보 연구의 연장선으로, 2023년 육군 양자정보과학 연구센터 중 하나로 지정된 연구 역량을 보여주는 사례
- 향후 양자 센서 기술은 국방뿐 아니라 통신, 위치 측정, 환경 감지 등 다양한 분야로 확대될 가능성이 있음

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2026/06/09/quantum-sensor-advance-could-transform-army-battlefield-signal-detection/>