

고전 레이더보다 20% 더 나은 성능을 보이는 양자 레이더

(2023.08.02., 양자정보연구지원센터)

□ 양자 레이더 분야 연구에서 양자 이점 발견

- 끝없이 진화하는 양자 기술 세계에서 연구원들은 고전적 컴퓨팅 방법보다 “양자 이점” 을 끊임없이 추구
 - 양자 역학의 놀라운 원리 활용하여 다양한 양자 기술이 등장, 다양한 작업에서 고전 장치를 능가할 수 있는 잠재력을 보여줌
 - 이러한 최첨단 혁신 중 레이더 기술 영역에서 획기적인 발견이 이루어짐
- 비교할 수 없는 성능
 - CNRS 연구팀은 최근 고전 원리에 기반한 기존의 모든 레이더를 능가하는 독보적 성능을 보여주는 선구적인 양자 레이더 도입
 - 얽힌 프로브와 Idler 극초단파 광자 상태를 동시 측정하고 독창적으로 열 잡음과 병합하는 레이더 제시(Nature Physics 발표)
- 3년 동안, 얽힘 생성하고 마이크로파 양자 상태 조작, 마이크로파 필드 광자를 정량화할 수 있는 초전도 회로 설계(2020년 시작)
 - 이 회로가 마이크로웨이브 양자 계측에서 가장 중요한 과제 중 하나인 레이더 감지에서 양자 이점을 달성하는 열쇠임
 - 마이크로파 공진기와 대기 간섭 같은 풍부한 마이크로파 노이즈에 의해 가려진 표적을 향한 신호 사이에 양자 얽힘을 생성
 - 표적이 존재하면, 압도적 노이즈 속에서 신호의 극히 일부만 반사함, 대상의 존재에 따라 다양한 광자 양을 생성하는 방식으로 신호 부분을 공진기의 저장된 필드와 독창적으로 결합, 내장된 마이크로웨이브 광자 계수기는 광자를 조사함
 - 초기 평가에서 마이크로웨이브 양자 레이더는 기존 레이더에 비해 레이더 감지 속도가 20% 향상됨

○ 어려운 작업

- 표적의 존재 여부라는 단 하나의 미지수를 다루었고, 야외에서 멀리 떨어진 10mK에서 전체 실험 수행
- 양자 레이더에 직접 적용하기 위한 한 가지 중요한 문제는 양자 이점을 관찰하기 위해 마이크로파 광자보다 훨씬 낮은 신호에 대한 요구사항, 공진기와 초기 신호의 순수한 얽힘이 유용성에 주요 요소임을 발견
- 광범위한 매개변수에 걸쳐 레이더의 양자 이점을 세심하게 측정, 프로브와 Idler 사이의 초기 얽힌 상태의 순수성이 한계를 제기할 수 있으므로 실제 시나리오에서 레이더를 배치할 때 신중한 고려가 필요함을 밝힘

○ 흥미로운 측면 발견

- 얽힘이 전달 수 없을 정도로 노이즈한 환경에서 작동하더라도 양자 이점을 달성할 수 있다는 사실, 고전을 넘어선 상관관계가 남아있는 얽힘 없이도 이점을 위해 활용될 수 있는 드문 예가 됨
- 연구팀의 최근 성과는 양자 레이더 기술의 성능 향상을 위한 지속적인 노력에 크게 기여함, 가까운 미래에 유사한 마이크로웨이브 양자 레이더 개발에 영감을 주어 훨씬 더 큰 양자 이점 달성 가능
- 얽힘이 없는 비고전적 상관관계가 중추적 역할을 하는 수많은 미개척 응용 프로그램, 즉 전자 스핀 공명 또는 엑시온 연구 맥락에서 양자 자원을 활용하여 마이크로파 감지 분야를 탐구

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2023/07/21/recent-paper-claims-quantum-radar-that-performs-20-better-than-a-classical-radar/>