

고도로 얽힌 양자 상태를 구현하는 새로운 간단한 방법 개발

(2026.07.12., 양자정보연구지원센터)

□ 미국 시카고대 연구진, 고도로 얽힌 양자 상태를 위한 새로운 방법 제시

- 미국 시카고대 프리츠커 분자공학대학(UChicago PME) 연구진, 간단한 실험 구성만으로 다양한 고도 양자 얽힘(Entanglement) 상태를 생성·제어하는 새로운 이론적 방법 개발
 - 연구 결과는 Physical Review X에 게재
 - 기존 양자광학 실험실에서 널리 사용하는 공진기 양자전기역학(Cavity QED) 장치를 활용해 복잡한 양자 얽힘 상태를 구현할 수 있는 새로운 접근법을 제시
 - 미국 에너지부(DOE) 양자정보 연구센터 Q-NEXT의 지원을 받아 수행
- 기존 장비에 간단한 제어만 추가해 다양한 얽힘 상태 구현
 - 기존 Cavity QED에서는 모든 원자가 동일한 방식으로 빛과 상호작용해 생성 가능한 양자 상태가 제한되는 문제가 존재
 - 연구진은 공통 레이저 외에 자기장 또는 추가 레이저를 이용해 원자 집단마다 들뜬 상태의 에너지를 서로 다르게 조절함으로써 시스템의 대칭성을 깨는 방식을 제안
 - 에너지 변화가 서로 반대인 원자 쌍을 구성해 예측 가능한 구조를 유지하면서도 다양한 고도 얽힘 상태를 생성할 수 있도록 설계
 - 물리적 장치를 변경하지 않고 레이저 설정만 조절해 여러 종류의 양자 상태를 구현할 수 있는 것이 특징
- 양자센서 성능 향상 기대
 - 연구진은 두 개의 원자 집단을 활용하는 구조를 통해 “자기장 또는 중력장의 미세한 차이(Gradient)”를 매우 높은 정밀도로 측정할 수 있음을 제시

- 두 위치에서 생성된 양자 상태를 비교해 공통적으로 발생하는 환경 잡음은 제거하고, 실제 측정 대상의 변화만 높은 민감도로 검출 가능
- 일반적으로 양자 얽힘은 외부 잡음에 매우 취약하지만, 이번 방식은 높은 민감도와 강한 잡음 내성을 동시에 확보할 수 있는 것이 장점
- 또한 별도의 복잡한 측정 장비 없이 기존 램지(Ramsey) 측정법만으로 양자 상태를 읽을 수 있어 실험 구현 가능성이 높음

○ 양자컴퓨팅에도 활용 가능성

- 연구진은 동일한 플랫폼으로 물리학에서 중요한 다체 얽힘 상태인 “AKLT 상태(Affleck-Kennedy-Lieb-Tasaki State)”도 안정적으로 구현할 수 있음을 확인
- AKLT 상태는 복잡한 자기물질 연구뿐 아니라 측정 기반 양자컴퓨팅 등 다양한 양자정보 기술의 핵심 자원으로 주목받는 상태
- 하나의 단순한 실험 플랫폼으로 양자센싱과 양자컴퓨팅에 필요한 다양한 양자 상태를 구현할 수 있는 가능성을 제시

○ 연구 의의 및 향후 계획

- 이번 연구는 기존 양자 실험 장비를 크게 변경하지 않고도 복잡한 양자 얽힘 상태를 생성할 수 있는 새로운 설계 원리를 제안했다는 점에서 의미가 있음
- 현재는 이론 연구 단계이며, 연구진은 실험 연구진과 협력해 실제 구현 및 성능 검증을 추진할 계획
- 향후 원자 배열과 제어 방식을 더욱 다양화해 생성 가능한 양자 상태를 확대하고, 차세대 양자센서와 양자컴퓨터 개발에 활용할 수 있을 것으로 기대됨

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2026/06/08/researchers-craft-a-new-simple-recipe-for-highly-entangled-quantum-states/>