

정지 큐비트와 비행 큐비트 사이 양자 얽힘 달성

(2024.07.24., 양자정보연구지원센터)

- 정지 큐비트와 비행 큐비트 사이에서 신뢰할 수 있는 양자 얽힘 달성
 - 얽힘(Entanglement), 아인슈타인 “원격에서 유령 같은 행동” 으로, 양자 정보 과학의 중요한 도구
 - 양자 컴퓨터의 필수 자원 및 미래 양자 네트워크에서 양자 정보를 전송하는 데 사용
 - 정지된 큐비트와 광자 형태의 비행 큐비트를 쉽게 얽히게 하는 것은 매우 어려움
 - 막스 플랑크 양자 광학 연구소의 연구(Gerhard Rempe 팀)
 - 두 개의 거의 완벽한 거울 사이에 원자를 배치하여 광자와 신뢰성 있게 상호 작용
 - 광학 핀셋을 사용해 최대 6개의 원자를 개별적으로 제어하고 각각을 광자와 얽히게 함
 - “Science” 저널에 발표
 - 거의 100% 효율로 원자-광자 얽힘을 생성
 - 양자 네트워크에서 얽힘을 분배하는 데 중요한 진전
 - 양자 정보 전송
 - 정지 큐비트와 비행 큐비트 사이의 인터페이스 필요
 - 두 개의 거울 사이에 갇힌 초냉각 루비듐 원자를 사용
 - 원자와 광자가 상호작용하는 효율성을 높여줌
 - 광자는 특정 방향으로 방출되어 광섬유로 신뢰성 있게 연결
 - 전송 손실을 극복하기 위한 다중화(multiplexing) 기술
 - 2012년 연구 성과, 60미터 길이의 광섬유를 통해 두 개의 공명기 내 원자를 얽히게 함, “photon radio”

- 여러 평행 채널을 통해 신호를 보내 전송 손실을 극복
- 미래 양자 인터넷의 장거리 전송뿐 아니라 지역 양자 네트워크에도 중요함(예: 여러 작은 프로세서가 짧은 광섬유로 연결된 분산 양자 컴퓨터)
- 정지 큐비트를 비행 큐비트와 얽히게 하여 더 강력한 분산 양자 컴퓨터 형성 가능
- 원자 조작을 위한 레이저 핀셋
 - 여러 원자를 공명기에 로드하고 개별적으로 제어
 - 원자의 위치를 알 때만 각각을 광자와 병렬로 얽히게 할 수 있음
 - 좁은 공명기에 광학 핀셋을 삽입하는 기술 개발
 - 광학 핀셋을 강력한 레이저 빔으로 원자를 포착해 원하는 위치로 이동
 - 최대 6개의 핀셋을 사용해 떠 있는 루비듐 원자를 배열하여 정돈된 큐비트 격자 형성
 - 원자는 트랩에서 1분 동안 유지될 수 있으며, 이는 양자 물리학에서 오랜 시간임
 - 각 원자를 한 개의 광자와 얽히게 하는 것이 거의 100% 성공
- 더 많은 큐비트로 확장 가능성
 - 현미경 렌즈로 개별 빔을 공명기에 정확히 초점 맞춤
 - 핀셋 빔은 **acousto-optical deflector**를 통해 개별 제어 가능
 - 레이저 핀셋의 정밀 조절은 큰 기술적 도전
 - 최대 200개의 원자를 제어할 수 있을 것으로 추정
 - 얽힌 광자를 광섬유로 100% 전송할 수 있어 많은 공명기로 구성된 네트워크 구축 가능

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2024/07/15/push-button-entanglement-scientists-achieve-reliable-quantum-entanglement-between-resting-and-flying-qubits/>