

중국, 2D 양자 시뮬레이터에서 512개 이온 트랩

(2024.06.05., 양자정보연구지원센터)

□ 중국, 2차원 Wigner 결정에서 512개 이온 트랩 성공

- 300개 이온을 큐비트로 사용하여 양자 시뮬레이션 수행 보고(*Nature*)
 - 지금까지 달성된 가장 큰 트랩된 이온 기반 양자 시뮬레이터
 - 대규모 양자 컴퓨팅의 두 가지 중요한 요구 사항인 대규모 큐비트 용량과 개별 판독 기능 달성
 - 양자정보처리를 위한 선도적 물리 플랫폼 중 하나인 이온트랩은 1차원 폴 트랩(Paul trap)에서 위치 분해 판독을 통해 수십 개의 이온과 2차원 페닝 트랩(Penning trap) 전역 관측 가능 항목을 통해 수백 개의 이온에 대한 양자 시뮬레이션을 달성함
 - 두 가지 기능을 단일 시스템에 통합하는 것은 매우 어려운 일임
 - Tsinghua 대학 양자 물리학자 Duan Luming 연구 리드, Tsinghua 대학의 Institute for Interdisciplinary Information Sciences에서 활동
- 트랩 이온 접근 방식을 중심으로 연구 진행
 - 전자기장을 사용해 이온을 자유 공간에 부유되거나 트랩되는 전자 원자 또는 이온을 사용하여 큐비트 저장
 - 양자 정보는 트랩된 각 개별 이온의 안정적인 전자 상태로 인코딩됨
 - 이 양자 데이터를 처리하고 전송하기 위해, 공유 전자기 트랩에 갇힌 모든 이온의 집단적 조정 운동을 활용함
 - 이온이 함께 움직이면 전자 상태가 얽혀 결합 운동을 통해 양자 정보처리가 용이해 짐
 - 이온의 집단적인 동작을 활용해 양자 데이터 처리 및 전송
 - 2차원 평면 결정 배열에서 512개의 이온 가두고 냉각에 성공

○ 300개 이온을 사용해 양자 시뮬레이션 수행

- 포획된 이온 중 300개 사용, 각 이온의 양자 상태를 개별적으로 측정하고 관찰할 수 있음
- 이 기능을 통해 준단열적(quasi-adiabatically)으로 준비된 바닥 상태에서 풍부한 공간 상관 패턴을 관찰, 측정된 2-스핀 상관관계를 비교하여 양자 시뮬레이션 결과를 확인할 수 있음
- 계산된 집단 포논 모드(phonon mode)와 고전적 시뮬레이션 어닐링을 사용함
- 장거리 양자 Ising 모델의 양자 시뮬레이션 시연
- 복잡한 양자 역학과 상관관계를 관찰하는 능력 입증

○ 향후 과제 및 전망

- 대규모 범용 양자 컴퓨터와 시뮬레이션으로 나아가는 중요한 단계로 평가됨
- 411nm 레이저 파워 한계 극복 필요, 이온 결정 전체에 걸친 강력한 Ising 결합에 필요함
- 시스템 안정성을 유지하기 위해 최적의 위치에 선택된 몇몇 이온에 대한 공감 냉각 제안
- 양자 정보 전달 이온 간의 교차 오류 방지를 위한 이중 유형 큐비트 체계 제안

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2024/06/01/chinese-scientists-trap-512-ions-in-2d-quantum-simulator/>