

물리학자들, 고급 양자 컴퓨팅을 위한 획기적인 장치 개발

(2024.05.10., 양자정보연구지원센터)

□ 물리학자들, 고급 양자 컴퓨팅을 위한 혁신적인 장치 개발

- 마이크로파 회전기(microwave circulator)를 적용, 큐비트와 공진 캐비티 사이의 비상호성(nonreciprocity) 정밀 제어, 양자 컴퓨팅에서 중요한 전진을 이룸
 - 양자 컴퓨터 내 제어 능력 향상 뿐만 아니라 미래 연구를 위한 이론 모델을 단순화함
 - Massachusetts Amherst 대학 연구팀, 마이크로파 회전기를 양자 컴퓨터에서 사용할 수 있도록 적응시킴
 - 큐비트와 마이크로파 공진 캐비티 사이 정확한 비상호성 정밀 조절 가능(양자 정보 처리에 중요한 도구임)
- 비상호성에 관한 일반적이고 널리 적용 가능한 이론 도출(*Science Advances* 발표)
 - 비상호성 제어를 위해, 회전기의 설계와 특성 결정을 위한 일련의 시뮬레이션 실행
 - 특정 장치 구축 방법을 설명하는 16개의 매개변수를 포함한 모델을 단순하고 보다 일반적인 6개 매개변수 모델로 개정할 수 있음
 - 통합 비상호성 장치(integrated nonreciprocal device)는 Y모양으로, 그 중심에 양자 상호 작용을 중재하는 마이크로파 신호 교통신호인 회전기가 있음
 - 한 쪽은 전자기장을 수용하는 공진 초전도 캐비티 포트, 다른 쪽은 사파이어 칩에 인쇄된 큐비트를 보유하고 있으며, 마지막 쪽은 출력 포트임
 - 초전도 전자기장에 광자를 충돌시켜 변화시키면 큐비트가 예측 가능하고 제어 가능한 방식으로 반응함, 이는 우리가 원하는 상

호성을 정확히 조정할 수 있다는 것을 의미함

- 제작한 단순화된 모델은 외부 매개변수를 계산하여 정확한 비상호성 수준을 조정할 수 있는 방식으로 시스템을 설명함
- 양자 컴퓨팅 장치에 비수용성(nonreceptivity)을 내장하는 최초의 시연, 보다 정교한 양자 컴퓨팅 하드웨어를 엔지니어링할 수 있는 문을 열어줌

○ 큐비트와 캐비티 사이의 분산적 비상호성

- 큐비트와 캐비티 사이의 분산 상호작용은 회로 및 공동 양자 전기역학(circuit and cavity quantum electrodynamics) 어디에나 존재함
- 다른 양자 모드의 여기에 대한 응답으로 한 양자 모드 주파수 이동을 설명하며 폐쇄 시스템에서는 반드시 양방향(bidirectional), 상호적(reciprocal)으로 나타남
- 트랜스몬 큐비트와 초전도 공동 사이의 비가역 분산 유형 상호작용에 대한 실험 연구 제시
- ferrite 구성 요소의 자기장 바이어스 조정, 다양한 정도의 비가역성에서 비대칭 주파수 및 광자 shot noise dephasing을 포함한 큐비트-캐비티 역학(qubit-cavity dynamics) 특성화
- 중간 시스템에 큐비트-캐비티 역학에 대한 간결한 설명 제공하는 분산 영역 비상호적 상호 작용에 대한 일반 마스터 방정식 모델 소개
- non-Hermitian Hamiltonian과 계단식 시스템의 일반적 패러다임을 넘어서는 양자 비가역 현상의 예를 제공함

○ 미 에너지부, 육군 연구국, 시몬스 재단, 공군 과학 연구국, 미 국립과학 재단 및 물리과학 큐비트 협동 연구소 자금 지원

(원문)

1. <https://scitechdaily.com/physicists-develop-groundbreaking-device-for-advanced-quantum-computing/>
2. <https://thequantuminsider.com/2024/05/02/umass-amherst-led-physicists-build-new-foundational-device-for-quantum-computing/>