

중립성의 힘 활용: 중성 원자 양자 컴퓨팅과 다른 방식 비교

(2024.02.28., 양자정보연구지원센터)

□ 양자 컴퓨팅의 다양한 형태

- 양자 컴퓨팅은 양자 역학의 이상하고 직관에 어긋나는 특성을 활용하여 특정 유형의 계산적 과제에 대한 처리 능력을 급격히 향상시키는 것을 약속함
 - 그러나 양자 컴퓨터는 한 가지 형태뿐만이 아님, 과학자와 기업가들은 서로 다른 접근 방식이나 형태(modality)를 기반으로 한 여러 가지 변형을 개발함
- 중성 원자 양자 컴퓨팅
 - Harvard-led 팀, 중성 원자 양자 컴퓨터를 사용하여 48개 논리 큐비트를 사용한 대규모 알고리즘을 실행한 뉴스가 주목받음
 - 중성 원자 컴퓨팅은 양자 컴퓨팅의 강력한 기능을 활용하여 세계에서 가장 복잡한 문제를 해결하고 깊은 과학적 수수께끼를 풀기 위한 주요 방법으로 떠오르고 있음
- 중성 원자 양자 컴퓨팅의 특징
 - 양성자를 이온화시키지 않은, 중성 상태의 원자를 이용하여 큐비트를 형성함
 - 큐비트는 광학 집게(optical tweezer)에 의해 조작되고 고정되며, 정밀한 제어와 확장 가능한 양자 정보 처리를 가능케 함
 - 양자 오류 수정 및 양자 오류 완화에 대한 강력한 기능을 제공
- 중성 원자 양자 컴퓨팅의 이점
 - 원자는 제조 결함 없이 완벽하게 동일하며, 실제 결함이 없다는 측면에서 “자연의 완벽한 큐비트(nature’s perfect qubits)” 라고 함
 - 실온에서 작동 가능하며, 설치 및 전력 소모를 간소화함
 - 큐비트를 효율적으로 이동하면서 양자 상태를 유지할 수 있어 효

울적인 알고리즘 및 오류 수정이 가능함

- 중성 원자 플랫폼은 적은 제어 신호로 확장 가능하며, 최대 10,000개의 큐비트까지는 광학 연결이 필요하지 않음
- 전통적인 양자 컴퓨팅 모달리티의 강점 및 약점
 - 초전도 양자 컴퓨터, 포토닉 양자 컴퓨터, 이온 트랩 양자 컴퓨터 실리콘 양자 컴퓨터 등 다양한 모달리티 간의 비교
 - 초전도 양자 컴퓨터의 높은 속도, 이온 트랩 양자 컴퓨터의 높은 정확도, 실리콘 양자 컴퓨터의 기존 기술 호환성, 포토닉 양자 컴퓨터의 온도 운용 등의 특징과 한계 분석
- 중성 원자 양자 컴퓨팅의 특징 및 장점
 - 큐비트 배열의 구성과 정밀한 조작을 가능, 확장 가능성이 큼
 - 외부 전자기장에 덜 민감하여 오류율 감소
 - 양자 상태 유지 시간이 길어 복잡한 양자 연산 수행 가능
 - 냉각 요구가 상대적으로 낮아 설치 및 유지 관리가 단순
- 단점과 도전 과제
 - 초전도 큐비트와 비교했을 때 게이트 연산이 느림
 - 게이트 품질이 초전도나 이온 트랩과 비교해 낮았으나 최근 발전
 - 기술적 요구가 낮아지지만 여전히 일부 도전 과제는 존재
- 결론
 - 양자 컴퓨팅의 다양한 모달리티는 각각의 강점과 도전 과제 있음
 - 중성 원자 양자 컴퓨팅은 확장성, 오류 완화, 운영의 단순성 측면에서 독특한 장점을 제공하며, 최근의 발전과 전문가들의 의견은 중성 원자 접근 방식이 특히 유망한 경쟁자로 떠오르고 있음

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2024/02/22/harnessing-the-power-of-neutrality-comparing-neutral-atom-quantum-computing-with-other-modalities/>