

대규모 양자 컴퓨팅을 향한 큐비트 서플

(2022.05.26., 양자정보연구지원센터)

- 하버드 주도 연구팀, 양자 정보 처리하는 새로운 접근 방식 개발
 - 연산 중에 원자를 이동시키고 서로 연결함으로써 시스템의 원자 레이아웃을 동적으로 변경
 - 계산 과정 동안 양자 상태를 유지하면서 큐비트를 섞는(shuffle) 기능은 처리 능력을 극적으로 확장, 오류의 자체 수정을 허용
 - 양자 역학의 기이한 특성 활용하여 재료 과학, 통신 기술, 금융 및 기타 분야에서 실제 혁신을 가져올 대규모 기계 구축을 위한 주요 단계임
 - 대규모 양자 컴퓨터 구축을 위해 양자 오류 수정 작업 수행
 - 고전 컴퓨팅의 오류 수정은 단일 이진 숫자 또는 비트에서 정보를 복사, 수행되므로 실패를 명확하게 알 수 있음, 정보를 복사할 수 없다는 양자 역학의 근본적인 한계로 오류 수정이 어려움
 - 양자 오류 수정 코드라는 원자와 그 정보에 대한 일종의 백업 시스템을 만들어, 토릭 코드(toric code) 포함하여 많은 수정 코드를 만들어 시스템 전체에 퍼트림
 - 단일 큐비트 정보를 많은 큐비트에 가능한 비국소적으로 분산하여 이 중 하나라도 실패하더라도 실제 전체 상태에 많은 영향을 미치지 않도록 하는 것임
 - 어떤 큐비트도 다른 큐비트에 연결할 수 있는 새로운 방법 개발
 - 얽힘을 통해, 두 원자는 연결되고 멀리 떨어져 있어도 정보를 교환할 수 있음, 기하급수적으로 많은 양의 정보를 저장 및 처리
 - 2017년부터 개발 중인 프로그래밍 가능한 양자 시뮬레이터 기반, 작동 중 양자 상태를 잃지 않고 얽힌 원자 이동 가능한 새로운 기능 추가
 - 핵심은 초미세 큐비트(hyperfine qubit)로 알려진 정보를 생성 및 저장할 수 있음, 더 강력한 양자 상태는 시스템에서 일반 큐비트보다 훨씬

더 오래 지속됨, 복잡한 원자 상태 만들 수 있음

○ 전체 프로세스

- 큐비트의 초기 쌍을 수행, 시스템에서 글로벌 레이저 펄스화, 이러한 상을 얽히게 하는 양자 게이트 생성한 후, 그 쌍의 정보를 초미세 큐비트에 저장
 - 광학 핀셋이라는 개별적으로 집중된 레이저 빔의 2차원 배열 사용, 이러한 큐비트를 시스템의 다른 원자와 함께 새로운 쌍으로 이동하여 얽히게 함.
 - 다른 알고리즘 수행하기 위해 서로 다른 종류의 양자 회로를 만들고자 하는 패턴으로 단계 반복함
 - 결국, 모든 원자는 클러스터 상태로 연결되고 오류가 발생할 경우, 서로를 위한 백업 역할하도록 충분히 분산됨
- 이러한 아키텍처 사용하여 24큐비트에서 작동하는 프로그래밍 가능한 오류 수정 양자 컴퓨터 생성했으며, 확장할 계획임
- 오류 수정을 위한 실용적 방법 개발, 양자 알고리즘 탐구 시작

□ QuEra Computing

- 불가능한 문제를 단순화하기 위해 확장 가능한 양자 기계 구축
 - QuEra 양자 기계는 Rydberg 원자 기반으로 자연의 완벽한 큐비트(빠른 고품질 게이트 및 수백만 큐비트로의 확장성) 활용
 - 2022년 중반, 액세스 가능한 양자 시뮬레이션 및 다양한 알고리즘 프로토타이핑 허용하는 풀 스택 소프트웨어 기계 개발 (256-512 큐비트)
- 자연의 완벽한 큐비트, 확장성, 고품질 다중 큐비트 게이트, 시뮬레이션 불가능한 체제 진입, 효율적인 오류 수정, 다중 큐비트 게이트의 하드웨어 효율적인 구현

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2022/05/02/researchers-qubit-shuffle-may-be-step-toward-large-scale-quantum-computing/>