

# 큐비트 셔들과 병렬화, 실용적 양자 컴퓨팅으로 전환 촉진

(2024.01.18., 양자정보연구지원센터)

- 하버드와 QuEra 과학자들, 양자 컴퓨팅 실용성을 위해 큐비트 셔들과 병렬화 필요 주장
  - QuEra computing, 최근 다음 3년에 대한 로드맵 발표
    - 양자 컴퓨터가 고전 컴퓨터보다 효과적으로 일부 현실 세계 문제에 대처할 수 있는 구현 경로를 제시함
    - 이 계획은 최근 Nature에 발표된 하버드 주도 연구의 성공에서 기인
    - 양자 컴퓨터의 계산 잠재력은 큐비트에 의존하며 이는 가치 있으면서도 환경 소음에 취약함
  - 대부분 양자 컴퓨팅 접근 방식은 오류 수정 큐비트를 결합하여 양자 과학자가 논리적 큐비트라고 부르는 것을 보호하려는 것으로 이 문제를 해결하려 함
    - 논리적 큐비트는 적절히 명명된 오류 수정 큐비트에 의해 수행된 양자 오류 수정 체계에 의해 보호되는 정보의 단위
    - 오류의 영향을 해결하지만, 큐비트를 오류 수정에 할당함으로써 시스템의 총 계산 능력에서 가치 있는 큐비트를 흡수
  - 하버드 연구팀, 이 도전에 대한 해결책으로 중성 원자 양자 컴퓨터의 설계 강점으로 논리적 큐비트를 “얽힘 영역(entanglement zone)” 으로 운반 결정
    - 중성 원자 양자 컴퓨터의 핵심인 이 방식은 논리 큐비트를 함께 목적지로 가져오는 양자 계산 고속 열차로 생각할 수 있음
    - 팀은 중성 원자 양자 컴퓨터의 배열을 생성, 필요에 따라 논리적 큐비트 역할을 할 수 있게 함
    - 논리적 큐비트는 필요한 모든 패턴으로 서로 상호 작용할 수 있으며, 개별 큐비트를 조작하고 프로세스 중간에 상태를 확인하는

## 것도 가능함

- 신뢰성 높은 양자 연산을 위한 구조적 아키텍처 방식으로 더 효과적인 2큐비트 연산을 개선하고 “surface code” 방법 사용, 일부 오류에 강한 큐비트 그룹을 만들 수 있었음
  - 3차원 코드를 통해 높은 복잡성으로 연결되어 있어, 48개의 논리적 큐비트를 고도로 연결성 있는 상태로 묶을 수 있게 함
  - 이 능력을 사용하여 시뮬레이션 및 알고리즘을 효율적으로 실행, 논리적 부호화를 사용하면 양자 연산의 정확성과 성능을 향상시키며 오류 감지하고 수정하는 것이 가능
- 논문에서 최대 280개 물리적 큐비트를 사용했지만, 복잡한 계산을 실행하기 위해 10개 미만의 제어 신호만 필요했음
  - 이 방법은 양자 회로의 현실성과 대규모, 오류 내구성 양자 컴퓨터의 실현에 한 걸음 더 나아감
- 이 연구는 프로세서 기본 단위와 이를 운영하기 위한 고전적 제어가 물리적 큐비트 수준이 아닌 논리적 큐비트 수준에 도달한 전환점을 나타냄
  - 오류 수정 장치로 전환이 필요함
  - 대규모로 이러한 장치를 만들어 나가면 성능도 계속 향상돼야 함
- 코드의 크기를 늘리거나 더 많은 코드를 추가할 때도 고전적인 제어 시스템을 사용하여 여전히 효율적으로 많은 빔을 관리할 수 있으므로 스케일이 복잡성 없이 이뤄질 수 있음
  - 많은 오류 수정 코드에서 작동할 수 있으며 추가 오버헤드 없이 더 큰 오류 수정 코드를 만들 수 있음
- 이러한 결과는 양자 회로의 현실성과 대규모, 오류 내구성 양자 컴퓨터의 실현에 한 걸음 더 나아감

## (원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2024/01/12/tqi-exclusive-harvard-and-quera-scientists-say-shuttling-qubits-parallelism-may-power-the-ride-to-practical-quantum-computing/>