

Quantinuum, 더 빠른 계산을 위한 싱글샷 오류 수정 탐구

(2024.09.10., 양자정보연구지원센터)

□ Quantinuum 과학자들, 더 빠른 계산을 위해 싱글샷 오류 수정 연구

- Quantinuum의 H2 이온 트랩 양자 컴퓨터를 이용해 단일 샷 양자 오류 수정(single-shot quantum error correction)을 성공적으로 시연함
 - 이 연구는 양자 컴퓨터에서 오류를 다중 측정 없이 바로 수정할 수 있는 혁신적 방법을 제시함
 - 이는 양자 계산의 속도를 대폭 향상시키고 자원 소비를 줄여, 산업적 문제 해결에 실용적인 가능성을 높임
- 양자 오류 수정의 중요성
 - 양자 오류 수정(QEC)은 양자 컴퓨터의 안정적 운영을 위해 필수적임
 - 양자 상태를 외부 잡음과 운영 오류에 매우 민감하여 오류가 발생하기 쉬움
 - 전통적인 QEC는 오류를 감지하고 수정하기 위해 여러 번의 측정과 복잡한 자원 사용이 필요함
 - 그러나 단일 샷 오류 수정 방식은 이러한 반복 측정 없이 오류를 수정해 계산 시간을 단축할 수 있음
- 4D 표면 코드의 구현
 - 연구자들은 H2 양자 컴퓨터에서 4D 표면 코드를 사용하여 실험을 수행함
 - 4D 표면 코드는 2D 표면 코드의 개념을 확장한 고차원 오류 수정 코드로, 더 복잡한 오류 감지 및 수정 전략을 가능하게 함
 - 4D 코드에서는 정보가 4차원 격자에 저장되며, 이를 통해 오류 감지와 수정이 더 강력하게 이루어짐

○ 실험 결과

- 연구팀은 4D 표면 코드와 2D 표면 코드를 비교하여 단일 샷 오류 수정이 성능에 미치는 영향을 분석함
- 실험에서 4D 표면 코드는 복잡한 구조에도 불구하고 2D 표면 코드와 유사하거나 더 나은 성능을 보임
- 특히, 이 연구는 단일 샷 오류 수정을 처음으로 실제 하드웨어에서 성공적으로 시연한 사례로 주목받고 있음

○ 단일 샷 오류 수정의 의의

- 단일 샷 오류 수정은 양자 계산에서 오류를 수정하는 데 소요되는 시간을 크게 줄일 수 있음
- 연구 결과, 단일 샷 방식은 기존의 오류 수정 방법에 비해 10배 이상의 속도 향상을 제공할 가능성이 있음
- 이는 암호학, 재료 과학, 복잡한 시스템 모델링 등 다양한 산업 분야에서 양자 컴퓨터의 실용적 활용을 가속화할 수 있음

○ 향후 과제 및 전망

- 4D 표면 코드는 오류 수정에 강력한 성능을 제공하지만, 높은 자원 요구량과 복잡한 회로 설계로 인해 대규모 양자 계산에는 한계가 있음
- 연구자들은 향후 더 효율적인 단일 샷 오류 수정 코드를 개발하고, 하드웨어 최적화를 통해 양자 컴퓨터의 실용성을 더욱 높일 계획임
- 이러한 연구는 양자 컴퓨터를 더 강력하고 실용적인 도구로 발전시키는 중요한 단계로 평가됨

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2024/08/20/quantinuum-led-scientists-explore-single-shot-error-correction-to-boost-faster-computations/>