

# Google 양자 컴퓨터, 오류 줄여 주요 이정표 도달

(2023.02.26., 양자정보연구지원센터)

## □ 구글 연구팀, 양자컴퓨터 오류 줄여 두 번째 이정표에 도달

○ Santa Barbara, California 연구팀, 많은 큐비트 사용하여 양자 계산 오류율 낮출 수 있음을 처음으로 시연(*Nature*)

- 구글의 2019년 ‘양자 우위’ 실험에 대한 후속 연구
- 고전 컴퓨터로 해결할 수 없는 문제 해결을 위해 오류 수정은 필수적인 요구 사항임, 코드 크기가 크면 나은 성능을 얻기 어려움
- 개선 사항이 아직 미미하며, 오류율이 훨씬 더 낮아야 함을 인정

○ 오류 수정

- 일반 컴퓨터 칩은 정보를 비트(0 또는 1)로 저장, 일부 정보를 중복된 ‘오류 수정’ 비트로 복사
- 양자 컴퓨터는 큐비트(0과 1 상태 혼합되어 존재)라는 양자 상태 기반, 큐비트는 전체 양자 상태가 손실되지 않고 판독할 수 없고, 단순히 중복 큐비트에 복사할 수 없음
- 그러나, 이론가들은 문제 해결을 위해 정교한 ‘양자 오류 수정 (Quantum Error Correction)’ 방식 개발, 일반적으로 단일 큐비트가 아닌 물리적 큐비트 모음에서 논리 큐비트라는 정보 큐비트를 인코딩함
- 물리적 큐비트가 많을수록 오류를 더 잘 억제할 수 있음

○ 구글 연구팀, 두 가지 버전의 양자 오류 수정 절차 수행

- 더욱 많은 물리적 큐비트를 추가하면, 그 중 두 개가 동시에 오류의 영향 받을 가능성 높아짐
- 17큐비트 사용하여 한 번에 하나의 오류 복구 가능

※ 3 x 3 표면 코드: 9개의 데이터 큐비트와 8개 측정 큐비트 사용, 총 17개가 하나의 논리적 큐비트를 만듦

- 49큐비트 사용하여 두 개의 동시 오류에서 복구 가능(더 나은 성능 보임)
  - ※ 5 x 5 표면 코드: 25개의 데이터 큐비트와 24개의 측정 큐비트 사용, 논리적 큐비트 총 49개 만듦
- 큐비트는 컴퓨터가 계산을 수행하기에 충분한 시간 동안 정보를 저장해야 하며, 아직 구글 팀이 달성하지 못함
- 구글, 6가지 주요 이정표로 양자 컴퓨팅 로드맵 설정
  - Milestone Six는 1,000개의 논리적 큐비트를 인코딩하는 100만 개 물리적 큐비트로 구성된 기계, 상업적 가치 약속
  - 초전도 큐비트는 양자 컴퓨터 구축 위한 여러 접근 방식 중 성공할 가능성이 가장 높음

#### □ 표면 코드 논리적 큐비트 확장하여 양자 오류 억제(*Nature*)

- 물리적 큐비트에서 논리적 큐비트로
- 표면 코드 사용한 양자 오류 수정
- 고품질 물리적 큐비트 생성 및 제어
- 표면 코드 회로 실행
- 여러 큐비트를 논리적 큐비트로 그룹화하는 핵심 오류 수정 방법이 더 낮은 오류율을 제공하여 안정적으로 확장 가능한 내결함성 양자 컴퓨터 제공(구글 이정표)
  - 표면 코드(surface code)라고 하는 양자 오류 수정 방법이 더 큰 표면 코드를 사용할수록 오류율이 낮아질수 있음을 입증

(원문)

1. <https://www.nature.com/articles/d41586-023-00536-w>
2. <https://ai.googleblog.com/2023/02/suppressing-quantum-errors-by-scaling.html>