

Google Quantum AI, 현재 QC로 실용적 계산 수행 가능

(2024.10.10., 양자정보연구지원센터)

- Google Quantum AI 주도 연구진, 현재 양자 컴퓨터로 실용적인 계산 수행할 수 있는 ‘sweet spot’ 발견
 - 양자 컴퓨터가 완전한 오류 허용(fault-tolerant) 단계에 도달하지 않아도, 상업적으로 유용한 계산을 수행할 수 있는 가능성 확인
 - 현재 양자 컴퓨터는 “시끄러운 중간 규모 양자 컴퓨터(NISQ)” 시대에 있으며, 기존 슈퍼컴퓨터보다 우수한 성능을 보일 수 있는지에 대한 논의가 이루어짐
 - 연구팀은 시끄러운 양자 컴퓨터가 고전적 슈퍼컴퓨터를 능가할 수 있는 특정 계산 상태를 발견하고 이를 입증
 - 사용된 기술 및 칩 : 구글 67 큐비트 Sycamore 칩 사용
 - 무작위 회로 샘플링(random circuit sampling, RCS)과 교차 엔트로피 벤치마킹(Cross-Entropy Benchmarking, XEB) 기법을 활용하여 양자 프로세서의 성능과 상태를 평가
 - RCS : 무작위로 생성된 양자 게이트를 사용해 양자 컴퓨터의 계산 능력을 테스트
 - XEB : 실험적으로 얻어진 출력 분포와 고전적 시뮬레이션을 비교하여 양자 시스템의 정확도를 측정
 - 양자 시스템의 복잡성 증가와 노이즈(잡음) 조건 하에서 계산 성능을 테스트
 - 특정 “저소음 상태”에서 Sycamore 칩이 고전적 컴퓨터를 능가할 수 있는지 확인
 - 시스템의 복잡한 상관관계를 유지하면서, 오류율이 임계값 이하일 때 양자 프로세서의 성능이 향상됨을 입증
 - 복잡한 계산상의 “sweet spot” 발견

- 시끄러운 양자 컴퓨터가 특정 조건에서 고전적 슈퍼컴퓨터를 능가할 수 있는 “복잡한 계산상의 달콤한 지점” 을 확인
- 저소음 상태에서 양자 컴퓨터는 복잡한 상관관계를 유지할 수 있으며, 이는 고전적 알고리즘이 모방하기 어려움
- 양자 우위 달성 가능성 입증
 - Sycamore 칩이 기존 슈퍼컴퓨터가 처리할 수 없는 계산을 수행할 수 있음을 실험적으로 확인
 - 실험 결과, 67-큐비트 시스템에서 32 사이클을 실행하는 양자 회로는 고전적 슈퍼컴퓨터로 시뮬레이션하는 것이 매우 어려움
- 상업적 활용 가능성
 - NISQ 장치가 특정 상업적 문제 해결에서 유용하게 활용될 수 있는 가능성을 열어줌
 - 금융, 소재, 생명과학 분야에서 양자 컴퓨팅의 적용 가능성 탐색 중
- 양자 컴퓨터 발전 단계의 전환기 역할
 - 완전한 오류 허용 양자 컴퓨터로 전환하기 전, NISQ 컴퓨터가 상업적 가치를 제공할 수 있는 과도기적 단계에 기여
 - 양자 시스템의 노이즈와 계산 복잡성 간의 관계를 더 잘 이해하게 함으로써 향후 오류 수정 및 개선에 도움이 될 수 있음
- 미래 연구 방향
 - NISQ 시대에서 유용한 양자 계산 문제나 알고리즘을 찾는 것이 다음 과제
 - 랜덤 회로 샘플링 문제의 어려움을 유지하면서 동시에 실질적인 응용 문제를 해결하는 방법을 모색

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2024/10/09/google-quantum-ai-led-researchers-find-sweet-spot-to-use-current-quantum-computers-to-make-practical-calculations/>
2. <https://www.nature.com/articles/s41586-024-07998-6>