IBM 오류 완화 전략, 고전 슈퍼컴퓨터를 능가함

(2023.09.05., 양자정보연구지원센터)

□ IBM 오류 완화 전략(ZNE)

○ 잡음 있는 양자컴퓨터의 효용성 제시

- 얽힌 양자 비트, 큐비트를 괴롭히는 오류를 적절하게 수정할 수 있을 때까지 5년 또는 10년 동안 오늘날의 '고전적인' 슈퍼컴퓨터를 능가하지 못할 것으로 예상
- 최근 연구에 따르면, 강력한 오류 수정 없이 오늘날 시계에서 양자 컴퓨터를 가치있게 만들 수 있는 오류를 줄이는 방법이 있음

○ 양자 vs. 고전 컴퓨팅

- IBM Quantum 연구원은 캘리포니아 대학 버클리 랩과 협력하여, 127큐비트 양자 컴퓨터를 최첨단 슈퍼컴퓨터와 비교, 적어도 하나의 특정 계산에서 양자 컴퓨터가 슈퍼컴퓨터를 능가함
- 이 계산이 고전 컴퓨터에서 특히 어려운 것이 아니라, 물리학자들이 정기적으로 수행하는 계산과 유사하여 선택함
- 현재 잡음이 많고 오류 발생이 쉬운 양자 컴퓨터가 특정 유형의 일반적인 계산에 대해 정확한 결과 제공이 가능한지 여부 테스트를 위한 계산의 복잡성 증가

○ 양자 컴퓨팅의 약속

- 계산이 복잡해질수록 양자 컴퓨터가 검증 가능한 올바른 솔루션을 생성하는 반면, 슈퍼컴퓨터 알고리즘은 오답을 생성함
- 더 어려운 오류 수정 대신, 오류 완화 기능을 갖춘 양자 컴퓨팅 알고리즘이 초전도체 및 새로운 전자 재료의 양자 특성 이해와 같은 최첨단 물리 문제 해결에 희망을 제공

○ 양자 알고리즘의 잠재력

- 반대로, 고전 컴퓨터에 대한 양자 컴퓨터의 승리는 고전 컴퓨터

에서 현재 사용되는 양자 알고리즘을 향상시키기 위한 새로운 아이디어를 고무시킬 수 있음

- IBM의 zero-noise extrapolation(ZNE) 버전이 기존 방법보다 나은 결과를 얻었을 때, 실제 문제에 접근하는 올바른 고전적 방법을 찾는데 도움이 될 수 있음

ㅇ 노이즈를 억제하기 위한 노이즈 증폭

- IBM 양자 오류 완화(quantum error mitigation) 기술: 양자 회로의 노이즈를 제어 가능하게 증가시켜 더 노이즈가 많고 덜 정확한 답변을 얻은 다음, 역으로 추론하여 노이즈가 없다면 컴퓨터가 얻었을 답변을 추정함
- 노이즈 문제는 IBM 큐비트가 민감한 초전도 회로이기 때문에 발생함, 큐비트가 계산을 위해 얽힐 대, 열 및 진동 같은 피할 수 없는 외부 요인으로 얽힘이 변경되어 오류가 발생할 수 있으며, 얽힘이 클수록 노이즈의 영향이 더 심해짐
- IBM ZNE 오류 완화 전략 고안: **확률론적 방법 사용**하여 양자 장치의 노이즈를 제어 가능하게 증가

ㅇ 양자 vs. 고전: 실험

- 고전 컴퓨터에서 127개의 얽힌 큐비트 모두 정확하게 시뮬레이션 하려면 천문학적인 양의 메모리가 필요함
- 특정 매개변수에 대해 문제를 단순화하고 고전 컴퓨터 계산에 대한 양자 계산 검증하는 정확한 솔루션 계산, 계산의 깊이가 깊어질수록 양자 컴퓨터의 결과는 고전 컴퓨터의 결과와 다름

ㅇ 선의의 경쟁과 미래 전망

- 오류 완화 기술이 더 많은 큐비트 또는 더 깊은 계산에 작동할지 여부는 신중함, ZNE 기술을 시뮬레이션하고, 양자 컴퓨터를 기존 컴퓨터의 검증 도구로 사용할 능력 제공

(원문)

1. https://scitechdaily.com/quantum-leaps-ahead-ibms-error-mitigation-strategy-outperforms-classical-supercomputers/?expand_article=1