

새로운 양자 하드웨어 접근 방식, 양자 알고리즘 강화

(2023.09.05., 양자정보연구지원센터)

- 유도된 얽힘 아닌, 자연스러운 접근 방식으로 큐비트 간 연결 줄임
 - 다양한 실제 문제를 기존 장치보다 더 빠르게 처리할 수 있는 자연적인 양자 상호작용에서 알고리즘 구현하기 위한 전략 고안
 - 유도된 얽힘이 아닌 자연스러운 접근 방식은 큐비트 간 연결을 더 적게 요구함
 - 양자 컴퓨팅 하드웨어에 대한 이론적 접근 방식은 현재 양자 컴퓨터에서 발견되는 문제에서 대부분의 복잡성을 방지함
 - 이 전략은 기존 컴퓨터나 기존 게이트 기반 양자 컴퓨터보다 더 빠르게 다양한 실제 문제를 처리하기 위해 자연스러운 양자 상호작용에서 알고리즘 구현
 - 다이아몬드의 전자 스핀 같은 자연계에는 계산 과정에 필요한 정확한 유형의 상호작용이 있음
 - 초저온 원자의 현대 기술은 약 40~60 큐비트로 계산을 시연할 수 있을 만큼 충분히 발전했으며, 현재 고전 또는 이진 계산으로 접근할 수 없는 많은 문제 해결에 충분함
 - 더 긴 수명의 큐비트
 - 새로운 전략: 양자 얽힘이 모두 공유해야 하는 여러 큐비트 사이에 복잡한 논리 게이트 시스템을 설정하는 대신, 간단한 자기장을 사용하여 자연계에서 전자 스핀과 같은 큐비트를 회전시킴
 - 스핀 상태의 정확한 진화는 알고리즘 구현에 필요한 모든 것임
 - 얽힌 큐비트가 컴퓨터의 양자 시스템 외부 세계와 상호 작용하기 시작하면서 오류가 발생함에 따라, 얽힘은 결잃음(decoherence)으로 알려진 프로세스에서 분해됨
 - 이는 빠르게 발생하여 계산 시간을 제한함, 진정한 오류 수정은

양자 하드웨어에서 아직 구현되지 않음

- 새로운 접근 방식은 유도된 얽힘보다는 자연스러운 얽힘에 의존하므로 큐비트 간 연결이 더 적게 필요하며, 결잃음의 영향을 줄임, 따라서 큐비트는 비교적 오랜 수명을 가짐
- 이론 논문은 이 접근 방식이 기존 양자 컴퓨터보다 빠르게 Grover 알고리즘 사용하여 숫자 분할 문제 해결 방법을 제시
- 기존 컴퓨팅 자원을 집어삼키는 대규모 데이터 세트의 비정형 검색 사용, 이 알고리즘은 이상적이고 오류 수정된 양자 컴퓨터에 적합하지만, 오늘날 양자 컴퓨터에서 구현은 어려움

○ 오류로부터 보호

- 양자 컴퓨터는 기존 장치보다 훨씬 빠르게 계산을 수행하도록 제작되었지만, 실현이 어려움, 기존 양자 컴퓨터는 서로 다른 큐비트 쌍을 사용하는 기본 작업 시퀀스인 양자 회로 구현
- 많은 유망한 계산 문제의 경우, 두 개의 큐비트로 나머지 계산 큐비트와 상호 작용하는 기본적인 상호작용 있는 양자 시스템을 갖추는 것으로도 충분함
- 중앙 스핀에만 작용하는 단일 자기 펄스가 양자 그로버 알고리즘의 가장 복잡한 부분을 구현(Grover's Oracle)
- 이 과정에서 계산 큐비트 사이의 직접적 상호작용은 없고, 중앙 스핀과의 시간에 따른 상호작용은 프로세스에서 필요하지 않음
- 이러한 작업을 빠르게 수행할 수 있음을 입증하고, 접근 방식이 위상적으로 보호된다는 것을 발견, 즉, 양자 오류 수정 없이도 제어 필드의 정밀도 및 기타 물리적 매개 변수의 많은 오류에 대해 견고함

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2023/08/16/new-quantum-hardware-approach-may-be-a-natural-for-powering-up-quantum-algorithms/>