

IBM 퀀텀과 Algorithmiq, 다체 양자 혼돈 시뮬레이션 가능

(2024.11.05., 양자정보연구지원센터)

□ IBM 퀀텀과 Algorithmiq 연구팀, 오늘날 양자 컴퓨터가 다체 양자 혼돈을 시뮬레이션할 수 있다고 보고

○ 현재 양자 컴퓨터의 가능성

- 양자 컴퓨터는 자연에서 발견되는 복잡하고 혼돈스러운 행동을 시뮬레이션할 수 있으며, 기상 패턴이나 생물학적 시스템과 같은 예측이 어려운 현상을 이해하는 데 도움을 줄 수 있음
- 최근 IBM Quantum과 Algorithmiq 주도의 연구팀이 91개의 큐비트를 사용하여 다체 양자 혼돈(many-body quantum chaos)을 시뮬레이션한 연구를 ArXiv에 발표
- 다체 양자 혼돈을 다수의 입자 간 상호작용으로 인한 예측 불가능한 행동을 의미하며, 전통적인 컴퓨터로는 모델링이 어려움

○ 실험 방법과 기술

- (사용된 장비) IBM의 “ibm_strasbourg” 양자 프로세서(초전도 트랜스몬 큐비트 사용)
- 초전도성 트랜스몬 큐비트는 양자 실험에 적합한 특성을 가짐
- (사용된 기법) 듀얼-유니타리 회로를 사용하여 복잡한 양자 혼돈 행동을 시뮬레이션
- 큐비트는 전통적 컴퓨터 비트보다 복잡한 상태를 표현할 수 있음

○ 오류 완화와 도전 과제

- (주요 문제) 현재 양자 컴퓨터의 노이즈(잡음)으로 인해 계산 결과의 정확성 저하
- 연구팀은 Algorithmiq 고유 기술인 텐서 네트워크 오류 완화 기법(tensor-network error mitigation)을 사용하여 잡음을 걸러내고 계산 결과의 신뢰성을 높임

- (실험 결과) 작은 시스템에서는 전통적 컴퓨터 시뮬레이션과 일치했지만, 더 복잡한 시스템에서는 도전 과제가 드러남
- 오류 완화에도 불구하고 더 큰 규모의 시뮬레이션에서 잡음 관리가 어려움
- 연구의 의의와 한계
 - 이번 연구는 현재의 양자 컴퓨터가 기존 기술로 해결하기 어려운 문제에 도전할 수 있는 가능성을 보여줌
 - 양자 혼돈을 작은 변화가 큰 차이를 초래하는 시스템을 의미하며, 이를 이해하는 것은 기상 및 물리적 현상 연구에 중요한 통찰을 제공
 - (한계) 현재의 양자 컴퓨터는 여전히 잡음에 취약하며, 완벽한 시뮬레이션에는 미치지 못함
 - 하드웨어 및 오류 관리 기술의 추가 발전이 필요
- 향후 전망과 연구 방향
 - 향후 연구는 잡음 관리 기술의 정교화와 시뮬레이션 정확성 향상에 집중할 것으로 예상
 - 양자 하드웨어의 개선으로 더 복잡한 시스템을 모델링할 수 있는 가능성이 확대될 것
 - 양자 컴퓨터를 이용한 시뮬레이션은 향후 더 나은 양자 컴퓨터 설계에 도움을 줄 수 있음
 - 양자 기반 암호화와 보안 통신 등 실제 응용 분야에 응용 가능성이 있음
 - 연구는 IBM Quantum , Algorithmiq Ltd, IBM Research Europe, 트리니티 칼리지 더블린, Università degli studi di Milano 등 다양한 기관 협력으로 진행됨

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2024/11/04/taming-chaos-ibm-quantum-led-scientists-report-todays-quantum-computers-can-simulate-many-body-quantum-chaos/>