

물리학자들, 양자 컴퓨터 사용하여 웜홀(wormhole) 역학 관찰

(2022.12.05., 양자정보연구지원센터)

□ 특별한 이론적 웜홀 역학/행동 연구 가능한 실험 최초 개발

- 특별한 종류의 이론적 웜홀 역학/행동 연구할 수 있는 실험 최초 개발
 - 실제 웜홀(공간과 시간의 파열)을 생성하지 않음, 이론적 웜홀과 양자 중력(quantum gravity) 예측인 양자 물리학 사이 연결 조사
 - 양자 중력 : 본질적으로 서로 호환되지 않는 것처럼 보이는 양자 물리학과 중력을 연결하는 일련의 이론
- 중력 웜홀의 주요 속성을 가진, 오늘날 양자 하드웨어에서 구현 가능한 충분히 작은 양자 시스템 발견
 - 양자 컴퓨터 사용하여, 양자 중력 물리학 테스트하는 더 큰 프로그램을 향한 단계 구성
 - 양자 중력의 아이디어 실행하기 위한 강력한 테스트베드 제공
- “양자 프로세서에서 이동 가능한 웜홀 역학” (Traversable wormhole dynamics on a quantum processor (*Nature*, 12월 1일자 게재)
 - 웜홀(wormhole) : 시공간(spacetime) 두 원격 지역 사이의 다리, 실험적 관찰되지 않음, 거의 100년 동안 존재와 특성 이론화
 - 중력을 시공간의 곡률로 설명(아인슈타인 일반 상대성이론), 웜홀을 시공간 구조를 통과하는 터널로 설명, 웜홀을 Einstein-Rosen bridge(ER)라고 함(1935)
 - 웜홀과 양자 물리학(특히, 얽힘)이 연결될 수 있다는 개념은 2013년 처음 제안됨, 웜홀은 얽힘과 동일(ER = EPR)
 - ER = EPR 아이디어를 웜홀 뿐 아니라 이동 가능한(횡단) 웜홀로 확장(2017)
 - 음의 반발 에너지가 한 끝에서 다른 끝으로 통과할 수 있을 만큼 충분히 오랫동안 열려있는 웜홀 유지 시나리오 생성

- 횡단 가능한 워홀에 대한 중력 설명이 양자 순간이동(quantum teleportation) 프로세스와 동일하다는 것을 보여줌
 - 광섬유와 무선을 통해 장거리에서 실험적으로 입증된 프로토콜인 양자 순간이동에서, 정보는 양자 얽힘이 원리 사용하여 공간을 가로질러 전송됨
 - 현재 연구는 양자 순간이동과 워홀의 동등성 탐구
 - ‘공간의 한 지점에서 다른 지점으로 이동하는 정보가 중력의 언어(워홀) 또는 양자 물리학의 언어(양자 얽힘)으로 설명될 수 있다’ 는 아이디어 조사의 첫 번째 실험 수행(Caltech)
- SYK(Sachdev-Ye-Kitaev) 모델
 - 모델의 양자 역학은 양자 중력 효과와 동일함, 양자 프로세서에 대한 실험 통해 워홀에 대한 이론적 워홀 아이디어 연구 깊이 탐색 제안
 - 두 개의 SYK 모델을 얽힘으로써 워홀 순간이동 수행할 수 있고, 횡단 가능한 워홀에서 예상되는 동적 속성 생성 및 측정 가능성을 보여줌(2019)
- 중력 특성을 보존하기 위해 준비된 “baby” SYK 유사 모델 사용
 - 구글 양자 장치, Sycamore 양자 프로세서에서 워홀 역학 관찰, SYK 모델을 단순화된 형태로 줄임(기존 머신러닝 도구 사용)
 - 즉, SYK 양자 시스템의 미시적 설명 단순화, 양자 프로세서에서 찾는 효과적인 모델 연구
 - 실험에서, SYK와 유사한 시스템 중 하나에 큐비트 삽입하고 다른 시스템에서 정보가 나오는 것 관찰, 정보는 양자 순간이동 통해 이동(또는 양자정보는 횡단 가능한 워홀을 통과)
- 양자 프로세서의 높은 충실도 필수, 더 복잡한 양자 회로 확장

(원문)

1. <https://www.caltech.edu/about/news/physicists-observe-wormhole-dynamics-using-a-quantum-computer>