

실질적인 양자 인터넷 구현을 향한 주요 진전 단계 이룸

(2024.02.20., 양자정보연구지원센터)

□ Stony Brook 연구팀, 실온 양자 메모리 장치 네트워크 성공적 시연

○ 연구 개요

- 세계적으로 양자 컴퓨팅 및 양자 네트워크 연구가 이루어지고 있으며, 미래 양자 인터넷 개발에 기대가 있음
- 양자 인터넷은 양자 컴퓨터 센서 및 통신 장치의 네트워크로 양자 상태와 얽힘을 생성, 처리 및 전송하여 현재 인터넷이 갖지 못하는 특정 서비스와 보안을 제공할 것으로 예상됨

○ Stony Brook 대학의 연구

- Stony Brook 대학 물리학자들과 협력자들은 양자 인터넷 테스트 베드를 구축하기 위해 기초적인 양자 네트워크 측정을 시연, 실질적인 양자 중계기 구현을 위한 중요한 진전을 이룸
- 양자정보 분야가 물리학, 수학 및 고전 컴퓨팅의 측면을 결합하여 양자 역학을 사용하여 복잡한 문제를 고전 컴퓨팅보다 훨씬 빠르게 해결, 정보를 해킹할 수 없는 방식으로 전송하는 데 중점
- 양자 인터넷 시스템의 비전 확장, 투자도 크게 증가하고 있지만, 실제 양자 인터넷 프로토타입은 아직 구축되지 않음

○ 양자 중계기(Quantum Repeater)와 특허

- 연구팀은 양자 중계기의 기능을 향상시킴, 통신 네트워크 보안 및 측정 시스템 정밀하게, 알고리즘을 강력하게 만들기 위해 많은 노드 및 장거리에 걸친 양자 정보와 얽힘을 가져올 시스템 개발이 중요함(양자 중계기)
- 동일한 양자 상태를 각 기억 장치로 보내고 Hong-Ou-Mandel Interference 프로세스 수행하여 광자 속성의 구별 불가능성을 측정함
- 실온 양자 기억 장치에서 광자 큐비트를 저장 및 검색하는 프로세

스가 공동 간섭 프로세스를 현저하게 왜곡시키지 않으며, 장거리 얽힘 교환이 가능한 메모리 지원 프로토콜을 보여줌(운영 가능한 양자 중계기 구축의 핵심)

- 실온 작동, 작업 비용을 크게 낮추고 시스템을 훨씬 빠르게 만듦
 - 실온 작동하는 양자 메모리 장치를 구축하고 특징화하여, 이러한 기억 장치가 대규모 양자 중계기 네트워크 구축에 필수적인 특징인 동일 성능을 갖고 있음을 시연함
 - 이 방법에 대한 특허를 취득, 실온에서 양자 네트워크를 체계적으로 테스트하는 기술적 기반을 마련함
 - 본질적으로 “얽힘”을 효과적으로 거리를 통해 증폭시키려는 실험을 진행함, 메모리가 사용자 정의 저장 시간으로 광자를 저장할 수 있으므로 메모리에 무작위 시간에 도착하는 광자의 회수를 시간 동기화시킬 수 있음(양자 중계기 시스템 운영에 필수 기능)
 - 양자 메모리와 호환되는 얽힘 원본을 구축, 양자 메모리 사이에 저장된 광자의 존재를 “herald” 하는 메커니즘 설계(Qunnect, Inc. 및 이탈리아 팔레르모 대학과 협력)
- 양자 중계기 네트워크의 작동 방식
- 양자 중계기 hop에는 거리 L 로 분리된 두 개의 얽힌 광자 쌍이 필요함, 각 쌍에서 하나의 광자는 중앙 측정 노드로 보내져 양자 기억 장치에 저장됨
 - 파트너 광자는 반대 방향으로 보내져 거리 $2L$ 로 분리된 양자 기억 장치에도 저장됨
 - 중앙 노드에 도착한 두 광자의 구별 불가능성 측정, 중계기 hop 하나를 여러 개 연결하여 수백 km에 걸쳐 얽힘을 퍼뜨릴 수 있음

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2024/02/12/research-team-takes-a-fundamental-step-toward-a-functioning-quantum-internet/>