

노스웨스턴 대학, 양자 네트워크 안정화 위한 연결 기술 개발

(2025.02.13., 양자정보연구지원센터)

□ 노스웨스턴 대학, 양자 네트워크 안정화를 위한 연결 기술 개발

○ 연구 개요

- 노스웨스턴 대학 연구진, 양자 네트워크의 지속적 안정성을 유지하는 새로운 전략 제안
- 양자 얽힘을 이용한 네트워크는 사용 후 링크가 사라지는 한계가 있으며, 이를 해결하기 위해 소멸된 링크를 보충하는 방식 연구
- 최적의 연결 수를 추가하면 네트워크가 지속적으로 유지되며, 과도한 추가는 자원 낭비를 초래함

○ 양자 얽힘 기반 네트워크

- 양자 네트워크는 양자 얽힘(Quantum Entanglement)을 활용하여 초고속 계산 및 보안성이 높은 통신 가능
- 두 개의 양자 입자가 공간적 거리와 무관하게 연결되며, 이를 통해 도청이 불가능한 정보 교환 가능

○ 네트워크의 주요 한계점

- 양자 네트워크에서 한 번 사용된 링크는 소멸하며 재사용 불가능
- 기존의 클래식 네트워크는 대량의 메시지를 처리할 수 있지만, 양자 네트워크는 각 링크가 단일 정보만 전송 가능
- 링크 소멸로 인해 네트워크가 지속적으로 붕괴되는 현상 발생

○ 연구진의 해결 방법, 링크 추가 전략, 네트워크 붕괴 방지 모델

- 사용자가 임의의 상대와 연결을 맺고, 가장 효율적인 경로를 통해 통신하는 시뮬레이션 진행
- 통신 과정에서 사용된 링크를 제거하면 네트워크가 점진적으로

붕괴되는 현상(경로 임계현상, Path Percolation) 발생

- 이를 방지하기 위해 각 통신 후 일정 수의 링크를 추가하는 방식 연구
- 최적의 링크 추가 개수
 - 연구 결과, 사용자 수의 제곱근만큼 링크를 추가하면 네트워크가 안정적으로 유지됨
 - 예를 들어 100만 명의 사용자가 있다면, 1,000개의 링크를 추가해야 네트워크가 붕괴되지 않음
 - 예상과 달리 사용자 수에 비례하지 않고, 비교적 적은 수의 추가 링크만으로도 안정성 확보 가능
- 양자 인터넷 최적 설계 가능성
 - 기존 인터넷은 자연스럽게 발전한 기술로, 완벽한 안정성을 고려하지 않음
 - 하지만 양자 인터넷은 초기부터 최적화된 네트워크 설계가 가능하며, 지속적으로 안정적인 연결 유지 가능
 - 향후, 링크 추가 알고리즘을 실시간으로 적용하여 자율적으로 복구되는 네트워크 구축 가능성 연구
 - 양자 통신 네트워크의 구조적 한계를 극복하여 실용적인 양자 인터넷 개발에 기여

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2025/01/24/northwestern-university-researchers-build-bridge-to-stabilize-quantum-networks/>