

# 다수의 양자 프로세서 간 직접 통신 가능한 장치

(2025.04.10., 양자정보연구지원센터)

## □ MIT, 다수 양자 프로세서 간 직접 통신을 위한 새로운 연결 장치 개발

### ○ 연구 개요

- 현재 사용되는 초전도 양자 프로세서 간 연결 방식은 “point-to-point”, 네트워크 노드 간 여러 번의 전송이 이루어지며 오류가 누적되는 문제가 있음
- MIT 연구팀은 다수의 양자 프로세서 간 직접 통신을 가능하게 하는 새로운 양자 연결 장치를 개발
- 이 장치는 “모두 연결(all-to-all)” 방식의 통신을 지원하며, 네트워크 내 모든 양자 프로세서가 서로 직접 통신할 수 있도록 함
- 연구팀은 두 개의 양자 프로세서를 연결하여, 마이크로파 광자를 원하는 방향으로 주고받으며 원거리 얽힘을 실험적으로 증명

### ○ 기술적 특징

- **사용된 기술:** 초전도 와이어(waveguide)를 이용해 광자를 프로세서 간에 전송
- **구성 요소:** 각 모듈은 4개의 큐비트로 구성되어 광자와 양자 프로세서 간의 정보를 전달
- **제어:** 마이크로파 펄스를 사용하여 큐비트를 활성화하고, 두 모듈 간의 광자 이동을 정밀하게 제어
- **원거리 얽힘:** 광자를 “광자 반-방출” 하여 얽힘을 생성하고, 이후 이를 두 모듈 간 공유

### ○ 원거리 얽힘과 네트워크 확장성

- 연결 장치를 사용해 “원거리 얽힘(remote entanglement)” 실현,

원거리 얽힘은 두 양자 프로세서가 물리적으로 연결되지 않았음에도, 서로 강하게 상관된 상태가 되는 현상, 이는 분산 양자 컴퓨터 네트워크 구축의 중요한 첫 단계임

- 원거리 얽힘 생성 과정에서, 하나의 광자가 반쯤 방출되고 반쯤 유지되도록 만들어(광자 반 방출, 이를 두 모듈 간 공유할 수 있었음)

#### ○ 연구의 성과 및 응용 가능성

- 원거리 얽힘 생성: 양자 프로세서가 물리적으로 연결되지 않고도 원거리에서 얽힘을 생성
- 광자 흡수 효율: 최적화된 흡수 프로토콜을 통해 60% 이상의 흡수 효율을 달성, 얽힘 상태를 안정적으로 생성
- 스케일업 가능성: 이 구조는 다수 모듈 간의 “모두 연결” 네트워크를 구현할 수 있으며, 유연성과 처리량을 높일 수 있음

#### ○ 향후 전망

- 기술 확장: 이 기술은 3D 모듈 통합 등으로 향후 더 효율적인 양자 네트워크 구축에 기여할 수 있음
- 속도 개선: 향후 이 기술은 빠른 프로토콜 구현을 통해 오류 축적 시간을 줄임
- 다양한 양자 시스템 적용: 다른 유형의 양자 컴퓨터 및 양자 인터넷 시스템으로도 확장 가능
- 연구 지원: 이 연구는 미 육군 연구청, AWS 양자 컴퓨팅 센터, 미 공군 과학 연구청의 지원을 받음

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2025/03/21/device-enables-direct-communication-among-multiple-quantum-processors/>