

MIT, 새로운 큐비트 설계 개발

(2026.10.02., 양자정보연구지원센터)

□ MIT, 데이터 보존과 양자 연산 속도 동시에 높이는 새로운 큐비트 설계 개발

- MIT 연구진, 양자정보 저장과 연산 기능 분리한 새로운 큐비트 설계 개발
 - 양자컴퓨터의 핵심 과제인 양자정보의 장시간 보존과 빠른 연산·측정을 동시에 구현하기 위한 새로운 큐비트 구조를 설계함
 - ‘암(arm) 큐비트’로 명명된 이 구조는 큐비트 내부에서 정보 저장과 다른 큐비트 및 전자회로와의 상호작용 기능을 서로 다른 구성요소로 분리함
 - 연구진의 시뮬레이션 결과, 기존 초전도 큐비트 설계와 비교해 긴 정보 보존 시간과 함께 “더 빠른 연산 및 측정(readout)”이 가능할 것으로 나타남
- 정보 저장과 상호작용 기능을 분리해 디코히어런스 문제 완화
 - 양자컴퓨터의 큐비트는 양자정보를 저장하지만 외부 장치와의 연결 및 다른 큐비트와의 상호작용 과정에서 “디코히어런스(decoherence)”가 발생해 정보가 손실될 수 있음
 - 암 큐비트는 두 개의 연결된 모드(mode)로 구성되며, “데이터 모드(data mode)”는 양자정보를 장시간 유지하는 데 초점을 맞추고, “암 모드(arm mode)”는 다른 큐비트 및 전자회로와의 강한 상호작용을 담당하도록 설계됨
 - 또한 공진기(resonator)를 이용해 큐비트의 상태를 측정하고, 그 결과를 기존 전자회로가 처리할 수 있는 신호로 변환하도록 구성
 - 이처럼 각 구성요소가 특정 기능에 집중하도록 설계함으로써 양자정보를 보존하면서도 필요한 연산과 측정을 수행할 수 있도록 함
- ‘쿼톤 커플러’를 활용해 강한 상호작용과 낮은 간섭 구현
 - 두 모드를 연결하기 위해 연구진이 기존에 개발한 쿼톤(quarton)

커플러를 적용함

- 쿼톤 커플러는 한 구성요소의 상태가 다른 구성요소의 동작에 영향을 주는 강한 비선형 상호작용을 구현하며, 이는 다양한 양자 알고리즘 수행에 필요한 핵심 기능임
- 일반적으로 구성요소 간 연결이 강해질수록 원치 않는 상태 혼합이 발생할 수 있지만, 쿼톤 커플러는 이러한 혼합을 크게 줄이면서 강한 결합을 가능하게 함
- 이에 따라 큐비트의 양자정보가 소실되기 전에 더 빠르게 연산을 수행할 수 있는 구조를 구현할 가능성이 제시됨
- 시뮬레이션에서 높은 결맞음 시간과 빠른 연산·측정 가능성 확인
 - 연구진의 모델링 결과, 암 큐비트 구조는 최신 수준의 “결맞음 시간(coherence time)”을 유지하면서 기존 설계보다 빠른 연산과 판독이 가능할 것으로 예측됨
 - 이러한 특성은 양자 오류 정정(error correction)의 속도를 높여, 큐비트가 양자정보를 유지하는 동안 더 많은 연산을 수행할 수 있도록 하는 데 도움이 될 수 있음
 - 장기적으로 오류 계산 과정에서 지속적으로 탐지·수정하는 오류 내성(fault-tolerant) 양자컴퓨터 구현을 위한 구성요소로 활용될 가능성 있음
- 현재는 시뮬레이션 단계로, 실제 하드웨어 검증이 향후 과제
 - 이번 연구는 현재까지 모델링 및 시뮬레이션을 통한 결과이며, 연구진은 아직 암 큐비트를 실제로 제작하지 않았음
 - 향후 실제 큐비트를 제작해 시뮬레이션에서 예측한 성능이 하드웨어에서도 구현되는지 확인하고, 제조 과정에서 발생할 수 있는 오차와 설계상의 추가적인 문제를 검증할 예정임
 - 실제 구현에 성공할 경우 암 큐비트가 향후 오류 정정 기능을 갖춘 양자컴퓨터를 구성하는 핵심 빌딩 블록 중 하나가 될 수 있음

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2026/09/04/mit-qubit-design-could-speed-quantum-operations-while-preserving-data/>