

IBM, 새 양자 데이터 센터에서 대규모 오류 보정 QC 로드맵 제시

(2025.06.18., 양자정보연구지원센터)

- IBM, 새로운 양자 데이터 센터, 대규모 오류 보정 양자 컴퓨터 로드맵 공개
 - IBM은 2029년까지 세계 최초 대규모, 오류 보정(fault-tolerant) 양자컴퓨터 ‘IBM Quantum Starling’ 을 개발할 계획을 발표
 - 이를 위해 뉴욕 포킵시(Poughkeepsie)에 새로운 양자 데이터 센터를 구축, 현재의 양자컴퓨터 대비 20,000배 이상의 연산 수행 능력 목표
 - IBM Quantum Starling 프로젝트(2029년 출시 예정)
 - (성능 목표) 200개의 논리 큐비트(logical qubits) 사용, 1억 개의 양자 연산 실행 가능
 - 현재 양자컴퓨터 대비 20,000배 이상의 연산량
 - 슈퍼컴퓨터 quindecillion(10^{48})대 이상 메모리를 필요로 하는 복잡한 상태 구현 가능
 - IBM 양자 로드맵 및 로직 확장 전략
 - IBM Quantum 로드맵 주요 프로세서 계획
 - 2025년: IBM Quantum Loon - qLDPC 코드용 아키텍처 구성요소 (예: 장거리 C-커플러) 테스트
 - 2026년: IBM Quantum Kookaburra - 첫 모듈형 프로세서, 양자 메모리 + 논리 연산 통합
 - 2027년: IBM Quantum Cockatoo - L-커플러를 통해 다중 칩 모듈 간 얽힘 구현
 - 2029년: IBM Quantum Starling - 완전한 오류 보정 아키텍처 완성
 - (차세대 시스템 특징) 오류 억제와 알고리즘 수행 가능성 향상
 - 실시간 측정 디코딩 및 조건부 명령 수행
 - 수백~수천 개 논리 큐비트로 확장 가능한 모듈형 구조

- 논리 큐비트와 오류 보정 기술
 - 논리 큐비트(Logical Qubit): 여러 개의 물리적 큐비트를 조합하여 하나의 안정적 정보를 저장하는 단위
 - 오류를 감지 및 보정하며 신뢰성 있는 계산을 수행
 - 오류 보정 방식: 기존 방식은 지나치게 많은 물리 큐비트를 요구해 확장성에 제약
 - IBM은 qLDPC(Quantum Low-Density Parity Check) 코드를 도입하여 물리 큐비트 수를 최대 90%까지 절감, 더 적은 자원으로 더 많은 논리 큐비트 생성 가능
- 기술 논문 요약(2024년 발표된 2편의 기술 논문)
 - (1st) qLDPC 코드로 연산 수행 가능성 입증
 - 기존 오류 보정 코드 대비 자원 효율성이 크게 향상됨
 - (2nd) 물리 큐비트에서 정보를 효과적으로 디코딩하는 방법 제시
 - 고전 컴퓨팅 자원만으로도 실시간 오류 식별 및 수정 가능
- 기대 효과 및 응용 분야
 - (실용적 양자컴퓨터의 실현) 약물 개발, 신소재 발견, 화학 반응 시뮬레이션, 물류 최적화 등 실질적인 산업 응용 가능, 연산 정확도와 효율성 극대화
 - (현실적인 자원으로 대규모 시스템 구축) 에너지, 공간, 제어 자비 등의 인프라 요구사항을 줄여 상용화 가능성 제고
- IBM은 qLDPC 코드 기반의 새로운 오류 보정 기술을 중심으로, 2029년까지 상용화 가능한 대규모 양자 컴퓨터를 구현할 구체적인 로드맵을 제시
 - 이로써 IBM은 양자컴퓨팅의 한계를 넘어, 실제 문제 해결과 산업 응용이 가능한 실질적인 플랫폼 구축을 선도하고 있음

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2025/06/10/ibm-offers-roadmap-toward-large-scale-fault-tolerant-quantum-computer-at-new-ibm-quantum-data-center/>