

# QuEra, 내결함성 양자 컴퓨팅 로드맵 제시

(2024.03.19., 양자정보연구지원센터)

## □ QuEra, 실용적 양자 응용 프로그램에 대한 비전적 로드맵 제시

- 하버드 대학과 MIT 유명한 양자 물리 연구소에서 탄생한 QuEra
  - 2019년 설립, 2022년 Amazon Braket에서 256큐비트 Aquila 기계 출시, 세계 처음이자 유일한 상용 중성 원자 양자 컴퓨터로 QuEra의 기술적 능력과 학문적 혁신을 신속하게 상용화
  - 큐비트의 취약성으로 복잡한 계산에 정확도를 높이는 것이 어려워짐, 양자 오류 수정은 물리적 큐비트를 그룹화하여 중복 정보를 저장하여 이러한 문제를 극복함
- 목적에 맞는 구축, 네 가지 초석
  - 중성 원자의 안정성 및 확장성 활용하여 양자 컴퓨팅의 성능 극대화: 중성 원자의 병렬 광 제어를 통해 대규모 양자 프로세서 개발 가능
  - Qubit Shuttling, 동적 재구성: 큐비트를 동적으로 재배포함으로써 효율적인 오류 교정 프로토콜 가능함, 원치 않는 크로스토크 최소화, 오류 누적 줄임
  - 병렬 작업, 속도 및 효율성: 하나의 제어 신호를 사용하여 여러 양자 비트에 대한 1- 또는 2-큐비트 게이트 동시 실행
  - zoned architecture: 메모리 및 처리 장치와 같은 구별된 응용 프로그램별 구성 요소 포함
- 영역 내 주요 기능에 대한 분석
  - 저장(storage) 영역: 긴 결맞음 시간을 갖는 큐비트에 인코딩된 양자 정보를 저장하는 프로세서의 “양자 메모리” 역할을 함
  - 얽힘(Entanglement) 영역: 저장 영역 큐비트는 이 영역에서 보다 안정적인 저장을 위해 다시 셔들되기 전에 얽힌 논리 게이트와

상호 작용 구현, 고전 CPU의 산술 논리 장치(ALU)와 동일한 역할을 함

- 측정(Measurement) 영역: 프로세서의 입력/출력(I/O) 구성 요소에 대한 인터페이스 역할
- zoned architecture의 가장 중요한 장점: 다른 큐비트 아키텍처에서 볼 수 있는 선형 스케일링과는 상당히 다른 효율적인 제어 선 스케일링 달성 능력에 있음(실제 하버드 실험은 300개 큐비트로 복잡한 알고리즘 실행하는 동안 10개 이상의 제어 선만 사용)
- 고전 컴퓨터의 시뮬레이션 한계를 넘는 완전한 내결함성 양자 컴퓨팅 로드맵 이정표
  - 1단계(2024): 256개 이상의 물리적 큐비트와 10개의 논리적 큐비트를 갖춘 양자 컴퓨터 출시, 논리적 큐비트 간 오류 전파 방지하고 논리적 작업 실행이 용이하게 함으로써 논리적 큐비트의 오류율은 물리적 큐비트보다 더 낮아질 것으로 예상됨
  - 2단계(2025): 1,000개의 물리적 큐비트와 30개의 논리적 큐비트를 갖춘 진보된 모델 제공 예상, 정교한 오류 수정 프로토콜 구현, 오류 허용성 달성하는 중요한 단계
  - 3단계(2026): 1만개 이상의 물리적 큐비트와 100개의 논리적 큐비트를 갖추며, 깊은 논리 회로로 대규모 오류 허용성 양자 컴퓨팅, 하드웨어 기반의 휴리스틱 알고리즘이 등장
  - 초기 기간이 지나면, 클라우드 및 온프레미스 배포를 통해 공개적으로 사용할 수 있음, 최근 영국 국립 양자 프로그램(National Quantum Program)에 양자 테스트베드 제공 계약 체결
- 논리적 Qubit 시뮬레이터로 가능성 탐구
  - 내결함성 양자 컴퓨팅의 핵심을 탐구하는 강력한 소프트웨어 도구 역할을 하는 논리적 큐비트 시뮬레이터

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2024/03/18/guest-post-quera-charting-the-roadmap-to-fault-tolerant-quantum-computing/>