

영국 Quantum Motion 양자컴퓨터 특징 및 한계점

<'25.09.16, KE-QSTCC>

- ◇ 영국 스타트업 Quantum Motion은 “실험실에서 데이터센터에 설치한 첫 번째 실리콘 CMOS 기반 풀스택 양자컴퓨터”를 공개, 향후 상업적 대량생산에 대한 가능성을 제시

□ 개요

- 영국 스타트업 Quantum Motion*은 2025년 9월 세계 최초로 상업용 반도체 공정(CMOS)을 활용한 풀스택(full-stack) 양자컴퓨터를 개발

* <https://quantummotion.tech/>

[First Full-Stack Silicon CMOS Quantum Computer at UK NQCC]



- (설치 목적) 국가양자컴퓨팅센터(NQCC) 내 산업 및 학계 연구자들이 실질적으로 사용할 수 있는 양자 컴퓨팅 테스트베드로 활용
※ 이번 설치는 영국 정부와 NQCC Testbed 프로그램의 일환으로 추진됨
- (의의) 본 시스템은 데이터센터 환경에서 운용 가능한 형태로 구축, 양자컴퓨터의 상용화 전환을 보여주는 사례로 평가

□ 주요 특징

- (Full Stack) QPU(Quantum Processing Unit), 냉각 시스템, 제어 전자장치, 소프트웨어 스택까지 하나의 완결된 시스템

- (표준 프레임워크 호환성) Qiskit(IBM), Cirq(Google), PyQuil(Rigetti) 등 기존 양자 프로그래밍 도구와 호환 가능

- (산업·연구자 접근성 강화) 기존 HPC(고성능 컴퓨팅) 환경과 통합할 수 있도록 인터페이스를 설계, NQCC 내 슈퍼컴퓨터 및 클라우드와 연계 운용 가능

○ (확장형 구조) 랙 타입의 모듈형 아키텍처와 확장이 쉬운 타일형 방식 적용

- 전체 시스템은 19인치 서버 랙(server rack) 3개 규모로 구성, 데이터 센터 친화적인 설계를 통해 일반 서버실에서 운용이 가능하도록 크기·구조를 최적화

- ※ 각 랙에는 희석 냉각기(dilution refrigerator), 제어 전자장치(control electronics), 보조 장비(auxiliary equipment)가 통합 배치됨

- 큐비트 칩이 반복 가능한 타일 구조로 설계되어 작은 단위 모듈을 복제 및 배열함으로써 대규모 큐비트 집적이 가능

- ※ 이는 장기적으로 수십만~수백만 큐비트 규모 확장을 목표로 함

⇒ 다른 큐비트 플랫폼 기반 양자 컴퓨터가 확장성에 어려움이 갖지만, 반도체 칩과 유사한 아키텍처 접근 방식으로 확장성에 강점

○ (상용 반도체 공정) 실리콘 스핀 큐비트(Silicon Spin Qubit)의 300mm 실리콘 CMOS 웨이퍼를 사용하는 표준 반도체 공정 활용

- 전자의 스핀 상태를 큐비트로 활용하는 실리콘 양자점(quantum dot) 컴퓨터로 기존 트랜지스터 구조와 유사한 방식으로 집적 가능

- * 실리콘은 반도체 산업에서 이미 검증된 재료로, 안정성·확장성 측면에서 장점이 있음

⇒ 따라서, 기존의 반도체 파운드리 생산 인프라를 그대로 활용할 수 있다는 점에서 상용화 가능성에 의미

- * 초전도 큐비트(superconducting qubit)나 이온트랩(ion-trap) 방식에 대비해 소형화·집적화 가능성이 높음

□ 기대효과

- (상용 반도체 공정 기반) 양자 하드웨어 대량생산 및 비용 효율화 가능 및 기존 반도체 공급망 활용을 통한 신뢰성과 확장성 확보
- (데이터센터 적합성) 기존 실험실 수준에서 벗어나 표준 랙 규모의 시스템으로 구축, 클라우드·데이터센터 환경과 연계성 확보
- (확장성) 타일형 아키텍처로 큐비트의 선형적 증가가 가능하며, 이는 실리콘 기술만의 강점으로, 장기적으로 ‘실제 문제 해결’에 필요한 대규모 큐비트 확보 가능
- (생태계 경쟁력 강화) 해당 시스템을 NQCC에 설치하여 학계·산업계 연구자들이 공동 활용 가능, 영국의 국가 양자 전략(National Quantum Strategy)과 맞물려 국제 경쟁력 강화

□ 한계점

- (성능 지표 미공개) 현재 큐비트 수, 게이트 오류율(fidelity), 결맞음 시간(coherence time) 등 구체적 성능 데이터는 공개되지 않았으며, 향후 NQCC Testbed 활용 과정에서 검증될 것으로 예상
- (냉각 기술 의존성) 여전히 초저온 희석 냉각기를 필요로 하며, 운영비 및 유지비 부담이 크고, 향후 상온 또는 고온 초전도체 기반 기술이 나오기 전까지는 여전히 제약 요소로 작용
- (에러 보정 필요성) 스핀 큐비트는 집적화에 유리하나, 오류율 개선을 위한 오류 정정(QEC) 적용이 필수, 해당 문제 해결을 위해 Quantum Motion은 실리콘 양자오류정정 ‘SiQEC 프로젝트’를 수행 중

□ 기사 출처

- Quantum Motion Delivers the Industry's First Full-Stack Silicon CMOS Quantum Computer
<https://quantummotion.tech/quantum-motion-delivers-the-industrys-first-full-stack-silicon-cmos-quantum-computer/>
- Quantum Motion delivers silicon CMOS-based system to UK's National Quantum Computing Centre
<https://www.datacenterdynamics.com/en/news/quantum-motion-delivers-silicon-cmos-based-quantum-computer-to-uks-national-quantum-computing-centre/>
- Quantum Motion Unveils First Silicon CMOS Quantum PC
<https://technologymagazine.com/news/quantum-motion-unveils-first-silicon-cmos-quantum-pc>