

RIKEN 주도 프로젝트, QC와 슈퍼컴퓨터 역량 결합 추진

(2026.01.07., 양자정보연구지원센터)

□ RIEKN 주도로 양자컴퓨터와 슈퍼컴퓨터 역량 결합 프로젝트 추진

○ 개요

- 일본 이화학연구소(RIKEN)가 주도하는 선도적 연구 프로젝트 JHPC-quantum은 양자컴퓨터와 슈퍼컴퓨터를 효율적으로 연계·통합하기 위한 핵심 시스템 소프트웨어 개발을 목표로 함
- 본 프로젝트는 고베에 위치한 RIKEN 계산과학연구센터(R-CCS) 산하 Quantum High-Performance Computing Collaboration Platform Division이 주관
- 슈퍼컴퓨터 후가쿠(Fugaku) 개발에 참여한 사토 미키히사(사토 미키히사) 디렉터, 고다마 유스케 부디렉터, 그리고 2025년 4월 IBM 양자연구소에서 합류한 오노데라 타미야 부디렉터 연구를 이끌고 있음

○ 연구 추진 배경: 양자컴퓨터와 슈퍼컴퓨터의 상호보완성

- 양자컴퓨터는 중첩(superposition) 특성을 활용해 동시에 여러 가능성을 처리할 수 있어, 특정 문제에서는 기존 컴퓨터보다 월등히 빠른 계산 성능을 가짐
- 현재 양자컴퓨터는 이온 트랩, 초전도 회로, 광학, 실리콘 기반 등 다양한 기술 방식으로 개발 중
- QC와 기존 컴퓨터(슈퍼컴퓨터 포함)는 강점과 약점이 본질적으로 다름
- 또한 현재의 양자컴퓨터는 독립적으로 동작할 수 없으며, 제어·입력·통신 측면에서 반드시 기존 컴퓨터의 지원이 필요

○ 계산 폭발 문제와 양자컴퓨터의 역할

- 사토 디렉터는 슈퍼컴퓨터가 어려움을 겪는 대표적 예로 조합 폭발(combinatorial explosion) 문제를 제시
- 이러한 문제는 선택지 수가 증가할수록 계산량이 지수적으로 증

가하여 기존 컴퓨터로는 처리 시간이 급격히 늘어남

- 양자컴퓨터는 다수의 조합 가능성을 동시에 다룰 수 있어 이러한 문제에 특히 강점
- 재료 개발, 신약 탐색, 인공지능, 최적화 문제 등 다수의 경우의 수를 다루는 분야에서 높은 활용 가능성 보유
- 가장 계산이 어려운 부분을 양자컴퓨터에 위임함으로써 전체 계산 효율을 극대화하는 것이 핵심 전략

○ 양자컴퓨터 확장과 슈퍼컴퓨터의 필수성

- 현재 IBM 등 선도 기업의 QC는 100큐비트(qubit)를 약간 넘는 수준
- 큐비트는 0 또는 1만 가지는 비트와 달리, 여러 상태를 동시에 가질 수 있어 특정 문제에서 빠른 계산 가능
- 그러나 양자컴퓨터는 명령 해석과 실행을 위해 반드시 기존 컴퓨터의 입력과 제어가 필요
- 사토 디렉터는 이를 “양자컴퓨터가 피아노라면, 기존 컴퓨터는 악보를 해석해 연주하는 피아니스트”에 비유
- 향후 큐비트 수가 1,000~10,000, 더 나아가 수십만 단위로 증가할 경우, 제어·통신을 담당할 슈퍼컴퓨터급 성능이 필수적으로 요구됨

○ JHPC-quantum 프로젝트와 소프트웨어 개발

- JHPC-quantum은 양자-슈퍼컴퓨터 하이브리드 플랫폼 구축을 위한 기초 시스템 소프트웨어 개발을 목표로 함
- 시스템 소프트웨어는 컴퓨터의 기본 동작을 관리하고, 상위 응용 소프트웨어가 작동할 수 있도록 하는 핵심 요소
- 2023년 11월 시작된 5년간의 연구 프로젝트로,

○ 도입된 양자컴퓨터 시스템

- (Reimei) 이온 트랩 방식 양자컴퓨터, 글로벌 양자기업 Quantinuum이 개발, 2025년 2월 RIKEN 와코 캠퍼스에 도입, 전기장으로 고정된 이온을 레이저로 제어해 계산 수행

- (IBM Quantum System Two (ibm_kobe)) 초전도 방식 양자컴퓨터, 2025년 6월 RIKEN 고베 캠퍼스에 도입, 극저온 초전도 회로를 이용해 양자 연산 수행
- 두 가지 방식을 병행하는 이유는 향후 어떤 기술이 주류가 될지 아직 불확실하기 때문
- 부디렉터는 “초전도 방식은 1만 큐비트 이상이 가능할 것으로 보이지만, 100만 큐비트에 도달할 기술은 아직 누구도 단언할 수 없다” 고 설명

○ 활용 실험과 글로벌 선도성

- 현재 12개 사용자 그룹(연구기관·연구자)이 과학, 의학, 기술 분야 적용 가능성을 시험 중
- 개발된 시스템 소프트웨어 환경에서 실제 프로그램 기반 평가가 본격적으로 진행될 예정
- 전 세계적으로 슈퍼컴퓨터 센터에 양자컴퓨터를 도입하는 흐름은 증가 중이나, 대부분은 특정 계산만을 분리해 수행하는 방식
- 본 프로젝트는 프로그램 수준에서 양자컴퓨터와 슈퍼컴퓨터를 직접·긴밀하게 연동하는 점에서 독보적
- 사토 디렉터는 “대규모·고밀도 양자-슈퍼컴퓨터 협력을 시도하는 프로젝트는 세계적으로 유일하다” 고 강조

○ 기대 효과와 향후 비전

- 목표는 슈퍼컴퓨터 단독 사용보다 양자-슈퍼컴퓨터 협력이 실제로 더 효율적임을 실증하는 것
- 장기적 미래(10년 후 가능성)에 대한 논의가 아닌, ‘현재의 양자컴퓨터가 지금 무엇을 할 수 있는가’ 를 명확히 제시하는 데 중점
- 본 프로젝트를 통해 양자컴퓨터의 실질적 가치와 활용 가능성을 구체적으로 입증, 차세대 계산 패러다임의 기반을 마련하고자 함

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2026/01/06/riken-led-project-seeks-to-combine-the-owners-of-quantum-computers-and-supercomputers/>