

IBM Quantum Computing, Big Blue를 Big New Era로 전환

(2022.11.15., 양자정보연구지원센터)

□ IBM Quantum 및 full-stack 접근 방식 개요

○ IBM 양자 하드웨어

- 초전도 큐비트 방식 사용, 127-큐비트 프로세서 “Eagle“출시(2021년 말), 433-큐비트 프로세서 “Osprey “ 출시 예정(2022년 봄 발표), 1,000-큐비트 머신 “Qondor“(2023년 출시 예정)
- 양자 서버리스(Quantum Serverless) 운영과 로드맵이 요약된 하드웨어, 소프트웨어 및 이론 발전 통해 양자 중심 슈퍼컴퓨터(quantum-centric supercomputers) 시대 개막

○ IBM 양자 소프트웨어

- IBM Quantum이 급부상하는 양자 산업 지원할 양자 컴퓨터용 소프트웨어 개발 분야의 선구자이자 리더임을 인식
- Qiskit 소프트웨어는 양자 학생, 연구원, 기업 개발자 및 스타트업 등 다양한 그룹에서 사용됨, Qiskit 자체는 회로 수준의 프로그래밍을 위한 직관적인 양자 개발 플랫폼으로 간주됨
- Composer 및 Lab 같은 인기있는 소프트웨어 도구 일부 보유, IBM Quantum 생태계 중심의 학습 및 커뮤니티 구축 장려

○ IBM 퀀텀 클라우드

- Qiskit Runtime은 IBM Quantum의 네이티브 서비스, 최근 양자 런타임에서 120배 속도 향상 제공 발표
- IBM Quantum 교육 및 커뮤니티 구축 : 전 세계 양자 허브 네트워크 구축, 업계 최고 양자 커뮤니티 리더로 약 210개, Fortune 500대 기업, 대학, 연구소 및 스타트업 있음
- 초기 기술 전문가 교육 뿐만 아니라, 일반 대중에게 온라인 대화형 자습서 무료 액세스 제공

- IBM 퀀텀 커뮤니티

- 양자 커뮤니티에서 Qiskit Aer를 포함한 IBM Qiskit 이 가장 인기있는 라이브러리임, 무료 교육 프로그램과 튜토리얼 통해 양자인력에게 필수적임

- IBM Quantum Summit 2022

- 양자 하드웨어 및 소프트웨어의 새로운 발전 발표, 양자 중심 슈퍼컴퓨팅에 대한 선구적 비전 설명
- 'IBM Osprey' IBM 새로운 433-큐비트 프로세서
 - 기존 컴퓨터의 계산 능력을 훨씬 능가하는 복잡한 양자 계산 실행할 잠재력 지님
- 새로운 양자 소프트웨어로 오류 수정 및 완화 해결
 - 양자 컴퓨터 잡음 해결, 단순화위해 Qiskit Runtime 베타 업데이트 출시, API 옵션 사용하여 오류 수 줄이기 위해 속도 변경 가능
- IBM Quantum System Two 업데이트, IBM 차세대 양자 시스템
 - 모듈식 설계된 시스템으로 세부 정보 업데이트, 여러 프로세서를 통신 링크 있는 단일 시스템으로 결합, 2023년 말까지 온라인 상태 목표, 양자 중심 슈퍼 컴퓨팅의 빌딩블록
 - 모듈식 아키텍처와 양자 통신 사용, 계산 용량 늘리고 하이브리드 클라우드 미들웨어 사용하여 양자 및 고전 워크플로 통합
- 새로운 IBM Safe 기술
 - 양자 안전기술이 포함된 z16 시스템 제공 및 NIST 2024년 표준화 목표와 관련된 알고리즘 기여
 - IBM과 Vodafone은 Vodafone의 기술 인프라 전반에 IBM 양자 안전 암호화 적용 방법 모색을 위한 협력 발표
- 클라이언트 및 생태계 확장, IBM Quantum Network 성장
 - 독일 대기업 Bosch가 다양한 양자 사용 사례 탐색을 위해 IBM Quantum Network에 합류 발표

- 양자 컴퓨팅 및 양자 안전 암호화 탐구를 위한 다국적 통신사 Vodafone, 금융 서비스 사용 사례 탐색을 위한 프랑스 은행 Cr dit Mutuel Alliance Fédérale 등 최근 추가됨

□ IBM 최신 로드맵, 4,000개 이상 큐비트 시스템 제공 경로 제시

- 대규모 실용적 양자 컴퓨팅 달성을 위한 로드맵의 확장 발표
 - 실용적 양자 컴퓨팅에 필요한 속도와 품질 제공을 위해, 모듈식 아키텍처 및 네트워킹 계획
 - 견고하고 확장 가능한 양자 하드웨어, 접근 가능하고 강력한 양자 프로그램 조정 및 가능한 최첨단 양자 소프트웨어, 양자 지원 조직 및 커뮤니티의 광범위한 글로벌 생태계
 - 2023년 Qiskit Runtime 및 클라우드를 통해 핵심 양자 소프트웨어 스택에 serverless 접근 방식 도입, 고급 단순성과 유연성 제공, 1,000큐비트 넘는 세계 최초 범용 양자 프로세서 Condor 소개(하드웨어)
- 모듈식 양자 컴퓨팅 소개
 - 여러 프로세서에서 고전적 통신 및 병렬화 작업 기능 구축, 단거리, 칩 수준 커플러 배포, 양자 프로세서 간 양자 통신 링크 제공
 - 위 세 가지 확장성 기술은 2025년 목표인 모듈식 확장 프로세서의 다중 클러스터로 구축된 4,000개 이상 큐비트 프로세서 달성을 위해 결합
- 양자 중심(Quantum-centric) 슈퍼컴퓨팅 구조 구축
 - 하드웨어 혁신과 함께 소프트웨어 오류 억제 및 완화 개선
 - 2023년 개발자가 사용자 응용 프로그램 속도 높여 병렬화된 양자 프로세서에서 실행 가능한 기능으로 기본 요소 확장 계획
 - Quantum Serverless : IBM 소프트웨어 스택 내, 탄력적 고전 리스스와 양자 리소스를 지능적으로 교환 및 전환할 핵심 기능을 위한 토대 마련, 즉, 양자 중심 슈퍼 컴퓨팅 구조 형성
 - 새로운 시스템은 IBM Quantum System Two 내에서 작동하도록 설계, 기술 스택의 모든 계층에 모듈성과 유연성 통합하여 여러 양자 프로세서 연결에 필요한 인프라 제공, 프로토타입은 2023년 가동 예정

□ 양자 중심 슈퍼컴퓨팅 : The next wave

- 병렬화된 클라우드 기반 양자 및 고전 컴퓨팅 리소스에서 실행되는 양자 응용 프로그램 성능 극대화 위해 구축된 고급 미들웨어
 - 미들웨어는 Circuit Knitting Toolbox 통합
 - Circuit Knitting : 양자 회로의 계산 부담(일부) 제거를 위해 고전 계산 통합하여 둘 중 하나만으로 달성 할 수 있는 기술
 - Quantum Serverless : 개발자가 회로 변성의 분해 수행, 양자 회로 병렬 실행, 최종 결과 달성 위해 고전 컴퓨팅으로 회로 재구성하여 코드에 집중할 수 있음(양자 및 고전 리소스 활용을 위한 새로운 프로그래밍 모델)
 - Circuit Knitting Toolbox 및 Quantum Serverless 알파 릴리스 발표, 전체 릴리스는 2025년 예정
- 새로운 조정 가능한 커플러 아키텍처 기반의 133큐비트 IBM Quantum Heron 프로세서 출시 예정(하드웨어)
 - Circuit Knitting Toolbox 및 Quantum Serverless 기능 활용 위해 모듈식 결합, 기존 통신 통합하여 워크플로 속도 향상
 - 비용 효율적 방식으로 확장하기 위해, 4K cryp-CMOS 큐비트 컨트롤러 개발 중
- 100 x 100 Challenge
 - 2024년, 합리적인 런타임에 100큐비트 및 100심도(depth) 게이트 연산 사용(Heron)

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2022/11/09/ibm-quantum-computing/>
2. <https://thequantuminsider.com/2022/11/09/ibm-unveils-400-qubit-plus-quantum-processor-and-next-generation-ibm-quantum-system-two/>
3. <https://thequantuminsider.com/2022/05/10/ibms-latest-roadmap-shows-path-to-deliver-4000-qubit-system/>
4. <https://research.ibm.com/blog/next-wave-quantum-centric-supercomputing>