

IBM Quantum Roadmap, 양자 컴퓨팅의 유용성 확장

(2024.10.25., 양자정보연구지원센터)

□ IBM 양자 컴퓨팅 로드맵, 양자 컴퓨팅의 유용성 확장 및 Scaling

- IBM은 양자 컴퓨팅을 확장하여 상업적 및 과학적 응용을 목표로 하는 종합 전략을 수립
 - 2033년 이후까지 이어지는 로드맵은 모듈형 양자 시스템 개발, 오류 수정 통합, 양자 중심 슈퍼컴퓨팅 구현에 중점
 - 양자 컴퓨팅의 상업적, 과학적 활용을 확장하고 양자 중심 슈퍼컴퓨팅 (quantum-centric supercomputing) 실현 목표
- 큐비트 확장에서 양자 중심 슈퍼컴퓨팅으로
 - 초기에는 큐비트 수 확장에 중점을 두었으나 2023년부터는 게이트 연산 품질 향상에 초점
 - 양자 중심 슈퍼컴퓨팅은 양자와 고전 자원을 통합하여 효율성을 극대화하는 구조
 - 병렬성과 동시 실행을 통해 양자 및 고전 컴퓨팅을 최적화
- 양자 유틸리티와 IBM Quantum System Two™의 성과
 - 2023년 IBM은 양자 시스템이 특정 작업에서 고전 컴퓨터를 능가하는 ‘양자 유틸리티(quantum utility)’ 달성
 - Qiskit SDK와 Qiskit Runtime이 양자 유틸리티 실현에 주요 역할
 - IBM Quantum System Two™는 모듈형 아키텍처로, 양자 중심 슈퍼컴퓨팅의 핵심 시스템
 - 양자 및 고전 자원의 통합 최적화를 통해 대규모 양자 컴퓨팅 작업 수행 가능

○ 글로벌 양자 인프라 확장

- 2024년 독일 에닝겐에 유럽 최초의 양자 데이터 센터 개소
- 유럽 고객을 대상으로 양자 컴퓨팅 서비스를 제공하며, 글로벌 양자 인프라 확장의 중요한 단계
- 뉴욕의 기존 시설과 함께 IBM의 글로벌 양자 컴퓨팅 네트워크 구축

○ 오류 수정 및 차세대 시스템 개발

- IBM은 향후 오류 수정 통합을 통해 양자 시스템의 신뢰성을 강화할 계획
- 2025년까지 오류 완화 기술을 Qiskit Primitives에 통합하여 알고리즘의 노이즈 감소 및 처리 속도 향상
- 2025년 1,000+ 큐비트를 포함하는 ‘Flamingo’ 시스템을 출시하여 양자 시스템 확장
- 모듈형 프로세서 설계를 통해 성능과 오류율을 유지하며 확장 가능

○ 차세대 시스템 및 장치 개발

- 2025년 이후 IBM은 1억 게이트를 실행할 수 있는 ‘Starling’ 시스템 출시 예정
- Starling 시스템은 오류 수정 코드를 통합하여 계산 효율성을 개선하고, 고전 하드웨어와 통합된 양자 슈퍼컴퓨터 구축 목표
- 더 나아가 100,000 큐비트를 통합한 ‘Blue Jay’ 시스템 개발 계획
- Blue Jay는 최대 10억 게이트 실행 가능, 다양한 분야에서 활용 가능

○ 미들웨어 및 자동화 기술

- IBM은 양자 작업을 자동화하고 최적화하는 고급 미들웨어 개발
- 미들웨어는 양자 및 고전 자원 간의 작업 분배를 최적화하여 자

원 효율성을 극대화

- 2025년부터 서버리스 도구를 도입해 개발자가 인프라 관리 없이 알고리즘 개발에 집중 가능하게 함
- 개발자 경험 향상
 - IBM은 Qiskit 플랫폼에 생성형 AI와 코드 어시스턴트(AI code assistants)를 통합해 개발자가 효율적으로 코드 작성 가능
 - AI 기반 도구를 통해 하드웨어에 최적화된 양자 회로를 개발하고, 양자 시스템 확장에 필요한 소프트웨어 환경 제공
 - 고급 API 및 도메인 특화 라이브러리를 개발해 양자 컴퓨팅을 더 쉽게 사용할 수 있도록 함
- 2033년 이후 IBM의 양자 컴퓨팅 목표
 - IBM은 수천 큐비트를 처리할 수 있는 시스템을 구축해 대규모 계산 문제 해결 목표
 - 효율적인 오류 수정 기술과 확장 가능한 아키텍처를 활용해 양자 컴퓨터를 고전 시스템을 넘어서는 도구로 개발
 - 양자와 고전 컴퓨팅 자원을 융합하여 이종 컴퓨팅 환경을 구축하고, 이를 통해 암호학, 인공지능, 대규모 최적화 등 다양한 분야에서 획기적인 성과를 기대

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2024/10/12/ibm-quantum-roadmap-guide-scaling-and-expanding-the-usefulness-of-quantum-computing/>