

# 양자 클라우드 컴퓨팅, 작동 원리

(2023.03.21., 양자정보연구지원센터)

## □ 양자 클라우드 컴퓨팅이란 무엇이며 어떻게 작동하는가

### ○ 양자 클라우드 컴퓨팅이란

- 클라우드 기술을 통해 조직, 학계 및 기타 사용자가 양자 컴퓨팅 리소스를 사용할 수 있도록 함
- 클라우드 기반 양자 컴퓨터는 복잡한 계산 문제를 해결할 때 양자 물리학 원리 사용하므로 기존 컴퓨터보다 더 높은 컴퓨팅 성능과 더 빠른 속도로 작동함
- 양자 어닐러, 아날로그 양자 시뮬레이터 및 범용 양자 컴퓨터와 같은 다양한 유형의 양자 컴퓨터가 존재함
- 양자 어닐러, 양자 컴퓨터 중 가장 강력하지 않은 것으로 간주되지만 최적화 문제 해결에 잘 작동됨, 반면 아날로그 양자 시뮬레이터는 물리학 및 생화학 문제 해결에 강력한 시스템
- 범용 양자 컴퓨터는 가장 강력하고 널리 사용되는 양자 컴퓨터 유형이며, 구축하기 가장 어려움, 최대 100만 큐비트에 액세스할 수 있지만, 현재 기술로는 약 100~400큐비트 액세스 가능

### ○ 클라우드 컴퓨팅과 양자 클라우드 컴퓨팅의 차이점

- 양자 클라우드 컴퓨팅은 분산 컴퓨팅에 양자 원리 적용하는 반면, 클라우드 컴퓨팅은 원격 서버를 사용하여 분산 컴퓨팅 서비스를 제공함
- 클라우드 컴퓨팅은 인터넷을 통해 데이터 스토리지, 서버, 데이터 베이스 및 네트워킹 같은 서비스 제공함, 조직은 물리적 서버에 데이터를 저장하는 대신 클라우드 스토리지 서비스를 선택하여 하드웨어 유지 관리 및 기타 비용 절감할 수 있음
- 양자 클라우드 컴퓨팅은 복잡한 문제를 해결하기 위해 양자 역학 원리 사용하는 양자 컴퓨팅에서 파생됨, 사용자가 클라우드를 통

해 양자 지원 서비스 및 솔루션에 액세스할 수 있도록 양자 컴퓨터를 제공함

#### ○ 양자 클라우드 컴퓨팅 작동 원리

- PaaS(Platform-as-a-Service) 솔루션처럼 양자 클라우드 컴퓨팅 서비스는 사용자를 양자 프로세서, 에뮬레이터 및 시뮬레이터에 직접 연결하여 작동함
- 물리적 양자 컴퓨터는 매우 복잡하므로, 클라우드 기반 액세스는 자체 기계를 구입하지 않고도 양자 컴퓨팅의 성능을 활용하는 사람들에게 이상적임
- 양자 하드웨어 시스템은 대략 일반 자동차 크기이며, 주로 초전도 프로세서가 초저온의 냉각 시스템으로 구성됨
- 양자 하드웨어 시스템은 시스템을 초냉각시키는 초유체, 양자 터널링을 통해 전하를 운반하기 위한 조셉슨 접합을 형성하는 초전도체, 행동 제어 및 정보 릴레이를 용이하게 하는 큐비트로 구성
- 큐비트는 중첩이라는 주요 특성을 통해, 양자 정보를 큐비트의 가능한 모든 구성의 조합 또는 중첩 상태에 배치할 수 있음
- 얽힘은 별개의 두 가지 동작 사이의 상관 관계, 큐비트가 얽히면 다른 큐비트에 변화를 일으켜 시스템이 기존 컴퓨터보다 더 빠르게 솔루션을 찾을 수 있음
- 양자 컴퓨팅이 문제에 대한 모든 가능한 구성을 병렬로 시도하여 복잡한 문제를 해결할 수 있다는 널리 퍼져 있지만 잘못된 믿음과 달리, 양자 컴퓨터는 큐비트 얽힘을 활용하여 확률 탐색함, 알고리즘 수행하여 최상의 답을 얻을 가능성을 높임

#### ○ 양자 클라우드 컴퓨팅의 목적

- 경제, 약물 설계 및 개발, 금융, 물류 등과 같은 다양한 분야에서 이전에는 다루기 어려웠던 문제를 잠재적으로 해결할 수 있음
- 예를 들면, 물류 최적화 및 리소스 스케줄링 문제 해결(비즈니스), 대량의 환자 데이터 분석하여 특정 질병에 가장 효과적인 치

료법 찾기(의료), 향상된 컴퓨팅 성능 사용하여 사이버 범죄 및 데이터 침해 방지(사이버 보안 분야)

- 양자 클라우드 컴퓨팅의 중요한 이점은 조직이 자체 기계 및 냉각 시스템을 구매하지 않고도 양자 컴퓨팅 성능에 액세스할 수 있다는 것
- 또한 양자 연구자가 양자 원리를 더 잘 이해하고 물리적으로 양자 컴퓨터에 액세스할 필요 없이 실험 수행할 수 있음

#### ○ 양자 클라우드 컴퓨팅 사용

- 양자 알고리즘은 기존 컴퓨터에서 생성되고 실행 가능성 보장하기 위해 양자 컴퓨터에서 테스트됨, 양자 컴퓨팅은 많은 기술 비용과 높은 진입 장벽으로 클라우드 양자 컴퓨팅을 통해 기업과 연구원은 다양한 양자 컴퓨팅 응용을 탐색할 수 있음
- 양자 컴퓨팅은 개발 및 구현 측면에서 아직 초기 단계임, 그러나 분산 클라우드 컴퓨팅을 통해 미래의 잠재적 응용 프로그램에 대한 기회

#### ○ 클라우드 양자 컴퓨팅의 미래

- 양자 하드웨어 시스템은 극도로 낮은 온도의 작동 조건을 필요로 하므로, 클라우드 공급자는 양자 컴퓨터를 위한 전용 공간을 구축해야 함
- 양자 컴퓨팅 및 관련 소프트웨어는 아직 개발 및 구현 초기 단계이며, 프로그래머는 새로운 산술 및 논리 기술을 습득해야 함
- 전문가들은 클라우드 양자 컴퓨팅의 잠재력에 대해 낙관적, 금융, 물류, 의료 및 기술과 같은 다양한 산업에 상당한 이점을 제공할 수 있음
- 클라우드 회사는 현재 제공되는 제품을 확장하여 서비스를 제공하므로, 최초의 서비스로서 양자 서비스 공급자가 될 것임

(원문)

1. <https://cointelegraph.com/explained/what-is-quantum-cloud-computing-and-how-does-it-work>