

양자 공학(Quantum engineering)

(2021.08.10., 양자정보연구지원센터)

□ 양자컴퓨터, 컴퓨팅 파워의 황금시대 개막

- 1940년대 이후, 클래식 컴퓨터는 급속히 개선
 - 더 작은 트랜지스터와 회로를 가깝게 패킹하는 능력을 통해 발전
- 1980년대 양자 컴퓨팅 탄생
 - 강력한 고속 컴퓨팅의 새로운 시대로 연결
 - 양자역학적 현상을 사용, 고전적 컴퓨터로 해결 어려운 복잡한 계산 실행
 - 아직은 초기 단계, 실질적으로 해결해야 할 문제 남아있음

□ 양자 컴퓨팅이란 무엇인가

- 고전 컴퓨터 이해하기
 - 이진비트(0 또는 1)로 정보 저장 및 처리
 - 서로 다른 수준의 전압 사용하는 수십억 개 트랜지스터 포함
 - 고전 컴퓨터의 모양, 크기 및 능력은 다양하지만, 같은 기본 이진 논리 기본 체계에서 작동
- 양자 컴퓨터
 - 큐비트(양자비트)는 0, 1 또는 두 상태의 동시 조합
 - 중첩(양자역학 현상), 양자 입자는 한 번에 두 곳에 있는 것처럼 행동
 - 중첩과 얽힘, 양자컴퓨터가 고전 컴퓨터보다 기하급수적으로 빠르게 어떤 문제 해결
 - 특정 응용 프로그램, 예)암호화 및 디지털 보안, 복잡한 분자 시스템 시뮬레이션

□ 양자 컴퓨터는 어떻게 구축하는가

○ 양자 시스템 관련 문제

- 큐비트 중첩 상태가 매우 민감, 사소한 환경 교란이나 물질 결합으로 큐비트 오류 발생, 양자 정보 손실, 결잃음(decoherence)으로 큐비트 유효 수명 제한
- 큐비트 제어하여 논리적 기능 수행, 미세 조정된 전자기 펄스로 달성, 이 조작 과정에서 충분히 부수적인 전자기 노이즈 발생, 결잃음 현상
- 양자 컴퓨터 확장하려면 큐비트 보호와 큐비트 조작 사이의 균형 필요

○ 초전도 양자 컴퓨터

- 무저항 회로 통해 쌍을 이룬 전자(쿠퍼쌍)의 흐름을 큐비트로 사용, 어떤 온도 이하에서 저항이 사라짐
- 절대영도에 가까운 차가운 초전도 알루미늄 회로 구성된 큐비트 사용, 두 개 에너지 상태를 가진 비조화 진동자 역할
- 환경 소음으로부터 큐비트 보호할 새로운 방법 모색 연구, 신뢰할 수 있는 초전도 양자 컴퓨터 조작 가능한 기술적 결함 해결
- 양자공학은 양자과학과 기존의 공학 연결, 양자컴퓨팅 현실화에 필요

○ 트랩이온 양자 컴퓨터

- 개별 원자를 큐비트로 사용, 초냉각 회로보다 더 간단히 큐비트 만듦, 시스템 공학 및 파악이 핵심
- 전하를 띤 이온, 제어와 국소화가 더 쉬움, 이온의 양자 행동 조절하기 위해 레이저 사용, 전자 상태 조작
- 이온 자체는 칩의 전극 배열에 전압 가해 제자리에 고정, 전극에 인가된 전압 변화시켜 이온 이동, 멀티 큐비트 작동 가능
- 큐비트 둘러싼 시스템을 미세 조정하는 것이 과제임, 레이저, 전압 및 무선 주파수 신호와 같은 제어 시스템 설계

(원문)

1. <https://news.mit.edu/2020/explained-quantum-engineering-1210>