

양자 컴퓨팅의 3가지 가장 중요한 이점

(2023.07.06., 양자정보연구지원센터)

□ 양자 컴퓨팅의 이점과 나아갈 길

○ 양자 & 고전 컴퓨팅의 차이

- 정보 처리 방식에 근본적인 차이가 있음, 트랜지스터를 큐비트로 대체하여 양자 컴퓨터는 이진 정보의 0과 1을 동시에 나타낼 수 있음
- 양자 컴퓨터의 성능은 포함된 큐비트의 수에 따라 기하급수적으로 증가, 어떤 종류의 계산에서 양자 컴퓨터가 이점을 가짐
- 양자 컴퓨터는 특정 작업(화학 반응 시뮬레이션이나 최적화)에서 기존 컴퓨터를 능가하는 잠재력이 있지만, 제조가 어렵고 다른 계산 측면에서 많은 이점 제공이 예상되지 않음

○ 화학 시뮬레이션

- 향상된 계산 능력 사용하여 더 크고 복잡한 분자 구조 탐색 가능, 양자 세계의 기하급수적 복잡성으로 인해 화학 시스템의 더 정확하고 상세한 시뮬레이션 달성 가능
- Density Functional Theory(DFT, 밀도함수이론): 파동 함수가 아닌 전자 밀도 결정, 정확도와 계산 비용 간의 적절한 균형을 제공하며 대규모 시스템도 처리할 수 있음
- Hartree-Fock(HF) 이론: 전자-전자 상호 작용을 근사화, 평균 전자 거동에 대한 슈뢰딩거 방정식 계산, 전자 상관 효과 무시
- Post-Hartree-Fock 방법: 전자 상관 효과를 더 정확하게 포함, 구성 상호 작용(CI), 결합 클러스터(CC) 및 다중 구성 자체 일관성 필드(MCSCF) 방법이 있음

○ 최적화

- 글로벌 라우팅 최적화 및 빈번한 재최적화 지원, 화물 운송 비용을 줄이고 고객 만족도 크게 향상 가능함

- QAOA(Quantum Approximate Optimization Algorithm, 양자 근사 최적화 알고리즘)는 가장 잘 알려진 알고리즘, 고전 최적화 기술은 양자 컴퓨팅과 결합되어 최적화 문제에 대략적 솔루션에 도달
- QA(Quantum Annealing)은 양자 섭동을 사용하여 낮은 에너지 수준에서 최적의 솔루션 찾는 다른 접근 방식, QUBO(Quadratic Unconstrained Binary Optimization)문제와 유명한 NP-hard Ising 모델은 QA의 유용한 응용 프로그램임

○ 머신러닝

- 양자 컴퓨팅이 차세대 인공 지능(AI) 개발에 기여할 가능성 있음, QML이 어떤 이점은 가질 것인지는 여전히 논쟁의 여지가 있음
- 복잡성을 처리하고 가능성을 열어두는 능력은 제한된 범위, 새로운 상황에 적응할 수 없는 능력 및 일반화 능력 부족으로 방해되는 현상 유지 머신 러닝에 이점

○ 전문가들의 견해

- John Preskill(Caltec) : 실질적 영향이 큰 양자 컴퓨팅의 시간 척도에 대해 현실적이어야 함, 양자 컴퓨터가 모든 작업의 속도를 높일 수 없지만 특별한 종류의 문제에 적용될 것이라는 사실을 인식
- Ilana Wisby(Oxford Quantum Circuits) : 양자 컴퓨팅을 통해 재료 모델링 및 발견, 약물 발견, 새로운 배터리 기술 개발 등 엄청난 혁신 제공
- Christopher Savoie(Zapata Computing) : 100% 효율적인 연료 전지, 약물 발견 및 맞춤형 의학의 전면적 발전 및 대기 오염 제거의 촉매 가능성

○ 양자 컴퓨팅의 나아갈 길

- 양자 컴퓨팅 하드웨어 개발의 초기 단계, 가까운 미래 양자 컴퓨팅 하드웨어(및 소프트웨어)는 현재와 다름
- 높은 수준의 병렬화(병렬 작업은 오류 수정에 중요함) 및 확장성 필요
- 양자 게이트 자체에서 발생하는 오류 외에도 게이트에서 작동하지 않는 큐비트에 영향을 미치는 스토리지 오류 고려해야 함

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2023/06/19/advantages-of-quantum-computing/>