

2023 D-wave Quantum Annealer 실용화

(2023.05.17., 양자정보연구지원센터)

- 양자 어닐러(Quantum Annealer) 이점, 응용 프로그램 및 활용사례
 - 양자 어닐러(Quantum Annealer)
 - 양자 터널링, 얽힘 및 중첩과 같은 양자 물리학 고유 특성 활용하여 양자 어닐링(QA, Quantum Annealing)은 많은 수의 가능한 솔루션 및 변수가 포함된 문제를 해결하는 방법
 - 단일 양자 컴퓨팅 사용하여 최적화 문제 해결하는 것, 변환 과정을 통해 시스템은 최적화 문제 솔루션에 해당하는 가장 낮은 에너지 상태로 정착
 - **단열(adiabatic) 양자 컴퓨팅**은 양자 컴퓨터 사용하여 광범위한 문제 해결함, 단순한 양자 상태는 솔루션을 인코딩하는 보다 복잡한 양자 상태로 점진적으로 변환됨(최적화 문제를 위해 특별한 설계 필요 없음)
 - Leap 양자 클라우드 서비스에서 차세대 Advantage2 어닐링 양자 컴퓨터의 프로토타입 발표(2022 여름), 혁신적 새로운 큐비트 설계와 Zephyr 토폴로지 사용하여 20방향 연결 및 500개 이상 큐비트
 - 7,000개 이상의 큐비트, 20방향 연결성 특징으로 차세대 Advantage2 어닐링 양자 컴퓨팅 시스템 공개, 저잡음 제조 스택에서 구현
 - 양자 어닐링(QA)의 응용 프로그램
 - 양자 어닐링은 최적화 문제에 가장 적합함, 가장 좋은 사용 사례는 ‘간호사 스케줄링 문제에 대한 양자 어닐링 적용’ 논문(2019)
 - 실제 문제에 대한 양자 어닐링의 성능 정량화, D-wave 2000Q 양자 어닐링 장치 사용하여 간호사 일정 문제(NSP, Nurse Scheduling Problem) 해결에 양자 어닐링의 경험적 성능을 조사
 - NSP를 새로운 Ising-type Hamiltonian으로 줄임으로써 D-wave 2000Q에서 얻은 솔루션 품질을 제약 조건에 대해 평가할 수 있음을 밝혀냄

- 양자 어닐링과 게이트 모델의 차이점
 - 게이트 모델 양자 컴퓨터는 양자 게이트로 문제를 표현해야 하는 반면, 양자 어닐링 컴퓨터는 문제를 작업(operation) 연구 문제로 표현
- 양자 어닐러의 이점: 컴퓨터가 최소 에너지 상태에 도달했을 때 문제를 해결할 수 있도록 문제를 설계함으로써 매우 복잡한 특정 문제 해결
 - QUBO(Quadratic Unconstrained Binary Optimization) 모델링의 중요성: 양자 컴퓨팅, 기계 학습 및 최적화에서 복잡한 최적화 문제 해결에 사용됨, 이진 변수 사용하여 복잡한 최적화 문제를 표현, 양자 컴퓨터 언어로 쉽게 변환할 수 있음
- 양자 어닐링의 과거 사용 사례
 - 2011년 D-wave One 이름으로 최초의 상용 양자 어닐러 발표, 프로세스 칩셋 측면에서 128큐비트 주장, Lockheed Martin Corp.,은 D-wave One 시스템 구매 계약 체결
 - 2013년, 구글, NASA Ames 및 비영리 대학 우주 연구 협회는 D-wave 시스템에서 단일 양자 컴퓨터 구입
 - 2014년, 양자 하드웨어로 실제 문제 해결하기 위해 전산 금융 회사 IQBit 및 암 연구 그룹 DNA-SEQ와 함께 새로운 양자 응용 생태계 발표
- 양자 어닐러의 미래 전망
 - Shor 알고리즘 및 QAOA와 VQE 같은 기타 게이트 모델 알고리즘을 실행할 수 있는 최초의 범용 양자 컴퓨터 작업 발표(Qubits 2021)
 - D-wave Advantage 양자 컴퓨터에서 최초로 5,000큐비트 이상 사용하는 다루기 힘든 최적화 문제로, 프로그래밍 가능한 3D 스핀 글라스에서 양자 역학이 고전 역학보다 빠르다는 것을 보여줌 (2023.4)

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2023/05/05/d-wave-quantum-annealer-practical-usage-in-2023/>