

와세다, 조합 최적화 문제 해결에 새로운 양자 알고리즘 개발

(2024.04.02., 양자정보연구지원센터)

- 와세다 대학(Waseda University) 연구팀, 어려운 조합 최적화 문제를 빠르게 처리하는 새로운 양자 알고리즘 개발 발표
 - 변동적 스케줄링과 포스트-프로세싱 기술 결합한 조합 최적화 문제 해결책 제시
 - 기존 양자 알고리즘은 양자 컴퓨터 운영 시간 내에 제약 조건이 있는 조합 최적화 문제(COPs, Combinatorial optimization problems) 해결에 적합하지 않음
 - 이 문제를 해결하기 위해, “포스트-프로세싱 변동적 스케줄링 양자 알고리즘(post-processing variationally scheduled quantum algorithm)” 새로운 알고리즘 개발
 - 이 혁신적 알고리즘의 특징은 변동적 스케줄링과 포스트-프로세싱 기술 결합 COPs 고품질 해결책을 짧은 시간 내 달성할 수 있음
 - 조합 최적화 문제(COPs)는 물류, 공급망 관리, 기계 학습, 재료 디자인 및 약물 발견 같은 다양한 분야에서 최적의 해결책을 찾기 위해 응용됨
 - 양자 컴퓨터는 중첩의 양자 속성을 활용, 특화된 큐비트를 사용하여 대형 문제를 빠르게 해결할 수 있음
 - COPs에 제약 조건이 포함되어 있을 때, 전통적인 양자 알고리즘인 adiabatic quantum annealing은 양자 컴퓨터 작동 시간 내 근사적 최적해를 얻는데 어려움 있음
 - 최근 양자 기술의 발전으로 양자 어닐러 및 게이트형 양자 장치 개발되었으나, 양자 알고리즘 계산 비용이 낮음에도 불구하고 잡음에 취약하여 그 적용 범위가 제한됨

- 와세다 대학 컴퓨터 과학 및 통신 공학부 연구팀은 최근 혁신적인
 포스트-프로세싱 변동적 스케줄링 양자 알고리즘(pVSQA) 개발
 - IEEE Quantum Engineering 저널에 발표(2024.3)
 - 양자 장치를 사용하여 변동적 양자 상태 생성, 이 상태를 사용하여 COPs 제약 조건 내의 모든 적합 및 부적합한 해결책으로 구성된 확률 분포 함수 생성
 - 그런 다음 포스트-프로세싱 방법은 부적합한 해결책을 적합한 해결책으로 변환, 확률 분포에 적합한 해결책만 남게 함
 - 이 새로운 확률 분포를 사용하여 비용 함수의 에너지 기댓값을 계산하는 데 고전 컴퓨터를 사용함, 이 계산을 반복하면 근사적인 최적해가 나옴
- 이 알고리즘의 성능을 시뮬레이터와 양자 어닐러 및 게이트형 양자 장치와 같은 실제 양자 장치를 사용하여 분석함
 - 실험 결과, pVSQA는 시뮬레이터에서 미리 정해진 시간 내에 거의 최적의 성능을 달성하며, 실제 양자 장치에서 포스트-프로세싱이 없는 기존의 양자 알고리즘을 능가함
- 알고리즘의 잠재적인 응용 분야
 - 기후 변화 문제를 해결하기 위한 탄소 중립 사회 실현과 에너지 수요 증가 및 식량 부족과 같은 문제 해결을 위한 지속 가능한 발전 목표의 실현
 - 조합 최적화 문제를 효율적으로 해결하는 것이 이러한 변화 실현에 핵심임
 - 이 연구는 다양한 분야에서 복잡한 실제 문제 해결을 위해 양자 컴퓨터 사용에 중요한 진전을 나타냄

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2024/03/27/waseda-university-researchers-say-new-quantum-algorithm-quickly-manages-challenging-combinatorial-optimization-problems/>