

세계적 양자 연구자들, 양자 기술의 미래와 과제 논의

(2025.07.08., 양자정보연구지원센터)

□ 양자 컴퓨팅의 미래: 세계 석학들의 공개 토론

- 양자 컴퓨팅의 현재 성과, 한계, 미래 방향에 대한 전문가 토론
- 양자 오류 보정 및 하드웨어 진전
 - (주요 진전) 논리 큐비트가 물리 큐비트를 능가하는 실험 결과 등장
 - 2024년, 실제로 작동하는 오류 보정 큐비트 확인됨
 - 이온 트랩 시스템에서 99.9% 게이트 충실도 달성
 - (의의) 오류 임계값에 도달 또는 근접 -> 확장 가능한 양자 컴퓨터 실현 가능성 상승
 - (쟁점) 어떤 아키텍처(이온, 중성 원자, 초전도, 광자 등)가 최적일지는 여전히 미정
- 알고리즘 진보의 정체
 - (현황) 쇼어, 그로버 이후 결정적 알고리즘 발전은 거의 없음
 - (현재 연구 초점) 최적화(QAOA), 머신러닝 등 실용적 문제 해결을 위한 알고리즘
 - 대부분 알고리즘은 기존 고전 컴퓨팅보다 낫다는 증거 부족
 - (전문가 견해) 특정 구조가 있는 문제에서만 양자 속도 향상 가능
 - 일반적인 컴퓨팅 문제에는 큰 이점 없음
- 실용성과 이론성의 갈등(Heuristic Divide)
 - (논쟁점) “성능 증명 없이 작동하는 알고리즘도 가치 있는가?”
 - 양자 알고리즘이 고전적 접근보다 뛰어난가?
 - (Aaronson 주장) 과도한 기대감 방지 위해 과학자들이 명확히 설명할 책임 있음
 - “스톤 수프 효과” 경계: 실제론 고전적 기법의 진보가 양자의

성과처럼 보이는 경우

- (Farhi 반론) 실질적 통찰 제공과 현상 설명 자체도 가치 있음
- QAOA 최적화 곡선 발견 등은 새로운 설계에 도움
- 양자 머신러닝의 가능성과 회의
 - (비관점) qRAM 등 전제 기술의 실현 가능성 낮음
 - 일부 연구는 고전 대비 공정하지 않은 비교를 수행
 - (Schuld 제안) 속도나 정확도뿐만 아니라 일반화 능력, 특이한 특성 발견도 가치로 봐야
 - 명확히 입증되지 않았지만 새로운 통찰 제공 가능
- 가장 유망한 응용 분야: 양자 시뮬레이션
 - (기대 영역) 화학, 소재 시뮬레이션 등
 - (이유) 양자 시스템은 양자 법칙에 따라 작동하기 때문에 자연스러운 시뮬레이션 도구
 - (주의점) 고전적 계산화학도 빠르게 발전 중, 양자 우위 증명 필요
 - (전망) 실질적인 새로운 촉매 소재 발견 등에는 지수적 속도 향상 없이도 의미 있음
- 과학 커뮤니케이션의 책임
 - (강조점) 연구자들은 결과가 외부에 어떻게 해석될지 고려해야
 - 좁은 조건에서만 작동하는 알고리즘은 그 한계를 명확히 밝혀야
 - (반대의견) Farhi는 대중 인식까지 고려할 필요는 없으며, 연구 품질에 집중해야 한다는 입장
- 양자컴퓨팅의 미래에 대한 통일된 비전은 부재
 - 과장된 기대를 줄이고, 이해, 실용성, 증명의 균형을 고민하며 실험과 이론의 건전한 토론이 미래 발전의 원동력

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2025/06/25/top-quantum-researchers-debate-quantum-s-future-progress-problems/>