

양자의 궁극적 이점은 아직 상상조차 되지 않았다

(2025.09.03., 양자정보연구지원센터)

- 과학자들, 양자의 궁극적 이점은 아직 상상되지 않은 영역에 있을 수 있다고 제시함
 - 연구 개요
 - 양자 산업은 실제 문제 해결에서 가치를 입증하기 위해 다양한 응용 분야(신약 개발, 물류 등)를 탐구 중임
 - 그러나 양자 우위(quantum advantage) 개념은 단순하지 않으며, 일부 중요한 이점은 아직 상상조차 할 수 없는 영역에 존재할 수 있음
 - Caltech, MIT, Google Quantum AI, AWS 연구진이 “진정한 양자 우위” 를 정의하고 평가하기 위한 체계적 프레임워크 제안
 - 일부 양자적 이점은 고전적 방법으로는 예측 불가능하며, 실제 검증에는 강력한 양자 컴퓨터가 필요할 수 있음을 주장
 - 주요 내용
 - (양자 우위의 불확실성) 공개된 시연이 새로운 고전 알고리즘 등장으로 무너지는 “가짜 우위(pseudo-advantage)” 사례 반복
 - 엄격한 수학적 분석과 현실적 벤치마크가 필수
 - (진정한 우위의 5가지 조건) 예측 가능성(Predictability), 일반성(Typicality), 강건성(Robustness), 검증 가능성(Verifiability), 유용성(Usefulness)
 - 많은 기존 주장들은 이 중 일부를 충족하지 못함
 - (4대 영역 분류) 계산(Computation): 소인수분해 등 고전적 방법보다 빠른 알고리즘 가능성, 그러나 고전적 진보로 격차 축소 중
 - 학습·센싱(Learning & Sensing): 물리 법칙 기반 이점(예: 원자 시계, 양자 센서)

- 암호 · 통신(Cryptography & Communication): 양자역학 법칙을 통한 보안성(예: QKD, 무작위성 생성)
- 공간적 이점(Space Advantages): 큐비트의 거대 상태 공간 활용, 데이터 압축 · 처리 가능성

○ 의의 및 한계

- 양자 우위는 속도 경쟁을 넘어, 작은 데이터 · 특수 상황 · 보안 · 센싱 등 다양한 맥락에서 실질적 가치 제공 가능
- 양자적 효과는 고전적 알고리즘 개선으로 대체 불가능한 특수한 영역 존재
- 장기적으로는 현재 상상할 수 없는 예기치 못한 응용이 가장 큰 파급력을 가질 가능성 큼
- 일부 우위는 고전적 접근으로는 예측 불가능해, 실제 확인을 위해 양자 하드웨어가 필요
- 많은 연구가 시뮬레이션 · 이론 단계에 머물러 있으며, 실제 하드웨어 검증은 향후 과제

○ 결론

- 양자 우위는 단순히 계산 속도의 우열이 아니라, 다양한 차원에서 나타날 수 있는 다면적 개념임
- 연구진은 양자 기술의 진정한 힘이 아직 상상되지 않은 영역에서 드러날 수 있다고 강조함
- 이는 고전 컴퓨터 발명 초기에는 예측 불가능했던 인터넷 · 스마트폰 사례처럼, 양자 기술도 실용화 과정 속에서 진정한 잠재력이 드러날 것임을 시사함

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2025/08/09/quantum-reservoir-computing-could-give-drug-discovery-a-boost-especially-when-data-is-scarce/>