

# 양자컴퓨팅 대 AI, 양자 AI 잠재력은 왜 현실적인가

(2026.01.22., 양자정보연구지원센터)

## □ 양자 컴퓨팅과 AI 관계에 대한 오해와 실제 방향성

- 최근 몇 년간 양자컴퓨팅이 인공지능(AI)을 “대체할 차세대 기술”로 묘사되는 담론이 확산, 이는 다수 연구자들의 견해와는 거리가 있음
  - AI는 데이터 집약적·에너지 소모가 크고 확장성 한계에 직면해 있으며, 양자컴퓨팅은 지수적 속도 향상과 새로운 계산 방식을 제공한다는 점에서 대체 서사가 형성됨
  - 그러나 학계·국가연구소·산업계 전반에서는 양자와 AI를 경쟁 기술이 아닌 상호보완적 기술로 인식하며, ‘Quantum AI’는 대체가 아닌 결합을 의미함
- Quantum AI의 실제 의미와 연구 범위
  - ‘Quantum AI(양자 인공지능)’는 새로운 형태의 지능을 뜻하는 개념이 아니라, 두 기술의 교차 영역을 지칭하는 연구 분야
  - 한 방향은 양자컴퓨팅을 활용해 AI 내부의 계산적으로 어려운 문제를 해결하는 것이며
  - 다른 방향은 AI 기법을 이용해 양자 시스템의 설계, 제어, 운영, 확장을 지원하는 것임
  - 독일 연구진의 정의에 따르면, Quantum AI는 “양자컴퓨팅을 AI에 활용할 가능성과, AI를 양자컴퓨팅에 활용할 가능성을 함께 탐구하는 영역”임
- ‘양자 vs AI’라는 신화가 생긴 배경
  - 용어상의 혼란과 기술적 돌파구에 대한 기대가 오해를 증폭시킴
  - ‘Quantum AI’라는 표현이 마치 양자 기반의 새로운 지능이 등장하는 것처럼 오해를 유발
  - AI의 급속한 발전으로 인해 계산 비용, 전력 소모, 특수 하드웨어

의존 문제가 부각되면서 이를 해결할 대안으로 양자컴퓨팅이 과도하게 기대됨

- 그러나 양자컴퓨터는 신경망·언어모델·강화학습의 통계적·확률적 기반을 대체하지 않음

#### ○ AI 시스템의 강점과 지속성

- 현대 AI는 근사 계산 능력에 탁월하며, 불확실하고 잡음이 많은 환경에서도 높은 성능을 발휘
- 대규모 데이터에서 패턴을 찾고, 복잡한 입력-출력 관계를 학습하는 데 최적화됨
- 언어 처리, 컴퓨터 비전, 추천 시스템, 의사결정 지원 등에서 이미 혁신을 이룸
- 학습·추론 과정은 GPU 등 기존 고전 하드웨어와 매우 효율적으로 매핑됨
- 알고리즘 및 하드웨어의 지속적 개선으로 대부분의 AI 응용에서 고전 컴퓨팅이 여전히 가장 빠르고 경제적인 선택임

#### ○ AI가 직면한 계산적 병목과 한계

- AI의 한계는 ‘지능’이 아니라 특정 계산 문제의 확장성에 있음
- 전역 최적화, 조합 탐색, 고차원 확률 샘플링과 같은 문제는 규모가 커질수록 계산 비용이 급격히 증가
- 이러한 문제들은 사용자에게 직접 보이지 않지만, 전체 시스템의 비용·지연·실현 가능성을 좌우함

#### ○ 양자컴퓨팅의 실제 강점과 제약

- 양자컴퓨팅은 범용 가속기가 아니라 특정 문제 유형에 특화된 계산 도구
- 최적화 문제, 확률적 샘플링, 양자역학적 물리 시뮬레이션에 적합
- 신경망을 단순히 더 빠르게 실행하는 범용 대안은 아님
- 현재 하드웨어는 NISQ(잡음 중간 규모 양자) 단계로, 오류가 많고

규모가 제한적

- 따라서 실제 응용은 대부분 고전-양자 하이브리드 워크플로우 형태로 이루어짐
- AI가 이미 양자컴퓨팅을 가능하게 하는 방식
  - AI는 양자컴퓨팅 발전에 있어 선택 사항이 아닌 핵심 요소로 자리 잡음
  - 양자 시스템은 정밀 제어, 지속적 보정, 잡음 완화가 필수적이며 인간이 직접 최적화하기 어려움
  - 머신러닝은 실험 설계, 제어 펄스 최적화, 하드웨어 보정, 측정 오류 완화에 활용됨
  - 강화학습은 인간이 설계하지 못한 실험 프로토콜을 발견
  - 신경망은 오류 신드롬 해석 및 오류 정정 성능 향상에 기여
  - 컴파일러 단계에서도 AI가 회로 깊이를 줄이고 하드웨어 제약에 적응하도록 지원
- 양자컴퓨팅이 AI를 도울 수 있는 가능성
  - 양자컴퓨팅의 AI 기여는 제한적이지만 계산 병목 완화 측면에서 잠재력 존재
  - 계획 · 스케줄링 문제의 조합 최적화, 확률 모델의 샘플링, 대규모 상태공간에서의 강화학습 등이 주요 연구 대상
  - 항공, 제조, 물류, 금융, 자원 배분 문제에서 하이브리드 양자-고전 최적화 기법이 탐색 중
  - 양자 어닐링, 변분 알고리즘 등이 일부 사례에서 더 빠른 수렴이나 파라미터 감소 보임
  - 전체 AI 시스템이 아닌 특정 하위 모듈에 대한 점진적 개선이 핵심 가치
- ‘Quantum AI’ 라는 용어의 한계와 재해석
  - 대부분의 ‘양자 AI’ 는 양자 네이티브 지능이 아니라 시뮬레이션 · 하이브리드 · 양자 영감 알고리즘임

- 새로운 형태의 지능으로 오해해서는 안 됨
- 시스템 관점에서 양자컴퓨팅은 GPU와 유사한 코프로세서로 이해하는 것이 적절
- AI는 상위 계층에서 복잡성을 관리하고 실시간 적응을 담당
- 두 기술은 컴퓨팅 스택의 서로 다른 계층을 차지함
- 형성 중인 하이브리드 컴퓨팅 아키텍처
  - 향후 주류 아키텍처는 계층적 · 하이브리드 구조
  - 고전 컴퓨팅이 기반을 유지
  - AI는 기존 하드웨어에서 강점을 발휘
  - 양자 프로세서는 문제 적합 시 선택적으로 호출되는 특수 자원
  - AI가 작업 분배, 파라미터 조정, 확률적 결과 해석을 담당
  - 과거 CPU-GPU 공존 모델과 유사한 진화 경로
- 산업 · 개발자 · 정책적 시사점
  - (기업) 단기적 파괴는 없으나 물류 · 에너지 · 금융 · 소재 분야에서 비용 구조 변화 가능성 인식 필요
  - 과도한 기대는 경계하되, 늦은 대응의 비용 또한 큼
  - (개발자)양자 분야에서 AI 역량은 필수 요소로 전환
  - 정책 결정자: AI와 양자를 분리한 투자 · 인력 양성은 병목을 초래하며, 통합적 접근이 요구됨
- 양자컴퓨팅은 AI를 대체하지 않으며, AI 역시 양자컴퓨팅을 무력화하지 않음
  - AI는 양자 시스템을 작동 가능하게 만들고
  - 양자컴퓨팅은 AI의 가장 어려운 계산 문제에 선택적 해법을 제공
  - 미래의 고급 컴퓨팅은 ‘양자 vs AI’ 가 아니라 ‘AI와 함께하는 양자, 그리고 고전 컴퓨팅의 통합 생태계’ 임

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2026/01/07/quantum-computing-vs-ai/>