

오류 수정, 업계의 핵심 과제로 부상

(2025.12.09. 양자정보연구지원센터)

□ 산업의 중심으로 부상한 실시간 양자 오류 보정(QEC)

○ Quantum Error Correction Report 2025

- 양자 컴퓨팅 산업은 오류 보정이 기술 · 투자 · 전략의 중심축이 되는 전환점에 도달함
- 오류 보정은 이제 추상적 이론이 아니라, 국가 전략 · 민간 투자 · 기업 로드맵의 핵심을 규정하는 요소로 자리잡음

○ 연구 · 투자의 가속화 및 엔지니어링 중심 전환

- 보고서는 오류 보정 연구 속도가 급격히 상승하고 있으며, 내결함성 성능을 중심으로 투자가 확대되고 있음을 지적함
- 기업들은 초당 수백만 개의 신호를 처리해야 하는 실시간 오류 처리 요구로 인해 클래식 전자 시스템 통합 능력을 필수 역량으로 인식
- “물리 중심 문제 → 전 스택(full-stack) 엔지니어링 문제”로의 산업 구조 전환을 의미
- 데이터 처리량은 초당 수백 TB 수준으로, 글로벌 스트리밍 플랫폼 전체 데이터를 단일 기계가 매초 처리하는 난이도에 비견됨
- 이에 따라 업체들은 오류 보정을 사후 탑재하는 방식이 아닌, 시스템 설계의 기초 단계에서 오류 보정을 중심에 두는 구조 개편을 추진
- 오류 보정을 전략적 우선순위로 다루는 기업 증가, 오류 보정을 차별화 요소로 보는 기업 수는 전년 대비 2배 증가

○ 주도 하드웨어 플랫폼의 돌파구

- 트랩 이온: 2큐비트 게이트 정확도 99.9% 이상 확보
- 중성 원자: 초기 논리 큐비트 구현
- 초전도체: 대형 칩 레이아웃에서 안정성 향상
- 실제 장비에서 논리 큐비트가 물리 큐비트보다 우수한 성능을 보인

최초의 일관된 증거가 나타남

- Google의 임계치 이하 오류율 메모리 데모는 중요한 이정표로 평가됨
- Harvard 등 학계·산업계 실험도 뒤이어 오류 보정의 일상적 테스트 단계 진입을 시사
- 코딩 전략 다변화 : 대표적 서피스 코드 외에도 LDPC 코드, 보소닉 코드, 하이브리드 코드 활용 증가, 오류 보정 관련 동료평가 논문 수는 전년 대비 3배 증가
- 경쟁 구도의 재편, 오류 보정 중심 전략체계 확립
 - NISQ 시대의 오류 완화 기술 의존도는 급감
 - 기업 간 전략 차별화
 - 플랫폼 단일 우위 체제 부재
- 국가 전략 및 공공 투자 변화
 - 일본이 약 80억 달러로 공공지출 1위, 미국이 약 77억 달러로 2위
 - 미국 국방부(DoD)의 Quantum Benchmarking Initiative는 임계치 중심의 객관적 시스템 평가 체계를 구축
 - 유럽·캐나다도 평가 중심 모델로 이동 중이며, 미·영·캐나다 간 협력 강화
 - 중국 투자 규모는 약 150억 달러로 추정되나 공식 수치는 불명확
- 미래 전망: 시스템 통합·모듈화·비용 경쟁력 중심의 시대 도래
 - 보고서는 향후 양자 발전의 핵심이 큐비트 수 증가가 아닌 시스템 통합 능력이라고 강조
 - 비용과 공급망 안정성의 중요성 증가

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2025/11/19/quantum-report-says-error-correction-now-the-industrys-defining-challenge/>