헬스케어 분야에서 양자컴퓨팅의 가능성과 한계 연구

(2025.06.04. 양자정보연구지원센터)

□ 헬스케어 분야에서 양자컴퓨팅: 가능성과 도전 과제

○ 양자컴퓨팅이 헬스케어 분야에 미치는 실제적 영향에 대한 체계적 문헌 리뷰

- 호주 퀸즐랜드대학교 수학, 물리학과, 디지털 헬스센터(QDHeC)
- 2015년 ~ 2024년 사이 발표된 4,915편의 관련 논문 분석
- 현재까지의 연구는 대부분 이론적 수준에 머무르며, 실질적인 임상적 이점은 입증되지 않음

○ **양자 머신러닝(QML)의 한계**

- 169편의 관련 연구 중 실제 양자 하드웨어 환경에서 알고리듬을 테스트한 사례는 16건에 불과함
- 대부분의 연구는 **이상적인 시뮬레이션 환경**에만 의존
- 현재 단계에서는 **임상적 의사결정이나 보건 서비스 제공** 측면에서 **고전적 방법보다 우수하다는 일관된 증거 없음**

○ **연구 방법론의 결함**

- 노이즈 특성화(noise characterization), 에러 보정(error mitigation), 문제 규모 확장에 따른 성능 부석 등 **핵심 요소가 대부분 미반영**
- **데이터 인코딩 확장성 문제**: 현재 양자 시스템으로는 처리 불가능한 가정에 의존하는 경우 다수
- 적용 분야 편중: 임상 진단 및 예측에만 집중, **공공보건 및 서비스 분야 활용은 미비**

○ **현실적 성찰 필요**

- 양자 컴퓨팅이 헬스케어에 혁신을 가져올 것이라는 기대는 크지

만, 아직 실용화에는 많은 장벽이 있다(Dr. Riddhi Gupta)

- 양자 알고리듬이 실제로 유의미한 결과를 낼 수 있으려면, **현실적 조건에서의 성능 검증과 확장성 확보**가 선행되어야 한다

ㅇ 새로운 평가 기준 제안

- 연구팀은 향후 양자 컴퓨팅 헬스케어 적용 연구에서 최소 요건을 명시한 표준 평가 프레임워크 도입을 제안
- 예: 현실적 하드웨어 조건에서의 성능 측정, 확장성 시연, 에러 처리 포함 등의 기준

ㅇ 기술 도입에 대한 신중한 접근 필요

- (양자 기술은 기대를 불러일으키지만, 의료 현장에 즉각적인 변화를 줄 수 있는 수준은 아니다 - QDHeC 부소장 Prof. Jason Pole
- 전략적이고 현실적인 적용을 위해 연구와 검증이 선행되어야 함

ㅇ **기술 발전에 대한 낙관적 시각**

- 비록 현재는 한계가 뚜렷하지만, 대학과 기업의 발전 속도는 매우 인상적이다 : 연구 책임자 Prof. Sally Shrapnel
- 향후 디지털 헬스케어 분야에서 의미 있는 양자 기술 응용 나올 것으로 기대됨

ㅇ 향후 연구 방향

- 보다 **다양한 헬스케어 분야(예: 공공보건, 병원 운영** 등)로 연구 확대
- 단순한 성능 비교를 넘어서, 실제 임상 현장에서의 적용 가능성과 영향 분석 중심으로 전환
- **양자 하드웨어 현실성 고려**한 알고리듬 개발과 실험적 검증 병행 필요

(원문)

1. https://thequantuminsider.com/2025/05/31/study-finds-challenges-promise-for-quantum-computing-in-healthcare/