

의료 분야 양자 센싱 기술 동향 및 전망

Technology Trends and Future Prospects of Quantum Sensing in Healthcare

신동호 (D.H. Shin, dhshin@etri.re.kr)

진단치료기연구실 책임연구원

ABSTRACT

Quantum sensing in healthcare employs principles such as superposition, entanglement, and quantum coherence to achieve levels of sensitivity and precision beyond those of classical sensors, offering considerable potential for medical diagnostics and patient monitoring. Its applications include magnetic resonance imaging (MRI), magnetoencephalography (MEG), point-of-care diagnostics, and non-invasive vital sign measurement, enabling earlier disease detection and more precise treatment, while attracting growing strategic interest from governments and healthcare institutions. Although technical complexity, ethical and regulatory challenges, and high implementation costs remain substantial barriers, continued research and interdisciplinary collaboration are expected to accelerate integration into personalized medicine and improve patient care worldwide.

KEYWORDS 양자 센싱, 양자 코히런스, 얽힘, 중첩, 질병 진단

I. 서론

최근 양자 기술은 컴퓨팅과 통신을 넘어 센싱 분야에서 빠른 실용화 가능성을 보이며 새로운 산업적 전환점을 맞이하고 있다. 특히 의료 분야에서의 양자 센싱은 초고감도·초정밀 측정 역량을 바탕으로 기존 진단·모니터링 기술의 한계를 극복할 수 있는 차세대 핵심 기술로 주목받고 있다. 인구 고령

화와 만성질환 증가, 정밀의료 수요 확대라는 구조적 변화 속에서 조기 진단과 비침습적 모니터링 기술의 중요성은 더 커지고 있으며, 이러한 요구에 대응할 수 있는 기술적 대안으로 양자 센싱이 부상하고 있다.

기존 의료 센서 기술이 물리적·신호적 한계에 직면한 상황에서, 양자역학적 원리를 활용한 센싱 기술은 새로운 정밀도 영역을 개척하고 있다. 이에

* DOI: <https://doi.org/10.22648/ETRI.2026.J.410405>

* This work was supported by Institute for Information & Communications Technology Promotion (IITP) grant funded by the Korea government (MSIT) [No. RS2023-00230545, Development of long-range optical quantum gas sensor system based on Mid-IR laser source].

본고에서는 의료 분야에서의 양자 센싱 기술 동향과 주요 응용 분야를 살펴보고, 기술적·제도적 과제를 분석함으로써 향후 정책 및 산업 전략 수립에 대한 시사점을 도출하고자 한다.

II. 양자 센싱 의료 분야 응용

의료 분야에서 가장 많이 사용하는 기기는 단연 영상 장비이다. 그만큼 가장 넓고 큰 시장을 형성하고 있다. 따라서 영상화는 의료용 양자 기술을 개발할 때 가장 먼저 고려해야 할 대상이다. 물론 처음부터 모든 단계를 뛰어넘어 양자 영상화로 가기는 쉽지 않은 일이다. 중간 단계에 가장 중요한 것은 양자 센싱 개념이 들어간 단위 소자이다.

보스턴은 세계적 수준의 학술 기관, 확고한 제조 기업들, 그리고 기민한 스타트업이 결합하여 독특한 생태계를 갖추고 있어 양자 센싱 혁신에 최적의 환경을 제공하고 있다. MIT, Harvard University, Boston University 등 보스턴에 있는 주요 대학의 연구진은 산업 파트너들과 협력하여 양자 물리 이론과 실제 의료 응용 사이의 격차를 줄이고 있다.

Quantum Materials, Sensors, and Information Center(QMSI)는 Northeastern University에 설립된 기관으로 실질적인 사회·산업적 파급 효과를 창출할 차세대 양자 소재 및 센싱 기술 개발을 목표로 하고 있다. 이 기관은 현재 34개의 연구 그룹으로 운영하고 있으며, 약 2만 명 정도의 인력이 상주하고 있다. 여기서 다루고 있는 연구 분야는 다음과 같으며, 양자 기술에 핵심이 되는 주제들과 함께 이들과 밀접한 관련이 있는 소재, 소자 그리고 양자 센싱을 구현하는데 바탕이 되는 기초 이론을 함께 다루고 있다[1].

- Novel 2D qubits and Josephson junctions
- Quantum sensing of quantum materials

- Quantum materials for sensing and detection
- Topological and 2D materials
- Single photon research
- Quantum computing, algorithms and architectures
- Magnetism, spintronics and magnonics
- Quantum optics, photonics and plasmonics

여기서 의료 응용과 관련이 있는 연구 프로젝트 두 가지를 소개하고자 한다.

1. 의료 응용을 위한 기초 연구

1.1 양자 센서를 이용한 생물학적 스핀 의존 과정의 탐지

양자 센서를 활용하여 생물학 시스템에서 일어나는 스핀 의존적 현상을 측정 분석하는 것으로 Northeastern University 물리학과 Paul Stevenson 교수가 이끌고 있다. Google의 기초연구 지원 프로젝트로 시작한 연구로 스핀을 매개로 한 양자 효과(중첩, 얽힘 등)가 생물학적 과정에서 어떠한 기능적 역할을 하는가에 대해 근본적인 질문을 하고 이에 대한 답을 찾는 것이다. 생물학 과정을 양자 기술의 관점에서 기술하고 이해에 머물지 않고 양자 컴퓨팅과 양자 센싱까지 구현할 수 있는 기반 마련을 최종 목표로 하고 있다.

1.2 양자 센서 기반 나노 수준의 자기공명

양자 센서를 이용하여 나노미터 수준에서 자기공명 신호를 검출·분석하는 기술을 개발하는 연구다. 이 연구 역시 Paul Stevenson 교수가 NIH(National Institutes of Health)의 지원을 받아 운영하고 있다. 나노 수준에서 생분자 동역학을 탐험할 수 있는 생체 적합성 나노 수준의 도구를 개발하는 것으로 양자 역학적으로 단일 분자 생물리학 연구까지의 도달을

목표로 두고 있다.

지금은 단일 센싱 소자를 개발하고 있지만, 기능과 성능 검증이 끝나면 어레이 또는 스캐닝 방식으로 전개 가능한 기술이다. 그렇다고 DNA나 단백질 분석과 같은 분자 진단에는 지금까지 사용해 왔던 플랫폼을 대체하는 것은 아니다. 생물학적 스핀과 나노 수준의 자기공명 연구는 중첩, 얽힘, 코히런스와 같은 양자적 고유 성질을 DNA 또는 단백질 분자에서 찾거나 구현하고자 한다. 생체 분자의 거동을 양자 수준에서 이해하게 되고 이를 활용할 수 있는 아이디어가 나온다면, 질병의 원인을 세분화하고 이에 따른 진단이 가능하고 치료 효과를 예측하고 적절한 치료를 할 수 있는 길이 열릴 수 있다. 같은 질병이라 하더라도 사람마다 증상과 양상이 달라 치료 과정에서 예상하지 못한 부작용도 사전에 확인하고 대처하는 본격적인 개인 맞춤형 의료가 구현될 수 있다[2].

2. 의료 영상

양자 센서는 MRI와 MEG와 같은 영상 기술의 감도와 해상도를 크게 개선할 수 있다. 이를 통해 세포 및 분자 수준의 생물학적 과정을 더 정확하게 관찰할 수 있다.

2.1 양자 뇌 영상(Quantum MEG)

양자 자력계를 응용하면 전례 없는 감도로 뇌 활동을 측정하는 뇌자도검사(MEG) 시스템 구성이 가능해진다. 기존 MEG가 부피가 크고 극저온이 필요한 센서를 요구했던 것과 달리, 광 펌핑 기반 양자 센서는 상온에서 동작할 수 있으며, 착용 가능한 헬멧 형태로도 구현될 수 있다.

University of Nottingham 연구진은 양자 기술이 적용된 MEG 스캐너를 시연했으며, 이는 인간 뇌

기능 연구의 새로운 지평을 열 수 있는 기술로 평가된다. 이 시스템은 신경 발화에서 발생하는 극히 미약한 자기장을 기존 방식보다 더 높은 이동성과 환자 편의성이 제공된다. 또한, 뇌 기능을 실시간·고해상도로 포착함으로써 간질부터 치매에 이르기까지 다양한 신경계 질환의 진단과 치료 방식을 혁신할 가능성이 크다[3].

2.2 양자 강화 MRI 및 분자 영상

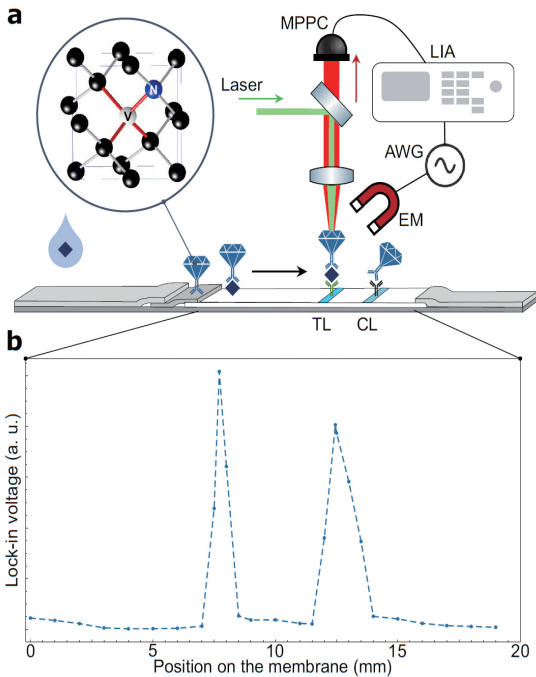
양자 센서는 의료 영상을 분자 수준, 나아가 원자 수준까지 확장하고 있다. 호주 연구진은 큐비트(Quantum Bits)를 초소형 MRI(Magnetic Resonance Imaging, 자기공명 영상화) 센서로 전환하여 단일 분자의 원자 구조를 영상화하는 데 성공했다.

이른바 “양자 MRI” 개념은 다이아몬드 내 질소-정공(NV: Nitrogen-Vacancy) 센터와 같은 양자 프로브의 스핀을 이용해 생체 분자 내 개별 원자에서 발생하는 자기 신호를 감지한다. 그 결과는 분자의 3차원 영상으로, 기존 MRI나 X선 결정학으로는 구현하기 어려운 수준의 정보이다.

이 기술은 생명의 근본 구성 요소를 직접 관찰할 수 있게 하여, 기존에 관찰이 어려웠던 단백질 구조를 규명함으로써 신약 개발을 가속할 수 있다. 한 연구자는 단일 분자를 위한 양자 MRI 현미경이 “분자 수준에서 생물학적 과정을 바라보는 방식을 혁신할 수 있다.”라고 평가했으며, 이는 나노 수준에서 조기 진단과 개인 맞춤 의료를 가능하게 할 잠재력을 지닌다[4].

3. 질병 진단 및 바이오 기술

영상 분야를 넘어, 양자 센서는 탁월한 감도를 통해 질병의 초조기 탐지를 가능하게 할 것으로 기대된다. 예를 들어, 양자 바이오센서는 증상이 나타나



출처 Reprinted from B. Vindole et al., "Sensitive and quantitative biosensing technique based on NV centres-doped nanodiamonds applied to lateral flow assays," Sci. Rep., vol. 16, no. 7125, 2026.

그림 1 NV 기반 면역 진단 작동 원리

기 훨씬 이전에 미량의 바이오마커나 세포의 미세한 변화를 감지할 수 있다.

다이아몬드 기반 양자 자력계(그림 1)는 심장 및 뇌 활동에서 발생하는 극히 작은 자기장을 측정할 수 있도록 개발되었으며, 이는 부정맥이나 뇌파를 모니터링하는 웨어러블 의료 기기로 이어질 수 있다. 또한, 양자 효과를 활용한 나노미터 수준의 분광 기술은 질병과 관련된 생화학적 신호를 매우 높은 정확도로 식별할 수 있다[5].

의료 분야에서의 양자 센싱은 종양을 MRI로 확인하는 거시적 진단에서 벗어나, 미시적·분자적 수준으로 진단의 패러다임을 이동시킬 수 있다. 이는 질병을 가장 치료 가능성이 큰 초기 단계에서 포착하는 데 결정적인 역할을 할 것이다.

III. 의료 분야에서 양자 센싱이 갖는 장점

양자 센싱 기술은 기존(고전적) 센서에 비해 향상된 감도와 정밀도를 바탕으로 의료 진단, 영상화, 치료 모니터링 분야에서 획기적인 발전을 가능하게 한다. 이러한 혁신은 의료 서비스의 다양한 측면을 재편하며, 환자 치료 성과를 개선하고 보다 개인화된 치료 접근이 가능할 것으로 기대된다.

1. 진단 분야에서의 향상된 감도

기존 장비로는 감지하기 어려운 미세한 생체 변화(정적, 동역학적)를 포착할 수 있다는 것이 양자 센서의 강점이다. 예를 들어, 양자 센서는 뇌 또는 심장 활동에서 발생하는 극히 미약한 자기장을 측정할 수 있어, 신경계 질환이나 심혈관 건강에 대한 중요한 정보를 제공한다. 또한, 암이나 알츠하이머병과 같은 질환과 관련된 바이오마커를 더욱 정밀하게 검출할 수 있어, 조기 진단과 조기 개입을 가능하게 한다.

2. 환자 모니터링의 고도화

양자 기술이 적용된 환자 모니터링 장치는 활력 징후 추적 방식을 혁신할 것으로 예상된다. 이러한 장치는 심박수, 혈압, 산소 포화도 등의 생체 지표를 더욱 높은 정확도로 실시간 측정할 수 있어, 선제적 의료 관리(Proactive Care Management)를 가능하게 한다. 더 나아가, 세포 수준의 활동을 연속적으로 모니터링함으로써 질병 진행의 초기 징후를 조기에 식별할 수 있으며, 이는 만성질환 관리에 특히 중요하다.

3. 현장 진단

양자 센싱 기술의 발전은 진단 기기의 소형화 및

향상을 가능하게 한다. 코로나19 팬데믹을 통해 접근성 높고 신뢰성 있는 진단 기술의 중요성이 분명하게 드러났으며, 양자 기술은 이를 한층 더 발전시킬 잠재력이 있다. 연구자들은 생체 측정에서 배경 잡음을 제거하고 영상 해상도를 향상하는 방법을 모색하고 있으며, 이는 병원뿐만 아니라 가정 등 다양한 환경에서 활용이 가능한 고정밀 진단 기기의 개발로 이어질 수 있다.

4. 비침습적 모니터링 기술

양자 센싱은 비침습적 모니터링 기술에도 혁신을 가져올 수 있다. 예를 들어, NIQS Tech는 양자 간섭 효과를 활용해 피부를 통해 혈당을 정확히 측정하는 비침습적 혈당 센서를 개발하고 있다. 이 방식은 기존 혈당 측정 장치에서 발생하는 불편함을 줄이고, 당뇨 환자뿐만 아니라 정상인의 건강 관리에도 충분히 활용할 수 있다.

5. 실시간 데이터 분석

양자 센서 데이터와 머신러닝 알고리즘의 결합은 복잡한 생리 신호를 실시간으로 분석할 수 있게 하여, 의료진이 신속하고 정교한 임상 의사결정을 할 수 있도록 지원한다. 이러한 융합은 기존 진단 시스템을 고도화할 뿐만 아니라, 개인 맞춤 의료(Personalized Medicine)에 핵심이 될 수 있는 통합 감지·영상 해법(Solutions)을 제공할 수 있는 길이 열린다.

6. 글로벌 영향과 전망

양자 센싱 기술은 개별 환자 치료 방식을 변화시킬 뿐만 아니라, 전 세계 의료 시스템 전반에도 주요한 영향을 미칠 것으로 예상된다. 영국 정부는

National Quantum Strategy의 일환으로 이러한 혁신 기술의 잠재력을 인식하고 있으며, 조기 진단과 환자 치료 향상에 있어 양자 기술의 중요성을 강조하고 있다. 이러한 기술이 추가적인 개발과 임상 검증 과정을 거쳐 의료 현장에 본격적으로 통합될 경우, 전 세계적으로 첨단 의료 서비스에 대해 보다 공평한 접근성을 촉진할 것으로 기대된다.

IV. 도전 과제와 한계

의료 분야에서의 양자 센싱은 광범위한 도입 이전에 해결해야 할 다양한 도전 과제와 한계를 안고 있다. 이러한 장애 요인은 크게 기술적·윤리적·규제적·재정적 현안으로 구분할 수 있다.

1. 기술적 과제

양자 하드웨어의 특성상 매우 정밀하고 민감하다는 점은 상당한 기술적 난제를 초래한다. 양자 센서는 원자 증기 셀(Atomic Vapor Cells)이나 안정화된 레이저(Stabilized Laser)와 같은 고품질 부품과 복잡한 구성 요소가 필요하며, 이는 대량 생산 및 확장성 측면에서 어려움이 발생한다. 또한, 기존 의료 시스템과 양자 센서를 통합하기 위해서는 하드웨어 및 소프트웨어 전반에 걸친 대규모 수정이 필요할 수 있어, 기존 기술 대비 도입 기간이 더 길어질 수 있다. 더불어 양자 시스템의 오류 보정(Error Correction) 문제는 신뢰성과 실효성 확보 측면에서 더욱 복잡하게 할 여지가 많다. 특히 환자 안전이 최우선인 의료 환경에서는 이러한 신뢰성 확보가 필수적이다.

2. 윤리적 및 규제적 문제

양자 기술의 의료 통합은 데이터 활용 및 환자 동

의와 관련된 중요한 윤리적 쟁점을 제기한다. 양자 처리 기술은 민감한 건강 정보를 더욱 심층적으로 분석할 수 있게 하므로, 데이터 활용 대상자에 대한 “투명성 확보와 충분한 사전 동의(Informed Consent)”가 요구된다. 이러한 윤리적 문제는 인공지능 분야에서 제기된 논의와 유사하며, 특히 양자 분석 결과의 설명 가능성(Explainable)과 개인 맞춤 의료의 확산에 따른 유전적 차별 가능성에 대한 우려가 포함된다.

현재의 규제 체계는 양자 기술이 제기하는 고유한 문제를 충분히 반영하지 못하는 상황이다. 급속한 기술 발전 속도를 기존 규제가 따라가지 못해 법적·제도적 불확실성이 발생할 수 있다. 의료 기관은 양자 기술을 도입하는 과정에서 변화하는 지침을 면밀하게 검토해야 하며, 특히 HIPAA(Health Insurance Portability and Accountability Act)나 GDPR(General Data Protection Regulation)과 같은 데이터 보호 법규를 준수해야 한다. 이와 같은 맥락에서 영국 정부는 혁신 촉진(Pro-innovation)을 지향하는 규제 접근 방식을 제안하며, 양자 기술의 위험과 편익을 중심으로 한 분야별 맞춤 규제의 필요성을 강조하고 있다.

3. 재정적 장벽

양자 의료 기기 개발에 필요한 비용 역시 중요한 진입 장벽으로 작용한다. 대규모 연구개발 투자와 인프라 구축 비용은 많은 의료 기관의 접근성을 제한할 수 있으며, 이는 해당 분야의 혁신 속도를 늦출 가능성이 있다.

따라서 의료 서비스 제공자는 이러한 첨단 기술 도입에 따른 재정적 부담을 신중히 고려해야 하며, 동시에 기존 규제 및 윤리 기준을 충족하는 방향으로 전략을 수립해야 한다.

V. 향후 발전 방향

양자 센싱 기술이 발전함에 따라, 의료 분야로의 통합은 진단·치료·전반적 환자 관리 체계를 혁신적으로 변화시킬 것으로 기대된다.

1. 양자 강화 영상 시스템

양자 강화(Quantum-Enhanced) 영상 시스템은 의료 분야에서 가장 유망한 분야이다. 이러한 시스템은 기존의 MRI 및 CT(Computed Tomographic) Scan과 같은 전통적 영상 기법의 해상도, 감도, 정확도를 크게 향상할 것으로 예상된다. 양자 알고리즘을 활용함으로써 더 정밀하고 세밀한 영상을 구현할 수 있으며, 이는 암이나 신경계 질환과 같은 질병을 조기에 발견하여 신속 정확한 진단/치료와 더불어 환자 예후 개선에도 큰 역할을 할 수 있다.

2. 조기 질병 진단

양자 센서는 기존 방법으로는 구조적 이상이 드러나기 전에 발생하는 미세한 분자 수준의 변화를 감지할 수 있어, 조기 질병 진단이 가능할 것으로 기대된다. 예를 들어, 초기 연구에 따르면 양자 센서는 기존 유방촬영술로는 확인하기 어려운 1mm 이하의 유방암 병변을 탐지할 가능성이 있다. 이러한 능력은 암 검진 프로토콜을 근본적으로 변화시키고, 예후 개선과 치료 효과 향상에 중요한 역할을 할 수 있다.

3. 개인 맞춤형 치료 계획

양자 센싱 기술은 진단 역량 향상을 넘어, 개인 맞춤형 치료 계획의 수립에도 영향을 줄 것으로 보인다.

진단 시스템의 정확성과 성능이 향상됨에 따라 의료진은 환자 개개인의 특성에 맞는 치료 전략과 향후 생활 습관 개선 방향을 구체적으로 설계할 수 있다. 양자 센서로부터 얻은 통찰은 약물 전달 기술이나 치료 방법의 혁신으로 이어질 수 있으며, 환자 치료의 최적화를 실현할 수 있다.

4. 협력적 연구 이니셔티브

의료 분야에서 양자 센싱의 잠재력을 극대화하기 위해서는 학제 간 협력이 필수적이다. 다학제 연구팀을 기반으로 한 공동 연구는 기술 개발 초기 단계부터 임상 요구를 반영하도록 돕는다. 예를 들어, NIH와 NSF(National Science Foundation)와 같은 기관이 참여하는 협력적 연구는 기술 발전을 실제 임상 적용과 긴밀히 연계하는 혁신을 촉진할 수 있다.

5. 도전 과제와 규제 고려 사항

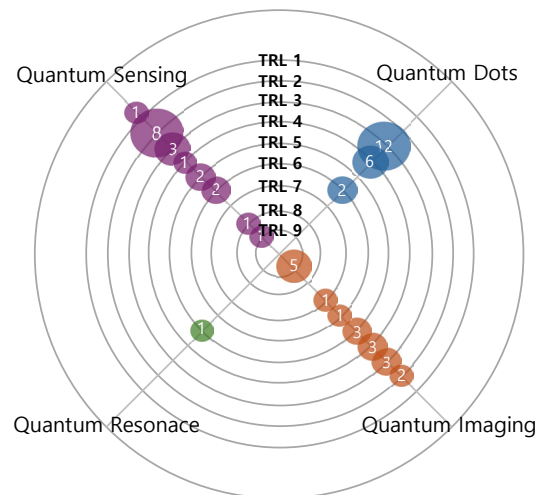
양자 기술이 제공하는 기회는 매우 크지만, 동시에 상당한 법적·규제적 과제를 동반한다. 생명과학 분야 종사자들은 인공지능 기술 도입 과정에서 나타나는 복잡성과 유사한 규제 환경에 직면할 가능성이 크다. 따라서 향후 규제 변화에 대한 대응과 새로운 위험 요인에 대한 적응 전략 수립은 양자 센싱 기술의 성공적인 의료 통합을 위해 핵심적인 요소가 될 것이다.

VI. 결론

결론을 내리기 전에 앞으로 남은 과제는 무엇인지 간단하게 짚어본다. 최근 Newcastle University는 임상시험, 공개된 학술 문헌, 그리고 비공식 정보를 토대로 독특한 분석 자료를 내놓았다. 헬스케어와

관련하여 64개의 양자 기술을 선별하고 이들 가운데 58개에 대해 TRL(Technical Readiness Level)을 분석했다. 9단계까지 진입한 기술이 몇 개 있는데, 상용화 주체가 불분명한 기술이 많고, 기술의 내용으로 볼 때 전통적인 방식에서 성능 개선을 하는 정도이다. 전반적으로 양자 센싱과 영상화 분야는 다양한 TRL 단계에 골고루 분포하고 있으나 양자 소재 분야는 사례가 많지 않고 TRL 또한 상대적으로 낮은 쪽에 분포되어 있다.

여기서 주목해야 할 것은 양자 공명 영역이다. 향후 의료 분야에서 활용 가능성이 큰 분야인데, 마땅한 기술이 없는 불모지라는 의미이다. 물론, 양자 소재와 센싱이 뒷받침되어야 하지만, 양자 공명 자체만으로도 해결해야 할 난제가 많고 아직 탐험하지 않은 영역이 많다. 이미 TRL 5~6에 와 있는 기술과 경쟁하는 것보다는 양자 공명 분야와 같이 아직 탐험하지 않았거나 양자 기술로 확장할 수 있는 기술 영역에 자원과 인력을 투입하는 것도 향후 기술 경



출처 Reproduced from R. Fairbairn et al., "Emerging applications of quantum sensing technology in healthcare," NIHR Innovation Observatory, Jan. 2025. <https://io.nihr.ac.uk/wp-content/uploads/2025/03/NIHR-IO-Quantum-Sensing-Technology-Report-Jan-2025.pdf>[6]

그림 2 기술 레이더

쟁력 강화 측면에서 권장할 만하다.

의료 분야에서의 양자 센싱은 단순한 기술적 고도화를 넘어, 진단 패러다임의 전환 가능성을 내포하고 있다. 초고감도 자기장 측정, 고해상도 영상 구현, 비침습 생체 신호 분석 등은 조기 질병 발견과 정밀 치료 실현을 앞당길 수 있는 핵심 요소로 평가된다. 특히 양자 컴퓨팅에 비해 상대적으로 빠른 실용화 가능성을 보이는 양자 센싱은 의료 산업 내에서 조기 가치 창출이 가능한 분야로 주목받고 있다.

가까운 미래에 양자 기술은 우리의 삶에 깊숙이 들어와 변화를 줄 것이다. ‘양자 기술이 우리의 일상에 영향을 미치는 다섯 가지 방식’이라는 제목으로 올라온 최근 기사에서도 의료는 핵심적인 키워드 중 하나이다[7]. 이 기사에서 언급한 사례들은 단순한 가정이나 추측이 아니다. 그 이유는 그것들은 사회 각 분야에서 실제로 운영되고 있는 시스템들이기 때문이다.

기술 성숙도 확보, 제조 공정 안정화, 윤리·규제 체계 정비, 표준화 기반 마련 등은 여전히 해결해야 할 중요한 과제이다. 이와 함께 물리·공학·의학·데이터 과학을 아우르는 학제 간 협력과 함께, 정책적 지원 및 제도적 정비가 병행되어야 할 것이다. 이러한 기반이 마련될 경우, 양자 센싱은 개인 맞춤형 의료를 가속화하고 글로벌 의료 경쟁력 제고를 위한 전략적 기술로 자리매김할 것이다.

몰밀듯이 쏟아져 나오는 의료 데이터와 이를 관리하고 활용하는 것과 그 속에 숨어 있는 개인의 정보를 어떻게 관리하고 보호할 것인지에 대해서도 확실한 대책이 수립되어야 한다. 양자와 AI를 함께 묶어서 보아야 하는 이유가 여기에 있다.

의료는 공공성이 강하고 경제와 가장 끈끈하게 밀착되어 있다. 양자 기술이 만들어 갈 미래 의료는 전반적인 사회 시스템에 잘 정착할 수 있는 형태로 구현되어야 한다. 다른 산업 분야는 진입 장벽이 낮다. 그러나, 한 번 진입했다고 해서 오랜 기간 버티기는 힘든 구조이다. 새로운 기술이 나오면 바로 대체되는 생태계다. 이에 비해 의료는 새로운 기술에 대해 매우 보수적이다. 그래서, 아이디어 수준에서 상품화까지 가는 길이 가장 길고 복잡하다. 생명을 다루는 분야이기 때문이다. 양자 기술은 기존 의료 시스템에 커다란 변혁을 가져올 것으로 조심스럽게 이야기하고 있다. 의료 기기 개발 역사에서 많지 않지만, 변곡점을 만들어 낸 사례들이 있는데, 양자 기술이 다음 주자가 될 것으로 판단된다.

용어해설

CT scan 신체를 둘러싼 여러 각도에서 촬영한 X선 영상을 결합하여 뼈, 혈관, 연부 조직의 단면 이미지를 만들어 내는 기술

General Data Protection Regulation(GDPR) 2018년부터 시행된 유럽연합의 개인정보 보호 규정으로 전 세계 기업이라도 EU 거주자의 개인정보를 처리하면 적용되는 규정

Health Insurance Portability and Accountability Act (HIPAA) 1996년 제정된 미국의 의료정보 보호 법률로, 핵심 목적은 의료정보 보호와 건강보험의 연속성 보장

Magnetoencephalography(MEG, 자기뇌파검사) 뇌 신경세포가 활동할 때 발생하는 아주 미세한 자기장을 측정해 뇌 기능을 분석하는 기술

Magnetic Resonance Imaging(MRI, 자기공명영상화) 강력한 자기장과 라디오파를 활용하여 연부 조직, 장기, 뼈 등의 상세한 3차원 영상을 얻는 비침습적이고 방사선을 사용하지 않는 진단 기술

Proactive Care Management 질병이 악화된 뒤 치료하는 것이 아니라, 위험을 예측하고 초기에 개입하는 의료 관리 방식

Qubit 양자 정보의 기본 단위로, 두 가지 상태를 갖는 물리적 시스템으로 구현되는 고전적 이진 비트의 양자적 대응체인 이진 큐빗

참고문헌

- [1] Northeastern University, "Quantum Materials and Sensing Institute," <https://quantum.northeastern.edu/>
- [2] B. Lee, "Quantum proteins engineered to sense magnetic fields inside living cells," DongA Science, 2026. 3. 4. <https://www.dongascience.com/en/news/76641>
- [3] University of Nottingham, "A quantum leap for brain imaging," <https://www.nottingham.ac.uk/vision/a-quantum-leap-for-brain-imaging>
- [4] N. Hannink and A. Schetzer, "A big discovery in a tiny package," Pursuit, University of Melbourne, 2016. 10. 25. <https://pursuit.unimelb.edu.au/articles/a-big-discovery-in-a-tiny-package>
- [5] B. Vindolet et al., "Sensitive and quantitative biosensing technique based on NV centres-doped nanodiamonds applied to lateral flow assays," Sci. Rep., vol. 16, no. 7125, 2026.
- [6] R. Fairbairn et al., "Emerging applications of quantum sensing technology in healthcare," NIHR Innovation Observatory, Jan. 2025. https://io.nihr.ac.uk/wp-content/uploads/2025/03/NIHR-IO-Quantum-Sensing-Technology-Report_Jan-2025.pdf
- [7] Quantum Australia, "Five ways quantum technology shapes daily life," Barchart, 2026. 3. 4. <https://www.barchart.com/story/news/568340/five-ways-quantum-technology-shapes-daily-life>