

R을 활용한 양자 융합 기술 특허 분석과 의료 ICT 현황

임은정

Association of Science Technology Innovation

ejim@korea.ac.kr

Patent Analysis of Quantum Convergence Technology Using R and Current Status of Medical ICT

Im Eun Jung

ASTI (Association of Science Technology Innovation)

요약

본 연구는 국내의 특허 데이터를 대상으로 R 기반 Patent Informatics 분석을 수행하여 양자-융합 및 의료 ICT 기술 동향을 조사하였다. 양자 기술은 2020년을 기점으로 급성장하여 현재 성장기에서 성숙기로 진입하는 단계로 확인되었다. 기술 분야별로는 H10H/H10K와 G06F/G02F가 핵심 포트폴리오를 형성하고 있다. 특히 독립표본 T-검정 결과 기업과 대학 간 출원 건수의 유의미한 분석결과($p < 0.05$)로 R&D가 기업 중심으로 추진되고 있음을 알 수 있다. 국가별 점유율 측면에서는 미국과 중국이 원천 기술 및 신기술 특허 출원의 상당수를 점유하고 있다. 양자 머신러닝(QML) 기법을 활용하여 고해상도 의료 영상 내의 패턴을 정밀하게 판독하고, 분자 단위의 초정밀 시뮬레이션을 통해 신약 후보 물질 탐색의 효율성을 극대화하는 실질적인 산업 적용 가능성을 고찰하였다.

I. 서론

인공지능(AI) 기술은 초거대 모델의 확산과 더불어 연산 집약적 패러다임으로 진입하였다. 그러나 고차원 데이터를 처리하기 위한 요구량이 급증함에 따라 전력 효율성과 메모리 대역폭 측면에서 물리적 임계점에 직면해 있다. 특히 대규모 병렬 연산이 필수적인 복잡한 시뮬레이션 분야의 연산 부하는 현재 가속기 인프라의 성능 확장성을 저해하는 주요 요인으로 작용하고 있다.[1] 이러한 제약을 극복하기 위해 양자역학적 특성을 활용한 양자 컴퓨팅 기술이 대안으로 부상하고 있다. 특히 임상 의료 및 바이오 정보학 등 정밀 연산이 요구되는 분야에서 양자 알고리즘 기반의 초고속 데이터 처리는 기존 기술이 도달하지 못한 메디테크(MedTech)를 가속화하는 핵심 동력이 되고 있다.[2] 최근 양자 인공지능(Quantum AI) 연구는 기존의 컴퓨팅 구조로는 구현되지 않는 알고리즘 최적화를 연구하고 있다.[3] 시스템의 고도화는 연산 복잡도 제어 능력을 향상시켜 AI 모델의 정밀도를 높이고 기존 연산 수렴의 한계를 돌파하는 역할을 수행하고 있다.[4]

이와 같이 양자 기술이 실질적 성능 우위(Quantum Advantage)를 증명하는 단계에 접어들어 따라 글로벌 기술 주도권과 핵심 원천 기술 포트폴리오 진단이 필요하다. 본 연구는 Patent Informatics 기반의 R 분석 기법을 적용하여 2025년까지의 양자 융합 기술 동향을 정량적으로 규명하고자 한다. 그리고 기술 수명 주기(Technology Life Cycle, TLC) 분석을 통해 시장 성숙도를 평가하고, IPC/CPC 집중도 분석으로 핵심 분야를 도출하며, 독립표본 T-검정으로 기술 주체별 연구 역량을 통계적으로 분석하여 핵심 기술 현황을 알아보고자 한다.

II. 본론

양자기술은 기존 디지털 컴퓨터의 연산 한계를 초월하는 병렬 처리 능력을 바탕으로 인공지능(AI) 알고리즘의 학습 속도와 정밀도를 혁신할 핵심 동력으로 주목받고 있다. R을 활용한 Patent Informatics 분석을 수행

한 결과, 글로벌 양자기술의 전반적인 성장 추세가 확인되었다. TLC 분석에 따르면, 양자기술은 2020년을 기점으로 특허 출원량이 지수함수적으로 증가하며 현재 성장기에서 성숙기(Maturity)로 진입하는 위치에 있다. 이러한 흐름은 [그림 1]의 Patent Life Cycle Map에서 알 수 있다. 특허 출원인 수와 출원 건수의 시계열적 상관관계를 분석한 결과 2020년 이후 기술 진입자가 급증하며 전형적인 성장기 특성을 보이고 있다. 이는 양자기술의 실질적 구현 가능성이 확대됨에 따라 산업계의 진입이 본격화되었음을 의미한다.

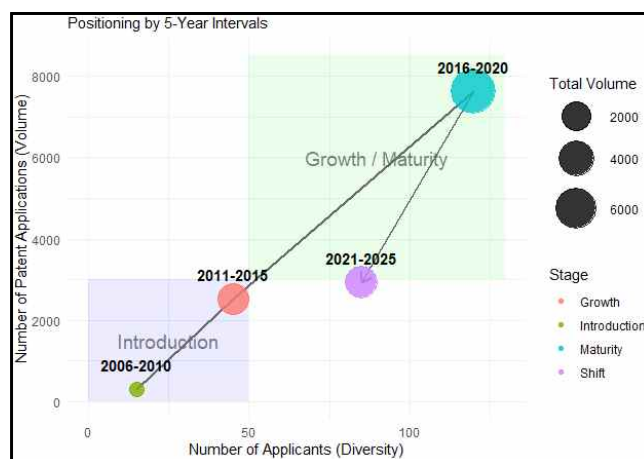


그림 1. Patent Life Cycle Map for Quantum Technology (KR)

미국은 한국의 성장기 수준을 이미 2010년대 초반에 상회한 선도적 성숙 단계를 보여준다. 미국은 거대 생태계를 구축했으며, 이는 기술 안정화 단계인 성숙기(Maturity)에 해당한다. 특히 미국이 거대 플랫폼과 표준 알고리즘을 선점하며 시장 전반에서 우위를 보이고 있으며 한국은 특정 핵심 소자 및 응용 분야에서 독자적인 기술 영역을 확보하고 있다. 미국은

광범위한 표준 기술을 바탕으로 한 선도형 성숙도를 보이고, 한국은 핵심 소자 분야를 공략하는 압축 성장형을 나타낸다.

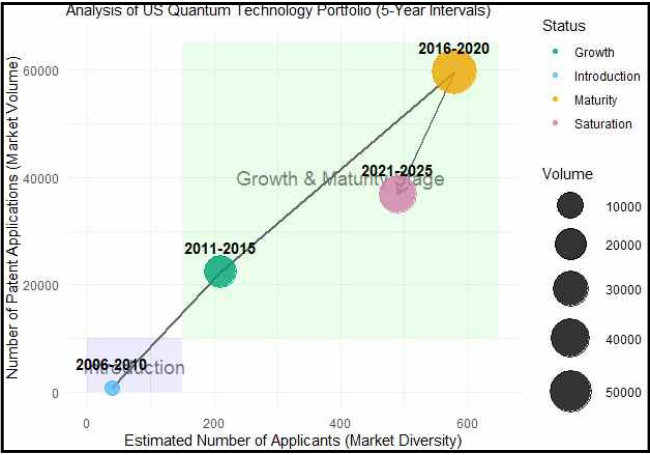


그림2. Patent Life Cycle Map for Quantum Technology (US)

세부 기술 지형을 파악하기 위해 IPC(국제특허분류) 집중도 분석을 실시한 결과, 핵심 기술인 H10H와 H10K 분야가 전체 포트폴리오의 중추를 형성하고 있었다. Patent Landscape(KR)를 살펴보면 기술군이 하드웨어 원천 기술(H10H, H10K)과 응용 소프트웨어 및 광학 기술(G06F, G02F)로 분석되었다.

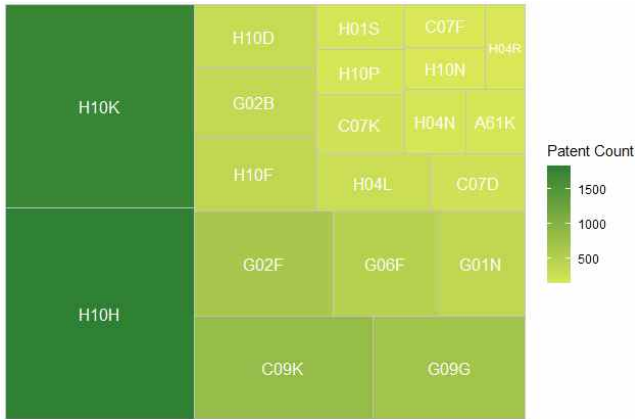


그림 3. Patent Landscape of Quantum Technology by IPC (KR)

미국 기업들은 양자기술 알고리즘의 상업적 범용성과 고부가가치 원천 IP 확보에 집중하고 있다. 이러한 연구 주체별 역량 격차를 검증하기 위해 R 패키지를 활용하여 독립표본 T-검정을 실시한 결과 국내 특허 동향은 기업과 대학·연구소 간의 특허 출원 건수 차이는 통계적으로 매우 유의미한 것으로 나타났다 ($p < 0.05$). 양자기술이 지닌 연산 성능은 의료 ICT와 융합되어 형성하고 있다. R을 활용한 키워드 군집 분석(Clustering) 결과, 특히 임상 현장의 지능형 의사결정 지원 및 맞춤형 정밀 의료 체계 구축 분야에서 그 영향력이 두드러지게 나타났다. 이는 데이터 최적화 문제와 결합되어 개별 환자에게 최적화된 치료 경로를 제안하는 고도화된 메디컬 플랫폼으로의 진화를 가속화하고 있다.[5] 이러한 양자기술의 실용성은 제약 및 화학 시뮬레이션 영역에서 더욱 구체적인 성과로 연결된다.[6] 분자 내 전자 간의 상호작용 및 복잡한 화학 결합 구조를 양자 알고리즘으로 모델링하여 신약 후보 물질 탐색 과정에서 소요되는 막대한 시

간과 비용을 획기적으로 절감하고 있다. 즉, 가상 환경에서의 초정밀 분자 시뮬레이션을 통해 약물 설계의 예측 신뢰도를 확보함으로써 제약 산업의 연구 개발(R&D) 패러다임을 근본적으로 변화시키고 있다. 양자기술은 이론적 연산 가속의 단계를 넘어 실제 의료 데이터 기반의 임상적 판단을 지원하고 최적의 대안을 도출하는 실질적인 기술적 해법으로 발전하고 있다.

III. 결론

Patent Informatics R을 통해 글로벌 양자기술의 지형 변화와 의료 ICT 융합 동향을 분석하였다. 양자기술은 2020년을 기점으로 특허 출원량이 지수함수적으로 증가하였다. 국가별 기술 수명 주기(TLC) 분석에 따르면, 미국은 이미 2010년대 초반에 임계치를 통과하며 거대 플랫폼과 표준 알고리즘을 선점하고 있다. 우리나라는 핵심 소자 및 응용 분야(H10H, H10K 등)를 중심으로 특허 등록이 이루어지고 있다. 특히 독립표본 T-검정 결과에서 나타난 연구 주체별 출원 건수의 유의미한 격차는 기업이 주도하고 있음을 나타낸다. 이러한 기술적 발전단계는 의료 ICT 산업과의 융합을 통해 진행되고 있음을 알고 있다. 양자 머신러닝(QML) 기법을 활용하여 고해상도 의료 영상 내의 패턴을 정밀하게 판독하고, 초정밀 시뮬레이션을 통해 신약 후보 물질 탐색의 효율성을 극대화하는 등 실질적인 산업 적용이 기대된다.

참 고 문 헌

[1] IEEE, "Quantum Computing: The Future of Healthcare Technology," 2024 OPJU International Technology Conference (OTCON), pp. 1-6, 2024.

[2] Frontiers in Medicine, "Applications of Quantum Computing in Clinical Care: A Systematic Review," vol. 12, pp. 1-14, 2025.

[3] Marks & Clerk, "AI Report 2025: The Convergence of Artificial Intelligence and Quantum Computing (QAI)," 2025.

[4] World Economic Forum, "Quantum vs AI in Healthcare: How They Differ and Why Leaders Must Prepare for Convergence," 2025.

[5] MDPI, "Quantum Computing and Machine Learning in Medical Decision-Making: A Comprehensive Review," Algorithms, vol. 18, no. 3, pp. 156-178, 2025.

[6] IEEE, "The Future of Drug Discovery: How Quantum Computing is Altering Pharmaceutical Research," IEEE Xplore, Jan. 2025.