

# 양자 도약 준비: 입자 물리학에서 양자 컴퓨팅 사용 미래 계획

(2023.07.20., 양자정보연구지원센터)

- 입자 물리학 분야에서 양자 컴퓨팅의 유용한 잠재력 있는 분야 식별
  - 양자 컴퓨팅 기술 적용이 가능한 입자 물리학의 활동 식별하는 중요한 백서 발표
    - CERN, DESY, IBM Quantum 및 30개 이상 기관의 전문가 작성, arXiv 사전 인쇄로 제공
    - 대형 하드론 충돌기(Large Hadron Collider) 업그레이드 프로그램뿐 아니라 전 세계 다른 충돌기 및 저에너지 실험과 관련된 컴퓨팅 문제 해결에 도움이 되도록 양자 컴퓨팅 기술 적용 제시
  - CERN 개최된 최초의 “QC4HEP(Quantum Computing for High-Energy Physics)” 회의에서 구성된 작업 그룹 작성
    - 양자 컴퓨팅 기술이 상당한 이점을 제공할 수 있는 영역 식별하기 위해 노력
    - 이론 및 실험 입자 물리학 모두와 관련이 있음, 이 영역을 양자 컴퓨팅의 “problem formulations(연구 주제 설정)”에 매핑함
    - 양자 컴퓨팅은 매우 유망하지만, 입자 물리학의 모든 문제가 이 컴퓨팅 모드에 적합한 것은 아니므로 가장 유용할 잠재력 있는 영역을 정확하게 식별할 수 있는지 확인하는 것이 중요함
  - 이론 입자 물리학 분야에서, 양자 상태의 진화, 격자 게이지 이론, 중성미자 진동 및 일반적 양자 장 이론과 관련된 유망한 영역 확인
    - 고려되는 응용 프로그램으로 격자 게이지 이론, 최적화 및 분류의 정적 문제에 대한 양자 역학, 하이브리드 양자/고전 알고리즘 포함됨
  - 실험 입자 물리학 분야에서, 제트 및 트랙 재구성, 희귀 신호 추출,

표준 모델 문제 이상, 파톤 샤워(parton showers) 및 실험 시뮬레이션 관련 영역 확인

- 그런 다음 분류, 회귀, 최적화 및 생성 문제에 매핑됨
- IBM Quantum의 “100 x 100 challenge” 에 따라 CERN과 DESY의 BIM Quantum Network 참여 및 IBM Quantum과 협력을 통해 특정 사용 사례 선택하는 프로세스 시작
- IBM의 100 x 100 도전은 2024년 100큐비트 및 깊이 100 게이트 작업을 통해 회의의 편향되지 않은 관찰 가능 항목을 계산할 수 있는 도구 제공을 보게 될 것임
- 입자 물리학 및 기타 연구 분야 모두에서 유망한 선택된 사용 사례를 추진하기 위한 중요한 테스트베드 제공

#### □ Quantum Computing for High-Energy Physics, State of the Art and Challenges, Summary of the QC4HEP Working Group

- HEP 이론 모델링을 위한 양자 컴퓨팅
  - 실시간 현상(real-time phenomena) 시뮬레이션
  - (2+1)D QED, (2+1)D SU(2), Quantum Link Model과 D-theory
  - 집단 중성미자 진동(Collective Neutrino Oscillations)
- HEP 실험에서의 양자 컴퓨팅
  - 희귀 신호 추출(rare signal extraction)
  - 패턴 인식 작업: 입자 궤적 및 입자 제트 재구성
  - 해석 가능한 모델과 추론
  - 시뮬레이션을 위한 생성 모델

(원문)

1. <https://phys.org/news/2023-07-quantum-future-particle-physics.html>