

Quantinuum, 양자 프로세서를 고전적 QC 통합에 실험적 통합

(2024.10.14., 양자정보연구지원센터)

□ Quantinuum의 양자 자연어 처리(QNLP) 연구 성과

○ 연구 개요

- Quantinuum 연구팀은 확장 가능한 양자 자연어 처리(QNLP, quantum natural language processing)의 첫 구현을 발표하며 양자 인공지능(AI) 활용에 한 발짝 더 다가섬
- QDisCoCirc라는 모델을 사용해 양자 컴퓨팅과 AI를 결합하여 질문 응답과 같은 텍스트 기반 작업을 수행
- 해당 연구 논문은 ArXiv에 게재되었으며, 양자 시스템이 AI 작업에 어떻게 적용될 수 있는지 보여주는 증거 기반 연구

○ 연구의 중요성

- Quantinuum의 창립자 일리아스 칸은 이 연구가 해석 가능성과 투명성을 제공하여 보다 안전하고 효과적인 생성형 AI로 이어지는 중요한 단계라고 언급
- 이 연구는 기존의 블랙박스 방식과 달리, AI 모델의 내부 양자 상태와 단어 및 문장 간 관계를 이해할 수 있는 해석 가능한 접근법을 제시
- 이를 통해 법률, 의료, 금융 등에서 AI 시스템의 책임성과 투명성이 중요한 분야에 적용 가능성 확대

○ 기술적 성과 및 QDisCoCirc 모델

- QDisCoCirc는 양자 컴퓨팅의 원리를 활용해 텍스트를 수학적 객체로 처리하며, 텍스트 구조를 분해하고 결합하는 ‘구성적 일반화’ 개념을 사용
- 구성적 일반화는 소규모 학습을 기존 컴퓨터에서 진행하고, 대규모 사례는 양자 컴퓨터에서 테스트하여 확장성 문제를 해결

- 연구팀은 이 방식으로 양자 기계 학습에서 발생하는 ‘빈 평원 (barren plateau)’ 문제(대규모 학습에서 기울기가 사라져 학습이 어려워지는 문제)를 완화

○ 실험 및 결과

- 연구팀은 Quantinuum의 H1-1트랩 이온 양자 프로세서를 사용해 QDisCoCirc 모델의 실험을 수행
- 실험은 QDisCoCirc 모델을 사용한 질문 응답 작업을 다루며, 확장 가능한 QNLP의 개념 증명(proof-of-concept)을 제공
- H1-1프로세서는 양자 회로 실행에 필요한 계산 능력을 제공하며, 고급의 두 큐비트 게이트 정밀도를 통해 실험의 신뢰도를 높임
- QDisCoCirc 모델을 사용해 기존의 기계 학습 모델이 어려움을 겪는 구성적 작업에서 양자 회로가 더 나은 성능을 보임을 증명

○ 실험 결과의 실용적 의미

- 연구 결과, 양자 AI를 통해 해석 가능한 모델을 개발할 가능성을 시사하며, 기존 블랙박스 방식과 차별화
- 예를 들어, GPT-4와 같은 대규모 언어 모델을 내부 과정이 불투명하지만, QDisCoCirc는 내부 상태를 검사할 수 있어 AI가 결정을 내리는 방식을 이해 가능
- 이러한 해석 가능한 접근법은 질문 응답 시스템, 즉 분류 과제와 같은 분야에서 중요한 역할을 할 수 있으며, 법률, 의료, 금융 등 신뢰성과 설명력이 중요한 분야에 적용 가능

○ 연구의 배경과 동기

- 양자 AI, 특히 양자 컴퓨팅과 자연어 처리(NLP)의 결합은 주로 이론적 연구에 머물렀으나, 이번 연구는 실험적 증거를 제공
- Quantinuum의 최고 과학자 Bob Coecke와 칸은 양자 컴퓨팅과 NLP의 교차점에 대한 연구의 중요성을 강조하며, 이번 연구가 그 가능성을 보여준다고 설명
- 이 연구는 양자 AI의 실제 적용 가능성을 입증하기 위한 중요한

발걸음으로 평가받음

○ 양자 컴퓨터의 장점과 한계

- 현재 양자 기계 학습의 주요 문제 중 하나인 대규모 학습에서의 확장성 문제를 해결하려는 접근법을 제시
- 양자 컴퓨터의 발전이 빠르게 이루어지고 있음을 강조하며, 향후 더 강력한 양자 컴퓨터가 필요한 작업에 양자 AI가 실용적으로 사용될 수 있다고 전망
- 현재 사용된 QDisCoCirc 모델은 여전히 개념 증명 단계에 있으며, 보다 복잡한 실제 문제에 적용하려면 더 많은 큐비트와 높은 정확도의 양자 컴퓨터가 필요

○ 연구의 향후 방향과 계획

- 현재 실험 결과를 바탕으로, 보다 복잡한 텍스트 입력과 다양한 언어 구조를 처리할 수 있는 모델 확장을 목표로 연구를 계속 진행
- 단순한 이진 질문 응답 형태에서 나아가, 문장 전체를 분석하거나 복잡한 문맥을 처리하는 실험을 계획 중
- Quantinuum은 더 강력한 양자 컴퓨터와 함께 양자 AI 연구를 지속하며, 특히 화학, 제약, 생물학, 최적화, 사이버 보안 분야에서 추가적인 과학적 발견을 가속할 전망

○ 결론 및 기대 효과

- Quantinuum 연구는 양자 컴퓨팅을 활용한 AI 모델의 해석 가능성과 확장성에서 중요한 진전을 이루었으며, 양자 AI의 상용화를 위한 중요한 전환점을 마련
- 법률, 의료, 금융 등 다양한 분야에서 AI 신뢰성을 높이고, 양자 AI가 실질적인 해결책으로 자리 잡는 데 기여할 전망

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2024/09/18/quantinuum-unveils-first-contribution-toward-responsible-ai-uniting-power-of-its-quantum-processors-with-experimental-work-on-integrating-classical-quantum-computing/>