

우주는 거대한 양자 중력 컴퓨터일까

(2024.11.18., 양자정보연구지원센터)

□ 양자 컴퓨팅 발전 가속화

○ 연구 배경

- 우주를 기계, 시계 또는 하나의 사고로 비유한 역사적 관점에 이어, 최근 노르웨이 생명과학대학의 Espen Gaarder Haug 교수는 우주를 거대한 양자 중력 컴퓨터(quantum gravity computer)로 해석하는 이론을 제안
- 이 이론에 따르면, 우주 내 모든 입자 간 모든 상호작용은 정보의 “비트”로 해석될 수 있으며, 이 상호작용들이 우주 전체에 걸쳐 초당 10^{104} 비트의 데이터를 처리한다고 주장
- 이 이론은 양자 중력, 우주론, 계산 이론을 결합하여 우주의 근본적 구조를 재해석하려는 시도로 주목받고 있음

○ 우주를 계산적 존재로 재구성

- 아인슈타인과 에딩턴 같은 물리학자들도 물리 법칙에 정보적 속성이 있을 가능성을 제기함
- 하우그 이론은 물리학에서 가장 작은 측정 단위인 플랑크 척도를 기반으로 하며, 이 척도를 양자 중력의 기본 틀로 간주함
- 우주의 모든 입자 상호작용과 에너지 전달이 거대한 “양자 중력 컴퓨터”의 연산 과정이라고 주장함

○ 허블 구와 양자 중력 컴퓨터

- 관측 가능한 우주(Hubble sphere)를 “양자 중력 컴퓨터”로 제안하며, 플랑크 척도에서 발생하는 입자 간 상호작용을 컴퓨터 연산으로 해석함
- “우주 컴퓨터”는 초당 10^{104} 비트의 데이터를 처리할 수 있음

- 기존 컴퓨터와 달리 외부 에너지원 없이도 작동되는 폐쇄적 에너지 보존 체계에서 작동
- 일반 상대성이론의 재구성
 - 중력 상수를 플랑크 단위로 재해석하고, 입자 간 상호작용을 통해 중력과 양자 현상을 연결
 - 모든 입자 상호작용을 정보 처리 과정으로 간주하여 새로운 관점을 제시
- 이론적 함의와 가능성
 - 암흑 물질과 암흑 에너지를 계산 과정의 일부로 해석할 가능성
 - 양자 역학 및 우주론 실험 설계와 해석에 영향을 미칠 수 있음
 - 양자 컴퓨팅의 발전을 통해 중력의 계산 모델에 대한 추가 통찰 가능
- 한계와 비판
 - 플랑크 척도의 상호작용은 현재 기술로 관찰이 불가능해 검증이 어려움
 - 모든 상호작용을 계산으로 간주하는 단순화는 우주의 복잡성을 과소평가할 가능성
- 결론 및 미래 연구
 - 이 이론은 우주를 정보 처리 시스템으로 재해석하며, 양자 중력과 정보이론의 융합을 자극
 - 검증에 많은 도전이 예상되나, 새로운 관점과 실험적 접근을 통해 과학 발전에 기여할 잠재력 보유

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2024/11/09/weighty-subject-is-the-universe-as-a-giant-quantum-gravity-computer/>