

물리적 타당성의 경계를 정의하는 비국소 상자의 역할

(2024.02.20., 양자정보연구지원센터)

- 양자 수수께끼 해독, 물리적 타당성의 경계를 정의하는 데 있어 비국소 상자(nonlocal boxes)의 역할
 - 최근 PRL 발표된 논문 “Extending the Known Region of Nonlocal Boxes that Collapse Communication Complexity(통신 복잡성을 축소하는 비국소 상자의 알려진 영역 확장)”
 - 다양한 이론적인 양자 이론 확장이 비지역 통신 복잡성 원리에 대한 실험에서 물리적이 아닌 것으로 간주된다는 사실이 밝혀짐
 - 이러한 양자 이론 확장은 양자 얽힘과 비지역성의 특정 측면을 설명하는데 사용되는 이론적 비지역 상자(nonlocal boxes)의 배열로 표현될 수 있음
 - Anne Broadbent(Ottawa 대학 수학 및 통계학부), Pierre Botteron(Ottawa 대학 수학 및 통계학부 박사과정, 프랑스 Toulouse 대학 방문 연구원), Marc-Olivier Proulx(Ottawa 대학 물리학 석사)가 연구에 참여
 - Nonsignaling boxes(NS)는 빛보다 빠르지 않는 통신의 원리에 의해 정의된 이론적 자원임, 양자 상관관계를 일반화하며 그 중 일부는 통신 복잡성(CC)을 붕괴시키는 것으로 알려짐
 - 연구 배경 및 목적
 - 양자 역학의 원리는 전통적으로 입자의 행동과 양자 얽힘을 이해하기 위한 기본 틀로 사용됨
 - 먼 거리에 있는 입자 간의 상관 관계를 다루는 Tsirelson 한계와 그로 인한 제약으로 과학자들은 더 포괄적인 이론이 가능한지에 대한 의문을 제기함
 - 이로서 이론적인 양자 이론의 확장인 비지역 상자가 전 세계를 더 포괄적으로 이해하기 위한 도구로 등장함

- 이 연구는 비지역 상자의 물리적 실현 가능성을 평가하기 위해 비지역 상자의 비지역 통신 복잡성(non-trivial communication complexity)을 사용함
- 양자 이론 확장의 제약과 한계에 대한 이해 향상, 양자 얽힘의 수수께끼에 통찰력을 제공함
 - 양자 얽힘은 양자 역학으로 설명되는 매혹적인 현상, 2022년 노벨 물리학상은 양자 얽힘의 혁신적인 실험을 통해 원격 광자 간 상호작용을 드러내고 벨 부등식을 위반하며 양자 정보과학을 개척한 Aspect, Cluser 및 Zeilinger에게 수여됨
 - 양자 역학의 힘에도 불구하고, 티렐슨 한계의 존재는 자연 세계를 정확하게 묘사하기 위한 보다 포괄적인 이론이 존재하는지에 대한 의문 제기
 - 이 연구는 양자 역학의 이론적 확장인 비국소적 상자를 가능한 일반화로 탐색, 그들의 물리적 실현 가능성을 결정하려 함
- Tsirelson 한계
 - Tsirelson 한계는 양자 역학에서 먼 거리에 있는 입자들 간의 상관 관계에 대한 한도를 나타냄
 - 이 한계는 벨 부등식의 위반과 관련이 있으며(즉, 국소 숨은 변수 이론(local hidden-variable theory)으로 설명할 수 없음), 양자 이론의 확장 가능성을 제한하고 보다 포괄적인 물리 이론의 존재에 대한 의문을 제기함
 - 양자 역학의 범위 내에서만 측정 가능하며, 더 나은 이론이 필요한지에 대한 연구를 촉발하고 있음

(원문)

1. <https://thequantuminsider.com/2024/02/15/deciphering-quantum-enigmas-the-role-of-nonlocal-boxes-in-defining-the-boundaries-of-physical-feasibility/>