

Fundamental Breakthrough: Error-Free Quantum Computing Gets Real

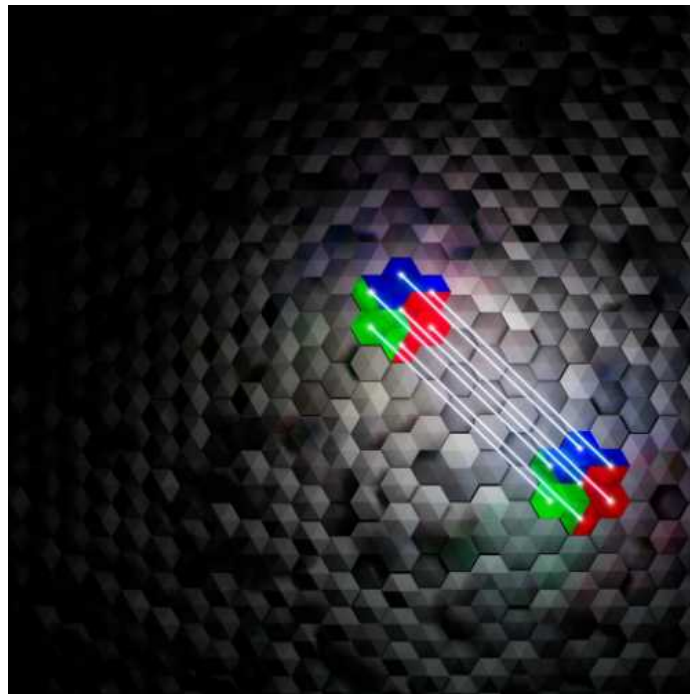
TOPICS: Popular Quantum Computing Quantum Information Science Quantum Mechanics

University Of Innsbruck

By UNIVERSITY OF INNSBRUCK MAY 28, 2022

근본적인 돌파구: 오류 없는 양자 컴퓨팅 실현

2022년 5월 28일
인스부르크 대학교 작성



양자 오류 수정을 통해 결함으로부터 보호되는 논리적 양자 비트에 대한 게이트 작업의 예술가적 인상. Credit: Johannes Knünz

■ 내결함성 양자 컴퓨팅을 위한 기본 빌딩 블록 시연

고품질 제조로 인해, 정보 처리와 저장 중 오류가 현대 컴퓨터에서는 드문 일이 되었습니다. 그러나, 단일 오류라도 심각한 영향을 미칠 수 있는 중요한 응용 프로그램의 경우, 처리된 데이터의 중복성을 기반으로 한 오류 수정 메커니즘이 여전히 사용됩니다.

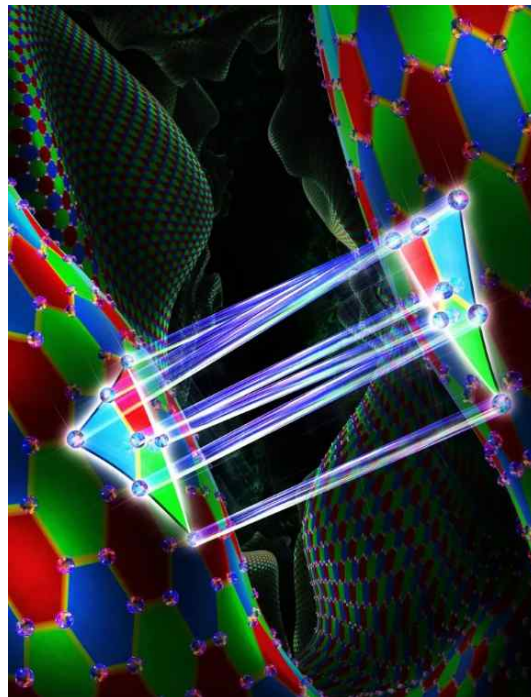
양자 컴퓨터는 본질적으로 교란에 훨씬 더 취약하므로 오류 수정 메커니즘이 거의 항상 필요합니다. 그렇지 않으면 오류가 시스템에서 제어되지 않고 전파되어 정보가 손실됩니다. 양자 역학의 기본 법칙은 양자 정보를 복사하는 것을 금지하기 때문에, 논리적 양자 정보를 여러 물리적 시스템, 예를 들어 여러 개별 원자의, 얽힌 상태로 배포하여 중복성을 달성할 수 있습니다.

인스브루크 대학 실험 물리학부의 Thomas Monz와 RWTH Aachen 대학의 Markus Müller 및 독일 Forschungszentrum Jülich가 이끄는 연구팀은 이제 가능한 모든 연산을 구현하는 데 사용할 수 있는 두 개의 논리적 양자비트에 대한 일련의 계산 연산을 실현하는 데 처음으로 성공했습니다. 인스부르크의 실험 물리학자인 Lukas Postler는 "실제 양자 컴퓨터의 경우, 우리는 모든 알고리즘을 프로그래밍할 수 있는 범용 게이트 세트가 필요합니다.

■ 기본 양자 연산 실현

연구원 팀은 16개의 트랩된 원자를 특징으로 하는 이온 트랩 양자 컴퓨터에 이 범용 게이트 세트를 구현했습니다. 양자 정보는 각각 7개의 원자에 분산된 2개의 논리적 양자 비트에 저장되었습니다.

이제 처음으로, 범용 게이트 세트에 필요한 내결함성 양자 비트에 두 개의 계산 게이트를 구현할 수 있게 되었습니다: 2개의 양자 비트(CNOT 게이트) 및 논리적 T 게이트에 대한 계산 연산은 내결함성 양자 비트에서 구현하기 특히 어렵습니다.



내결함성 양자 컴퓨팅을 위한 기본 구성 요소가 시연되었음.

Credit: Uni Innsbruck/Harald Ritsch

이론 물리학자 Markus Müller는 "T 게이트는 매우 기본적인 작업입니다."라고 설명합니다. "T 게이트가 없는 양자 알고리즘은 기존 컴퓨터에서 비교적 쉽게 시뮬레이션할 수 있으므로 가능한 속도 향상을 무효화할 수 있기 때문에 특히 흥미롭습니다. T 게이트가 있는 알고리즘에서는 더 이상 불가능합니다." 물리학자들은 논리적 양자비트에 특수한 상태를 준비하고 얽힌 게이트 연산을 통해 다른 양자비트로 순간이동시킴으로써 T-게이트를 시연했습니다.

■ 복잡성은 증가하지만 정확도도 증가

인코딩된 논리 양자비트에서 저장된 양자 정보는 오류로부터 보호됩니다. 그러나 이것은 계산 연산 없이는 쓸모가 없으며 이러한 연산은 그 자체로 오류가 발생하기 쉽습니다.

연구원들은 기본 물리적 작업으로 인해 발생하는 오류도 감지하고 수정할 수 있는 방식으로 논리 큐비트에 대한 작업을 구현했습니다. 따라서, 그들은 인코딩된 논리 양자비트에 대한 범용 게이트 세트의 첫 번째 내결함성 구현을 구현했습니다.

"내결함성 구현에는 비내결함성 작업보다 더 많은 작업이 필요합니다. 이것은 단일 원자의 규모에서 더 많은 오류를 발생시킬 것이지만, 그럼에도 불구하고 논리적 큐비트에 대한 실험적 작업은 내결함성이 없는 논리적 작업보다 낫습니다."라고 Thomas Monz는 보고하게 된 것을 기쁘게 생각합니다. "노력과 복잡성은 증가하지만, 결과적인 품질은 더 좋습니다." 연구원들은 또한 고전 컴퓨터에서 수치 시뮬레이션을 사용하여 실험 결과를 확인하고 확인했습니다.

물리학자들은 이제 양자 컴퓨터에서 내결함성 컴퓨팅을 위한 모든 빌딩 블록을 입증했습니다. 이제 과제는 더 크고 따라서 더 유용한 양자 컴퓨터에서 이러한 방법을 구현하는 것입니다. 인스부르크 이온 트랩 양자 컴퓨터에서 시연된 방법은 양자 컴퓨터의 다른 아키텍처에서도 사용할 수 있습니다.

참조: Lukas Postler, Sascha Heußen, Ivan Pogorelov, Manuel Rispler, Thomas Feldker, Michael Meth, Christian D. Marciniak, Roman Stricker, Martin Ringbauer, Rainer Blatt, Philipp Schindler, Markus의 "내결함성 범용 양자 게이트 작동 시연" Müller와 Thomas Monz, 2022년 5월 25일, Nature.

DOI: 10.1038/s41586-022-04721-1

연구에 대한 재정적 지원은 Quantum Flagship Initiative의 틀 내에서 유럽 연합뿐만 아니라 오스트리아 연구 진흥청 FFG, 오스트리아 과학 기금 FWF 및 오스트리아 산업 연합 Tyrol에서 제공되었습니다.

[출처]

<https://scitechdaily.com/fundamental-breakthrough-error-free-quantum-computing-gets-real/>