

22/11/2017

Generación rápida de pseudo-azar cuántico y sus aplicaciones en las ciencias cuánticas



Utilizar computadores cuánticos para generar datos aleatorios sería costosísimo y lento. Sin embargo, los físicos consideran una alternativa, el uso de pseudo-azar cuántico. Andreas Winter, del Departamento de Física, junto a investigadores de Tokyo y otros colaboradores, han publicado una serie de artículos donde proponen un nuevo método, sencillo y rápido, para generar pseudo-azar cuántico. Han estudiado sus aplicaciones en el procesamiento cuántico de la información y en la comprensión de la física fundamental.

El azar suele ser útil en el procesamiento de la información, ya sea para barajar cartas o para aplicaciones algorítmicas o criptográficas. Esto es cierto también en el procesamiento de información a escalas microscópicas de átomos y moléculas, recientemente desarrollado, donde se explotan los fenómenos contraintuitivos de la mecánica cuántica. Tal procesamiento de información se llama "procesamiento cuántico de la información", ya que se basa en la mecánica cuántica, la teoría más fundamental de la física. Dado que el procesamiento de la información tiene que ser necesariamente coherente con las leyes físicas, el procesamiento cuántico de la información es, a nivel fundamental, la manera más poderosa de procesar la información.

El azar cuántico, es decir, el azar en el procesamiento cuántico de la información, es un recurso extremadamente poderoso que nos permite realizar muchos protocolos cuánticos. Sin embargo, el azar cuántico es tan caro de llevar a cabo que su uso es casi irreal. De hecho, incluso con ordenadores cuánticos, los ordenadores más rápidos posibles que utilizan todo el poder de la mecánica cuántica, generar azar cuántico tomaría demasiado tiempo. Afortunadamente, para la mayoría de las aplicaciones del azar cuántico podemos utilizar una versión aproximada llamada pseudo-azar cuántico. ¿Cómo podemos generarlo?

En una serie de artículos que aparecen referenciados al final de este texto descubrimos un método nuevo y fácil para generar pseudo-azar cuántico. Nuestro método no sólo es más sencillo que los ya conocidos, sino que también toma mucho menos tiempo para generarlo. A continuación, empleamos el método en una de las aplicaciones más importantes de este tipo de azar: un protocolo de “decoupling” para las correlaciones cuánticas. Cuando se utiliza nuestro método, el decoupling se realiza con una cantidad de pseudo-azar cuántico muy baja. Este resultado conduce a una simplificación del protocolo de decoupling y ayuda a muchas tareas de procesamiento cuántico de información, en las cuales el decoupling desempeña un papel clave.

En el tercer artículo de la serie exploramos la relación de nuestros resultados con la física cuántica. La importancia del pseudo-azar cuántico radica no sólo en el procesamiento cuántico de la información, sino también en la comprensión de fenómenos de física fundamental como los agujeros negros cuánticos, el caos cuántico y la termodinámica cuántica, lo cual no es en realidad tan sorprendente, ya que la física se debería entender como el procesamiento de la información en naturaleza. En los últimos años, el análisis del pseudo-azar cuántico ha revelado conexiones profundas entre fenómenos físicos aparentemente diferentes, como la evaporación cuántica de los agujeros negros y el caos cuántico. Nuestro método de generar el pseudo-azar cuántico se puede interpretar como dinámica realística de un sistema cuántico, por lo que revela por primera vez un mecanismo microscópico natural para estos fascinantes fenómenos en sistemas cuánticos complejos.

Andreas Winter

Departamento de Física

Universitat Autònoma de Barcelona

Referencias

Yoshifumi Nakata, Christoph Hirche, Ciara Morgan, Andreas Winter, **Unitary 2-designs from random X- and Z-diagonal unitaries**, *J. Math. Phys.* 58:052203, 2017; arXiv:1502.07514v4

Yoshifumi Nakata, Christoph Hirche, Ciara Morgan, Andreas Winter, **Decoupling with random diagonal unitaries**, *Quantum* 1:18, 2017; arXiv:1509.05155v3

Yoshifumi Nakata, Christoph Hirche, Masato Koashi, Andreas Winter, **Efficient unitary designs with nearly time-independent Hamiltonian dynamics**, *Phys. Rev. X* 7:021006, 2017; arXiv:1609.07021v3

[View low-bandwidth version](#)