

Desarrollan en Islandia un método general para abordar sistemas dinámicos

Eduardo M. Sánchez O. y Neith Martínez
16 de enero de 2019

"Por mucho tiempo no hubo un método general con el cual se pudiesen construir funciones de Lyapunov para el estudio de sistemas dinámicos", dijo el físico Carlos Argáez García al iniciar su conferencia *Métodos numéricos para sistemas dinámicos*. " En esta plática tengo el objetivo de convencerles de que nosotros podemos dar un método general para resolver la función de Lyapunov para cualquier sistema dinámico".

Un sistema dinámico es un conjunto de ecuaciones diferenciales –un tipo de función matemática– que ayudan a describir el comportamiento a lo largo del tiempo de un determinado fenómeno o proceso, como el agua que cae de una llave, el movimiento de un péndulo o el clima terrestre.

Argáez García, egresado de la Facultad de Ciencias de la UNAM e investigador posdoctoral en el campo de las matemáticas aplicadas en la Escuela de Ciencias e Ingeniería de la Universidad de Islandia, presentó su trabajo de investigación el pasado 8 de enero en el Centro de Ciencias de la Complejidad (C3) de la UNAM.



El método numérico que propone Argáez García y su equipo de trabajo consiste en un algoritmo, una secuencia de pasos a seguir para construir un tipo de función conocida como función de Lyapunov. Esta función es muy útil ya que ayuda a saber, de una forma cualitativa, cómo se comportan las soluciones del sistema dinámico alrededor de un punto de equilibrio, es decir, nos dice qué va a pasar con su evolución.

Con su metodología, Argáez y colaboradores han sido capaces de extender la función de Lyapunov clásica, definida alrededor de un solo punto de equilibrio (puntos donde la función se hace cero) a una función completa capaz de estudiar el sistema dinámico alrededor de todos los puntos de equilibrio.

"Nos basamos en el estudio de sistemas o modelos que ya están establecidos y tratamos de generar métodos que puedan describir tanto el sistema, su comportamiento, como el estudio de estabilidad, usando mucha fuerza computacional", explicó el físico.

Ecuaciones para entender el mundo

Los sistemas dinámicos tienen muchas aplicaciones en diferentes campos de estudio. A partir de saber cómo un fenómeno se comporta en cierto momento se puede determinar su comportamiento pasado y, más importante, en algunos casos predecir el comportamiento futuro. Además, los sistemas dinámicos también ayudan, al

modelar diversos procesos, a proponer soluciones a diferentes problemas.

Por ejemplo, en física se ocupan sistemas dinámicos para estudiar el movimiento de los planetas (sistemas cosmológicos); en química sirven para simular la interacción potencial entre átomos; en economía para modelar crecimientos económicos.

El método propuesto simplifica el trabajo pues funciona de forma general para cualquier tipo de sistema. Esa es la novedad de su propuesta. Otra ventaja de este método es que al ser un método general para resolver funciones de Lyapunov los análisis pueden realizarse en mucho menos tiempo.

El algoritmo es de aplicación general porque se basa en resolver la condición de la derivada orbital, esto es, la condición de la razón de cambio de ciertos parámetros respecto del tiempo para la función de Lyapunov. El trabajo se refuerza con la existencia de un resultado matemático [previamente publicado](#) que garantiza que para un sistema dinámico siempre se puede construir una función de Lyapunov.

Para corroborar que su método funciona, Argáez y colaboradores aplicaron su algoritmo a un sistema dinámico ya establecido en biología que describe la superficie epigenética de dos genes que interactúan. Lo que obtuvieron fue una descripción del comportamiento dinámico del sistema que era, ni más ni menos, el mismo que en su momento se había obtenido mediante [otra metodología](#), “yo creo que les habrá tomado varias semanas” dijo Argáez durante su presentación.

Con esta prueba, el investigador y su grupo demostraron que el algoritmo era consistente para obtener una solución equivalente y, mejor aún, su resultado se obtuvo en cuestión de minutos.