

COMPUTACIÓN BASADA EN EL CHOQUE DE PARTÍCULAS

Tendencia tecnológica que se investiga en la Escuela Superior de Cómputo

myHDWallpap

Claudia Villalobos

Esos artefactos con una gran cantidad de conexiones, cables y botones que ocupaban varias habitaciones llenas de armarios, tenían la característica de ser muy lentos, además de que su programación se realizaba prácticamente de manera manual..., eran los primeros ordenadores que comenzaron a aparecer a mediados de los años 40.

Con el paso del tiempo, aquellas máquinas programables gigantes fueron evolucionando y en la medida en que se redujeron sus dimensiones, se incrementó la potencia; actualmente se construyen en todo el mundo ordenadores portátiles que han superado con creces su capacidad de almacenamiento y velocidad, donde algunos de ellos han rebasado incluso el pronóstico de crecimiento establecido por la ley de Moore (término informático originado en la década de los 60 que establece que el número de transistores en un circuito integrado se duplica en un periodo de dos años aproximadamente).

¡Es una intensa carrera de miniaturización tecnológica! Los estudios científicos revelan que ese ritmo no se podrá mantener siempre y que tarde o temprano se alcanzará un límite, ya que al ser los transistores cada vez más pequeños, llegará el momento en que las interferencias de los dispositivos electrónicos provocarán fallos en los transistores adyacentes y los materiales serán indivisibles.

Con el fin de superar estos límites de tamaño y velocidad, algunos centros de investigación en todo el mundo actualmente trabajan en líneas que potencialmente pueden revolucionar el mundo de la informática, aquí podemos ver varias tendencias: los ordenadores cuánticos, ordenadores basados en secuencias de ADN, computadoras de reacción y difusión, así como el modelo basado en colisionadores de partículas.

Siguiendo la tendencia de evolución tecnológica, el científico del Instituto Politécnico Nacional, Genaro

Juárez Martínez, investiga la siguiente generación de ordenadores que tendrá que ver con computación molecular.

El modelo de computación no convencional desarrollado por el investigador de la Escuela Superior de Cómputo (Escom), se basa en la simulación del choque de partículas a través de un colisionador virtual –sustentado en la teoría de autómatas celulares complejos de una dimensión–, en el cual se controlan sistemáticamente los choques entre partículas, con el propósito de imitar una computadora molecular, cuyo sistema es equivalente a una máquina de Turing (cinta infinita dividida en casillas, cada una de las cuales contiene un símbolo y sobre dicha cinta actúa un dispositivo que puede adoptar diversos estados y que, en cada instante, lee un símbolo de la casilla sobre la que está situado).

En entrevista para *Selección Gaceta Politécnica*, el doctor Genaro Juárez explicó que la implementación física de esta tecnología actualmente es muy difícil de aplicar tal como se desarrolló en su modelo. Inicialmente, en México no se cuenta con los equipos y dispositivos que se requieren para llevar a cabo la experimentación y simulaciones, en el extranjero tienen un alto costo y no son de fácil acceso, además de que el número de científicos especializados en la materia es reducido.

Sin embargo, la principal barrera es que no es posible manejar partículas de manera individual con la tecnología actual, ya que tecnológicamente es imposible realizar choques de partículas reales uno a uno.

LA COMPUTACIÓN NATURAL

La computación natural engloba un conjunto de modelos que simulan el modo en que la naturaleza actúa sobre la materia. De esa manera, diversas leyes de la naturaleza que producen modificaciones en hábitats, conjuntos de moléculas y organismos vivos, se interpretan como procesos de cálculo sobre sus elementos. Esto lleva a la teoría de la computación a cuestionarse sobre “el principio de lo que es una computación”, si estas funciones computables se pueden encontrar en organismos, en la naturaleza, el universo y si son intrínsecamente universales.



► Genaro Juárez Martínez, científico de la Escom, experto en computación basada en el choque de partículas

DESARROLLO DEL MODELO

El desarrollo del modelo comenzó después de una estancia que el catedrático politécnico realizó en el International Center of Unconventional Computing (ICUC, <http://uncomp.uwe.ac.uk/>), en la University of the West of England (UWE), Bristol, Inglaterra, con la colaboración del Profesor Andrew Adamatzky, experto en computadoras de reacción y difusión, computadoras Physarum, autómatas celulares y computación no convencional y natural.

En el ICUC conoció al científico proveniente del Kanazawa Institute of Technology de Japón, el Profesor Shigeru Ninagawa, quien se interesó en el trabajo que realiza conjuntamente el Laboratorio Internacional de Computación No Convencional (LCCOMP), ubicado en la Escom y el ICUC en la University of the West of England.

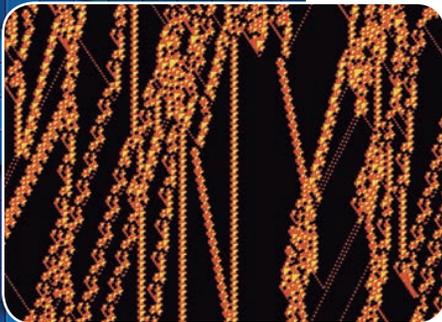
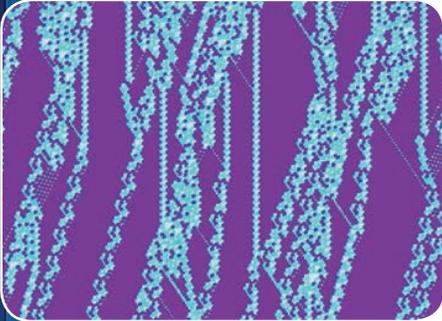
Por la complejidad de la investigación el reto es muy grande y es necesaria la contribución de varios investigadores e instituciones, ya que para desarrollar modelos físicos de partículas y aplicarlos a nivel de computación molecular, es indispensable tener conocimientos en diferentes campos de la ciencia: lógica matemática, ciencias de la computación, física de partículas, teoría de choques, lenguajes, modelos químicos, sistemas dinámicos, sistemas complejos, computación no convencional, simulación, programación y graficación.

Y es que el modelo no se basa en la manipulación de silicio, chips, tarjetas, ni circuitos, sino que tiene que ver con el manejo de moléculas, por ello es preciso tener un control exacto de los choques entre algunas partículas y después aplicar una ingeniería de choques para controlar millones de células.

El doctor Genaro Juárez detalló que el modelo original que simula el choque de partículas se deriva de una propuesta que realizó en 2002 el físico de la Universidad de Boston y del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), Tommaso Toffoli, denominada Fundamentos de "Symbol Super Collider".

Esa función computable es compleja en varios sentidos en el autómata celular, debido a que se utilizan millones de células para hacer la simulación, la ventaja es que actualmente ya es posible coordinar los choques de partículas en un espacio de esta magnitud que ejecuta una computación completa.

"Nuestro propósito es basarnos en resultados obtenidos por Matthew Cook, al demostrar que un autómata celular elemental es computacionalmente universal, para establecer que la computación que existe actualmente también se puede hacer con la simulación de choque de partículas en un colisionador virtual, utilizando computación circular, tal como una máquina de Turing circular, una máquina Post circular, o un sistema tag cíclico", puntualizó el especialista politécnico.



Comparativamente hablando, habrá una diferencia entre la computadora actual y la basada en el choque de partículas. Los circuitos, diseños lógicos, chips y tarjetas que conocemos cambiarán por sistemas microscópicos, específicamente manejados por moléculas, partículas o fragmentos de ondas.

Por ejemplo, considero que cada vez existe mayor riesgo de que decodifiquen los sistemas criptográficos utilizados actualmente para brindar seguridad en los sistemas de información, porque las computadoras no tendrán la capacidad para manejar tanta información. Ante tal circunstancia es necesario buscar nuevas alternativas tecnológicas para dar soporte a dicho crecimiento.

MODELO PIONERO A NIVEL MUNDIAL

Buena parte de la ciencia se basa cada vez más en el paradigma de la simulación, lo cual se convierte en una herramienta de gran utilidad; sobre todo cuando no se dispone de los equipos altamente especializados que se requieren para experimentar sistemas parecidos, esta herramienta permite imitar los procesos reales a bajo costo.

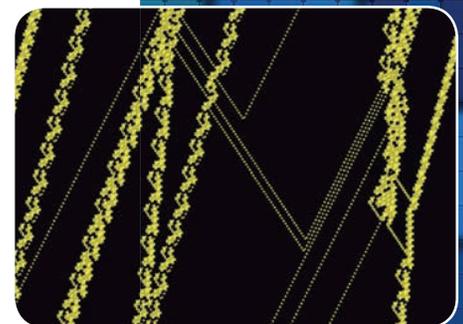
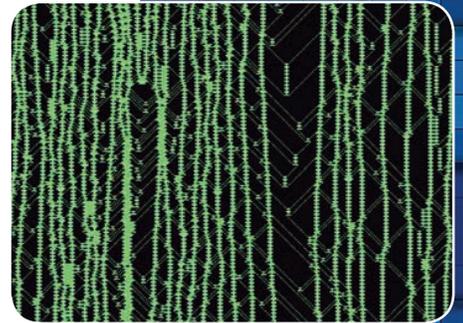
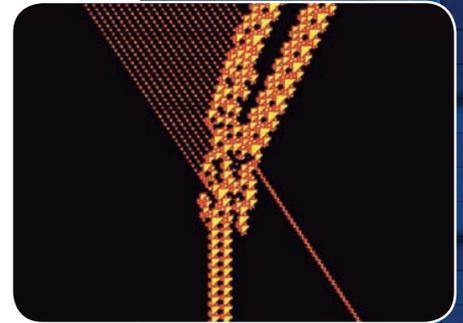
De ese modo, los simuladores constituyen un procedimiento para la formación de conceptos, la construcción de conocimientos y la aplicación de éstos a nuevos contextos, a los que, por diversas razones no se puede acceder.

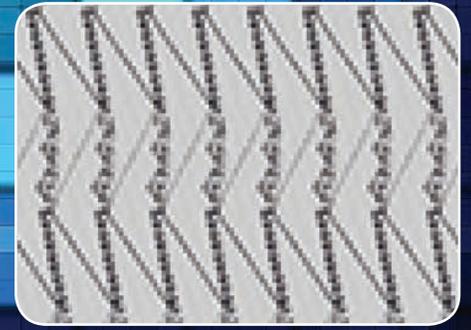
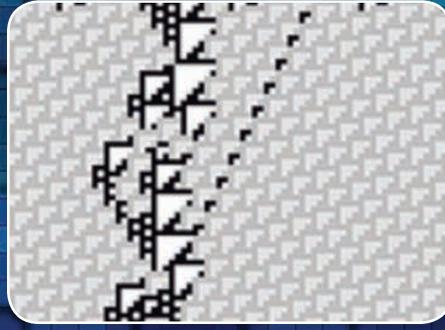
Simular cómo se propagan y coordinan los choques de partículas es una tarea muy complicada, sin embargo, el científico del Politécnico ya cuenta con el primer prototipo de la computación basada en colisiones de partículas, el cual es pionero a nivel mundial.

“Mediante un colisionador virtual es posible simular una computadora, porque se hace una imitación precisa de la trayectoria, propagación y coordinación de los choques”, expuso.

Por sus aportaciones al desarrollo tecnológico, esta investigación original fue citada en 2011 por la Technology Review del Instituto Tecnológico de Massachusetts (<http://www.technologyreview.com/view/424096/computer-scientists-build-cellular-automaton-super-collider/>), en donde destacan la aportación científica del doctor Juárez Martínez y su equipo de trabajo, y plantean expectativas favorables para implementarla. (ref. arxiv.org/abs/1105.4332).

Es importante recalcar que los resultados obtenidos son producto del trabajo de más de diez años de investigación multidisciplinaria realizada con la aportación de diversos científicos de instituciones nacionales, entre los que destacan: Harold V. McIntosh, Juan Carlos Seck Tuoh Mora, Christopher Rhodes Stephens Stevens, Sergio Víctor Chapa





► Los circuitos, diseños lógicos, chips y tarjetas que conocemos cambiarán por sistemas microscópicos, específicamente manejados por moléculas, partículas o fragmentos de ondas

Vergara; así como con la colaboración directa de los investigadores extranjeros: Andrew Adamatzky, Kenichi Morita, Tommaso Toffoli, Andrew Wuensche, Shigeru Ninagawa y Kenneth Steiglitz.

TENDENCIAS COMPUTACIONALES

El vertiginoso avance de la tecnología ha permitido que los microprocesadores tengan un tamaño más pequeño y su velocidad sea cada vez más rápida, pero llegará un momento en que físicamente ya no se podrán reducir las dimensiones y será necesario basar la computación en sistemas microscópicos, con el propósito de que puedan crecer la capacidad de almacenaje y la velocidad de procesamiento; sólo de esa manera se responderá a las necesidades planteadas por el avance de la tecnología.

En esas circunstancias, se prevé que las tendencias apunten hacia la computación cuántica, la computación de reacción y difusión, la sustentada en ADN y la computación basada en el choque de partículas, que es investigada en el Instituto Politécnico Nacional.

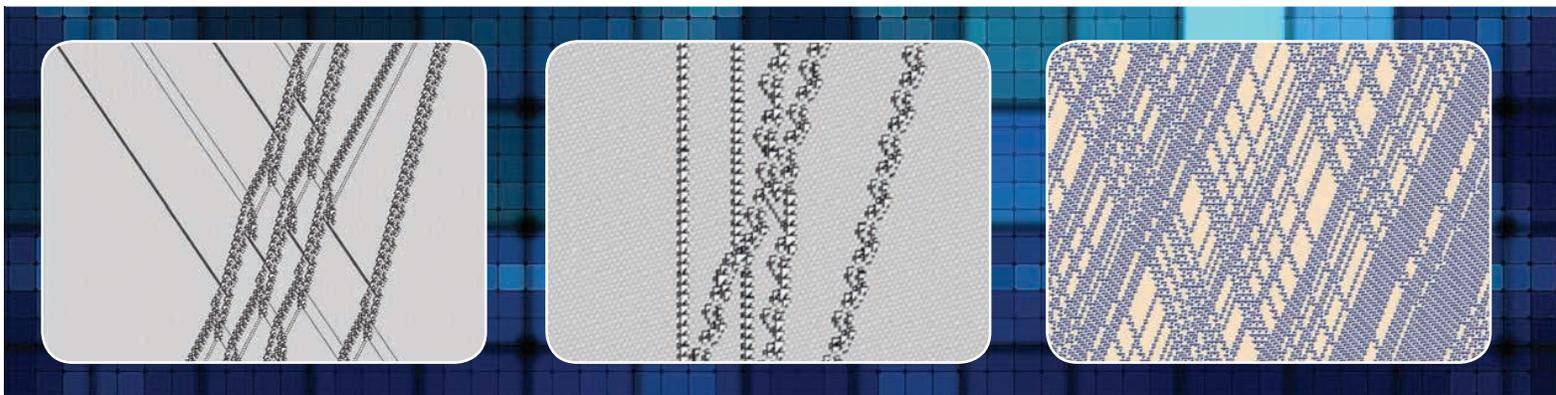
El doctor Juárez Martínez explicó que los procesadores de computación natural estarán contruidos con elementos unicelulares, por lo tanto tendrán dimensiones microscópicas, un nivel de miniaturización extraordinario y un poder de computación que definitivamente marcará la siguiente generación de computadoras.

Gracias a estas nuevas tecnologías será posible almacenar una cantidad de información sorprendente, además de que la velocidad de cálculo alcanzada por un computador molecular simplemente no tendrá comparación con la tecnología actual.

Las tendencias tecnológicas actuales motivaron la creación del Laboratorio Internacional de Computación No Convencional (LCCOMP, <http://uncomp.uwe.ac.uk/LCCOMP/>), a través del que se impulsa este tipo de investigaciones y se ha dado mayor internacionalización a la Escom.

En él se desarrollan proyectos relacionados con el estudio de las ciencias de la computación, computación no convencional y natural, autómatas celulares, sistemas complejos, fenómenos no-lineales, caos, vida artificial, biocomputación, algoritmos genéticos, sistemas dinámicos, redes, historia e impacto social de la computación.

Además se realizan investigaciones relacionadas con la modelación de mecanismos abstractos para la implementación de computaciones, como son:



computación por choque de partículas en otras dimensiones, computación por competición de patrones y computación reversible.

Actualmente, los miembros del grupo son mexicanos de diferentes instituciones del país y participan profesores con larga y reconocida trayectoria a nivel internacional, en sus respectivas especialidades. De esa manera, el apoyo académico que permite impulsar la investigación a través del LCCOMP proviene de distintas instituciones alrededor del mundo.

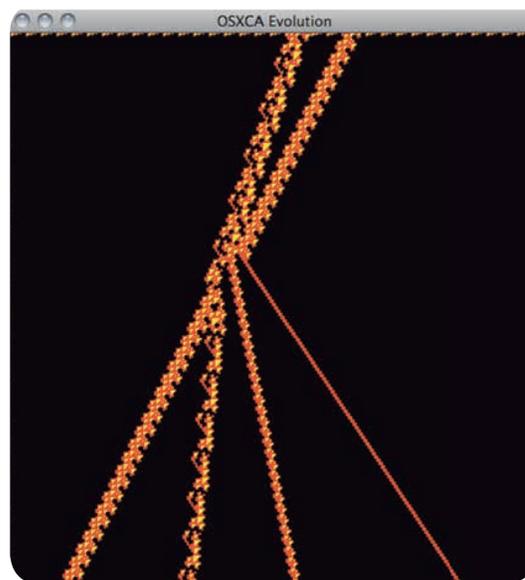
PERSPECTIVAS DE LA INVESTIGACIÓN

Recientemente, en colaboración con el doctor Shigeru Ninagawa, se realizó un sofisticado estudio estadístico del modelo basado en el choque de partículas. "El objetivo fue evaluar si el modelo estadístico sigue un tipo particular de distribución de frecuencias donde la computación se está realizando y si puede ser extrapolado a otros sistemas que siguen esta misma distribución de probabilidad", explicó.

Con el propósito de profundizar las investigaciones, llevan a cabo simulaciones con diferentes algoritmos para implementar varios tipos de colisiones y evaluar detalladamente cómo se ve físicamente el comportamiento de las partículas en el colisionador virtual.

La migración de los chips de silicio a las moléculas implica todavía un camino muy largo, ya que para introducir al mercado computadoras cuánticas, de reacción y difusión, basadas en ADN o de choque de partículas, se requiere que sus sistemas trabajen bien controlados y a bajos costos; lamentablemente las investigaciones son aún incipientes, además de que la experimentación y construcción de equipos de computación natural actualmente implican costos muy elevados.

Sin embargo, Estados Unidos y Europa, principalmente, ya cuentan con algunos prototipos funcionales; recientemente la empresa Hewlett Packard anunció que trabaja en el desarrollo de una computadora basada en memristors (circuitos pasivos con alto nivel de resistencia que pueden ser interpretados en una computadora en términos de datos de alto nivel como un "1", y un bajo nivel que puede ser interpretado como un "0"), en tanto que en la Universidad de Notradame, en Estados Unidos, se crean computadoras basadas en quantumdots (puntos cuánticos o nanocristales hechos de materiales semiconductores; son lo suficientemente pequeños para exhibir propiedades de mecánicas cuánticas), mientras que en Canadá desarrollan la computadora híbrida D-Wave, para cuya construcción utilizan algunos de estos principios.



► Simulación de choque de partículas en colisionador virtual