

PARA RESOLVER COMPLEJOS PROBLEMAS DE OPTIMIZACIÓN

En búsqueda del algoritmo perdido



Víctor Parada

Académico del
Departamento de
Informática de la
Universidad de Santiago
de Chile

En 1971, cuando la computación aún era un lujo similar al que hoy en día representa la astronomía en cuanto al costo del uso de su maquinaria, Stephen A. Cook escribió su famoso artículo “The Complexity of Theorem Proving Procedures”, demostrando que existen problemas de optimización que no puedan ser resueltos por algoritmos eficientes, dando origen a la familia de problemas de NP completo. Un algoritmo es un conjunto de instrucciones que van resolviendo paso a paso un problema.

Este tipo de problemas, propios del área de la Gestión de Operaciones, pueden ser formulados matemáticamente, pero la capacidad de resolverlos son de alto costo computacional, dada la enorme cantidad de variables que se generan, las que representaban cientos de miles de horas de uso de computador. Los problemas del mundo real podrían tomar siglos en resolverse en forma manual, lo que se hace inviable. La computación tampoco ha evolucionado tanto desde que, en 1937, el inglés Alan Turing creara la primera “máquina universal”.

¿Cuáles son los problemas que aún no tienen solución y en qué radica su importancia? En el sector transporte, por ejemplo, existen problemas típicos que tienen que ver con ruteo de camiones, asignación de tripulación, asignación de trenes en las líneas del metro, de pilotos en líneas aéreas, etcétera. En la industria de materias primas también se ven esta clase de problemas, relacionados con el uso ineficiente de los recursos, y su no resolución implica pérdidas millonarias para países exportadores como Chile. Ejemplo de esto es el corte de madera en los aserraderos o de planchas metálicas, género y vidrio. Para minimizar estas pérdidas, que se dan en el cotidiano, se

Científicos de todo el mundo están trabajando en la búsqueda del algoritmo que permita resolver una clase de problemas matemáticos tan complejos que ningún computador puede descifrar. Esta solución abriría una nueva fase de industrialización, moderna y eficiente.

formulan modelos matemáticos cuyos métodos para resolverlos de manera óptima no existen.

¿Cómo países altamente industrializados, como China e India, resuelven estos problemas y compiten ferozmente en el mercado global, si la ciencia aun no entrega una respuesta a estos? Mediante la optimización heurística, es decir, olvidándose de la solución óptima, para obtener así la solución aproximada, medianamente buena y rápida. Todos los problemas del mundo real que pertenecen a esta familia de problemas difíciles, NP Completo (non deterministic problem), se resuelven con aproximaciones, lo que permite entregar soluciones en menores tiempos, sacrificando la respuesta óptima.

Evolución darwiniana dentro del PC

En 1975, un joven matemático llamado John Holland, escribió el libro “Adaptation in Natural and Artificial Systems”, uno de los clásicos en el ámbito de los sistemas adaptativos complejos. Conocido como el padre de los algoritmos genéticos, Holland mostró cómo los programas de un computador pueden evolucionar, basándose en las ideas darwinianas de la selección natural.

Holland incorporó en su estudio una amplia gama de tareas complejas, concentrándose en los sistemas con múltiples factores que interactúan de forma no lineal, generando esquemas que se recombinan y transmiten a nuevas generaciones para ofrecer innovaciones y mejoras.

El científico probó la universalidad del modelo aplicándolo a la economía, la psicología fisiológica, la teoría de juegos y hasta la inteligencia artificial. Años después, su discípulo, David Edward Goldberg, ahondó en el campo de los algoritmos genéticos, que van

desde agentes de adaptación en la teoría económica, al uso de técnicas de aprendizaje automático en el diseño de dispositivos complejos como turbinas de las aviones y circuitos integrados.

Estos algoritmos genéticos empezaron a usarse en problemas de optimización complejos, los que, mediante métodos aproximados, heurísticos, vinieron a mejorar sustancialmente los problemas NP completo.

Las herramientas computacionales que hoy utilizan países industrializados y modernos se basan en esta construcción de modelos heurísticos evolutivos, que se van perfeccionando en cada nuevo ejercicio algorítmico, mejorando generación tras generación. Pero esta solución no es óptima. No existe un software universal que permita resolver problemas NP Completo.

Se podría decir que China e India están dejando de percibir su potencial en sus procesos y, sin ir más lejos, Chile desaprovecha un 40% en sus aserraderos, con madera que se transforma en aserrín, perdiendo su valor original.

La estrategia

Existe la creencia en el mundo científico de que basta encontrar un algoritmo eficiente para cualquiera de estos problemas complejos, y se estarán resolviendo los miles de problemas particulares del mismo tipo, dado que están relacionados entre sí. Científicos en el mundo han tratado de encontrar ese algoritmo único, algunos han gastado su vida en ello.

¿Existirá un algoritmo eficiente (polinomial) para resolver cualquiera de los problemas difíciles (NP completo)? Víctor Parada, Ph.D., académico del Departamento de Ingeniería Informática de la Universidad de Santiago de Chile e investigador del Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería, está hoy en la búsqueda de ese algoritmo eficiente, por medio de dos enfoques: procesamiento de archivos logs y algoritmos generados automáticamente.

Parada está trabajando en un proyecto de procesamiento de archivos que registran los movimientos de una persona que juega un juego computacional, mediante los cuales busca soluciones algorítmicas a problemas de la clase NP completo que se manifiestan en forma didáctica y entretenida. Decodifica cómo la persona jugó y determina patrones de juego. “La idea es generar algoritmos con cerebros, pero no de especialistas en problemas matemáticos, sino de personas que hacen otras cosas en la vida y, sin saberlo, nos ayuden a resolver este tipo de

problemas. Hemos trabajado con niños de hasta 5 años”, cuenta el académico. Esta iniciativa fue publicada en Plos One, con el título “People Efficiently Explore the Solution Space of the Computationally Intractable Traveling Salesman Problem to Find Near-Optimal Tours”.

El segundo enfoque es generar algoritmos mediante evolución darwiniana, es decir, que se generen automáticamente, con el objetivo de resolver problemas de optimización considerados difíciles de resolver computacionalmente, para un problema específico.

“Esto es muy nuevo, no lo está haciendo nadie en el mundo. Yo les llamo *algoritmoides*, porque se generan por medio de un computador y no un humano”, comenta Parada, quien por estos días está trabajando en centenas de algoritmos para infinidad de problemas teóricos, probándolos en el laboratorio de la Universidad de Santiago y en otra sala de computación con 16 nodos conectados, que trabajan permanentemente buscando algoritmos. “Una vez que avancemos en esa etapa, podremos confirmar definitivamente la gran pregunta, de si es posible generar algoritmos automáticos para cualquier problema de optimización”, agrega.

Para el académico, ésta es la pregunta científica más ambiciosa que se ha hecho, y la respuesta la está buscando con su equipo de investigación, compuesto por tres estudiantes de doctorado y una veintena de estudiantes de magíster y pregrado en ingeniería. Según Parada “este grupo es el único en el mundo que está generando algoritmos de manera automática para resolver problemas de optimización combinatoria de difícil solución computacional”.

“Yo creo que ese algoritmo existe, que nuestra máquina, que hemos modelado e implementado para buscarlo, en algún momento lo va a generar; nosotros vamos a llegar un día por la mañana y lo vamos a ver en la pantalla. Vamos a poder conocer el algoritmo polinomial que resuelve el problema en forma exacta. Y lo que va a pasar a partir de ese momento, es que una gran parte de la compleja tarea intelectual que ha venido desarrollando el ser humano, podrá ser transferida o delegada a los computadores”.