EL PROBLEMA MATEMATICO QUE PODRIA DETENER AL MUNDO

Nuestros ajetreados estilos de vida a pedido dependen de la asignación de conjuntos finitos de recursos a un número de personas en constante cambio. A medida que esta tarea se hace cada vez más difícil, requerirá soluciones a un enigma matemático poco conocido.

Por la iglesia gemma

9 de junio de 2019

No es fácil predecir con precisión qué quieren los humanos y cuándo los querrán. Estamos exigiendo criaturas, esperando que el mundo ofrezca soluciones rápidas a nuestros problemas actuales, cada vez más complejos y diversos.

Durante las últimas décadas, los investigadores han desarrollado una gama de soluciones matemáticas bastante efectivas que pueden asignar recursos en una variedad de industrias y escenarios para que puedan intentar mantenerse al día con las demandas diarias que nuestras vidas les imponen. Pero cuando una asignación realizada a la vez afecta las asignaciones subsiguientes, el problema se vuelve dinámico y el paso del tiempo debe considerarse como parte de la ecuación. Esto arroja una llave matemática en las obras, que requieren que estas soluciones tengan en cuenta la naturaleza cambiante e incierta del mundo real.

También te podría gustar:

- ¿Cuál es la regla de las revoluciones del 3.5%?
- · Cómo transformar la visión del tiempo de la sociedad.
- Por qué se está rompiendo Internet.

Tales problemas se conocen colectivamente como problemas dinámicos de asignación de recursos. Surgen en cualquier lugar donde encuentres un recurso limitado que debe asignarse en tiempo real.

Ya sea que esté esperando un taxi o una entrega al día siguiente, la lista de problemas de asignación dinámica de

recursos y sus aplicaciones diarias es "casi infinita", según Warren Powell, un ingeniero de la Universidad de Princeton que ha estado investigando estos problemas desde la década de 1980.

Cualquier lugar que tenga recursos limitados pero un alto nivel de demanda en constante cambio enfrentará problemas dinámicos de asignación de recursos de un tipo u otro (Crédito: Getty Images)



Pero los problemas dinámicos de asignación de recursos no solo tienen que ver con dar a los humanos lo que quieren, cuando lo desean. También serán esenciales para abordar algunos de los problemas más fundamentales y complejos del mundo, incluido el cambio climático, ya que nos ayudan a asignar los recursos a menudo escasos y agotados de nuestro planeta de la manera más eficiente posible.

Pero primero veamos un ejemplo simplificado para ver qué es un problema dinámico de asignación de recursos y qué lo hace tan difícil de resolver.

Imagina que estás cocinando una cena asada para tu familia de cuatro. Usted opta por la carne con todos los adornos, seguro de que es un favorito de la familia firme. Pero justo cuando estás a punto de servir, tu hija anuncia que es vegetariana, los mensajes de texto de tu pareja dicen que se están retrasando y tu hijo te dice que también invitó a "algunos" amigos a cenar. Luego, su perro se escapa con la carne de res mientras está tratando desesperadamente de averiguar cómo va a satisfacer las necesidades de todas estas personas (muy francamente) muy exigentes e ingobernables.

Serán esenciales para abordar algunos de los problemas más fundamentales y complejos del mundo, incluido el cambio climático.

Este es un ejemplo trivial de un problema dinámico de asignación de recursos, pero demuestra algunos de los desafíos principales que enfrentan los investigadores al abordar estos problemas. Para empezar, los parámetros que afectan la demanda cambian inesperadamente tanto a corto como a largo plazo. No hay forma de que pudieras haber predicho con precisión los nuevos requisitos dietéticos de tu hija, la llegada tardía de tu pareja o los invitados adicionales de tu hijo mientras preparabas esta comida.

A más largo plazo, la demanda de comidas en su casa también cambia día a día. Es posible que necesite alimentar a dos o 20 personas en cada sesión. De una comida a otra, no tiene idea de quién querrá comer, qué querrán o cuándo. Puede hacer una suposición basada en la experiencia previa, pero este no es un método robusto porque la naturaleza humana y los muchos otros parámetros que afectan la demanda son impredecibles.



La entrega al día siguiente se ha convertido en algo que muchos de nosotros damos por sentado ahora, pero garantizar que esto pueda hacerse de manera eficiente es un problema complejo (Crédito: Getty Images) Las acciones de los individuos en este escenario también afectan el estado futuro del sistema. Cada vez que asigna una comida específica a una persona, esto cambia el sistema. Elimina tanto a una persona hambrienta como a la comida de tu cocina.

"Todos los ejemplos de [asignación dinámica de recursos] tienen que lidiar con el cambio de entradas y entornos, que son altamente dinámicos y difíciles de estimar y predecir, ya que la carga futura no depende estadísticamente de la carga actual", dice Eiko Yoneki, investigadora principal líder El grupo de sistemas de datos centrados en el Laboratorio de Computación de la Universidad de Cambridge. "Un cambio provoca otro cambio, y si desea controlar el sistema con decisiones precisas, debe considerar el estado futuro del sistema".

Además, a medida que más personas u opciones de comida entran en su cocina, las cosas se complican aún más. Ahora tiene más formas de asignar una variedad de comidas diferentes a diferentes personas. Este número de combinaciones se amplía exponencialmente a medida que agrega más personas o comidas al sistema.

Esto es exactamente lo que puede enfrentar un gran hospital, por ejemplo, cuando se trata de alimentar a todos los pacientes que entran por sus puertas. Lo mismo ocurre cuando se trata de tratar a estos pacientes. Los medicamentos que requieren, que a su vez tienen una vida útil limitada, y el equipo necesario para el diagnóstico y el tratamiento cambiarán constantemente a medida que lleguen diferentes pacientes. Los recursos limitados, como los escáneres de resonancia magnética, los médicos y las enfermeras también deben asignarse. Para abordar esto, y evitar que los costos se disparen fuera de control, la administración del hospital podría implementar modelos matemáticos para ayudar a coordinar todas estas cosas.



Una cocina ocupada en el hospital se ocupa de las demandas en constante cambio que hacen que sea difícil predecir cuántos pacientes tiene que alimentar y con qué (Crédito: Science Photo Library)

El problema es que la mayoría de los métodos existentes se basan en datos históricos para hacer predicciones. Este método no se adapta muy bien a tales sistemas y no puede hacer frente incluso a los cambios más pequeños. Si se produce un cambio, vuelven al punto de partida y comienzan a encontrar una solución nuevamente. Dichos problemas se vuelven rápidamente intratables computacionalmente, incluso para un número bastante pequeño de personas y recursos, ya sea una comida o un escáner de resonancia magnética.

Los problemas de asignación dinámica de recursos también surgen de una variedad de escenarios diferentes y cada uno tiene sus propios problemas específicos. Por ejemplo, Yoneki está investigando las implicaciones de

estos problemas para ayudar a que nuestros sistemas informáticos y aplicaciones se ejecuten de forma más rápida y eficiente.

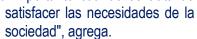
"Los sistemas informáticos modernos son complejos, y muchos parámetros de configuración deben ajustarse, incluida la asignación de recursos como la memoria, la capacidad de cálculo, la capacidad de comunicación y cualquier entrada a los sistemas", dice ella. "Los sistemas informáticos son dinámicos y se enfrentan a entornos en constante cambio, lo que requiere una metodología de control dinámico".

Las redes de telefonía móvil y la computación en la nube dependen también de la solución de estos problemas

Por lo tanto, la computadora en la que está leyendo este artículo casi seguramente está luchando con algunos problemas dinámicos de asignación de recursos en este mismo momento. Las redes de telefonía móvil y la computación en la nube dependen también de la solución de estos problemas.

Las empresas de entrega también están abordando problemas dinámicos de asignación de recursos para acelerar las entregas. Por ejemplo, UPS desarrolló su sistema de navegación y optimización integrada en carretera (Orion) para optimizar sus rutas de entrega mediante algoritmos avanzados. La compañía afirma que la solución le ha ahorrado 100 millones de millas por año, pero <u>otros informes</u> revelan las dificultades del sistema en entornos urbanos complejos.

Las cadenas de suministro son otro "problema que nunca desaparecerá", dice Powell, debido a la naturaleza compleja de los productos de hoy. Por ejemplo, si desea fabricar un teléfono inteligente estándar, necesita coordinar cientos de componentes de todo el mundo, todos los cuales se reúnen en un orden específico en el piso de la fábrica. "Las interrupciones en la cadena de suministro son un problema importante cuando se trata de





Las redes de telefonía móvil deben asignar recursos como ancho de banda y energía, así como si las descargas o las llamadas tienen prioridad (Crédito: Getty Images)

Nuestros suministros de energía

también son cada vez más complejos y dependen de energías renovables impredecibles, como la eólica y la solar. Las salidas de estas fuentes pueden fluctuar enormemente, al igual que la demanda de energía en un momento dado. El costo de la energía también puede fluctuar: los precios de la electricidad pueden aumentar hasta 50 veces su promedio en un período de cinco minutos.

En verdad, tendrá dificultades para encontrar una industria que no enfrente los desafíos de administrar un problema dinámico de asignación de recursos de una forma u otra. "Los precios de la electricidad, el rendimiento de las piezas en una cadena de suministro, los tiempos de viaje, las fallas en el equipo y el comportamiento de las personas son todos los problemas con los que he tenido que lidiar", dice Powell. "Este problema es tan rico que

hay al menos 15 comunidades de investigación distintas trabajando en este problema desde diferentes perspectivas".

Éste es un punto importante. La diversidad de problemas de asignación dinámica de recursos significa que debe existir una estandarización a nivel de toda la industria de las diferentes técnicas y métodos computacionales utilizados para enfrentarla. Powell es uno de los que intentan reunir a las distintas comunidades que trabajan en problemas dinámicos de asignación de recursos. "Nuestro enfoque no reemplaza ningún trabajo anterior", dice. "Más bien, reúne todo este trabajo y ayuda a identificar oportunidades para la fertilización cruzada". Los avances en el aprendizaje automático ofrecen nuevas esperanzas de abordar los problemas dinámicos de

En las últimas décadas, un amplio conjunto de herramientas de gestión operativa ha sido muy eficaz para abordar los problemas dinámicos de asignación de recursos, ayudando a las aerolíneas, empresas de logística y redes viales del mundo a aumentar su rendimiento de diversas maneras. Sin embargo, la "alta dimensionalidad", donde se deben tomar en cuenta muchos parámetros diferentes, y la incertidumbre "sigue siendo un desafío", según Powell.

asignación de recursos

Los avances en el aprendizaje automático ofrecen nuevas esperanzas de abordar los problemas dinámicos de asignación de recursos. Una técnica de inteligencia artificial llamada aprendizaje de refuerzo profundo permite que un algoritmo aprenda qué hacer al interactuar con el entorno. El algoritmo está diseñado para aprender sin intervención humana al ser recompensado por su desempeño correcto y penalizado por su desempeño incorrecto. Al intentar maximizar las recompensas y minimizar las penalizaciones, puede alcanzar rápidamente un estado óptimo.

El aprendizaje por refuerzo profundo recientemente permitió que el programa AlphaGo de DeepMind de Google derrotara al campeón mundial en Go. El sistema comenzó a no saber nada sobre el juego de Go, luego jugó contra sí mismo para entrenar y optimizar su rendimiento. Si bien los juegos son una prueba de concepto importante para las técnicas de aprendizaje de refuerzo profundo, aprender a jugar juegos no es el objetivo final de tales métodos.



Desviar el tráfico carreteras con mucho tráfico para evitar atascos actualmente desafío un incluso para los algoritmos más avanzados de actualidad (Crédito: Getty Images)

Yoneki y su equipo han

estado trabajando para proporcionar una alternativa viable a las heurísticas generadas por el ser humano para la

optimización del rendimiento en sistemas informáticos que utilizan un aprendizaje de refuerzo profundo. El sistema informático que han estado desarrollando puede escalarse para resolver problemas de toma de decisiones que antes eran computacionalmente intratables. Aborda el problema de la complejidad computacional y también puede responder a los cambios de parámetros en tiempo real.

Los sistemas que emplean este enfoque ya se han utilizado para optimizar el rendimiento del sistema en áreas que incluyen la gestión de recursos, la optimización del pago de dispositivos y la refrigeración del centro de datos. "Estas aplicaciones están apenas al principio y abren todo un nuevo mundo de oportunidades", dice Yoneki.

Un equipo de investigadores en una startup de inteligencia artificial llamada Prowler.io, con sede en Cambridge en el Reino Unido, también está utilizando su propio enfoque de aprendizaje automático para abordar los problemas dinámicos de asignación de recursos. Sus algoritmos proporcionan incentivos para inducir un comportamiento específico en el sistema. En un contexto del mundo real, esto podría ser equivalente a la introducción de peajes inteligentes para incentivar a los conductores a usar caminos específicos y minimizar la congestión del tráfico y la contaminación.

A medida que nuestras poblaciones continúan creciendo y nuestro hambre de servicios a pedido aumenta, la complejidad de los problemas dinámicos de asignación de recursos solo se intensificará

Pero todavía hay mucho trabajo por hacer en el campo del aprendizaje automático, dice Yoneki.

"El uso del aprendizaje por refuerzo impulsará los problemas dinámicos de asignación de recursos, pero requiere una gran cantidad de datos para construir un modelo de aprendizaje por refuerzo, y aún se encuentra en una etapa experimental, especialmente en sistemas informáticos donde se deben tratar parámetros más complejos que los simples. Casos de juego ", dice ella. "La investigación sobre este tema está progresando rápidamente".

Todavía estamos lejos de resolver este conjunto único de problemas, ya que las técnicas y los recursos computacionales actuales se agotan rápidamente cuando intentamos abordar la complejidad y la naturaleza aleatoria del mundo real. Pero a medida que nuestras poblaciones continúan creciendo y nuestro hambre de servicios a pedido aumenta, la complejidad de los problemas dinámicos de asignación de recursos y su impacto en nuestras vidas cotidianas solo se intensificarán.

Y si no empezamos a abordar los problemas dinámicos de asignación de recursos ahora, no tendremos que luchar para consequir la cena en la mesa, todo el mundo podría detenerse.