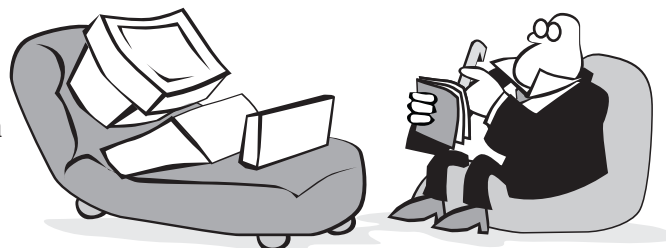


Economía Informática e Inteligencia Artificial

Métodos y técnicas para tratar la incertidumbre

Las aplicaciones económicas de la informática son innumerables. De hecho en la presente época podemos afirmar que las computadoras ya pueden pensar. Las Redes Neuronales permiten aplicaciones en economía como la predicción de precios, de stocks, consecución de objetivos de marketing, riesgo de pagos, detección de fraude en transacciones de tarjetas de crédito, cotización de acciones y valores, etc.



Lic. Luis Alberto Castillo Manzur

Inteligencia Artificial (IA)

La IA es tal vez una de las aportaciones más importantes a la informática desde el transistor y sus aplicaciones al área de la ciencia económica son cada vez de mayor relevancia. La IA es la rama de la informática que estudia cómo lograr que las máquinas realicen tareas que, por el momento, son realizadas mejor por los seres humanos. De hecho en la presente época podemos afirmar que las computadoras ya pueden pensar.

El Prof. Drew McDermott de la Universidad de Yale, dice al respecto, "decir que el Deep Blue no piensa es como decir que los aviones, en realidad, no vuelan porque no agitan las alas (en referencia al triunfo del programa de ajedrez, IBM (Deep Blue) sobre Gary Kasparov en 1997).

Las implicaciones económicas del hecho de que las computadoras piensen son básicamente dos: Brindan un recurso económico nuevo, híbrido entre tecnología y ser humano, con programas que deciden, planifican, razonan estratégicamente, etc.; también permiten aventurarse a la resolución de problemas con un alto contenido de incertidumbre y carencia de información; cuya resolución no es posible de otra manera.

Es por este motivo que el instrumental usado en IA está, poco a poco, incorporándose al área convencional del estudio en economía. Libros como: Invertir en la Incertidumbre, Economía Dinámica Caótica, Sistemas Expertos Aplicados a Contabilidad y Finanzas, etc., son una pequeña muestra de lo ya existente y, no es más que la punta del iceberg en lo que respecta al potencial de las aplicaciones de IA en economía.

A través de la Economía Informática se pretende introducir al estudio formal de la economía las técnicas que componen el campo de estudio de la IA, entre ellas:

Sistemas Expertos (SE)

Menor precisión, mayor exactitud. Tal vez esta breve frase es la mejor y más resumida forma de referirse a un SE, dado que estos sistemas se caracterizan por trabajar mayormente con datos cualitativos que cuantitativos. Los SE son sistemas basados en el conocimiento que emulan el pensamiento de los expertos para resolver problemas significativos en un campo específico de conocimiento especializado.

Por ejemplo, si en tiempo de Einstein se hubieran capturado las reglas de conocimiento mediante las cuales él razonaba sobre la relatividad, entonces en este momento tendríamos un SE que respondería de la misma manera que Einstein a los cuestionamientos y consultas que se le hicieran sobre la materia.

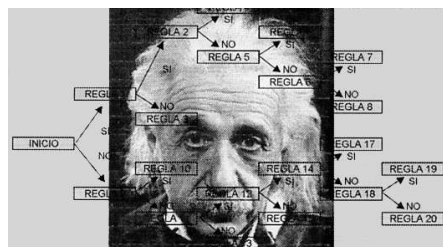


Gráfico 1: El conocimiento experto puede ser capturado a través de reglas que lo representan.

De hecho los SE son el producto de la IA que mayor éxito comercial ha tenido. La explicación económica es simple: Dentro de la cúspide laboral encontramos a un selecto grupo de seres humanos que se destacan por su alta efectividad para resolver problemas. Esta cualidad deriva del hecho que poseen un avanzado conocimiento técnico y una gran experiencia acumulada, que les permite inferir los resultados deseados en diversas condiciones incluso desfavorables o totalmente nuevas. A estos individuos se les denomina como expertos.

Un SE adquiere el conocimiento de los expertos, capturándolo en lo que se conoce por reglas de conocimiento. Posteriormente, es posible utilizar el conocimiento experto estructurado en reglas para resolver problemas particulares, independientemente de su fuente humana.

Las aplicaciones económicas son innumerables. Por ejemplo, los oficiales de crédito de una institución bancaria pueden llegar a convertirse en verdaderos expertos en la materia y en un recurso humano calificado muy valioso para el banco. Sin embargo, ese conocimiento se perdería si el oficial de crédito experimentado se retira de la institución o es ascendido. Solo bastaría que se diseñe un SE que englobe el conocimiento de los oficiales de crédito más peritos para que el conocimiento pase a ser parte del patrimonio de la institución, incluso se le puede asignar un valor monetario como activo. Una ventaja adicional es que el SE puede ser enriquecido permanentemente con nuevos conocimientos fruto de la experiencia acumulada. El resultado obtenido es un SE que puede ser usado por oficiales de crédito novatos que obrarán como verdaderos expertos. Actualmente hay muchos SE comerciales diseñados para este fin como por ejemplo: Auto Expert, Chaid, Credit Scoring, etc.

El mismo criterio del ejemplo anterior se puede aplicar al área de Seguros, Valores, Pensiones, Finanzas, Políticas Comerciales, etc.

Redes Neuronales (RN)

Las RN son una técnica de IA que imita la forma en que las células nerviosas están conectadas en el cerebro humano. La información es suministrada a la red neuronal para entrenarla en el reconocimiento de patrones. El resultado es un programa que puede hacer predicciones útiles en los temas más variados y que van desde los estudios climatológicos hasta los mercados financieros.

Las RN se basan en el principio de adaptabilidad dinámica y son utilizadas cuando el conocimiento no puede representarse mediante reglas, como en el caso de los SE, y obviamente cuando hay incertidumbre o información incompleta.

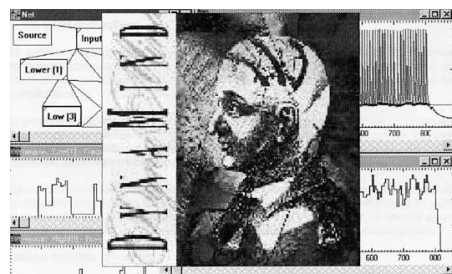


Gráfico 2: Las redes neuronales imitan el comportamiento de las neuronas del cerebro humano.

Las redes neuronales se utilizan en economía sobre todo para resolver problemas combinatorios, donde dichos problemas son vistos como problemas de verificación de restricciones y son resueltos mediante redes de relajación paralela.

Aplicaciones concretas en economía tenemos por ejemplo: Predicción de precios, predicción de stocks, consecución de objetivos de marketing, riesgo de pagos, detección de fraude en transacciones de tarjetas de crédito, cotización de acciones y valores, etc.

Cabe destacar que en Bolivia, exactamente en la ciudad de Tarija, se encuentra una importante aplicación comercial en este campo; consiste en una red neuronal diseñada para COSETT (Cooperativa de Servicios Telefónicos Tarija), la cual maneja redes telefónicas externas. Cuando una nueva conexión es necesaria, la computadora localiza de un mapa digitalizado del área requerida, un trazado del manzano, las conexiones potenciales, la identificación de las cajas de distribución con pares de cables libres y la consecuente conexión óptima. Este programa es de mucha utilidad en América Latina, por cuanto las ciudades carecen de un planeamiento urbano estricto. El método desarrollado permite rápidamente trazar el perímetro aunque existan muchas irregularidades en los manzanos.

Aplicaciones de este tipo pueden dar soluciones a problemas típicos de Bolivia y en sí de Latinoamérica, en el orden de predicción u optimización.

Teoría de Caos y Fractales

Cuando un sistema pierde su complejidad, la teoría y la ciencia se convierte en ideología. El Caos considerado como un subconjunto de la complejidad, se constituye en una pieza clave del conocimiento. La matemática del Caos incorpora los conceptos de fractales y atractores extraños.

El universo fractal parece conformar las bases y raíces más lejanas de nuestro universo. Las ecuaciones fractales gobiernan los elementos más comunes como son las estructuras cristalinas de los minerales, de los copos de nieve, de las proteínas, nuestra propia estructura circulatoria,

la evolución de un helecho y tal vez el mismo crecimiento poblacional.

De aquí el nacimiento de la economía sinérgica, que se ocupa de la evolución económica como paso previo irreversible en el que el tiempo y la dinámica caótica desempeñan un papel esencial, indicando direcciones prometedoras para explicar la complejidad del fenómeno económico.

Es posible modelar la economía a través de funciones y ecuaciones econométricas que incorporen fractales. En este sentido se puede analizar la dinámica keynesiana, la inflación, el paro, los ciclos endógenos, modelos de crecimiento, mercados de capitales, tipos de cambio, etc.

Sobre este particular campo de la IA podemos acotar que recién está en sus inicios. Su desarrollo ha estado limitado a la evolución de las computadoras por cuanto no se puede graficar curvas fractales sin la ayuda de un ordenador, el mismo que tiene que realizar miles o cientos de miles de iteraciones para lograr visualizarlas.

Logica Difusa

El significado del término lógica difusa no está claro porque ha sido aplicado a demasiadas situaciones diferentes. Para nosotros, la lógica difusa se refiere a la evaluación de expresiones lógicas que pueden contener valores desconocidos.

En la lógica difusa, un valor lógico puede ser uno de los siguientes:

- . Verdadero
- . Falso
- . Desconocido (llamado algunas veces "puede-ser")

Un valor desconocido significa que, mientras puede que sea verdad o mentira, su valor no se conoce. Para ver la forma en que se puede tratar lo desconocido en una expresión lógica, se puede ver la siguiente tabla:

P	Q	P y Q	P o Q	no p	P implica Q	P equivale a Q
V	V	V	V	F	V	V
V	F	F	V	F	F	F
F	V	F	V	V	V	F
F	F	F	F	V	V	V
D	V	D	V	D	D	D
D	F	F	D	D	D	D
V	D	D	V	F	D	D
F	D	F	D	V	V	D

Gráfico 3: Tabla de verdad ampliada que puede contener valores desconocidos

Como muestra la tabla, algunas operaciones tales como NO y EQUIVALENTE son simplemente indeterminadas cuando la expresión contiene un valor desconocido. Sin embargo, para Y, O, e IMPLICA ciertas combinaciones aún producirían resultados conocidos. Para entender la razón de estos resultados recordemos que el resultado de un Y es siempre falso si cualquiera de los operandos es falso; que el resultado de O es verdad si cualquiera o ambos operandos son verdad; y que, para IMPLICA, una premisa falsa siempre implica verdad.

El uso de la lógica difusa viene a compensar la debilidad de las estadísticas bayesianas, al usarse en tareas complejas reales, por lo que se ha tenido que modificar su funcionamiento en dominios prácticos. Todas estas modificaciones tienen en común un punto, consistente en sustituir la enorme matriz de probabilidades que necesita el enfoque puramente bayesiano por una representación más estructurada de los hechos que son relevantes en un problema específico.

Las aplicaciones en economía van desde el análisis estadístico hasta aplicaciones en comercialización, producción, mantenimiento de stocks, fluctuación de precios, etc.

Técnicas Combinadas y Otros

No se puede describir varios tópicos importantes de IA, como ser: Cognimática - que es la ciencia de la adquisición del conocimiento - que puede usarse en la creación de modelos económicos. Los Algoritmos genéticos, que se caracterizan por lograr que las computadoras aprendan por sí mismas, han sido aplicados a una variedad de problemas y ofrecen interesantes posibilidades de búsqueda adaptativa. Son usados en el campo económico para resolver problemas de comercialización y otros, como la Teoría de Juegos y la Información Asimétrica que son bien conocidos en Economía.

La combinación de las distintas técnicas de IA, nos da a la vez interesantes campos de estudio, como ser: Sistemas Expertos Difusos, Redes Neuronales Híbridas y un último trabajo del autor referente a Sistemas Expertos Estratégicos. También podríamos catalogar aquí a las Bases de Datos Inteligentes.

Implicaciones en Economía Informática

El por qué un economista debería tener conocimiento acerca de ciertas técnicas de IA, es simplemente porque dichas técnicas le permitirían visualizar la resolución de problemas altamente complejos en su área particular de estudio. Muchos de los problemas que conllevan información insuficiente o inexacta, comportamiento caótico o simplemente un elevado contenido de incertidumbre, pueden ser enfocados como problemas para ser resueltos mediante técnicas de IA.

Esto no implica que un economista deba aprender a profundidad dichas técnicas. Es suficiente que primero tenga conocimiento de su existencia y luego aprender lo básico, es decir, en qué consisten y cuando se las utiliza. Una vez que se ve la necesidad de aplicar técnicas de IA, el siguiente paso es la conformación de un equipo de trabajo multidisciplinario. No hay que olvidar que en el mundo que nos ha tocado vivir los esfuerzos aislados son vanos.

Cualquier consulta o cuestionamiento sobre la materia por favor dirigirse a: email: afesa@unete.com • Casilla:14131 La Paz, Bolivia ■