
INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SISTEMAS EXPERTOS

Enrique Anderson

Doctor en ciencias económicas. Director de la Maestría en Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Lima. Expresidente de CONCYTEC. Exvicepresidente del Instituto Peruano de Energía Nuclear. Profesor de la Facultad de Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Lima.

1 DEFINICIONES

- 1.1 "Inteligencia artificial es el estudio de cómo hacer que los computadores hagan cosas que por el momento la gente hace mejor."

Elsine Rich

¿Qué hacen los computadores mejor que la gente?

Computaciones numéricas: almacenamiento de la información, y operaciones repetitivas.

¿Qué hace la gente mejor que los computadores?

Actividades que involucren el uso de la inteligencia.

Conclusión

Si la gente es más inteligente que los computadores, como en la definición de Rich, la inteligencia artificial (I. A.) trata de mejorar el rendimiento de los computadores en aquellas actividades que la gente hace mejor que ellos. Luego, la meta de la I. A. es hacer computadores más inteligentes.

- 1.2 "Inteligencia artificial es la parte de la ciencia de la computación concerniente al diseño de sistemas de cómputo

inteligente, esto es, que exhiban las características que asociamos con la inteligencia en el comportamiento humano.⁸

Avron Bar
y Edward A. Feigenbam

Conclusión

El problema aquí radica en que hasta hoy no se ha podido definir lo que es inteligencia y sólo se pueden dar algunas de las características principales de ésta.

Gödel, Escher y Bach en *An Eternal Golden Braid* sugieren las siguientes características:

- respuesta muy flexible a diferentes situaciones;
- sacar sentido de mensajes ambiguos o contradictorios;
- reconocer la importancia relativa de los diferentes elementos de una situación;
- encontrar similitudes entre situaciones a pesar de las diferencias que las pueda separar;
- extraer diferencias entre situaciones a pesar de las similitudes que las puedan enlazar.

1.3 "Inteligencia artificial es la rama de la ciencia de la computación, que trata con métodos simbólicos y no algorítmicos para la solución de problemas."

Bruce G. Buchanan
y Edward H. Shortliffe

Conclusión

Numérico vs. simbólico.— Originalmente los computadores fueron diseñados para procesar números. La gente, sin embargo, tiende a pensar simbólicamente, más bien que numéricamente; luego, nuestra inteligencia parece estar basada, en parte, en nuestra habilidad de manipular símbolos en vez de sólo números.

Algorítmico vs. no algorítmico.— Un algoritmo es un procedimiento paso a paso con puntos de inicio y término bien definidos, que garantiza alcanzar la solución de un problema dado. La arquitectura del computador está adaptada para este enfoque; sin embargo, muchos de los procesos de razonamiento humano tienden a ser no algorítmicos; en otras palabras, nuestras actividades mentales tienden a ser no algorítmicas, ya que éstas no siempre siguen los procedimientos lógicos paso a paso.

1.4 "Inteligencia artificial es el área de la ciencia de la computación, que trata con la representación del conocimiento usando símbolos en vez de números y con métodos empíricos o heurísticos, métodos para procesar información."

Bruce G. Buchanan

Conclusión

Un heurístico es una regla empírica que ayuda a determinar cómo proceder. Usando un heurístico no es necesario pensar nuevamente cada problema al cual se le hace frente. Si se dispone una de estas reglas aplicable a una situación, ésta le sugerirá exactamente cómo proceder.

1.5 "La inteligencia artificial trabaja con métodos de comparación de patrones, los que tratan de describir objetos, eventos o procesos en términos de sus características cualitativas y lógicas, así como en sus relaciones computacionales."

Battle Research Corporation

Conclusión

Los computadores pueden ser usados para coleccionar información acerca de

objetos, eventos o procesos, y, por supuesto, pueden organizar grandes cantidades de información más eficientemente que la gente. Sin embargo, la gente instintivamente hace algo que ha sido muy difícil de programar en un computador: nosotros descubrimos relaciones entre cosas, captamos calidades y establecemos patrones que explican cómo es que varios ítems se relacionan unos con otros.

Si deseamos que los computadores sean inteligentes, éstos deben poder hacer ciertos tipos de asociaciones entre las calidades de los objetos, eventos y procesos, tal como lo hace la gente.

2 ÁREAS DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

2.1 *Procesamiento del lenguaje natural*

La utilidad de los computadores frecuentemente es limitada por dificultades en la comunicación. El uso efectivo de éstos tradicionalmente ha involucrado el uso de un lenguaje de programación o bien de un conjunto de comandos que les permiten comunicarse. La meta del procesamiento con un lenguaje natural radica en comunicarse por medio de un lenguaje humano, como es el castellano o el inglés.

El campo del procesamiento con lenguaje natural tiene dos subcampos de investigación:

- a) *Comprensión* del lenguaje natural, que investiga los métodos que permiten al computador comprender las instrucciones dadas en un lenguaje ordinario tal, que las computadoras puedan entender a la gente más fácilmente.
- b) *Generación* del lenguaje natural, que radica en que el computador pueda generar un lenguaje natural para que

las personas puedan comprender más fácilmente a los computadores.

2.2 *Reconocimiento de la voz*

Si bien el foco del procesamiento con lenguaje natural es la comunicación interactiva por medio de palabras y frases de un lenguaje natural que son mostradas en un papel o en una pantalla, el método interactivo primario de la comunicación usada por los humanos no radica en escribir, sino en hablar. Luego, la meta del reconocimiento de la voz es permitir a los computadores comprender el lenguaje hablado de los humanos, tal que puedan oír y comprender lo que estamos hablando.

2.3 *Visión por computadora*

Es muy fácil colocarle una cámara de televisión a un computador para que pueda recibir imágenes. Sin embargo, es tarea muy difícil hacer que el computador pueda comprender exactamente lo que está viendo.

Los humanos usamos la visión como medio primario de captar el medio ambiente; nosotros generalmente vemos más de lo que oímos, olemos, sentimos o gustamos. La meta de la visión por computador consiste en dotar a los computadores de este poderoso sentido, a fin de que pueda captar su medio ambiente.

2.4 *Robótica*

Un *robot* es un dispositivo electromecánico que puede ser programado para realizar diferentes tareas.

No todos los robots son parte de la I. A. El que sólo hace operaciones para las que ha sido preprogramado se llama *robot sordo* (del inglés *dumb*), y no hace más operaciones que las de una lavadora de ropa o una de platos.

Un *robot inteligente* incluye algún medio sensor, tal como una cámara de video, que le permite responder a cambios en el medio ambiente, más que únicamente seguir instrucciones sin algún medio de razonamiento.

2.5 Instrucción asistida por computador

La instrucción asistida por computador ha estado con nosotros por muchos años, a fin de darle al computador el poder necesario para ayudar en los procesos de instrucción. Hoy en día se están aplicando los nuevos desarrollos de la I. A. en el desarrollo de nuevos sistemas de instrucción asistida por computador denominados *tutores*, los que conforman sus técnicas de enseñanza a los patrones de aprendizaje individuales de los estudiantes.

2.6 Programación automática

En términos simples, *programación* es el proceso de decirle al computador lo que queremos que éste haga. El desarrollo de un programa frecuentemente toma mucho tiempo. Un programa o sistema (un grupo de programas interrelacionados) debe ser diseñado, escrito, probado, *debugged* (limpieza de errores) y evaluado como parte del proceso de desarrollo del sistema o programa.

La meta de la programación automática radica en crear herramientas inteligentes que ayuden a los programadores y expediten cada una de las fases del proceso de programación. Por lo tanto, la meta última de la programación automática es un sistema de cómputo que pueda desarrollar programas por sí mismo, en respuesta y de acuerdo a las especificaciones del que desarrolla el programa.

2.7 Apoyo al planteamiento y a las decisiones

Cuando se tiene una meta por alcanzar, o bien se confía en la buena suerte y la providencia, o bien se diseña un plan. La realización de una meta compleja puede requerir la confección de un plan formal y detallado.

En los negocios, el desarrollo de los planes puede requerir de la colección y evaluación de grandes cantidades de información. Se han diseñado programas inteligentes de planeamiento para proveer de asistencia activa en el proceso de planeamiento, de particular ayuda para los ejecutivos que tienen responsabilidades en la toma de decisiones.

2.8 Sistemas neuronales

Es obvio que el cerebro humano de alguna forma almacena conocimiento. Lo que no es tan obvio es la manera precisa en que la almacena. Las redes neuronales o sistemas neuronales son un esfuerzo de la humanidad a replicar en hardware y en software las teorías pertinentes al funcionamiento del cerebro humano y, en específico, el trabajo de las neuronas. Hasta hoy los avances alcanzados son bastante modestos si se tiene en cuenta que el cerebro contiene aproximadamente diez billones de neuronas.

3 SISTEMAS EXPERTOS

Un sistema experto es específicamente definido como *un modelo y su procedimiento asociado que exhibe, dentro de un dominio específico, cierto grado de experiencia en la solución de problemas y que es comparable a la de un experto humano*. A su vez, el modelo es la representación

del conjunto de conocimientos de su dominio. Por esta razón, a los sistemas expertos también se les conoce como *sistemas basados en el conocimiento*.

3.1 Componentes de un sistema experto

Actualmente no existe lo que podría denominarse un sistema experto estándar, dada la variedad de técnicas usadas en su diseño; sin embargo, los componentes principales de la gran mayoría de éstos son: *una base de conocimientos, una máquina de inferencia y una interfase con el usuario*.

3.2 Base de conocimientos

Aun cuando los *sistemas expertos* y las *bases de datos* se usan para recuperar información almacenada, ambos difieren grandemente. En medicina, por ejemplo, un programa de base de datos puede ser útil para enumerar los síntomas de varias enfermedades, mientras que una base de conocimiento trabajando integradamente con el sistema experto puede ayudar a diagnosticar una enfermedad, determinar sus causas y hasta sugerir programas de tratamiento.

Las bases de datos contienen conocimiento acerca de ciertos dominios en particular, pero ese conocimiento sólo es declarativo (factual).

Como las bases de datos no están diseñadas para inferir conclusiones razonando acerca de sus dominios, los usuarios deben extraer sus propias conclusiones. En contraste, los sistemas expertos contienen, en su base de conocimientos, *conocimiento declarativo* (hechos sobre objetos, eventos y situaciones) y *conocimiento de procedimiento o procesal* (información sobre los cursos de acción o alternativas). Dependiendo de la forma de *representación del conocimiento* elegido, los dos tipos de

conocimiento pueden ser separados o integrados. Uno de los métodos usados para la representación del conocimiento es el *sistema de producción basado en reglas*. En estos sistemas, el conocimiento de procedimiento se representa en la forma del heurístico

IF _____ THEN _____ ELSE
SI _____ ENTONCES _____ O BIEN

A éstas se les conoce como *reglas de producción* y en ellas se encuentra integrado al conocimiento de procedimiento, el declarativo.

3.3 Máquina de inferencia

Simplemente, el tener acceso a una gran cantidad de conocimiento no lo hace a uno un experto; es necesario saber cómo y cuándo aplicarlo. Similarmente, disponiendo de una base de conocimientos no se hace inteligente a un sistema experto. El sistema debe disponer de otro componente que dirija la implementación del conocimiento. A ese elemento se le conoce como la *máquina de inferencia*, así como también *estructura de control*.

Tal como la base de conocimientos, la máquina de inferencia contiene reglas y hechos. Sin embargo, las reglas y hechos de la base de conocimientos pertenecen a un dominio específico del experto, mientras que las reglas y hechos de la máquina de inferencia pertenecen al control general y a la *estrategia de búsqueda*. La estrategia de búsqueda sirve para determinar cómo es que se van a aplicar las reglas de la base de conocimientos a la solución del problema. En efecto, cuando se *corre* un sistema experto, es la máquina de inferencia la que toma el control del proceso determinando las reglas que deben ser aplicadas. Accesando las reglas apropiadas de la base de conocimientos, ejecuta las reglas y

determina cuándo es que se ha encontrado una solución aceptable.

Se denomina *shell* al conjunto de partes del sistema experto, con exclusión de la base de conocimientos.

3.4 Interfase con el usuario

Aun el sistema experto más sofisticado no vale nada si es que el usuario no puede comunicarse con él. Al componente que permite la interacción entre el usuario y el sistema experto se le conoce como *interfase con el usuario*.

La comunicación del usuario es bidireccional. En su nivel más elemental, el usuario debe poder describir su problema al sistema experto y, a su vez, el sistema debe tener la capacidad de responder con recomendaciones. En la práctica se espera que la interfase lleve a cabo funciones adicionales, tales como la de explicar su razonamiento para llegar a la solución, o bien el sistema le puede pedir más información para aprender. En otras palabras, debe estar dotado de *razonamiento y de capacidad de aprendizaje*.

3.5 Características de un sistema experto

Las siguientes son algunas de las buenas características que debe reunir un sistema experto:

- debe ser fácil de usarse;
- debe ser educacional cuando sea apropiado;
- debe poder explicar su asesoría;
- debe responder a preguntas sencillas;
- debe poder aprender nuevos conocimientos;
- debe ser fácilmente modificable.

3.6 Categorías de los sistemas expertos

Los sistemas expertos pueden ser aplicados en cualquier situación donde nor-

malmente se requiere del uso de un experto; sin embargo, la siguiente relación se divide en diez categorías funcionales:

Interpretación

Infiere descripción de datos de sensores, tales como comprensión de lenguaje hablado, análisis de imágenes, topografía.

Predicción

Infiere consecuencias parecidas de situaciones dadas, como es el caso de predicción del tiempo, estimación de sembríos, etc.

Diagnóstico

Infiere mal funcionamiento de sistemas de observaciones, tal como diagnóstico médico, mecánico, electrónico, etc.

Planeamiento

Acciones de diseños que se usan en el planeamiento militar y en la programación automática.

Debugging

Prescribe remedios contra el mal funcionamiento, como el software de cómputo.

Reparaciones

Ejecuta un plan para administrar remedio a un mal funcionamiento, como en la reparación de computadores y autos.

Instrucción

Diagnóstica, detecta y corrige errores, así como las respuestas de los alumnos.

Control

Interpreta, predice, repara y monitorea el comportamiento de sistemas.