

¿Qué es la Inteligencia Artificial?

JOSE M. DE LA RIVA GRANDAL,
Teniente de Aviación

ISABEL AUSIN PUERTAS,
Licenciada en Matemáticas

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL: UN CAMPO INTERDISCIPLINARIO

"La inteligencia Artificial tiene la misma relación con la Inteligencia, como las flores artificiales lo tienen con las flores". D. LORGE PARNAS. Prof. Universidad de Victoria y Consultor Principal del Software Cost Redution Project (Naval Research Laboratory). 1986.

LA Inteligencia Artificial (IA) es un campo interdisciplinario (Fig. 1) donde concurren disciplinas tales como la Psicología, la Filosofía, la Lingüística, la Electrónica y la Informática. La intersección entre la Psicología y la I.A. da lugar a la Psicología Cognoscitiva y a la Psicolingüística. La Filosofía y la I.A. concurren en la Lógica, Filosofía del lenguaje y Filosofía de la mente. La intersección con la Lingüística incluye la Psicolingüística, la Sociolingüística y la Lingüística computacional. La concentración mutua con la Electrónica incluye el Procesamiento de imágenes, el Reconocimiento de patrones y la Robótica. Finalmente la Informática y la I.A. inciden en el campo de los Sistemas Adaptativos.

La I.A. puede verse como una rama de las Ciencias de los Computadores que intenta automatizar algunas de las actividades humanas, no numéricas y ejecutadas por el hombre. Hoy día con la tecnología actual, difícilmente podemos lograr esos objetivos, por ello es necesario realizar un esfuerzo de investigación y aplicar los inventos de las Nuevas Tecnologías de la Información a este área de la computación.

LAS NUEVAS TECNOLOGIAS DE LA INFORMACION

LAS tecnologías fundamentales son: la integración a muy alta escala, los componentes de alta velocidad, el procesamiento en paralelo y la ingeniería de la programación.

Integración a muy alta escala

Los progresos constantes en la tecnología del silicio están permitiendo duplicar cada año la escala de integración de los componentes de los ordenadores, en especial memorias y procesadores.

Los circuitos integrados de las memorias de acceso aleatorio RAM (Random Acces Memory) tienen actualmente una capacidad de 64 KB integrada en un solo bloque semiconductor de silicio (Chip), pero ya existe en el mercado chip de 256 KB de capacidad e incluso en los laboratorios de experimentación se han alcanzado chip de 1 MB.

Sin embargo, por lo que respecta a los chip de procesadores, existen dificultades para aplicar la técnica de integración a muy alta escala. Una aportación importante que mejora la estructura de los circuitos en la integración a muy alta escala es la Matriz Sistólica desarrollada por la Universidad Carnegie-Mellon (USAS). Consiste en una estructura en que los circuitos están dispuestos regularmente de un modo hexagonal, logrando de éste modo cálculos del producto de matrices.

Los componentes de alta velocidad

Junto con la capacidad de la memoria principal, el otro gran parámetro que evalúa la potencia de un ordenador es su capacidad de proceso, que obviamente va ligado a la velocidad de sus componentes electrónicos.

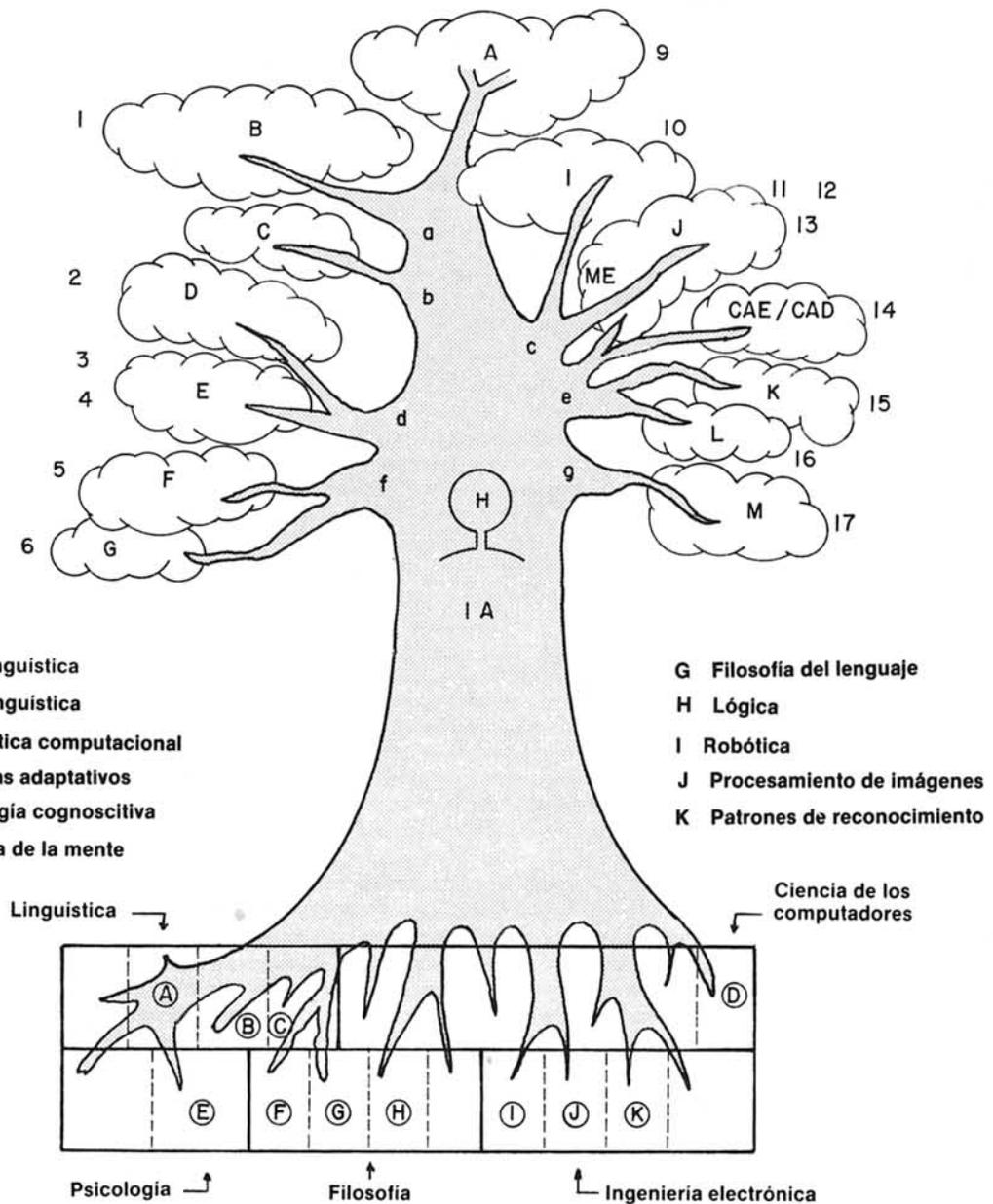
Se esperan adelantos efectivos de 10 a 100 veces en la velocidad de los procesadores, incorporando nuevos elementos, entre los cuales se incluyen, los dispositivos de Josephson, el HEMT (High electron mobility transistor: transistor de movilidad electrónica elevada) y los FET de arseniuro de galio (Field effect transistor: transistor de efecto de campo).

Los dispositivos de Josephson utilizan el mencionado efecto Josephson en los semiconductores y proporcionan unas velocidades de operación elevadísimas, pero a temperaturas de -269 grados centígrados.

El HEMT es un componente de arseniuro de aluminio-galio y arseniuro de galio de altísima velocidad a temperatura de -195 grados centígrados. A esta temperatura es diez veces más rápido que el FET de arseniuro de galio, aunque sólo duplica su velocidad a la temperatura ambiente.

Finalmente, el FET de arseniuro de galio, actúa a temperatura ambiente, pero solamente dobla la velocidad que se alcanza actualmente con la tecnología del silicio.

Figura 1



(1) mejoramiento de la productividad en campos de bajo rendimiento: servicios públicos, oficinas, gobierno y comercio; (2) desarrollo de las industrias de base de datos (adquisición de fuerza de venta); (3) eliminación de las diferencias internacionales; (4) acumulación de conocimientos especializados; (5) aumento del rendimiento intelectual en las actividades de investigación; (6) creación de mercancías; (7) ordenadores domésticos; (8) ordenadores de pasatiempos; (9) toma de decisiones en los negocios y perfeccionamiento de la política gubernamental; (10) desarrollo de la industria relacionada con los conocimientos; (11) reducción de los costes del tratamiento médico y mejoramiento sanitario; (12) crecimiento de los seguros de enfermedad; (13) solución del problema del envejecimiento demográfico; (14) fomento de la competencia internacional de la ingeniería; (15) estímulo de la producción de las industrias manufacturadas y conservación de la energía y las materias primas; (16) diversificación y difusión de los ordenadores; (17) aumento de la productividad de la industria electrónica; (18) in-

cremento notable de la producción en la industria de software.

(A) sistemas de apoyo de las decisiones; (B) avances en la automoción de las oficinas; (C) máquina de escribir manejada con la voz; (D) compilación automática de bases de datos; (E) traducción automática; (F) ordenadores suprapersonales; (G) ordenadores de utilización en las instrucciones individualizadas; (H) máquina del japonés; (I) varias clases de sistemas expertos; (J) sistema de consulta de cuidados médicos (ME); (K) robot CAM; (L) CAD de integración a muy gran escala; (M) generación del programa automático; (N) inferencia; (O) base de conocimiento.

(a) output de información cualitativa y analógica; (b) reconocimiento de la voz (c) reconocimiento fotográfico (d) proceso del lenguaje natural (e) proceso fotográfico (f) interface inteligente (g) programación inteligente (h) GaAs de Josephson (i) integración a muy gran escala (silicio) (j) fibras ópticas.

Tecnología del proceso en paralelo

Aunque se han hecho grandes progresos en la velocidad de los componentes electrónicos, está claro que el aumento de la potencia de los ordenadores por el camino de la tecnología tropezará con una limitación seria: la velocidad de la luz. En efecto, la velocidad de propagación de los impulsos eléctricos en los conductores está limitada según la teoría de la relatividad a 300.000 Km/sg.

Para evitar esta grave limitación tecnológica, se intentó modificar la organización lógica de las máquinas buscando encontrar una arquitectura que permitiera ejecutar en paralelo varias operaciones elementales. Fruto de estos trabajos fueron la tecnología del Procesador en Matriz y la arquitectura de proceso en paralelo de Conducción (Pipeline).

La tecnología de procesadores en matriz consiste en colocar un número elevado de procesadores elementales distribuidos formando una matriz, de modo que una sola instrucción se transmite a un gran número de datos, estos son procesados simultáneamente, efectuándose el mismo cálculo por todos los procesadores elementales que constituyen el procesador matricial.

En la arquitectura Pipeline el flujo de información sufre un tratamiento, atravesando una serie de secciones encargadas cada una de efectuar una parte de dicho tratamiento, el conjunto de ellos se ordena secuencialmente en línea. En esta arquitectura cada procesador ejecuta en un instante dado una operación distinta a diferencia del procesador matricial en que todos los procesadores ejecutan la misma operación en el mismo tiempo.

Entre las ventajas adicionales que ofrecen los sistemas multiprocesadores en paralelo está, el que son insensibles a los pequeños errores de programación, característica muy importante si los ordenadores tienen que desempeñar tareas importantes en tiempo real (aplicaciones militares, meteorología, energía nuclear, tecnología espacial, aplicaciones geológicas).

Independientes con el fin de reducir la capacidad del programa, y por lo tanto ganar en fiabilidad. Los tipos abstractos de datos es un módulo que define un tipo de datos junto con las operaciones de cómo utilizarlos. La ocultación de los datos es consecuencia de la idea de abstracción: sólo es visible el dato necesario para el programa; los demás datos quedan escondidos. La interfaz con el exterior se realiza a través de las especificaciones del tipo abstracto en el que se describe como es el tipo pero no cómo está implementado, lo que garantiza un alto nivel de fiabilidad y modificación de los programas que lo utilizan.

El concepto de acceso orientado al objeto es un nuevo paso en el camino de la abstracción. Los datos y los procedimientos se tratan como un todo y todas las operaciones se expresan en términos de mensajes entre objetos. En la programación tradicional un programa consiste en procedimientos y datos separados. Los datos son manipulados por los procedimientos, mientras que en la programación orientada al objeto los procedimientos son parte de las declaraciones de un objeto.

Fruto de estos esfuerzos teóricos han sido el lenguaje ADA y el sistema operativo UNIX. El lenguaje ADA aunque no está específicamente diseñado para la programación orientada al objeto, hace que resulte más fácil. Sin embargo, otros lenguajes relacionados con la Inteligencia Artificial como LISP, si incluyen facilidades para la programación orientada al objeto.

Finalmente no conviene olvidar en esta revolución de la ingeniería del software los lenguajes para el procesamiento en paralelo, como el PROLOG sin los cuales cualquier avance en arquitectura de las máquinas sería infructuoso.

AREAS DE INVESTIGACION EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL

"Son todos los procesos de toma de decisiones, de los que es capaz el hombre, reducibles a una serie de reglas? J. WEIZENBAUM, 1965.

LOS principales esfuerzos en la investigación en I.A., están concentrados en el Procesamiento de Lenguaje Natural, Visión por computador, Aprendizaje, Demostración de Teoremas, Programación Lógica, Búsqueda, Resolución de problemas y Planteamiento, Sistemas expertos, Representación del conocimiento, y otras áreas tales como Programación automática, Herramientas para el desarrollo de la I.A., Enseñanza inteligente asistida por ordenador, Reconocimiento de voz y Juegos. (Fig. 2).

Procesamiento de Lenguaje Natural

El procesamiento del Lenguaje Natural ha sido una de las principales áreas de investigación desde los comienzos de la I.A. Los proyectos de máquinas de traducción de lenguajes dominaron por aquellos días toda la investigación en lenguaje natural, pero fracasaron, porque no se tuvo en cuenta que para entender el lenguaje natural no basta con analizar gramaticalmente las frases (Análisis Morfológico y Sintáctico), sino además deben realizarse inferencias sobre el significado de la frase, el contexto en que ha sido enunciada y con los sobreentendidos implicados.

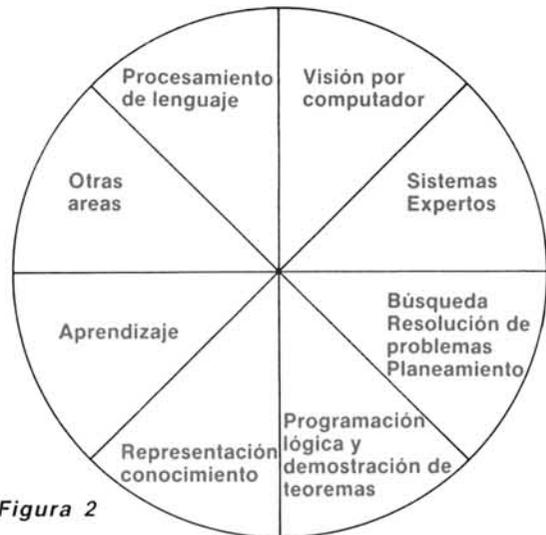
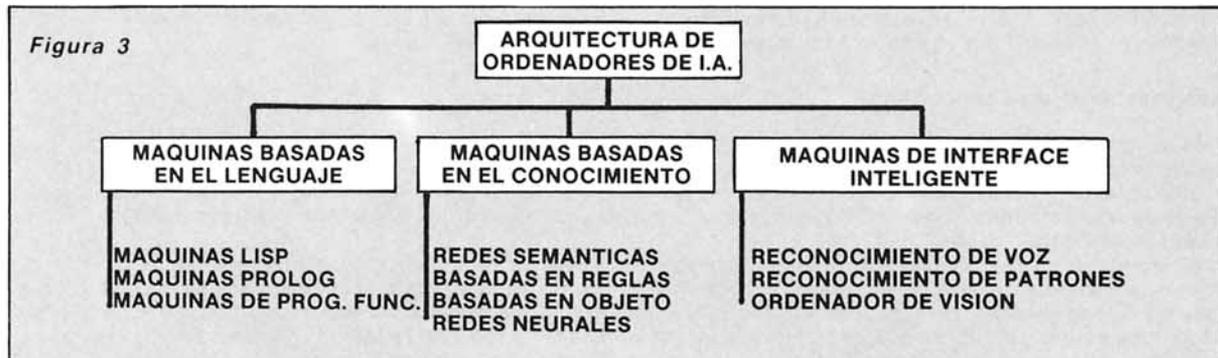


Figura 2

Figura 3



El procesamiento de Lenguaje Natural involucra tres niveles de interpretación: Nivel Sintáctico, Nivel Semántico y Nivel Pragmático.

La sintaxis, se encarga del estudio funcional de la palabra en el entorno de la frase o sentencia. La Semántica estudia el significado de las palabras tanto a nivel individual como en el entorno de la frase. La Pragmática intenta relacionar sentencias individuales con otras alrededor del contexto. Los límites de separación entre estos tres niveles no son precisos incluso las frases no necesariamente tienen que pasar de un modo secuencial por dichos niveles.

Otro parámetro importante es el tamaño del discurso, que es muy importante para el buen funcionamiento de los sistemas de procesamiento de Lenguaje Natural. Si el dominio del discurso es restringido, la información sobre los nombres y verbos que aparecen pueden relacionarse en forma de diccionario o en un programa. Pero si el dominio se amplía aparecen una gran cantidad de palabras y posibilidades contextuales. El conocimiento genérico necesario, así como las reglas de inferencia que deben utilizarse para entender el lenguaje aumentan y es difícil saber cual de estas reglas es la que debe ser aplicada. La investigación del procesamiento en Lenguajes Natural ha llevado a métodos de representación del conocimiento y a lenguajes de alto nivel, útiles para este propósito.

Visión por ordenador

A finales de los años 60, se iniciaron varios intentos en diversas instituciones para diseñar un robot inteligente dotado de ojos, manos y cuasi-cerebro. De hecho se llegaron a realizar algunos robots que podían reconocer una escena sin complicaciones y dentro de ella mover objetos. El resultado de estos estudios enseñó que no podían mejorarse las habilidades de los robots si no se investigaba más dentro del campo del proceso de la información visual (Visión), del control de las manos y de la resolución de problemas paso a asociarse con la investigación de resolución de teoremas y la visión se convirtió en un campo de investigación independiente.

El objeto inicial de la investigación sobre visión robótica era la capacidad de reconocer poliedros simples, pero incluso se demostró que ello estaba lleno de dificultades ya que no era suficiente con analizar las variaciones de brillo de la imagen. Las ambigüedades que la imagen presenta sólo pueden resolverse utilizando las características poliedrales conocidas del objeto. Se descubrió que escenas complicadas podían ser reconocidas por computador, si al mismo se le suministraban "a priori" datos del objeto a reconocer, de forma que el ordenador pudiera utilizarlos posteriormente en técnicas de comparación.

De todos modos, no se han encontrado técnicas que puedan aplicarse a un gran número de objetos y actualmente se está trabajando en algoritmos que puedan resolverlo.

Sistemas Expertos

Los Sistemas Expertos son programas de computador cuyo comportamiento duplica en algunos casos las habilidades de los expertos humanos en su área de experiencia. Existen muchos ejemplos de dichos programas: el DENDRAL, que ejecuta análisis automáticos de espectrografía química, el MYCIN que diagnostica y emite tratamientos de enfermedades infecciosas de la sangre, el INTERNIST, que realiza diagnósticos en Medicina Interna, y el PROSPECTOR, que asiste en las exploraciones geológicas y que recientemente descubrió el yacimiento de Molibdeno valorado en varios cientos de millones de dólares.

Aunque estos programas utilizan muy diversos esquemas de representación del conocimiento, la realidad es que la mayoría de ellos están implementados bajo Sistemas de Producción, que son un conjunto ordenado de reglas del tipo SI-ENTONCES o bien Condición-Acción. Esta idea de escribir procedimientos mediante una secuencia de reglas de producción, fue propuesta por primera vez por el matemático Post.

Los sistemas de producción tienen tres componentes fundamentales: La Base de Conocimientos, consistente en un conjunto de reglas de producción; la Base de Datos o Hechos, que representa el estado del problema en cada momento; y la Estructura de Control (también llamada Intérprete o Motor de Inferencias) que decide que regla de producción hay que aplicar en cada momento. El estado actual de una solución se representa mediante el conjunto de hechos que contiene la Base de Datos. La solución progresa mediante la búsqueda de correspondencia entre una parte de la regla de producción (puede ser la parte izquierda o la derecha) y la Base de Datos. En el caso de que en un momento dado existan varias reglas de producción con posibilidad de ejecución, es el Motor de Inferencia el encargado de decidir cual es la regla de producción que se debe procesar.

Hoy día se considera que las reglas de producción son el mejor método conocido para representar el cono-

cimiento específico en los Sistemas Expertos. Quizás, el valor más grande de los Sistemas Expertos es su habilidad para producir I.A. útil y no una frivolidad académica sin gran impacto social.

Representación del Conocimiento

Para que un sistema pueda funcionar inteligentemente debe contener el conocimiento del experto. Este conocimiento incluye hechos y reglas para manipular esos hechos.

El problema principal de la ingeniería del conocimiento estriba en la representación del saber de los especialistas, en los métodos de selección y aplicación del saber aplicados a un problema y en los métodos de adquisición de este saber.

A lo largo del tiempo han ido surgiendo diferentes esquemas de representación del conocimiento. Uno de los primeros sistemas de representación del conocimiento fue las Redes Semánticas, que se basan en la antigua idea de que la memoria se compone de asociaciones entre conceptos. La unidad básica funcional de una red semántica es una estructura que se compone de dos puntos o nodos, enlazados por un arco. Cada nodo representa algún concepto o hecho y el arco representa una relación entre los conceptos. La popularidad inicial de las redes semánticas surgió de poder formar jerarquías de conceptos y de este modo hacer posible distribuir a través de la red hechos generales.

Otras de las principales escuelas de representación del conocimiento es debida a Minsky. Este investigador ideó un sistema para organizar las propiedades de un objeto o suceso mediante Marcos. Estos agrupan situaciones estereotipadas que pueden ser usadas para ayudar a reconocer y razonar sobre tales situaciones. La ventaja del sistema de marcos reside en el hecho de que aquellos elementos que se presentan convenientemente en la descripción de un objeto o de un suceso, se agrupan de modo que se puedan procesar o accederse a ellos como una unidad. Los marcos son fáciles de implementar utilizando la Estructura de lista que ofrece el lenguaje LISP.

De todo ello concluimos que la representación del conocimiento es un componente fundamental en los sistemas de I.A. y por tanto el tipo de esquema de representación del conocimiento que se va a utilizar en la implementación de una aplicación en I.A., exige un cuidadoso estudio.

Programación lógica y Demostración teoremas

En el siglo XIX se descubrió que la Lógica Formal podría ser mejor estudiada usando métodos y notaciones matemáticas y esto condujo a la lógica moderna. La programación lógica usa como lenguaje de programación básico a la lógica matemática o simbólica. Usada como un lenguaje de programación, la lógica soporta declaraciones en un estilo de programación no procedural, es decir no permite indicar al ordenador que sabemos acerca del problema que queremos resolver. Los sistemas de programación lógica toman el conocimiento y usan lógicamente las reglas de inferencia para encontrar la respuesta. De este modo pasamos de la definición del problema a su solución saltando el paso de programar una solución en un lenguaje de programación convencional. Esto hace que los sistemas de programación lógica promuevan herramientas para la rápida fabricación de prototipos y la verificación de diseños. En efecto permiten tomar los resultados de Análisis de Sistemas, expresarlos de forma legible para la máquina y ejecutarlos directamente como un programa.

El Prolog es el primer lenguaje de programación lógica. Un programa en Prolog toma como entrada las especificaciones de los usuarios en forma de preguntas para ser respondidas, y devuelve sucesivas respuestas hasta que el usuario para la salida o hasta que da con la solución.

La búsqueda de métodos para demostrar teoremas matemáticos utilizando computadores comenzó en los años 50. Se obtuvieron algunos éxitos construyendo sistemas capaces de realizar demostraciones de teoremas de geometría elemental y álgebra.

La demostración de teoremas consiste en hacer deducciones lógicas a partir de un conjunto de axiomas no contradictorios, especificados mediante el Cálculo de Predicados (Lógica de Primer Orden). Es decir, implica combinar axiomas y reglas de inferencia de una manera apropiada para llegar a una conclusión.

Muchos problemas solucionados en algunas aplicaciones de la I.A. se plantean con la resolución de un teorema, de manera que hallar una solución al problema queda reducido a encontrar una demostración del teorema. La investigación en este campo ha tenido gran influencia en otros, debido a que comporta un análisis profundo de cómo se realizan las inferencias.

Búsqueda, Resolución de problemas y Planteamiento

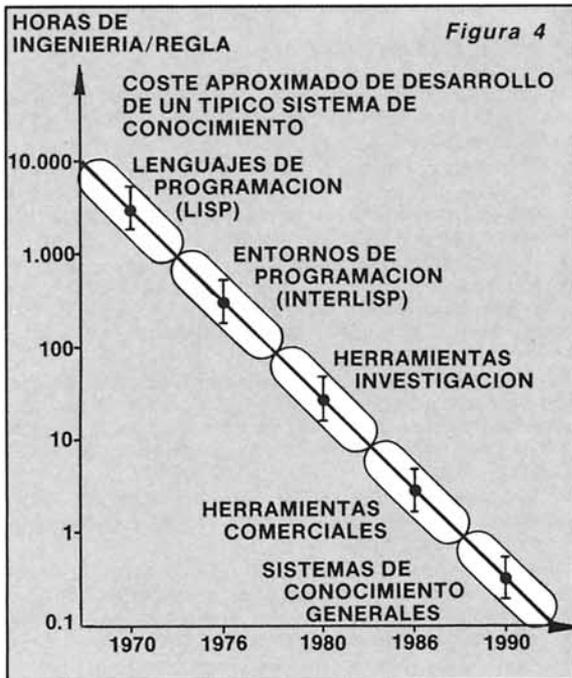
Se entiende por Resolución de Problemas la habilidad del ordenador para resolver automáticamente problemas no triviales.

Las características esenciales de un resolvidor de problemas son:

- 1) Determinar los atributos estáticos de la escena o entorno.
- 2) Descubrir las acciones relevantes (los operadores) que puedan alterar el estado.

El proceso de resolución de un problema comienza con la transformación automática, desde el estado inicial hacia alguno de los estados objetivos deseados, mediante la aplicación de una secuencia de operadores. Se aplican todos los operadores relevantes al estado inicial generando un conjunto de estados sucesores, los cuales son utilizados para generar el nivel siguiente de estados sucesores, y así se continúa hasta que se forme el árbol de búsqueda. La búsqueda terminará cuando se alcance un estado objetivo. El camino desde el estado inicial al estado objetivo contiene los operadores que constituyen un Plan con el que se resolverá el problema.

Una aproximación alternativa a la técnica del "espacio de estados" es el problema de la Reducción de la Búsqueda. Cuando estamos ante un problema complejo, este se divide en problemas más simples (generando su árbol de búsqueda completo) hasta un nivel de resolución trivial de los problemas. El primer ejemplo de utilización de tales técnicas fue el Resolvidor General de Problemas (GPS).



CUADRO I LENGUAJES PRIMITIVOS DE I.A.

- IPL-II: Fue el primer lenguaje de estructura en lista aplicado a la I.A.
- SAIL: Deriva del ALGOL. Soportaba memoria asociativa. Fue diseñado en el laboratorio de I.A. de la Universidad de Standford para sistemas de visión y reconocimiento de voz.
- CONNIVER: Derivada del PLANNER. Proporcionaba a los programadores un control más flexible.
- KRL: Lenguaje basado en marcos, que hace uso de agendas.

LENGUAJES EMPLEADOS EN ROBOTICA

- BASIC-IA: Versión mejorada del BASIC orientado a funciones robóticas.
- RAIL: Diseñado para aplicaciones de visión.
- AI: Diseñado para procesar y almacenar el trazado de los movimientos y posiciones espaciales de un robot.
- VAL: Diseñado para aplicaciones en robótica industrial.
- AML: Es un lenguaje de programación interactivo de alto nivel. Diseñado para aplicaciones en ingeniería.

Aprendizaje

Sorprendentemente, hasta épocas recientes, el aprendizaje no ha sido un tema principal de investigación en I.A. Muchos investigadores en I.A. creyeron necesario concentrarse en un principio en como hacer un programa que hiciera alguna cosa antes de plantearse como podían aprender a hacerlo.

Boden ha observado que los tipos de aprendizaje se podían clasificar de muchos modos diferentes: Aprender mediante ejemplos, aprendizaje mediante explicación y aprender en la práctica. Todos ellos suponen respectivamente: describir nuevos modelos, analizar hechos y adquirir nuevas habilidades.

Uno de los primeros programas de aprendizaje, fue el realizado por A.L. Samuel (1960) para jugar a las damas. El proceso de aprendizaje estaba diseñado para que simulase los procesos de evolución y selección natural. Una versión del programa se enfrentaba a otra versión en la cual el sistema de puntuación para evaluar la fuerza de una posición había sido ligeramente modificada. La versión ganadora se conservaba como base para construir nuevas variantes.

Recientemente D.B. Lenat ha desarrollado el programa Automated Mathematics (A.M.), que es capaz de formular conceptos nuevos y teoremas matemáticos a partir de unos 100 conjuntos elementales de teoría de conjuntos.

Concluimos que, el Aprendizaje es otra de las bases que sustentan las investigaciones en I.A. y se espera juegue en el futuro un papel importante en los campos de la Robótica y los Sistemas Adaptativos.

Otras áreas

Hay otras áreas que a menudo se incluyen dentro de la investigación en I.A. como son: Robótica, Herramientas de Desarrollo de I.A., Reconocimiento de voz, Educación Inteligente asistida por ordenador, Procesamiento de imágenes, Reconocimiento de patrones y Programación automática.

La robótica es un área que a veces se identifica con la I.A., pero muchas actividades investigadoras en robótica no se basan en técnicas de I.A. Sin embargo, algunos trabajos en visión por computador se están infiltrando de nuevo en la robótica y su incorporación será más decisiva, cuando se necesiten cadenas de producción con robots más flexibles.

Las aplicaciones de la I.A. en la educación tiene dos vertientes. La primera, es un intento de conducir las técnicas de I.A. (especialmente la resolución de problemas, la representación del conocimiento y el procesamiento de lenguaje natural) a producir sistemas inteligentes de enseñanza que puedan funcionar con más sutileza y conocimiento que los tradicionales sistemas de instrucción asistida mediante ordenador. Sin embargo esta aplicación de I.A. necesitará de un significativo avance para lograr su solución. La segunda vertiente de aplicación de la I.A. en educación consiste en implicar a los estudiantes en la exploración de un entorno de modo que ellos pueden aprender de sus propias iniciativas.

Otro de los principales esfuerzos de investigación en I.A. ha sido en las Herramientas de Desarrollo de I.A. Se comenzó muy preliminarmente con la invención del LISP como lenguaje de programación. Posteriormente, se continuó con el desarrollo de máquinas LISP y otras (Fig. 3), así como entornos de programación SMALLTALK-80 e INTERLISP-D entre otros (Fig. 4).

También se incluyen en I.A. otras áreas tales como la Programación Automática (en la que se trata, que el ordenador se programe a si mismo), el Reconocimiento de patrones (que tratan de formular patrones significativos dados los datos) y el procesamiento de imágenes.

CUADRO II CRONOLOGIA DE LOS PRINCIPALES EVENTOS EN I.A.

1950.— Alan Turing publica *Computing Machinery and Intelligence*. En este artículo propone su famoso test para determinar si una máquina posee I.A.

1956.— Se celebra la Conferencia de Verano de Dartmouth sobre I.A., organizada por Mc Carthy, Minsky, Rochester y Shannon.

1955.— John Mc Carthy del MIT diseña el lenguaje LISP.

1957.— A. Newell, Shaw, y H. Simons desarrollan el Solucionador General de Problemas.

1960.— Bajo la dirección de J. Mc Carthy y M. Minsky, del MIT, se empieza a investigar en I.A., en dicho instituto.

1963.— Se publica *Computers and Thought*, de E. Feigenbaum y J. Feldman.

1965.— Dentro del proyecto de Programación Heurística de la Universidad de Stanford, se empieza a investigar sobre sistemas expertos. El investigador principal es E. Feigenbaum.

1965.— Comienzan los trabajos del primer sistema experto. DENDRAL, el cual analiza la información de los componentes químicos y determina su estructura química.

1966—72.— SRI Internacional construye un robot móvil. SHAKET.

1968.— Se publica *Semantic Information Processing* de M. Minsky.

1970.— M. Minsky y S. Papert dirigen conjuntamente el laboratorio de I.A. del MIT. Trabajan en sistemas expertos, robótica, visión, aprendizaje, razonamiento, lenguaje natural y arquitectura de ordenadores.

1970.— J. Myers y H. Pople de la Universidad de Pittsburgh comienzan a trabajar en INTERNIST, un sistema experto que ayuda a los médicos en el diagnóstico de medicina interna.

1970.— Se diseña el lenguaje de programación lógica PROLOG por A. Comeraruer.

1970.— T. Winograd escribe su tesis SHRDLU sobre procesamiento del lenguaje natural.

1971.— N. Nilsson y R. Fikes finalizan sus trabajos sobre STRIPS, un sistema experto, que usando planos y secuencia de operadores alcanzan objetivos.

1971.— Comienza a utilizarse MACSYMA. Se trata de un sistema experto que ejecuta cálculos diferenciales e integrales, y simplifica expresiones simbólicas. Las entradas y salidas son símbolos y sus programas están basados en ingeniería del conocimiento.

1970—75.— E. Shortliffe desarrolla MYCIN dentro de SUMEX-AIM. MYCIN es un sistema experto codificado en reglas de producción, que hace recomendaciones para el tratamiento de la meningitis y de otras infecciones por bacterias en la sangre.

1971—76.— La agencia militar DARPA patrocina la inves-

tigación sobre reconocimiento de voz, fruto de estas investigaciones fueron SPEECHLIS, HWIM, HEARSAY-I, HEARSAY-II, DRAGON y HARPY.

1975.— Darpa comienza a patrocinar la investigación en las máquinas de visión a través de Image Understanding Program. El sistema de interpretación ACRONYM fue desarrollado bajo el citado programa.

1975.— R.C. Schank y R. Abelson, de la universidad de Yale, publican un artículo describiendo el SAM (Script Applier Mechanism), un programa de procesamiento del lenguaje natural que utiliza como sistema de representación los Scripts (escenas).

1976.— R. Davis publica su Tesis Doctoral en la universidad de Stanford sobre TEIRESIAS, un sistema que utiliza Metaniveles de conocimiento para introducir y poner al día la base de conocimientos utilizada en los sistemas expertos.

1977.— Programadores del Instituto for Computer Coordination de Budapest (Hungria) desarrollan el primer sistema experto bajo PROLOG.

1978.— R.O. Duda de Stanford Research Institute International, publican un artículo sobre el PROSPECTOR, un sistema experto que ayuda en el análisis de la información relativa a las exploraciones geológicas.

1980.— Se desarrolla XCON, el primer sistema experto que funciona con éxito en el mundo comercial. El prototipo inicial se diseñó por un equipo de la universidad Carnegie-Mellon, dirigido por J. McDermott.

1981.— Aparece el primer volumen (de una serie de tres) de *The Handbook of Artificial Intelligence*, escrito por A. Barr y E.A. Feigenbaum.

1981.— Japón anuncia Fifth-Generation Computer Systems Project.

1982.— Se crea en Tokio el Institute for New Generation Computing Technology (ICOT).

1982.— Como respuesta al programa japonés, se funda en los EE.UU. The Microelectronics and Computer Technology Corporation (MCC).

1982.— Comienza en el Reino Unido el Alvey Program of Advanced Information Technology, para el desarrollar investigación en los ordenadores de la quinta generación.

1983.— La Comunidad Económica Europea (CEE), lanza el programa ESPRIT para poder competir en el campo de las Tecnologías de la Información y por lo tanto en la quinta generación de ordenadores.

1983.— La MCC sitúa su cuartel general en Austin (Tejas).

1983.— Se crea en la Universidad de Strathclyde de Edimburgo, el Turing Institute, para investigar e impartir docencia en materias relacionadas con las máquinas inteligentes.

1984.— Se celebra en Tokio, la Conferencia Internacional de los Ordenadores de la Quinta Generación.

CONCLUSION

HEMOS visto como la Inteligencia Artificial no tiene una definición precisa, pues en realidad actualmente consiste en un conjunto de técnicas en constante evolución y que se nutren de aportaciones provenientes de campos muy diversos. Sus orígenes, se pueden considerar lejanos (1950), pero sólo hasta épocas muy recientes, cuando se ha dispuesto de la tecnología precisa, han empezado a aparecer realizaciones prácticas que nos dan cierta esperanza para encarar el futuro. ■

BIBLIOGRAFIA

- 1.— Feigenbaum, E., Feldman J. "Computer and Thought", McGraw-Hill, 1983.
- 2.— Minsky M. "Semantic Information Processing" MIT Press, 1968.
- 3.— Nilsson N.J. "Problem Solving Methods in Artificial Intelligence" McGraw-Hill, 1971.
- 4.— Winston P.H., "The Psychology of Computer Vision", McGraw-Hill, 1975.
- 5.— Winston P.H., "Artificial Intelligence" Addison-Wesley, 1977.