

SOFTWARE Y LENGUAJES DE PROGRAMACIÓN

Por IGNACIO SORET DE LOS SANTOS

Programación en Inteligencia Artificial (IA)

A los lenguajes diseñados para la programación en Inteligencia Artificial (IA) se les suele denominar lenguajes de programación de procesamiento simbólico, concebido para manipular símbolos y no algoritmos matemáticos. El primero desarrollado con este propósito en los años cincuenta fue el Lenguaje de Procesamiento de Información (IPL). Sin embargo éste es un lenguaje de bajo nivel y por tanto difícil de usar, por lo que pronto fue sustituido por otro de alto nivel más adecuado LISP.

Un programa inteligente es capaz de establecer asociaciones entre símbolos en lugar de almacenarlos únicamente como datos sin relacionar. La técnica usada para representar asociaciones es una estructura llamada lista, figuras 1, 2 y 3, por ello también a los lenguajes de procesamiento simbólico en general se les llama lenguajes de procesamiento de listas.

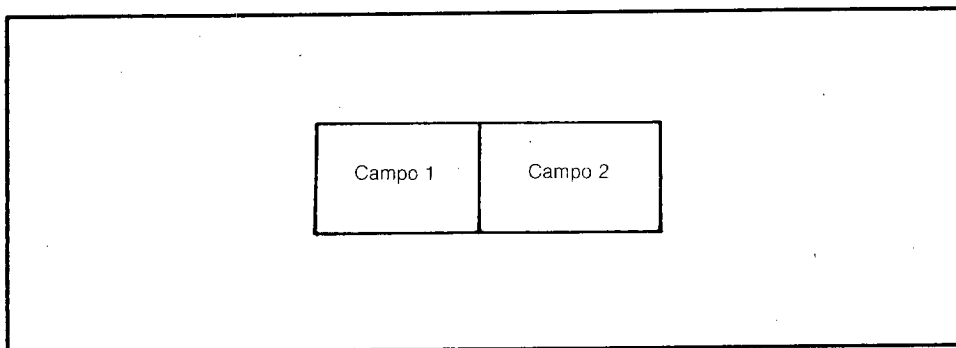


Figura 1.—Una celda.

Una lista se representa en la memoria de un ordenador como una serie de celdas y cada una de ellas contiene dos partes o campos. En la lista más simple un campo contiene un símbolo y el otro contiene un puntero que apunta a un símbolo o a la siguiente celda. Una lista puede ser dinámica y apuntar a otras celdas, y su tamaño y forma puede variar continuamente durante la ejecución del programa.

Procesador de listas: LIST (LIST procesador)

Un programa LIST es en realidad una lista LIST, y por tanto puede ser tratado como datos por otro programa LIST o por sí mismo. De este modo, puede modificar sus propias instrucciones de programa o añadirse a sí mismo instrucciones nuevas. Y lo que es más curioso, un programa LISP dado puede escribir un programa LISP completamente nuevo. Los programas LISP se interpretan según van siendo ejecutados. Eso ayuda al desarrollo del *software* de inteligencia artificial, ya que la programación IA es un proceso de ensayo y error.

Una ventaja de LISP frente a otros lenguajes simbólicos es que ha sido utilizado durante mucho tiempo y en muchos laboratorios de investigación. Esto ha dado como resultado el desarrollo de entornos de programación (grupo de programas que facilitan el desarrollo y ejecución del programa) que no encuentran paralelismo en ningún otro lenguaje de IA.

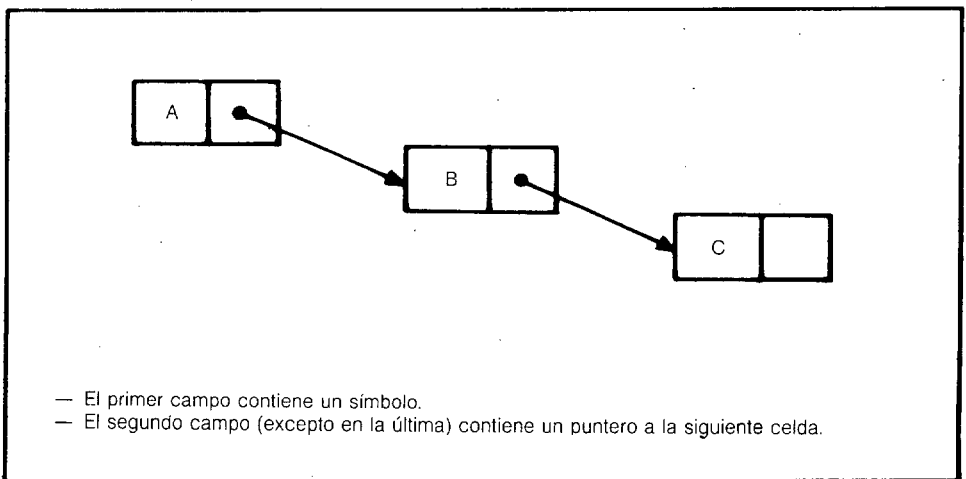


Figura 2.—Lista simple.

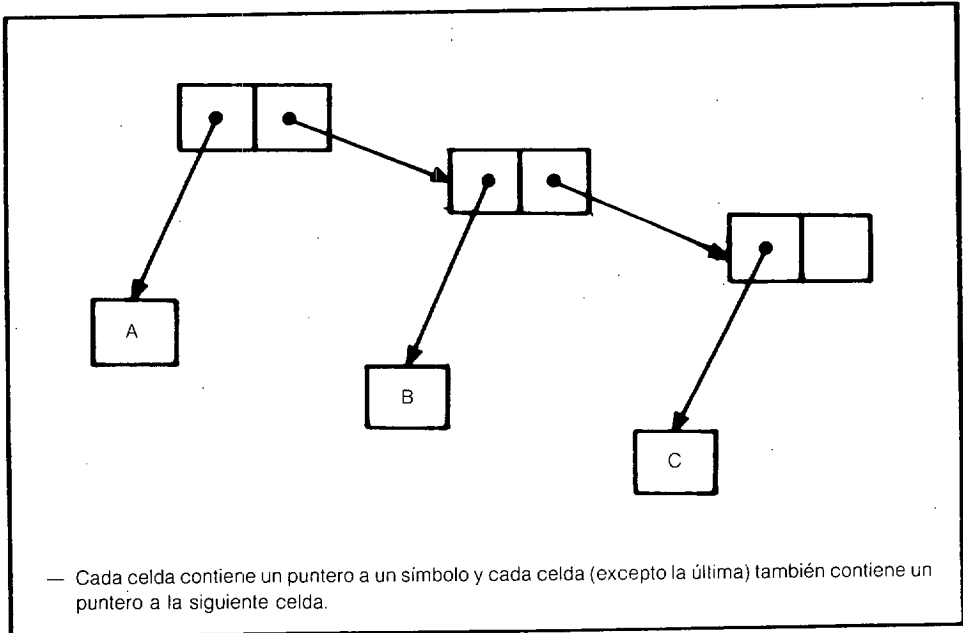


Figura 3.—Una lista más completa.

Las características de un entorno son herramientas *software*, con un editor de textos (para introducir instrucciones de programa), un depurador (para ayudar a encontrar y corregir errores) y un sistema de ventanas (para visualizar distintos aspectos del programa en el mismo instante).

El lenguaje LISP está siendo revisado y mejorado continuamente, dando lugar a diferentes versiones LISP que en la actualidad tienen amplio uso (dialectos).

Otros lenguajes de programación en IA

Se han desarrollado varios lenguajes para implementar técnicas específicas de resolución de problemas:

- POP-2. Universidad de Edimburgo.
- PROLOG. Universidad de Marsella.
- SAIL. Universidad de Stanford.
- SMALLTALK, de la Xerox PARC.

De todos éstos, el único que, junto con el LISP tiene uso extendido, es el PROLOG.

PROLOG (programación lógica)

Desarrollado en Francia en el año 1973, su uso está extendido en Europa y en Japón, donde ha sido adoptado como lenguaje oficial de programación de IA para el proyecto de quinta generación.

Se basa en la utilización de la lógica para resolver problemas y usa la técnica de la lógica formal llamada cálculo de predicados para demostrar la verdad de las proposiciones a partir de un conjunto de axiomas. PROLOG es más sencillo que LISP pero quizá no ofrezca su enorme flexibilidad.

Representación del conocimiento y lógica

Los dos tipos de conocimiento que se necesita representar en un ordenador son:

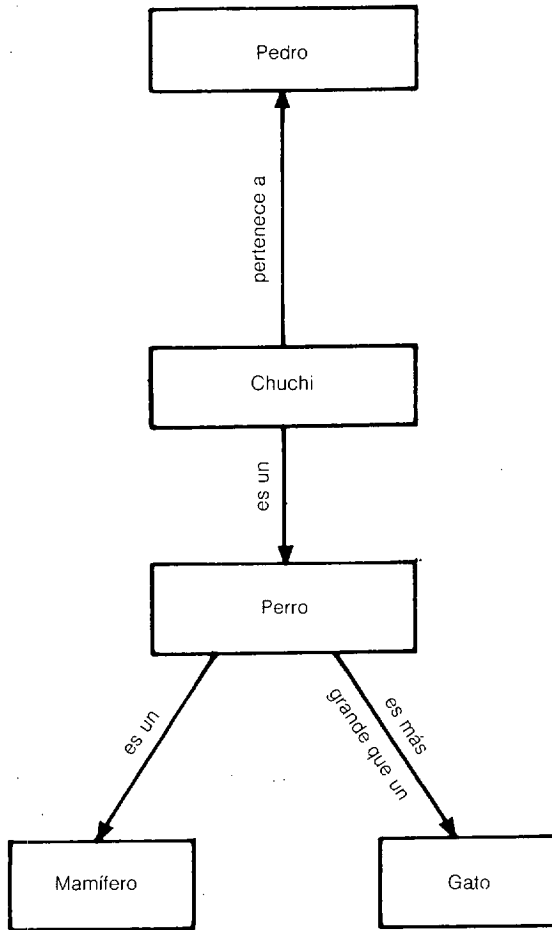
- Conocimiento declarativo. Conocemos los hechos de los objetos y como se relacionan entre sí.
- Conocimiento procedimental. Sabemos cómo hacer las cosas y cómo usar nuestro conocimiento declarativo.

Los sistemas lógicos formales usados para representar el conocimiento declarativo en IA con el cálculo proposicional y el cálculo de predicados. Esencialmente un programa de IA que usa la lógica para representar el conocimiento ve su dominio como un conjunto de fórmulas lógicas. Aplicando un grupo de reglas de inferencia (motor de inferencia) a su base de conocimientos, el programa es capaz de sacar las conclusiones deseadas.

También se utilizan sistemas lógicos menos formales, como es el caso de la lógica difusa que está diseñada para mejorar conceptos relativos y aproximados como alto, caro o normal. La lógica difusa permite construcciones como «alto alto» o «moderadamente caro», descripciones que resultarían intolerables para la lógica formal, pero que resultan análogas al pensamiento humano.

Redes semánticas y heurística

Quando se trata de definir relaciones complejas en una base de conocimiento, la manera más clara de representarlas es dibujar una red semántica, figura 4, en la que los hechos que tienen relación entre sí están conectados por enlaces de la red. Un dominio que posea una gran cantidad de conocimiento



Por cálculo de predicados:

Proposición 1: Chuchi es un perro.

Proposición 2: Todos los perros son más grandes que los gatos. Si estas proposiciones son verdaderas:

Conclusión: Chuchi es más grande que todos los gatos.

Figura 4.—Red semántica sencilla.

con interrelaciones complejas tendrá la posibilidad de establecer la base de un sistema de inferencia sofisticado mediante una red semántica. Estas se han usado para la representación del conocimiento en sistemas expertos como el prospector del SRI, que ha demostrado su utilidad en la predicción de depósitos minerales.

En un programa de IA no existe algo semejante al proceso de planificación informal. La simulación de cualquier acto inteligente, aún el que parece más sencillo para un ser humano, necesita la definición de un procedimiento formal para determinar el curso de acción. El proceso de examen de las posibles soluciones alternativas para llegar desde un estado inicial al final (objetivo) se designa como búsqueda, y el conjunto de los posibles caminos de exploración es el espacio de búsqueda. La mayor parte de la historia de la investigación en IA está dedicada al descubrimiento de técnicas de búsqueda más eficientes.

La búsqueda heurística es uno de los fundamentos de IA. Entendemos por heurística la estrategia, truco simplificación o cualquier otra clase de estratagema que limita y simplifica drásticamente la búsqueda de soluciones en grandes espacios problemas. La heurística no garantiza soluciones óptimas; de hecho, no garantiza el que haya una solución. Todo lo que se puede decir para que una heurística sea útil es que ofrece soluciones que son suficientemente buenas la mayoría de las veces.

Máquinas LISP

Se entiende por máquina LISP un ordenador de un único usuario diseñados fundamentalmente para el desarrollo de programas de IA. Además, hay ciertos tipos de *hard* y *software* que se han convertido en estándar para las máquinas LISP.

Características hardware

Procesador de alta velocidad. Pueden dar tiempos de ejecución de diez a veinte veces superiores a otros ordenadores.

Gran memoria. Los programas de IA necesitan más Memoria de Acceso Aleatoria (RAM) y más espacio de almacenamiento de disco que otros programas. Además, la memoria está disponible en cualquier instante para el único usuario de la máquina, en contraposición a lo que sucede en otros ordenadores (tiempo compartido).

En el cuadro 1 se presentan tamaños típicos de memoria de distintos ordenadores. Si comparamos las capacidades de disco y de RAM de una máquina LISP, como *Symbolics* con las de un ordenador típico de tiempo compartido, como el VAX-11/785, puede parecer que aquélla es la mitad de potente que ésta. Sin embargo, debe recordarse que toda la memoria de una LISP se encuentra disponible para cada programador individual, mientras que uno que esté utilizando un ordenador de tiempo compartido debe compartir los recursos de memoria con los otros usuarios del ordenador.

Cuadro 1.— *Tamaño típico de memoria de distintos ordenadores.*

<i>Ordenador</i>	<i>RAM</i>	<i>Memoria de disco</i>
Ordenadores personales PC,s	640 Kbytes	18 Mbytes
Ordenadores personales «tecnología avanzada»	1 a 2 Mbytes	20 a 30 Mbytes
Máquina LISP (<i>Symbolics 3670</i>)	30 Mbytes	474 Mbytes
Minordenadores de tiempo impartido (<i>DEC VAX-11/787</i>)	64 Mbytes	1 Gbytes

- 1 Kb = 1.000 caracteres (tres ceros).

- 1 Mb = 1.000.000 de caracteres (seis ceros).

1 Gb = 1.000.000.000 de caracteres (nueve ceros).

Visualización de mapas de bits. La visualización en una máquina LISP es de alta resolución, pudiendo representar en pantalla muchos más caracteres al mismo tiempo, pudiendo además encender o apagar cada *pixel* individualmente. Esta capacidad es lo que se conoce como visualización de mapas de *bits*.

Teclado especializado. Poseen teclas de función especiales para programación en IA.

Ratón. Un ratón permite usar un ordenador simplemente apuntando a elementos que están en la pantalla en lugar de estar escribiendo sobre el teclado.

Comunicación. Las máquinas LISP suelen comunicarse con otros ordenadores usando redes locales o con un sistema de telecomunicaciones.

Características software

Las máquinas LISP disponen de muchas herramientas *software* para simplificar y agilizar la escritura de programas de IA. Citaremos, entre ellas:

— Lenguajes especializados, LISP y/o PROLOG.

- Editores, para introducir y/o modificar un programa.
- Depuradores, para ayudar a identificar y corregir errores en el programa.
- Herramientas de desarrollo de sistemas expertos.
- Herramientas de desarrollo de *software* inteligente, para ayudar en las distintas fases de proceso de programación, como por ejemplo las ventanas de la pantalla.

Algunas máquinas LISP

- LMI Lambda.
- Symbolics serie 3600 (3460 y 3670).
- Xeron, serie 1100 (1108 y 1132).

Tecnología avanzada por ordenadores

Los programas de IA necesitan más recursos informáticos que otros. La mayor parte de la investigación en IA está dedicada a optimizar los ordenadores para emplearlos en aplicaciones de IA. Mencionaremos a continuación dos grandes áreas de investigación.

Integración a escala muy grande: VLSI

La integración es el proceso de combinar componentes electrónicos en un único dispositivo compacto: *chip*. La técnica VLSI permite integrar cientos de miles de componentes en un único *chip*, dotando a los ordenadores de memoria suficientemente grande y de altas velocidades de procesamiento. Por ejemplo, el proyecto japonés de quinta generación espera desarrollar ordenadores con memorias de 1.000 gigabytes (1.000.000.000.000 de caracteres) y velocidades de mil millones de inferencias lógicas por segundo. Cada inferencia lógica contiene de 100 a 1.000 instrucciones de ordenador.

Procesamiento paralelo

Los ordenadores, que parece que están haciendo muchas cosas al mismo tiempo, en realidad realizan las acciones en secuencia, de una en una (procesamiento secuencial). Uno de los objetivos de investigación en ordenadores es incrementar las velocidades de cálculo, y uno de los métodos para lograrlo es ejecutar más de un proceso al mismo tiempo (procesamiento paralelo). Este camino es posible hoy día, dado que el coste de las técnicas VLSI han hecho de los procesadores uno de los componentes más baratos de un ordenador.

El proyecto de arquitectura avanzada de ordenadores de la Compañía de Tecnología de Ordenadores y Microelectrónica (MCC), consorcio de 21 compañías americanas, está investigando formas de representar el conocimiento humano para mejorar el almacenamiento y recuperación de una información en una base de datos, para incorporar las tecnologías de IA al diseño de ordenadores y para mejorar el procesamiento paralelo. Este proyecto durará diez años y se centra en los siguientes puntos:

- Sistemas basados en conocimiento/IA.
- Gestión de sistemas de base de datos.
- Tecnología de factores humanos.
- Procesamiento paralelo.