

Sistemas basados en conocimiento usando Prolog

Prolog

Knowledge-based Systems using Prolog

Zenaida García Valdivia^{1*}, Isis Bonet Cruz¹, Pedro Piñero Pérez²
y Maikel León Espinosa¹

¹ Departamento de Ciencia de la Computación, Universidad Central de Las Villas, Carretera a Camajuaní km 5 ½, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

² Departamento de Inteligencia Artificial, Universidad de las Ciencias Informáticas, Carretera a San Antonio de los Baños, km 2 ½, Boyeros, La Habana, Cuba

*Autor para la correspondencia: zgarcia@uclv.edu.cu

Resumen

En este trabajo se exponen algunos de los resultados alcanzados en la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas en cuanto al uso de un lenguaje de Programación Lógica (Prolog) en la elaboración de Sistemas Basados en Conocimiento para diferentes áreas del saber como son la medicina, soldadura, educación, sistemas eléctricos de potencia, entre otros. Todos los sistemas elaborados utilizan el paradigma de la programación lógica para la representación del conocimiento de los expertos en los temas en cuestión y además hacen uso de entornos agradables a los usuarios a través de interfaces visuales elaboradas en ambientes de programación para súper lenguajes o utilizan un conjunto de herramientas para la elaboración de sistemas sobre la Web.

Palabras clave: Programación Lógica, Prolog, Sistemas Basados en Conocimiento.

Abstract

Some of the results achieved at the Central University "Marta Abreu" of Las Villas are presented in this work concerning the use of a Logical programming language (Prolog) in the elaboration of Knowledge-based systems for different knowledge areas such as medicine, welding, education, electrical systems of power. All the elaborated systems use the logical programming paradigm for the representation of the experts' knowledge on the subjects in question. They also use visual surroundings pleasant for the users through visual interfaces elaborated in programming environments for super languages or they use a group of tools for the elaboration of the systems on the web.

Key words: Knowledge-Based Systems, Logic Programming, Prolog.

Introducción

Los Sistemas basados en Conocimiento (SBC) están compuestos por dos elementos básicos: la Base de Conocimiento (BC), que contiene el conocimiento sobre el problema y la Máquina de Inferencia (MI), que contiene los métodos para manipular dicho conocimiento. Se puede ver entonces al Sistema Basado en Conocimiento como un modelo computacional: $SBC = BC + MI$ (Covington, 2002).

La BC almacena el conocimiento en una determinada notación, conocida como forma de representación del conocimiento (FRC), lo cual constituye el formalismo de este modelo. La MI, por su parte, implementa los métodos de solución del

problema (MSP). Un SBC es entonces: $SBC = FRC + MSP$.

Como se ha visto, el SBC es un modelo computacional nuevo. La independencia de sus dos componentes permite modificar una de ellas sin alterar la otra (Bratko, 2000).

Es posible utilizar el lenguaje de Programación Lógica -Prolog- para implementar SBC (Colmerauer, 1990), en este caso se utiliza como MSP una búsqueda a ciegas "Primero en profundidad" con una dirección de búsqueda dirigida por objetivos. El programador solo se ocupa de escribir los programas que darán solución a su problema constituyendo estos la BC, que a su vez, utiliza a la programación lógica como FRC.

Materiales y Métodos

En la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas la Programación Lógica se imparte como una asignatura de la Licenciatura en Ciencia de la Computación y se realiza un trabajo de curso perteneciente a la disciplina Práctica Profesional, donde los estudiantes de cuarto año se enfrentan a la solución de problemas reales utilizando Prolog, varios de estos trabajos a su vez consisten en la creación de Sistemas de Enseñanza Basados en Conocimiento.

Elaborar un SBC con Prolog requiere de un esfuerzo de programación, debido a que es necesario dominar el paradigma de la programación lógica (Sterling, 1994), el cual no es muy popular en Cuba. Sin embargo esto no constituye un problema cuando se cuenta con grupos de estudiantes de la carrera de Ciencia de la Computación pues como parte de su plan de estudio tienen que realizar trabajos de curso utilizando este paradigma de programación. Además se tuvieron en cuenta las siguientes ventajas del lenguaje:

- Problemas complejos se resuelven con facilidad (Kowalski, 1974).
- Los programas se mantienen sin dificultad en su ciclo de vida (Scherer, 2004).
- Obliga al programador a especificar una descripción bien estructurada del problema (Ghezzi, 1998).
- Tiempo corto de desarrollo (Peri, 2003).
- Fácil de aprender, de leer y de modificar (Colmerauer, 1982).
- Fácil manipulación de estructuras de datos complejas (listas, árboles, grafos, etc) (Blackburn, 2001).
- El número de líneas de programas es generalmente una fracción de las requeridas en C, Pascal o Basic (Labra, 1998).

Por estas razones es que en la búsqueda de problemas reales por parte de los profesores que dirigen a los estudiantes en la realización de estos trabajos surgió la idea de aprovechar los resultados de los mismos elaborando SBC donde se contara con la disposición de expertos en diferentes áreas del saber y que además fuera factible el uso del Prolog.

De esta forma se han desarrollado varios sistemas, todos ellos contando con el apoyo de especialistas, pero implementados por los estudiantes y dirigidos por sus profesores, se especifican algunos de los sistemas a continuación:

- Detección de embarazo ectópico.
- Identificación de las fallas en motores de corriente directa.
- Identificación de las fallas en generadores de corriente directa.
- Identificación de las fallas en motores de corriente alterna monofásico y trifásico.
- Estimación de la forma de onda de corriente de excitación, voltaje de fase y línea y de flujo.
- Estimación del lugar de falla procedente de los relés operados e interruptores disparados en un sistema eléctrico de potencias.

- Habilidades matemáticas en cada uno de los grados del nivel primario (de primero a sexto grado).
- Reconocedor de números enteros para la enseñanza de nivel primario.
- Software para preescolar.
- Clasificación de problemas de Física (Centro de Estudio de Educación de la UCLV).
- Conjugador de verbos franceses (Escuela de Idiomas de Santa Clara).
- Clasificación del enemigo (Escuela Provincial de Preparación para la Defensa de Villa Clara).
- Clasificación en Ingeniería Militar (Escuela Provincial de Preparación para la Defensa de Villa Clara).
- Análisis del límite de funciones de una variable.
- Integrador de funciones.
- Derivador de funciones.
- Determinar si un subconjunto es un subespacio vectorial.
- Toma de decisiones en mezclas para soldadura.
- Modelo del estudiante usando Redes Bayesianas.
- Software educativo para la enseñanza de protocolos de Seguridad Informática.
- Diagnóstico en Psicología.
- Determinar el factor de riesgo para ser adicto.
- Redes Bayesianas para Modelo del Estudiante.
- Clasificación de problemas de Física.

Los sistemas elaborados utilizan el paradigma de la programación lógica para la representación del conocimiento de los expertos en los temas en cuestión (Bueno, 2000). Ante la potencialidad visual y de interfaz con los usuarios que muestran los súper lenguajes y las facilidades intrínsecas a las plataformas WWW, se han desarrollado entornos visuales agradables a los usuarios sobre Borland Delphi y se han desarrollado aplicaciones para la Web.



Resultados y Discusión

SBC para Ingeniería Eléctrica

Estimación del lugar de falla a partir de la protección de operaciones en un sistema eléctrico de potencias. (Fue realizado por una estudiante de alto aprovechamiento académico durante los años 98 y 99, el software formalizó el contenido que se abordaba en una tesis de Maestría de Ingeniería Eléctrica)

Sirve para:

La docencia de la asignatura Protecciones.

Entrenar al personal técnico de los Despachos de Carga del Sistema Eléctrico de Potencia, en el análisis de la operación de las protecciones.

Identificación de las fallas en motores de corriente directa.

Identificación de las fallas en generadores de corriente directa.

Identificación de las fallas en motores de corriente alterna monofásico y trifásico.

Estimación de la forma de onda de corriente de excitación, voltaje de fase, de línea y de flujo.

SBC para Química (Licenciatura e Ingeniería) y Mecánica

Software para el diseño y confección de mezclas metalúrgicas

Uso docente para:

Estudio de balances de masa y estequiométricos.

Desarrollo de materiales para soldar.

Importancia para la defensa del país pues se pueden analizar las mezclas de sólidos piroexplosivos y otras de índole militar.

Toma de decisiones en el diseño de mezclas metalúrgicas.



SBC para Ciencias Médicas

Diagnóstico y tratamiento de embarazo ectópico (Desarrollado por una estudiante en su trabajo de curso y culmina como trabajo de diploma en el 2003):

Uso docente en el pregrado y postgrado.

Posee un sistema de ayuda a los estudiantes de medicina donde se describen las características de los datos de entrada y los temas de ginecología asociados a ellos.

Le permite al MGI realizar o confirmar un diagnóstico de embarazo ectópico.

Se comprobó la factibilidad del software obteniéndose un 97,78% de diagnósticos exitosos.

SBC para Idioma Francés

Uso docente.

Traductor de verbos.

Conjuga los verbos en tres tiempos: Presente, Pasado Simple y Futuro, según las reglas gramaticales.

SBC para Matemática

(Nivel Primario)

Habilidades matemáticas en los grados segundo, tercero, cuarto, quinto y sexto.

Reconocedor de números enteros y sus numerales (Se elaboró a través del examen de premio de la asignatura Programación Lógica en el 2001, perfeccionándose con un trabajo de curso en el 2002. En el 50 Aniversario de la UCLV fue utilizado en un concurso de habilidades con niños).

(Nivel superior)

Límite de funciones (Su primera versión fue parte de una tesis de doctorado defendida en 1993, trabajos de diplomas de 1988, 1989, 1994 y 2003). Obtiene relevante en el XV Forum de Ciencia y Técnica en la provincia de Villa Clara.

Calcula límites de funciones de una variable.

Explica la estrategia seguida en la solución del ejercicio.

Visualiza el comportamiento gráfico de la función.

Posee ejercicios con alternativas de solución.

Otros productos de software elaborados:

Software educativo para la enseñanza de protocolos de Seguridad Informática.

Diagnóstico en Psicología.

Determinar el factor de riesgo para ser adicto.

Redes Bayesianas para Modelo del Estudiante.

Clasificación de problemas de Física.

Todos los sistemas implementados constituyen medios de enseñanza del lenguaje de Programación Lógica PROLOG, los cuales han sido utilizados en el desarrollo de esta asignatura (Pregrado) en Cuba, México y Colombia.

La metodología desarrollada y probada a través de estos productos de software ha permitido impartir postgrado en Cuba y en el exterior (España, México y Colombia).

Entrenador inteligente LIM 1.0

Trabajo de Diploma en el cual se presentan los fundamentos pedagógicos para el diseño e implementación de un entrenador, LIM versión 1.0, sobre límite de funciones de una variable real, así como sus características y facilidades de uso. El entrenador inteligente para la enseñanza del límite de funciones de una variable, LIM 1.0 surge como una modificación de LICF (versión 2.0) un software que fue desarrollado para que se ejecutara a través del sistema operativo MS-DOS.

LIM permite resolver ejercicios para calcular límites de funciones de una variable y explica la estrategia seguida por el experto en la solución de estos y presenta gráficas de las funciones bajo análisis. Está realizado para ejecutarse en el sistema operativo Windows y la interfaz del usuario es más amigable y sencilla permitiendo que el usuario pueda asimilar más rápido su uso. Incluye facilidad de presentar las gráficas de funciones bajo análisis (Figura 1). Explica la estrategia seguida por el experto en la solución de estos ejercicios. Facilita la enseñanza de conceptos complejos y básicos del cálculo infinitesimal. Presenta una amplia gama de ejercicios propuestos. Contiene un manual sobre definiciones y propiedades del límite. Incluye una ayuda de cómo utilizar el software.

El software educativo que se presenta puede utilizarse en cualquier tipo de curso donde se aborde el tema de límite de funciones, constituye un software abierto ya que las funciones que se analizan no son fijas. La metodología desarrollada se utiliza en la elaboración de algunos productos de software con fines docentes para otros contenidos de la Matemática (derivada e integrales).

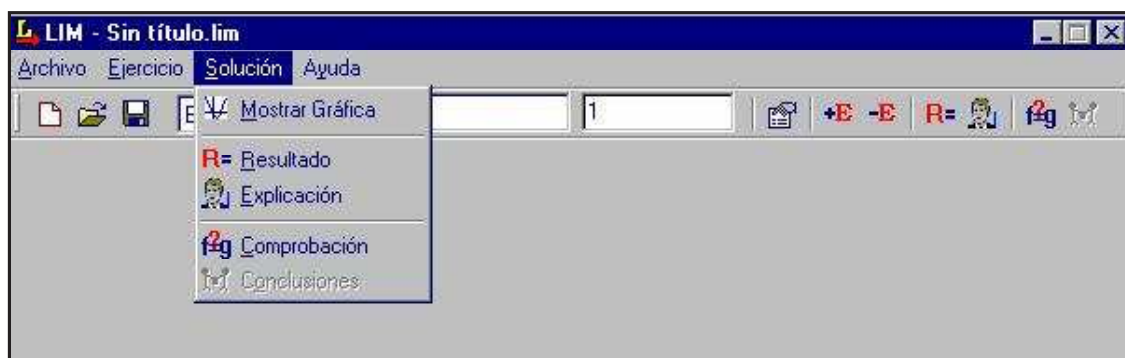


Fig. 1 a) Interfaz del usuario del SBC LIM 1.0. donde aparece la opción del menú que permite mostrar gráfica.



Fig. 1 b) Interfaz del usuario del SBC LIM 1.0. que muestra la facilidad que proporciona el sistema de presentar las gráficas de funciones bajo análisis.

Sistema Basado en el Conocimiento para la Orientación Psicológica de adolescentes y jóvenes

La preparación del hombre para la vida en correspondencia con las exigencias de la sociedad actual, demanda transformaciones esenciales en el proceso de orientación. La informatización es un medio más puesto en manos del Psicólogo para la labor de orientación.

Como trabajo de Diploma se elaboró el Sistema Basado en el Conocimiento "Orientación Psicológica", está constituido por cuatro programas orientados para el adolescente, ellos se nombran, "Decide": programa para la orientación vocacional, "Espacio para la Reflexión": programa para estimular el crecimiento personal, "Mi adolescencia": programa de ayuda para el adolescente y "Elige": para la selección vocacional de la carrera de psicología (Figura 2).



Fig. 2. Interfaz de usuario del Sistema Basado en el Conocimiento "Orientación Psicológica".

Cada programa está formado por diversas áreas, donde se le ofrece al sujeto una retroalimentación en dependencia de lo que este conteste.

El sistema es utilizado también para la enseñanza en profesionales y estudiantes en la carrera de Psicología. El Sistema Basado en el Conocimiento fue debidamente evaluado en su fase de monitoreo y los resultados de la evaluación avalan la funcionalidad del mismo para el alcance de los objetivos con que fue elaborado.

Diagnóstico y Tratamiento del Embarazo Ectópico

Como Trabajo de Diploma se diseñó e implementó un software con dos objetivos fundamentales: Diagnóstico y Enseñanza (Figura 3).

En los últimos años ha crecido la cantidad de mujeres que presentan un embarazo ectópico. Un diagnóstico tardío de esta patología, dependiendo de la localización, causa a la paciente afectaciones futuras en su fertilidad o la muerte.

Para contribuir a una mejor formación del personal médico en este tema se realizó una aplicación que diagnostica la presencia de embarazo ectópico o no, lo clasifica en complicado o no complicado y propone un tratamiento, conociendo los datos de la paciente, que será de utilidad en la enseñanza de este tema de la Gineco-Obstetricia. Es un sistema experto híbrido, que consta de un módulo basado en casos, interpretativo, con el que se trata de realizar el diagnóstico al principio y si este no puede hacerlo de forma eficiente lo diagnostica un sistema basado en reglas (Nadathur, 1995).

Este software es, sin dudas, un ejemplo de cómo el uso de técnicas de Inteligencia Artificial permiten un modelado computacional de procesos de la vida común como lo es un diagnóstico, y facilitan la enseñanza asistida por computadora.

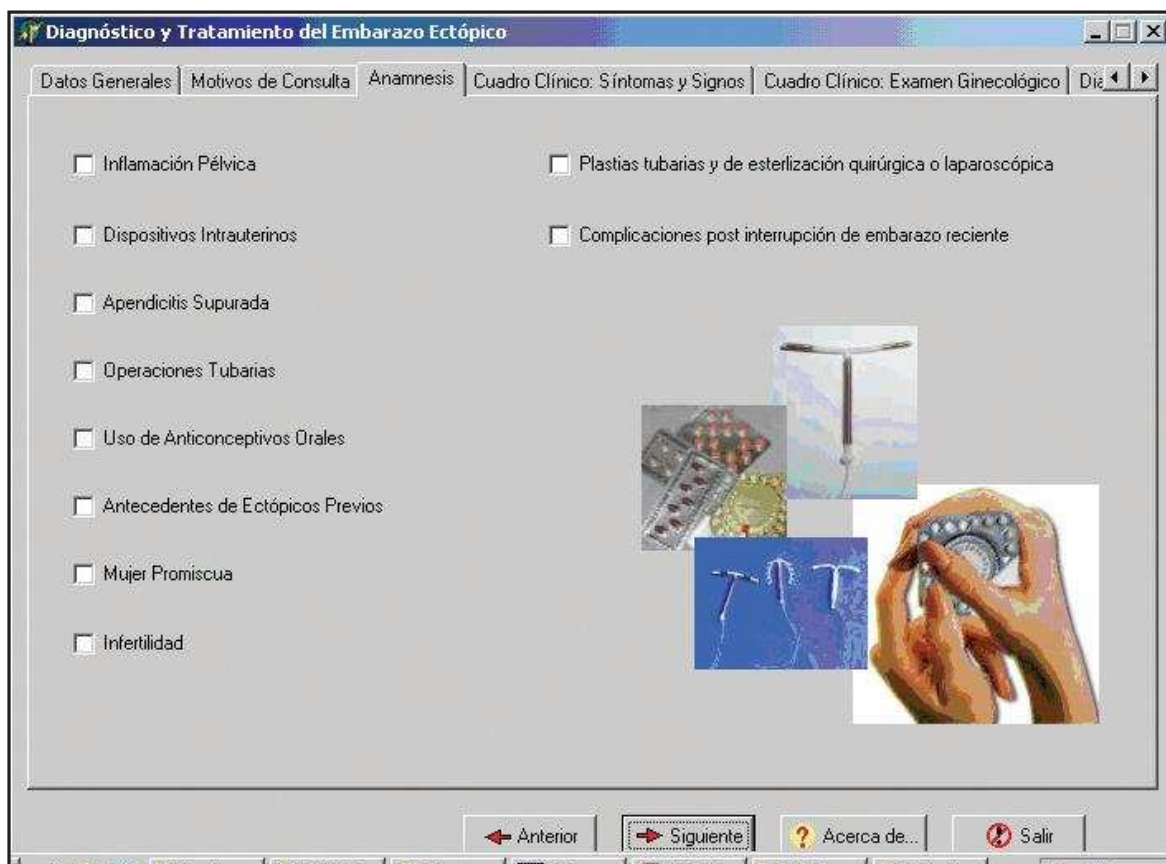


Fig. 3. Interfaz de usuario del Sistema para el Diagnóstico y Tratamiento del Embarazo Ectópico.

Conclusiones

Con la elaboración de los Sistemas Basados en Conocimiento usando Prolog, se ha podido mejorar la impartición de la asignatura Programación Lógica de la carrera de Ciencia de la Computación, pues ha permitido profundizar en las características del lenguaje, así como contar con una diversidad de ejemplos de gran utilidad como medios de enseñanza. Se ha logrado motivar al estudiante en el uso de este lenguaje para resolver problemas reales, varios de ellos vinculados a proyectos de investigación, integrándose a equipos de trabajo donde se incluyen los expertos de diferentes áreas del saber.

A partir del curso académico 2000-2001 todos los estudiantes de 4to año de Ciencia de la Computación se enfrentan a la solución de problemas reales, elaborando este tipo de sistemas. Muchos de estos productos de software se utilizan para la enseñanza de otras materias.

Como resultado de estos trabajos se cuenta con una metodología para la elaboración de dichos sistemas. La metodología está siendo utilizada en la UCLV para elaborar nuevos SBC y en la Universidad de las Ciencias Informáticas para el desarrollo de Sistemas Expertos y de ayuda a la toma de decisiones en general. Un ejemplo de esto lo constituye la Plataforma inteligente para la ayuda a la toma de decisiones, que en la cuarta parte de sus trece módulos utiliza dicha metodología.

Los sistemas elaborados tienen buena aceptación, aplicación inmediata y algunos han recibido premios en eventos científicos (Pedagogía 2003 del MINED en Santa Clara, X Exposición Nacional Forjadores del Futuro, Forum Ramal del MES 2004, entre otros).

Referencias

- Colmerauer, A.: An Introduction to Prolog. Communications of the ACM, 1990.
- Sterling L, S.E.: The Art of Prolog. MIT Press, 1994.
- Francisco Bueno, M.C., Pedro López, and Daniel Cabeza: Logic Programming: Theory, practice, and implementation. 2000.
- Nadathur G, M.D.: Higher-order Logic Programming. Handbook of Logic in Artificial Intelligence and Logic Programming. Oxford Univ. Press., 1995.
- Bratko, I.: Prolog Programming for Artificial Intelligence. Wesley Reading, 2000: p. 27-63.
- Covington, M.A.: Some Coding Guidelines for Prolog. Artificial Intelligence Center, The University of Georgia, 2002.
- Patrick Blackburn, J.B., Kristina Striegnitz: Learn Prolog Now! 2001.

Colmerauer, A.: Prolog and Infinite Trees. Logic Programming. Academic Press, 1982.

Kowalski, R.: Predicate Logic as a Programming Language. In Information Processing, 1974.

Jorge A. Peri, D.L.G.: Un intérprete Prolog con fines educativos. 2003.

Ghezzi C., M.J.: Programming Language Concepts. 1998.

Scherer, F.E.G.: Artificial Intelligence and The Law: How to Develop a Rule-Based Legal Expert System in Prolog. 2004.

Labra, J.: Programación práctica en Prolog. 1998.