

Sistema Experto para el Diagnóstico de Enfermedades

Wilmer Garzón-Alfonso

Departamento de Ingeniería Eléctrica y de Computadoras
Universidad de Puerto Rico, recinto Mayagüez
Mayagüez, Puerto Rico 00681-5000
wilmer.garzon@ece.uprm.edu

RESUMEN

En las década de los 50's Alan Turing¹ comenzó a dar los primeros pasos en el área de Inteligencia Artificial, utilizando el hardware desarrollado hasta ese momento. Tiempo después, Edward Feigenbaum² y otros programadores en la Universidad de Stanford desarrollaron "Dendral", éste fue un sistema experto que tenía por objetivo estudiar un compuesto químico. Con el pasar del tiempo se han desarrollado muchos sistemas en diferentes campos, los cuales permiten imitar el pensamiento de un experto humano a partir de un conocimiento.

En este trabajo se presenta un sistema experto el cual permite diagnosticar cuatro tipos de enfermedades: el dengue, la gripa AH1N1, la meningitis y la gripa simple. El diagnóstico se logra a partir de una serie de preguntas que se realizan al paciente; con base en las respuestas brindadas se logra determinar los síntomas que presenta el paciente.

El sistema fue desarrollado en CLIPS, esta herramienta provee un entorno de desarrollo para la producción y ejecución de sistemas expertos. Además, permite manejar una amplia variedad de conocimiento, definir las reglas donde se asocian los síntomas con cada una de las enfermedades, entre otros. El sistema experto a partir de los datos ingresados por el paciente y de las reglas, utiliza el motor de inferencia para hacer el diagnóstico correcto.

Palabras Clave: Diagnóstico médico, CLIPS, sistema experto.

I. INTRODUCCIÓN

Con la rápida de evolución de la tecnología, se han realizado avances notables para lograr mejorar la calidad de la salud de los seres humanos. Como era de esperar, en la salud también se han desarrollado sistemas expertos.

Existen sistemas expertos que permiten detectar infecciones a partir de exámenes de sangre, cultivos de bacterias; otros permiten hacer el

diagnóstico médico y formulación de medicamentos, a partir de los síntomas que reporta el paciente. Lo anterior es por mencionar algunos de los sistemas expertos desarrollados en el campo de la medicina.

El objetivo del sistema experto descrito en este documento, es permitir el correcto diagnóstico a partir de los síntomas del paciente, y detectar alguna de las siguientes enfermedades: dengue, gripa AH1N1, meningitis y gripa simple.

¹ Alan Turing, (1912-1954) fue matemático, informático teórico, criptógrafo y filósofo inglés. Puede ser considerado el padre de la Inteligencia Artificial (IA), aunque este nombre no se usase hasta después de 1956.[1]

² Feigenbaum, (Nació el 20 de enero de 1936, Weehawken, Estados Unidos) es un científico de la computación que trabaja en el área de la IA. Frecuentemente se le llama "El Padre de los Sistemas Expertos".[2]

El sistema experto fue desarrollado utilizando la herramienta CLIPS, en ésta se definieron las reglas con base en la información recolectada sobre los síntomas de cada una de las cuatro enfermedades. En caso de querer diagnosticar más enfermedades se deben definir las reglas en la base de conocimiento sobre el programa ya creado.

Este documento técnico está organizado de la siguiente manera. La sección II informa sobre la situación actual de sistemas expertos de diagnóstico médico. En La sección III se da una breve introducción al mundo de CLIPS. La sección IV describe la metodología que se llevo a cabo para el desarrollo del sistema experto. En la sección V se presentan detalles del desarrollo realizado. Luego en la sección VI, se mencionan algunos de los resultados obtenidos. Finalmente, la sección VIII presenta algunas conclusiones.

II. SITUACIÓN ACTUAL

En el mercado se encuentran varios sistemas expertos para el diagnóstico médico. Muchos médicos practicantes o estudiantes de los últimos semestres utilizan este tipo de aplicaciones, debido a que les permite tener una “ayuda” al momento de la consulta médica. La fiabilidad de estos sistemas es un factor importante, por lo que la decisión final beneficiará al paciente luego del diagnóstico, jamás se desea que el paciente salga perjudicado por un mal diagnóstico del sistema experto.

Diagnos^{MD} [3], es un sistema experto desarrollado en España, según sus autores, es una potente herramienta de utilidad continúa en la consulta, que ayuda al diagnóstico al combinar un conjunto de datos (síntomas, signos, resultados analíticos anormales, datos de Rx, etc) con el país, sexo y edad del paciente, ofreciendo con criterio un listado de enfermedades posibles, con potentes herramientas para afinar en el diagnóstico.

En ese sistema, esta presente que el caso clínico puede variar dependiendo del país, razón por la cual la información del país es relevante al momento de generar el diagnóstico, esto es importante para determinar posibles infecciones.

Differential Diagnosis [4], es una herramienta capaz de realizar diagnósticos evaluando los síntomas de un paciente. Si los síntomas son específicos, el programa identifica con gran exactitud el mal o la enfermedad. De lo contrario presentará un listado con todas las enfermedades posibles.

La última aplicación que se mencionará en este escrito es *YourDiagnosis* [5], la cual a diferencia de las anteriores ésta funciona en línea. Este sistema hace un análisis complejo de toda la información recopilada acerca de los síntomas del paciente y elabora una lista de todos los diagnósticos médicos posibles y probables a través de la web.

Los sistemas mencionados anteriormente no son de libre uso, algunos ofrecen una versión de evaluación, la cual permite conocer un poco más del sistema a los interesados, antes de que estos decidan a comprarlo.

III. “CLIPS“

CLIPS es un acrónimo de “C Language Integrated Production System” (Sistema De Producción Integrado en Lenguaje C). Como indica el acrónimo es un lenguaje programado en C, tiene comunicación con otros lenguajes como C y ADA y mantiene similitudes al lenguaje C y LISP [6].

CLIPS permite manejar una amplia variedad de conocimiento, soportando tres paradigmas de programación: el declarativo, el imperativo, y el orientado a objetos. La programación lógica basada en reglas, permite que el conocimiento sea representado como reglas heurísticas que especifican las acciones a ser ejecutadas dada una situación.



Figura 1. Arquitectura de un sistema de producción en CLIPS

La arquitectura de CLIPS, tiene tres componentes tal como se observa en la figura 1.

La BH también conocida como memoria de trabajo representa conocimientos del dominio sobre el problema (datos, hechos establecidos y metas a alcanzar). El MI razona sobre el conocimiento del problema y sobre su solución. Determina cómo se aplican las reglas. La BR representa conocimientos sobre cómo conseguir la solución del problema en forma de reglas de producción “SI <A> ENTONCES ”.

Como estrategia de inferencia, CLIPS utiliza encadenamiento hacia delante (dirigido por el antecedente o “forward chaining”):

- Se parte de unos hechos particulares (el contenido de la BH).
- Se buscan reglas cuyo antecedente esté satisfecho por esos hechos (BH).
- Se modifica la BH ejecutando las acciones del consecuente de alguna de las instancias de reglas.

Luego de conocer la arquitectura, la sintaxis, algunas funciones de CLIPS, se procede a encontrar las relaciones entre los síntomas y cada una de las cuatro enfermedades.

IV. METODOLOGÍA

Primero se conoció un poco más de la herramienta CLIPS, utilizando tutoriales y algunos de los ejemplos disponibles, con lo que se logró entender y comprender un poco más el funcionamiento.

Este proceso de aprendizaje de la herramienta requirió tiempo, por lo que implicaba conocer un poco más en detalle cual es la forma en que trabaja CLIPS, al igual que su sintaxis, y la forma de programación basada en reglas.

Antes de comenzar el diseño del sistema experto, se debía tener más información relacionada con las enfermedades que se diagnosticarían. Para lo cual, fue necesario visitar el departamento de servicios médicos de la universidad donde se logró recopilar información relacionada con los

síntomas para cada una de las cuatro enfermedades a diagnosticar. Luego se crearon las reglas y se realizó la implementación en la herramienta CLIPS.

V. SOLUCIÓN PLANTEADA

Nuestro sistema tiene en total doce posibles síntomas. En la figura 2 se observa la relación entre los síntomas y cada una de las posibles enfermedades.

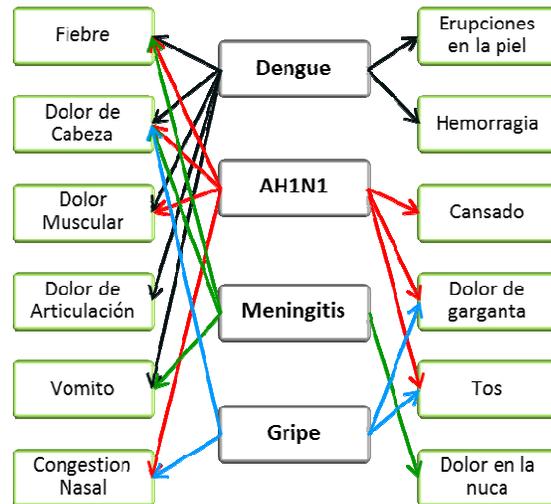


Figura 2. Relación entre los síntomas y las enfermedades

A partir de las relaciones se definen y se formalizan las reglas y los hechos de nuestro sistema en CLIPS. En la figura 3, se ve una de las reglas definidas. Para definir las reglas se comienza con la palabra reservada *defrule* y para crear un hecho se utiliza la instrucción *assert*. En esta parte del código también se hace un llamado a la función *tiene fiebre* la cual espera un parámetro (Ver Figura 4).

```
(defrule determine-estado-fiebre ""
  (estado-general salud fiebre)
  (not (estado-fiebre salud ?))
  (not (diagnostico ?))
  =>
  (if (tiene_fiebre "Ingrese su temperatura en
    grados centigrados:")
    then (assert (estado-fiebre salud fiebre))
  else
    (assert (estado-fiebre salud no-fiebre))
  )
)
```

Figura 3. Regla definida en CLIPS

Las funciones se definen comenzando con la palabra *deffunction* y estas se pueden diseñar para recibir parámetros, tal como se muestra en el ejemplo de la figura 4.

De forma similar, se definieron todas las reglas, los hechos y todas las funciones necesarias para satisfacer las condiciones del problema.

```
(deffunction tiene_fiebre (?pregunta)
  (printout t ?pregunta)
  (bind ?temperatura (read))
  (if (> ?temperatura 39)
    then TRUE
    else FALSE)
)
```

Figura 4. Función en CLIPS

La depuración paso a paso en CLIPS fue un gran problema, debido a que no es fácil ver lo que sucede con el código en tiempo de ejecución, esto es una desventaja de CLIPS frente a los otros entornos de desarrollo, pero se debe a que la forma de programar es un paradigma diferente al imperativo y al orientado a objetos.

VI. RESULTADOS

Se realizaron pruebas con datos aleatorios, y se garantizó el correcto diagnóstico para cada uno de los casos. Cuando la información de los síntomas ingresados por el paciente no se ajusta a ninguna de las enfermedades de la base del conocimiento, se informa al usuario:

“Estimado(a) Paciente: Lo sentimos, no hay enfermedades asociadas a sus síntomas por favor diríjase al centro de salud más cercano”.

Esto se debe a que solamente se tienen las reglas para cuatro enfermedades. En caso contrario cuando se puede diagnosticar una enfermedad a partir de los síntomas, el sistema le informa al usuario:

“Estimado(a) Paciente: Usted puede tener Meningitis. Visite al médico de inmediato”

Como se ha mencionado, nuestro sistema permite el diagnóstico para cuatro enfermedades, en caso de querer diagnosticar otras enfermedades, se

deben crear las reglas para cada una de estas en relación con los síntomas.

Nuestro diagnóstico es excluyente, es decir el sistema está diseñado para diagnosticar solamente una enfermedad a la vez por paciente. Por otro lado, el diagnóstico se realiza si la enfermedad cumple con todos los síntomas que se definieron en las reglas.

VII. CONCLUSIONES

Se trabajó sobre CLIPS, la cual es una excelente herramienta para el diseño y desarrollo de sistemas expertos. Se conoció otra forma de programar apoyado en reglas, al comienzo causó gran impacto debido a que esta forma de programar no es la usual.

Se conoció un poco más acerca del funcionamiento de esta herramienta, sobre la arquitectura y como a partir de los hechos el motor de inferencia logra llegar a alguna solución.

El sistema desarrollado permite el diagnóstico correcto de enfermedades como el dengue, gripa AH1N1, meningitis y la influenza normal.

Para adicionar nuevas enfermedades, basta con revisar si los síntomas actuales permiten diagnosticarlas, en caso contrario se formalizan los nuevos síntomas y en cualquiera de los casos se definen las reglas.

VIII. REFERENCIAS

- [1] <http://www.imagia.com.mx/hmm/va/Turing.htm>
- [2] http://es.wikipedia.org/wiki/Edward_Feigenbaum
- [3] <http://www.diagnosmd.com/>
- [4] <http://differential-diagnosis-tool.softonic.com/palm>
- [5] <http://www.yourdiagnosis.com/>
- [6] Gómez, A., Corroto, A., Bermejo, I., “Sistemas de Producción en Clips”, Universidad Carlos III, España.
- [9] <http://www.plg.inf.uc3m.es/>
- [10] <http://www.ingenieria.uady.mx/webiblioteca/sistemasinteligentes/Tema01/Aplicaciones.htm>

- [11]<http://www.diagnosmd.com/index.php>
- [12]<http://differential-diagnosis-tool.softonic.com/palm>
- [13]<http://www.yourdiagnosis.com/>

- [14]<http://www.grupoalianzaempresarial.com/inteligenciaartificial.htm>

- [15]<http://www.diagnosmd.com/presc.php>

- [16]<http://www.monografias.com/trabajos10/exper/exper.shtml>