

SISTEMA EXPERTO: DETECCION DE CANCER

Manuel Alberto Sánchez Vega
Estudiante Ing. Informática
Universidad Nacional De Trujillo
betto_13_31@hotmail.com

Miguel Ángel Campos Pulido
Estudiante Ing. Informática
Universidad Nacional De Trujillo

RESUMEN

La creación de este sistema experto es para detectar tipos de cáncer a partir de un conjunto de síntomas, lo cual permitirá sugerir un tratamiento personalizado para cada paciente, también ayudara en diferentes áreas de aplicación para su mejor conocimiento de estas, para esto primero explicaremos cómo funcionan los sistemas expertos y su implementación en PROLOG.

PALABRAS CLAVES

Sistema Experto, Arquitectura y Funcionamiento, Base de Conocimientos, Motor de Inferencias, Interfaz con el Usuario, Modulo de Explicación, Modulo de Adquisición, PROLOG.

1. INTRODUCCION

Desde hace algún tiempo los problemas más recurrentes con los que se enfrenta la medicina son la falta de tecnología en la detección de enfermedades muy específicas. Con esto podemos establecer que uno de los bienes mejor valuados es el conocimiento humano, y con esto la capacidad de tomar decisiones y de aportar un punto de opinión. En la actualidad, con la ayuda de personas especializadas podemos crear un sistema que simule la evaluación de las mismos a través del estudio de cierta situación. A esto se le conoce como sistema experto.

Los sistemas expertos forman parte de la ciencia de la computación y dentro de ésta se ubican en la rama de la

inteligencia artificial. Los SE son programas que reproducen el proceso intelectual de un experto humano en un campo particular, pudiendo mejorar su productividad, mejor calidad de atención al paciente, así ahorrando tiempo y dinero.

Antes de la aparición del ordenador, el hombre ya se preguntaba si se le arrebataría el privilegio de razonar y pensar. En la actualidad existe un campo dentro de la inteligencia artificial al que se le atribuye esa facultad: el de los sistemas expertos. Estos sistemas permiten la creación de máquinas que razonan como el hombre, restringiéndose a un espacio de conocimientos limitado. En teoría pueden razonar siguiendo los pasos que seguiría un experto humano (médico, analista, empresario, etc.) para resolver un problema concreto.

1.1 Usos de un Sistema Experto

El uso de Sistemas Expertos será adecuado allí donde los expertos dispongan de conocimientos complejos en un área estrechamente delimitada, donde no existan algoritmos elaborados (o donde los existentes no puedan solucionar algún problema) y no existan teorías completas.

Otro uso es allí donde hay teorías, pero resulta prácticamente imposible analizar todos los casos teóricamente imaginables mediante algoritmos y en un espacio de tiempo razonable.

Según la clase de problemas hacia los que estén orientados, podemos mencionar algunos campos en los que se utiliza un SE, entre los que cabe destacar diagnóstico, pronóstico, planificación, reparación e instrucción.

- ✓ **Los sistemas de diagnóstico** siguen un proceso de búsqueda de las razones del funcionamiento incorrecto de un sistema a partir de la información disponible. Aquí se podrían tener en cuenta tanto aplicaciones de diagnóstico médico como de averías.
- ✓ **Los sistemas de pronóstico** deducen consecuencias posibles a partir de una situación. Su objetivo es determinar el curso del futuro en función de información sobre pasado y presente.
- ✓ **Sistemas de planificación**, pudiéndose encontrar aplicaciones en este área, que establecen una secuencia de acciones a realizar encaminadas a la consecución de una serie de objetivos.
- ✓ **Un sistema de instrucción** (Sistema Experto para formación) realiza un seguimiento del proceso de aprendizaje de un estudiante.

1.2. Arquitectura y Funcionamiento de un SE

No existe una estructura de sistema experto común. Sin embargo, la mayoría de los sistemas expertos tienen unos componentes básicos: base de conocimientos, motor de inferencia, base de datos e interfaz con el usuario. Muchos tienen, además, un módulo de

explicación y un módulo de adquisición del conocimiento.

1.2.1. Base de Conocimientos

La base de conocimientos contiene el conocimiento especializado extraído del experto en el dominio. Es decir, contiene conocimiento general sobre el dominio en el que se trabaja. El método más común para representar el conocimiento es mediante reglas de producción. El dominio de conocimiento representado se divide, pues, en pequeñas fracciones de conocimiento o reglas SI ENTONCES . . . Cada regla constará de una parte denominada condición y de una parte denominada acción, y tendrá la forma:

SI condición ENTONCES acción. Como ejemplo se puede considerar la siguiente regla médica:

SI el termómetro marca 40º

Y el termómetro funciona correctamente

ENTONCES el paciente tiene fiebre

Una característica muy importante es que la base de conocimientos es independiente del mecanismo de inferencia que se utiliza para resolver los problemas. De esta forma, cuando los conocimientos almacenados se han quedado obsoletos, o cuando se dispone de nuevos conocimientos, es relativamente fácil añadir reglas nuevas, eliminar las antiguas o corregir errores en las existentes.

1.2.2. Base de Datos

La base de datos o base de hechos es una parte de la memoria del ordenador que se utiliza para almacenar los datos recibidos inicialmente para la resolución de un problema. Contiene conocimiento sobre el caso concreto en que se trabaja. También se registrarán en ella las

conclusiones intermedias y los datos generados en el proceso de inferencia. Al memorizar todos los resultados intermedios, conserva el vestigio de los razonamientos efectuados; por lo tanto, se puede utilizar explicar las deducciones y el comportamiento del sistema.

1.2.3. Motor de Inferencias

El motor de inferencias es un programa que controla el proceso de razonamiento que seguirá el sistema experto. Utilizando los datos que se le suministran, recorre la base de conocimientos para alcanzar una solución. La estrategia de control puede ser de encadenamiento progresivo o de encadenamiento regresivo. En el primer caso se comienza con los hechos disponibles en la base de datos, y se buscan reglas que satisfagan esos datos, es decir, reglas que verifiquen la parte SI. Normalmente, el sistema sigue los siguientes pasos:

1. Evaluar las condiciones de todas las reglas respecto a la base de datos, identificando el conjunto de reglas que se pueden aplicar (aquellas que satisfacen su parte condición)
2. Si no se puede aplicar ninguna regla, se termina sin éxito; en caso contrario se elige cualquiera de las reglas aplicables y se ejecuta su parte acción (esto último genera nuevos hechos que se añaden a la base de datos)
3. Si se llega al objetivo, se ha resuelto el problema; en caso contrario, se vuelve al paso 1

A este enfoque se le llama también guiado por datos, porque es el estado de la base de datos el que identifica las reglas que se pueden aplicar. Cuando se utiliza

este método, el usuario comenzará introduciendo datos del problema en la base de datos del sistema.

Al encadenamiento regresivo se le suele llamar guiado por objetivos, ya que, el sistema comenzará por el objetivo (parte acción de las reglas) y operará retrocediendo para ver cómo se deduce ese objetivo partiendo de los datos. Esto se produce directamente o a través de conclusiones intermedias o subobjetivos. Lo que se intenta es probar una hipótesis a partir de los hechos contenidos en la base de datos y de los obtenidos en el proceso de inferencia.

1.2.4. Interfaz con el Usuario

El interfaz de usuario permite que el usuario pueda describir el problema al sistema experto. Interpreta sus preguntas, los comandos y la información ofrecida. A la inversa, formula la información generada por el sistema incluyendo respuestas a las preguntas, explicaciones y justificaciones. Es decir, posibilita que la respuesta proporcionada por el sistema sea inteligible para el interesado. También puede solicitar más información si le es necesaria al sistema experto. En algunos sistemas se utilizan técnicas de tratamiento del lenguaje natural para mejorar la comunicación entre el usuario y el sistema experto.

1.2.5. Módulo de Explicación

Está diseñado para aclarar al usuario la línea de razonamiento seguida en el proceso de inferencia. Si el usuario pregunta al sistema cómo ha alcanzado una conclusión, éste le presentará la secuencia completa de reglas usada. Esta posibilidad de explicación es

especialmente valiosa cuando se tiene la necesidad de tomar decisiones importantes amparándose en el consejo del sistema experto. Además, de esta forma, y con el tiempo suficiente, los usuarios pueden convertirse en especialistas en la materia, al asimilar el proceso de razonamiento seguido por el sistema. El subsistema de explicación también puede usarse para depurar el sistema experto durante su desarrollo.

1.2.6. Módulo de Adquisición

El módulo de adquisición del conocimiento permite que se puedan añadir, eliminar o modificar elementos de conocimiento (en la mayoría de los casos reglas) en el sistema experto. Si el entorno es dinámico es muy necesario, puesto que, el sistema funcionará correctamente sólo si se mantiene actualizado su conocimiento. El módulo de adquisición permite efectuar ese mantenimiento, anotando en la base de conocimientos los cambios que se producen.

1.3. Ventajas e Inconvenientes de un Sistema Experto

1.3.1. Ventajas

- ✓ Permanencia: A diferencia de un experto humano un Sistema Experto (SE) no envejece, y por tanto no sufre pérdida de facultades con el paso del tiempo.
- ✓ Duplicación: Una vez programado un SE lo podemos duplicar infinitas veces.
- ✓ Rapidez: Un SE puede obtener información de una base de datos y realizar cálculos numéricos mucho más rápido que cualquier ser humano.
- ✓ Bajo Costo: A pesar de que el costo inicial puede ser elevado, gracias a la capacidad de

duplicación el coste finalmente es bajo.

- ✓ Entornos peligrosos: Un SE puede trabajar en entornos peligrosos o dañinos para el ser humano.
- ✓ Fiabilidad: Los SE no se ven afectados por condiciones externas, un humano sí (cansancio, presión, etc).

1.3.2. Inconvenientes

- ✓ Creatividad: los humanos pueden responder creativamente a situaciones inusuales, los sistemas expertos no pueden.
- ✓ Experiencia Sensorial: los humanos tienen un amplio rango de disponibilidad de experiencia sensorial. Y los sistemas expertos actualmente dependen de una entrada simbólica.
- ✓ Degradación: los sistemas expertos no son buenos para reconocer cuando no existen respuestas o cuando los problemas están fuera de su área.
- ✓ La extracción del conocimiento es el problema más complejo que se les plantea a los ingenieros de conocimientos.

1.4. Lenguaje de Programación Usado

1.4.1. Introducción a Prolog

La Programación Lógica tiene sus orígenes más cercanos en los trabajos de prueba automática de teoremas de los años sesenta. J. A. Robinson propone en 1965 una regla de inferencia a la que llama resolución, mediante la cual la demostración de un teorema puede ser llevada a cabo de manera automática.

La resolución es una regla que se aplica sobre cierto tipo de fórmulas del Cálculo de Predicados de Primer Orden, llamadas cláusulas y la demostración de teoremas bajo esta regla de inferencia se lleva a cabo por reducción al absurdo.

La programación lógica es un paradigma de los lenguajes de programación en el cual los programas se consideran como una serie de aserciones lógicas. De esta forma, el conocimiento se representa mediante reglas, tratándose de sistemas declarativos. Una representación declarativa es aquella en la que el conocimiento está especificado, pero en la que la manera en que dicho conocimiento debe ser usado no viene dado. El más popular de los sistemas de programación lógica es el PROLOG.

La programación lógica en PROLOG.

Un programa escrito en PROLOG puro, es un conjunto de cláusulas de Horn. Sin embargo, PROLOG, como lenguaje de programación moderno, incorpora más cosas, como instrucciones de Entrada/Salida, etc.

Una cláusula de Horn puede ser ó bien una conjunción de hechos positivos ó una implicación con un único consecuente (un único termino a la derecha). La negación no tiene representación en PROLOG, y se asocia con la falta de una afirmación (negación por fallo), según el modelo de suposición de un mundo cerrado (CWA); solo es cierto lo que

aparece en la base de conocimiento ó bien se deriva de esta.

Las diferencias sintácticas entre las representaciones lógicas y las representaciones PROLOG son las siguientes:

- En PROLOG todas las variables están implícitamente cuantificadas universalmente.
- En PROLOG existe un símbolo explícito para la conjunción "y" (.), pero no existe uno para la disyunción "o", que se expresa como una lista de sentencias alternativas.
- En PROLOG, las implicaciones $p \rightarrow q$ se escriben al revés $q :- p$, ya que el intérprete siempre trabaja hacia atrás sobre un objetivo.

1.4.2. Características de Prolog

Se basa para su solución en la lógica y programación declarativa. No se especifica cómo debe hacerse, sino qué debe lograrse. Una característica importante en ProLog y que lo diferencia de otros lenguajes de programación, es que una variable sólo puede tener un valor mientras se cumple el objetivo.


El programador se concentra más en el conocimiento que en los algoritmos.

-¿Qué es conocido? (hechos, reglas)

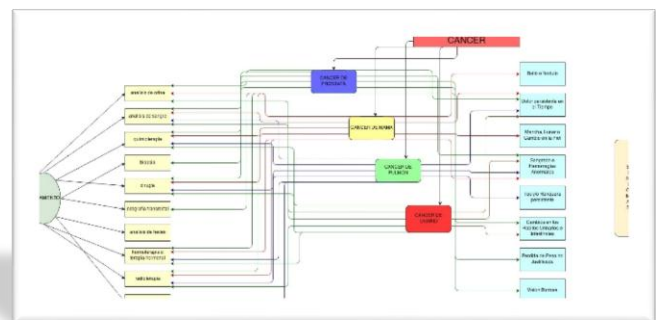
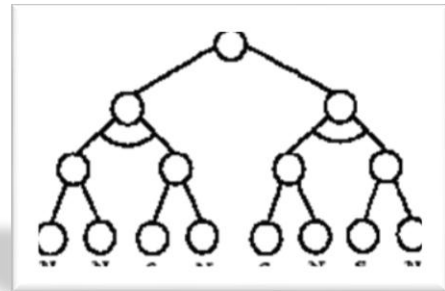
-¿Qué preguntar? (Cómo resolverlo)

En ProLog, se llega a una solución infiriéndola desde algo ya conocido.

1.4.3. Derivados de PROLOG

 **micro-PROLOG:** Inicialmente creado para microordenadores de 8 bits, popularizada a principios de la década de 1980. Fue usado en la enseñanza pública, normalmente como introducción a la programación lógica y a la Inteligencia Artificial.

El micro-PROLOG reduce al mínimo su complejidad, al objeto de ser accesible, perdiendo con ello versatilidad y potencia.



2. DETECCIÓN DE CANCER CON PROLOG

2.1 PLANTEAMIENTO Y DISEÑO

En el siguiente Sistema Experto realizado desarrollamos una aplicación con conocimiento a la informática con el fin de prestar servicios profesionales de la salud y con ella mejorar la calidad de la atención sanitaria.

Este sistema está dedicada a la detección de la enfermedad de cáncer, el análisis y en realizar una mejor toma de decisiones. El cual se tratara de aumentar la eficiencia y rendimiento de los médicos.

Se utilizó un grafo AND-OR para poder representar el conocimiento adquirido, el cual fue luego transformado a reglas de inferencia usando lógica de primer orden, utilizado por el lenguaje PROLOG.

2.2 IMPLEMENTACION

Como ya hemos mencionado para la implementación del sistema experto se utilizó el entorno de SWI – PROLOG.

Para poder implementar el sistema experto, realizamos una búsqueda de diagnósticos, el cual beneficie al sector Salud de esta manera sea capaz de identificar mediante síntomas y dar un tratamiento a enfermedades en este caso el cáncer y así ayudar a la toma de decisiones a los médicos.

 **CANCER DE MAMA**

El cáncer de mama es una proliferación maligna de las células epiteliales que revisten los conductos o lobulillos de la mama. Es una enfermedad clonal; donde una célula individual producto de una serie de mutaciones somáticas o de línea germinal adquiere la capacidad de dividirse sin control ni orden, haciendo que se reproduzca hasta formar un tumor. El tumor resultante, que comienza como anomalía leve, pasa a ser grave, invade tejidos vecinos y, finalmente, se propaga a otras partes del cuerpo.

SINTOMAS:

- Bulto o nódulo.
- Dolor persistente en el tiempo.
- Mancha, Lunar o Cambio en la Piel de forma tamaño y/o color.
- Sangrado o Hemorragias Anormales.

TRATAMIENTO:

- Análisis de Sangre.
- Cirugía.
- Radioterapia.
- Quimioterapia.
- Hormoterapia o Terapia Hormonal.

CANCER DE PROSTATA

La próstata es una glándula que se encuentra debajo de la vejiga. Su función es aportar un líquido al semen en el momento de la eyaculación.

El cáncer de próstata crece muy lentamente pero su pronto

descubrimiento es fundamental. Este tipo de cáncer no presenta síntomas en su inicio y cuando lo hace suele estar ya extendido fuera de la próstata.

SINTOMAS:

- Dolor persistente con el tiempo.
- Sangrado o hemorragias anormales.
- Cambios en los hábitos urinarios o intestinales.
- Pérdida de peso no justificada.
- Visión borrosa.

TRATAMIENTO:

- Análisis de sangre.
- Análisis de orina.
- Cirugía.
- Radioterapia.
- Quimioterapia.
- Biopsia.
- Ecografía Transrectal.
- Hormoterapia o Terapia Hormonal.

CANCER AL PULMON

El cáncer de pulmón es un conjunto de enfermedades resultantes del crecimiento maligno de células del tracto respiratorio, en particular del tejido pulmonar, y uno de los tipos de cáncer más frecuentes a nivel mundial.

El cáncer de pulmón suele originarse a partir de células epiteliales, y puede derivar en

metástasis e infiltración a otros tejidos del cuerpo. Se excluye del cáncer de pulmón aquellas neoplasias que hacen metástasis en el pulmón provenientes de tumores de otras partes del cuerpo.

SINTOMAS:

- Dolor persistente en el tiempo.
- Sangrado o Hemorragias Anormales.
- Tos y/o Ronqueras persistentes.
- Perdido de peso no justificada.

TRATAMIENTO:

- Análisis de Sangre.
- Cirugía.
- Radioterapia.
- Quimioterapia.
- Hormoterapia o Terapia Hormonal.
- Terapia Fotodinámica.

CANCER DE OVARIO

El cáncer de ovario es un tumor maligno que nace en cualquiera de las partes del ovario. El ovario es un órgano muy complejo que puede ser asiento de numerosos tumores de muy distinto rango morfológico, algunos de los cuales están dotados de función hormonal, lo que justifica la gran variedad de clasificaciones. La ubicación más frecuente es en el epitelio que recubre al ovario. También se desarrolla a partir de

las células germinales o del tejido conectivo alrededor del ovario. El riesgo de padecer cáncer de ovario se correlaciona directamente con anomalías en los genes BRCA1 y BRCA2.

SINTOMAS:

- Dolor persistente en el tiempo.
- Sangrado o Hemorragias Anormales.
- Cambios en los hábitos urinarios o intestinales.

TRATAMIENTO:

- Análisis de Sangre.
- Análisis de Orina
- Cirugía.
- Radioterapia.
- Quimioterapia.
- Hormoterapia o Terapia Hormonal.

Al final de todas la información buscada y encontrada el sistema experto hará la detección del cáncer que se ajusta a las características brindadas por el usuario.

3. EJECUCION

En esta ejecución vemos el sistema experto de detección de cáncer.

SINTOMAS:

PREGUNTAS

Tiene un bulto o nódulo?: ☒ Si ☐ No

Dolor persistente en el tiempo?: ☒ Si ☐ No

Tiene mancha, lunar o cambio en la piel de forma, tamaño y/o color?: ☒ Si ☐ No

Tiene sangrado o hemorragias anormales?: ☒ Si ☐ No

Tiene tos y/o ronquera persistente?: ☒ Si ☐ No

Tiene cambios en los hábitos urinarios o intestinales?: ☒ Si ☐ No

Tiene pérdida de peso no justificada?: ☒ Si ☐ No

Tiene visión borrosa?: ☒ Si ☐ No

Tiene dolores de cabeza?: ☒ Si ☐ No

Tiene náuseas?: ☒ Si ☐ No

Atras Siguiente



1. En esta ejecución vemos los síntomas del cáncer de mama

2. En esta ejecución vemos los síntomas de próstata

PREGUNTAS

Tiene un bulto o nódulo?: ☐ Si ☒ No

Dolor persistente en el tiempo?: ☐ Si ☒ No

Tiene mancha, lunar o cambio en la piel de forma, tamaño y/o color?: ☐ Si ☒ No

Tiene sangrado o hemorragias anormales?: ☐ Si ☒ No

Tiene tos y/o ronquera persistente?: ☐ Si ☒ No

Tiene cambios en los hábitos urinarios o intestinales?: ☐ Si ☒ No

Tiene pérdida de peso no justificada?: ☐ Si ☒ No

Tiene visión borrosa?: ☐ Si ☒ No

PREGUNTAS

Analisis de sangre: ☒ Si ☐ No

Analisis de orina: ☒ Si ☐ No

Cirugia: ☒ Si ☐ No

Analisis de heces: ☐ Si ☒ No

Radioterapia: ☒ Si ☐ No

Quimioterapia: ☒ Si ☐ No

Biopsia: ☒ Si ☐ No

Ecografia transrectal: ☒ Si ☐ No

Hormoterapia o terapia hormonal: ☒ Si ☐ No

Terapia fotodinamica: ☐ Si ☒ No

Atras Siguiente

PREGUNTAS

Analisis de sangre: ☒ Si ☐ No

Analisis de orina: ☐ Si ☒ No

Cirugia: ☒ Si ☐ No

Analisis de heces: ☐ Si ☒ No

Radioterapia: ☒ Si ☐ No

Quimioterapia: ☒ Si ☐ No

Biopsia: ☐ Si ☒ No

EJECUCION TRATAMIENTO DE MAMA

Terapia fotodinamica: ☐ Si ☒ No

Atras Siguiente

PREGUNTAS

Tiene un bulto o nudo?: ☐ Si ☒ No

Dolor persistente en el tiempo?: ☒ Si ☐ No

Tiene mancha, lunar o cambio en la piel de forma, tamaño y/o color?: ☐ Si ☒ No

Tiene sangrado o hemorragias anormales?: ☐ Si ☒ No

Tiene tos y/o ronquera persistente?: ☐ Si ☒ No

Tiene cambios en los hábitos urinarios o intestinales?: ☐ Si ☒ No

Tiene pérdida de peso no justificada?: ☐ Si ☒ No

Tiene visión borrosa?: ☐ Si ☒ No

Tiene dolores de cabeza?: ☐ Si ☒ No

Tiene náuseas?: ☐ Si ☒ No

EJECUCION TRATAMIENTO DE OVARIO

PREGUNTAS

Anlisis de sangre: ☒ Si ☐ No

Anlisis de orina: ☒ Si ☐ No

Cirugia: ☒ Si ☐ No

Anlisis de heces: ☐ Si ☒ No

Radioterapia: ☒ Si ☐ No

Quimioterapia: ☒ Si ☐ No

Biopsia: ☐ Si ☒ No

Ecografia transrectal: ☐ Si ☒ No

Hormoterapia o terapia hormonal: ☒ Si ☐ No

Terapia fotodinamica: ☐ Si ☒ No

4. En esta ejecución vemos los síntomas del cáncer de pulmón

PREGUNTAS

Anlisis de sangre: ☐ Si ☒ No

Anlisis de orina: ☐ Si ☒ No

Cirugia: ☒ Si ☐ No

Anlisis de heces: ☐ Si ☒ No

Radioterapia: ☒ Si ☐ No

Quimioterapia: ☒ Si ☐ No

Biopsia: ☐ Si ☒ No

Ecografia transrectal: ☐ Si ☒ No

Hormoterapia o terapia hormonal: ☒ Si ☐ No

Terapia fotodinamica: ☒ Si ☐ No

PREGUNTAS

Tiene un bulto o nudo?: ☐ Si ☒ No

Dolor persistente en el tiempo?: ☒ Si ☐ No

Tiene mancha, lunar o cambio en la piel de forma, tamaño y/o color?: ☐ Si ☒ No

Tiene sangrado o hemorragias anormales?: ☐ Si ☒ No

Tiene tos y/o ronquera persistente?: ☐ Si ☒ No

Tiene cambios en los hábitos urinarios o intestinales?: ☐ Si ☒ No

Tiene pérdida de peso no justificada?: ☐ Si ☒ No

Tiene visión borrosa?: ☐ Si ☒ No

Tiene dolores de cabeza?: ☐ Si ☒ No

Tiene náuseas?: ☐ Si ☒ No

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Clocksin y Mellish.
Programming in Prolog,
Springer-Verlag, 1981

- <https://sites.google.com/site/proyectointeligenciaartificial/index/los-sistemas-expertos>
- <http://www.redcientifica.com/doc/doc199908210001.html>
- http://www.ecured.cu/index.php/Sistemas_expertos