

SISTEMA BASADO EN INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL DIAGNÓSTICO SOBRE TIPOS DE CÓLICOS EN EQUINOS DESARROLLADO EN PROLOG

Joel Franco Gutiérrez

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Celaya
franco_3jg@hotmail.com

Tania Elizabeth Ramírez Frías

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Celaya
tani_mj@hotmail.com

Miguel Ángel Gutiérrez Ledesma

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Celaya
12030794@itcelaya.edu.mx

Norma Verónica Ramírez Pérez

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Celaya
norma.ramirez@itcelaya.edu.mx

Arturo Flores Montalvo

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Celaya
12030772@itcelaya.edu.mx

Resumen

En este artículo se presenta un Sistema Experto Determinista para el diagnóstico de enfermedades de cólicos en equinos, usando como referencia una base de datos del repositorio de UCI [1] llamada Horse Colic Database. El Sistema Experto está programado en PROLOG [4]. Este software trabaja con predicados y permite que el sistema se base en reglas de producción. El sistema experto es una herramienta para veterinarios o dueños de caballos, por la cercanía que

tienen directamente con ellos y sin problema alguno puedan determinar el tipo de cólicos que se presenta en el caballo.

Palabras Clave: Equinos, sistema experto, Prolog, cólicos, reglas de producción.

Abstract

This article presents a Deterministic Expert System for diagnosing diseases of colic in horses, using as a reference a database UCI repository [1] called Horse Colic Database. The Expert System is programmed in Prolog [4]. This software works with predicates and allows the system based on production rules. The expert system is a tool for veterinarians and horse owners, the proximity with them directly and without any problems can determine the type of cramping that occurs on the horse.

Keywords: Equines, expert system, Prolog, colic, producción rules.

1. Introducción

Hoy en día existen muchas personas que tienen como mascota un caballo, pero que quizás no están del todo conscientes de aquello que necesitan hacer cuando su caballo llega a sufrir algún tipo de enfermedad o malestar como son los cólicos, los cuales pueden llevar a la muerte al caballo. La buena noticia es que la mayoría de los casos de cólico son leves y requieren tratamiento médico sencillo para su resolución; Aunque esto muestra una nueva situación que se debe de tomar en cuenta, el saber identificar el tipo de cólico para poder dar una mejor y más rápida solución a esta problemática.

Es por ello que se desarrolló un sistema experto para que como dueños del caballo seas o no veterinario, puedas identificar de manera rápida el tipo de cólico o malestar que tiene y hacer uso de éste conocimiento para agilizar el trabajo del experto en cuestión que este atendiendo al animal y que le sea de utilidad para poder tomar una decisión más rápida y correcta de lo que debe de hacer para curar al caballo sin que este llegue a casos extremos como es la muerte del caballo. Para el desarrollo de este sistema experto, se utilizó Swi-Prolog por ser un sistema basado en un lenguaje de programación que utiliza los paradigmas de

programación declarativa y funcional, y que además cuenta con un motor de inferencia integrado, lo cual facilita trabajar de una manera eficiente. Swi-Prolog nos proporciona [5], además un módulo denominado XPCE para poder trabajar con interfaces gráficas, sin necesidad de utilizar otro lenguaje de programación exclusivo para interfaces gráficas. En los siguientes apartados, describiremos brevemente los conceptos más importantes de los sistemas expertos, la metodología, resultados y conclusión de este sistema experto. En la figura 1 se muestra cuáles son los elementos principales de un sistema experto basado en reglas.

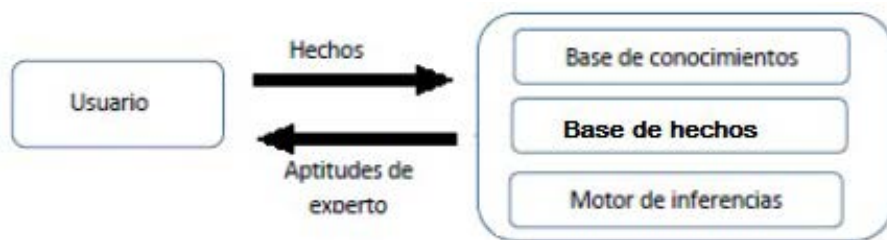


Figura 1 Elementos principales de un sistema experto basado en reglas.

2. Método

Los sistemas basados en reglas constituyen un campo de estudio importante dentro de la Inteligencia Artificial (IA), ya que nos ayuda a capturar la experiencia humana en la resolución de problemas, con el fin de alcanzar decisiones consistentes y repetibles. En ellos la representación del conocimiento se identifica por medio de la heurística o formas de proceder de los expertos. Son interesantes, especialmente aquellos dominios en donde escasean los expertos como por ejemplo medicina, ingeniería, etc. ya que proporcionan un medio eficaz para difundir ampliamente razonamientos escasos y específicos.

Un sistema basado en reglas es un sistema que contiene los siguientes elementos una base de conocimiento (BC) con reglas y algún mecanismo de inferencia (MI) que selecciona las reglas que se pueden aplicar y las ejecuta, con el fin de obtener alguna conclusión, es decir, realizar un procesado o interpretación del conocimiento. El sistema también contiene una base de hechos (BH) o memoria de trabajo, que acumula un conjunto de hechos establecidos, que se usan para determinar qué reglas puede aplicar el mecanismo de inferencias. Además para

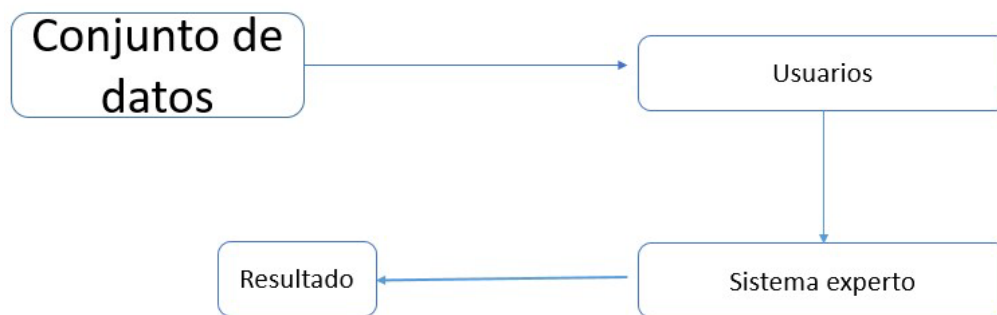
que un sistema basado en reglas llegue a ser realmente útil debe de estar dotado de facilidades de entrada/salida sofisticadas, que facilitan el proceso de consulta y el desarrollo y refinamiento del sistema. Dichas facilidades se conocen como interfaz de usuario [2]:

- Fase 1 (Estado del arte): Se procedió a realizar una investigación sobre los avances de la Inteligencia Artificial en el área de veterinaria, con lo cual saltaron a la vista muchos Sistemas Expertos enfocados al aprendizaje de los dueños de animales, algunos se especializan más en tratamientos o soluciones a problemas de físicos en caballos y otros más al diagnóstico en otro tipo de enfermedad.

A pesar de que ya existen muchos software en esta área, los sistemas expertos siguen siendo alentadores en estas áreas esto por la gran diversidad de enfermedades, tratamientos existentes, síntomas y rangos de edad, y como resultado surgen muchos sistemas que intentan resolver parte del problema, pero que no son la solución completa.

Como resultado de esta fase se optó por el de los síntomas que generan los diferentes cólicos en los caballos a partir de un rango de edad, esto con la finalidad de generar una recomendación adecuada para dar solución al malestar, tomando en cuenta sólo aquellos síntomas que son pertenecientes a la zona geográfica del estado de Guanajuato.

- Fase 2 (Recopilación de información de los cólicos en caballos): Derivado de la base de datos del repositorio UCI proporcionada observar figura 2, se procedió a realizar una investigación o comprobación de los datos ya obtenidos, esto con ayuda de un asesor experto el MVZ José Gasca Acosta permitiendo con ello corroborar si los datos se aplican con respecto a la zona geográfica establecida.
- Fase 3 (Creación de la base de conocimientos): A Partir de la información del repositorio UCI se clasificó la información para crear una tabla de conocimientos como guía para el Sistema Experto, que ayudó a modelar y estructurar de una manera fiable y congruente los síntomas de cada uno de los cólicos en caballos.



Repositorio UCI

Figura 2 Funcionamiento del repositorio UCI.

La base de conocimientos contiene la información de la base de hechos y las experiencias de los expertos en un dominio determinado. Tal como se muestran en tabla 1 los datos obtenidos en la base de datos del repositorio UCI.

Tabla 1 Tabla generada de la Base de Datos de Conocimientos del Repositorio UCI.

tipo de lesion	edad	cirugia	temperatura rectal	pulso	rango respiratorio
gastroico	mayor a 6 meses	No	menos a 37.8	menor a 30	menor a 8
intestino delgado	mayor a 6 meses	Si	normal 37.8	normal 30 a 40	normal 8 a 10
colon	mayor a 6 meses	Si	mayor a 37.8	mayor a 40	mayor a 10
colon y el ciego	mayor a 6 meses	Si	mayor a 37.8	mayor a 40	mayor a 10
ciego	mayor a 6 meses	Si	normal 37.8	normal 30 a 40	normal 8 a 10
colon transverso	mayor a 6 meses	No	mayor a 37.8	mayor a 40	mayor a 10
colon desendente	mayor a 6 meses	No	mayor a 37.8	mayor a 40	mayor a 10
utero	mayor a 2 años	No	menos a 37.8	menor a 30	menor a 8
vejiga	mayor a 6 meses	No	normal 37.8	normal 30 a 40	normal 8 a 10
todos los sitios intestina	mayor a 6 meses	No	mayor a 37.8	mayor a 40	mayor a 10
	membranas mucosas	tiempo de llenado capilar	dolor	peristalsis	distencion abdominal
1	normal roja	mayor igual a 3 segundos	dolor intenso continuo	ausente	severo
2	brillante de color rosa	mayor igual a 3 segundos	alerta no hay dolor	hipermotile	normal
3	palido rosa	menos de 3 segundos	dolor leve intermitente	hipomovilidad	moderado
4	palido rosa	menos de 3 segundos	deprimido	normal	normal
5	palido cianotica	mayor igual a 3 segundos	deprimido	normal	normal
6	palido rosa	menos de 3 segundos	dolor leve intermitente	hipomovilidad	moderado
7	rojo brillante	menos de 3 segundos	dolor leve intermitente	hipomovilidad	moderado
8	palido cianotica	mayor igual a 3 segundos	dolor intenso intermitent	ausente	severo
9	oscuro cianotico	mayor igual a 3 segundos	dolor intenso intermitent	ausente	severo
10	rojo brillante	menos de 3 segundos	dolor intenso continuo	ausente	severo
11					

- Fase 3.1 (Base de hechos): Los hechos son características o relaciones entre objetos. En el lenguaje natural un hecho podría ser: "Miguel tiene un tatuaje de águila con plumaje café". Expresan relaciones entre objetos. Suponiendo que se quiera expresar el hecho de que "un caballo tiene cólicos". Este hecho, consta de dos objetos, "caballo" y "cólicos", y de una relación llamada "tiene". La forma de representarlo en Prolog sería: Tiene (caballo, cólicos).

- Fase 4 (Creación de reglas): La forma de representar el conocimiento en un sistema experto son las reglas. Para ello se sabe que una regla es una estructura que relaciona la información de acuerdo a un antecedente y un consecuente. Se sabe que las reglas de producción son la forma más práctica o efectiva para poder representar el conocimiento correspondiente de un paradigma declarativo. Por otro lado el conocimiento representado de esta forma es más fácil de comprender y entender para el ser humano ya que se basa en la lógica de predicados. SI [antecedente] ENTONCES [consecuente].

Es sabido que el antecedente es un conjunto de condiciones que se deben satisfacer en el dominio de aplicación para poder evaluar la regla. Por otro lado, el consecuente es el conjunto de conclusiones o acciones que se derivan del antecedente dado. Un ejemplo en concreto de esto podría ser: Si Tania tiene un peluche rosa con moños azules Entonces Tania ha estado en una feria. Existen estrategias para llevar a cabo la realización de las reglas, donde se pueden mencionar las dos más utilizadas, para el desarrollo del sistema en el cual se utilizó el *modus ponens*, ya que es una estrategia para derivar hechos a partir de reglas y hechos conocidos. Regla *ponens*: Si A entonces B, A por lo tanto B. Un ejemplo sería:

- ✓ Hecho conocido: Tania no ha estado en una feria.
- ✓ Nuevo hecho: Tania no tiene un peluche rosa con moños azules.

Ejemplo de regla usada en el sistema:

Síntoma (RES_2, Res_4, Res_7, Res_12) - cólicos de vejiga.

- Fase 5 (Motor de inferencia): Dentro del lenguaje de Prolog podemos trabajar con el motor de inferencia, el cual se basa en evaluar las reglas de producción que permiten activar las reglas. En Prolog se cuenta con dos tipos: encadenamiento hacia delante y encadenamiento hacia atrás [5]. El encadenamiento hacia delante es el razonamiento o prueba que va de los hechos a las conclusiones que se desprenden de ellos. Por otro lado se tiene el encadenamiento hacia atrás en el cual consiste en una cadena que se recorre de la hipótesis genera a los hechos que la sustenta.

Con respecto al motor de inferencia se usó el encadenamiento hacia adelante, el cual consiste en examinar las premisas o hipótesis de las reglas para ver si son o no verdaderas. Lo cual permite trabajar las reglas con *modus ponens* pues es una estrategia de afirmar afirmando, lo que hace más sencilla su interpretación y realización.

- Fase 6 (Implementación): Para la realización de la interfaz no hubo la necesidad de vincular Swi-Prolog con otro programa que fuera orientado a objetos, Swi-Prolog tiene una extensión denominada XPCE la cual permite trabajar con objetos y esto ayudó a la realizar las interfaces de manera fácil y con funciones sencillas para el usuario.
- Se desarrolló la siguiente interfaz gráfica para el sistema experto de Cólicos de Caballos. En las figuras 3, 4 y 5 se muestran las pantallas del sistema experto, en donde se puede ver la pantalla inicial, un cuestionario y la recomendación que el sistema arroja. En la figura 5 se presentan algunas de las preguntas del test que se le aplica al dueño o veterinario que está atendiendo al caballo. La figura 6 es el resultado del test de cólicos en caballos en el cual se muestra el tipo de cólico y una recomendación explicada de forma breve del tratamiento a seguir.



Figura 3 Pantalla principal de Sistema Experto, Identificación de cólicos en caballos.

 Sistema Experto Colicos en Caballos

Sistema Experto para la detección del tipo de lesión que puede tener un caballo

1.-¿ Tiene mas de 2 años de edad ? :

2.-¿ La membrana mucosa es de un rojo normal(nariz)? :

3.-¿ Tiene temperatura rectal elevada ? :

4.-¿ Su pulso es rapido? :

5.-¿ Su respiracion es muy rapida? :

6.-¿ La temperatura de sus extremidades es normal? :

7.-¿ Su estado es animo se podria considerar deprimido ? :

8.-¿ Tiene llenado capilar menor o igual a 3s? :

9.-¿ El caballo tiene algun dolor? :

10.-¿ El caballo tiene lagun tipo de paristalsis ? :

11.-¿ Tiene algun tipo de reflujo? :

12.-¿ El caballo tiene alguna distension abdominal ? :

13.-¿El volumen celular es anormal? :

14.-¿Cuál es la cantidad de proteinas totales esta entre 6 y 7.5? :

Figura 4 Cuestionario de identificación de cólico en caballo.

 INFERENCIA

Nuestra recomendacion es:

Correspondiente a los datos proporcionados se puede diagnosticar que el caballo padece de una lesion gastrica



RECOMENDACION:
La reducción de la acidez gástrica es el objetivo fundamental porque alivia los dolores y crea un ambiente favorable para la recuperación de la herida en el estómago.

Medicamentos
Inhibidores de la bomba de protones: El más conocido, el omeprazol, pueden detener la secreción de ácido clorhídrico 24 horas.
Antagonistas H2: cimetidina y ranitidina. Suprimen la secreción de ácido durante 8 horas.
Protectores de mucosa: Sucralfato . Se adhiere a la herida favoreciendo la secreción de moco protector y la renovación de las células.
Antiácidos: hidróxido de aluminio e hidróxido de magnesio. Neutralizan el ácido existente. Lo malo es que solo lo hacen por 2 horas.

Figura 5 Pantalla de Resultados del Test de síntomas de cólicos en caballos.

3. Resultados

Como se mencionó en un principio, el conocimiento fue obtenido de una base de datos validada y probada por expertos en el área, científicos e investigadores a nivel internacional. Como nuestras reglas de producción están basadas en sus diagnósticos, se procedió a realizar pruebas con ayuda del asesor experto el MVZ José Gasca Acosta esto con la finalidad de probar la efectividad del Sistema Experto desarrollado. Y en opinión del mismo el Sistema Experto funciona correctamente y los resultados así como las sugerencias de tratamiento son las adecuadas para un buen cuidado del caballo, lo que permite ver que se cumplieron los requerimientos solicitados haciendo que el propósito de la labor se cumpla.

Como se muestra en la figura 6 se tuvo que realizar cerca de 30 consultas diferentes que parten de unos datos extraídos del repositorio UCI que nos permitieron determinar junto con el asesor experto que tan correctos son los resultados y los datos que se introdujeron en el sistema experto esto para asegurar que sea lo más correcto posible el resultado.

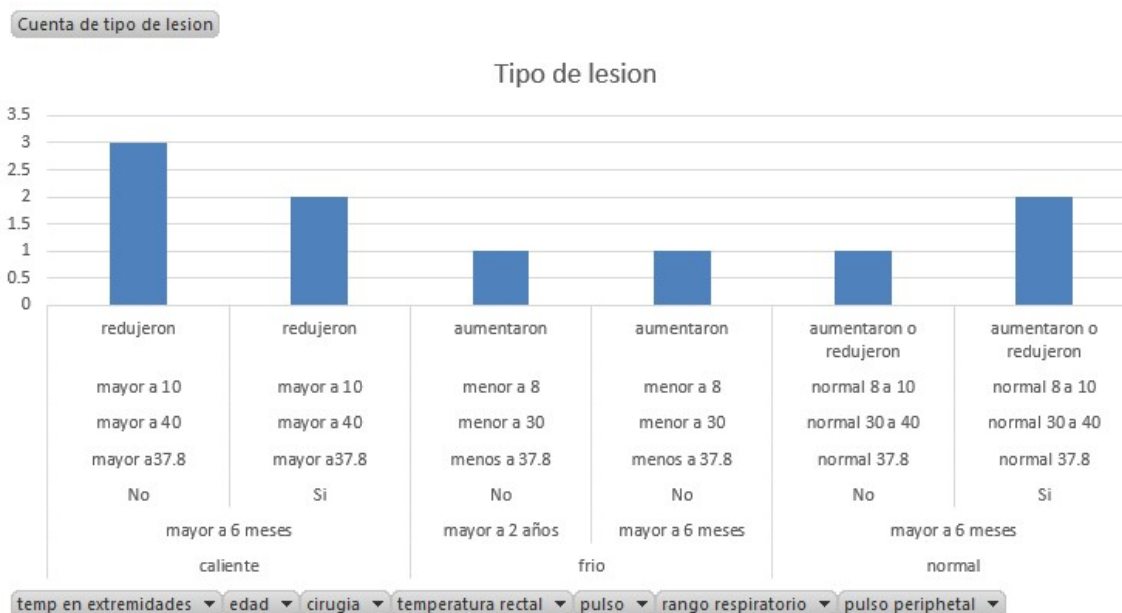


Figura 6 Pantalla de Resultados de cólicos más frecuentes en caballos.

Dentro del proceso de validación de cada resultado se solicitó al experto que realizara como acostumbra la revisión de cólicos que se presentaron en caballos y nos dijera el resultado que el obtenía para posteriormente ser corroborado con el que el sistema experto arrojaba y ver qué tan preciso fue el mismo, y claro que se tenía que ir modificando para lograr una mayor fiabilidad.

4. Discusión

Se logró desarrollar un Sistema Experto Determinista a partir de información difusa almacenada en una base de datos, el cual que puede ser una herramienta de auxiliar para veterinarios, dueños de caballos y áreas relacionadas. Si bien el producto no cubre un 100% de fiabilidad, el 90% ofrecido en cuanto a la información proporcionada y teniendo en cuenta la defusificación de los datos es un logro satisfactorio y de gran alcance considerando que resolvemos los problemas de cólicos en caballos que se presenta más frecuentemente y que generalmente conlleva a muchas complicaciones, gastos elevados y estudios. La fiabilidad de esto se logró mediante pruebas realizadas con el apoyo del experto comparando el resultado obtenido por el Sistema experto y el resultado que tiene el asesor experto el MVZ José Gasca Acosta permitiendo con ello saber que cuanta fiabilidad tiene el Sistema experto en sus resultados. El proceso mismo de desarrollo fue no solo de interés común sino de utilidad para conocer más de estos animales y el proceso a seguir para dar solución a enfermedades que pueden llegar a presentarse.

La aplicación de sistemas expertos también es de interés esto como medios de consulta o de solución más rápido para situaciones que no pueden ser siempre resueltas de una manera veloz por personas con conocimiento al respecto, por lo que facilitan el resultado solo con detalles ingresados por el mismo interesado.

5. Bibliografía y Referencias

- [1] Centro Hípico. (2004). Cólico equino. Julio 15, 2016, de El cerrado de los frailes: <http://www.elcerradodelosfrailes.com/colico-equin>.
- [2] Swi-prolog (s. f.). Prolog for the real world: <http://www.swi-prolog.org/>.

- [3] Colon, J. (2001). Horse Health. Julio 15, 2016, de Repositorio UCI:
<http://www.aaep.org/info/horse-health?publication=715>
- [4] Giarratano, J. (1998). Sistemas Expertos, principios y programación.
México: International Thomson Editores.
- [5] Salinas, S. (2001). Base de datos de cólicos en caballos. Julio 15, 2016, de
Repositorio UCI.
- [6] Taboada M. J. y Gómez, A. (2002). Sistemas Basados en Reglas.
Universidad de Murcia: Mc Graw Hill.