

EXPERTIK: UNA EXPERIENCIA CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y COMPUTACIÓN MÓVIL

EXPERTIK: EXPERIENCE WITH ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND MOBILE COMPUTING



Beltrán Lozano José Edward

Universidad Manuela Beltrán, Bucaramanga, Colombia, jose.beltran@virtualumb.com

Recibido: 24/08/2012 • Aprobado: 15/11/2012

RESUMEN

Este artículo presenta una experiencia en el desarrollo de un servicio basado en inteligencia artificial, arquitectura SOA y computación móvil. Pretende combinar la tecnología que ofrece la computación móvil con las técnicas que brinda la inteligencia artificial y a través de un servicio dar soluciones diagnósticas a problemas de mantenimiento industrial. Para la creación del servicio se identificaron los elementos de un sistema experto, la base de conocimiento, motor de inferencia y las interfaces de adquisición del conocimiento y consulta del mismo. Las aplicaciones fueron desarrolladas en ASP.NET bajo la arquitectura a tres capas. La capa de datos se desarrolló en SQL Server junto con clases de gestión de datos; la capa de Negocio, en VB.NET y la capa de presentación, en ASP.NET con XHTML. Las interfaces Web de adquisición y consulta de conocimiento se desarrollaron en Web y Web Mobile. El motor de inferencia se llevó a cabo en servicio Web, desarrollando para este un modelo de lógica Fuzzy (inicialmente se planteó una lógica exacta basada en reglas dentro de esta experiencia) para dar solución a las peticiones de las aplicaciones de consulta de conocimiento. Esta experiencia busca fortalecer una empresa de base tecnológica con el fin de ofrecer servicios basados en IA para las empresas de Colombia.

Palabras clave: *fuzzy, industria, mantenimiento, sistema experto*

ABSTRACT

This article presents the experience in the development of services based in Artificial Intelligence, Service Oriented Architecture, mobile computing. It aims to combine technology offered by mobile computing provides techniques and artificial intelligence through a service provide diagnostic solutions to problems in industrial maintenance. It aims to combine technology offered by mobile computing and the techniques artificial intelligence through a service to provide diagnostic solutions to problems in industrial maintenance. For service creation are identified the elements of an expert system, the knowledge base, the inference engine and knowledge acquisition interfaces and their consultation. The applications were developed in ASP.NET under architecture three layers. The data layer was

developed conjunction in SQL Server with data management classes; business layer in VB.NET and the presentation layer in ASP.NET with XHTML. Web interfaces for knowledge acquisition and query developed in Web and Mobile Web. The inference engine was conducted in web service developed for the fuzzy logic model to resolve requests from applications consulting knowledge (initially an exact rule-based logic within this experience) to resolve requests from applications consulting knowledge. This experience seeks to strengthen a technology-based company to offer services based on AI for service companies Colombia.

Keywords: *fuzzy, industry, expert system, maintenance*



I. INTRODUCCIÓN

Dentro de las organizaciones de cualquier tipo, se presentan problemas de diversa índole, muchos de ellos asociados a sus procesos productivos; en muchas situaciones se presentan inconvenientes que están directamente relacionados con procedimientos y procesos, generando retrasos y sobrecostos. El problema no está en que este tipo de situaciones ocurra; realmente radica en el momento en que las empresas no tienen a su servicio expertos que den solución inmediata a dichos inconvenientes, ya sea porque no hacen parte de su planta de personal, y dependen del tiempo asignado por las agendas de expertos externos: o porque los costos de personas capacitadas para la resolución de dichas situaciones suelen ser bastante altos; o bien, porque las personas expertas que tienen en su empresa no se encuentran disponibles. En este último caso, se hallan las empresas que cuentan con personal altamente calificado, a cargo de procesos especiales y críticos, que en algún momento se vuelven “indispensables”; en esta situación, la persona no puede faltar con sus obligaciones, ya que es la única que posee el conocimiento sobre procedimientos de diagnóstico para solucionar los problemas de cualquier índole y debe estar pendiente de todo lo que sucede en caso de cualquier imprevisto. Generalmente, estas personas son celosas con su posición y aún más con su conocimiento, de modo que no documentan ni transfieren sus saberes.

Por ende, a continuación se describe una experiencia que pretende mejorar este tipo de situaciones aplicado al mantenimiento industrial, de modo que el conocimiento se mantenga en las empresas y lo puedan actualizar y reutilizar una y otra vez; es decir, contarían con el servicio permanente de su propio sistema experto de, tal forma, que tendrían acceso al conocimiento de expertos, el cual se encontraría allí almacenado, para utilizarlo en cualquier situación de diagnóstico de problemas en mantenimiento industrial o para otro asunto programado y de interés directo para la organización. Esto conllevaría beneficios directos en reducción de tiempos en situaciones de diagnóstico y mantenimiento, y de costos que son generados por retrasos cuando las situaciones no cuentan con una solución inmediata.

II. PROPUESTA DE ARQUITECTURA

A. Descripción de la arquitectura

Para la construcción del sistema experto se tuvo en cuenta una característica bien importante y fue la de brindar el acceso en cualquier lugar y en cualquier momento. Esa característica, junto con el auge de los servicios Web en Internet, permitió diseñar una arquitectura inicial en la cual se desarrollaron los elementos de un sistema experto de tipo diagnóstico, que son:

- Base de conocimiento.
- Base de hechos.
- Motor de inferencia.
- Interfaz de adquisición de conocimiento.
- Interfaz de consulta de conocimiento.
- Sistema de explicación.

Con base en estos elementos y en la interoperabilidad que ofrece la arquitectura SOA (*Services Oriented Architecture*), se propuso el siguiente modelo general para el servicio de sistema experto de tipo diagnóstico para el mantenimiento en la industria. En este modelo de arquitectura se identifican los siguientes elementos y actores (que van relacionados con los elementos de un sistema experto) que dan soporte a todo el proceso:

Un grupo de Ingenieros de Software se encarga del desarrollo de un Sistema Experto Basado en el Conocimiento (SBC) para el diagnóstico y resolución de problemas, que permita inferir estos, no solo desde la aplicación Web, sino desde dispositivos móviles, ya que estos facilitan la inter-conectividad en cualquier lugar y en cualquier momento, ampliando el uso del sistema experto.

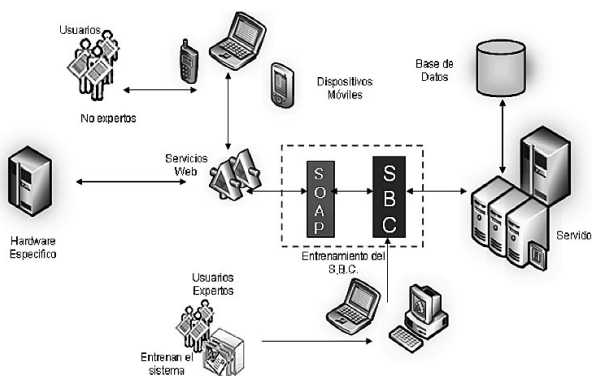


Fig. 1 *Arquitectura del servicio sistema experto*

El usuario experto es quien ingresa (a través de la plataforma Web) su conocimiento en un problema específico, asociado al diagnóstico y mantenimiento de maquinaria industrial.

El usuario no experto es quien requiere solucionar un problema asociado a maquinaria industrial, en el que se sabe de antemano que existe

un conocimiento en el sistema experto, y desea consultar en línea dicha solución.

Un sistema basado en conocimiento incluirá la base de hechos, la base de conocimiento, las reglas y un motor de inferencia bajo la arquitectura SOA.

En la figura 2 se describe la arquitectura que está compuesta por siete componentes de aplicación, construidos bajo la arquitectura a Tres capas (persistencia, lógica de negocio y presentación) y que corresponden, en gran parte a la estructura interna de la aplicación de servicio de sistema experto.

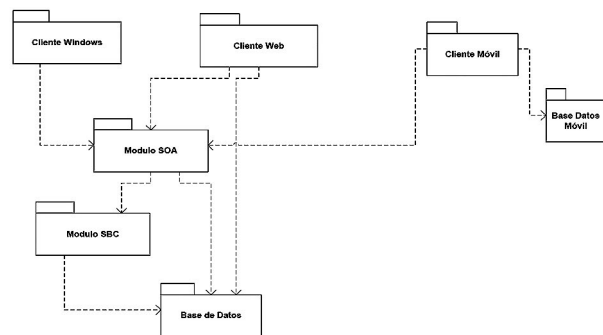


Fig. 2 *Componentes de la arquitectura software expertik*

B. Arquitectura Software

Entrando más en detalle, se describen, a continuación, cada uno de los componentes de la arquitectura:

1. Módulo SOA

En este módulo se encuentran implementados todos los servicios Web que integran los demás componentes de la solución. Está desarrollado por completo sobre tecnología WCF y proporciona las interfaces requeridas para que cualquier tipo de cliente se integre con ellas.

2. Cliente Windows

Esta aplicación proporciona una interfaz de usuario enriquecida, de acceso al sistema. Este

componente debe instalarse y es necesario disponer de una conexión a Internet superior a 128Kbps para permitirle al componente comunicarse con el módulo central (o módulo SOA).

3. Cliente Web

Esta aplicación se desarrolló para que cualquier navegador Web pueda acceder a ella, logrando así una independencia tecnológica del Sistema Operativo sobre el cual se ingresa al sistema.

4. Cliente móvil

Un módulo desarrollado para dispositivos que tengan Windows Mobile 6 como sistema operativo. Facilita un acceso desconectado al sistema experto.

5. Componente SBC

Este módulo es un servicio Web en el cual se encuentran los elementos base de conocimiento, base de hechos y motor de inferencia. A través de él se podrá inferir desde cualquier tipo de aplicación Windows, Web o Mobile permitiendo la inferencia sobre la base de conocimiento del sistema experto.

6. Bases de datos del sistema

En esta se almacenan todos los datos y las reglas de diagnóstico del sistema. Hay una base de datos para cada empresa que utilice el sistema. Esta base de datos estará implementada en SQL SERVER 2008 o bases de datos MySQL 5.0 o Superior.

7. Base de datos móvil

En esta se almacenan todos los datos y reglas de diagnóstico que soporten el funcionamiento del cliente móvil. Está implementada en SQL Compact Edition 2008.

C. Arquitectura de cada componente

Cada uno de los módulos de la arquitectura software se desarrollaron bajo la arquitectura a tres capas identificando los componentes en la capa de datos, capa de lógica o negocio y capa de presentación.

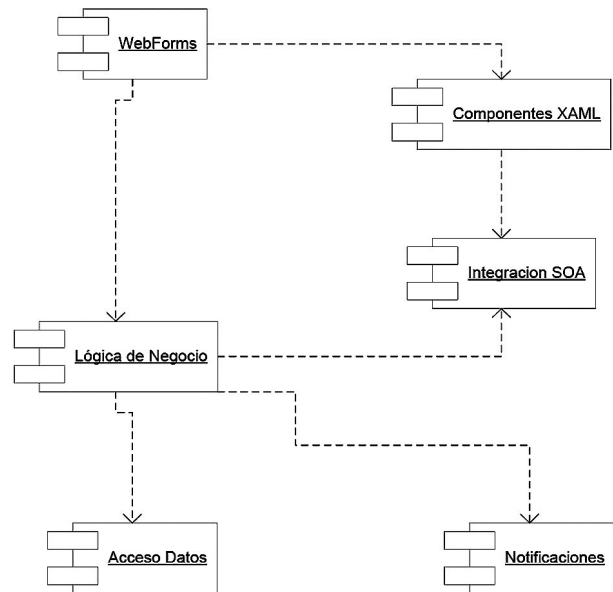


Fig. 3 Arquitectura modular

A continuación se describen los componentes:

1. Web Forms

Integran la capa de presentación de la aplicación desarrollada en ASP.NET 3.5; contienen los controles ASCX y componentes XAML desarrollados. Los formularios Web tienen capacidad de re-renderizarse en HTML acorde con el navegador que lo navega.

2. Componentes XAML

Son los componentes desarrollados en tecnologías WPF para Web, también conocidos como *Silverlight*, los cuales proveen una mejor experiencia de usuario evitando tantos *Postbacks*.

3. Lógica de negocio

Contiene las clases desarrolladas que implementan las principales funcionalidades del aplicativo.

4. Integración SOA

Este módulo contiene las clases proxy necesarias para interactuar con los servicios web implementados en el módulo SOA, descrito anteriormente.

5. Acceso a datos

Contiene las clases desarrolladas para proveer acceso a bases de datos (conocido también como capa de datos). Estas clases deben operar independientemente del motor de base de datos; se propone construir implementación para conectarse con base de datos SQL SERVER 2005 o SQL 2008 y MySQL 5.0 o superior.

6. Notificaciones

Este componente es el encargado de exponer los métodos necesarios para las notificaciones por Email (en formato HTML) o vía SMS.

7. Inteligencia artificial

La inteligencia artificial desempeñó el papel más importante en este proyecto. Y es que, agregarle inteligencia para el diagnóstico fue una tarea que aunque al principio parecía sencilla, a medida que se avanzaba en el conocimiento del funcionamiento de los sistemas expertos, más complicado se hacía el tema y, específicamente, el componente motor de inferencia. En este punto se realizó un análisis de lo que ofrecen los métodos de inferencia clasificados en dos grupos: métodos exactos y métodos inciertos o ambiguos.

Un sistema experto tiene varios componentes principales tal como lo ilustra la Fig. 4; allí se encuentra la interface con el experto para el ingreso de conocimiento, la base de conocimiento, la base de hechos, la interface con el usuario o de consulta de conocimiento y el motor de

inferencias. El motor de inferencias no es más que un algoritmo que permite recorrer una estructura de datos, en la que se encuentra almacenada la información del conocimiento (Base de conocimiento) a través de reglas.

La determinación del algoritmo de inferencias se basa en el tipo de sistema experto que se requiere implementar, así como en el tipo de problema; en el caso del mantenimiento son situaciones con cierto grado de incertidumbre y ambigüedad.

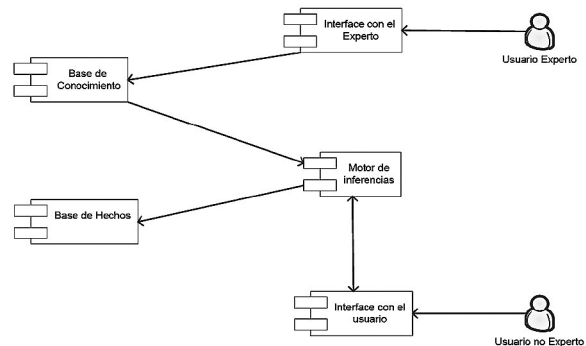


Fig. 4 Elementos de un sistema experto

En un principio se pensó que el sistema experto por implementar tenía la característica de ser un sistema de tipo exacto o con alto grado de certeza; es decir, todas las situaciones que puedan ocurrir están sujetas a lo que el experto conoce claramente y a lo que puede suceder con la maquinaria, los diagnósticos y los procedimientos que se han de aplicar; por lo tanto, se puede implementar un sistema basado en reglas de producción. Para aclarar un poco más lo de este tipo de sistemas, se encontró que para manejar el conocimiento representado en estructuras de datos existen varios métodos, procedimientos o formas que están divididos en dos grandes grupos de acuerdo con las situaciones que se puedan presentar en los sistemas expertos. En algunos ejemplos encontrados, este tipo de sistemas se aplica a control de tráfico, sistemas de seguridad, transacciones bancarias, entre otros. Sin embargo, la no certeza acerca del conocimiento determina que la mayoría de las situaciones que se puedan dar, generan cierto grado de incertidumbre, debido a que la información está incompleta

o se utilizan variables lingüísticas, o se requiere de algún procedimiento para disminuir el grado de incertidumbre. Ambos tipos de situaciones presentan modelos para implementar los motores de inferencia.

Además de los anteriores modelos de sistemas expertos, se tenía que definir la manera de representar el conocimiento en la base de conocimiento y en la base de hechos. Se estudiaron las formas de representación de conocimiento [1] como:

- Lógica clásica
- Reglas de producción.
- Marcos
- Redes semánticas
- Redes bayesianas
- Lógica Borrosa (Fuzzy)

Adicionalmente al estudio de los modelos de sistemas expertos [1] y de las formas de representación del conocimiento, se estudió, dado el problema por resolver, qué tipo de tarea requería la aplicación, analizando las siguientes tareas u operaciones:

- Tareas analíticas
- Tareas sintéticas

Dentro de las tareas analíticas, se estudiaron la clasificación, diagnóstico, valoración, monitorización y predicción. Y en las tareas sintéticas, la de diseño, *Scheduling*, asignación, planificación, modelado.

Lo anterior se realizó después de consultar, investigar y profundizar en los sistemas expertos, con el fin de definir una estructura para el desarrollo del servicio, teniendo en cuenta las necesidades del problema y sus restricciones. Como conclusión, se seleccionó, como modelo de sistema experto, un modelo incierto o con manejo de la incertidumbre (razonamiento borroso); como representación del conocimiento, la lógica fuzzy y como tarea analítica, la de diagnóstico, ya que el servicio o el objetivo del proyecto es realizar este tipo de tarea a través de Internet.

III. EXPERTIK

El resultado de toda la estructuración y del desarrollo aplicado del modelo de inteligencia artificial seleccionado, fue una empresa de base tecnológica, cuyo servicio principal será ofrecer el desarrollo e implementación de sistemas expertos para toma de decisiones en la industria colombiana.

El servicio de sistema experto, Expertik, cuenta con tres aplicaciones, todas funcionando en la Web. Estas aplicaciones son:

- Expertik Web.
- Expertik Web Móvil.
- Expertik Motor de inferencia.

Expertik Web es la aplicación administrativa del servicio de sistemas experto. Dentro de los módulos más importantes de la aplicación Web Administrativa se encuentran:

- Usuarios.
- Agencias.
- Plantas.
- Categoría maquinaria.
- Maquinaria.
- Base de conocimiento.
- Configuración tarjeta.
- Consulta conocimiento.
- Consulta monitorizada.
- Informes.

La aplicación permite ingresar datos de tipo administrativo para gestionar los usuarios, las agencias, las categorías de maquinaria y las maquinarias con sus respectivos datos (hoja de vida del activo máquina). Una vez se accede a través del usuario, se identifica la agencia, y toda la información registrada será de la agencia específica en la sesión del usuario correspondiente.

Para el ingreso del conocimiento se deben registrar los objetos de conocimiento (maquinaria) previamente.

En la interface de la Fig.5 se ingresa el conocimiento del experto en los sub módulos o subsistemas de ingreso de variables y conjuntos e ingreso de reglas. El subsistema de ingreso de variables, permite ingresar variables de entrada y variables de salida, así, como definir sus valores lingüísticos o conjuntos borrosos. Permite definir el universo del discurso de cada una y los posibles valores de esa variable en conjuntos borrosos.



Fig. 5 Interface Base de Conocimiento

Por ejemplo:

Velocidad (0-100) y se considera baja si está dentro de 0, 20,30.

La información y el conocimiento del experto se traducen en un modelo de lógica borrosa a través de la aplicación.

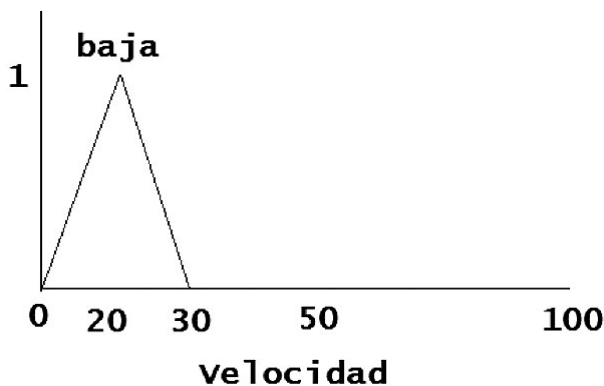


Fig. 6 Modelo de Lógica Fuzzy variable Velocidad

Una vez ingresado el conocimiento a través del modelo de lógica borrosa a Fuzzy [2], la aplicación permite el ingreso de reglas de acuerdo con lo que el experto conoce sobre los problemas de las máquinas.

Las reglas se crean a partir de los datos de variables (entrada y salida) y conjuntos ingresados desde el conocimiento del experto. Por ejemplo:

R1: si la velocidad es alta y la presión vástago es baja, entonces el daño giróscopo es grave.

Adicionalmente, una vez ingresada la regla, se puede asociar a esta un procedimiento para dar solución en campo al usuario no experto, con el fin de que proceda a realizar el mantenimiento, ya sea preventivo o correctivo.

La consulta a la base de conocimiento se puede realizar a través de la aplicación administrativa Web o a través de un dispositivo móvil por medio de una aplicación Web Móvil.

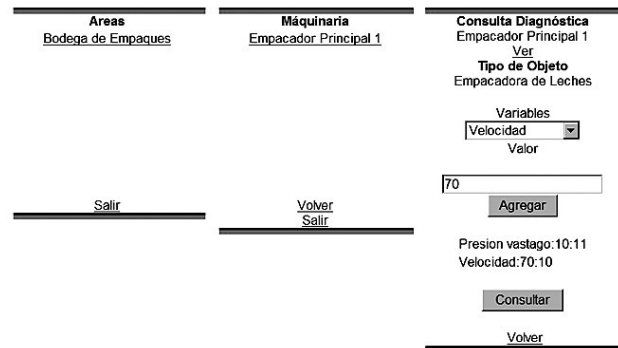


Fig. 7 Interface Web Movil consulta de conocimiento

A través de la aplicación Web Administrativa se selecciona el objeto de conocimiento y se procede a ingresar los datos que el motor de inferencia ubicado en un Web Services va a solicitar. El motor de inferencia comienza a realizar la búsqueda a través de un motor Fuzzy desarrollado como Web Services. Una vez se han ingresado los datos solicitados por el motor de inferencia, da solución de acuerdo con las reglas en la base de conocimiento ingresado. Desde el aplicativo móvil se puede realizar la consulta a la base de conocimiento tal como se ilustra en la figura 8.

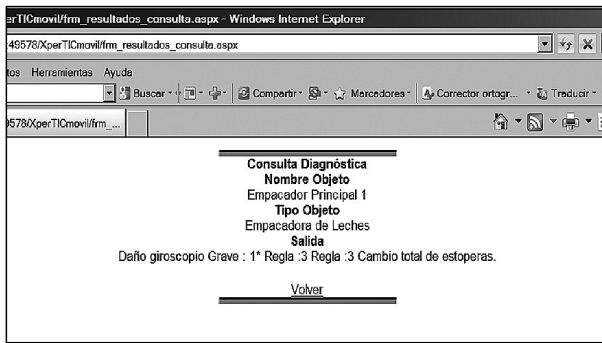


Fig. 8 Interface Web Móvil resultado de la consulta sobre el conocimiento

IV. CONCLUSIONES

Dentro de esta experiencia se desarrollaron dos sistemas expertos. El primero fue un sistema experto con una base de conocimiento y un motor de inferencia de tipo exacto o determinado. Sin embargo, se identificaron situaciones en las cuales existe cierto grado de incertidumbre, dado a que el lenguaje que manejan los operadores es un lenguaje natural, utilizando calificativos como alto, bajo, medio, bastante, mucho, entre otros. Esos adjetivos no están cuantificados en este tipo de sistema experto exacto ya que generarían una cantidad de reglas y la inferencia se haría más complicada e inexacta. Con base en esta primera experiencia, se desarrolló un segundo sistema experto, incorporando el manejo de situaciones de incertidumbre y utilizando lógica difusa (Fuzzy Logic). La lógica difusa permite definir el universo del discurso (los valores por donde se puede mover una variable del objeto de conocimiento) y los conjuntos borrosos, asignar valores lingüísticos a esas variables como alto, bajo y medio, entre otros; el resultado fue un diagnóstico preciso, dadas las situaciones o el conocimiento ingresado.

V. RECONOCIMIENTO

En especial a la Corporación Bucaramanga Emprendedora (CBE) Luis Carlos Galán Sarmiento, al SENA y a Colciencias, por haber creído en nuestra propuesta ya que de este proyecto se generará una empresa de base tecnológica. El apoyo brindado económicamente y técnicamente nos ayudó a formalizar la idea de empresa y finalizar el proyecto. A la UMB Universidad Manuela Beltrán por su apoyo científico en el desarrollo del proyecto y de esta empresa como producto de *spin off* del grupo de investigación COMBA-UMB.

REFERENCIAS

- [1] G. Pajares, M. Martín Sanz, Peñas Santos. Inteligencia artificial e ingeniería del conocimiento, Editorial Alfaomega Ra-Ma 2006.
- [2] E. Castillo, G. José Manuel y A. S. Hadi, Sistemas Expertos y Modelos de Redes Probabilísticas, Universidad de Cantabria, Universidad de Cornell.
- [3] Grados Vásquez Juan, Gutiérrez Ruiz Erik, Velázquez Vásquez Ruber, Sistema Experto Basado en Reglas para Determinar Tipos de Demandas Jurídicas. Universidad Nacional de Trujillo.
- [4] Gutiérrez José Manuel, Modelos de Redes Probabilísticas en sistemas expertos, V Conferencia Nacional de ciencias de la computación 1998.
- [5] Jorge Meneses introducción a la inteligencia artificial aplicada al control, editorial UIS 2000.