

Expertik: Una experiencia con inteligencia artificial y computación móvil

Edward J. Beltrán L.
COMBA-UMB Universidad Manuela
Beltrán
(57) 6525202-ext 7203 -(57) 6700847-
ext 108

jose.beltran@virtualumb.com
edward.beltran@grupo-
condor.net

ABSTRACT

This article exposes a business experience in the creation of a service based on artificial intelligence and architecture SOA, along with the application in mobile computation. It intends to combine the artificial intelligence with the mobile computation and other data processing media that can be equipment to the businesses that want to maintain its present knowledge favoring the processes that require know-how of experts in the organizations and that that knowledge can be consulted since any place and moment. For the creation of the service, the elements of an expert system were identified; base of knowledge, motor of inference, knowledge consultation interface knowledge acquisition interface and engineers of knowledge. The application one developed functions in Web and was developed in ASP.NET under the architecture to three layers, the layer of data was developed in SQL Server, the business logic layer in ASP.NET and the layer of presentation in ASP.Net with HTML and XHTML. IN the layer of presentation I am identified the Web knowledge consultation interfaces elements and Mobile Web and the Web knowledge income interfaces elements for rules deterministic. The motor of inference was developed in a service Web permitting him the interconnection with the application mobile Web for consultation of knowledge. As a consequence of the development two types of service were generated; one based on rules deterministic (Expertik Deterministik) and another in phase of development based on fuzzy logic (Expertik Fuzzutik), that are two services of technology that will be arranged for the Colombian businesses

Categories and Subject Descriptors

I.2.1 [Applications and Expert Systemss (H,4,J)]: *Industrial automation*

I.2.8 [Problem Solving, Control Methods, and Search (F.2.2)]: *Heuristic methods*

General Terms

Algorithms, Management, Design, Security, Standardization, Languages, Theory, Verification.

Keywords

Computación Móvil, Web Services, SOA, SOAP, Web 2.0, Sistemas Expertos, Servicios, Sistemas Basados en Conocimiento, Reglas Deterministicas, Lógica Fuzzy.

1. INTRODUCCION

Dentro de las organizaciones y empresas 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 de dichas organizaciones, 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, porque los costos de personas capacitadas para la resolución de dichas situaciones suele ser bastante altos, o bien, porque las personas expertas que tienen en su empresa no se encuentran disponibles.

En este último caso, se encuentran las empresas que cuentan con personal altamente calificado, que esta a cargo de procesos expertos y en algún momento se vuelven “indispensables” para la empresa; en esta situación, la persona no puede faltar con sus obligaciones en la empresa, 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 traspasan sus saberes.

Cuando las empresas deben recurrir a personal externo, y el experto ha conseguido dar solución a su impase, éstos mantienen consigo el conocimiento y no lo dejan documentado a la empresa (de modo que puedan requerir de sus servicios a futuro). Esto hace que las empresas sean dependientes de un soporte experto y que asuma de manera constante los costos que esto le genere.

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 residente y pueda ser actualizado y re-utilizado por las empresas una y otra vez; es decir, las empresas contarían con el servicio permanente de su propio sistema experto, de modo que tengan acceso al conocimiento de expertos que se encuentra allí almacenado, para utilizarlo en cualquier situación de diagnóstico de problemas en mantenimiento industrial o para otro interés el cual se encuentre programado y sea de interés directo para la organización. Esto trae 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.

El resto del artículo esta organizado de la siguiente manera:

Parte 1 Modelo de la aplicación con arquitectura SOA, SBC, IA y Computación Móvil.

Parte 2 Aplicación de la inteligencia artificial

Parte 3 Expertik: Prototipo en producción

Parte 4 Desarrollo e investigación futuros

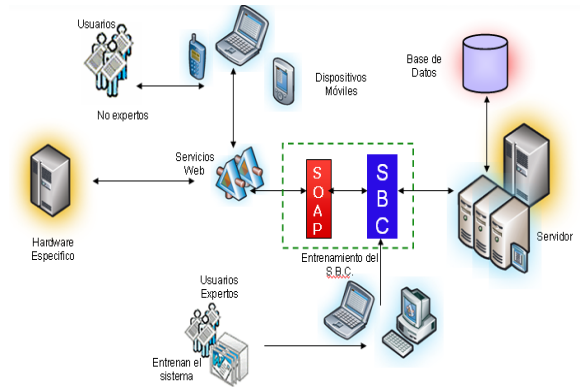
2. MODELO DE EXPERTIK

2.1 Descripción de la arquitectura general

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 y con el auge de los servicios Web en Internet, permitió diseñar una arquitectura inicial en la cual se desarrollaran 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 a estos elementos y con la interoperabilidad que ofrece la arquitectura SOA (Services Oriented Architecture), se propuso el siguiente modelo general de arquitectura para el servicio de sistema experto de tipo diagnóstico para el mantenimiento en la industria (Ver Figura 1)



En este modelo de arquitectura se identifica los siguientes elementos y actores (que van relacionados con los elementos de un sistema experto) que darán soporte a todo el proceso del diagnóstico y mantenimiento aplicado a la industria:

- Un grupo de Ingenieros de Software se encargarán del desarrollo de un Sistema Experto Basado en el Conocimiento (SBC) para el diagnóstico y resolución de problemas, que permita inferir no solo desde la aplicación Web, sino desde dispositivos móviles, ya que estos permiten la inter-conectividad en cualquier lugar y en cualquier momento, ampliando el uso del sistema experto.
- El usuario experto que ingresara a través de la plataforma Web su conocimiento en un problema específico, asociado al diagnóstico y mantenimiento de maquinaria industrial.
- El usuario no experto que requiera solucionar un problema asociado a maquinaria industrial, donde se sabe de antemano que existe un conocimiento en el sistema experto, y desee consultar en línea dicha solución.
- Un sistema Basado en conocimiento que incluirá la base de hechos la base de conocimiento, las reglas, y un motor de inferencia bajo la arquitectura SOA.

Desde el punto de vista software, la arquitectura esta compuesta por siete componentes de aplicación que son construidos bajo la arquitectura a Tres capas (Persistencia, Lógica de Negocio y Presentación) y corresponden en gran parte a la estructura interna de la aplicación de servicio de sistema experto (Ver figura 2).

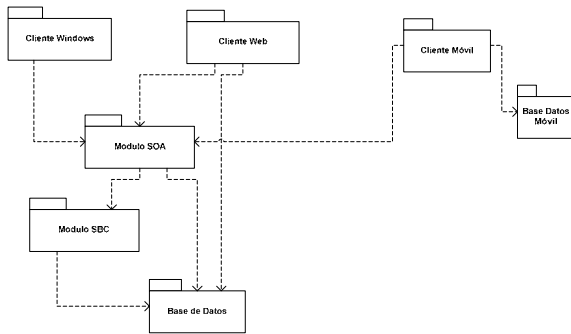


Figura 2. Componentes de la arquitectura software expertik

2.2 Descripción de la arquitectura software

2.2.1 Modulo 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 la interfaces requeridas para que cualquier tipo de cliente se integre con ella.

2.2.2 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).

2.2.3 Cliente Web

Esta aplicación se desarrolló para ser accedida por cualquier navegador Web logrando así una independencia tecnológica del Sistema Operativo sobre el cual se accede al sistema.

2.2.4 Cliente Móvil

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

2.2.5 Componente SBC

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

2.2.6 Bases de datos del sistema

Aquí se almacenan todos los datos y la reglas de diagnostico 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.

2.2.7 Base de datos móvil:

Aquí se almacena todo los datos y reglas de diagnostico que soporten el funcionamiento del cliente móvil. Está implementada en SQL Compact Edition 2008.

2.3 Arquitectura de cada modulo

Cada uno de los módulos de la arquitectura software esta desarrollaron bajo la arquitectura a tres capas identificando los componentes en la capa de datos, capa de lógica ò negocio y capa de presentación (Ver figura 3).

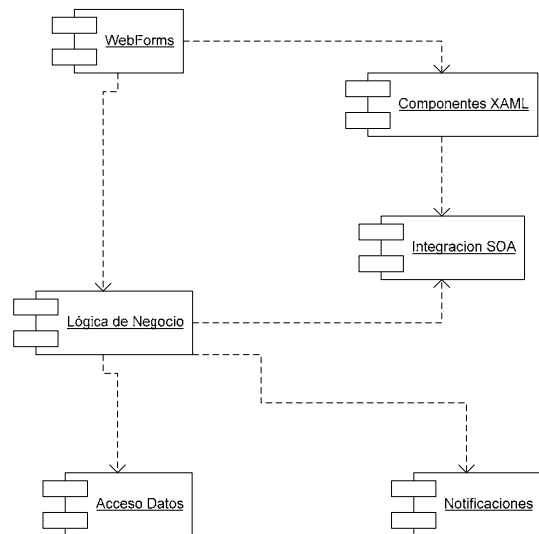


Figura 3. Arquitectura modular

2.3.1 Web Forms

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

2.3.2 Componentes XAML

Son los componentes desarrollados en tecnologías WPF para Web también conocido como silverlight, que provee una mejor experiencia de usuario evitando tantos postbacks.

2.3.3 Lógica de Negocio

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

2.3.4 Integración SOA

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

2.3.5 Acceso a Datos

Contiene las clases desarrolladas para proveer acceso a bases de datos (conocido también como CAPA DE DATOS). Estas clases deben operar independiente 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.

2.3.6 Notificaciones

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

3. INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La inteligencia artificial jugo el papel más importante en este proyecto. Y es que, agregarle inteligencia para el diagnóstico es una tarea que al principio parece sencilla, pero a medida que se avanzaba en el conocimiento del funcionamiento de los sistemas expertos, más complicado se hacia el tema de la inteligencia artificial y específicamente al componente motor de inferencia. En este punto se realizo un análisis de lo que ofrecen los métodos de inferencia clasificados en dos grupos: métodos determinísticos y métodos no determinísticos o inciertos.

3.1 Sistemas expertos y motor de inferencias

Un sistema experto se divide en varios componentes de acuerdo con la siguiente grafica

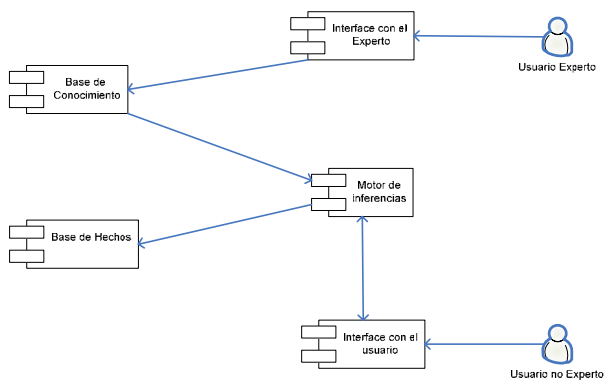


Figura 4. Elementos de un sistema experto

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

La determinación del algoritmo de inferencias esta basado en el tipo de sistema experto que se requiere implementar y lo que se ofrece ó recomiendan los expertos en el tema de acuerdo a la experiencia a nivel mundial y en ello se encontró lo siguiente.

El sistema experto a implementar tiene la característica de inicialmente ser un sistema de tipo determinístico, es decir, todas las situaciones que puedan suceder están sujeto a que el experto conoce claramente que es lo que puede suceder con la maquinaria

y los diagnósticos y procedimientos a aplicar; por lo tanto se puede implementar un sistema basado en reglas de producción.

Para aclarar un poco más lo del sistema de tipo determinístico, 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 a las situaciones que se puedan presentar en los sistemas expertos. Estos grupos son:

Situaciones Determinísticas

Situaciones Inciertas (o con manejo de la incertidumbre)

Las situaciones determinísticas determinan que todas las situaciones que se puedan presentar tienen alto grado de certeza. En algunos ejemplos encontrados este tipo de sistemas se aplican a control de tráfico, sistemas de seguridad, transacciones bancarias entre otros.

Las situaciones inciertas determinan que todas las situaciones que se puedan presentar existe cierto grado de incertidumbre, debido a que la información esta incompleta o requiere de algún procedimiento para disminuir el grado de incertidumbre.

Ambos tipos de situaciones presentan modelos para implementar los motores de inferencia. A continuación se presenta un cuadro resumen con los modelos encontrados.

Tabla 1. Tabla descriptiva de modelos determinísticos

Modelo Determinístico	Características
Encadenamiento de reglas hacia adelante	<p>El mecanismo de resolución es el modus ponens o modus tollens. El funcionamiento del encadenamiento hacia adelante es buscar las reglas cuyas premisas sean verificadas por los hechos en la base de datos, si la regla existe, se aplica, es decir lleva a cabo lo que diga el consecuente de la regla. El resultado puede ser añadir nuevos hechos en la base de conocimiento. Posteriormente el algoritmo buscará otra regla y la aplicará y así sucesivamente hasta que o haya más reglas aplicables. El razonamiento se denomina razonamiento guiado o conducido por datos forma habitual del modus ponens aplicado varias veces.</p> <p>La estrategia de control se basa en seleccionar la regla a aplicar entre un conjunto de reglas candidatas. La eficiencia del algoritmo de inferencia se basa en el orden de selección de las reglas.</p> <p>La resolución del conflicto es basado en las estrategias de control. A continuación se presentan varios métodos de control para este algoritmo</p>

	<p>Aplicar la primera regla posible, según el orden en que hayan sido introducidas. Este método no es recomendable ya que si existen demasiadas reglas es posible que no se llegue a una conclusión. Un orden fijo predeterminado es la peor estrategia de control.</p> <p>Selección de la regla más específica Con mayor número de condiciones, es decir de antecedentes.</p> <p>Ordenamiento de cláusulas dentro de cada regla para que sean examinadas antes que otras, cuando falla alguna de ellas la regla ya no necesitara ser evaluada.</p> <p>Seleccionar la que utilice el hecho más recientemente deducido que haya cambiado más recientemente.</p> <p>Selección de la que tenga más conclusiones.</p> <p>Método de disparo único, si la regla ha sido disparada en el ciclo anterior, ya no puede volver a ser activada.</p> <p>Seleccionar reglas aleatoriamente.</p> <p>Establecimiento de meta reglas, es decir agrupamiento de reglas en una regla general.</p>	<p>adelante es más focalizado y solo se procesa las reglas relevantes al objetivo en cuestión. El encadenamiento hacia adelante produce nuevas reglas el encadenamiento hacia atrás no.</p> <p>Una de las ventajas de este método de inferencia es que la información puede ser solicitada al usuario cuando se necesite.</p> <p>Como mecanismos de control se proponen varios métodos basados en búsquedas a través de árboles. El primer método consiste en recorrer el árbol en profundidad prioritaria es decir seleccionar el nodo correspondiente del objetivo que ha sido agregado recientemente. Este método tiene la dificultad que no se sabe si el nodo seleccionado es el más corto o el más largo lo que puede generar una latencia en el tiempo de respuesta.</p> <p>El otro método de control es el de anchura prioritaria, que consiste en recorrer de izquierda a derecha todos los objetivos generados por el objetivo de nivel inmediatamente anterior antes de considerar el siguiente nivel de profundidad en el árbol de búsqueda.</p> <p>Una variante al método anterior es el método denominado prioridad al mejor, consiste en seleccionar primero los nodos con el mínimo número de sub objetivos.</p>
<p>Encadenamiento de reglas hacia atrás o basado en objetivo</p>	<p>El mecanismo de resolución es el modus tollens o modus ponens. El algoritmo se inicia con base al objetivo o conclusión a demostrar, utilizando los hechos y las reglas de la base de conocimientos. Si el objetivo a demostrar ya forma parte de la base de conocimientos el proceso terminara. En caso contrario, se procede a buscar en la base de conocimientos una regla que concluya dicho objetivo y, a continuación, las condiciones de las reglas pasan a ser sub objetivos a demostrar, con lo cual se reitera el proceso. Por lo tanto se trata de un mecanismo recursivo [1].</p> <p>Si no existe una regla que concluya el objetivo, el motor de inferencias deberá preguntar al usuario si el hecho u objetivo en cuestión es cierto o no. Solo se debe preguntar si el hecho no es conocido ni puede ser deducido usando las reglas de la base de conocimiento.</p> <p>El encadenamiento hacia atrás en comparación con el encadenamiento hacia</p>	<p>Encadenamiento de reglas mixto</p> <p>Una de las soluciones es la combinación de las dos métodos de inferencia anteriores denominado encadenamiento mixto. Consiste en encadenar las reglas de producción hacia adelante y hacia atrás; a partir de unos datos iniciales introducidos por los usuarios, el motor de encadenamiento hacia adelante necesitará usar un objetivo intermedio, para cuya resolución se requiere de un motor con encadenamiento hacia atrás.</p>

Tabla 2. Tabla descriptiva de modelos inciertos

Modelo Incierto	Características
<p>Razonamiento Borroso (Lógica Fuzzy)</p>	<p>La lógica borrosa permite generar nuevo conocimiento con base o a partir de ciertas reglas con incertidumbre. Cada premisa ó proposición es una restricción sobre una variable, y la conclusión es una restricción calculada como propagación de las restricciones.</p> <p>Las proposiciones borrosas son afirmaciones sobre un objeto que incluyen predicados borrosos. Se pueden crear</p>

	<p>afirmaciones simples o compuestas. Los predicados son definidos en lenguaje casi que natural, por ejemplo “el proyecto es muy bueno”.</p> <p>Los métodos de inferencia mas utilizados en el método de razonamiento borroso son os siguientes:</p> <p>Razonamiento categórico: donde las premisas no tienen cuantificadores borrosos.</p> <p>Razonamiento disposicional: Donde una o más premisas pueden contener implícita o explícitamente el cuantificador borroso.</p> <p>Razonamiento silogístico: Donde las premisas contienen cualquier cuantificador borroso.</p> <p>Razonamiento cualitativo: Los problemas se modelan mediante un conjunto de relaciones borrosas</p> <p>El mecanismo de inferencia se basa en una estrategia de encadenamiento hacia adelante con de un único nivel. Existe alguna posibilidad de realizar encadenamiento de reglas mediante variables intermedias pero las reglas deben definirse de manera ordenada.</p>
Razonamiento Probabilístico	<p>El mecanismo de inferencia se basa en asignar valores probabilísticos a las reglas de producción, y utilizando mecanismos de resolución modus ponens, tolens y aplicando algunos teoremas de la estadístico obtener el resultado u objetivo.</p> <p>Las estrategias de inferencia se basan en la aplicación de los conceptos de probabilidad condicional junto con los teoremas de regla de la cadena o producto, regla de la suma, probabilidad marginal y teorema de bayes[1].</p>

Si bien el los métodos de inferencia anteriores aclaran un poco del panorama para comenzar a evaluarlos, también hay que recordar que existen varios métodos de representación del conocimiento y de búsqueda en las estructuras definidas de acuerdo al método o modelo de representación. Los modelos de representación del conocimiento encontrados son:

- Lógica clásica
- Reglas de producción.

- Marcos
- Redes semánticas
- Redes bayesianas
- Lógica Borrosa (Fuzzy)

Donde para el proyecto se utilizarán las reglas de producción, debido a su gran utilización en varios proyectos de este tipo¹.

Con base a lo anterior existen unas plantillas o unidades de trabajo que permiten definir el trabajo algoritmo de inferencia basándose en la definición de tareas existentes en los modelos de sistemas expertos en el mundo.

Las tareas de los sistemas expertos se clasifican en dos:

- Tareas analíticas
- Tareas sintéticas

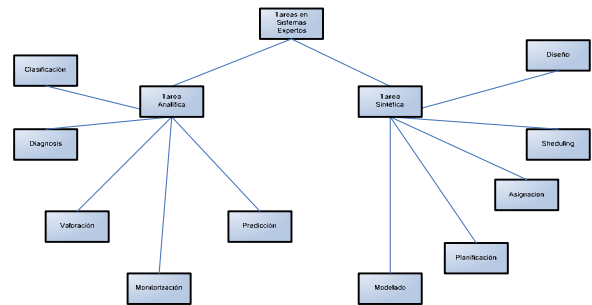


Figura 5. Tipos de tareas en sistemas expertos

Tabla 3. Resumen tareas sintéticas

Diseño	El objetivo es construir un sistema físico, por ejemplo una placa electrónica, una computadora.
Sheduling	Tiende a confundirse con la tarea de planificación. A diferencia de la planificación, esta determina las actividades en el tiempo, el sheduling asigna recursos en esa planificación.
Asignación	Es una tarea en la cual se tienen dos conjuntos de objetos entre los cuales se crea una asociación. Esta asignación se programa con restricciones.

¹ Tomado y adaptado de [1] Capitulo 7

Planificación	A diferencia de la tarea de diseño, que esta relacionado con la construcción de sistemas físicos, la planificación esta relacionada con actividades y sus dependencias en el tiempo.
Modelado	El objetivo es construir una descripción abstracta de un sistema con el fin de explicar o predecir ciertas propiedades ó fenómenos del mismo.

Tabla 4. Resumen tareas analíticas

Clasificación	Cuando un objeto necesita ser clasificado como perteneciente a una clase, por ejemplo el proceso de clasificación del huevo en A, AA, Jumbo entre otros.
Diagnosís	A diferencia de la tarea de clasificación, el objetivo de esta tarea es obtener el malfuncionamiento de un sistema. Es utilizado mucho en la medicina.
Valoración	El objetivo es asignar una calificación a un objeto a un sistema, de acuerdo a unos parámetros establecidos previamente. Un ejemplo de esto es la calificación financiera que realizan las entidades bancarias denominadas Scoring.
Monitorización	Cuando el sistema que se esta analizando es de naturaleza dinámica. Cada ciclo de monitorización es como una pequeña tarea de validación.
Predicción	Se analiza la conducta del sistema actual para construir una descripción del estado del sistema en algún instante futuro.

En este proyecto la tarea que se implemento a través del motor de inferencias es la de diagnosis. La tarea de diagnosis se utiliza cuando hay que buscar la solución a un problema determinado combinado con el motor de inferencia determinístico basado en reglas con encadenamiento hacia adelante o por objetivos.

4. EXPERTIK

Con base al método de inferencia seleccionado y a la tarea de diagnosis y a la arquitectura planteada se construyo un prototipo de aplicación software como servicio de sistema experto inicialmente aplicado al mantenimiento industrial.

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 mas importantes de la aplicación Web Administrativa se encuentran:

Usuarios

Agencias

Dispositivos Móviles

Tipo Objeto

Objeto

Base de Hechos

Base de Conocimiento

Configuración Tarjeta

Consulta KB

Consulta Monitorizada

4.1 Ingresando datos administrativos

La aplicación permite ingresar algunos datos de tipo administrativo para gestionar los usuarios, las agencias y los dispositivos móviles de las agencias de la empresa, desde donde se accederá al aplicativo. Una vez se accede a través del usuario se identificara la agencia y toda la información registrada será de la agencia especifica en la sesión del usuario correspondiente.



Figura 5. Interface Principal Web Expertik

4.2 Ingresando conocimiento y base de conocimiento

Para ingresar el conocimiento lo primero que se debe registrar son los objetos de conocimiento (llámese a los objetos sobre los cuales se quiere diagnosticar o realizar la inferencia). Esto se realiza a través del modulo de tipo de objeto y objeto.

El modulo de tipo objeto y objeto permite ingresar los datos del objeto de conocimiento así como sus atributos ejemplo. Tipos de Maquina y maquinas.

Figura 6. Interface Objetos Web Expertik



Permite crear cuantos objetos de conocimiento sean necesarios en la empresa y se requiere inferir sobre ellos.

Para el ingreso del conocimiento se utiliza el modulo de base de hechos y de base de conocimiento.

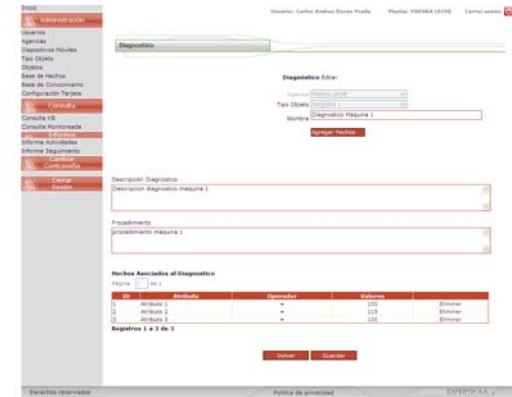
El modulo de base de hechos permite ingresar las reglas del sistema experto de acuerdo al objeto seleccionado.

Figura 7. Interface Base de Hechos



El modulo de base de conocimiento permite seleccionar los hechos que son relacionados con el diagnostico del problema que puede tener el objeto de conocimiento. El motor de inferencia se encargara de demostrar si los hechos correspondientes son ciertos para diagnosticar los problemas a través de la interface de consulta del conocimiento o consulta KB.

Figura 7. Interface Base de Conocimiento



4.3 Realizando la consulta a la base de conocimiento

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

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 solicitando.

Figura 8. Interface Consulta de Conocimiento



El motor de inferencia comienza a realizar la búsqueda por objetivo con encadenamiento hacia delante cuando se selecciona la opción evaluar.

Figura 9. Interface de Diagnostico



Una vez se ha ingresado los datos solicitados por el motor de inferencia la aplicación da solución de acuerdo a las reglas en la base de hechos y en la base de conocimiento ingresados.

Desde el aplicativo móvil se puede realizar la consulta a la base de conocimiento.

Figura 9. Interface de Consulta Móvil



La aplicación móvil se accede a través de un navegador Web desde el dispositivo móvil. Al igual que la aplicación Web en el modulo de consulta se procede seleccionar el objeto de conocimiento y el motor de inferencia ira solicitando los datos de acuerdo a la base de hechos y a la base de conocimiento ingresada por el experto. Una vez ingresados los datos el motor de inferencia procederá a diagnosticar el problema o problemas de los objetos de conocimiento seleccionados para en la inferencia.

Este aplicativo Web Móvil se interconecta al motor de inferencia a través de un Web Service, permitiendo la interoperabilidad con la aplicación tanto Web como Móvil y si se requiere con una aplicación de Escritorio. Tiene como ventaja que esta aplicación permite consultar in situ los problemas de los objetos de conocimiento solo se requiere de una conexión a la red de Internet para acceder al servicio de sistema experto EXPERTIK.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Dado a que el motor de inferencia determinístico permite validar hechos se encontraron algunas situaciones en la cual no es práctico utilizar el método determinístico. Estas situaciones se identificaron como situaciones donde 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 o el sistema experto determinístico generaría una cantidad de reglas y la inferencia se haría más complicada. Con base a esto se está desarrollando la segunda versión del motor de inferencia incorporando el manejo de situaciones de incertidumbre 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 permitiendo asignar valores lingüísticos a esas variables como alto, bajo, medio entre otros.

Para este desarrollo se utilizara una librería desarrollada por Hesham Sherif Omran del país de Egipto que desarrollo un motor de inferencia denominado Fuzzinator, este motor permitirá al proyecto manejar las variables con el grado de incertidumbre que requieran los expertos.

6. AGRADECIMIENTOS

En especial a la Corporación Bucaramanga Emprendedora Luis Carlos Galan Sarmiento, al SENA y a Colciencias, por haber creído en nuestra propuesta ya que de este proyecto se generara una empresa de base tecnológica. El apoyo brindado económicamente y técnicamente nos ayudo a formalizar la idea de empresa y finalizar el proyecto.

7. REFERENCIAS

- [1] Pajares Gonzalo, Martin Sanz Matilde, Peñas Santos, inteligencia artificial e ingeniería del conocimiento, Editorial Alfaomega Ra-Ma 2006.
- [2] Enrique Castillo, José Manuel Gutiérrez, y Ali S. Hadi, Sistemas Expertos y Modelos de Redes Probabilísticas, Universidad de Cantabria, Universidad de Cornell.
- [3] Grados Vásquez Juan, Gutiérrez Ruiz Erik, Velazquez Vásquez Rulber, 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.