

SEBREI: Sistema Experto basado en reglas para la recomendación de equipos de impesión *

Erica Vidal

Fac. de Cs. Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Departamento de Ciencias de la computación
Pellegrenini 250, Rosario Santa Fe
ericavidal@gmail.com

Regina Muzzulini

Fac. de Cs. Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Departamento de Ciencias de la computación
Pellegrenini 250, Rosario Santa Fe
remuzzu@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN

síntesis y presentación del trabajo

2. SISTEMAS EXPERTOS

Los términos sistema experto, sistema basado en conocimiento o sistema experto basado en conocimiento a menudo se usan como sinónimos.

Los sistemas expertos son una rama de la Inteligencia Artificial que hace un amplio uso del conocimiento especializado para resolver problemas como un especialista humano.[1] Un experto es una persona que tiene experiencia en cierta área, tiene ciertas habilidades que la mayoría de no y/o puede resolver problemas que la mayoría de las personas no pueden o lo pueden hacer de una manera más eficiente.

El conocimiento en un sistema experto puede ser experiencia o conocimiento que está disponible de libros revistas y personas.

2.1 Breve historia de los Sistemas Expertos

completar

2.2 Estructura básica de un Sistema Experto

La estructura básica de un sistema experto consta de una base de conocimiento que es el conjunto de conocimiento almacenados (factual y heurístico) y un motor de inferencias que es el programa que gestiona y controla la base de conocimiento. Una característica relevante es que la base de conocimiento y el motor de inferencias se encuentran separados. En la figuraN se ilustra la estructura básica de un sistema experto.

Agregar figura

Otros componentes importantes son la base de hechos, la interfaz con el usuario y el módulo de explicación. La base

de hechos o memoria de trabajo es el conjunto de datos de un determinado problema y se almacena en forma separada de la base de conocimiento. El módulo de explicación o justificación explica el razonamiento utilizado por el sistema para llegar a una conclusión.

2.3 Representación del conocimiento

La "experiencia" de un experto puede ser representada de diversas maneras. esenciales del dominio de un Existen varios sistemas para la representación del conocimiento. Entre los principales sistemas se tienen:

- Formalismos lógicos (lógica proposicional, lógica de primer orden, lógicas multivaluadas)
- Sistemas de producción
- Formalismos estructurados (Redes semánticas, Frames, Objetos y Ontologías)

En este trabajo la representación del conocimiento se hará mediante reglas de producción. Una regla de producción tiene la siguiente forma:

SI <antecedente> ENTONCES <consecuente>

donde el antecedente y el consecuente son frases en lenguaje coloquial. El nombre de producción se debe al hecho de que el consecuente describe el estado de cosas que viene producto de que el antecedente sea satisfecho.

La base de conocimiento de un sistema experto basado en reglas es un conjunto de reglas.

2.4 Forward y Backward chain

Una inferencia es completar

Un grupo de múltiples inferencias que conecta un problema con una solución se llama cadena. Una cadena que va desde los hechos a una objetivo se llama forward chain y una cadena que va de una hipótesis u objetivo hacia los hechos que soportan dicha hipótesis se llama backward chain.

Agregar ejemplos

Ayuda visualizar los forward y backward chaining en terminos de la busqueda de un path a través de un espacio de búsqueda. FC es llamado bottom-up reasoning porque razona desde el nivel de evidencia, hechos al nivel de conclusiones que están basadas en los hechos. El razonamiento desde el nivel más alto, la hipótesis, al nivel más bajo, los hechos que la soportan se llama top-down reasoning o backward chaining. Buenas aplicaciones para FC son aquellas en el que el árbol de búsqueda es ancho y no muy profundo, porque el FC produce una búsqueda a lo ancho. En cambio el BC produce una búsqueda en profundidad. Un buen árbol para una búsqueda en profundidad es uno angosto y profundo.

2.5 El algoritmo de Rete

Los lenguajes basados en reglas usan un algoritmo para matchear hechos con patrones en reglas para determinar que reglas tienen sus condiciones satisfechas. Este algoritmo es el algoritmo de Rete.

Los lenguajes basados en reglas tienen lo que se llama redundancia temporal, que significa que en cada ciclo de ejecución sólo pocos hechos se agregan a la lista de hechos y los mismos afectan a pocas reglas; por lo que el sistema cambia muy lentamente. El algoritmo de Rete toma ventaja de esto, salvando el estado del matching ciclo a ciclo y reconstruyendo los cambios en el estado solo para los cambios que ocurrieron en la fact list.

3. PRESENTACIÓN DEL PROBLEMA

La elección de una determinada tecnología de impresión a la hora de comprar está sujeta a numerosas cuestiones relacionadas con el uso que se le va a dar al equipo, la velocidad de respuesta deseada, la calidad esperada, factores económicos, etc. Requiere tiempo y esfuerzo investigar las tecnologías disponibles en el mercado y decidir en base a las características que posee cada equipo, aquel que resulte más conveniente según las necesidades.

Los sitios web de las diferentes marcas de impresión a menudo preclasifican sus productos para ayudar al cliente a encontrar el equipo que se necesita, otros simplemente listan los productos disponibles. Para facilitar la tarea de elección, lo más común es consultar con un vendedor competente en la materia.

Una distinción importante es que existen equipos de impresión para usos muy específicos, como impresoras de etiquetas u CDs. Inicialmente este trabajo está orientado a la recomendación de impresoras o multifunciones para el público en general, considerando sólo el uso más convencional de los mismos. Pero el diseño del sistema se hará de forma tal que puedan ser contemplados otros usos más específicos en el futuro.

3.1 Objetivos

El principal objetivo del presente trabajo es diseñar y desarrollar un Sistema Experto que emule un vendedor de sistemas de impresión y copiado que aconseja a un cliente sobre las impresoras o fotocopadoras de las que dispone.

Un segundo objetivo es la confección de un paquete de software open source con la implementación del sistema para

ponerlo a disposición de la comunidad. Para que por ejemplo pueda ser utilizado de empresas de ventas de equipos de impresión para facilitar la consulta a sus clientes a través de la web, o adaptado a nuevas necesidades.

A pesar de que hemos reducido el dominio de aplicación concentrándonos sólo en impresoras o multifunciones sigue siendo un problema bastante complejo si quisieramos encararlo desarrollando una aplicación convencional. Por eso afirmamos que la elección de hacerlo con un sistema experto fue la más adecuada.

3.2 Metodología de trabajo

Nuestro sistema es un poco particular porque por un lado es un sistema experto al que podría verse que se le agrega una interfaz web, pero también se lo puede pensar como una aplicación web que provee el servicio de recomendar equipos de impresión para lo cual incorpora un módulo de sistema experto.

En el último tiempo se han desarrollado nuevas metodologías para el desarrollo de aplicaciones web, algunas consisten en adaptar a las antiguas que provienen de la IS a las nuevas necesidades, mientras que otro grupo provienen de las metodologías orientadas a servicios.

Nuestra forma de trabajo consistió usar ambos enfoques antes mencionados para diseñar cada parte del sistema. Vimos al sistema como un SE que luego tendría una interfaz web y vimos las interfaces web como una aplicación que provee cierto servicio.

En una primera instancia la tarea fue armar una estructura general de lo que esperabamos fuera el sistema terminado. En ese sentido en la figura se presenta la una arquitectura de tres niveles¹ del sistema.

Una vez que tuvimos claro cuáles serían los principales componentes del sistema y la forma en la que interaccionan unos con otros fue más sencillo concentrarnos en el diseño de cada parte por separado.

Lo primero fue crear un pequeño sistema experto que funcione, luego de lo cual diseñaríamos las interfaces web e integraríamos todo el sistema. A este primer sistema experto lo pasaremos a llamar stand alone para diferenciarlo del sistema completo.

Luego de hacer una pequeña investigación sobre los sistemas expertos definimos las siguientes etapas para el desarrollo de una primera versión de nuestro sistema stand alone:

- ingeniería de requerimientos

¹Una arquitectura de tres niveles es una especialización de la arquitectura cliente-servidor donde la carga se divide en tres partes (o capas) con un reparto claro de funciones: una capa para la presentación (interfaz de usuario), otra para el cálculo y otra para el almacenamiento (persistencia). Una capa solamente tiene relación con la siguiente.

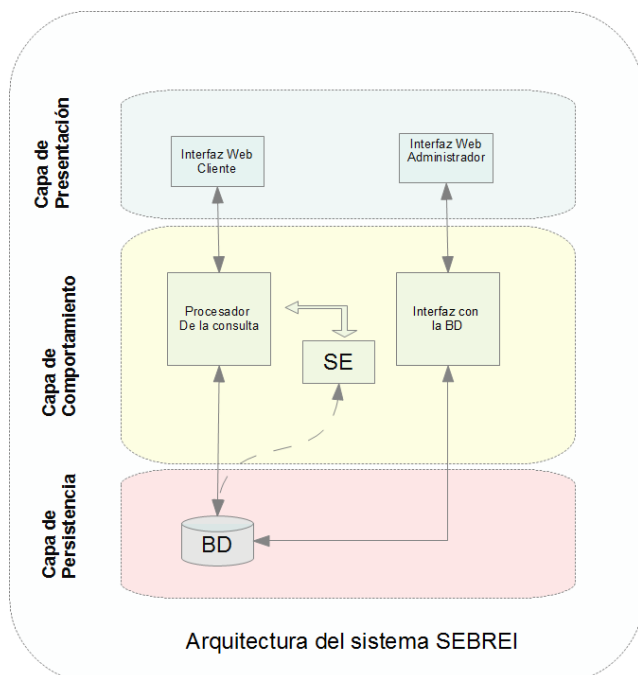


Figure 1:

- adquisición del conocimiento
- diseño
- implementación
- testing
- documentación

Con respecto a las interfaces web las etapas fueron: ingeniería de requerimientos, diseño, implementación, testing y documentación.

4. DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO

4.1 Requerimientos generales

4.1.1 Uso

El sistema debe recomendar los equipos de impresión que más se ajusten a la necesidades del cliente. Para determinar las necesidades del cliente el sistema se vale de preguntas en español. El sistema debe explicar las razones de sus recomendaciones.

4.1.2 Actualización y Mantenimiento

El sistema debe permitir agregar nuevos equipos o modificar los ya existente. Se debe permitir agregar o modificar las características técnicas posibles de los equipos de impresión.

4.1.3 Cambios futuros

Se debe prever la posibilidad de extender la base de conocimiento (reglas) sin afectar la estructura del sistema. El sistema debe poder ser traducido a distintos idiomas sin necesidad de alterar su estructura.

4.2 Adquisición del conocimiento

4.2.1 Fuentes de conocimiento

Para adquirir el conocimiento nos valimos de las especificaciones técnicas publicadas por los fabricantes de equipos de impresión, interacciones con un experto en el rubro de venta de equipos de impresión para oficina y el hogar, la página web de la empresa del experto y la web de varias marcas de impresoras y multifunción.²

4.2.2 Entrevista con el experto

Lo que sigue es el contenido de los intercambios de mails con el experto (vendedor), que han sido dispuestos en forma de entrevista.

IC- ¿Qué tipo de información se le pide a un cliente cuando se acerca con intenciones de comprar un equipo de impresión?

Experto- Hay varias consideraciones cuando un interesado con consulta por impresoras, las relevantes son:

1. Qué tipo de uso le va a dar a la impresora, también el trabajo o profesión del cliente es un dato orientativo.
2. Producción de trabajo diario o mensual.
3. Si es para grupos de trabajo o para usar solo junto a una PC.
4. Si también escanean documentos, sacan fotocopias y/o usan fax

Con estos primeros datos ya tenemos para prepararle un abanico de soluciones de impresión. Es decir, si es para poco uso y una sola persona puede sugerirse una impresora chica, si también escanea se amplía a una multifunción. Si ya es corporativa conviene una impresora en RED, con print server interno. A veces el cliente para su hogar ya está pidiendo impresoras WIRELESS ya que no quiere cables dando vuelta por su casa, también hoy hay estos equipos. Además para los fanáticos de la tecnología tenemos las nuevas máquinas que imprimen desde un iPod, etc. También hoy el asesoramiento va por el costo de los toner que al momento de la elección puede ser importante sobre todo para altos volúmenes.

IC- ¿Cuál debe ser aproximadamente el volumen de impresiones diario o mensual para que se concidere que se necesita una impresora chica?, o sino ¿cuándo considero que una impresora es chica?

Experto- Normalmente el fabricante especifica en la folletería el volumen de trabajo, normalmente si el volumen mensual es de hasta 1.500 a 2.000 páginas por mes, en Argentina se estila comprar una máquina chica.

IC- Mencionaste que la profesión de un cliente es un dato orientativo para la recomendación de un equipo, en ese sentido necesitaríamos un poco más de detalle. ¿Qué tipos de profesiones indican qué tipos de equipos?

²www.jeanmco.com.ar, http://www8.hp.com

Experto- Por ejemplo, para una oficina lo más común es usar impresoras láser monocromo. Si es un estudio de arquitectura es probable que usen chorro de tinta ya sea formato pequeño o bien A3 (297 x 432 mm.) o bien plotter. Un diseñador gráfico o fotógrafo puede elegir una impresora HP Photosmart con 6 tintas de colores diferentes. Para el hogar una multifunción ink jet línea barata. Si entras a la página de HP vas a encontrar que las impresoras las categorizan para:

- mercado hogareño
- mercado de diseño
- mercado corporativo

Guiandonos por el experto hay cuatro características mínimas que considerar para un usuario común y son

uso (copiar, imprimir, etc)
color
volumen mensual
conectividad requerida

4.2.3 Datos de la web: Volúmen mensual

Con respecto al volumen mensual usamos para guiarnos la clasificación que hace HP en su página web³. HP clasifica sus productos en 5 categorías y guía al cliente que visita su página en busca de impresoras o multifunciones en esta clasificación de acuerdo al uso que tiene intenciones de darle el cliente.

De acuerdo a este criterio de volumen mensual podemos usar las siguientes categorías para clasificar los equipos:

- hogareña
- profesional
- pyme
- pyme+
- empresarial

4.2.4 Datos de la web: Tamaño del grupo de trabajo

En la página de Xerox⁴ dentro de los equipos ofrecidos para la pequeña y mediana empresa hay una clasificación de acuerdo al tamaño del grupo de trabajo. Dicha clasificación se compone de las categorías de *personal*, *grupo pequeño* (de 1 a 3 usuarios), *grupo mediano* (de 4 a 10), y *grupo grande de trabajo* (más de 10). Al revisar las especificaciones de los productos de las distintas categorías encontramos una relación entre dichas categorías y el ciclo mensual de trabajo.

4.2.5 Datos de la web: Especificaciones técnicas

A continuación listamos las características técnicas de los equipos de impresión que pueden ser encontrados en los folletos de especificaciones provista por los distintos fabricantes. Dichas características son fundamentales para seleccionar que modelo de equipo se necesita.

³ Agregar webpage

⁴ <http://www.office.xerox.com/small-business/esuy.html>

- Tipo (impresora / multifunción)
- Tecnología de impresión (laser / inyección de tinta / matriz de punto)
- Color
- Funciones (imprimir / escanear / copiar / envío de fax / envío digital)
- Volumen de impresión recomendado
 - Los fabricantes de equipos de impresión, normalmente indican el ciclo de trabajo mensual, que es la cantidad máxima de páginas en un determinado formato que el equipo puede imprimir en un mes sin deteriorarse. Paralelamente también indican un volumen de páginas mensuales recomendado.
- Conectividad (usb / puerto paralelo / red ethernet / wifi)
- Lenguajes de Impresión Soportados (GDI / PCL / PostScript / ESC/Page)
 - Esta característica es importante porque no todos los lenguajes están soportados por todos los sistemas operativos.

Otras características que pueden ser encontradas en los folletos de especificaciones técnicas pero que no las consideramos tan decisivas (al menos en los casos más generales) son las siguientes:

- Tipo de papel (normal, fotográfico)
- Tamaño de papel (A4, A5, etc)
- Velocidad de impresión
 - La velocidad exacta varía según la configuración del sistema, la aplicación de software, el driver y la complejidad del documento.
- Calidad de Impresión
- Cantidad de Memoria
- Duplex automático
- Pantalla táctil
- Impresión en A3
- Adicionales (bandejas adicionales)

4.3 Diseño

4.3.1 Representación del conocimiento: Reglas completar, definir las reglas y el árbol de búsqueda

Direcamente de la “entrevista” con el experto extraemos la siguiente lista de reglas

- Lista de reglas

Table 1: Volumen mensual según uso pretendido.

| Volumen mensual | Uso pretendido |
|--------------------------------------|--|
| Hasta 500 páginas mensuales | Fotos y Documentos |
| Entre 500 y 1000 páginas mensuales | Impresión de documentos profesional |
| Entre 1000 y 5000 páginas mensuales | Empresa en crecimiento |
| Entre 5000 y 10000 páginas mensuales | Impresión de volumen para medianas empresas |
| Más de 10000 páginas mensuales | Soluciones para organizaciones Empresariales |

Table 2: Correspondencia entre volumen mensual y tamaño del grupo de trabajo

| Categoría | Tamaño del grupo | Ciclo mensual de trabajo | Volumen mensual |
|---------------|--------------------|--------------------------|--------------------|
| personal | 1 persona | 10000 páginas/mes | hasta 1000 páginas |
| grupo pequeño | 1 a 3 usuarios | hasta 50000 páginas/mes | hasta 4000 páginas |
| grupo mediano | 4 a 10 usuarios | hasta 60000 páginas/mes | hasta 5000 páginas |
| grupo grande | más de 10 usuarios | hasta 85000 páginas/mes | hasta 8000 páginas |

- Si es para poco uso \wedge una sola persona \Rightarrow necesita impresora chica
- Si es para imprimir \wedge escanear \Rightarrow necesita multifunción
- Si es para uso corporativo \Rightarrow necesita impresora de Red
- Si no quiere cables \Rightarrow necesita conexión wireless
- Si es fanático de la tecnología \Rightarrow puede querer imprimir desde el iPod
- Si es para altos volúmenes \Rightarrow el costo del toner es importante
- Si el volumen mensual del equipo es menor a 2000 páginas \Rightarrow la impresora es chica
- Si es para una oficina \Rightarrow necesita laser monocromo
- Si es un estudio de arquitectura \Rightarrow necesita chorro de tinta para A4 o A3 o un plotter
- Si es diseñador gráfico o fotógrafo \Rightarrow puede querer HP Photosmart con 6 tintas
- Si es para el hogar \Rightarrow puede necesitar multifunción barata

Uso. Hay ciertos conceptos impresos como *impresora chica*, *alto volumen*, *poco uso*. En el contexto utilizado todos los términos se están refiriendo a la cantidad de páginas mensuales.

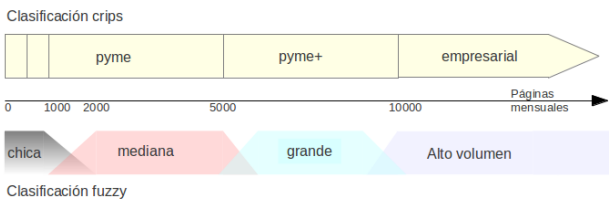


Figure 2: Clasificación según volumen de impresiones mensuales

La clasificación de HP antes mencionada, define 5 conjuntos críps para esta característica, usaremos dichos conjuntos para los valores del literal que llamaremos *uso*, los valores de la variable *uso* pueden ser *hogareño*, *profesional*, *pyme*, *pyme+* y *empresarial*.

Por otro lado el experto nos habla de impresoras *chica* como aquella que no superara las 2000 páginas de impresiones al mes. Dentro de la categoría *chica* del experto están contenidas las dos primeras categorías de HP y parte de la tercera.

Hemos definido conjuntos fuzzy⁵ para representar los valores de las variable lingüística *tamaño* que también está relacionada con el volumen de páginas mensuales, estos valores son: *chica*, *mediana*, *grande*, *de alto volumen*

En la figura 2 se puede apreciar la correspondencia entre ambos conjuntos.

Las funciones de pertenencia para cada conjunto fuzzy son las siguientes:

$$chica(x) = \begin{cases} 1 & si \ x \leq 1000 \\ 1 - \frac{x - 1000}{1000} & si \ 1000 < x \leq 2000 \\ 0 & si \ x \geq 2000 \end{cases}$$

$$mediana(x) = \begin{cases} 0 & si \ x \leq 1000 \\ \frac{x - 1000}{1000} & si \ 1000 < x \leq 2000 \\ 1 & si \ 2000 < x \leq 5000 \\ 1 - \frac{x - 1000}{1000} & si \ 5000 < x \leq 6000 \\ 0 & si \ x \geq 6000 \end{cases}$$

$$grande(x) = \begin{cases} 0 & si \ x \leq 5000 \\ \frac{x - 1000}{1000} & si \ 5000 < x \leq 6000 \\ 1 & si \ 6000 < x \leq 9000 \\ 1 - \frac{x - 1000}{1000} & si \ 9000 < x \leq 10000 \\ 0 & si \ x \geq 10000 \end{cases}$$

⁵Ver apendice A: Fuzzy Set

$$alto_volumen(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x \leq 9000 \\ \frac{x - 1000}{1000} & \text{si } 9000 < x \leq 10000 \\ 1 & \text{si } x \geq 10000 \end{cases}$$

Usaremos los conjuntos fuzzy de dos formas una para ayudarnos a determinar cuál es el *tamaño* de equipo necesitado y el otro para ayudarnos a definir factores de certeza⁶ sobre el *uso* de los equipos de la siguiente manera.

```

For T in tamaño
  i := 0
  For U in uso
    p(U) := calcular la probabilidad
             a priori de ocurrir dado
             que el tamaño es T
    a(U) := calcular el porcentaje
             del área U alcanzado
             por el tamaño T.
    s(U) := p(U)*100 + a(U)
    sum := sum + s(U)
  For U in uso
    CF(U) := (s(U) / sum) * 100

```

Por ejemplo si se ha determinado que el tamaño es chico, entonces hay un 1/3 de probabilidad de que el uso sea 100% hogareño, 100% profesional y 20% pyme.

$CF(\text{hogareño}) := (33 + 100/319) * 100\% = 42\%$

$CF(\text{profesional}) := (33 + 100/319) * 100\% = 42\%$

$CF(\text{pyme}) := (33 + 20/319) * 100\% = 17\%$

Tendremos entonces reglas como las que siguen

- Si chica \Rightarrow uso hogareño con 42% de certeza \wedge uso profesional con 42% de certeza \wedge uso pyme con 17% de certeza
- Si es mediana \Rightarrow uso pyme con 85% de certeza \wedge uso pyme+ con 15% de certeza
- Si es grande \Rightarrow uso pyme+ con 90% de certeza
- Si es de alto volumen \Rightarrow uso empresarial con 85% de certeza \wedge uso pyme+ con 15% de certeza

Falta sólo determinar cómo precisar el tamaño de la impresora. Una primera aproximación podría ser preguntarle al cliente cuantas páginas cree que en promedio imprimirá en un mes, haciendo la aclaración que 1000 páginas es el equivalente a una resma de hojas.

Si el cliente no lo sabe o no está seguro que es lo más probable, podemos usar la aproximación que usa Xerox y tener en cuenta el tamaño del grupos de trabajo, pero definiremos nuestros propios rangos. Así, preguntándole el número de usuarios/pc simultáneos del grupo de trabajo al futuro cliente podremos estimar un volumen mensual de impresiones.

⁶Sobre los factores de Certeza

Table 3:

| Categoría | Tamaño del grupo | volumen mensual |
|-----------|----------------------|-----------------|
| personal | personal | hasta 2000 p. |
| pequeño | hasta 4 personas/pc | hasta 5000 p. |
| mediano | hasta 12 personas/pc | hasta 8000 p. |
| grande | más de 12 personas | mas de 8000 p. |

Si el usuario ingresa un valor para las páginas mensuales podemos todavía combinarlo con dicho valor con respecto al tamaño del grupo de trabajo.

Para el caso en que el cliente facilita un valor v para el volumen mensual, el valor definitivo utilizado vd será $vd = v + vg$, donde vg es el valor correspondiente al tamaño del grupo de trabajo. Una vez que obtuvimos el valor vd calculamos la pertenencia a los conjuntos fuzzy y nos quedamos con el valor de *tamaño* para el cual vd tenga el mayor grado de pertenencia.

Conectividad. Otra de la información que se puede deducir a partir del *tamaño del grupo* de trabajo es el tipo de conectividad. Para determinar el tipo de conectividad necesitado a partir del *tamaño del grupo* tendremos las siguientes reglas.

- Si el tamaño del grupo es personal \Rightarrow conectividad usb 90% de certeza \wedge conectividad red 30% de certeza \wedge conectividad wifi 50% de certeza
- Si el tamaño del grupo es pequeño \Rightarrow conectividad usb 60% de certeza \wedge conectividad red 60% de certeza \wedge conectividad wifi 50% de certeza
- Si el tamaño del grupo es mediano \Rightarrow conectividad usb 10% de certeza \wedge conectividad red 90% de certeza \wedge conectividad wifi 5% de certeza
- Si el tamaño del grupo es grande \Rightarrow conectividad usb 5% de certeza \wedge conectividad red 90% de certeza \wedge conectividad wifi 5% de certeza

Tecnología de Impresión. ¿Cuándo recomendar laser o tinta? A partir de los datos provisto por el experto más y un poco de conocimiento de dominio definimos las siguientes reglas:

- Si el uso es hogareño \Rightarrow tecnología de impresión tinta 80% de certeza \wedge tecnología de impresión laser 30%de certeza
- Si el uso es profesional \Rightarrow tecnología de impresión depende de la profesión
- Si el uso es pyme \Rightarrow tecnología de impresión tinta 20% de certeza \wedge tecnología de impresión laser 80%de certeza
- Si el uso es pyme+ \Rightarrow tecnología de impresión tinta 5% de certeza \wedge tecnología de impresión laser 90%de certeza
- Si el uso es empresarial \Rightarrow tecnología de impresión tinta 5% de certeza \wedge tecnología de impresión laser 95%de certeza

Table 4: Resumen de variables lingüísticas

| Variable | Valores |
|------------------|--|
| uso | hogareña, profesional, pyme, pyme+, empresarial. |
| tamaño | chica, mediana, grande, de alto volumen |
| tamaño del grupo | personal, chico, mediano, grande |
| precio | económico, profesional, moderado, alto coste |

Tipo de Equipo y funciones. Para determinar el tipo de equipo basta con saber las funciones que se necesitan. Como bien nos cuenta el experto si es sólo para imprimir se trata de una impresora o ploter, si además requiere más funciones funciones

Color

Precio. definir linguistica precio

4.3.2 Encadenamiento de reglas: Backward chaining

Clips no implementa backward chaining como parte de su engine de inferencia. Pero puede simularse representando las

The backward chaining algorithm

Express associations between a goal (consequent) and the conditions it depends on (antecedents) as facts, and name this fact domain-rule. The consequents of a domain-rule are the goals for be resolved. If a domain-rule has an antecedent then each antecedent becomes a sub-goal. Each sub goal is resolved by affirming or negated it based on the facts called answer. If a sub-goal is affirmed then this antecedent is removed from the domain-rule's antecedents. Repeat step 3 and 4 until there are no antecedents left. When a domain-rule has no antecedent then fire the rule to create of a new fact called conclusion. The conclusion consists of the goal along with certainty rating called confidence-factor . If two goals resolve to same conclusion then combine their certainties (confidence-factors) using the function $((100 * (cf1 + cf2)) - (cf1 * cf2)) / 100$

4.3.3 Representación del conocimiento: Base de datos

Para permitir flexibilidad en la incorporación de nuevos equipos o modificación de los existentes, utilizamos un base de datos relacional para mantener las características de los equipos de impresión.

5. DESARROLLO DE LAS INTERFACES WEB

5.1 Interfaz administrativa

5.1.1 Requerimientos

La interfaz web debe permitir al administrador del sistema agregar elementos a la base de datos y ajustar ciertos parámetros del SE. Permite:

- Logueo y autenticación
- Agregar/Modificar :
 - Impresoras
 - conectividades
 - vendors
 - velocidades
 - tecnologías
 - tipo de equipos
 - sistemas operativos
 - sheet
 - tipos de papel
 - calidades de impresión
 - funciones del equipo
 - consumibles
 - Cambiar límites a los tags* (de cant de impresiones y de precios)

Los tags de precios se actualizarán mediante una función fuzzy cuyos parámetros pueden ser alterados por el administrador del sistema. Eso permitirá que los valores de la variable precio {económico, moderado} varíen sus límites de acuerdo a la realidad económica del medio en donde se use el sistema.

5.1.2 Diseño

5.1.3 Implementación

5.2 Interfaz cliente

5.2.1 Requerimientos

5.2.2 Diseño

5.2.3 Implementación

5.3 Implementación

5.3.1 Herramienta utilizada

5.4 Testing

Agregar diseños de las interfaces web en WEBML

6. INTEGRACIÓN DEL SISTEMA

7. NOTAS SOBRE LA IMPLEMENTACIÓN

7.1 Clips

7.2 Base de datos

7.3 Interfaces web

7.4 Otras herramientas

8. TESTING

Pruebas de las distintas componentes

9. DOCUMENTACIÓN

Notas sobre las Herramientas utilizadas??

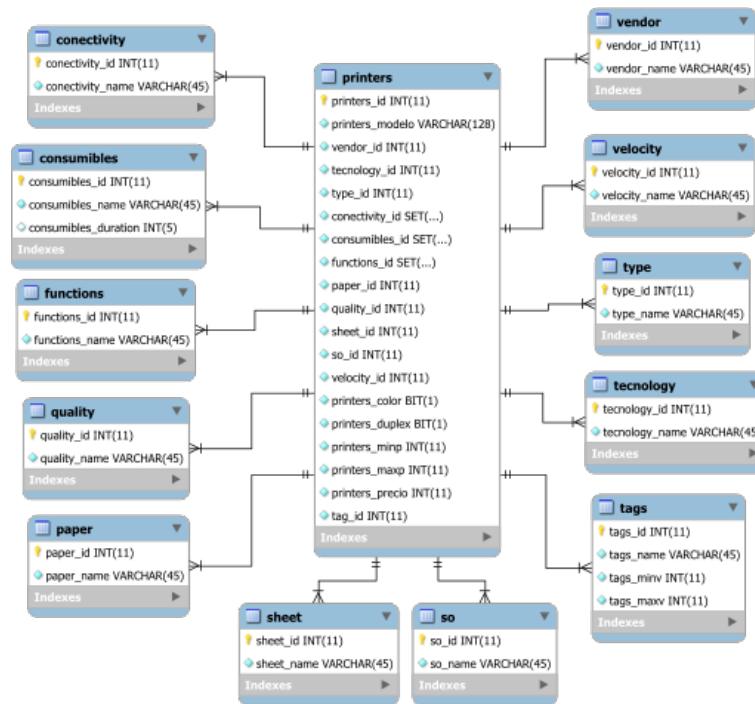


Figure 3: Modelo EER de la base de datos

Clips

Clipseg: Editor para clips

Base de datos

Workbench:

phpmyadmin

Interfaces web

Webratio: WebML

Eclipse

Otras herramientas

clientes svn: tortoise (cliente svn para Windows), svn para linux

LibreOffice: Calc, Draw

Gimp: Editor de imágenes

Inkscape: editor de imágenes vectorial

Editor de Latex

References

- [1] Giarratano Riley. Sistemas Expertos, Principios y Programación. 2003
- [2] Giarratano Riley. Sistemas Expertos, Principios y Programación. 2003. pag 318-319
Russell, Stuart J.; Norvig, Peter (2003), Artificial Intelligence: A Modern Approach (2nd ed.), Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, ISBN 0-13-790395-2

10. CONCLUSIÓN Y NOTAS FINALES

APPENDIX

A. APÉNDICE A - FUZZY SET

Completar hablando de que son los conjuntos fuzzy, las funciones y los operadores de OR y AND