

BAXSET: RECOVERY SYSTEM OF WEB SERVICES BASED ON A MODEL OF NAVIGATION TAXONOMY**BAXSET: UN SISTEMA DE RECUPERACIÓN DE SERVICIOS WEB BASADO EN UN MODELO DE NAVEGACIÓN TAXONÓMICA**

MSc. Jaime Alberto Guzmán Luna, Ing. Ingrid D. Torres Pardo
Est. Juan Camilo Jaramillo Alzate

SINTELWEB: Grupo de Investigación “Sistemas Inteligentes en la Web”

Escuela de Sistemas, Universidad Nacional de Colombia – Sede Medellín.

Cll. 65, No. 80 -223, Bloq. M8A, Medellín, Antioquia, Colombia.

E-mail: {jaguzman, jcjaramillo}@unal.edu.co; durleytp@gmail.com

Abstract: This paper describes BAXSET, a system using Semantic Web techniques on a Multi-Agent platform, allows to classify, to search and to retrieve Web services. To accomplish this task, the system makes use of an ontology implemented in a specific knowledge domain and an interface that also displays the results of a query; it offers the possibility of browser on the ontological concepts, in order to classify services or specifying the intention to search.

Keywords: Semantic Web, Search of Web Services, Ontology Browser

Resumen: Este artículo describe BAXSET, un sistema que utilizando técnicas de la Web Semántica, sobre una plataforma Multi-Agente, permite clasificar, buscar y recuperar servicios Web. Para llevar a cabo esta tarea, el sistema hace uso de una ontología implementada en un dominio de conocimiento específico y una interfaz que además de desplegar los resultados de una consulta, ofrece la posibilidad de realizar una navegación sobre los conceptos ontológicos, a fin de clasificar servicios o precisar la intención de búsqueda.

Palabras clave: Web Semántica, Búsqueda de Servicios Web, Navegación de Ontología.

1. INTRODUCCION

Tras varios años de existencia de los servicios web (Alonso et al., 2004), sigue siendo necesaria la interpretación de la información por parte de personal especializado, quedando patente la necesidad de dotarlos de semántica (Bulher y Vidal 2003).

Este déficit semántico de la web se intenta subsanar desde otra disciplina emergente: la Web Semántica (Berners-Lee, 2001), la cual se basa esencialmente en el concepto de ontologías (Gruber 1993): vocabularios de diversas

disciplinas, creados por consenso, en los que se describen conceptos y relaciones, con un significado semántico muy preciso. Combinados ambos servicios Web con Web semántica, se consiguen los popularmente conocidos, Servicios Web Semánticos (SWS) (Bulher y Vidal 2003).

Aunque los SWS están diseñados para interactuar con Agentes, no se debe olvidar que el usuario final de estos servicios puede ser un humano, quien muchas veces resulta ser un experto en un dominio específico, pero un inexperto en los temas de la informática y más directamente en el área de los servicios.

En este caso, se propone la intermediación de agentes especializados, que realicen las tareas de manera automática y transparente al usuario.

En esta dirección surge BAXSET, un sistema que a partir de una ontología que representa el dominio de experticia del usuario, permite clasificar, buscar y recuperar servicios (Benathallah et al. 2003) a través de un proceso de navegación por los conceptos pertenecientes a la ontología mencionada, soportándose para ello en una arquitectura Multiagente (Jennings 2001).

A manera de ejemplo y como caso de prueba del sistema desarrollado, se ha considerado un usuario experto en el tema de Artes plásticas, un dominio totalmente ajeno a las consideraciones tecnológicas de los servicios. Como resultado de tal consideración la ontología implementada representa los conceptos y relaciones del dominio de Artes.

En el presente documento, se describen las principales características de BAXSET, para lo cual se ha organizado de la siguiente forma: en la sección 2, se presenta una visión general del sistema detallando que módulos lo componen y en qué consiste la funcionalidad básica de cada uno de ellos; en la sección 3, se detallan los aspectos más importantes del módulo base del contexto, el cual representa y gestiona el conocimiento implementado en el dominio de experticia del usuario (Artes Plásticas), al igual que el conocimiento relacionado con la ontología de los servicios Web (ontología BaxSetProfile); en la sección 4, se describe el proceso de búsqueda y recuperación de Servicios Web implementado; en la sección 5 se explican las principales funcionalidades del modulo interfaz, con el cual se pretende mejorar los resultados presentados por el sistema, adicionado características como la navegación.

En la sección 6, se detalla, cómo se mantiene y actualiza el conocimiento en el repositorio de Servicios Web y finalmente la sección 7, que recopila y presentan las conclusiones y trabajos futuros.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA BAX-SET

BAX-SET esta compuesto básicamente por 3 módulos (ver Fig.1.):

(1) *Módulo de Conocimiento*, el cual contiene el conocimiento relacionado con la Taxonomía Semántica y el repositorio de los Servicios Web Semánticos que maneja el sistema. Es decir este módulo se conforma de (a) la base de conocimiento que contiene la ontología instanciada en un dominio específico del conocimiento conformada por un conjunto de conceptos y sus relaciones jerárquicas y de asociación. Y (b) la base el conocimiento de los servicios Web Semánticos manejados por el sistema (ontología BaxSetProfile) al igual que sus respectivas especificaciones OWL-S (OWL-S 2003).

(2) *Módulo de Búsqueda y Recuperación Semántica*, el cual realiza el proceso de razonamiento para llevar a cabo la recuperación semántica de los servicios en respuesta a la consulta realizada por el usuario. Este módulo lo conforma el Agente de Búsqueda, en conjunto con el Agente Base del Contexto y el Agente Repositorio de SWS.

El agente de búsqueda coordina a los dos últimos agentes para realizar primero la búsqueda de los conceptos contenidos en la consulta del usuario y sus conceptos asociados en la Taxonomía Semántica (labor realizada por el Agente Base del Contexto) y luego con estos resultados realizar la búsqueda de los servicios Web semánticos clasificados bajo estos conceptos (labor realizada por el Agente Repositorio de SWS). (3) *Módulo de Interfaz*, el cual actúa como puente entre el usuario y el sistema, permitiéndole al primero navegar sobre la base del contexto, para que encuentre nuevos descriptores semánticos asociados a su intención de búsqueda que le permitan ampliar el rango de respuesta a la consulta que originalmente formuló. Este módulo está conformado por el Agente de Interfaz.

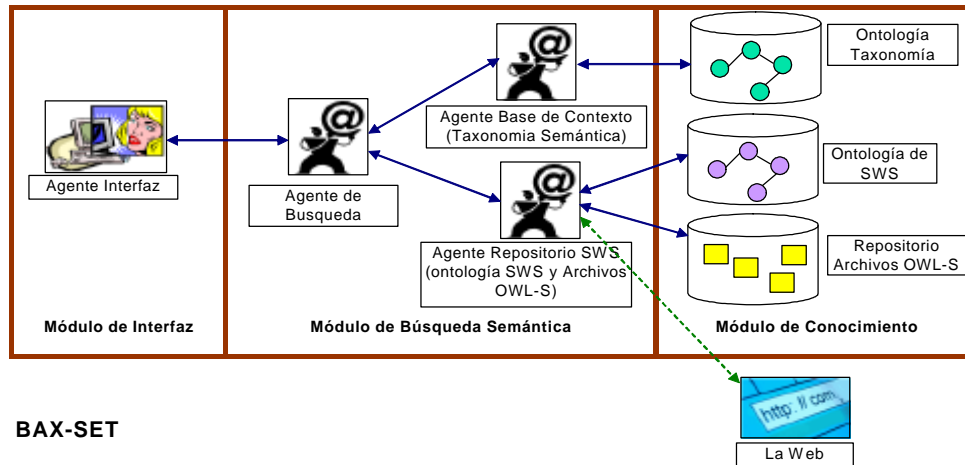


Fig. 1: Arquitectura del Sistema BAXSET

El sistema BAX-SET, le permite al usuario, realizar las siguientes funciones:

(1) **Cargar la Ontología del dominio**, el usuario explora su equipo local a fin de ubicar la ruta exacta donde se encuentra la ontología taxonómica, y así poder seleccionarla, informando al modelo que debe cargarla internamente.

(2) **Navegación Taxonómica**, en la interfaz del sistema, se presenta la porción de la estructura taxonómica asociado al concepto de intención de búsqueda. El usuario puede expandir su búsqueda para precisarla o ampliarla seleccionando los conceptos mucho más específicos asociados al concepto o seleccionando un concepto mucho más general respectivamente.

(3) **Categorizar los SWS**, el usuario ingresa la dirección de ubicación del SWS y selecciona los descriptores conceptuales que mejor se ajusten a la descripción funcional del SWS; esta labor la realiza bien sea digitando un concepto ontológico ó navegando a través de la ontología taxonómica. Adicionalmente, se genera una copia de la descripción semántica del servicio la cual es almacenada con un ID único.

(4) **Consultar por un Concepto**, el usuario, le ingresa al sistema un concepto, para que este le retorne instancias de SWS asociados a él. Adicionalmente, se presenta la estructura taxonómica correspondiente a la porción del concepto buscado, a fin de que el usuario expanda o precise su intención de búsqueda.

(5) **Recobrar Datos del SWS**, una vez identificados los servicios asociados al concepto consultado, algunos datos de esos servicios son mostrados al

usuario y este puede acudir a la dirección web del servicio o también puede elegir traerlo del repositorio local, a través del ID almacenado en el numeral 2.

(6) **Extender la Taxonomía**, para esto se le ingresa al sistema un concepto (según criterio del actor) y este entra a formar parte de una ontología taxonómica del sistema.

Para el desarrollo del sistema se siguió la metodología MAS-CommonKADS [Iglesias 1996] la cual da soporte a las etapas de conceptualización, análisis y diseño de un sistema Multi-Agente. Para su implementación se utilizó JADE [Bellifemine et al., 2003] que es una plataforma para el desarrollo de sistemas Multi-Agente basada en el lenguaje Java (Deitel y deitel 2004). Para la construcción del módulo del conocimiento y la ontología de interfaz de navegación, se utilizó el lenguaje OWL (OWL 2006) haciendo uso de la herramienta Protégé (Protégé 2000). De manera similar el conocimiento relacionado con las especificaciones de los servicios Web, reflejado en la ontología BaxSetProfile, se definieron a través de OWL-S y archivos OWL, ambos implementados bajo la plataforma Protégé

3. REPRESENTACIÓN DEL MÓDULO DE CONOCIMIENTO

Como se citó anteriormente, este módulo compone la taxonomía semántica como una ontología de dominio de Artes y la ontología correspondiente al *BaxsetProfile* como especificación de los SWS.

Para la representación del conocimiento en la ontología de Artes, se siguieron los pasos sugeridos

en la metodología para la creación de ontologías “*Ontology Development 101*” (Noy, 2001), en donde sus principales recomendaciones consisten en: (1) determinar el dominio y ámbito de la ontología; (2) determinar la intención de uso de la ontología; (3) reutilizar ontologías o vocabularios controlados existentes; (4) enumerar los términos importantes del dominio; (5) definir la jerarquía de clases; (6) crear las instancias de las clases.

Como consecuencia de la metodología seguida se obtuvieron los siguientes resultados: (1) el dominio de la ontología es el tema de artes y su ámbito está asociado a los conceptos que rodean el plan de estudio del programa curricular de Artes plásticas de la Facultad de Arquitectura de la universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. (2) El de uso de la ontología es el de implementar un tesoro enriquecido semánticamente, mediante estructuras de conocimiento formalizadas (Gil Urdiciani, Blanca, 1996; Gómez-Pérez et al. 1996; López-Huertas, 1999), el cual podrá ser utilizado en la realización de tareas específicas tales como la indexación y la recuperación de Servicios Web Semánticos. (3) La reutilización de ontologías o vocabularios controlados era aplicable en este caso, ya que en la literatura existía la ontología *SKOS-Core* (SKOS-Core 2006), una ontología que ha sido creada precisamente para modelar conceptos bajo esquemas de tesauros, lo cual coincidía en gran parte con las intenciones de uso de la ontología que se pretendía desarrollar. (4) Los términos más importantes en el dominio se extrajeron de la ontología del *SKOS-Core*, la cual tiene como elementos básicos el concepto (*skos:Concept*) y el esquema de conceptos (*skos:ConceptSchema*). Así, un concepto se define como “una unidad de pensamiento que puede ser definida o descrita” y un esquema de conceptos no es otra cosa que “una colección de conceptos”. De esta ontología, se retomaron para cada concepto la definición de las siguientes propiedades: el descriptor único ó término preferente (*skos:prefLabel*), los descriptores no-preferentes (*skos:altLabel*), los descriptores ocultos (*skos:hiddenLabel*) con los cuales se representaron los posibles errores de ortografía o de digitación que comete un usuario final al escribir cuando lo requiera uno de los descriptores de cada concepto, la definición del concepto (*skos:definition*) y su nota de alcance (*skos:scopeNote*). (5) Las relaciones entre los conceptos se representaron mediante el uso de las siguientes propiedades retomadas del SKOS-Core: *skos:narrower* y *skos:broader*, que representan las relaciones de jerarquía hacia conceptos específicos y generales respectivamente, y el *skos:related* que

representa la relación de asociación semántica entre los conceptos. (6) Se identificaron 209 conceptos, los cuales conforman un árbol jerárquico casi siempre hasta un tercer nivel. El primer nivel que es en el cual se encuentran los conceptos principales bajo el concepto Artes, esta conformado por ocho conceptos: Artes Plásticas, Temática, Soporte, Herramienta, Material, Género, Técnica y Época.

Otro producto asociado a este módulo esta representado en la ontología del servicio la cual se asocia con una semántica específica descrita en OWL-S. En esencia, OWL-S es una ontología que contiene los elementos fundamentales que caracterizan un servicio y que permite describir las capacidades que lo sustentan. Entre sus elementos aparece el *serviceProfile*, el cual para este caso específico, se usa como puente de asociación entre el concepto y el servicio. El *ServiceProfile*: Se enfoca a lo que hace un SW, ya que describe las propiedades necesarias de un SWS para su descubrimiento automático, en este caso se definió un identificador único del recurso para cada SW existente (*profile:serviceName_ID*), además en la propiedad del *Profile:serviceCategory* específicamente en el *profile:value*, se define el concepto de la taxonomía semántica (Ontología de Artes) con el cual se ha de asociar el SW. El nombre público del servicio se define en la propiedad *profile:serviceName*, en el *profile:textDescription* se especifica la descripción de la funcionalidad del servicio y finalmente, la dirección Web del servicio, la cual se almacena en *profile:comment*.

Los resultados anteriores permitieron primero, conformar la taxonomía semántica en el dominio de Artes, la cual fue implementada haciendo uso del lenguaje para ontologías OWL (Web Ontology Language 2004) y las herramientas Protégé (Protégé) y JENA (JENA (2006). Con el Protégé se implementó la Ontología y sus instancias y luego mediante JENA, estos dos productos se trasladaron a una base de datos hecha en MySQL (MySQL 1998) para su posterior manipulación.

En segunda instancia cada uno de los servicios fue implementado usando el editor de Ontologías OWL-S integrado al protegé 3.2.

En la Fig. 2. se señala un ejemplo del vínculo de asociación entre el concepto “Técnica” de la taxonomía semántica y un SW cuya funcionalidad es la compra de material de obras de arte de distintas técnicas.

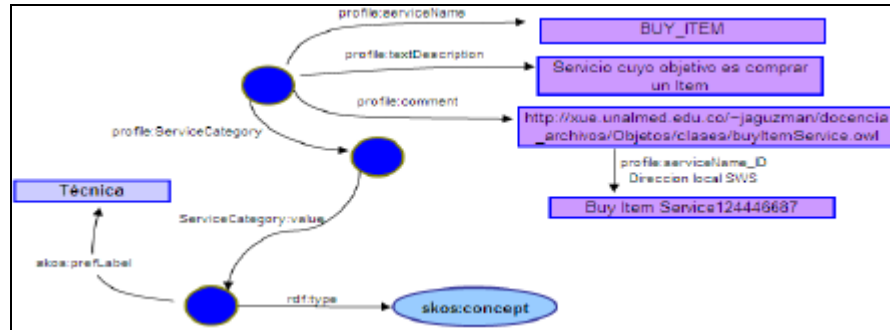


Fig. 2: Ejemplo de Asociación de un SW "BUY_ITEM" y el Concepto Técnica

4. MÓDULO DE BÚSQUEDA Y RECUPERACIÓN SEMÁNTICA

En el modelo BAX-SET, el proceso de búsqueda y recuperación semántica de SW, sigue los siguientes pasos:

(1) **Realización de la consulta:** el usuario formula la consulta en forma de términos semánticos (conceptos) mediante el Agente de Interfaz del módulo de visualización, quien solicita al Agente de Búsqueda la tarea de encontrar los SWS relacionados con estos términos semánticos.

(2) **Identificación de los conceptos y sus relaciones:** el Agente de Búsqueda toma los términos semánticos que componen la consulta y solicita al Agente de la Base del Conocimiento que determine si estos términos coinciden con los conceptos existentes en la Base del Conocimiento. Para esto el Agente hace una búsqueda tanto en las etiquetas preferentes (*skos:prefLabel*) como en las etiquetas alternas (*skos:altLabel*) e incluso en las de los errores (*skos:Hidden*) de cada concepto (*skos:concept*). Si al término de la consulta el Agente encuentra que existe uno ó más de estos conceptos, procede a buscar para cada uno de estos, las relaciones semánticas que tenga con otros conceptos (relaciones de herencia - *skos:broader*, y relaciones de generalización - *skos:narrower* y relaciones de asociación - *skos:related* con el fin de encontrar otros conceptos que sean relevantes de manera semántica con la consulta hecha por el usuario. Luego de encontrar estos nuevos conceptos, el Agente de la Base del Conocimiento del servicio y extrae la siguiente información: El nombre publico del servicio (*profile:serviceName*), la descripción de la funcionalidad del servicio (*profile:textDescription*) y la dirección Web del servicio (*profile:comment*). Por último el identificador único del concepto asociado. En caso de que el Agente Repositorio de SWS no encuentre

retorna al Agente de Búsqueda, un documento RDF (RDF, 2004) con una lista de tripletas que contienen, para cada uno de los conceptos originales y sus conceptos asociados encontrados, la siguiente información: el identificador único del concepto, la propiedad que identifica el tipo de relación semántica con otro concepto (*skos:broader* ó *skos:narrower* ó *skos:related*) y el identificador único del concepto asociado (si existen). En caso de que no exista coincidencia entre los términos que conforman la consulta original del usuario y los conceptos existentes en la Base del Contexto, el agente retorna un fallo en la solicitud.

(3) **Identificación de Documentos:** si el Agente de Búsqueda recibe del Agente de la Base del Conocimiento un documento RDF con la lista de conceptos y sus relaciones, este Agente de Búsqueda solicita al Agente Repositorio de SWS que busque todos los documentos que estén marcados semánticamente con el conjunto de conceptos que conforman esta lista, para lo cual le envía junto a esta solicitud el documento RDF que contiene tales conceptos. En caso de existir documentos que cumplan con lo solicitado, el Agente Repositorio de SWS le devuelve al Agente de Búsqueda un nuevo documento RDF con una lista de tripletas que contienen, para cada documento encontrado, la siguiente información: el identificador único del recurso documento existente (*profile:serviceName_ID*), la propiedad del *Profile:serviceCategory* (*profile:value*), que representa el concepto asociado al SWS, adicionalmente ingresa a la descripción semántica ningún servicio, este retorna al Agente de Búsqueda un fallo.

(4) **Unificación de Resultados:** cuando el Agente de Búsqueda recibe del Agente Repositorio de SWS el documento RDF, con la lista de los SWS, este Agente retorna al Agente de Interfaz, tal

documento RDF, al igual que retorna, el documento RDF que contiene la lista de conceptos procedente del Agente de la Base contextual y este se encargará de mostrarlos en la pantalla del modelo. En caso de recibir respuesta de un fallo ya sea por parte del Agente de la Base del Conocimiento o del Agente Repositorio de SWS, el Agente de Búsqueda le retorna al Agente de Interfaz un fallo que será mostrado en la interfaz del modelo.

5. MÓDULO INTERFAZ DE NAVEGACIÓN

El módulo interfaz, tienen como elemento principal al Agente de su mismo nombre. Este agente permite ingresar por parte de los usuarios los términos de búsqueda de los servicios al igual que mostrar los respectivos resultados de la búsqueda. En la Fig. 3, se presenta la interfaz, que señala los resultados a una consulta formulada por el término semántico “Técnica”.



Fig. 3: Interfaz Visualización y Navegación Resultados “Técnica”

Los resultados devueltos por el buscador semántico, sugieren que existen dos SWS dentro del repositorio de servicios, los cuales hacen referencia al término semántico buscado (Técnica); La interfaz en su tabla superior izquierda, muestra únicamente los términos específicos (*skos:narrower*) que tienen Servicios Web asociados y entre paréntesis al lado de cada *skos:narrower* la cantidad de servicios, con los que estos se relacionan.

El agente Interfaz además de su interacción con el usuario, también interactúa con el Agente de Búsqueda con el objetivo de seleccionar qué información se muestra al usuario, luego del proceso de búsqueda realizado por su respectivo Agente. Para esto el Agente Interfaz realiza los siguientes pasos: (1) **Definición de la información a visualizar**: en este paso, el Agente Interfaz

solicita al Agente Buscador que defina, qué información asociada a los SWS que hacen parte de la lista de SWS resultantes a la consulta original del usuario, se mostrarán a tal usuario. Para esto, el Agente de Buscador le envía al Agente Interfaz el ID con el que se identifica el servicio en el repositorio de servicios. Para llevar a cabo esta tarea, se definen los siguientes elementos básicos: el Dominio que describe cuales elementos serán visualizados, la Representación que define el cómo serán visualizados, la Fuente que describe de dónde se sacan las instancias de los elementos, y por último, la Visualización que permite unificar el Dominio, la Representación, y la Fuente, en un solo Servicio de Visualización. El agente Interfaz, genera de manera dinámica, para cada servicio existente en la lista de servicios retornados, una tripleta que hará parte de la instancia temporal en la cual se indicará cómo se extraerá la información del Repositorio de Servicios. Luego de generada esta instancia, se le retorna esta en un archivo RDF que se llama “Archivo de Visualización” al Agente Interfaz. (2) **Definición de la Interfaz con los resultados**: Con esta información, el agente Interfaz procede a construir la interfaz en la que se mostrará al usuario la información contenida en el Archivo de Visualización. Para esto, el agente Interfaz genera una Interfaz, donde además de la información que se desea mostrar, se incluyen los elementos necesarios para que el usuario interactúe con la interfaz.

6. MANTENIMIENTO DEL REPOSITORIO DE SWS

El repositorio de SWS puede ser preservado y actualizado constantemente. Para llevar a cabo esta tarea, el Agente Interfaz, le presenta al usuario: (1) un formulario que le permite ingresar la dirección Web del Servicio y (2) un mecanismo de navegación sobre los conceptos semánticos que conforman la taxonomía semántica. Este mecanismo de navegación tiene dos objetivos principales, el primero es darle a conocer al usuario que conceptos semánticos en el dominio de Artes, se encuentran registrados en el sistema, y segundo, como estos conceptos están relacionados. Para permitirle al usuario, extender su vocabulario de marcado con nuevos conceptos asociados a los que inicialmente había pensado. Para estos casos la visualización y navegación, no se encuentra porcionada entorno a un concepto de la ontología taxonómica en particular, sino que se puede acceder a la estructura taxonómica de la ontología completa.

La Fig. 4, detalla la forma en que se puede ingresar un SWS, al repositorio de servicios.

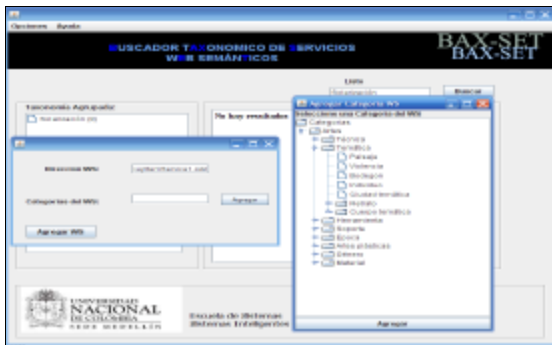


Fig. 4: Interfaz de Visualización y Navegación para la tarea Agregar SWS

En este una vez especificada la dirección Web del servicio, se debe seleccionar el concepto con el cual se desea categorizar el servicio. Para realizar esa tarea de categorización, el botón “Agregar”, abre una nueva venta de visualización donde se carga la estructura taxonómica completa de la ontología y le es posible al usuario navegar sobre ella, a fin de que seleccione el concepto que mejor describe su servicio.

7. CONCLUSIONES

El Modelo de Navegación Taxonómica para la Búsqueda Semántica de Servicios Web (BAX-SET), parece postularse como el marco ideal para conseguir materializar uno de los paradigmas propuestos por el proyecto de Web Semántica, es decir, la gestión semántica para el acceso a la información. Prácticamente la totalidad de los autores vienen señalando la necesidad de contar con mecanismos automáticos para acotar los espacios de búsqueda de resultados. Los usuarios de BAX-SET, son los beneficiados en primer lugar, pues ellos precisan herramientas que propicien la explotación eficiente de los recursos. Además, y ya haciendo referencia a la validación del modelo “prototipo”, los resultados de este proyecto en el escenario de la clasificación y posterior búsqueda y presentación de SWS en el ámbito de las artes plásticas, revierten en importantes beneficios culturales para la sociedad. Beneficios hasta ahora no explotados ni aprovechados en su totalidad.

El modelo de BAX-SET, presenta cuatro ventajas fundamentalmente:

1. Innovación. La innovación es la razón de ser de este modelo. En un mundo cambiante

donde las cosas no son, sino que lo parecen, es imprescindible dotar a los usuarios de la posibilidad de cambiar el color de las lentes con las que perciben la realidad. Es importante entonces, considerar a usuarios expertos en dominios ajenos al campo de las tecnologías, que puedan verse beneficiados de esos avances tecnológicos, sin que ello represente un esfuerzo de conocimiento considerable.

2. Acoplamiento. La utilización de una ontología en el modelo BAX-SET tiene como efecto inmediato aprovechar una valiosa fuente de información a partir de los repositorios de servicios diseñados por diferentes proveedores con variadas funcionalidades, que pueden ser acoplados a un solo ámbito de conocimiento.
3. Retroalimentación. En BAX-SET, el usuario es quien decide bajo que concepto de clasificación taxonómica señalara el SWS ingresado e incluso ampliara sus posibilidades al permitirle adicionar conceptos cuando él considere que no existen en la taxonomía un mejor descriptor que el faltante.
4. Transparencia. Esta característica viene dada porque BAX-SET ofrece al usuario una herramienta automática de soluciones de nivel superior independientemente de los proveedores que permite la clasificación, búsqueda y presentación de SWS. El usuario sólo debe conocer la ubicación de los Servicios, recordemos que los Servicios Web constituyen un middleware de aplicación que permite obviar los detalles del canal de transmisión y las características del mensaje, el cual llegará encapsulado en un documento semiestructurado con la suficiente meta-información para ser procesado.

Uno de los aportes a futuro, que pretenden ser incluidos a BAX-SET, se encuentra representado en un módulo de aprendizaje que de manera automática permita la clasificación de los SWS, estableciendo relaciones entre las descripciones semánticas de los propios servicios y la definición taxonómica dada por los conceptos de la ontología. Adicionalmente, dada la ventaja de retroalimentación que existe en el modelo (numeral 3 - conclusiones), se presentan enormes posibilidades para el estudio de las preferencias de los usuarios, para el reconocimiento de patrones que pueden dar origen a nuevos perfiles de usuarios e incluso para la propia retroalimentación del modelo.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo está apoyado por el proyecto de investigación titulado “Un Sistema de Recuperación Semántico de Servicios Web Basado en un Modelo de Navegación Taxonómica” el cual es apoyado por la DIME de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

REFERENCIAS

- Alonso G., F. Casati, H. Kuno, y V. Machiraju, (2004) *Web Services. Concepts, Architectures and Applications*, Springer.
- Bellifemine, F. (2004). *JADE Programmer's GUIDE*.
- Antoniou G. y Van F. H. (2004). *A Semantic Web Premier*. Ed. The MIT Press. Cambridge, Massachusetts, pp, 205 – 224.
- Berners-Lee T., J. Hendler y O. Lassila. (2001) *The Semantic Web*. *Scientific American*, 284(5):34–43, May.
- Bellifemine F. Y., S. Willmott (2003). *Developing multiagent systems with JADE*.
- Benatallah B., M.S. Hacid, C. Rey, y F. Toumani, *Request Rewriting-Based Web Service Discovery*, *Proceedings of the 2nd International Semantic Web Conference (ISWC 2003)*, LNCS, vol. 2870: 242–257, Springer, 2003.
- Buhler P. A. y J.M. Vidal. (2003) *Semantic Web Services as Agent Behaviors*. In *Agentcities: Challenges in Open Agent Environments*, LNCS/LNAI, B. Burg, J. Dale, et al., Eds. Berlin: Springer-Verlag, 2003.
- Deitel M. Harvey y Deitel J. Paul (2004). *Como programar en JAVA*. Editorial Pearson Printice Hall.
- Dublín-Core. (2000). <http://es.dublincore.org/> Consultado Mayo de 2009.
- Gil Urdiciani, Blanca, (1996) *Manual de lenguajes Documentales*. Madrid:Noesis.
- Gómez-Pérez A., M. Fernández-López, Vicente de A. (1996), *Towards a Method to Conceptualize Domain*.
- Gruber T. A (1993). *Translation Approach Portable Ontology Specifications*, *Knowledge Acquisition*, 5(2), 199-220.
- Iglesias, C. (1996). *Definición de una metodología para el desarrollo de Sistemas Multi-Agente*. Tesis doctoral. Departamento de ingeniería de Sistemas Telemáticos, Universidad Politécnica de Madrid.
- Jennings N.R. (1999). *An Agent-Based Approach for building Complex Software Systems*. *Communications of the ACM*, 44(4), pp. 35-41.
- López-Huertas, M. J. (1999). "Potencialidad evolutiva del tesoro: hacia una base de conocimiento experto". En *a Representación y la Organización del Conocimiento en sus distintas perspectivas: su influencia en la Recuperación de la Información (Actas del IV Congreso ISKO-España EOCONSID99, 22-24 de abril de 1999 en Granada)*, 1999. Granada: ISKO-Facultad de Biblioteconomía y Documentación. 133-140.
- MySQL. (1995). <http://www.mysql.com/>. Consultado febrero de 2009.
- Noy, N.F. McGuinness D.L. (2001) *Ontology Development 101: A guide to creating your first ontology*. Disponible en <http://www-ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology-tutorial-noy-mcguinness-abstract.html>. Consultado Septiembre de 2009.
- OWL Services Coalition. (2003) *OWL-S: Semantic markup for web services*. *OWL-S White Paper*: <http://www.daml.org/services/owl-s/0.9/owl-s.pdf>, ultima visita marzo 2006.
- OWL Services Coalition. *OWL-S: Semantic markup*, (2003). *OWL-S White Paper*: <http://www.daml.org/services/owl-s/0.9/owl-s.pdf>, Consultado marzo 2009.
- Protégé (1999): <http://protege.stanford.edu/plugins/owl/> Consultado febrero de 2009.
- RDF (2004). *Semantics W3C Recommendation 10 February 2004*. URL: <http://www.w3.org/TR/rdf-mt/>. Consultado enero 2009
- Web Ontology Language (2004). *W3C Recommendation 10 Feb 2004*. URL: <http://www.w3.org/2004/OWL/>. Consultado marzo 2009
- SKOS-Core (2006): http://www2.ub.es/bid/consulta_articulos.php?fichero=13perez2.html. Consultado abril de 2009
- SPARQL (2006): <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/> [consultado enero 2007]