

Ontología en gestión de redes

Juan Shneider López Muriel

*Facultad de Ingeniería Informática y Telecomunicaciones
Universidad Pontificia Bolivariana
Medellín, Colombia
jslopez@emtelco.com.co*

Jackson Reina Alzate

*IEEE Member, ACM Member
Facultad de Ingeniería Informática y Telecomunicaciones
Universidad Pontificia Bolivariana
Medellín, Colombia
jackson.reina@upb.edu.co*

Resumen

La Ontología y la Gestión de Red son elementos complementarios y necesarios para la integración e interoperabilidad de los diversos modelos de gestión. Este artículo presenta en forma general los conceptos para que los administradores de las redes puedan realizar una gestión común a través de una sola herramienta, evitando el problema de utilizar diversos modelos de información y definiciones de comportamiento para cada dominio. Con la Ontología se tiene capacidad de especificar comportamientos de los elementos que representa y los cuales son gestionados por medio de gestores inteligentes.

Palabras Claves — Gestor, Dominio, Ontología, Modelo, Interoperabilidad, Semántica, Comportamientos, Integración, OWL, CIM.

1. Introducción

Los modelos de gestión de redes han permitido que los fabricantes impongan sus propias soluciones, las cuales exigen que la gestión de los equipos solo pueda ser realizada por el propio fabricante [1]. En los años 80 y 90 aparecieron los modelos de gestión integrada en donde se estandarizaron protocolos y modelos de información que permitieron la interoperabilidad entre fabricantes; sin embargo, en dichos modelos surgieron los mismos problemas presentados en la gestión propietaria, ya que un mismo gestor tendrá que interactuar con recursos de distintos entornos utilizando diferentes mecanismos [2]. Un dominio de gestión busca resolver este problema mediante la aplicación simultánea de varios modelos de gestión integrada, ellos por sí solos no determinan las labores de los gestores respecto a los agentes, únicamente definen qué y cómo gestionar los elementos de red.

La ontología actual permite la comprensión de un dominio tanto para personas como para las aplicaciones. Las ontologías son utilizadas en aplicaciones tales como la *Web Semántica*, *Gestión del Conocimiento*, *Sistemas de Recomendación de Consultas*, *Hipertextos*, *Teleeducación* y *Comercio Electrónico*

En este artículo se presenta cómo la Ontología abre la posibilidad de integrar los diversos modelos de gestión, permitiendo al administrador de redes centralizar su gestión. Así mismo, partiendo de conceptos y elementos sobre ontología podemos proponer una estructura de información capaz de abarcar semánticamente todos los aspectos propios que permitan obtener una solución operable entre los diferentes modelos existentes.

Las secciones del artículo se estructuran de la siguiente forma: en la sección 2 se presentan los diferentes modelos de gestión integrada, en la sección 3 se muestran algunos lenguajes para la definición del comportamiento, en la sección 4 se analizará de forma muy puntual los conceptos básicos de la ontología, adicionalmente se mostrarán las herramientas fundamentales para la implementación de los modelos de información presentes; la sección 5 muestra las diversas aplicaciones de la ontología en la gestión de red; la sección 6 especifica los servicios de red e incluye cómo clasificarlos en el momento de su configuración; en la sección 7 se proponen los modelos de gestión semántica los cuales buscan integrar cada uno de los protocolos dentro de un único gestor; en la sección 8 se presentan conceptos sobre las aplicaciones *legacy* y *NGOSS* asociadas con la ontología y finalmente, en la sección 9 se entregan algunas conclusiones sobre el tema.

2. Modelos de Gestión Integrada

Cada modelo de gestión utiliza su propio protocolo, su propia estructura de información y sus propias definiciones. La gestión integrada hace de estos un entorno

común capaz de normalizarlos por medio de una misma herramienta. Dentro de los principales modelos se encuentran [3,4]:

- CMIP (*Common Management Information Protocol*, Protocolo Común de Gestión de información) utilizado por OSI para la gestión de equipos y servicios en redes de telecomunicaciones.
- SNMP (*Simple Network Management Protocol*, Protocolo Simple de Gestión de Red) se utiliza en Internet a nivel de redes de datos DMI (*Desktop Management Interface*, Interfaz de Gestión de equipos de oficina) se utiliza para ordenadores personales.
- CORBA (*Common Object Request Broker Architecture*, Arquitectura Común de Intermediarios de Peticiones de Objetos) se utiliza para las aplicaciones distribuidas.
- WBEM (*Web Based Enterprise Management*, Gestión de Empresa Basada en Web) se utiliza para acceder a diferentes dominios a través de una interfaz.

En redes y servicios la convergencia tecnológica hace referencia a la capacidad de diferentes dominios de gestión de integrarse y de poder traducir tanto el modelo de información como el protocolo de comunicación, permitiendo de esta manera su interoperabilidad.

Un modelo de gestión integrado permite establecer correspondencias para traducir conceptos entre los modelos de gestión origen y el modelo fusionado. La ontología se basa en la fusión de dichos modelos con una óptica común independiente de los modelos originales.

3. Comportamiento de gestión

El Comportamiento de Gestión busca definir la gestión de la red en forma global y automatizada a través de lenguajes especiales que pueden ser interpretados y procesados por un computador. En [5] se establece que las ontologías tienen la capacidad de especificar comportamientos sobre los objetos que representan a los recursos gestionados, de forma que gestores de red inteligentes puedan interpretar estas definiciones de comportamiento para llevar a cabo tareas de gestión, de forma independiente a los mecanismos de gestión nativos de los recursos gestionados. Dentro de los comportamientos de gestión resulta ventajoso identificar y clasificar qué tipos pueden hallarse. En concreto, se han identificado tres tipos de comportamiento de gestión: el primer tipo permite identificar limitaciones y normas de comportamiento implícitas a los objetos modelados, es estática y las modificaciones son realizadas por las personas que definen el modelo de gestión y no por administradores de red. El segundo tipo es un procedimiento explícito del gestor, según la arquitectura tradicional Gestor-agente en el que se muestra como es la conducta del gestor al alcanzar y analizar información de los agentes; la idea es dotar al gestor de

inteligencia para que sea capaz de operar la red de forma autónoma. Por último, se definen políticas para identificar el comportamiento o configuración dinámica de los recursos gestionados PBM (Policy Based Management, Gestión Basada en Políticas) [6]; es un comportamiento autónomo que realiza un elemento de red ante estímulos de red y sin ser supervisado y definido por un gestor.

Lenguajes de Definición de Comportamiento

Existen lenguajes que abordan el comportamiento sobre la información de gestión en los diversos modelos y que en general incluyen conceptos comunes para la representación del comportamiento. Dentro de la gestión integrada de red analicemos tres importantes modelos:

I. Modelo de Gestión OSI/TMN

Define el lenguaje GDMO (*Guidelines for the Definition of Managed Objects*, Directrices para la Definición de Objetos Gestionados) el cual no incluye un lenguaje formal para especificar el comportamiento de los objetos gestionados. Para solucionar este inconveniente se han presentado diferentes propuestas, resumidas en los siguientes dos tipos:

- Desarrollar un sub-lenguaje para la especificación de los aspectos de comportamiento de las clases de objetos gestionados, como ejemplo tenemos RDL (*Rules Definition Language*, Lenguaje de definición de reglas) y BSL (*Behaviour Description Language*, lenguaje de descripción de comportamiento) [7].
- Integración de técnicas descriptivas externas a GDMO y con su propuesta de lenguaje SDL [8], que extienden plantillas para definir el ciclo vital de los objetos gestionados, es decir, para cada aspecto de comportamiento de un objeto gestionado se definirá una plantilla.

II. Modelo de Gestión Internet (SMI/SNMP)

En la Gestión Internet tenemos tres propuestas de definición de comportamiento:

- SMI/MIB (*Structure of management information*, Estructura de la Información de Gestión/ *Management Information Bases*, Base de Información de Gestión): dentro de las MIBs se define el propio modelo de especificación de políticas de comportamiento y SMI se utiliza para definir reglas de comportamiento.
- SPPI/PIB de COP: En donde SPPI (*Structure of Policy Provisioning Information*, Estructura de Información de aprovisionamiento de Políticas) es el lenguaje de especificación de políticas, la PIB (*Policy Information Base*, Base de Información de Políticas) es el modelo de información y COPS (*Common Open*

Policy Service Protocol, Protocolo de Servicios de Políticas abiertas y Comunes) [9] es donde se realiza el intercambio de reglas de comportamiento.

- PBM MIB (Policy Base Management, Gestión Basada en Política) [6,10]: Proporciona una serie de mecanismos para facilitar la especificación explícita del comportamiento del gestor con respecto al estado de los valores de los elementos gestionados.

III. Modelo de Gestión WBEM

Nace en DMTF, utiliza el lenguaje CIM [11] el cual es un modelo orientado a objetos y su protocolo de comunicación CMI-XML para el intercambio de información de gestión [12]. WBEM aborda la definición de políticas desde el punto de vista integrador, resultando un modelo de representación de políticas de propósito general aplicables a la descripción de políticas de cualquier entorno de gestión [5].

Dentro del lenguaje el elemento central son las reglas.

4. Análisis de la ontología

La ontología es una de las grandes herramientas para la gestión del conocimiento y la razón, permite resolver temas relativos a la semántica, a aplicaciones informáticas y a modelos de información de gestión de red. Para analizar como se puede aplicar a los modelos de información de gestión en redes, se debe explicar en que consiste una ontología.

La ontología se define como una especificación explícita y formal de una conceptualización compartida [13], es decir; es explícita porque puntualiza en los conceptos, propiedades, relaciones, funciones, axiomas y restricciones que la componen; formal porque es ejecutable y comprensible por máquinas; es una conceptualización por ser un modelo abstracto y con una vista simplificada de las entidades que representa; finalmente es compartida porque hay una aprobación previa sobre la información que ha sido tratada por un grupo de expertos. De acuerdo con Thomas Gruber una ontología es la definición de un conjunto de conceptos, su taxonomía, interrelación y las reglas que rigen ciertos conceptos [14]. También se dice en [15] que una ontología es un “vocabulario compartido”, pero no son solo los términos los que se comparten, sino la conceptualización que representan.

Según el análisis de las ontologías, se pueden clasificar en dos grupos: ontologías ligeras y ontologías pesadas. Las ligeras contienen a las que modelan la información descrita en un dominio pero sin usar limitaciones o axiomas, por lo que es difícil inferir en ellas. Las pesadas contienen todos los elementos que les permiten obstaculizar el conocimiento a partir de la información propiamente establecida.

Adicionalmente, en una ontología se deben tener en cuenta los siguientes aspectos [16]:

- Compartir un entendimiento común de la estructura de información entre las personas o los elementos que interactúan con los operadores humanos (gestores).
- Permitir la reutilización de conocimientos de diferentes modelos de gestión (dominio).
- Hacer explícitos los supuestos de dominio.
- Separar el conocimiento de dominio de la operatividad del conocimiento.
- Analizar los conocimientos de dominio.

Una de las diferencias entre las ontologías de los modelos de gestión es la manera como se afronta el problema de la interoperabilidad. Las soluciones que se aplican para complementar distintas ontologías no tratan solo la traducción sintáctica de diferentes lenguajes, sino otros temas para permitir la interoperabilidad a un nivel semántico [4]. Es claro resaltar que las propuestas por parte de los diferentes grupos de investigación que trabajan en este ámbito incluyen la fusión de modelos de gestión para obtener un modelo común; de estos se destaca el Proyecto GESEMAN (Gestión Semántica) de la Universidad Politécnica de Madrid, que tiene como objetivo utilizar técnicas de mejoramiento para la interoperabilidad en los modelos de información [5,17].

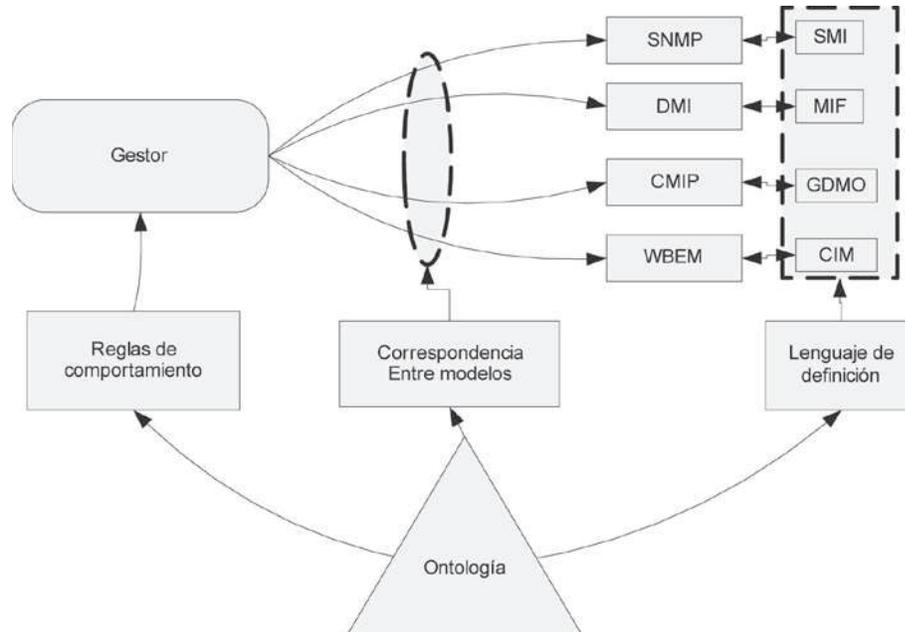
5. La ontología y su aplicación en la gestión de red

El objetivo es conocer en la Gestión de Red los requisitos que un lenguaje de ontologías necesita para solucionar el problema de integración con el modelo ontológico elegido, permitiendo así satisfacer la interoperabilidad semántica de las diferentes especificaciones de información.

Teniendo como epicentro la perspectiva ontológica, en la figura 1 se ilustra el diseño de la arquitectura de un gestor de red basado en ontologías y en el cual se destacan tres componentes esenciales dentro del lenguaje de ontología y la información de gestión:

- Lenguaje de definición: especifica la información de gestión y la adapta a lenguajes de información de gestión.
- Correspondencia entre modelos: modelo que permite integrar los modelos ya existentes teniendo en cuenta la semántica y las reglas de correspondencia.
- Reglas de comportamiento: las ontologías de gestión de red sirven para definir reglas en el lenguaje de ontologías. El gestor puede realizar inferencia en un entorno integrado definiendo así toda la información relativa a la gestión de manera unificada.

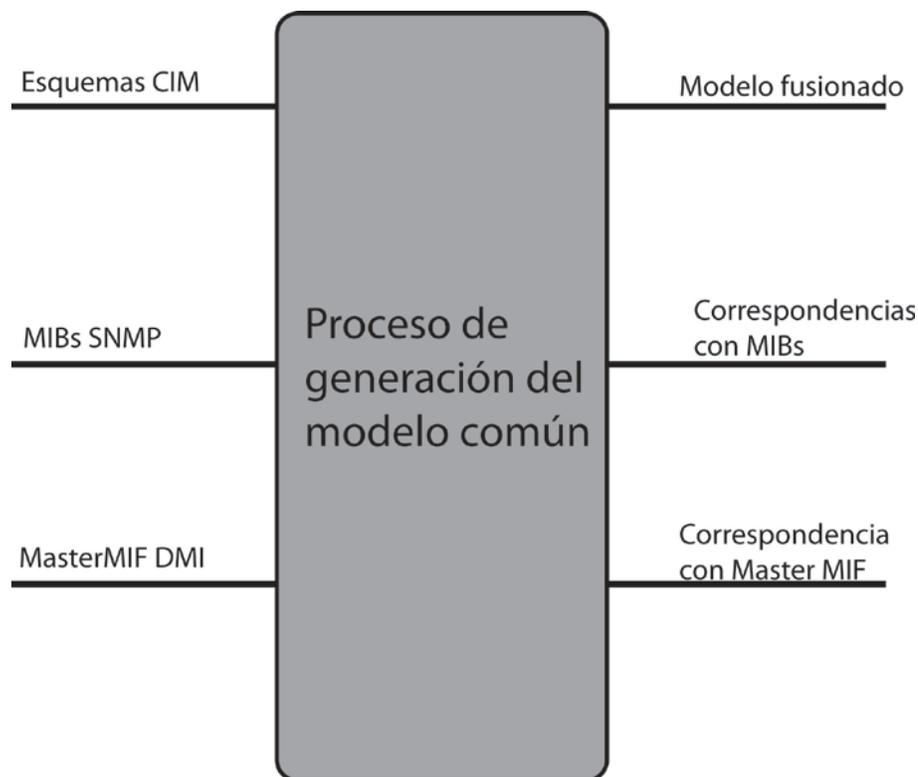
Fig.1 Aplicación de las ontologías [4].



Los modelos de información de gestión a nivel de la integración semántica permiten a un solo gestor trabajar con un único modelo de información, que fusiona las diferentes definiciones de los recursos realizados y gestionados por distintos modelos. Deben tenerse en cuenta los procedimientos que permitan igualar el significado comprendido en los modelos ya que estos proporcionan una fusión y correspondencia en la estructura de la información empleada en las ontologías.

En la Fig. 2 se presenta un método que no se basa en realizar reescrituras de la información, sino que ejecuta distintas definiciones en un modelo común, señalando otras reglas de correspondencia con los modelos iniciales [18].

Fig.2. Método M&M [4].



El método M&M (método de fusión y correspondencia) [19], permite a cada elemento que se fusione añadirle una regla que relacione los elementos en la ontología de correspondencia. Este método consiste en identificar primero las clases similares mediante una serie de heurísticos (igual nombre, nombre parecido o descripción similar) y a través de ellos, fusionar sus atributos.

El método anterior es genérico, aplicable a cualquier modelo de información; a nivel de lenguaje se plantea utilizar el lenguaje de ontologías:

- DAML+OIL (DARPA *Agent Markup Language* + *Ontology Interference Layer*, Lenguaje de Marcas de Agentes de DARPA + Capa de Interferencia de Ontologías)
- OWL (*Web Ontology Language*, Lenguaje de Ontología para la *Web*).
- CIM (*Common Information Model*, modelo de información común) formalizado.

DAML+OIL muy utilizado con la *Web* semántica y propuesto por W3C, no es un lenguaje específico de gestión y no posee restricciones para definir todas las facetas típicas de gestión [20]. OWL [21] es un lenguaje de ontología de propósito general definido para la *Web* Semántica que contiene todas las construcciones necesarias para describir formalmente la mayor parte de las definiciones de información de gestión [22]. CIM integra definiciones de gestión en la ontología común en OWL, partiendo de definiciones representadas mediante construcciones UML (*Unified Model Language*, Lenguaje de Modelo Unificado), de forma que se obtengan correspondencias semánticas válidas y consistentes [23].

6. Especificación Ontológica en los Servicios de Red

En [24] se presenta un modelo basado en la Ontología de servicios de Red para ISP (*Internet Service Provider*; Proveedor de servicios de internet) llamado Ontología SLS (*Specification Level Service*, Especificación de Niveles de Servicio), el cual supera las diferencias semánticas y crea un mejor terreno para el razonamiento de los servicios y su autoconfiguración. Dentro de la Gestión de Red, no solo se requiere gestionar los recursos de la Red, también se gestionan los servicios y aplicaciones o sistemas finales.

Uno de los aspectos importantes dentro de la representación ontológica en los servicios de red es crear un vocabulario común, que incluya un servicio de clasificación en las configuraciones de red. Esta representación consta de tres niveles:

- Nivel alto: incluye SLA (*Service Level Agreements*, acuerdos de niveles de servicio) y el servicio de clasificación.
- Nivel medio: permite adicionar la especificación de nivel de servicio, como lo presentan en [25] donde los SLS son los encargados de parametrizar las configuraciones de la red.
- Nivel bajo: permite incluir asignaciones y configuraciones de red para los servicios diferenciados como son sus siglas en inglés (*Differentiated Services*) [26].

6.1. Clasificación de los Servicios de Red

Una de las cualidades en la prestación del servicio de red es definirle a todos sus componentes sus funciones, de tal forma que permita clasificarlo e integrarlo de manera fácil al modelo ontológico definido. Un ejemplo es el tráfico, el cual se clasifica en tres grupos, como lo presenta la tabla. 1:

Tabla. 1. Clasificación del tráfico de red.

NOMBRE	FUNCION	SIGLAS
Control de Redes	Enrutamiento y funciones de control.	
Operación, administración y gestión	Configuraciones y gestión de la red.	OAM
Usuario/abonado	Tráfico de proveedores y servicios de Internet.	

En esta ontología y dentro del grupo usuario/abonado se consideraran cuatro categorías de aplicación:

- La aplicación de control, incluido el servicio de señalización.
- La orientada a los medios de comunicación, incluyendo los servicios de telefonía, transmisión de vídeo, multimedia y conferencias interactivas en tiempo real.
- Los datos, incluidos los de baja prioridad, baja latencia y alto rendimiento.
- El mejor esfuerzo, incluido el servicio predeterminado.

6.2. Especificación de Nivel de Servicio

Dentro de la ontología SLS se incluyen las relaciones de capacidad, confiabilidad, tiempo de respuesta en caso de fallo, aspectos legales y seguridad, los cuales se pueden representar teniendo en cuenta las siguientes secciones:

- La clasificación de la sección; define el campo en el cual se identifica el flujo individual o total.
- Sección de acondicionamiento; que contiene normas para identificar dentro o fuera el perfil.
- El alcance del servicio; la definición de los límites de la región sobre la cual el servicio será ejecutado.
- El rendimiento esperado; parámetros QoS.
- El servicio de programación de la sección, los cuales definen el período de tiempo cuando el servicio es disponible.
- La fiabilidad de la sección de servicios, que define los parámetros relacionados con la coherencia y la fiabilidad de los servicios que se ofrezcan.

6.3. Configuración de la red

Nivel del modelo de ontología que debería ser tratado como un nodo central en lugar de un servicio central en el que las configuraciones son realizadas sobre los nodos; un ejemplo es la red ISP, en donde hay dos nodos principales: el nodo de borde que permite entrada y la salida de información, y los nodos centrales los cuales aplican el

modelo de ontología. Los nodos de borde son mucho más complejos, ya que incluyen clasificadores, mientras que los nodos centrales sólo aseguran que el PHB [27] (Per-Hop- Behaviour, Comportamiento por saltos) se mantenga para cada paquete, dando como resultado la configuración de la cola a nivel de control, congestión y mapeo de clases dentro de la misma cola. Además, un sistema de prioridad de colas es la combinación de un conjunto de colas y un planificador que converge en una secuencia de prioridad. Cuando se le pregunta por un paquete, el programador controla la cola de máxima prioridad, y si hay datos que figuran, devuelve un paquete de esa cola. Del mismo modo, una tasa basada en sistema de cola es una combinación de un conjunto de colas y un planificador que se vacía en determinada tasa. Cada cola se asocia a un DSCP [28] (*DiffServ Code Point*, Punto de Código de los Servicios Diferenciados) y las colas pueden tener el control de la congestión a través de la cola de AQM (*Active Queue Management*; Gestión de Cola Activa).

7. Gestion semántica

Se basa en un gestor que trabaja y razona con un único modelo de información de gestión representado mediante ontologías [19]. El gestor se encarga de manejar los elementos de los diferentes dominios como CIM, MIBs, SNMP, etc. mencionados en la sección 2. El objetivo principal de la gestión es utilizar un único modelo de información, pero en numerosos casos los diferentes recursos de red están especificados en distintos dominios de gestión, por lo tanto hay que acceder a ellos manejando protocolos definidos para cada uno de los dominios descritos. Adicionalmente, es preciso cambiar e integrar estas definiciones en algo más unificado, teniendo en cuenta la semántica de dichas definiciones, es decir, debe tener una sola representación en el modelo unificado, independiente de la cantidad de modelos definidos por realizar. No sólo se tratará de una tarea de traducir definiciones sintácticamente, sino también complementarlas desde un punto de vista semántico. En la Fig. 3 observamos como un gestor tiene asociado un modelo común, el cual permite que las ontologías de correspondencia (OC) sean utilizadas por su proveedor respectivo con su modelo de información; esto se hace con el fin de traducir la información de los elementos de red en sus modelos de gestión como se explicó anteriormente. El manejo de un lenguaje de ontologías para definir la información de gestión, brinda ciertas ventajas: una de ellas es la posibilidad de utilizar herramientas para trabajar con las ontologías; otra ventaja, es que la ontología de gestión logra incluir la definición de reglas de comportamiento de la información de gestión.

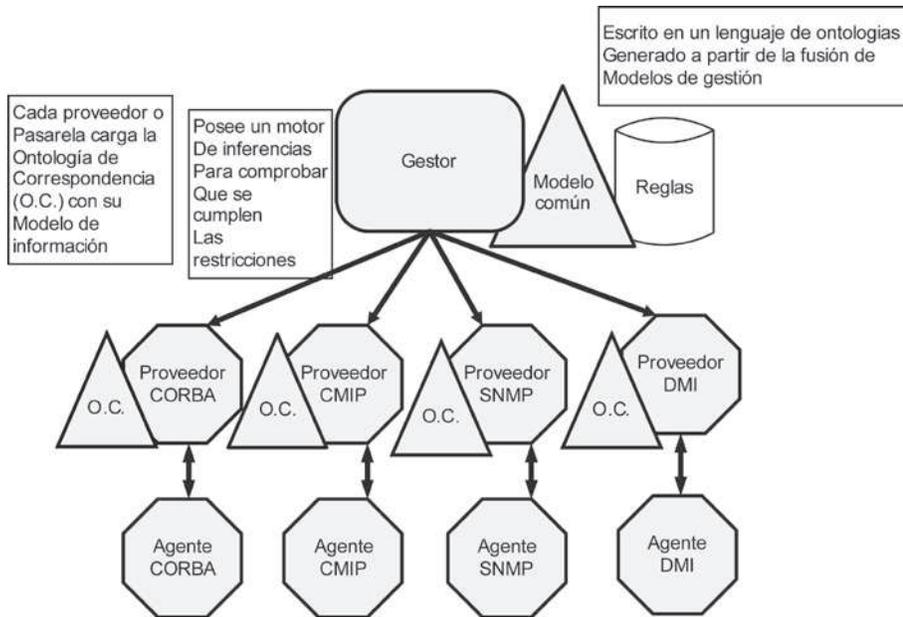
Podemos indicar que la forma ontológica se da cuando las definiciones de comportamiento puedan incluirse tácitamente en las definiciones de la información de gestión, logrando ser formuladas en el mismo lenguaje al de la información de gestión. Por lo tanto un Gestor Semántico tiene la capacidad de analizar, explicar y aprobar en un mismo lenguaje de información de gestión las definiciones de comportamiento. La Base de Información de Administración de Internet (MIBs) o los esquemas CIM

[29] definen la información del dominio de la gestión de manera formal y han sido concertados en grupos de trabajo. Pero su semántica esta restringida, ya que no puede especificar restricciones sobre la información.

En una sola ontología de gestión de red podemos integrar las reglas de comportamiento y las MIBs, propias de las definiciones de gestión.

Como lenguaje de definición de ontologías, se formula el uso del Lenguaje de Ontología *Web* (OWL), el cual proporciona un lenguaje para definir ontologías estructuradas basadas en *Web* y pretende facilitar un lenguaje para ser usado con el fin de describir las clases, las propiedades de las clases y la relación entre ellas. OWL es un lenguaje de ontologías de propósito general determinado para la semántica de redes, que contiene todas las construcciones necesarias para detallar la mayor parte de las definiciones de información de gestión, entre estas se encuentran SWRL (*Semantic Web Rule Language*) [30], jerarquías, restricciones de rango y dominio.

Fig.3. Modelo de Gestión Semántica [2].



Cabe resaltar que los axiomas y las reglas pueden ser utilizados en la información de gestión para limitar o concretar de forma aun más exacta el comportamiento de la información de gestión en OWL. Esto permite garantizar un correcto uso de la información de gestión. También nos permite definir el comportamiento del gestor, indicando lo que debería hacer el gestor si se cumplen determinadas condiciones en los módulos gestionados, ya que esto permite indicar lo que deberían hacer los recursos de gestión ante eventos determinados. Es necesario destacar que el objetivo

de estas indicaciones es integrar la definición de la información de gestión con la del comportamiento de gestión.

8. Complementos

NGOSS (Nueva Generación de Sistemas de Operaciones y *Software*) es un programa de TMF (*TeleManagement Forum*) que proporciona formas de ayudar a los proveedores de Servicios de Telecomunicaciones para gestionar su negocio [31].

Uno de los elementos principales de NGOSS es SID (Modelo de Información y Datos Compartidos) el cual permite establecer un lenguaje común sobre los datos usados en la definición de arquitecturas NGOSS, especificando sus atributos y relaciones. SID utiliza UML (Modelo de Lenguaje Unificado) siendo compatible con la Ontología UML2 y el cual define un conjunto común de conceptos, en forma de un modelo de información orientado a objetos, que todos los demás programas de TMF pueden utilizar. Cada construcción del Lenguaje utilizado por el modelo tiene una equivalencia directa en el modelo ontológico.

Se está trabajando en la creación de un SWRL que pueda usar el mapeo OWL SID para construir un razonador fiable para las interacciones basadas en contratos y flujos de trabajo [32].

Para el área de la gestión de redes y servicios la utilización de ontologías y tecnologías basadas en la semántica de la información permiten un acceso casi universal a la información, tanto de vista operativo como de negocio.

Un modelo ontológico en redes permite satisfacer la interoperabilidad semántica de las diferentes especificaciones de información, conoce a nivel de la Gestión de Red los requisitos que un lenguaje de ontologías necesita para solucionar problemas de integración con el modelo ontológico elegido y permite a un solo gestor trabajar con un único modelo de información, el cual fusiona las diferentes definiciones de los recursos realizados y gestionados por los distintos modelos.

No se puede indicar a ciencia cierta el autodescubrimiento de redes bajo un modelo ontológico, pero sí es la unificación de conceptos semánticos, de aplicaciones y de información que hacen posible el fortalecimiento de la Gestión de la Red a nivel del modelo de información y del protocolo de comunicación.

Una ontología ayuda a reducir los tamaños de los mensajes intercambiados, limitar la redundancia y permite incorporar más inteligencia en el análisis de la información. La evolución de los modelos de representación de información hacia métodos ontológicos y semánticos ha seguido, en muchos casos, un proceso empírico y carente de un proceso formal donde se evidencie su ciclo de vida; sin embargo, desde hace

algunos años han venido madurando algunas iniciativas que propenden por definir metodologías y especificaciones en el marco de los procesos de la ingeniería del *software* e ingeniería del conocimiento para afrontar el componente metodológico del análisis y diseño de ontologías.

Financiado por la Comisión Europea, en marzo de 2006 se inició el proyecto europeo TAO (*Transitioning Applications to Ontologies*), que proporciona la metodología y la infraestructura *software* (TAO Suite) para migrar semi-automáticamente cualquier aplicación clásica (*legacy system*) a una basada en SOA semántica. Ésta une los beneficios de SOA (*Service Oriented Architecture*) con los de la Web Semántica, consiguiendo una aplicación compuesta por servicios Web semánticos, los cuales aportan una mayor automatización en la composición, descubrimiento, asociación e invocación de los servicios Web pertenecientes a las arquitecturas SOA [33].

Un gestor actual tiene la capacidad de interpretar las definiciones de comportamiento para llevar a cabo tareas de gestión independientes del dominio de gestión, además de contar con inteligencia para operar la red de forma autónoma. NGOSS propone que el proceso se gestione como parte de la infraestructura centralizada, utilizando un motor de flujo de trabajo que se encarga de controlar el flujo de los procesos de negocio entre las aplicaciones.

NGOSS es una necesidad dado el entorno actual, en el que los procesos más complejos deben ser automatizados con un nivel de inversión aceptable y en el que el costo de las operaciones debe descender, incluso a pesar del incremento de la complejidad de los servicios y las redes. NGOSS es una muestra de la unificación de ideas de un gran número de empresas pertenecientes al sector de las telecomunicaciones [34]. El aumento de la automatización en las distintas fases del ciclo de vida permite disminuir los tiempos de desarrollo y mantenimiento, simplificar las tareas de las personas y ahorrar costos.

SNOBASE (*Semantic Network Ontology Base*) es una herramienta de IBM para el manejo de entornos ontológicos; permite cargar, modificar, almacenar y consultar ontologías en RDF y OWL. Una evolución de la herramienta anterior es IODT que está siendo utilizada para almacenar ontologías en bases de datos, dar soporte de inferencia y soporte a un subconjunto del lenguaje de consulta.

HP *Semantic Web Research Lab* es desarrollado para la WS, es el creador de JENA para el manejo de ontologías y razonamiento [35].

9. Conclusiones

Este artículo muestra los beneficios de la ontología en la Gestión de Red y presagia el entendimiento de un dominio de gestión tanto para las personas como para las aplicaciones. El objetivo es, a partir de estructuras o esquemas preexistentes,

desarrollar mecanismos y estrategias dentro de un dominio que permita establecer correspondencias de la ontología con los modelos de gestión existentes. A continuación se presentan importantes conclusiones.

- La gestión integrada permite la interoperabilidad de diversos dominios de gestión por medio de una misma herramienta. Normaliza protocolos de comunicación, modelos y definiciones de información de gestión.
- En las ontologías, los Gestores de Red Inteligentes tienen la capacidad de interpretar definiciones de comportamiento sobre los objetos que representa.
- Los lenguajes de comportamiento incluyen conceptos comunes para la representación del comportamiento.
- Al aplicar distintas ontologías sobre los modelos de gestión, estos no solo resuelven la traducción sintáctica de los diferentes lenguajes, sino la interoperabilidad a un nivel Semántico.
- OWL es un lenguaje estándar de la *Web* con definiciones de información de gestión.
- La creación de un vocabulario común permite gestionar no solo los recursos de la Red, sino también los Servicios y Aplicaciones.
- Dentro de la Gestión Semántica el Gestor maneja los diferentes dominios, trabaja y razona con un único modelo de información.

Referencias

- [1] J. E. López de Vergara, “Especificación de Modelos de Información de Gestión de Red Integrada mediante el uso de ontologías y y técnicas de representación del conocimiento”, Ph.D. *Dissertation*, Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España. 2003
- [2] A. Guerrero et al., “Definición del Comportamiento de Gestión de Red con Reglas SWRL en un Marco de Gestión Basado en Ontologías en OWL”, *V Jornadas de Ingeniería Telemática (Jitel 2005)*, Vigo, Pontevedra, España, 2005.
- [3] H.G. Hegering et al.. *Integrated Management of Networked Systems: Concepts, Architectures, and Their Operational Application*, Morgan Kaufmann, 1999
- [4] A. Guerrero et al. “Gestión Semántica: Aplicando las Ontologías a la Gestión de Red”. *Jitel 2003*, Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España 2003.
- [5] Guerrero C. Antonio, Especificación del Comportamiento de Red mediante Ontologías. Tesis doctoral, Departamento de Ingeniería de Sistemas Telemáticos, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, 2007
- [6] A. Westerinen, J. Schnizlein, J. Strassner, M. Scherling, B. Quinn, S. Herzog, A. Huynh, M. Carlson, J. Perry, S. Waldbusser, “*Terminology for Policy-Based Management*” IETF Request for comment 3198 (2001).
- [7] P. Hasselmeier, “*A Methodology for Formalizing GDMO Behavior Description*”, *Sixth IFIP/IEEE International Symposium on Integrated Network Management (IM99)*, Boston, MA, Mayo 1999 . IEEE Publishing, ISBN 0-7803-5748-5, pp. 431-445.
- [8] International Telecommunication Union – *Telecommunication Standardization Sector (ITU-T)*, *Specification and Description Language (SDL)*, Recommendation Z.100, 2000.

- [9] D Durham, J. Boyle, R. Cohen, S. Herzog, R. Rajan, A. Sastry. *The COPS (Common Open Policy Service) Protocol. IETF Request For Comments 2748*. January 2000.
- [10] S. Waldbusser, J. Saperia, T. Hongal, “*Policy Based Management MIB*”, IETF Request for comment 4011, March 2005.
- [11] *Distributed Management Task Force, Inc., Web Based Enterprise Management*, DMTF WBEM Description Presentation. Junio 2000.
- [12] *Distributed Management Task Force, Inc., Specification of the Representation of CIM in XML*, Version 2.1, DMTF Standard, mayo de 2002.
- [13] R. Studer, V.R. Benjamins, D. Fensel, “*Knowledge Engineering: Principle and Methods*”, *Data & Knowledge Engineering*. 25: 161-197, 1998.
- [14] T.R. Gruber, “*Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing*”, *Int. J. Hunt.-Comput. Stud.* 43 (5-6), 907-928. 1995.
- [15] G. Fernández, “*Representación del conocimiento en sistemas inteligentes*”, Universidad Politécnica de Madrid. Octubre de 2001. <http://www.gsi.dit.upm.es/gfer/ssii/rcsi/index.htm>.
- [16] N. Noy, McGuinness, D.L. “*Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology*”. *Technical Report KSL-01-05*, Stanford University, California, EEUU. 2001.
- [17] Proyecto GESEMAN (Definición y Desarrollo de Técnicas Basadas en el Conocimiento para su aplicación a la Gestión de Redes y Servicios: Gestión Semántica), número de referencia TIC2002-00934 del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica del Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- [18] J. E. López de Vergara, V. A. Villagrà, Juan I. Asencio, J. Berrocal: “*Ontologies: Giving Semantics To Network Management Model*”, *IEEE Special issue On Network Management*, volume 17, number 3, mayo/junio 2003.
- [19] J. E. López de Vergara, V. A. Villagrà, J. Berrocal: *Benefits of Using Ontologies in the Management of High Speed Networks. Proc. 7th IEEE Intl. Conf. on High Speed Networks and Multimedia Communications (HSNMC’04)*, LNCS 3079, Toulouse, France (June 2004) 1007-1018.
- [20] I. Horrocks, DAML+OIL: *a Reasonable Web Ontology Language*, en *proceedings of the 8th Conference On Extending Database Technology (EDBT 2002)*, Praga, República Checa, marzo de 2002.
- [21] Michael K. Smith, Chris Welty, Deborah L. McGuinness, “*OWL Web Ontology Language Guide*”, *W3C Recommendation* 10 Feb. 2004.
- [22] J. E. López de Vergara, V. A. Villagrà, J. Berrocal: “*Applying the Web Ontology Language to Management Information Definition*”, *IEEE Communication Magazine*, Vol. 42, issue 7, July 2004, pp. 68-74. ISSN 0163-6804.
- [23] S. Quiroigico, P. Assis, A. Westerinen, M. Baskey, E. Stokes: *Toward a Formal Common Information Model Ontology. Lecture Notes In Computer Science*, Vol. 3307 (2004), pags. 11-21.
- [24] P. Alipio, J. Neves, P. Carvalho, “*An Ontology For Network Services*”, Universidad do Minho, Departamento de Informática, 4710-057 Braga, Portugal (2006).
- [25] Goderis, D., T’joens, Y., Jacquenet, C., Memenious, G., Pavlou, G., Egan, R., Griffin, D., Georgatsos, P., Georgiadis, L., Heuven, P.V.: *Service Level Specification Semantics, Parameters, and Negotiation Requirements*. Internet-Draft, drafttequila-sls-03.txt (work in progress) (2003).
- [26] Babiarz, J., Chan, K., Baker, F.: *Configuration Guidelines for DiffServ Service Classes. Internet Draft (work in progress) (2005)*.
- [27] A. Delfino, S. Rivero. *DiffServ: Servicios Diferenciados. Monografía de Evaluación de Performance en Redes de Telecomunicaciones*. http://iie.fing.edu.uy/ense/assign/perfredes/trabajos/trabajos_2003/diffserv.

- [28] H. Cabrejas Fernández, M. González Tejerina. Diffserv. Visión de Negocio y Análisis de Sistemas. Grupo 14 J. <http://arantxa.ii.uam.es/~ferreiro/sistel2008/anexos/Diff&IntServ>.
- [29] *Distributed Management Task Force, Inc., and WBEM Solution, Inc.* DMTF Tutorial, <http://www.wbemsolution.com/tutorials/DMTF/dmtftutorial.pdf>. 2006.
- [30] I. Horrocks, P. F. Patel-Schneider, H. Boley, S. Tabet, B. Grosf, M. Dean, “SWRL: *A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML*”, W3C Member Submission 21 May 2004.
- [31] *TeleManagement Forum, New Generation Operations Systems and Software (NGOSS)*. [www.tmforum.org/.../TMFC1044%20NGOSS_FAQs-TMWNice2002 .pdf](http://www.tmforum.org/.../TMFC1044%20NGOSS_FAQs-TMWNice2002.pdf).
- [32] Lehtihet Elyes, Strassner John, Agoulmine Nazim, Foghlú Micheál. “*Ontology-Based Knowledge Representation for Self-governing System*”. *R State et al.* (Eds): DSOM 2006, LNCS 4269, pp. 74-85 2006.
- [33] J. M. de Antonio. *Semantic & software consultant de Atos Origin*. “Migración Semi-Automática de aplicaciones clásicas a aplicaciones semánticas”. Septiembre 12 de 2008. <http://www.idg.es/computerworld/articulo.asp?id=191894>
- [34] PR Newswire Europe Limited. “*TeleManagement Forum* anuncia la disponibilidad de NGOSS 3.0 para sus miembros”. <http://www.prnewswire.co.uk/cgi/news/release?id=100851>. Abril 12 de 2010.
- [35] B. Diaz Joaquín. “Complementos del Tema 1”. Departamento de CCIA. Universidad de Sevilla. 2005. www.cs.us.es/cursos/sia-2005/temas/comple-01.pdf

Biografía

J. López es Ingeniero Electrónico graduado de la Universidad de Antioquia de Medellín, con trabajo de grado enfocado hacia la Bioingeniería. Estudiante de la especialización en telecomunicaciones de la Universidad Pontificia Bolivariana, con actualizaciones permanentes en telecomunicaciones. Actualmente se desempeña como ingeniero de telecomunicaciones en Emtelco.sa

J. Reina es Ingeniero Electrónico de la Universidad Pontificia Bolivariana (1992) y Especialista en Telecomunicaciones de la misma Institución (1998). Actualmente es estudiante del Doctorado en Ingeniería de la misma Universidad, en la cual se desempeña además como docente e investigador. Áreas de interés – *networking*, enrutamiento, optimización, simulación.