

Ontología web semántica del registro catastral venezolano

Semantic web ontology of venezuelan official land registry

Piña, Nelcy^{1*}; Arapé, Nelson¹ y Dávila, Jacinto²

¹Facultad de Ingeniería. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela.

²Centro de Simulación y Modelos. Facultad de Ingeniería. Universidad de los Andes.

Mérida 5101, Venezuela.

* nelcypina@fing.luz.edu.ve

Resumen

Este artículo presenta un aporte a la solución del problema de consulta electrónica de información pública catastral, enmarcado en la política del Estado Venezolano que establece desde 2001 la creación y mantenimiento del Registro Catastral, en el cual participarían interoperativamente el Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB), las Oficinas Municipales de Catastro (OMCs), los Registros Públicos (RPs) y las comunidades organizadas. La interoperabilidad entre estas instituciones requiere consistencia conceptual a través de una gama de parámetros técnicos, semánticos e institucionales que pueden ser soportados por la especificación de clases y relaciones ontológicas propuestas para la web semántica. En este trabajo se propone una ontología web semántica compuesta por todas las clases y relaciones para proveer este servicio, y un Agente de software, Gea, para consultar, organizar, dirigir la búsqueda y recuperar la información territorial, de los dominios del Registro Público y del Catastro venezolano, integrados en uno solo, el dominio del Registro Catastral. En la ontología se incluye un vocabulario compartido de tal dominio integrado, al cual tiene acceso el agente que interpreta la solicitud del usuario en texto no estructurado, la procesa a través de una gramática propia, y genera una lista de acciones de respuesta. Esa salida del razonador es emitida hacia el envoltorio del agente que ejecuta los métodos correspondientes y accede a la base de datos geoespaciales, para construir la respuesta a la solicitud del usuario, enviándole la salida resultante a través de una interfaz vía web. Como metodología para la construcción de la ontología se utilizó la Methontology. Se concluye que una ontología definida para el dominio Registro Catastral venezolano puede facilitar el desarrollo de aplicaciones orientadas a la gestión y recuperación de la información territorial.

Palabras clave: Ontología, agente, web semántica, catastro.

Abstract

This paper shows a contribution to the solution of the problem of retrieving of official land public information, as has been established in Venezuelan state politics since 2001 with the creation and maintenance of the official land Registry and the subsequent joint venture with, the Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB), the Oficinas Municipales de Catastro (OMCs), the Registros Públicos (RPs) and organized communities. Interoperability among these institutions requires conceptual consistency through a variety of technical, semantic and institutional parameters that may be supported by the class specification and ontological relations of the Semantic Web. Here we propose a web semantic ontology with all the classes and relations to provide that service and a software agent, Gea, to consult, organize, guide the search and recover land information in the domain of the Public Registry and in the domain of the Venezuelan Cadaster, both integrated into one: the domain of the "Registro Catastral". The ontology implies a shared vocabulary for such an integrated domain to which the component that interprets the user's unstructured textual query has access. This component also processes the query through a domain specific grammar, and generates a set of actions to be executed by the agent as response to the query. This response is sent to an agent's wrapper that will execute its methods and access the geospatial database, to finally attend the user query, sending the results to user interface in the web. To build the ontology, the Methontology was applied. We conclude that an ontology defined for the Venezuelan cadastral registry domain may facilitate the development of application oriented to the Semantic Web and for land information recovery.

Key words: ontology, agents, semantic web, cadaster.

1 Introducción

La integración, automatización y el acceso Web para servicios catastrales prestados por instituciones autónomas, en el contexto Venezolano, es el problema que nos ocupa en este trabajo. Una aplicación de software, abierta en línea, en la que intervenga un agente consultor de datos registro-catastrales, puede ayudar a los Registros Públicos, RPs, y las Oficinas Municipales de Catastro, OMCs, de las 335 municipalidades del país, a mejorar el acceso a dichos datos oficiales por parte de funcionarios de ambas instituciones y del público involucrado.

Este agente de software puede además, servir como plataforma inteligente para la incorporación de una ontología formulada específicamente para el Registro Catastral (RC) venezolano, que integre el conocimiento territorial administrado por ambas instituciones sin comprometer la autonomía de ninguna. Un agente, con capacidad de razonamiento automático, permite también la interpretación de las consultas textuales, en español, de los usuarios. El perfil de estos usuarios no se limitaría a los funcionarios públicos, sino que se podría ampliar para brindar un servicio de dicha información al ciudadano común.

Actualmente, el país cuenta con un marco legal que ha producido un conjunto de leyes y normas técnicas para regular la formación y conservación del catastro venezolano. Sin embargo y a pesar de que ha sido dispuesto con fuerza de ley, hasta la fecha no se ha dado la creación del RC. Los acercamientos a este RC de data urbana y rural del país se han venido ejecutando de manera aislada por parte de las mencionadas instituciones, pero sus esfuerzos no se han integrado.

Por todas las características antes descritas, la aplicación que se presenta en este trabajo es un prototipo de servicio de recuperación de conocimiento desde la web, el cual hace posible la interacción e integración de las instituciones involucradas del Estado y, permite la interoperabilidad entre ellas. Dicha interoperabilidad semántica puede lograrse según (Wiederhold, 1994) con el uso de ontologías que definan la terminología para cada dominio, y esto bajo un acuerdo en dicha terminología del área compartida.

La solución propuesta ha unificado tales dominios compartidos en la ontología del RC, modelo que fue construido para un propósito particular: incorporar semántica al prototipo de servicio de recuperación de datos. Así como lo asegura Criado (2009), el concepto de Web Semántica exige una representación formal de la información de acuerdo a ontologías de referencia que doten a la Web de semántica para los sistemas informáticos.

Dicho modelo ha sido probado a través de una interfaz en la que el usuario interactúa con un agente de software, Gea. Este agente coloca a disposición del usuario, conocimiento catastral, convirtiéndose en un medio para compartir información de interés fundamental y permitiendo su respectiva validación conforme a las leyes del país.

Para contextualizar la Ontología que se propone para

el RC, una revisión del marco legal venezolano será presentada en este artículo en la sección 2. Además se presentará, en la sección 5, la arquitectura del agente de software Gea, que realiza las consultas de información inmobiliaria a la base de datos geográfica propuesta para este caso. Finalmente se presentarán las conclusiones de la presente investigación y se propondrán trabajos futuros.

2 Marco legal venezolano

La revisión del marco legal venezolano relacionado al tema del RC abarcó diversos instrumentos legales, así como otros documentos emanados del Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB), entidad rectora del catastro en Venezuela. A continuación se presentan anotaciones y parafraseos aclaratorios de los artículos de interés en esta investigación.

De la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (2000)

Art.128. La sociedad venezolana, adquiere por vez primera en dicha constitución, el hábeas data, o derecho de acceso a la información sobre sí misma y sobre sus bienes que consten en registros oficiales o privados; a conocer del uso que se haga de tales registros, su finalidad y a solicitar ante el tribunal competente su actualización, rectificación o destrucción si fuesen erróneos o afectase ilegítimamente sus derechos. Para responder a este legítimo derecho, el Estado venezolano, enmarcado en una política de ordenación del territorio, deberá atender las realidades ecológicas, geográficas, poblacionales, sociales, culturales, económicas y políticas, y proveer los mecanismos de participación ciudadana en la consulta de la información.

De la Ley de Geografía, Cartografía y Catastro Nacional (2000)

Art.1. Éste artículo regula la formulación, ejecución y coordinación de las políticas y planes relativos a la implantación, formación y conservación del catastro en todo el territorio de la República.

Art.2 y 3. Declara al catastro y su información territorial, de naturaleza nacional e interés público.

Art. 25. Constituye al catastro como la fuente primaria de datos del sistema de información territorial. Establece que los municipios adoptarán las Normas Técnicas para la Formación y Conservación del Catastro Nacional (NTFCCN) y el Código Catastral normado por el IGVSB.

Art. 31. Dictamina como obligación civil y municipal, almacenar el resultado del registro y levantamiento catastral de inmuebles en el RC de la respectiva OMC; y autorizar operaciones catastrales.

Art. 33. Establece que las OMCs deberán examinar los documentos y planos que le sean presentados, hacer constar los derechos y destino del inmueble, y verificar la ubica-

ción, cabida y linderos del inmueble.

Art. 36. La OMC admitirá y acordará revocatoria de inscripciones catastrales.

Art. 37. La OMC fijará la base de cálculo para la determinación del valor catastral del inmueble.

Art. 38. Le asigna la tarea de llevar el RC de la nación al IGVSb.

(Este último mandato es una respuesta a la necesidad de subsanar legalmente la desvinculación de los RPs y OMCs otorgando la responsabilidad al IGVSb pero, desde luego, sin ofrecer una solución particular definitiva).

Art. 39. Establece las características de la Cédula Catastral, que contiene información jurídica, económica y física del inmueble; y un mapa catastral del mismo, emitido y certificado por la OMC. Establece que la data será organizada en base a la Parcela Catastral o Unidad de Propiedad Territorial, tanto urbana como rural.

Arts. 29 y 40. Establecen que el aspecto físico del catastro contempla los linderos y dimensiones que figuran en los documentos del inmueble (en texto no estructurado), y que los planos de mensura estarán referidos al Sistema Geodésico Nacional, donde el dato geográfico de las entidades espaciales es exacto.

Art. 41. Establece la vinculación del Catastro con el RP permitirá relacionar el objeto (propiedad) y sujeto (propietario) de los títulos de propiedad con el aspecto físico de los inmuebles, mediante el uso del Código Catastral. Supone que la información territorial dispuesta en las bases de datos catastrales y la que se genere de las actividades del RP, conformarán un sistema integrado, y deberán ser compatibles para garantizar el intercambio y verificación de las informaciones en ellas contenidas.

Art. 46. Declara al IGVSb como ente que asesora a cada municipio en materia de formación y conservación del catastro sobre el cual mantiene sus competencias, de conformidad con las políticas y planes nacionales. Le otorga atribuciones de dirección, coordinación y ejecución de planes nacionales en materia catastral.

De la Ley del Poder Público Municipal (2005)

Art. 77. Establece compromisos que deberán ser asumidos por la administración pública municipal incorporación de tecnología, relaciones intermunicipales, y formación del recurso humano. Dichos compromisos conllevarán a la integración de todos los municipios que en la actualidad funcionan de manera absolutamente autónoma.

De la Ley del Registro Público y Notariado (2001)

Art. 4. Establece que se digitalizarán y transferirán progresivamente todos los soportes físicos del sistema registral y notarial actual, a las bases de datos correspondientes, hasta llevar el proceso registral y notarial a cabo íntegramente a partir de un documento electrónico.

Art. 44. Especifica que el Catastro Municipal será

fuente de información registral inmobiliaria.

Art. 45. Establece que los requisitos mínimos para toda inscripción que se haga en el Registro Inmobiliario relativa a un inmueble o derecho real, incluirán: la naturaleza del negocio jurídico, la identificación completa de los otorgantes, gravámenes, cargas y limitaciones legales que pesen sobre el derecho y la descripción del inmueble, con señalamiento de su ubicación física, medidas linderos y número catastral.

De las Normas Técnicas para la Formación y Conservación del Catastro Nacional (NTFCCN) (2002)

Art. 2. Señala la descripción del *Código Catastral*. Como se muestra en la Tabla 1.

Art. 9. Señala que la OMC deberá sectorizar el territorio municipal en cuanto a características físicas del área, usos y tipos de construcción.

Art. 10. Señala que los municipios deberán definir las poligonales de los centros urbanos ubicados en su territorio.

Art. 11. Establece que la OMC debe asignar el Código Catastral a los inmuebles del municipio para identificarlos de forma inequívoca y exclusiva. Éste se compone de 27 dígitos como se muestra en la fig. 1.

Ámbito Urbano:										
Efed	Mun	Prr	Amb	Sec	Man	Par	Sbp	Niv	Und	
			U							
Ámbito Rural:										
Efed	Mun	Prr	Amb	Sec	Ssec	Par	Sbp	Niv	Und	
			R							

Fig. 1. Estructura del Código Catastral.

Fuente: NTFCCN. Gaceta oficial N° 5.590 Extraordinario. Caracas, 10 de junio de 2002

Art. 13. Establece que el Código Catastral deberá estar representado en la ficha catastral y que deberá incluirse en la cédula catastral, en el certificado de empadronamiento y en el mapa catastral, de acuerdo a su estructura.

El diseño del Código Catastral comunica relaciones espaciales topológicas, como relaciones de inclusión (Efed contiene Mun) o es parte de (Amb Rural es parte de Mun); depende de cualquier variación en la clasificación de territorios y no es permanente en el tiempo.

Ciertas operaciones espaciales pueden transformar los códigos catastrales: fusiones de dos o más parroquias, municipios, parcelas (unión del terreno correspondiente a dos o más casas para formar un edificio), divisiones de parcelas (venta de un terreno para varios compradores). En el caso de las unidades, por ejemplo del nivel N de un centro comercial, el propietario de un local compra (fusiona) o vende (divide) las unidades vecinas. Estas son las más comunes y están limitadas a 999 códigos por manzana o por nivel. Entonces el código está limitado y no hay propuestas por el IGVSb para cuando se superen dichos valores, en las Nor-

mas referidas.

Art. 20. Establece que las OMCs podrán incorporar tecnologías y emplear cualquier medio electrónico, informático, óptico o telemático para el manejo de la información contenida en el RC.

Art. 21. El RC deberá disponer de una base de datos digital que permita la integración con el Registro Inmobiliario.

Art. 22. Establece que deberá incorporarse el archivo de todo el fondo documental proveniente de las actividades catastrales ejecutadas con anterioridad a la entrada en vigencia de la Ley de Geografía, Cartografía y Catastro Nacional.

Tabla 1: Descripción del código catastral.

Fuente: NTFCCN. Gaceta oficial N° 5.590 Extraordinario. Caracas, 10 de junio de 2002

Campo	N° de caract	Descripción
Efed (Entidad Federal)	2	Campo constituido por dos dígitos que definen la ubicación del inmueble a nivel de entidad federal, de acuerdo a la codificación del Instituto Nacional de Estadística.
Mun (Municipio)	2	Campo constituido por dos dígitos que definen la ubicación del inmueble a nivel de municipio, de acuerdo a la codificación del Instituto Nacional de Estadística.
Prr (Parroquia)	2	Campo constituido por dos dígitos que definen la ubicación del inmueble a nivel de parroquia, de acuerdo a la codificación del Instituto Nacional de Estadística.
Amb (Ámbito)	3	Campo constituido por una letra y dos dígitos que definen la ubicación del inmueble dentro de la zona urbana o rural del municipio.
Sec (Sector)	3	Campo constituido por tres dígitos que definen la ubicación del inmueble dentro de un sector urbano o rural del municipio.
Ssec (Sub Sector)	3	Campo constituido por tres dígitos que definen la ubicación del inmueble dentro de un sub-sector del ámbito rural del municipio.
Man (Manzana)	3	Campo constituido por tres dígitos que definen la ubicación del inmueble en una manzana del ámbito urbano del municipio.
Par (Parcela)	3	Campo constituido por tres dígitos que definen la ubicación de la parcela dentro de una manzana o sub-sector.
Sbp (Sub parcela)	3	Campo constituido por tres dígitos que definen la ubicación del inmueble en una porción de la parcela.
Niv (Nivel)	3	Campo constituido por tres dígitos que definen el piso o planta donde está ubicada la unidad catastral.
Und (Unidad)	3	Campo constituido por tres dígitos que definen la división mínima de construcción objeto de levantamiento.

De la Guía para la Formulación de Proyectos (2002)

Establece que para ejecutar el catastro, las OMCs deben adoptar las NTFCCN y el Código Catastral establecidos por el IGVSb, a la vez que vincularse con las oficinas de RP, para generar bases de datos gráficas y alfanuméricas permanentes sobre la realidad inmobiliaria de los municipios, lo cual les permitirá expedir las correspondientes cédulas catastrales o certificados de empadronamiento, así como elaborar los respectivos mapas catastrales como fuente primaria de datos del sistema de información territorial.

Del Decreto Presidencial N° 3.390 (2004)

En este decreto N° 3.390, que fue publicado en Gaceta Oficial N° 38.095, en la ciudad de Caracas, el 28 de diciembre de 2004, se dispone que la Administración Pública Nacional, empleará prioritariamente software libre desarrollado con estándares abiertos, en sus sistemas, proyectos y servicios informáticos, con la finalidad de facilitar la transferencia tecnológica, la interoperabilidad de los sistemas de información del Estado, y para dar respuestas rápidas, y oportunas a los ciudadanos, entre otras.

3 Web semántica

La web semántica, como la define su creador, es una red de datos que pueden directa o indirectamente ser procesados por máquinas y hombres (Berners-Lee, 1999). Es básicamente una iniciativa para mejorar el estado actual la World Wide Web (Antoniu, 2008), para lo que ya se dispone de tecnologías como metadata, ontologías, lógica y agentes inteligentes.

En esta investigación se presenta una aplicación de tipo web semántica, que combina una ontología para el Registro Catastral venezolano, una base de conocimiento lingüístico y un agente de software consultor de data georreferenciada. Todos estos componentes, se inscriben dentro del marco legal venezolano, y se presentan como herramienta para lograr interoperabilidad entre las instituciones que administran la información territorial en Venezuela.

4 Ontología para el Registro Catastral

En base a las características formuladas en las publicaciones del IGVSb y las NTFCCN, entre otras mencionadas en el estudio del marco legal, se definieron las clases y relaciones entre las entidades de la Ontología Web Semántica del Registro Catastral Venezolano, mismas que constituyen su dominio de aplicación.

Según la metodología *Methontology* (Laurini, 2004), se utilizó la aproximación top down para la construcción de la red semántica u ontología, desde los conceptos más genéricos hasta los más específicos. El glosario de términos, la taxonomía de conceptos, el diccionario de conceptos de todas las clases (entre otros resultados) puede observarse al detalle en (Piña, 2006)¹.

Se presentan a continuación el diagrama de conceptos y relaciones binarias, atributos de instancias, atributos de clases y constantes utilizadas en el Registro Catastral venezolano (Fig. 2) y la documentación de dos clases de la ontología con sus atributos y relaciones, pertenecientes al Diccionario de conceptos o clases.

¹ <http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/jacinto/tesis/2006-mayo-msc-nelcy-pina.pdf>

Para la creación de tales productos, se utilizó la plataforma de software libre, creada por la Universidad de Stanford, Prótegé 1998-2005 (Prótegé, 2005), la cual facilitó esta labor ofreciendo una interfaz gráfica orientada a objetos. La misma permitió generar el producto ontológico formados como RDF (Resource Description Framework), XML (eXchange Markup Language), y OWL (Ontology Web Language), documentos de texto que sirvieron para realizar pruebas preliminares. Para los fines consiguientes, se define ObjectProperty, DataTypeProperty y Annotations.

■ObjectProperty es una propiedad que tiene algún objeto de relacionarse con otro. Es una relación entre una clase de objeto fuente y otra destino, que puede o no tener una relación inversa (owl: inverseOf).

Así mismo, un objectProperty puede ser de tipo Simétrico (owl: symmetricProperty), Funcional (owl: FunctionalProperty) con la que se relaciona con un valor en la clase destino, o Inversamente Funcional (owl: InverseFunctionalProperty) con la que se relaciona a un solo valor en la clase fuente (utilizada en relaciones 1 a 1). Estas características están disponibles para clasificar cada relación y así darle mayor significado a las mismas.

Las ■DataTypeProperty, son propiedades que permiten relacionar a un objeto con valores de algún tipo de dato. Así se definen los atributos de las clases de objetos o conceptos. Una clase Persona puede tener edad, teléfono, nombre, apellido, etc. Las ■Annotation son comentarios que se incluyen a las clases. Son comentario de atributo si es una anotación para un DataTypeProperty, o de comentario de clase si es una ■Annotation para un ObjectProperty.

La anotación de atributo ■Synonym, se incluyó en la ontología para palabras sinónimas, relacionadas con las entradas de texto que un usuario pudiera utilizar para realizar una consulta. Así, se definieron sinónimos para palabras como propietarios, dueño, dueños, interpretadas estas entradas sustantivas como posee o poseen; de esta forma, todas estas entradas estaban referidas al interés del usuario por conocer quién es el dueño o propietario de un bien inmueble, o si preguntara de forma: quién posee tal inmueble. Todo esto fue necesario pues la consulta del usuario interesado es formulada en texto no estructurado.

A continuación se presentan algunas abreviaturas en la tabla 2, las cuales se utilizaron en el diccionario de conceptos o clases.

PK: Clave primaria. CARD: Cardinalidad EQUIV: Rel. equivalente NAT: Nación, País ENT: Entidad Federal MUN: Municipio RSC: Circuito Inmobiliario REGVEN: Red Geocéntrica Venezolana	PRR: Parroquia SEC: Sector MAN: Manzana PAR: Parcela SBP: SubParcela NIV: Nivel UND: Unidad I: Instancia
---	---

Tabla 2: Abreviaturas utilizadas en el diccionario de conceptos y clases

Diccionario de Conceptos o Clases:

ONTOLOGÍA WEB SEMÁNTICA DE REGISTRO CATASTRAL VENEZOLANO.

Clase País

Documentación de Clase: Entidad espacio temporal. República. Nación.

Unidad de medida de área: Km²

Sistema de Referencia: RegVen

Elipsoide: GRS 80

Propiedades				
DataType Property	Nulo	TIPO	DESCRIPCIÓN	P K
■ NAT	No Nulo	Caracter (4)	Identifica el país al que pertenece la instancia	√
■ area		Flotante	Extensión de un polígono	
■ capital	No Nulo	Caracter (30)	Capital	
■ nombre	No Nulo	Caracter (30)	Nombre de la instancia	

La entidad Pais es una clase que fue formulada por los autores en función de establecer interoperabilidad entre ontologías internacionales, en trabajos futuros. No se encuentra descrita en los documentos con fuerza de ley, ni en las normas técnicas dentro del marco legal venezolano. La clase entidad federal, si se incluye en las NTFCCN.

Clase EntidadFederal

Documentación de Clase: Entidad espacio temporal. Unidad político primaria de la República.

Unidad de medida de área: Km²

Sistema de Referencia: RegVen

Elipsoide: GRS 80

Propiedades				
DataType Property	Nulo	TIPO	DESCRIPCIÓN	P K
■ NAT	No Nulo	Caracter (4)	Identifica el país al que pertenece la EntidadFederal.	√
■ ENT	No Nulo	Caracter (2)	Identifica la Entidad Federal a la que pertenece la instancia.	√
■ area		Flotante	Extensión de un polígono	
■ capital	No Nulo	Caracter (30)	Capital	
■ nombre	No Nulo	Caracter (30)	Nombre de la instancia.	

Las relaciones semánticas mantienen su utilidad en los enlaces requeridos por la aplicación. Ellas definen lo que es lingüísticamente expresado en términos de complejos predicados verbales. Así, las instancias de los tipos de relaciones semánticas son básicamente predicados verbales. Las propiedades del dominio de relaciones son roles semánticos, que caracterizan la participación de los conceptos.

ObjectProperty	T I P O	CLASE DESTINO	Relación INVERSA	SINÓNIMA EQUIVALENTE	DESCRIPCIÓN	CARD
■esLimitadoPor	I	Coordenadas	■limita		Coordenadas. Definen el borde de la representación de una entidad espacial.	*:*
■vende	I	Parcela Subparcela Nivel Unidad Construccion	■esVendidoPor	■propHist	Relación entre la instancia y las Propiedades inmobiliarias que vende.	*:*
■compra	I	Parcela Subparcela Nivel Unidad Construccion	■esCompradoPor		Relación entre la instancia y las Propiedades inmobiliarias que compra.	*:*
■posee	I	Parcela Subparcela Nivel Unidad Construccion	■esPoseidoPor	■propAct	Propiedades inmobiliarias actuales que posee la instancia. Relación	*:*
■otorga	I	Parcela Subparcela Nivel Unidad Construccion	■esOtorgadoPor		El estado venezolano otorga propiedades inmobiliarias. Relación.	*:*
■adyacente	I	Entidad Federal		■esVecinoDe	Relación topológica entre instancias de EntidadFederal. Vecindad.	*:*
■contiene	I	Municipio Ambito CircuitoInmobiliario Parroquia Sector Manzana Parcela SubParcela Nivel Unidad Construccion	■esContenidoPor		Relación topológica entre las instancias de la Clase fuente y la clase destino. Inclusión.	1:*

Según la Methontology, la descripción de axiomas y reglas lógicas siguen a continuación, las cuales se encuentran fuera del documento ontológico, OWL, y se incluyeron como programas lógicos en lo que se conocerá como el Agente consultor Gea, sus componentes: gea-grammar.pl, gea.pl, Gea.java y su motor de razonamiento (Dávila, 1997) gloria_brain_02.pl

gea.pl y gea-grammar.pl, son documentos que contienen información lingüística, como reglas para estructuras de frases o restricciones para la selección de estructuras predicativas, las cuales se utilizan integradas a la información del documento ontológico, con el fin de ser comparadas con las entradas de texto que ingresa el usuario en una consulta de información territorial. Estos documentos constituyen la Base de Conocimiento Lingüístico (BCL) o nivel léxico-sintáctico. Incluye representaciones léxicas de los conceptos del dominio como entradas terminológicas y predicados que pueden ser verbos o palabras significativas.

El modelo ontológico es capaz de manejar y enlazar el dominio ontológico, con el conocimiento léxico-sintáctico. El dominio ontológico está compuesto por las clases de en-

tidades y relaciones semánticas entre ellas. Este contiene la ontología web semántica del Registro Catastral venezolano, descrita en el archivo RegistroCatastral.OWL.

Para definir la información semántica, se diseñaron estos componentes, el primero, es la jerarquía semántica de conceptos y relaciones semánticas, y el segundo, la BCL con los archivos gea.pl y gea-grammar.pl. Ambas representan el centro semántico de la ontología.

Dentro del dominio ontológico, la jerarquía de conceptos contiene el nivel puramente semántico de la ontología, donde se define la aplicación específica de conceptos y relaciones semánticas. En esta jerarquía también se definen las entidades de nombre en una sub jerarquía independiente. Cada concepto es representado por un conjunto de propiedades específicas. Este componente es creado previo a la aplicación. Una instancia en ella es un término, que representa literalmente la ocurrencia de un concepto (nombre).

La jerarquía de entidades de nombre ha sido implementada para incrementar la modularidad. Se pretende con ella capturar una propiedad semántica general para la aplicación: Un subconjunto específico de entidades conceptua-

les se refiere sin ambigüedad a las clases de individuos en el dominio, ej. Unidades político administrativas. Las entidades de nombre son restricciones útiles para la selección a través de reglas caracterizadas por predicados verbales.

Las clases incluidas (algunas de ellas espacialmente representables y otras abstractas) en el modelo ontológico son: Pais, EntidadFederal, Municipio, Ambito, Sector, Manzana, Parcela, SubParcela, Nivel, Unidad, CircuitoInmobiliario, ImpuestoInmobiliario, ZonaProtectora, TradicionLegal, Coordenadas, SistemaDeReferencia y Persona.

En la presente ontología, se realizó un mapeo de conceptos a través de los Sinónimos (Synonyms) establecidos en el documento OWL. Por ellos es posible interpretar palabras que ingresan como entrada por parte del usuario, i.e. se identificaron palabras claves o palabras significativas, que conducían a la ejecución de una acción determinada.

A continuación un extracto de la ontología para el Registro Catastral venezolano, expresado en OWL:

```
<owl:ObjectProperty rdf:about="#owns"> <synonyms
rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#
Caracter">propietario</synonyms>
<owl:equivalentProperty rdf:resource="#actualOwner"/>
<rdfs:domain>
<owl:Class>
<owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
<owl:Class rdf:about="#Person"/>
<owl:Class rdf:about="#Municipality"/>
<owl:Class rdf:about="#Federal_Entity"/>
<owl:Class rdf:about="#Nation"/>
</owl:unionOf>
</owl:Class>
</rdfs:domain>
<synonyms rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#
Caracter">propietarios</synonyms>
<synonyms rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#
Caracter">dueños</synonyms>
<owl:inverseOf rdf:resource="#isOwnedBy"/>
<synonyms rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#
Caracter">poseen</synonyms>
<rdfs:range rdf:resource="#Unit"/>
<synonyms rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#
Caracter">posee</synonyms>
<synonyms rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#
Caracter">dueño</synonyms>
</owl:ObjectProperty>
```

En este pequeño ejemplo, se observan marcas de inicio <owl:Class ...> y de finalización </owl:Class> que definen clases, marcas como <owl:ObjectProperty rdf:about="#owns"> para definir relaciones de pertenencia ("owns") entre las clases del dominio (objetos sustantivos) propietarios, de tipo persona, municipalidad, entidad federal o nación, y las clases del rango (objetos predicativos) como las unidades catastrales o inmuebles:

```
<rdfs:range rdf:resource="#Unit"/>
```

Las instancias de información geoespacial no se incluyeron en la ontología. Se aprovechó la información geoespacial disponible en formatos de información geográfica, como los archivos .shp de ESRI®, .tab de MapInfo®. Se

consideró que sería más eficiente recuperar la información a través de sistemas manejadores de bases de datos relacionales (SMBDR), que de un archivo plano de texto, mediante búsqueda secuencial de los datos en un archivo OWL.

La cantidad de datos utilizada en este tipo de aplicación catastral, haría de un archivo de texto algo inmanejable y fácilmente corruptible, lo cual pondría en riesgo la integridad de toda la aplicación.

Se seleccionó un SMBDR para administrar la información geográfica, conocido como PostgreSQL con la extensión PostGIS para manejar datos espaciales. Se aprovecharon los controles de seguridad que dicha plataforma ofrece, así como su sistema de almacenamiento, recuperación y formato de data geoespacial, que posteriormente pudo ser mapeado y visualizado con una aplicación de software libre para sistemas de información geográfica conocida como uDig disponible en la web.

Así, en una aplicación de consulta, como la planteada en la presente investigación, se tiene una entrada en texto no estructurado la cual es analizada por mecanismos de inferencia, como la verificación de propiedades en los niveles sintagmáticos y semánticos. Esto con el fin de determinar qué acción ejecutar, es decir, deducir el tipo de evento que genera la referida entrada.

Entonces se tiene:

- Una ontología con una definición interna de entidades, denominada Dominio Ontológico: Archivo .OWL
- Un sistema de reglas sintácticas-semánticas a modo de una gramática del lenguaje relacionado a las entradas textuales: *gea.pl* y *gea-grammar.pl*
- Un conjunto de reglas capaces de definir el mapeo entre la entrada de texto y la correspondiente acción o dominio específico de eventos a ejecutar (métodos de java): *Gea.java*.

Para la implementación del Agente consultor Gea, se adoptó un motor de razonamiento o motor de inferencia denominado *Gloria_brain_02.pl*, (Dávila, 1997; Dávila y Uzcatégui, 2003) con la función de controlar las actividades asociadas, como percibir el ambiente, asimilar dicha percepción, recordar, razonar, asumir las creencias, metas e intenciones, y modificar el ambiente del agente.

5 Agente de software Gea

La arquitectura propuesta (Fig. 3) de la aplicación Agente Consultor Gea, ofrece dos funcionalidades que habilitan el uso de información geográfica existente, la primera, utilizando consultas a conceptos definidos, en las que se procura una misma interpretación semántica de diferentes usuarios durante el descubrimiento de información a alguna situación determinada, y la segunda, proveyendo soporte a la interpretación de tipos o clases y propiedades de elementos geográficos durante la recuperación de la información.

Primero se creó la ontología, compuesta por las clases y relaciones identificadas para el Registro Catastral. En ella se incluyó un vocabulario compartido de dicho dominio, al

cual tiene acceso el componente razonador o motor de inferencia, que interpreta la entrada del usuario como una solicitud en texto no estructurado, lo procesa a través de una gramática propia para el dominio definido, y genera una lista de influencias, a ser ejecutadas por el agente.

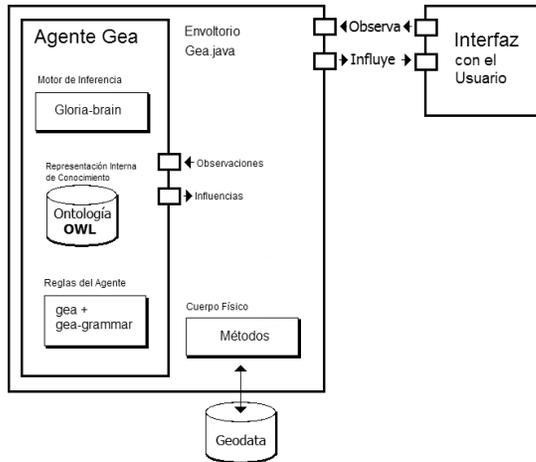


Fig. 3: Arquitectura para el descubrimiento y recuperación de información territorial basada en la ontología.

Fuente: Diseño propio (2006).

La salida de este razonador es emitida hacia el envoltorio del agente que ejecutará sus métodos de consulta y accederá a la base de datos geoespaciales, para atender a la consulta espacial – tabular del usuario, enviándole la salida resultante a través de la interfaz. De esta forma se da el intercambio de información vía web. En el mismo se observa que el ritmo de consultas lo marca el usuario, y que el agente tiene intervalos de razonamiento, luego de observar su entorno, mientras procesa dichas observaciones, y que culminan al emitir sus influencias.

En el caso de la ontología de Registro Catastral, se crearon anotaciones tipo atributo con el predicado verbal Synonyms, (ej. posee + Synonyms + propietario) para indicar que el sujeto relación posee es sinónimo de propietario, o viceversa. Atendiendo a la pregunta de ¿Para qué utilizaremos la Ontología?, es posible responder que la ontología será una estructura de representación interna de conocimiento del agente consultor, que se vale del mismo almacenado en ella para realizar la consulta efectuada.

Si el usuario desea consultar acerca de ¿Quién es el propietario de algo?, el Agente Gea, carga en memoria las tripletas de la ontología, y busca si la palabra clave de entrada propietario, es sinónima de alguna relación. Este proceso permitirá conocer en qué relación de la base de datos buscará la instancia solicitada por el usuario. Estas estructuras ontológicas fueron generadas pensando en el tipo de preguntas de los usuarios para que puedan ser respondidas.

Entonces, en el caso del Registro Catastral, en el que se maneja información territorial, un usuario puede a través de la web semántica realizar la pregunta ¿dónde está mi ca-

sa? De esta forma la pregunta es imprecisa pues el Agente no conoce a quien suscribe, por lo tanto sería conveniente preguntar ¿Dónde está la casa de V10413862? Este fue un caso de prueba, donde V10413862 es la cédula de una persona. Esta estructura gramatical si está definida en el componente del agente conocido como gea-grammar, a lo que luego de cumplirse con la revisión de tal estructura, y encontrar un plan de acción, se procede a atender al usuario y proveerle la información solicitada.

En el caso de que la pregunta no esté formulada según alguna estructura de la gramática, entonces el Agente Gea procede a disculparse y a indicarle al usuario que no entendió lo que preguntó y de esta forma le invita a formular nuevamente su consulta.

Otro caso de prueba fue la consulta a través de la interfaz web: ¿Quién es el dueño de X?, donde X es el código catastral que identifica a cierta propiedad inmobiliaria. La interfaz, recibe la entrada: Quién es el dueño de '0058231311U01033001001001001' y la envía al envoltorio del agente, Gea.java. El Agente tiene en su memoria almacenada la ontología, observa la entrada, y enseguida verifica su estructura gramatical en el conjunto de reglas lógicas provisto en gea-grammar.pl.

Dicha estructura se muestra a continuación:

pregunta([A|S])--> pro_interrog, v_atributivo(V), especificador, p_clave(A), especificador, atributo(S).

Luego de validar y reconocer la consulta, se compone un plan para el agente que consiste en verificar en la ontología, la tripla en la que aparece la palabra clave como sinónima de algún ObjectProperty o relación, en este caso las palabras identificadas como sinónimas dueño, dueños, propietario, propietarios, posee, poseen, le indican al Agente Gea, que debe usar la relación de la base de datos posee.

Así el plan a seguir para esta pregunta es del tipo Consultar (Quién, posee, X). El envoltorio a través de sus métodos ejecuta la consulta en la base de datos donde se encuentra la información geoespacial, donde X es un código catastral. De hallarse lo requerido se responde al usuario a través de una influencia del agente. En caso de que la entrada no se ajuste a la estructura gramatical, el Agente Gea se disculpa, indicando que no entendió la pregunta. Si Gea entiende la pregunta pero no encuentra una solución, entonces muestra una respuesta vacía.

Para los casos de prueba realizados con preguntas formuladas en texto no estructurado, se obtuvo la respuesta esperada. Las mismas las procesó Gea, mediante su gramática y su razonador², y se aplicaron a un RC prototipo.

En general, un usuario podría realizar preguntas de recuperación de información territorial como:

Localizar residencia por ocupante, por propietario o por coordenadas

¿Cómo ha cambiado esta propiedad?

² El Razonador lógico Gloria-brain-02.pl. Disponible en: <http://sourceforge.net/projects/simulants>

¿Cuándo fue alquilada, vendida, modificada o embargada esta propiedad?

¿En cuál o qué país, estado, municipio, parroquia, sector o circuito inmobiliario está mi propiedad?

¿Cuántas propiedades tiene alguien?

¿Dónde están esas propiedades?

¿Cuánto valen esas propiedades?

¿Cuánto debo pagar de impuesto inmobiliario?

¿En qué registro debo registrar mi propiedad?

¿Quiénes han sido dueños de esta propiedad?

¿Quiénes son mis vecinos al norte, sur, este, oeste, noroeste, noreste, suroeste, sureste, arriba, abajo?

Para responder a esta lista de preguntas posibles, el Agente Gea podría interpretarlas y traducirlas en comandos internos de búsqueda en la que se listen los resultados obtenidos. Esto queda así planteado como una investigación complementaria para trabajos futuros.

6 Conclusiones y trabajos futuros

Se planteó este estudio en la fase previa a la creación del Registro Catastral (RC) venezolano, con el objetivo de proponer una formalización semántica de conceptos y sus relaciones, referidos a la información territorial que administran los tres organismos involucrados por fuerza de ley: el IGVS, los RPs y las OMCs.

Para lograrlo, primero se realizó un estudio del marco legal venezolano, y de acuerdo con el mismo, se especificaron clases, relaciones ontológicas y semántica relacional. Estas especificaciones se definieron en una ontología o vocabulario del dominio del RC y finalmente se presentó un agente consultor, Gea, el cual se encargaría de recuperar información territorial del RC venezolano.

Las consultas de prueba fueron las preguntas realizadas en lenguaje natural: Quién es el dueño de '0058231311U01033001001001001' y donde está la casa de V10413862. Los resultados obtenidos fueron los esperados, considerando que la ontología y el agente de software consultaban una base de datos georreferenciados para un RC prototipo.

El sistema base con el que se desarrolló la investigación, es software libre. El producto, la ontología web semántica para el RC venezolano, es una contribución para avanzar hacia la meta de interoperabilidad entre las instituciones del Estado Venezolano y la calidad de servicio al ciudadano.

En la Ontología Web Semántica se utilizó el código catastral (combinación de 27 dígitos y letras) establecido en las NTFCCN (2002), mismo que las OMCs deben asignar de manera oficial, exclusiva o inequívoca para identificar las propiedades inmobiliarias, individualizándolas en el espacio geográfico venezolano. Dicho Código Catastral sería un descriptor de la ubicación espacial del inmueble y serviría para identificarlo, no sólo por las OMCs sino también por las oficinas de RP.

Según la Ley de Geografía Cartografía y Catastro

(2000), se estableció que debería darse la vinculación del catastro llevado por las OMCs con las actividades del RP, en la que la información territorial dispuesta en las bases de datos catastrales y la que se generase de las actividades del RP, conformarían un sistema integrado denominado RC. Sin embargo, las OMCs y los RPs aún continúan trabajando de manera autónoma y la creación del RC no ha tenido lugar.

Se plantea como trabajos futuros, explorar servicios de valor agregado en la Web Semántica usando un modelo ontológico para la gestión de datos georreferenciados, en los que se le ofrezca la posibilidad a los usuarios de consultar información registro catastral mediante preguntas formuladas en texto no estructurado, agentes de software que sean capaces de procesar dichas preguntas en lenguaje natural y servicios web semánticos con interfaces que desplieguen la información geoespacial inmobiliaria.

Referencias

- Antoniou G, & van Harmelen F, (2008), *A Semantic Web Primer*. MIT Press.
- Berners-Lee T, (1999), *Tejiendo la red*. Siglo veintiuno de España Editores. España
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (2000), Art.128.
- Criado L, (2009), *Procedimiento para transformar la Web en Web Semántica*. Tesis doctoral de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). España.
- Dávila J, (1997), *Agents in Logic Programming*. Tesis Doctoral. Imperial College.
- Dávila J, y Uzcátegui M, (2003), *GLORIA: An Agent's Executable Specification*. *Colegium Logicum (annals of the Kurt Gödel Society) Volume 8* (<http://kgs.logic.at>), ISBN 3-901546-03-0.
- Decreto N°3390. *Gaceta oficial N°38.095*. Caracas, 28 de diciembre de 2004.
- Guía para la formulación de proyectos (2002), Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar.
- Laurini R, (2004), *Workshop on Urban Ontologies*. INSA. Lyon. P.10. Disponible en: <http://liris.cnrs.fr/robert.laurini/resact/urban-ontologies.pdf>
- Ley de Geografía, Cartografía y Catastro Nacional (2000), Venezuela.
- Ley de Registro Público y del Notariado. *Gaceta Oficial N°5.556*. Caracas, 13 de noviembre de 2001, Normas para la Formación y Conservación del Catastro Nacional (2002). Venezuela.
- Piña N, (2006), *Ontología espacio temporal de Registro Catastral venezolano como base para la creación de Sistemas de Información Territorial*. ULA. Tesis para optar al grado de Magister Scientiae.
- Wiederhold G, (1994), *Interoperation, Mediation and Ontologies*. *International Symposium on fifth generation Computer System (FGCS94)*. Tokyo, Japón. pp. 33 - 48.

Recibido: 20 de marzo de 2011

Revisado: 15 de septiembre de 2011

