

Capítulo 6

Conclusiones y Trabajo Futuro

RESUMEN: Este capítulo recoge los principales aspectos y contribuciones obtenidos para la integración de Información Geográfica en la Web Semántica. De igual manera, comprobaremos el cumplimiento de los objetivos que introducimos inicialmente en el capítulo 1. Asimismo, se comentarán posibles propuestas de mejora de cara a posibles iteraciones del proyecto, además de comentar otras posibles aplicaciones relacionadas, que caen fuera del ámbito de este trabajo.

6.1. Conclusiones

En este TFM se ha profundizado en el uso de la Web Semántica Geoespacial, en concreto en la posibilidad de integrar Información Geográfica en la Web Semántica mediante el uso de herramientas específicas, a través de la creación de la ontología GEOARES. Se han estudiado algunas de las tecnologías que se pueden utilizar para representar e integrar Información Geográfica, como los lenguajes de ontologías (RDF, OWL) y de consultas (SPARQL y GeoSPARQL). Se han valorado las herramientas de la Web Semántica para permitir crear la ontología, como GraphDB y Protegé, esta última no ha permitido incluir el *plugin* de GeoSPARQL, no obstante, la alternativa encontrada, GraphDB, ha permitido solventar los problemas ocasionados con Protegé.

Así, se ha desarrollado una prueba de concepto trabajando con información geoespacial, concretamente con archivos en formato *Shapefile* de la provincia de Granada, en particular de mi pueblo, Ogíjares, y centrándonos en la información geoespacial obtenida de edificaciones, puntos de cota y curvas de nivel, para su integración en la ontología y su posterior visualización en un mapa a través de R. Dentro de todas las posibilidades de análisis que ofrece la Web Semántica, se ha prestado especial atención a la relaciona-

da con Información Geográfica, en donde, gracias a los estándares definidos, es decir, las funciones usadas en GeoSPARQL, las cuales son las mismas que OGC ha definido en su estándar para el tratamiento de datos SIG, es posible combinar dos ámbitos que previamente parecían ser independientes el uno respecto del otro. Entonces, se han utilizado tecnologías tanto de la Web Semántica como de los SIG que nos allanan el camino para ambas áreas, permitiendo la heterogeneidad e interoperabilidad de los datos geográficos gracias a la capa semántica que estos presentan.

A la vista de los resultados obtenidos, considero que haber realizado esta prueba de concepto me ha abierto nuevos puntos de vista hacia otra perspectiva de la Web. Parte de mi contribución ha sido enseñar las herramientas que facilitan el trabajo para la puesta en marcha de una ontología. Por tanto, mediante el desarrollo de este TFM, valoro que se han conseguido los objetivos señalados en la **subsección 1.5.2** del **capítulo 1**, en concreto:

1. Se ha mostrado mediante la utilización de la Web Semántica Geoespacial, cómo los estándares que se usan en el lenguaje de consulta geoespacial corresponden a los mismos definidos por el organismo OGC para los datos geográficos (ver **capítulo 4**).
2. Se han definido dos fuentes principales de información con las que obtener datos públicos geográficos de buena calidad y se han usado los datos de una de ellas, en concreto los del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (ver **sección 5.2**).
3. Se han considerado herramientas de la Web Semántica de gran alcance para representar e integrar Información Geográfica, entre las que destacamos Protegé y GraphDB (ver **capítulo 5**).
4. Se ha mostrado mediante Protegé cómo es posible agregar conocimiento de dominio geoespacial sobre la estructura de los datos de manera sencilla (ver **sección 5.3**).
5. Se ha mostrado mediante Protegé cómo es posible poblar una ontología de manera eficaz haciendo uso de diversas reglas (ver **sección 5.4**).
6. Se ha realizado un estudio acerca de las carencias o mejoras que supone usar Protegé (ver **Apéndice B**).
7. Se han mostrado la estructura de los datos geoespaciales y sus especificaciones para realizar consultas con el lenguaje GeoSPARQL (ver **sección 4.3** y **sección 5.5**).
8. Se ha aprendido a crear un mapa Web en R mediante el uso de la biblioteca *Leaflet* y el framework *Shiny* para ubicar información geoespacial en un mapa (ver **sección 5.6**).

9. Se ha mostrado, mediante ejemplos, formas de trabajo sobre la Web Semántica Geoespacial (ver capítulo 5).
10. Se ha prestado especial atención a desarrollar un trabajo autocontenido, tratando que sea accesible a cualquier persona con un perfil tecnológico básico que esté interesado en el tema.
11. He adquirido experiencia y conocimientos en un tema nuevo para mí, la Web Semántica, y ampliado otros como el caso de los Sistemas de Información Geográfica.

6.2. Proyectos relacionados

Dentro de los proyectos relacionados con la Web Semántica y los SIG, destacan los documentados en el libro *Geospatial Semantic Web* de *Chuanrong Zhang, Tian Zhao y Weidong Li*. Este libro cubre temas clave relacionados con la Web Semántica Geoespacial; ontología geoespacial para la interoperabilidad semántica; creación, intercambio e integración de ontologías; desafíos de la Web Semántica Geoespacial; desarrollo de aplicaciones Web Semánticas Geoespaciales, entre otros. Asimismo, se describen tecnologías, como WFS, WMS, RDF, OWL y GeoSPARQL, y muestra cómo usar las tecnologías de la Web Semántica Geoespacial para resolver problemas prácticos del mundo real, como los datos espaciales [45].

También son remarcables los trabajos siguientes: “La Web semántica y las tecnologías del lenguaje humano” en [42], “Geography 2.0—A mash-up perspective” [8] y “Data Models and Query Languages for Linked Geospatial Data” en [23]; en donde se cubren las áreas de la Web Semántica, SIG y la combinación de ambas, entre otros.

Por otro lado, destacar un proyecto de la Universidad de Almería **XOSM**, *XQuery for OpenStreetMap* (<http://xosm.ual.es/XOSM/query.php>), que hace uso de la Información Geográfica Voluntaria mediante OpenStreetMap (OSM) para ofrecer datos de mapas urbanos y rurales. XOSM es una herramienta para el procesamiento de consultas geoespaciales en OSM equipada con un lenguaje de consulta basado en un conjunto de operadores definidos para OSM implementados como una biblioteca del lenguaje de consulta *XML XQuery*. Esta biblioteca proporciona un repertorio de funciones espaciales que actúan sobre la representación XML de una capa OSM y permite la definición de consultas que combinan capas OSM y capas creadas a partir de recursos de datos abiertos vinculados (KML, GeoJSON, CSV y RDF).

En la figura 6.1 se puede observar la página de inicio de esta herramienta, en donde, explica en que consiste.

The Aim of the Project

Volunteered geographic information (VGI) makes available a very large resource of geographic data. The exploitation of data coming from such resources requires an additional effort in the form of tools and effective processing techniques. One of the most established VGI is OpenStreetMap (OSM) offering data of urban and rural maps from the earth. **XOSM (XQuery for OpenStreetMap)**, is a tool for the processing of geospatial queries on OSM. The tool is equipped with a rich query language based on a set of operators defined for OSM which have been implemented as a library of the XML query language **XQuery**. The library provides a rich repertoire of spatial, keyword and aggregation based functions, which act on the XML representation of an OSM layer. The use of the higher order facilities of XQuery makes possible the definition of complex geospatial queries involving spatial relations, keyword searching and aggregation functions. **XOSM** indexes OSM data enabling efficient retrieval of answers. The **XOSM** library also enables the definition of queries combining OSM layers and layers created from Linked Open Data resources (RDF, GeoJSON, CSV and RDF). The tool also provides an **API** to execute XQuery queries using the library

XOSM Team

Jesús Manuel Alamedros-Jiménez jaimen@ual.es
 Antonio Becerra-Terón abecerra@ual.es
 Manuel Torres mtorres@ual.es
 Departamento de Informática (University of Almería)
 04120 Almería (Spain)

XOSM Publications

Jesús Manuel Alamedros-Jiménez, Antonio Becerra-Terón. XQuery-based Query Processing in Open Street Map. Geographical Information Systems Theory, Applications and Management. GISTAM 2015, Revised Selected Papers: 50-68, Springer, 2016.
Jesús Manuel Alamedros-Jiménez, Antonio Becerra-Terón, Manuel Torres. Aggregation Operators in Geospatial Queries for Open Street Map. OTM Conferences 2015: 501-518, Springer, 2015.
Jesús Manuel Alamedros-Jiménez, Antonio Becerra-Terón. Distance Based Queries in Open Street Map. DEXA Workshops 2015: 235-239, IEEE Computer Society Press, 2015.
Jesús Manuel Alamedros-Jiménez, Antonio Becerra-Terón. Querying Open Street Map with XQuery. GISTAM 2015: 61-71, SciTePress, 2015.

Figura 6.1: Página de inicio de XOSM

Por otro lado, las figuras 6.2 y 6.3 nos muestran un ejemplo del funcionamiento de XOSM en donde se representan en un mapa las calles de Londres que cruzan la calle *Haymarket* y tocan *Trafalgar Square*.

XOSM Home Query Contact us

Address: Le. Calzada de Castro, Almería, Spain Search

Map Data

XQuery Shell PBD RLD Info

1

Clear Map Clear Query Run

Figura 6.2: Consulta en XOSM

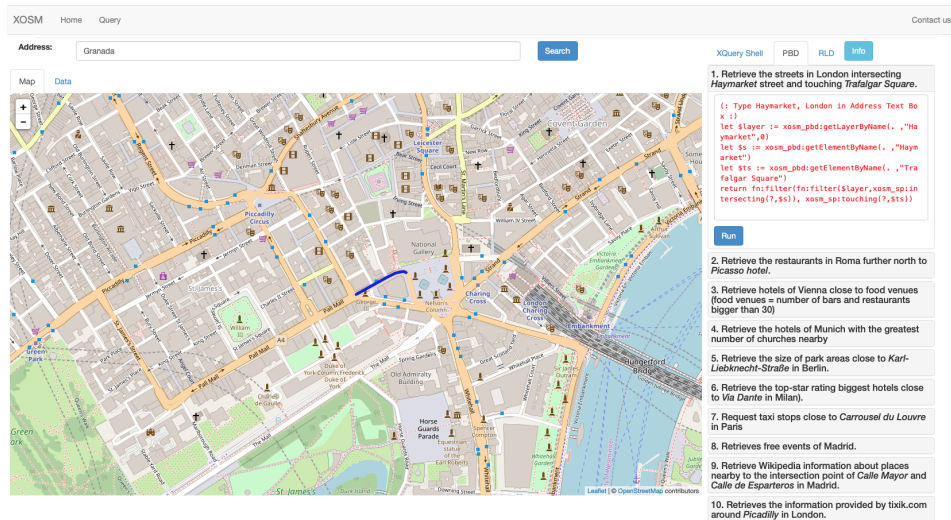


Figura 6.3: Salida de una consulta de ejemplo

Y cómo se observa, este TFM se mantiene en la línea de estos proyectos.

6.3. Trabajo futuro

Durante la realización de este TFM se han encontrado o han podido surgir temas, ejemplos o aplicaciones bastante relacionados pero que no se han estudiado en el mismo, por este motivo, comentaremos algunos aspectos a profundizar en el futuro:

1. Crear una plataforma parecida a la mostrada en las figuras ?? y 6.3, en donde, a partir de la salida de la consulta que se haga, obtener el GID ubicado automáticamente en el mapa, es decir, integrar en una herramienta la prueba de concepto realizada.
2. Generar otro ejemplo con la misma Información Geográfica pero obtenida de otra parte, para comprobar cómo la Web Semántica, gracias a su estructura, permite la heterogeneidad.

Adicionalmente, considero que este tema y el enfoque que le he dado puede tener interés para el público en general por lo que valoro la posibilidad de darle más difusión al trabajo.