Grafos de conocimiento virtuales para la federación de OGC API *Features*

Noya, Isaac; Vilches-Blázquez, Luis M.; Corcho, O.

N.º del tema de las jornadas: Nº. 4 - Inteligencia artificial, Large Language Model, Deep Learning, etc.

Resumen

La evolución de las Infraestructuras de Datos Espaciales hacia la nueva generación de estándares OGC API, diseñados como bloques de construcción modulares (*modular building blocks*) basados en OpenAPI y arquitecturas centradas en recursos, ha facilitado el acceso a la información geográfica en formato JSON y GeoJSON. Sin embargo, la explotación conjunta de estos ecosistemas distribuidos sigue siendo un reto. Los enfoques de integración tradicionales suelen operar en silos, careciendo de la expresividad semántica necesaria para interoperar con datos de otros dominios. Además, la consolidación de estas fuentes heterogéneas a menudo depende de su centralización y replicación física, un proceso rígido e ineficiente para entornos dinámicos o voluminosos. Ante esto, el paradigma de los Grafos de Conocimiento Virtuales (VKG, por sus siglas en inglés) destaca como una solución óptima, ya que proporciona una capa de integración semántica al vuelo que unifica los datos bajo vocabularios compartidos sin necesidad de moverlos o replicarlos.

Para abordar esta problemática, este trabajo presenta una arquitectura VKG que permite la evaluación de consultas federadas en GeoSPARQL sobre múltiples OGC API - Features (ver Figura 1). En lugar de replicar la información, nuestro motor traduce las consultas semánticas en peticiones HTTP en tiempo real para materializar sólo las tripletas necesarias. La innovación principal radica en un mecanismo de *pushdown* espacial que inyecta parámetros (como *bounding boxes* y filtros) directamente en las URL de las API subyacentes, aprovechando las capacidades de consulta nativas definidas en las especificaciones Core y de filtrado de OGC API *Features*, minimizando la transferencia de datos y delegando el procesamiento al servidor de origen.

El principal obstáculo para el despliegue de sistemas VKG es la costosa creación manual de reglas de traducción. Para superarlo, proponemos una cadena de procesamiento que explota la estructura predecible de estos nuevos bloques de OGC API *Features*. El sistema interroga dinámicamente los puntos de acceso (*endpoints*) relativos a recursos de colecciones y capacidades de consulta (*collections* y */queryables*) para generar de forma automatizada documentos de mapeo declarativos en RML (RDF *Mapping Language*).

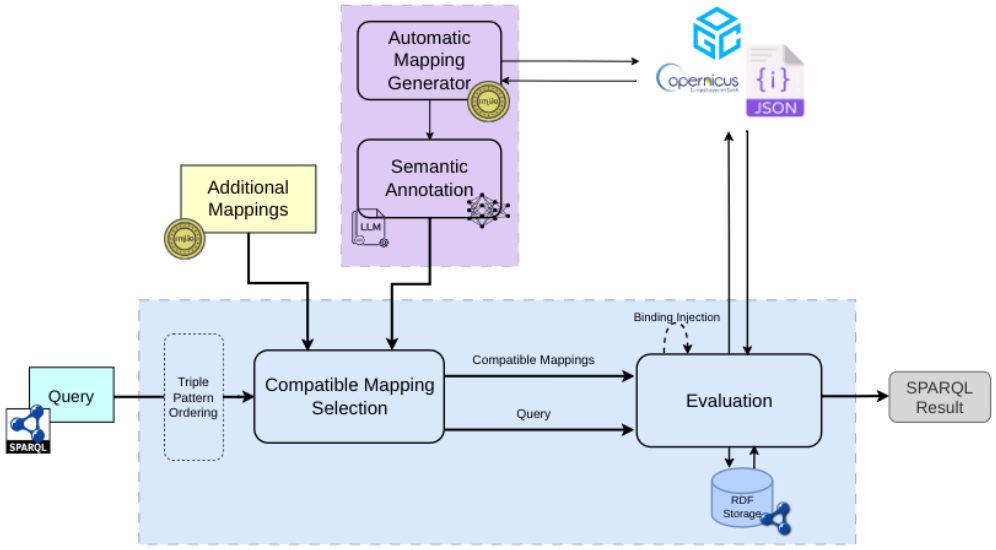

Figura 1. Arquitectura del sistema de grafos de conocimiento virtuales

Para garantizar la verdadera interoperabilidad y evitar la creación de silos RDF aislados, la arquitectura incorpora un módulo de anotación semántica *Human-in-the-Loop*. Utilizando grandes modelos de lenguaje (*LLM*) y técnicas de búsqueda vectorial, el sistema anota semánticamente las colecciones extraídas con ontologías de dominio y *cross-domain*, considerando a Wikidata y DBpedia. Además, nuestra propuesta realiza la definición de axiomas lógicos basados en restricciones de OWL.

La validación experimental de la arquitectura propuesta se articuló mediante el despliegue de casos de uso orientados al análisis de riesgo de inundaciones en España. Estos escenarios de prueba permitieron evaluar la viabilidad de la propuesta desarrollada mediante la ejecución de consultas federadas sobre repositorios heterogéneos y distribuidos, incluyendo fuentes de la IDEE, IGN, MAPAMA, Copernicus WCS e INE. Los resultados demuestran la eficiencia del mecanismo de *pushdown* espacial y la precisión de la anotación semántica automatizada, consolidando este enfoque como una solución escalable para la gobernanza del dato y la interoperabilidad de ecosistemas geoespaciales dinámicos.}

Palabras claves

OGC API, Linked Data, RML, Grafos de conocimiento virtuales, GeoSPARQL

Autores

Isaac Noya
isaac.noya@upm.es
Ontology Engineering Group.
Departamento de Inteligencia Artificial.
Universidad Politécnica de Madrid Spain

Luis M. Vilches
luis.vilches@upm.es
Ontology Engineering Group.
ETSI en Topografía, Geodesia y Cartográfica
Universidad Politécnica de Madrid Spain

Oscar Corcho
oscar.corcho@upm.es
Ontology Engineering Group.
Departamento de Inteligencia Artificial.
Universidad Politécnica de Madrid Spain