

Una Taxonomía de Servicios Geográficos para Facilitar la Identificación de Componentes

Viviana E. Saldaño

Proyecto de Investigación Área Ingeniería de Software

Unidad Académica Caleta Olivia – Universidad Nacional de la Patagonia Austral

vivianas@uaco.unpa.edu.ar

Agustina Buccella, Alejandra Cechich

Grupo de Investigación en Ingeniería de Software del Comahue (GIISCo)

Departamento de Ciencias de la Computación

Universidad Nacional del Comahue

{abuccel, acechich}@uncoma.edu.ar

Resumen

Los paradigmas de programación han debido adaptarse a los nuevos requerimientos de los desarrolladores. Uno de los enfoques que cuenta con mayor interés, es el que se conoce como Desarrollo de Software Basado en Componentes (DSBC). El mismo, se basa en la utilización de componentes software ya desarrollados OTS (Off-The-Shelf), que son combinados adecuadamente para satisfacer los requisitos del sistema. En este contexto de desarrollo, cobran especial importancia los procesos de búsqueda y selección de componentes OTS. Estos presentan serias limitaciones, tales como no disponer de documentación suficientemente expresiva de los servicios requeridos a los componentes, que garantice una búsqueda efectiva de los mismos.

Nuestro trabajo consiste en la definición de una taxonomía de servicios para sistemas de información geográficos (GIS), la cual brinde utilidad al proceso de búsqueda de componentes en ese dominio. En este artículo, presentamos la taxonomía y un caso de aplicación de la misma que muestra la viabilidad de la propuesta.

Palabras claves: DSBC, OTS, servicios GIS, taxonomías.

1 INTRODUCCIÓN

La generalización del uso de computadoras y sistemas de información geográficos (GIS) ha provocado un aumento del análisis de datos geográficos dentro de múltiples disciplinas. Se ha incrementado la utilización compartida de los datos geográficos, su intercambio y utilización para propósitos diferentes de los que fueron creados. Además, distintas tecnologías para Información Geográfica, tales como GIS, teledetección, sistemas AM/FM, análisis de tráfico y sistemas de geoposicionamiento se encuentran en un período de integración fundamental.

Por otra parte, los paradigmas de programación han debido adaptarse a los nuevos requerimientos de los desarrolladores. Uno de los enfoques que cuenta con mayor interés, tanto desde el punto de vista académico como desde el industrial, es el que se conoce como Desarrollo de Software Basado

en Componentes (DSBC) [2],[7]. El mismo, se basa en la utilización de componentes software ya desarrollados OTS (Off-The-Shelf), que son combinados adecuadamente para satisfacer los requisitos del sistema. Construir una aplicación con este enfoque, consiste entonces en la búsqueda, selección y combinación de piezas prefabricadas, desarrolladas en su mayoría por terceros, en distintos tiempos y con distintos objetivos de uso [9].

En este contexto de desarrollo, cobran especial importancia los procesos de búsqueda y selección de componentes OTS [4]. Estos presentan serias limitaciones, tales como no disponer de documentación suficientemente expresiva de los componentes que garanticen una selección efectiva del mismo y además no contar con procesos de mediación que permitan agilizar la tarea de localización de componentes que brinden los servicios requeridos. Surge entonces la necesidad de utilizar un modelo para la mediación de componentes comerciales, que facilite tanto la recuperación de información como la selección automatizada de componentes candidatos [8]. Las capacidades de este servicio de mediación involucran tres aspectos fundamentales:

- a) la recuperación de información, que tiene que ver con la recopilación y almacenamiento de la información en un repositorio determinado, también llamado publicación o proceso de oferta.
- b) la adquisición de componentes, que involucra la búsqueda y selección de componentes en uno o más repositorios, también conocido como proceso de demanda.
- c) la compatibilidad y el reuso de componentes, que consiste en determinar cuándo un componente software es reemplazable por otro.

En este esquema, un cliente que requiere un servicio de un componente determinado, puede interrogar a un servicio de mediación para que éste le conteste con las referencias de aquellos componentes que proporcionan la clase de servicio requerido.

Por otra parte, con el surgimiento del desarrollo de software basado en componentes, numerosas empresas fabricantes de GIS han comenzado a comercializar distintos tipos de componentes software orientados a las necesidades de los desarrolladores GIS. La complejidad y funcionalidad de estas piezas es muy diversa, encontrando desde componentes tan simples que sólo permiten realizar una función específica, hasta otros mucho más complejos que constituyen aplicaciones completas. Nuestro trabajo consiste en la definición de una taxonomía de servicios GIS, que facilite la especificación de las necesidades que debe satisfacer un componente en ese dominio, e indirectamente colabore con la fase de adquisición del proceso de mediación.

Para ello, realizamos un estudio de los estándares y trabajos relacionados con la definición de servicios para sistemas GIS, y efectuamos un relevamiento en distintas empresas que utilizan software GIS, con la finalidad de poder contar con una taxonomía que brinde el marco real para el proceso de mediación.

Este artículo está organizado de la siguiente manera. A continuación en la sección 2, se presenta un estudio de los distintos enfoques relacionados con la definición de servicios para GIS; en la sección 3 se define nuestra taxonomía para servicios GIS; en la sección 4 se muestra una aplicación de la taxonomía con requerimientos reales de usuarios y en la sección 5 se comentan conclusiones y trabajo a futuro.

2 DEFINICION DE SERVICIOS PARA GIS: TRABAJOS RELACIONADOS

Existen varios grupos de investigación que han trabajado sobre el tema de oferta y demanda de servicios GIS. En estos trabajos se definen ontologías para servicios GIS [6], que intentan por un lado solucionar el problema de la interoperabilidad semántica [14] y por otro, facilitar el descubrimiento de servicios en un repositorio o catálogo determinado [13],[10].

Lutz [12] propone una metodología para mejorar el descubrimiento de servicios GIS. A diferencia de los enfoques basados en palabras clave, los cuales sufren de las limitaciones impuestas por las ambigüedades del lenguaje natural, esta metodología utiliza ontologías que describen las operaciones geoespaciales para crear descripciones de los requerimientos y capacidades de los servicios. En este contexto, la ontología hace uso del catálogo de servicios conjuntamente con conceptos de Lógica Descriptiva (DL) y capacidades de razonamiento de Lógica de Primer Orden (FOL) para optimizar el descubrimiento de servicios específicos dentro del conjunto de servicios web espaciales.

Li y otros [11] proponen un enfoque semántico que permita a los clientes seleccionar los servicios que mejor se adapten a sus requerimientos en una Organización Virtual dinámica GGS (GIS Grid Services). Los servicios son seleccionados de acuerdo a los requerimientos funcionales y a los requerimientos dinámicos (QoS). Este framework utiliza una ontología para definir la terminología de las funciones GGS y de la semántica dinámica QoS. Este artículo presenta una solución similar a la propuesta en [12], pero la problemática a la que hace referencia es más específica y no concuerda con el objetivo de nuestro trabajo.

O’Dea y otros [15] realizan un estudio de los distintos avances realizados sobre Web Semántica Geoespacial. La web semántica permite mejorar la capacidad de recuperación de información mediante una mejor expresión del contexto y significado de una consulta. Sin embargo, los servicios involucrados en este artículo son los distintos repositorios de datos espaciales, y no componentes software que brinden funcionalidad GIS.

Yue y otros [20] proponen una mejora al Catálogo (CSW), mediante la representación semántica de datos y servicios geoespaciales, permitiendo realizar búsquedas en CSW teniendo en cuenta las relaciones semánticas definidas en OWL/OWL-S. Esto permite optimizar las búsquedas de datos y servicios, utilizando además de la concordancia directa de palabras clave con metadatos que proveen la funcionalidad clásica de búsqueda, la información semántica implícitamente embebida en los metadatos, tal como las relaciones jerárquicas entre las entidades. Si bien estos cambios proporcionan mejoras sustantivas, las mismas no influyen en la fase actual de nuestro trabajo.

En los trabajos mencionados hasta este punto, se estudia la manera de generar ontologías para servicios GIS, pero no se presenta ni define ninguna en particular.

Albrecht [1] presenta un conjunto de 20 operaciones GIS universales o tareas [19], independientes de la estructura de los datos subyacentes, las cuales cubren la totalidad de las capacidades analíticas ofrecidas por el software GIS del mercado actual. Las mismas surgieron a partir de un relevamiento realizado a usuarios para determinar sus expectativas respecto de la funcionalidad de un software GIS. Los resultados obtenidos revelaron un amplio rango de complejidad, desde operaciones elementales a tareas compuestas, por lo que se debió realizar un proceso de “normalización” de operaciones GIS. El conjunto de operaciones encontrado puede verse en Tabla 1.

<i>Categoría</i>	<i>Operaciones</i>
Búsqueda	<ul style="list-style-type: none"> • Interpolación • Búsqueda temática • Búsqueda espacial • (Re-)clasificación
Análisis de ubicación	<ul style="list-style-type: none"> • Límites • Rutas • Solapamiento • Polígonos de Thiessen/Voronoi
Análisis de terreno	<ul style="list-style-type: none"> • Pendientes

	<ul style="list-style-type: none"> • Zona de influencia • Sistema de drenaje • Análisis de visibilidad
Distribución/vecindario	<ul style="list-style-type: none"> • Costo/Difusión/Propagación • Proximidad • Vecino más cercano
Análisis espacial	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis multivariado • Patrón de dispersión • Centralización/Conexión • Forma
Mediciones	<ul style="list-style-type: none"> • Mediciones

Tabla 1: 20 Operaciones GIS Universales

La Unión Europea a través de sus proyectos ESPRIT [5], también presenta una lista de operaciones clave para GIS. La confección de esta lista, está motivada por la idea que usuarios mejor informados pueden tomar mejores decisiones respecto a sus requerimientos y que pueden describir mejor esas necesidades a sus proveedores GIS y a sus consultores durante las fases de selección e implementación. Para usuarios inexpertos en el dominio esto se dificulta, por lo que se propone lista de funciones u operaciones comunes mostradas en la Tabla 2.

<i>Categoría</i>	<i>Operaciones</i>
Parametrización del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Inicialización de software GIS • Inicialización motor base de datos • Ajuste parámetros visualización
Entrada de datos	<ul style="list-style-type: none"> • Digitalización de mapas • Escaneo de mapas • Carga por lotes • Asignación de atributos a cada característica.
Conversión de datos	<ul style="list-style-type: none"> • Raster a vector • Vector a raster
Validación de datos	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación/corrección de errores topológicos • Identificación y corrección de datos en tablas
Visualización/renderización	<ul style="list-style-type: none"> • Zoom/Pan/cambiar vista • Refrescar pantalla • Simbolización de características • Filtrado de características • Gestión de imágenes de fondo
Gestión de base de datos de mapas	<ul style="list-style-type: none"> • Georeferenciamiento • Unión de hojas/mosaicos de mapas • Rectificación/fusión de capas • Cambio de proyección
Gestión de atributos de base de datos	<ul style="list-style-type: none"> • Enlace de atributo básico a base de datos principal • Definición de relaciones complejas • Definición de conexiones (SQL, middleware) a sistemas o bases de datos secundarios
Análisis/procesamiento de datos	<ul style="list-style-type: none"> • Creación/guardado de vistas • Análisis de proximidad • Superposición de mapas • Análisis de redes (rutas óptimas, asignación de recursos) • Análisis raster (álgebra de mapas) • Generalización/suavizado

	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de vistas 3D – DTM (Modelado Digital de Terreno) • Análisis secundarios de DTM
Salida: producción de mapas/reportes	<ul style="list-style-type: none"> • Generación de estadísticas resumen • Generación de reportes de texto a partir de atributos en base de datos • Generación de mapas simples • Generación de composición de mapas

Tabla 2: Operaciones Clave de GIS

Se puede observar que ambas categorizaciones difieren en el alcance; mientras que la primera está orientada a brindar orientación específica sobre la funcionalidad GIS para una interfaz de usuario, la segunda no sólo tiene en cuenta lo anterior (con un nivel mayor de abstracción), sino que considera los aspectos inherentes a la funcionalidad del software en su totalidad.

2.1 Estándares para Definición y Categorización de Servicios GIS

Una importante iniciativa para lograr la interoperabilidad GIS ha sido desarrollada por el OpenGis Consortium (OGC). Este organismo está conformado por una asociación de agencias gubernamentales, organizaciones de investigación y academia, buscando definir un conjunto de requerimientos, estándares y especificaciones que soporten la interoperabilidad GIS. Las especificaciones provistas por el Consorcio OGC permiten la interoperabilidad sintáctica y la catalogación de información geográfica. Sin embargo, no se ha definido ningún método para resolver el problema de la heterogeneidad semántica. Este problema presenta un gran desafío para el descubrimiento y recuperación de datos y servicios geográficos en un ambiente abierto y distribuido geoespacial. A continuación, se presenta una breve descripción de los estándares definidos por el consorcio OGC, vinculados a definición y catalogación de servicios.

El Consorcio OpenGis y la ISO TC211 desarrollaron conjuntamente un estándar internacional para arquitecturas de servicios geoespaciales denominado *ISO 15115/OGC Service Architecture* [17]. Esta arquitectura provee a los desarrolladores un framework para crear software que permite a los usuarios acceder y procesar datos geográficos a partir de diferentes fuentes de datos a través de una interfaz genérica. Esta arquitectura se basa en el Modelo de Referencia para Procesamiento Distribuido Abierto (RM-ODP) y está conformada por un conjunto de componentes, conexiones y topologías definidas a través de una serie de cuatro vistas:

- **Vista Computacional:** describe patrones de interacción entre los componentes (servicios) del sistema, en especial la combinación de servicios para lograr una tarea específica, a través del encadenamiento de servicios y datos, de maneras no previstas por los proveedores de datos y servicios.
- **Vista de Información:** se vincula con la semántica del procesamiento de la información. Los servicios geográficos se pueden categorizar en las siguientes categorías: Interacción Humana, Gestión de Modelo/Información, Workflow, Procesamiento, Comunicación y Gestión de Sistema.
- **Vista de Ingeniería:** tiene relación con el diseño de aspectos de distribución de servicios, ya sea en una aplicación monolítica o en distintas arquitecturas cliente-servidor.
- **Vista tecnológica:** concierne la infraestructura subyacente en un sistema distribuido. Describe los componentes de hardware y software usados.

En el documento *Web Services Architecture* [16], se describen los aspectos más significativos de la Arquitectura de Servicios Web propuesta por el OGC (OWS). Esta arquitectura, se basa en los roles

fundamentales de proveedor y consumidor de servicios dentro de un sistema distribuido. La definición de componentes se enfoca en provisión y/o consumo de servicios definidos.

Según la definición provista por esta arquitectura, los servicios se organizan en cuatro capas: cliente, aplicación, procesamiento y gestión de información. Cada capa tiene un propósito general, independiente de datos y servicios geográficos e incluye distintos tipos de servicios específicos, entre los cuales se encuentran algunos adaptados a servicios y datos geográficos.

Haciendo una comparación entre ambas propuestas del OGC, podemos observar que existe una correspondencia entre los conceptos de capas de la arquitectura OWS y categorías de ISO 15115[18] :

- Las capas Aplicación y Clientes conjuntamente proveen los servicios de la categoría Interacción Humana
- La capa de Procesamiento, provee los servicios de la categoría Procesamiento
- La capa de Gestión de Información provee los servicios de la categoría Gestión de modelo/información

3 DEFINICIÓN DE UNA TAXONOMÍA DE SERVICIOS GIS

En esta sección proponemos una taxonomía de servicios GIS. La misma se definió, tras un análisis de los trabajos previos ya descritos, los estándares del OGC y un relevamiento efectuado a usuarios GIS pertenecientes a organizaciones de la zona, acerca de sus expectativas sobre la funcionalidad de un sistema GIS.

Para la generación de esta clasificación se tuvieron en cuenta los niveles o capas definidos por la ISO 15115 y los servicios ejemplo de cada una de ellas, debido a que tras el estudio de los trabajos existentes sobre definición de taxonomías de servicios GIS, no se encontró otra clasificación que exhibiera mayor completitud. Además, se encontraron diferencias entre los niveles de abstracción, pudiendo constatar que las operaciones GIS mencionadas en la sección anterior están contenidas en los servicios definidos por la ISO 15115.

A esta taxonomía se le anexó una capa de Requisitos no Técnicos, dado que en la selección de componentes OTS su consideración es tan importante como la correspondiente a la funcionalidad [3]. Además, con el propósito de brindar información adicional que facilite la tarea del usuario de esta taxonomía y le permita encontrar la clase de servicio que más se adapte a sus necesidades, se agregó a cada servicio ejemplo una lista de palabras clave asociadas. La taxonomía definida se muestra en la Tabla 3.

<i>Capa</i>	<i>Sub-capa</i>	<i>Servicio</i>	<i>Palabras Clave</i>
Interacción Humana		Visor de catálogo	Metadatos de datos geográficos, metadatos de servicios geográficos
		Visor geográfico	Visualización datos de mapas, superposición de capas, consulta
		Visor de hoja de cálculo geográfica	Cálculo, múltiples objetos de datos
		Editor de servicios	Servicios de procesamiento, cadenas de servicios, invocación, composición, planificación

<i>Capa</i>	<i>Sub-cap</i>	<i>Servicio</i>	<i>Palabras Clave</i>
		Editor de encadenamientos	Definición cadenas de servicios
		Gestor de ejecución de workflow	Workflow, ejecución
		Editor de características geográficas	Datos de características, anotación de características, orientación, perspectiva, ocultamiento de líneas/superficies, mapeo de textura
		Editor de símbolos geográficos	Símbolos, librería de símbolos
		Generalizador de características	Simplificación
		Visor de estructuras de datos geográficos	Estructura interna dataset, creación objetos nuevos, chequeo de objetos, chequeo de tipo
Gestión de Modelo / Información		Acceso a características	Repositorio de características, acceso, filtrado
		Acceso a mapas	Gráficos geográficos, acceso
		Acceso a coberturas	Repositorio de coberturas, acceso, filtrado
		Acceso a coberturas-sensor	Sensor tiempo real, cobertura, acceso, filtrado
		Descripción de sensor	Sensor de cobertura, ubicación de sensor, orientación de sensor.
		Acceso a productos	Repositorio de productos geográficos, conjunto de características y metadatos, conjunto de coberturas y metadatos, acceso, gestión.
		Gestión de tipos de características	Repositorio de definiciones de tipos características, acceso, gestión.
		Servicio de catálogo	Servicios de descubrimiento, gestión de metadatos, instancias de dataset.
		Servicio de registro	Repositorio de metadatos de tipos, registros de comunidades, diccionarios de tipos, registros de servicios, registros de esquemas.
Gestión de Tareas / Workflow		Diccionario geográfico	Gazetter, posición
		Definición de encadenamientos	Encadenamiento, definición, pre y post condiciones, validación.
		Ejecución de workflows	Interpretación de encadenamiento, instanciación, secuenciación de actividades.

<i>Capa</i>	<i>Sub-cap</i>	<i>Servicio</i>	<i>Palabras Clave</i>
		Servicio de suscripción	Notificación eventos, suscripción.
Procesamiento	Espa cial	Conversión de coordenadas	Sistemas de coordenadas, cambio, conversión, proyección de mapas, datum.
		Transformación de coordenadas	Sistemas de referencia de coordenadas, transformación, datum.
		Conversión cobertura/vector	Esquema de cobertura, esquema vector, cambio representación espacial
		Conversión de coordenadas de imagen	Transformación de coordenadas, conversión de cordenadas, sistemas de referencia de coordenadas, imagen.
		Servicio de rectificación	Rectificación, imagen plana, planimetría.
		Servicio de ortorectificación	Ortorectificación, rectificación, distorsión terreno, altitud, imagen satelital, imagen aérea.
		Ajuste de modelo de geometría de sensor	Modelo de geometría de sensor, ajuste, posición de terreno conocida.
		Conversión de modelo de geometría de imagen	Modelo de geometría de imagen, modelo sensor imagen, modelo sensor, modelo imagen, modelo matemático de imagen, conversión.
		Servicio de subsetting	Subsetting, parcialización de información, extracción de datos, ubicación geográfica.
		Servicio de muestreo	Muestreo, extracción de datos
		Servicio de cambio de "tiling"	"Tiling", cambio.
		Mensura de imágenes	Cálculo dimensiones.
		Manipulación de características	Características, corrección, diferencias rotacionales, diferencias de escala, diferencias de perspectiva, verificación de consistencia topológica, identificación y corrección de inconsistencias
Coincidencia de características	Coincidencia de lados.		
Generalización de características	Abstracción, reducción, simplificación, cambio de escala, cambio de resolución.		

<i>Capa</i>	<i>Sub-cap</i>	<i>Servicio</i>	<i>Palabras Clave</i>
		Determinación de ruta	Análisis de ruta, medición de ruta.
		Servicio de posicionamiento	Posicionamiento.
		Servicio de análisis de proximidad	Proximidad, buffer, análisis.
	Temático	Cálculo geoparameter	Geoparameter, cálculo
		Clasificación temática	Clasificación de coberturas, clasificación de características
		Servicio de subsetting	Subsetting, parcialización de información, extracción de datos, parámetro.
		Servicio de conteo espacial	Cantidad, conteo
		Servicio de detección de cambios	Medición, comparación, período temporal, monitoreo ambiental, gestión de recursos naturales, medición desarrollo urbano.
		Servicio de extracción de información geográfica	Características, extracción.
		Servicio de procesamiento de imágenes	Convolución, compresión de datos, extracción características, filtro de frecuencia, operación geométrica, filtro no lineal, filtro espacial.
		Generación de resolución reducida	Resolución, reducción.
		Servicio de manipulación de imágenes	Cambio color, contraste, aplicación filtros, cambio resolución, extracción ruidos, striping, atenuación atmosférica, cambios iluminación.
		Servicio de comprensión de imágenes	Detección de cambios automático, diferenciación imágenes registradas, análisis diferencias, diferenciación área, diferenciación modelo.
		Servicio de síntesis de imágenes	Transformación de imagen, transformación perspectiva, manipulación de características de imagen.

<i>Capa</i>	<i>Sub-cap</i>	<i>Servicio</i>	<i>Palabras Clave</i>
		Manipulación de imágenes multi-banda	Transformación componentes principales, transformación brillo, IHS, teledetección, información espectral.
		Detección de objetos	Objetos del mundo real, detección.
		Geoparsing	Geoparsing, análisis sintáctico, documento de texto.
		Geocoding	Geocoding, conversión a dato espacial.
	Temporal	Transformación de sistema de referencia temporal	Sistema de referencia temporal, instancia temporal
		Servicio de subsetting	Subsetting, parcialización de información, extracción de datos, posición temporal.
		Servicio de muestreo	Muestreo, extracción de datos, posición temporal
		Análisis de proximidad temporal	Selección de características, distancia temporal.
	Meta data	Cálculo estadístico	Cálculo estadístico, media mediana, moda, desviación estándar, histograma, estadística espectral, estadística espacial.
		Servicio de anotaciones geográficas	Etiqueta, texto, gráfico, representación topónimos.
Comunicación		Codificación	Regla de codificación, decodificación.
		Transferencia	Protocolo de transferencia.
		Compresión geográfica	Compresión, descompresión.
		Conversión de formato geográfico	Formato de dato geográfico, conversión.
		Mensajería	Trabajo colaborativo, datos geográficos, múltiples usuarios.
		Gestión de archivos remotos	Archivos remotos, transparencia.

Tabla 3: Taxonomía Servicios GIS

4 APLICACIÓN DE LA TAXONOMÍA

Según los resultados obtenidos en el relevamiento efectuado a usuarios, las funciones más utilizadas por los mismos son:

1. Análisis espaciales (buffers, proximidad, solapamiento parcial o total)
2. Diseño de mapas
3. Simbolización en función de información de texto asociada al dato geográfico

A efectos de comprobar la utilidad de nuestra taxonomía, mostramos el/los tipos de servicios definidos, correspondientes a cada función requerida por el caso de estudio (Tabla 4).

<i>Funcionalidad requerida</i>	<i>Capa/Subcapa</i>	<i>Servicio</i>
1. Análisis espaciales	Interacción Humana	Visor geográfico
	Procesamiento/Espacial	Servicio de análisis de proximidad
2. Diseño de mapas	Procesamiento/Temático	Servicio de manipulación de imágenes
	Procesamiento/Metadatos	Servicio de anotaciones geográficas
	Gestión de Modelo	Acceso a productos
3. Simbolización	Procesamiento/Metadatos	Servicio de anotaciones geográficas

Tabla 4: Aplicación de la Taxonomía a funcionalidad específica.

Tras realizar esta instanciación de la taxonomía para casos específicos, se puede observar que tiene mucha incidencia el conocimiento del dominio que tenga el usuario de la taxonomía, cobrando vital importancia la utilización de las palabras clave asociadas a cada servicio de la taxonomía. Otro factor que influye en la selección de los servicios, es la granularidad de la funcionalidad requerida. En algunos casos, es suficiente asociar un único servicio, mientras que en otros se requieren varios servicios y de distintas capas/subcapas.

En este ejemplo de aplicación de la taxonomía, observamos que para poder satisfacer la funcionalidad requerida en el primer punto, “Análisis espaciales”, será necesario contar con dos servicios, que en este caso son brindados por dos capas distintas, “Interacción Humana” y “Procesamiento”. Para el segundo requerimiento, “Diseño de mapas”, se necesitan tres servicios de dos capas distintas, Procesamiento y Gestión de Modelo y para el último caso, se requiere sólo un servicio, provisto por la capa Procesamiento, subcapa Metadatos. En consecuencia, puede decirse que la cantidad de servicios requeridos para satisfacer una funcionalidad determinada, dependerá entonces de la complejidad o granularidad del requerimiento.

5 CONCLUSIONES

En este trabajo se definió una taxonomía de servicios GIS, a ser utilizada en el desarrollo de software basado en componentes para ese dominio, específicamente para ser utilizada en la fase de adquisición del proceso de mediación, y así facilitar el descubrimiento de servicios GIS.

Para ello, se realizó un estudio de los estándares y trabajos relacionados con la definición de servicios para sistemas GIS, y se efectuó un relevamiento a usuarios de distintas empresas que utilizan software GIS, con la finalidad de conocer sus requerimientos funcionales a la hora de seleccionar un componente GIS. Luego, se realizó una prueba de la Taxonomía, con las funciones más utilizadas por los usuarios relevados, y se encontró que la selección de los servicios correspondientes depende fuertemente del conocimiento del dominio, tanto para especificar con exactitud el alcance de la funcionalidad requerida como para seleccionar el servicio adecuado correspondiente, de la Taxonomía presentada en este trabajo.

Como trabajos futuros, resta continuar validando la Taxonomía y llegar a definir una Ontología de Servicios GIS, de manera de poder contar con un proceso automático para la fase de adquisición del

proceso de mediación.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es parcialmente soportado por el proyecto UNComa 04/E072 “Identificación, Evaluación y Uso de Composiciones Software” y el proyecto UNPA 25/B050 “Identificación de Soluciones Off-The-Shelf para Sistemas de Información Geográficos”.

REFERENCIAS

- [1] Albrecht, J. *Universal GIS Operations for Environmental Modeling*, 1556.
- [2] Bertoa M., Troya J., Vallecillo A. Aspectos de Calidad en el Desarrollo de Software Basado en Componentes. En Mario G. Piattini y Félix O. García (eds.). *Calidad en el desarrollo y mantenimiento del software*. págs. 155-178. Ra Ma: Madrid, 2003. ISBN: 84-7857-544-6
- [3] Carvallo J., Franch X., Quer C. Un Catálogo de Factores de Calidad para la Definición de Requisitos No-Técnicos en la Selección de Componentes COTS. WER'06, Río de Janeiro, Brasil, 2006.
- [4] Cechich A., Réquilé A., Aguirre J., Luzuriaga J. Trends on COTS Component Identification. 5th International Conference on COTS-Based Software Systems. Orlando, USA. IEEE Computer Science Press. 2006.
- [5] ESPRIT/ESSI Project no 21580. Guidelines for Best Practice in User Interface for GIS, Section 6 “List of key GIS operations”. European Commission.
- [6] Fonseca F., Egenhofer M. *Ontology-Driven Geographic Information Systems*. ACM GIS'55, Kansas City, 1555.
- [7] Fuentes L., Troya J., Vallecillo A. Lección 1 - Desarrollo de Software Basado en Componentes. Dept. Lenguajes y Ciencias de la Computación. Universidad de Málaga.
- [8] Iribarne L. Un Modelo de Mediación para el Desarrollo de Software Basado en Componentes COTS. Tesis Doctoral, Universidad de Almería, 2003.
- [9] Iribarne L., Troya J. M., Vallecillo A. Trading for COTS Components in Open Environments. In 27th Euromicro Conference. Warsaw, Poland. IEEE Computer Society Press. 2001.
- [10] Jin D., Cordy J. A Service-Sharing Methodology for Integrating COTS-Based Software Systems. IEEE Proceedings of the Fifth International Conference on Commercial-off-the-Shelf (COTS)-Based Software Systems (ICCBSS 2006), 2006.
- [11] LI W., Zhao S., Sun H., Zhang X. Ontology-Based QoS Driven GIS Grid Service Discovery. IEEE Proceedings of the Second International Conference on Semantics, Knowledge, and Grid (SKG'06), 2006
- [12] Lutz, M. *Ontology-Based Service Discovery in Spatial Data Infrastructures*. ACM GIR'05, Bremen, Germany, 2005.
- [13] Manoj P., Ghosh S. An Approach for Service Oriented Discovery and Retrieval of Spatial Data. ACM International Conference on Software Engineering, IW-SOSE'06, May 27-28, 2006, Shangai, China.
- [14] Manoj P., Ghosh S., Acharya P. Enterprise Geographic Information System (E-GIS) – A Service-based Architecture for Geo-spatial Data Interoperability. Proc. of 5th Annual Int. Conf. on Geographic Information Science, Technology and Application (Map India 2006), New Delhi, India, 2006.
- [15] O'Dea D., Geoghegan S., Ekins C. Dealing with Geospatial Information in the Semantic Web. Australasian Ontology Workshop (AOW 2005), Sydney, Australia., 2005.
- [16] OGC. *OpenGIS Web Services Architecture Description*. Best Practices Paper. 2005
- [17] OGC. *Topic 12: OpenGIS Service Architecture*. Open GIS Consortium, 2002
- [18] Percivall G. ISO 15115 and OGC Service Architecture. FIG XXII International Congress, Washington, D.C. USA, 2002.
- [19] Timpf S. *Geographic Task Models for Geographic Information Processing*. Meeting on Fundamental Questions in Geographic Information Science, Manchester, UK. 2001.
- [20] Yue P., Di L., Zhao P., Yang W., Yu G., Wei Y. Semantic Augmentations for Geospatial Catalogue Service. IEEE International Conference on Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2006. IGARSS 2006.