

VisioMIMEXT: Incorporando contenidos multimedia en globos virtuales

Beltran, Arturo; Abargues, Carlos; Fonts, Oscar; Granell, Carlos

Resumen

El actual contexto colaborativo y de compartición de recursos que impulsa la Web 2.0 propicia que la información georreferenciada esté ganando cada día más importancia, lo que estimula el desarrollo de nuevas técnicas para la georreferenciación de recursos. La mayoría de estas técnicas pueden presentar algunos problemas causados por la modificación interna del recurso y/o están limitadas a un reducido conjunto de formatos dado que están diseñadas para casos de uso muy específicos.

Actualmente se está trabajando en herramientas que permitan posicionar geográficamente recursos como videos, documentos de texto o rutas o tracks de GPS. Pero la comunidad de usuarios es exigente, y continuamente requiere la posibilidad de georreferenciar nuevos tipos de datos. Por lo tanto, debemos trabajar en una solución que nos permita posicionar geográficamente cualquier tipo de recurso multimedia, sea cual sea su naturaleza, rompiendo con la tendencia de las herramientas actuales que ofrecen soluciones específicas para el caso de uso que abordan.

En este trabajo se presenta una nueva aproximación independiente del formato para la georreferenciación y compartición de recursos. Esta solución engloba cualquier recurso cuyo tipo esté definido como tipo *Multipurpose Internet Mail Extensions* (MIME) [1, 2]. La propuesta se basa en el uso del lenguaje *Keyhole Markup Language* (KML) [3] y una nueva extensión llamada MIMEXT [4, 5] para la anotación y georreferenciación de esos recursos tipo MIME. Un archivo KML que contiene la descripción del recurso y su geolocalización se encapsula dentro de un archivo KMZ junto con el propio recurso y cualquier otro recurso relacionado que sea de interés como *thumbnails* o licencias. Esta técnica puede facilitar la distribución, visualización y georreferenciación de un amplio rango de tipos de recursos que actualmente aún no se contemplan en el contexto de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

El protocolo OpenSearch y su extensión geográfica [6] permite acceder a una amplia gama de recursos georreferenciados de naturaleza heterogénea, en muchos casos información multimedia georreferenciada aportada por los propios usuarios.

Con el fin de explotar y validar estas técnicas se ha desarrollado una nueva herramienta para la búsqueda y visualización en un globo virtual de recursos multimedia georreferenciados, tanto locales como en la web colaborativa, usando la extensión MIMEXT, el encapsulado KMZ, y el protocolo OpenSearch-Geo. Esta aplicación denominada VisioMIMEXT está basada en Java y desarrollada sobre la plataforma Eclipse Rich Client Framework (RCP) de forma que puede ser usada en diferentes sistemas operativos. Para implementar el globo virtual dentro de la aplicación y para visualizar los diferentes recursos convenientemente sobre su localización geográfica se ha usado el popular SDK World Wind Java (<http://worldwind.arc.nasa.gov/java/>) desarrollado por la NASA. VisioMIMEXT actualmente soporta la visualización de recursos georreferenciados de tipos como texto, audio, imágenes y video, aunque puede ser extendido para soportar otros tipos de recursos.

PALABRAS CLAVE

Georreferenciación, Globos Virtuales, Visualización, Multimedia, KML, MIMEXT, OpenSearch.

1. INTRODUCCIÓN

El actual contexto colaborativo y de compartición de recursos que impulsa la Web 2.0 propicia un importante incremento en el número de servicios y herramientas que hacen uso de la componente geoespacial de la información popularizando el uso de los tradicionalmente conocidos como Sistemas de Información Geográfica (SIG). La geolocalización de cualquier tipo de recurso está adquiriendo un rol fundamental en un amplio rango de aplicaciones. Ejemplos de esta tendencia son las fotografías georreferenciadas que cada vez más usuarios anotan para poder visualizarlas sobre globos virtuales o servicios de visualización de mapas en la localización exacta donde fueron tomadas. Uno de los ejemplos más famosos es el representado por el tándem compuesto por Google Maps¹ y Google Earth² con el servicio para publicar y compartir fotografías de Panoramio³. Mediante esta unión, el usuario es capaz de realizar búsquedas de fotografías en base a su localización. Sin embargo las imágenes georreferenciadas sólo representan un tipo de recurso en el entorno colaborativo que representa Internet impulsado por los llamados servicios Web 2.0 y las redes sociales. Implícitamente, se está demandando la posibilidad de georreferenciar y compartir otros tipos de recursos como archivos de texto, videos, páginas web o entradas de blogs, a través de aplicaciones SIG como los globos virtuales.

Considerando ambos fenómenos, resulta evidente el interés y la necesidad de encontrar nuevos métodos que permitan georreferenciar y explotar mediante herramientas SIG cualquier tipo de contenido independientemente de su naturaleza.

En este sentido se trabajó en una nueva aproximación independiente del formato para la georreferenciación y compartición de recursos. Esta solución engloba cualquier recurso cuyo tipo esté definido como tipo MIME. La propuesta se basa en el uso del lenguaje KML y una nueva extensión llamada MIMEXT [4, 5] para la anotación y georreferenciación de esos recursos tipo MIME. Un archivo KML que contiene la descripción del recurso y su geolocalización se encapsula dentro de un archivo KMZ junto con el propio recurso y cualquier otro recurso relacionado que sea de interés como *thumbnails* o licencias. Esta técnica puede facilitar la distribución, visualización y georreferenciación de un amplio rango de tipos de recursos que actualmente aún no se contemplan en el contexto de los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Con el contexto descrito en mente, en este trabajo se pretende demostrar que MIMEXT es aplicable mediante una herramienta que explote la información de geolocalización de distintos tipos de recursos. De este modo, quedaría validado un método de georreferenciación independiente del tipo de recurso al que se vaya aplicar. Y en consecuencia, obteniendo un método de georreferenciación universal, se rompe con la actual tendencia de crear métodos específicos para determinados tipos de datos o formatos. También es un objetivo del proyecto el analizar y encontrar métodos que faciliten la distribución de estos recursos georreferenciados y que al mismo tiempo sean independientes de cualquier sistema.

Además, considerando siempre la idea principal que es facilitar el acceso a la información por parte del usuario, se explicará cómo acceder a una amplia gama de recursos georreferenciados de naturaleza heterogénea de forma más o menos sencilla mediante el uso del protocolo OpenSearch y su extensión geográfica. Cuya aplicabilidad y beneficios también quedarán claramente reflejados en la herramienta mencionada con anterioridad.

La consecución de estos objetivos permitiría, entre otras, enriquecer las tradicionales Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) [7] incorporando nuevos tipos de datos desde nuevos dominios que pueden aportar un valor añadido.

Como se ha comentado anteriormente, la parte práctica del trabajo consistirá en diseñar e implementar una herramienta que sea capaz de encontrar y visualizar sobre un globo virtual recursos multimedia (audio, video, imágenes y texto). Esta visualización se realizará en base a la información de georreferenciación de la que dispondrán los recursos gracias al uso del método para tal labor que se ha descrito previamente. El objetivo de crear una solución universal para la georreferenciación de recursos se transmite a la herramienta encargada de demostrar su uso, estableciendo como requisitos básicos de la aplicación el uso de software no propietario y que sea multiplataforma.

¹ <http://maps.google.com>

² <http://earth.google.com>

³ <http://www.panoramio.com>

2. MIMEXT: UNA EXTENSIÓN DE KML PARA LA GEORREFERENCIACIÓN DE RECURSOS MULTIMEDIA

En la actualidad existen distintos métodos para la georreferenciación de recursos que son mayoritariamente usados en el campo de los SIG. No obstante este no es el único campo donde se usan este tipo de técnicas y podemos encontrar distintos métodos en campos como el de la multimedia.

La georreferenciación de recursos multimedia suele llevarse a cabo mediante el uso de formatos que soportan de forma nativa información de geolocalización como ocurre con el formato de imagen JPEG2000 [8][9] o la familia de formatos de video MPEG⁴. Sin embargo, no todas las aplicaciones pueden hacer uso de estas técnicas y en algunos casos se trata el recurso y sus metadatos, incluyendo la información de georreferenciación, de forma separada o directamente se ignora. La principal causa de este problema es que la mayoría de los formatos usados en recursos multimedia suelen llevar varios años en uso y no fueron diseñados para incluir información referente a la geolocalización del recurso por lo que normalmente no pueden albergarla. Considerando la gran cantidad de recursos y datos expresados mediante estos formatos y su extensivo uso, cualquier nuevo método para la georreferenciación de recursos no puede ignorarlos.

En [4] y [5] se realiza una revisión de técnicas actuales para la georreferenciación de recursos, de donde podemos extraer que éstas pueden dividirse en dos grandes familias o grupos. Por una parte, tenemos todas aquellas técnicas basadas en la modificación interna del recurso añadiendo toda aquella información que sea necesaria en el interior del propio recurso. Por la otra existen todas aquellas soluciones que añaden externamente al recurso metadatos como pueden ser aquellos referentes a la geolocalización del recurso.

Basándonos en las conclusiones de la revisión y teniendo en cuenta la necesidad de georreferenciar y anotar un amplio y heterogéneo número de recursos parece evidente que la mejor opción pasa por la elección de una técnica basada en la anotación externa del recurso. Esta familia de técnicas permite la georreferenciación de cualquiera de los actuales y futuros tipos de datos.

KML puede representar una solución para la georreferenciación de recursos permitiendo describir sus metadatos y detalles de visualización. Además, gracias al extenso uso de este formato, una solución basada en este podría facilitar su adopción e interoperabilidad con herramientas ya existentes. Sin embargo, existen otros aspectos que necesitan ser considerados y que incluyen no sólo aspectos técnicos sino también conceptuales. Aunque KML ofrece un gran número de opciones en lo referente a la visualización de contenido en entornos 2D y 3D, resulta clave considerar la visualización de aquellos recursos que todavía no han sido incluidos en el estándar. KML define una serie de primitivas geométricas como son *Point*, *Polygon* o modelos COLLADA⁵ que derivan directamente de los definidos en el estándar OGC GML (*Geographic Markup Language*) [10]. Además del uso de estas primitivas también es posible añadir otros recursos embebidos en código HTML dentro del elemento *Description* definido por el lenguaje. Así es posible georreferenciar imágenes o vídeos en Adobe Flash⁶, normalmente mediante el uso del elemento *Placemark* con una geometría de tipo *Point*.

Además de permitir visualizar contenido geográfico, el lenguaje KML ofrece interesantes soluciones para la anotación de dicho contenido incluyendo la inserción de metadatos acerca de dicho contenido. Estos metadatos son pieza fundamental en integración de nuevos tipos de recursos en el entorno de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE).

Llegados a este punto KML parece una buena solución, el uso de esta geometría compuesta por un par de coordenadas relativas a la longitud y latitud tiene sentido en la mayoría de casos. Pese a ello KML todavía no resuelve ciertos aspectos importantes que permitirían usarlo como formato para la georreferenciación de recursos. Probablemente el más importante es la falta de métodos para anotar o hacer referencia a estos recursos. Actualmente sólo es posible usar algunos recursos embebidos dentro del elemento *Description* para ciertos elementos derivados de *Feature*. Sin embargo este uso se limita habitualmente a vídeos o fotografías. Además de limitarse únicamente a aquellos elementos que se puedan incluir dentro de código HTML, este método hace uso de elementos del lenguaje de forma distinta para la que fueron diseñados originalmente.

Como se ha comprobado, existen dificultades para georreferenciar recursos a parte de aquellos que pueden ser embebidos dentro del código HTML que contiene el elemento *Description* del lenguaje KML. Es por ello que resulta necesaria la extensión del lenguaje para facilitar la georreferenciación y anotación de cualquier otro tipo de recurso. Un ejemplo en el que también se está sufriendo por la carencia de elementos específicos del lenguaje para procesar determinados tipos de recursos lo representa el lenguaje HTML. Actualmente para

⁴ <http://www.mpeg.org>

⁵ <http://collada.org>

⁶ <http://www.adobe.com/devnet/swf>

procesar ciertos tipos de recursos es necesaria la instalación de distintos *plugins* en el navegador que permitan identificar dichos elementos. Para evitar estas complicaciones se está trabajando actualmente en el diseño de la siguiente versión del lenguaje llamada HTML5⁷. Esta nueva especificación intenta simplificar y estandarizar la anotación de ciertos tipos de recursos incluyendo etiquetas como *video*, *audio* o *canvas*. Esta simplificación puede apreciarse en los fragmentos de código mostrados en la Figura 1 que indican cómo se puede anotar vídeo mediante HTML y Flash y cómo puede hacerse mediante el uso de las nuevas etiquetas específicas para vídeo de HTML5.

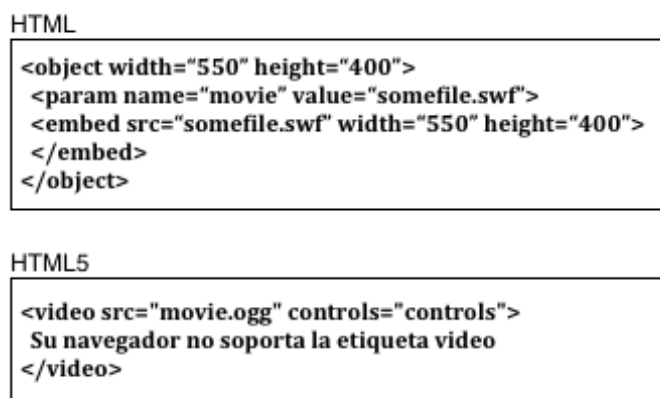


Figura 1: Comparación sobre como insertar video mediante HTML y HTML5.

Aunque se está empezando a ver el potencial de esta nueva especificación es pronto para obtener medidas efectivas sobre la mejora respecto al uso de la actual especificación en conjunción con otras tecnologías, sin embargo sí es cierto que la aproximación tomada con HTML5 puede facilitar la creación de nuevo contenido para la Web. Considerando la similitud entre HTML y KML como los lenguajes *de facto* de la Web y la *GeoWeb*, tomar un enfoque similar al del HTML5 para extender KML podría representar una buena solución para la integración de nuevos tipos de recursos como ya está pasando en los últimos tiempos con HTML.

La funcionalidad ofrecida por el lenguaje KML puede ser extendida añadiendo nuevos elementos a aquellos definidos por el estándar OGC. En este caso, la extensión de KML ha de permitir la georreferenciación, descripción y representación de cualquier tipo de recurso con un tipo MIME definido⁸. Esta extensión permitirá que todas aquellas aplicaciones o demás software capaz de reconocer el lenguaje KML y la extensión aquí propuesta podrán ser capaces de explotar toda la información geográfica o no asociada a un determinado recurso independientemente de su tipo.

El esquema del estándar KML de la OGC propone diversos mecanismos para extender o restringir el formato para usos específicos en lo que se conoce como *Application Profiles*. Todos estos perfiles deben satisfacer una serie de requisitos entre los que se encuentran el uso de un espacio de nombres apropiado, la exactitud del esquema y la reutilización de elementos existentes en el esquema KML. Otros requisitos hacen referencia a la herencia o extensión de elementos nuevos o ya existentes. KML ofrece dos métodos para su extensión: extensión por herencia o extensión por composición. El primero se define como un método para la adición de nuevos esquemas derivados de tipos básicos abstractos definidos como núcleo del lenguaje. El segundo se basa en la sustitución de elementos ya existentes y presenta dos opciones que se diferencian en el uso de elementos simples o complejos.

Cómo se ha propuesto anteriormente los recursos georreferenciados deberían poder ser asociados a cualquier tipo de geometría que puede ser representada en KML y no únicamente a un par de coordenadas o punto como suele ser habitual. En KML todos los tipos de geometrías definidos (*Point*, *LineString*, *LinearRing*, *Polygon*, *MultiGeometry* y *Model*) derivan del elemento abstracto *Geometry*. La extensión MIMEEXT deberá definir la relación entre el recurso a describir con cualquier elemento derivado de este elemento abstracto.

Además de referenciar el recurso en sí, la extensión propuesta puede ofrecer información acerca del tipo de contenido que transporta el recurso. Esta información puede ser útil, no sólo para el usuario final sino también para aquellas aplicaciones que sean capaces de explotar, ejecutar o por ejemplo visualizar estos recursos. Esta visualización podría ser realizada directamente sobre alguna aplicación como un globo virtual o por alguna aplicación asociada al tipo de recurso o extensión del fichero de un modo similar al que se realiza en la mayoría de los actuales sistemas operativos. Esta descripción del tipo de recurso debe realizarse de una forma lo más estándar posible. La *Multipurpose Internet Mail Extension* (MIME) y en concreto su campo *Content-Type* representa un método estandarizado para describir el tipo de contenido de un determinado recurso especificando el tipo y subtipo del mismo. Por ejemplo, para expresar que el contenido de un determinado recurso es de tipo KML se utilizaría la cadena *application/vnd.google-earth.kml+xml* donde *application* indica el

⁷ <http://www.w3.org/TR/html5>

⁸ http://www.iana.org/assignments/media_types

tipo del recurso y *vnd.google-earth.kml+xml* indica su subtipo. Existen listas con cientos de tipos (más su subtipo) de recursos definidos que son actualizadas a medida que aparecen nuevos tipos de recursos y que se han tomado como base para definir distintos tipos de recursos de forma estandarizada.

Tomando estos principios como base se ha desarrollado la extensión del lenguaje KML MIMEXT para la anotación de recursos con un tipo MIME registrado sobre globos virtuales. Esta extensión permite la georreferenciación del recurso, su descripción mediante metadatos y además su representación gráfica para ser usado en todas aquellas aplicaciones que reconozcan el lenguaje y esta extensión.

La extensión está basada en un nuevo elemento llamado *Resource*. La Figura 2 representa parte de la jerarquía de elementos establecida por el estándar KML. Esta figura muestra como *Resource* deriva del elemento abstracto *Feature* al igual que otros elementos como *Placemark* o *NetworkLink* y debido al mecanismo de herencia, este nuevo elemento dispone de los todos campos y propiedades definidos por su padre. Gracias a esto la inserción de metadatos para el recurso referenciado puede llevarse a cabo mediante el uso del elemento *ExtendedData* o añadiendo información semántica al elemento *Description* como se ha descrito en la sección 2. Además el uso de estos elementos para añadir metadatos facilitaría la inserción del recurso en entornos como las IDE.

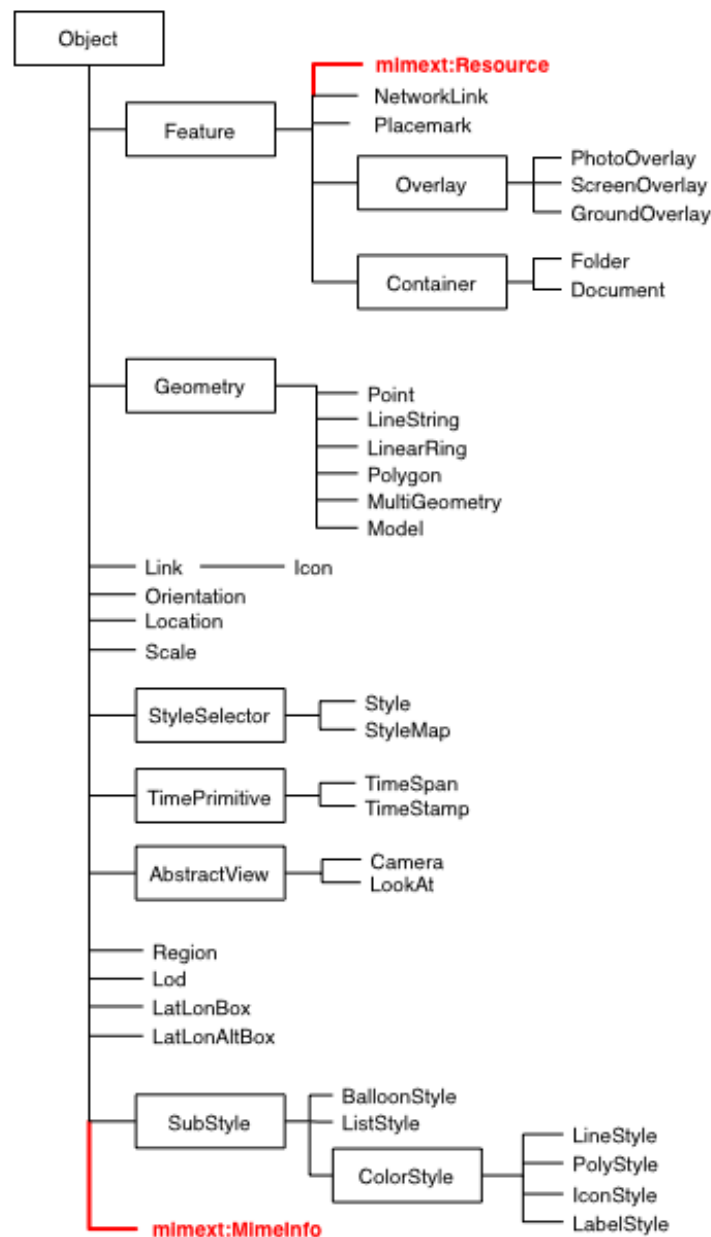


Figura 2: Jerarquía de elementos definidos en el estándar OGC KML y su extensión MIMEXT.

La Figura 3 muestra los elementos usados para construir esta nueva extensión además de su tipo y jerarquía. Como se puede observar el elemento *Resource* es del nuevo tipo *ResourceType* que deriva del elemento *AbstractFeatureType* correspondiente al elemento *Feature* en la jerarquía de elementos establecida en KML. El elemento *Resource* además de todos aquellos elementos heredados de *Feature* reutiliza dos elementos ya definidos en el estándar, *AbstractGeometryGroup* y *Link* y define un nuevo elemento llamado *MimelInfo* de tipo *MimelInfoType*. El elemento abstracto *AbstractGeometryGroup* representa al elemento *Geometry* del que derivan todas las geometrías definidas en KML. Su uso dentro del elemento *Resource* permite el uso de cualquiera de estas geometrías dentro del elemento y de esta forma poder asociar dicha geometría al recurso descrito. Dado que estas geometrías están representadas mediante coordenadas la georreferenciación del recurso será realizada gracias a estas coordenadas. Como ya se ha comentado los recursos no se limitarán a tener un punto o par de coordenadas asociados como suele ser habitual al georreferenciar otros recursos sino que podrá hacer uso de otras más complejas como polígonos, geometrías compuestas o incluso modelos 3D. El elemento *Link* permite especificar la localización y cierta información de manejo de recursos. La localización de un recurso suele expresarse mediante el uso de su *Unified Resource Location* (URL)⁹. El elemento *Link* admite ciertos parámetros normalmente usados para especificar por ejemplo cómo debe obtenerse el contenido en peticiones a servicios *Web Mapping Service* (WMS) (OGC 2006) mediante parámetros como el tiempo de refresco. Aunque se permite especificar cualquier recurso en local o remoto, esta extensión se basa principalmente en referenciar recursos locales puesto que estos se distribuirán conjuntamente con el archivo KML que lo describe. Por último el elemento *MimelInfo* tiene por finalidad el describir el tipo de contenido del recurso descrito para ser procesado por otras aplicaciones y poder utilizar el recurso convenientemente. El tipo *MimelInfoType* deriva directamente del elemento *AbstractObjectType* del que derivan todos los elementos del estándar. A su vez, el tipo compuesto *MimelInfoType* define tres nuevos tipos simples *MimeTypeEnumType*, *MimeSubTypeEnumType* y *MimeFileExtensionEnumType* que sirven como tipo para los tres elementos que componen el elemento compuesto *MimeType*, *MimeSubType* y *MimeFileExtension* respectivamente. Estos tres elementos sirven para especificar el tipo y subtipo del elemento conforme a lo establecido en la especificación MIME y además la extensión del fichero que representa el recurso. Los tres nuevos tipos simples se componen de enumeraciones de cadenas de texto (*string*) con los valores correspondientes para cada categoría. Por ejemplo *MimeTypeEnumType* contiene una colección de 7 elementos con los valores *application*, *audio*, *image*, *message*, *text*, *video* y *x-world* que corresponden a las categorías definidas como tipos en MIME. Por su parte el elemento *MimeSubTypeEnumType* contiene una extensa lista con más de 100 elementos con los subtipos definidos para cada uno de los elementos que especifican un tipo (*MimeType*). Ejemplos de estos valores son *pdf*, *msword*, *x-latex* o *mpeg*. Por último la enumeración *MimeFileExtensionEnumType* define las extensiones de los ficheros para todos los subtipos anteriores.

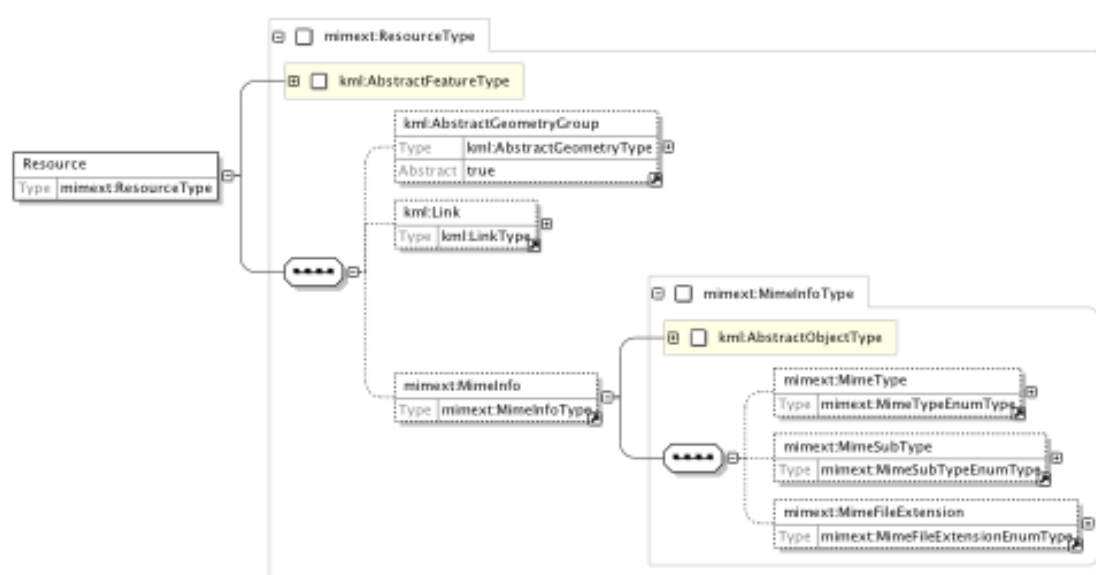


Figura 3: Estructura de la extensión KML MIMEXT.

La Figura 4 muestra el código necesario para georreferenciar una imagen usando la extensión MIMEXT.

⁹ <http://www.w3.org/Addressing/URL/url-spec.txt>

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2"
      xmlns:mimext="http://www.geoinfo.uji.es/kml/ext/2.2">
  <mimext:Resource>
    <name>Audio Resource</name>
    <description>This is a test for audio resources</description>
    <Point>
      <coordinates>26.8694,37.2545,0</coordinates>
    </Point>
    <Link>
      <href>resources/audio_file.wav</href>
    </Link>
    <mimext:MimeInfo>
      <mimext:MimeType>audio</mimext:MimeType>
      <mimext:MimeSubType>wav</mimext:MimeSubType>
      <mimext:MimeFileExtension>wav</mimext:MimeFileExtension>
    </mimext:MimeInfo>
  </mimext:Resource>
</kml>

```

Figura 4: Código de ejemplo sobre el uso de la extensión KML MIMEXT.

La extensión MIMEXT representa una solución válida para añadir información de georreferenciación y otros metadatos a recursos de cualquier tipo sin embargo todavía queda encontrar un método para poder integrar el recurso y su descripción en una unidad.

Uno de los mayores inconvenientes del uso de técnicas de anotación externa es el disponer de los recursos y sus metadatos en entes separados como por ejemplo un archivo de vídeo y el archivo KML que lo describe y georreferencia. Por esta razón es necesario encontrar métodos para encapsular en una única entidad ambos elementos. KML facilita esta tarea introduciendo el uso de ficheros KMZ. Básicamente un fichero KMZ es un archivo comprimido que normalmente contiene un documento KML y una carpeta con los recursos usados por este que suelen ser iconos, imágenes y fotografías.

Gracias a su simplicidad la mayoría de aplicaciones que reconocen KML también reconocen KMZ y permiten trabajar con él convirtiéndolo en una solución perfecta para transportar y compartir información geográfica. En este sentido KMZ representa una solución sencilla pero potente para la encapsulación en un único archivo de cualquier recurso junto su información de georreferenciación y otros metadatos expresados en KML junto con la extensión MIMEXT. La Figura 5 representa esquemáticamente cómo se distribuiría toda esta información dentro del archivo comprimido KMZ. Así el uso de KMZ ofrece los mismos beneficios que ofrece el uso de KML además de mitigar el efecto de tener separados datos y metadatos, facilitar el manejo y distribución de ambos e incluso reducir el tamaño de recurso gracias a la compresión.

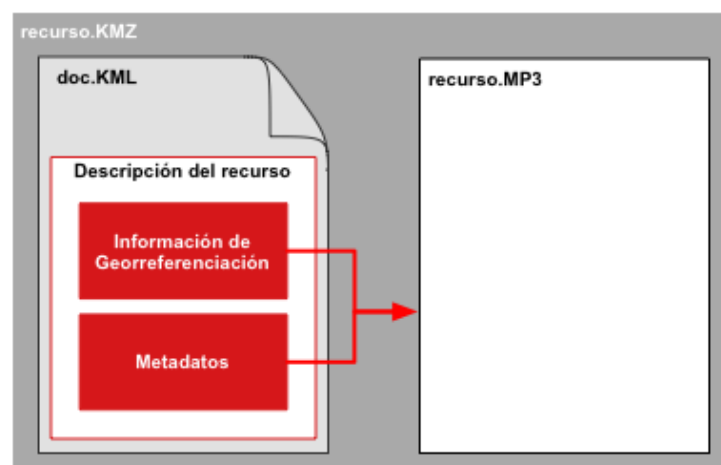


Figura 5: Encapsulación del recurso y su información asociada en un único archivo KMZ.

Además del recurso y su descripción en formato KML, el uso de archivos KMZ ofrece otras ventajas como es el poder añadir otros recursos que pueden estar relacionados con el recurso descrito como pueden ser archivos de licencias sobre la distribución del recurso.

3. OPENSEARCH

En la actualidad existe un interés creciente en aportar contenidos de diversa naturaleza georreferenciados en la red, aportados por los propios usuarios (Servicios web 2.0). Cada uno de estos repositorios de recursos geográficos en línea ha desarrollado su propio método de búsqueda y acceso a los datos, las denominadas API, y formatos propios para codificar la información.

Así, explorar los contenidos de la web geográfica requiere el uso de múltiples métodos de acceso a la información, lo que dificulta su acceso. Del mismo modo que se propone MIMEXT como una forma común de georreferenciar recursos multimedia independientemente de su naturaleza, se ha optado por OpenSearch y su extensión geográfica como una interfaz de consulta común, aplicable a un amplio espectro de servicios de información geográfica en la red.

Para demostrar su aplicabilidad, se han realizado distintos desarrollos: Una serie de adaptadores para la consulta integrada de servicios web 2.0, y un cliente genérico para acceder a ellos. Estos desarrollos demuestran cómo se puede utilizar OpenSearch-geo como interfaz común de acceso a servicios de distinta naturaleza, lo que incrementa la accesibilidad a la información geográfica distribuida, y se verá cómo, en el caso de acceso a recursos multimedia, se complementa perfectamente con MIMEXT como una solución genérica aplicable a un amplio espectro de recursos en línea.

En las siguientes subsecciones se introducirá la especificación OpenSearch-geo, y se presentará su uso en una colección de servicios web 2.0.

OpenSearch-geo

El caso de uso más extendido de OpenSearch es la herramienta de ‘buscadores personalizados’ en los navegadores web modernos, en que un usuario puede agregar sus propios buscadores para consultas específicas en diccionarios, traductores, tiendas en línea, manuales, etc. Existen decenas de miles de sitios web que utilizan OpenSearch para exponer sus servicios de búsqueda a los navegadores web.

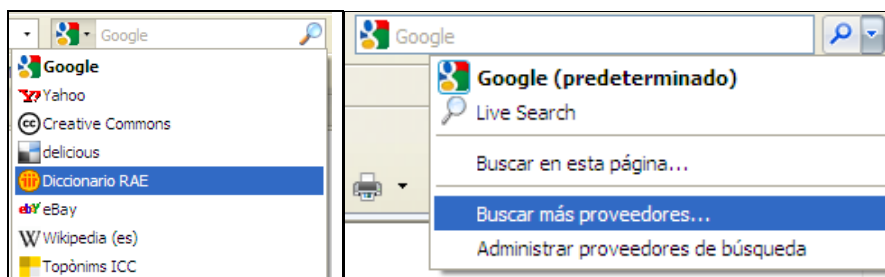


Figura 6: Proveedores de búsqueda personalizados en Firefox (izquierda) e Internet Explorer (derecha)

OpenSearch es extensible. Una de sus extensiones permite hacer búsquedas no sólo textuales, sino también de contenido geográfico, agregando filtrado geográfico a los parámetros de búsqueda, y recuperando los resultados en algún formato estándar capaz de albergar información georreferenciada (como por ejemplo KML extendido con MIMEXT). Denominaremos a esta extensión geográfica como **OpenSearch-geo**.

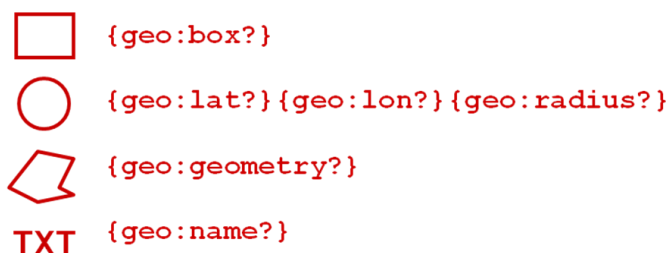


Figura 7: Parámetros de búsqueda geográficos en OpenSearch-geo

En la Figura 7 se detallan los filtros específicamente geográficos de la extensión OpenSearch-geo: Filtrado por rectángulo de coordenadas (box), centro y radio (lat, lon, radius), por geometría (geometry) o por topónimo (name).

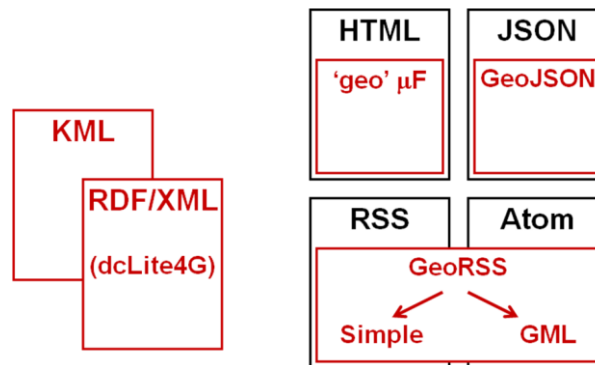


Figura 8: Posibles formatos de respuesta de OpenSearch-geo

En la Figura 8 se ilustran posibles formatos de respuesta con contenido geográfico. Existen dos aproximaciones: extender formatos no geográficos como HTML o Atom con extensiones como microformatos o GeoRSS respectivamente, o utilizar formatos nativamente geográficos, como es KML, opcionalmente con la extensión MIMEXT para recursos multimedia.

Servicios Web 2.0

Tras analizar múltiples servicios web 2.0 susceptibles de albergar información geográfica aportada por los propios usuarios, se han seleccionado aquellos que proporcionan una funcionalidad suficiente a través de sus API para considerarlos como repositorios válidos de información multimedia. Se han escogido los servicios de Twitter (textos cortos), Flickr (fotografías), Geonames (toponimia), Wikipedia (artículos enciclopédicos georreferenciados), y OpenStreetMap (geometrías vectoriales). Para cada uno de ellos se ha desarrollado un adaptador capaz de transformar las peticiones y las respuestas entre el protocolo estándar OpenSearch-geo y cada una de las API específicas. De este modo, todos ellos son accesibles mediante una interfaz única, lo que facilita su uso en escenarios integrados como el visor VisioMIMEXT.

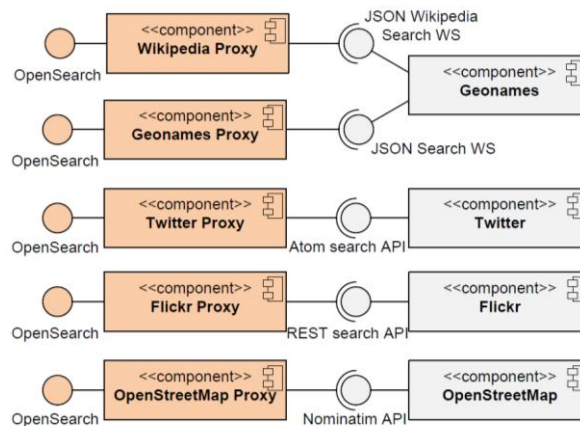


Figura 9: Adaptadores OpenSearch-geo para distintas API 2.0

La Figura 9 expresa en un diagrama de componentes cómo los adaptadores desarrollados juegan un papel de mediador entre las APIs específicas de cada servicio y un posible cliente genérico OpenSearch-geo.

	Web 2.0 OpenSearch proxies	Base params				Geo extension				Data Formats		
		searchTerms (text)	count (paging)	startIndex (paging)	startPage (paging)	box	geometry	lat, lon, radius	locationString/name	KML	Atom (+GeoRSS)	GeoRSS
Wikipedia												
Geonames												
Twitter												
Flickr												
OpenStreetMap												

Figura 10: Filtros de búsqueda y formatos de respuesta soportados por cada adaptador OpenSearch-geo

La Figura 10 muestra las capacidades de cada adaptador. Estas capacidades vienen condicionadas por la funcionalidad que ofrece cada una de las API originales del servicio. Así, por ejemplo, observamos cómo algunos servicios permiten el filtrado por rectángulo, otros por centro y radio, y otros no ofrecen filtrado geográfico. En todos los casos, se ha implementado KML y Atom+GeoRSS como geoformatos estándar de respuesta.

En el caso de Flickr, se ha proporcionado también un formato de respuesta KML extendido con la funcionalidad MIMEXT (no indicado en la figura).

4. VISIOMIMEXT

La herramienta para la visualización de recursos georreferenciados visioMIMEXT permite la visualización sobre un globo virtual de distintos tipos de recursos multimedia georreferenciados mediante la extensión KML MIMEXT y el proceso de encapsulación ya descrito. La Figura 11 representa como se estructura esta aplicación y cuyos distintos componentes se explican en las siguientes secciones.

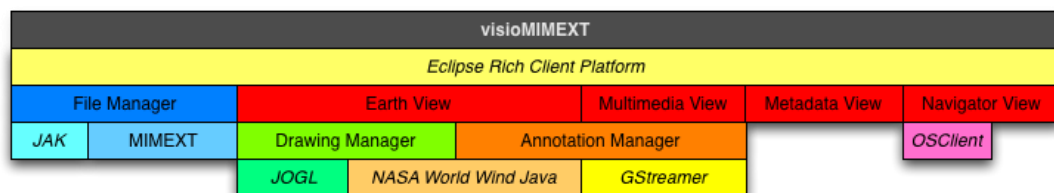


Figura 11: Estructura de la aplicación visioMIMEXT.

Como se puede observar, la aplicación visioMIMEXT se ha desarrollado sobre la plataforma Eclipse RCP de forma que una gran parte de las tareas relacionadas con la interfaz gráfica de la aplicación ya están implementadas además de permitir su ejecución en distintas plataformas. Por debajo de la capa que representa a Eclipse RCP se pueden observar los distintos componentes que se han desarrollado para la aplicación. En primer lugar se encuentra el componente *File Manager* encargado del manejo, interpretación y procesamiento de los distintos documentos KML o KMZ que serán abiertos por la aplicación para visualizar los recursos georreferenciados en ellos. Además de este componente existen los componentes *Earth View*, *Multimedia View*, *Metadata View* y *Navigator View* que serán representados mediante vistas (componente *view* de la plataforma Eclipse) en la aplicación. La primera de ellas, *Earth View* presentará el globo virtual sobre el que se visualizará la mayoría del contenido. Este componente estará compuesto a su vez por los componentes *Drawing Manager* y *Annotation Manager* cuya finalidad y peculiaridades se explican más adelante en esta sección. El componente *Multimedia View* será el encargado de mostrar o reproducir ciertos tipos de contenidos que no pueden visualizarse directamente sobre el globo virtual. Como se observa en Figura 11 *Earth View* y *Multimedia View* comparten el componente *Annotation Manager* que se encarga de representar los distintos recursos en la aplicación. Por último aparecen los componentes *Metadata View* y *Navigator View* cuyas funciones son la representación en la aplicación de los metadatos de un determinado recurso durante su visualización y la ayuda a la navegación sobre el globo así como el control del contenido o capas representadas sobre este y la búsqueda de recursos.

Para poder crear una aplicación de escritorio que sea multiplataforma y basada en Java se ha optado por utilizar la plataforma Eclipse RCP. Esta plataforma permite a los desarrolladores usar la plataforma Eclipse para la creación de aplicaciones de escritorio extensibles. La aplicación visioMIMEXT se desarrollará completamente sobre la plataforma Eclipse RCP de acuerdo a la arquitectura que se ha descrito.

File Manager

Este componente de la aplicación será el encargado de procesar e interpretar los distintos archivos KML o KMZ con los que se ha georreferenciado y descrito un determinado recurso y que requiere ser procesado y visualizado por la aplicación. El componente principal del *File Manager* será por tanto un procesador capaz de interpretar los distintos archivos KML con los que se georreferenciarán y describirán los distintos recursos. Otros componentes como los encargados de por ejemplo extraer el contenido de los archivos comprimidos KMZ también serán desarrollados bajo este componente aunque representan una menor complejidad.

En la actualidad existen distintas librerías para el uso y creación de archivos KML siendo una de las más populares libKML¹⁰. Esta librería desarrollada y usada por Google implementa la versión 2.2. del estándar OGC y esta específicamente desarrollada para su uso en aplicaciones que necesiten interpretar, generar y trabajar con KML. A pesar de estar escrita en C++ puede usarse tanto en Java como en Python mediante el uso de SWIG¹¹ (*Simplified Wrapper and Interface Generator*). En el caso de sólo trabajar con el estándar OGC, libKML representaría una buena solución, sin embargo en el caso de visioMIMEXT además de trabajar con esta especificación se hace uso de una extensión de la misma. Este detalle requeriría de la modificación de la librería en C++ así como de los *bindings* a Java especificados mediante SWIG. Por este motivo y por la complejidad añadida que esto conlleva serían convenientes otras soluciones que ofrezcan un mayor grado de libertad para su modificación. Otra librería que va ganando popularidad en la comunidad es JAK (*Java API for KML*)¹² desarrollada por MicromataLabs¹³. Esta librería tiene el mismo objetivo que libKML sin embargo ofrece una implementación completa del estándar KML y la extensión de Google¹⁴ basada en Java y orientada a objetos. Uno de los puntos a destacar de esta API es que se puede generar automáticamente mediante el uso del esquema XML de la especificación (y de la extensión de Google) y JAXB (*Java Architecture for XML Binding*)¹⁵. El esquema XML¹⁶ (*XML Schema*) representa un documento donde se describe formalmente la sintaxis que ha de seguir cualquier documento KML para ser afín al estándar definido por la OGC. Por su parte JAXB se podría definir como un *framework* para procesar documentos XML que en el caso de JAK es usado para generar clases Java en base al esquema que define el lenguaje KML. La principal ventaja de JAK es que puede actualizarse con nuevas versiones de la especificación con un esfuerzo mínimo. Además y dado que ya se realiza para la extensión definida por Google, es posible utilizar y generar código para extensiones del lenguaje KML.

Tras incluir el esquema de la extensión MIMEXT y volver a generar el código de JAK, el API permitirá el procesamiento de documentos KML incluyendo aquellos que hagan uso de la extensión MIMEXT para georreferenciar recursos.

Además, será necesario definir e implementar otras clases para el procesamiento de los archivos por parte de la aplicación. En especial, se implementarán métodos para el manejo de archivos KMZ dado que estos necesitan ser descomprimidos para extraer su contenido y por lo tanto será necesaria la gestión de directorios temporales donde depositar estos datos.

Earth View

Esta capa tiene como principal objetivo el procesamiento de toda la información extraída del archivo KML y su representación sobre un globo virtual. Para la implementación de dicho globo virtual se ha optado debido a sus características por el SDK gratuito y de código abierto desarrollado por la NASA y denominado World Wind Java¹⁷ (a partir de ahora WWJ). Este SDK permite la utilización y modificación de un globo virtual basado en Java con un elevado número de funciones y una gran flexibilidad.

Como se puede comprobar en la Figura 11 el componente *Earth View* es subdividido en otros debido a la heterogeneidad de las tareas que deben llevarse a cabo así como la complejidad del proceso. Estos subcomponentes en los que se divide *Earth View* son principalmente *Drawing Manager* y *Annotation Manager* cuya principal labor es la representación sobre el globo virtual de la geometría mediante la cual se georreferencia un determinado recurso así como el propio recurso mediante lo que se denomina anotaciones (*annotations*).

El componente *Drawing Manager* es el encargado de realizar todas aquellas tareas relacionadas con la representación o dibujo de la información sobre el globo a excepción de aquellas representaciones que por su complejidad se incluyen en el componente *Annotation Manager* y que sirven para la visualización del recurso en sí. Así pues, *Drawing Manager* llevará a cabo las tareas de dibujar sobre el globo virtual los distintos elementos descritos en el documento KML que pueden aportar algún valor al ser representados sobre el globo virtual

¹⁰ <http://code.google.com/p/libkml/>

¹¹ <http://www.swig.org/>

¹² <http://labs.micromata.de/display/jak/Home>

¹³ <http://www.micromata.de>

¹⁴ <http://code.google.com/intl/es/apis/kml/documentation/touring.html>

¹⁵ <http://jaxb.dev.java.net>

¹⁶ <http://www.w3.org/XML/Schema.html>

¹⁷ <http://worldwind.arc.nasa.gov>

(*Resource*, *Placemark*, ...) o la interpretación de aquellos elementos contenedores de otros (*Document* y *Folder*) entre otras tareas. La representación de estos elementos se basará en su geometría asociada que al estar basada en coordenadas describe la información necesaria para posicionarla en el globo y en un icono con el que se mostrará el tipo de recurso y que servirá para abrir la anotación asociada a este. Además de estas funciones este componente presenta abundante código para realizar distintas funciones geométricas así como métodos para la transformación de geometrías y otros elementos como coordenadas. La transformación de estos datos se debe a la forma en la que se pueden representar o dibujar geometrías sobre el globo virtual y como estas están representadas en el documento KML. WWJ se basa en OpenGL¹⁸ y sus distintas primitivas geométricas. Por su parte KML define geometrías que no tienen una equivalencia directa con las definidas en OpenGL pero que pueden igualmente representarse mediante el empleo y composición de primitivas OpenGL de forma distinta (*LinearRing* se puede representar mediante una línea en OpenGL cuyo primer y último punto son el mismo). Además el globo WWJ define sus propios elementos para definir coordenadas y puntos sobre el mismo y por tanto la información relacionada con la geometría para un determinado recurso necesitará adaptarse a estos elementos.

WWJ permite la representación de información en lo que se conoce como *annotations* (*Balloon* en KML y Google Earth, balones o diálogos) sobre el globo virtual. Sin embargo, esta funcionalidad del SDK resulta insuficiente para la visualización de contenido multimedia sobre este. Por esta razón, se ha creado el componente *Annotation Manager* que define un conjunto de clases que extienden las anotaciones definidas en WWJ y permitirán la representación de los diferentes recursos multimedia georreferenciados en el documento KML sobre el globo virtual, dependiendo de su naturaleza.

Multimedia View

El componente *Multimedia View* será el encargado de reproducir todos aquellos contenidos que por razones técnicas no pueden ser reproducidos directamente sobre el globo virtual. En concreto estos recursos son todos aquellos de tipo video. El principal motivo por el que no es factible o efectivo el reproducir video sobre el globo virtual viene de los problemas y limitaciones existentes al reproducir video dentro de escenas creadas mediante OpenGL. WWJ ofrece un globo virtual basado en este conjunto de librerías gráficas y por tanto la representación de cualquier tipo de información sobre este ha de realizarse mediante el uso de las librerías OpenGL para la plataforma y lenguajes requeridos, en nuestro caso Java (JOGL).

Las anotaciones para aquellos recursos de tipo video dispondrán de controles con los que se podrá controlar la reproducción del mismo, pero la reproducción del mismo tendrá lugar en otra vista dentro de la propia aplicación. Para ello necesitaremos alguna librería para el manejo y la reproducción de video en Java.

Tras evaluar las características de las diferentes alternativas de librerías Java enfocadas al manejo y reproducción de multimedia (JMF¹⁹, JFFMPEG²⁰, FMJ²¹ ...), se eligieron las librerías del proyecto GStreamer²². GStreamer ofrece una solución multiplataforma, de código abierto, con un equipo de desarrollo activo y con un número de formatos soportados lo suficientemente extenso para poder trabajar con aquellos formatos más comunes en la actualidad.

Metadata View

El componente *Metadata View* al igual que otros componentes de la aplicación será implementado como una vista dentro de la misma aplicación. La principal finalidad de este componente es la de mostrar al usuario información acerca de los recursos que se puedan estar visualizando en un momento dado y que son representados mediante distintos elementos dentro del documento KML. Esta información no incluirá todas las etiquetas o elementos que aparezcan dentro de este tipo de documento puesto que muchos no ofrecen información descriptiva acerca del recurso (por ejemplo los estilos de visualización). Sí se representará la información contenida en elementos como *Name*, o *Description* así como las coordenadas de su geometría asociada o los metadatos expresados mediante el elemento *ExtendedData* y sus subelementos.

Navigator View

El componente *Navigator View* ha de facilitar al usuario la navegación por el globo virtual implementado mediante el componente *Earth View* y es implementado como una vista dentro de la aplicación. Principalmente el componente dotará a la aplicación de 3 funcionalidades:

- Búsqueda de lugares: Esta funcionalidad permitirá al usuario “volar” a una determinada posición del globo virtual mediante la geocodificación del nombre de un determinado lugar especificado por el usuario. Este método de navegación facilitará al usuario no sólo la localización de lugares sino la navegación por el globo

¹⁸ <http://www.opengl.org>

¹⁹ <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/tech/jmf-140515.html>

²⁰ <http://jffmpeg.sourceforge.net>

²¹ <http://fmj-sf.net>

²² <http://gstreamer.freedesktop.org>

virtual.

- Búsqueda de contenido: Esta funcionalidad permitirá al usuario encontrar otro tipo de recursos o contenido en una determinada zona utilizando servicios de búsqueda. De esta forma el usuario puede acceder a otros recursos existentes remotamente en una zona de su interés.
- Manejo de las capas del globo: El globo virtual basado en WWJ basa su funcionamiento en el concepto de capas y la superposición de estas sobre dicho globo. Mediante esta funcionalidad el usuario será capaz de ver y habilitar o deshabilitar las capas activas sobre el globo virtual.

Para ofrecer la posibilidad de buscar y navegar a posiciones en el globo virtual mediante la introducción de direcciones o lugares se ha usado el API de Yahoo para *geocoding*²³, de este modo se pueden obtener las coordenadas de un determinado lugar o dirección.

Para la búsqueda de recursos o contenido desde la aplicación se implementará la interfaz para un buscador basado en el OpenSearch²⁴. Esta colección de formatos simples tiene la finalidad de facilitar la compartición y uso de los resultados de búsqueda que proporcionan los distintos motores de búsqueda que existen en la actualidad definiendo formatos estándar para interrogar servicios e interpretar resultados. Aunque su uso todavía no está fuertemente extendido sí se empieza a adoptar en distintos servicios y nuevas extensiones son desarrolladas por distintas comunidades. Este es el caso de la comunidad relacionada con el mundo de las tecnologías geoespaciales que trabaja actualmente en una extensión *geo* (*OpenSearch-Geo*) para poder realizar búsquedas basadas en parámetros geoespaciales como un determinado radio de búsqueda. En concreto dentro del grupo GeolInfo²⁵ de la Universitat Jaume I se está trabajando con esta extensión *geo* [6] incluyendo la implementación de *wrappers* de servicios como *Flickr* que pueden ser interrogados utilizando la interfaz OpenSearch-Geo y clientes para distintas aplicaciones como *OpenLayers*²⁶. Gracias a este trabajo realizado, la implementación de un buscador para la aplicación se reducirá a crear elementos de la interfaz que recopilarán los datos necesarios para ser usados por las librerías Java que implementan el cliente OpenSearch con su extensión *geo*. Gracias a que la extensión *geo* de OpenSearch contempla la devolución de la lista de resultados en KML y a la adaptación de los *wrappers* de algunos servicios para que devuelvan los resultados en KML usando la extensión MIMEXT será posible realizar búsquedas y visualizar los resultados y los recursos que representan directamente sobre el globo virtual.

WWJ establece el globo virtual como un elemento sobre el que se pueden apilar capas (*layers*) con distinta información a visualizar sobre el globo. El acceder a las capas activas en un momento determinado no representa mayor problema puesto que el SDK de WWJ establece métodos para la consulta y manejo de estas.

Para terminar veamos algunas capturas de pantalla de visioMIMEXT, donde podremos apreciar su funcionalidad. La Figura 12 y la Figura 13 representan capturas de pantalla que muestran las anotaciones primero para un recurso de tipo imagen y para un recurso de tipo texto cuyo contenido está formateado en HTML y un recurso de tipo video que se reproduce en la vista multimedia.

²³ <http://developer.yahoo.com/maps/rest/V1/geocode.html>

²⁴ <http://www.opensearch.org>

²⁵ <http://www.geoinfo.uji.es>

²⁶ <http://openlayers.org>

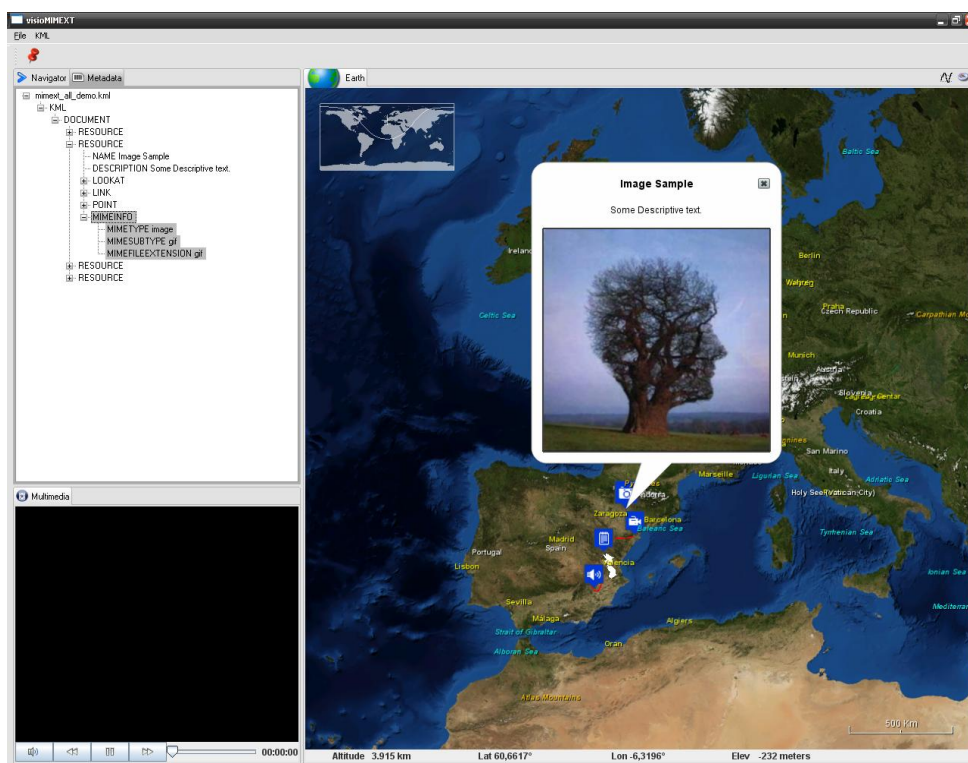


Figura 12: Visualización de un recurso de tipo imagen en visioMIMEXT

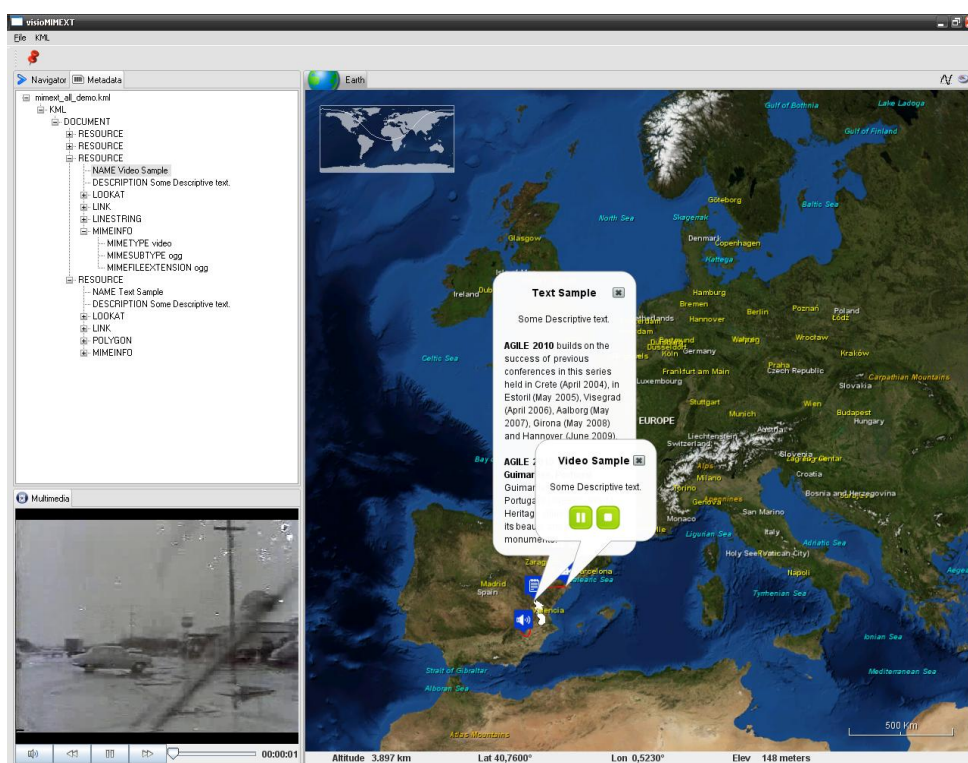


Figura 13: Reproducción de recursos de tipo video y texto en visioMIMEXT.

La Figura 14 muestra como la información para un determinado documento KML que como en el ejemplo sirve para georreferenciar un clip de audio es mostrado en forma de árbol en la vista de metadatos de visioMIMEXT.

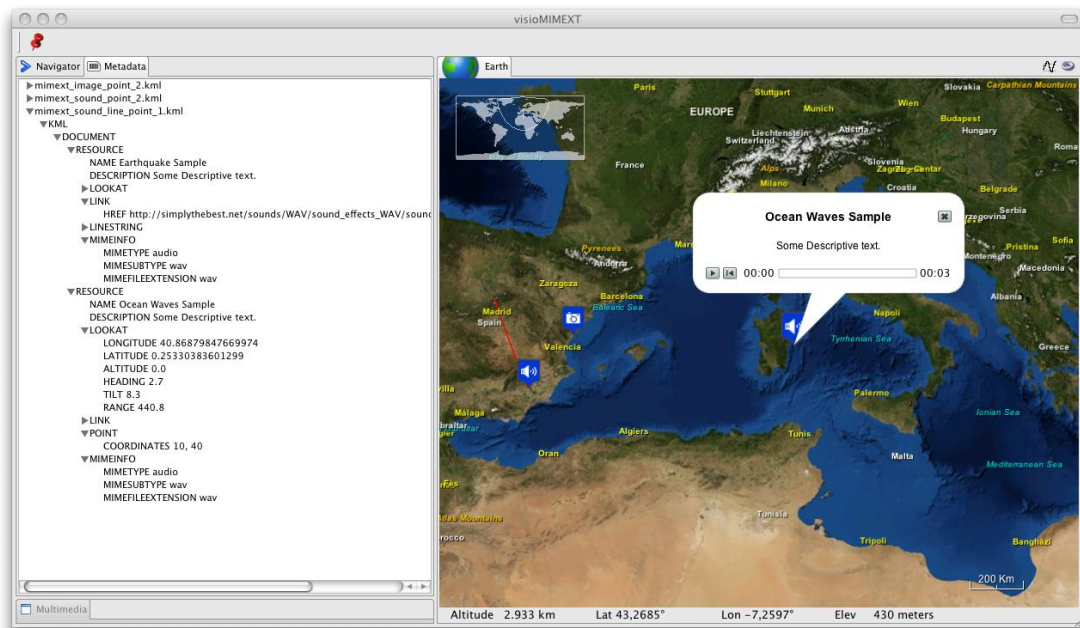


Figura 14: Información del recurso mostrado en la vista de Metadatos

La Figura 15 muestra la interfaz de la vista Navigator View. En concreto se puede observar cómo están distribuidas las distintas secciones sobre la vista. La sección *Fly to* muestra los resultados al introducir una localización y ante la selección de uno de estos el globo volaría hasta su localización. La sección *Open Search* muestra la sencilla interfaz para el servicio de búsqueda. Por último la sección *Layers* muestra el conjunto de capas que existen sobre el globo virtual permitiendo activar o desactivar cada una de ellas mediante sus *checkbox* asociados. Es de destacar las dos últimas capas de la lista que corresponden con los documentos KML que hay cargados en el momento en que se tomó esta captura de pantalla.

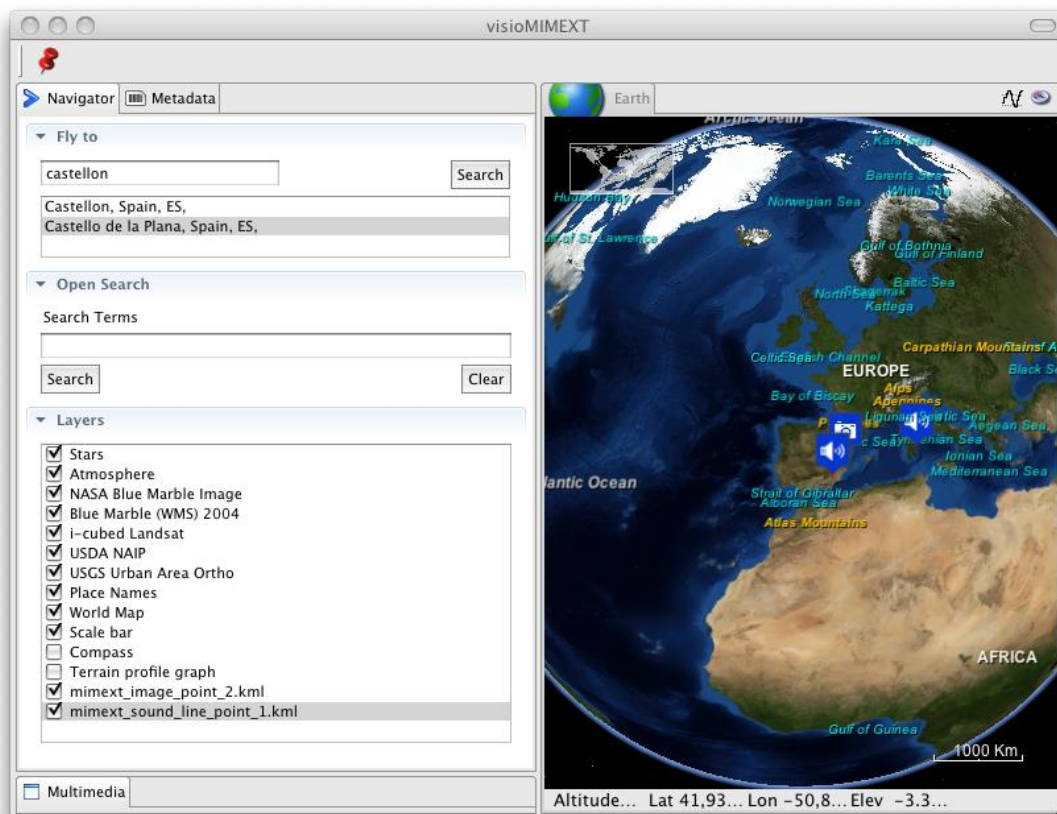


Figura 15: Navigator View en visioMIMEXT

La Figura 16 muestra el resultado de realizar una petición de búsqueda mediante el cliente *OpenSearch* en *visioMIMEXT*. Como se puede comprobar aparecen distintos iconos sobre el mapa que indican la presencia de imágenes sobre esa determinada localización puesto que el servicio consultado para la demostración fue *Flickr*²⁷.

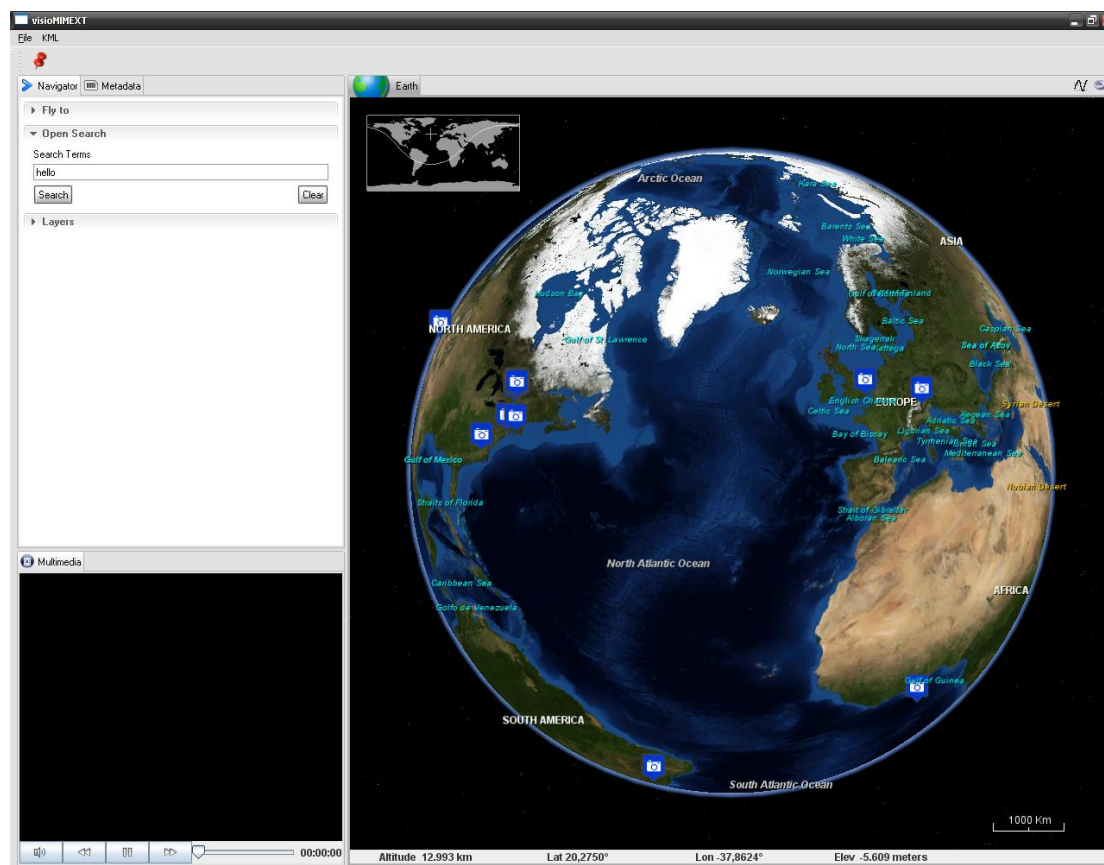


Figura 16: Búsqueda de recursos mediante un cliente OpenSearch

5. CONCLUSIONES

La extensión de KML MIMEXT posibilita la georreferenciación de recursos heterogéneos. MIMEXT ofrece un método para la georreferenciación de recursos independiente al formato de estos, sin hacer uso de la estructura propia de ningún formato y puede ser usado en todos los tipos de datos actuales pero también en futuros tipos de datos. Además, MIMEXT no sólo posibilita la georreferenciación del recurso en sí sino que el método permite la descripción del recurso con vistas a ser reutilizado por otros sistemas como las IDE. A pesar de todo, el método propuesto representa una solución simple y no implica la creación de nuevas tecnologías. Este hecho facilita su asimilación por parte de los usuarios y/o la industria. Para ello, ha sido necesario tener en cuenta ciertos aspectos como la interoperabilidad con otras tecnologías, su facilidad de uso y la capacidad para acceder a los recursos tras su georreferenciación.

Por otra parte, OpenSearch supone un método estándar y simple para el acceso a este tipo de información disponible en la red. Una codificación común de las peticiones de búsqueda, y un formato común en el retorno de resultados, ambos suficientemente flexibles para adaptarse a recursos de naturaleza diversa, permiten la recuperación integrada de recursos mediante el uso de un cliente genérico, sin tener que entrar en las especificidades de cada protocolo de búsqueda, formato de respuesta o naturaleza de los recursos recuperados.

Finalmente, la aplicación *visioMIMEXT* ha servido de prueba de concepto de las tecnologías MIMEXT y OpenSearch permitiendo verificar su viabilidad y sus beneficios. Para ello, *visioMIMEXT* permite visualizar sobre un globo virtual distintos tipos de recursos georreferenciados mediante el método ofrecido por la extensión MIMEXT. Además, permite visualizar sobre el globo distintos elementos relacionados con el recurso como su geometría

²⁷ <http://www.flickr.com>

asociada, sus metadatos o el contenido del propio recurso y al mismo tiempo permite la interacción del usuario con los mismos. Por otra parte, visioMIMEXT ofrece al usuario funcionalidades que permiten una fácil navegación por el globo permitiendo encontrar zonas o lugares de una forma rápida. Y mediante el uso de OpenSearch, el usuario será capaz de buscar otro tipo de contenido en base a una determinada zona del globo y a las palabras clave que considere oportunas.

6. REFERENCIAS

- [1] Borenstein, N., Freed, N.: 'MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions) Part One: Mechanisms for Specifying and Describing the Format of Internet Message Bodies', RFC 1521 (1993)
- [2] Freed, N., Borenstein, N.: 'Multipurpose internet mail extensions (MIME) part two: Media types', RFC 2046 (1996)
- [3] Open Geospatial Consortium (OGC): 'OpenGIS Keyhole Markup Language (KML) Implementation Specification, Version 2.2.0.' (2008)
- [4] Abargues, C., Beltran, A., Granell, C.: MIMEXT: a KML extension for georeferencing and easy share MIME type resources. In M. Painho, M.Y. Santos, H. Pundt (Eds): Geospatial Thinking (Proceedings of the 13th AGILE International Conference on Geographic Information Science, AGILE 2010). Guimarães, Portugal, pp. 315-334, ISBN 978-3-642-12325-2. (2010)
- [5] Abargues, C., Beltrán, A., Granell, C.: Extensión y uso de KML para la anotación, georreferenciación y distribución de recursos de tipo MIME. Actas de las IV Jornadas de SIG Libre 2010 (SIG Libre 2010). Girona, España (2010)
- [6] Fonts, O., Huerta, J., Díaz, L., Granell, C. OpenSearch-geo: El estándar simple para buscadores de información geográfica. Actas de las IV Jornadas de SIG Libre 2010 (SIG Libre 2010). Girona, España (2010)
- [7] Nebert, D.: Developing Spatial Data Infrastructures: The SDI Cookbook v.2.0. (2004)
- [8] Taubman, D., Marcellin, M.: JPEG 2000: Image Compression Fundamentals, Standards and Practice. Springer: The Springer International Series in Engineering and Computer Science, vol. 642. (2002)
- [9] Schelkens, P., Skodras, A., Ebrahimi, T.: The JPEG 2000 Suite. Wiley, Wiley-IS&T Series in Imaging Science and Technology. (2009)
- [10] Open Geospatial Consortium (OGC): OpenGIS Geography Markup Language (GML) Encoding Standard, Version 3.2.1. Open Geospatial Consortium Inc (Open GIS Consortium Inc). (2007)

7. CONTACTOS

Arturo BELTRAN
arturo.beltran@uji.es
Universitat Jaume I (UJI)
Institute of New Imaging
Technologies (INIT)

Carlos GRANELL
carlos.granell@uji.es
Universitat Jaume I (UJI)
Institute of New Imaging
Technologies (INIT)

Carlos ABARGUES
abargues@uji.es
Universitat Jaume I (UJI)
Institute of New Imaging
Technologies (INIT)

Oscar FONTS
fonts@uji.es
Universitat Jaume I (UJI)
Institute of New Imaging
Technologies (INIT)