

Extensión y uso de KML para la anotación, georreferenciación y distribución de recursos de tipo MIME

Carlos Abargues Casanova⁽¹⁾, Arturo Beltran Fonollosa⁽¹⁾ y Carlos Granell Canut⁽¹⁾

(1) Institute of New Imaging Technologies. Universitat Jaume I de Castelló, Campus Riu Sec, 12071 Castelló de la Plana, {abargues, arturo.beltran, carlos.granell}@uji.es

RESUMEN

En el actual contexto de la Web 2.0 y de la futura Web Geográfica o simplemente GeoWeb la información georreferenciada cobra cada día más importancia. Desde hace años distintas técnicas han sido desarrolladas para dar solución al problema de la georreferenciación de recursos de distinta índole. Sin embargo ninguna de estas técnicas está exenta de problemas y restricciones.

En este estudio presentamos una nueva aproximación que intenta facilitar la georreferenciación y distribución de recursos de tipos contemplados como Multipurpose Internet Mail Extensions (MIME). El elemento básico para la anotación, georreferenciación y también representación del recurso es el Keyhole Markup Language (KML). Este lenguaje permite la anotación y visualización de elementos, así como su extensión para aumentar su funcionalidad. Esta última propiedad se ha utilizado en nuestra aproximación para crear nuevos elementos que permitan la anotación de cualquier tipo de recurso MIME sobre KML obteniendo así la extensión KML MIMEXT. Esta extensión permite describir y georreferenciar tipos de recursos no habituales en el entorno SIG. La encapsulación del propio recurso junto con sus metadatos (incluyendo la georreferenciación) y otros recursos relacionados se realiza mediante la compresión de todos ellos en un único archivo KMZ facilitando así su distribución y mantenimiento.

De forma similar a la interpretación de etiquetas HTML5 como video por los navegadores Web, el uso de la extensión MIMEXT podría ser implementado por visores basados en globos virtuales para visualizar o reproducir nuevos tipos de recursos. Para ejemplificar dicho comportamiento se ha implementado un prototipo de aplicación Java basado en el SDK World Wind Java.

Palabras clave: Georreferenciación, KML, KMZ, MIME, Metadatos, Encapsulación.

ABSTRACT

In the current context of the Web 2.0 and the upcoming GeoWeb the georeferenced information is gaining more importance each day. Different techniques to georeference resource of distinct type have been developed in the last years. These techniques could be divided into two main groups: techniques for internal modification of the files and aimed to external annotation. However, none of them are free of problems and restrictions.

In this work we present a new approach to facilitate the georeferencing and distribution of Multipurpose Internet Mail Extensions (MIME) type resources. The Keyhole Markup Language (KML) represents the basic element for annotating, georeferencing and representing the resource. This OGC standard based on the XML language allows the annotation and visualization of elements as well as its own extension to increase its functionality. This last property has been used in our approach to create new elements for annotating any MIME type resource on KML resulting in the KML MIMEXT extension. So this extension allows describing and georeferencing unusual types of resources in the GIS context. The encapsulation of the resource with its own metadata (including its georeferencing) and other related resources is accomplished by compressing all of them in a KMZ file facilitating in this way its distribution and maintenance.

In a similar way as web browsers do with HTML5 tags such as video, the use of the MIMEXT extension could be implemented by virtual globes for visualizing, play or simply execute new types of resources. To demonstrate this idea a prototype based on Java and the SDK World Wind Java has been developed.

Key words: Georeferencing, KML, KMZ, MIME, Metadata, Encapsulation

INTRODUCCIÓN

La geolocalización de cualquier tipo de recurso está adquiriendo un rol fundamental en un amplio abanico de aplicaciones. Un ejemplo se puede encontrar en el “*geotagging*” de imágenes donde cada vez son más los usuarios que georreferencian sus fotografías para poder posicionarlas geográficamente sobre globos virtuales o servicios de visualización de mapas. Uno de los casos más conocidos de este fenómeno, es el que presentan el globo virtual Google Earth (<http://earth.google.com>) y el servicio de mapas Google Maps (<http://maps.google.com>) con la comunidad de publicación e intercambio de fotografías Panoramio (<http://www.panoramio.com>). Este servicio ofrece por ejemplo, la capacidad de compartir imágenes georreferenciadas y buscar otras en base a su localización geográfica.

Sin embargo las imágenes georreferenciadas sólo representan uno de los muchos tipos de recursos disponibles en el entorno colaborativo potenciado por las redes sociales y los servicios de la llamada Web 2.0. Cada vez más, los usuarios demandan la posibilidad de georreferenciar y compartir otros tipos de recursos como documentos, videos, páginas web o entradas de *blog*, en algunos casos a través de aplicaciones colaborativas y geoespaciales como pueden ser los globos virtuales.

En este contexto, nuestro trabajo se basa en conseguir dos objetivos. Por una parte, proponemos una solución que permita la georreferenciación de un gran número de tipos de recurso. Esto rompería con la actual tendencia de ofrecer soluciones específicas para un determinado tipo de recurso o escenario de aplicación. Por otra parte, proponemos un método para compartir de forma sencilla datos, metadatos y otros recursos relacionados encapsulándolos en un único archivo. Esta aproximación podría usarse por ejemplo para enriquecer las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) [1] incorporando nuevos tipos de datos de otros dominios, ya documentados y georreferenciados y que no se han tenido en cuenta hasta la fecha (p.e. hojas de cálculo, video o modelos 3D).

TÉCNICAS PARA LA GEORREFERENCIACIÓN DE RECURSOS

La georreferenciación de recursos puede realizarse usando formatos que soportan información de geolocalización de forma nativa como el JPEG2000 [2,3] o la familia MPEG en el contexto de la multimedia. No obstante, la existencia de este tipo de formatos no está presente en todas las áreas y es por ello que en muchas ocasiones se trata de forma separada los datos y su información de geolocalización o simplemente se ignora esta última. Una de las causas principales para esta carencia es el uso de formatos incapaces de incluir información sobre su geolocalización que no fueron diseñados para tal fin. A pesar de esto y debido a la gran cantidad de información disponible en estos formatos, distintas soluciones han aparecido para portarlos a entornos SIG y así relacionarlos con información geográfica. Estas soluciones se pueden dividir principalmente en dos grandes grupos: soluciones enfocadas a la modificación interna del recurso y soluciones basadas en la anotación externa del mismo.

Las técnicas basadas en la modificación interna del fichero son extremadamente dependientes del formato del recurso que se intenta georreferenciar. La mayoría de las soluciones basadas en esta técnica añaden metadatos en ciertos campos de las cabeceras de los archivos que normalmente no tienen una tarea asignada. Podemos considerar como ejemplos de esta técnica los formatos Adobe XMP (*Extensible Metadata Platform*) [4], las etiquetas IPTC (*International Press Telecommunications Council*) [5] o EXIF (*Exchangeable Image File Format*) [6]. Todas estas técnicas se basan en el uso de etiquetas en las cabeceras de un limitado grupo de formatos entre

los que se encuentran TIFF, JPEG, PNG, GIF y PDF. Estas cabeceras varían de un formato a otra demostrando la falta de consistencia entre ellos. Además, dichas cabeceras pueden ser ignoradas por algunas aplicaciones pero usadas para fines distintos en otras lo que acarrea el riesgo de crear archivos que no pueden ser utilizados en todas las aplicaciones capaces de interpretar la especificación original del formato en el que está representado el recurso.

El segundo grupo de técnicas se basan en la georreferenciación de recursos mediante el uso de archivos externos. Ejemplos de esta técnica son SMIL (*Synchronized Multimedia Integration Language*) [7], los ficheros “.world”, los archivos KMZ o el formato MEF (*Metadata Exchange Format*) [8] usado por la aplicación de catálogo GeoNetwork. En todos estos casos el recurso puede ser georreferenciado independientemente de su tipo, permaneciendo este intacto. Además, como ocurre con los archivos MEF, se encapsula en un único archivo el recurso, sus metadatos y otros recursos relacionados pasando a formar una unidad a nivel lógico y físico.

La Tabla 1 intenta resumir tanto las ventajas como los inconvenientes para ambas técnicas.

Tabla 1: Comparación de técnicas de georreferenciación

	Modificación interna	Anotación externa
Ventajas	Integración total entre datos y metadatos en un único archivo.	Integración de datos, metadatos y otros recursos en una unidad lógica. Válido para cualquier formato. Los archivos originales permanecen intactos. Capacidad de compresión (p.e. KMZ).
Desventajas	Posibles daños al archivo original. Número limitado de formatos soportados. Cantidad de información a añadir limitada. No permite añadir otros recursos relacionados. Algunos formatos son cerrados.	Necesita extraer los distintos componentes. Los metadatos no son embebidos en el mismo recurso.

Pese a que las técnicas basadas en la modificación interna de archivos representan una integración total entre el recurso y los metadatos, su fuerte dependencia del formato con el que se trabaja hace de este tipo de técnicas inviables como solución general a la georreferenciación de recursos. Por su parte y pese a que requieren de un procesamiento extra (p.e. descompresión o lectura de otros recurso), las técnicas basadas en la anotación externa sí permiten la georreferenciación de cualquier recursos, independientemente del formato utilizado. Por estos motivos, la solución aquí propuesta se basa en la anotación externa y posterior encapsulación del recurso con información adicional como método de georreferenciación de recursos.

KEYHOLE MARKUP LANGUAGE

En los últimos años los globos virtuales también conocidos como “*geobrowsers*” han ganado en popularidad y visto incrementado su número de usuarios, contando

entre sus filas tanto con profesionales como con usuarios ocasionales de SIG [9]. De hecho estos visores representan mejoras con respecto a otras alternativas en varios aspectos como es la visualización de información en 3D. Además y debido al uso que de ellos se está haciendo por parte de usuarios no profesionales, estos sistemas reafirman la idea de la Web Geoespacial o GeoWeb [10]. La mayoría de estas aplicaciones utilizan como lenguaje de-facto para representar información geográfica el *Keyhole Markup Language* (KML). Este lenguaje basado en XML y adoptado como estándar OGC en 2008 se ha convertido en poco tiempo en un lenguaje muy popular gracias en parte a su sencillez y capacidades de visualización y anotación [11].

KML para la anotación de recursos

KML puede representar una solución para la georreferenciación de recursos. Actualmente, este lenguaje soporta una serie de primitivas geométricas como son el punto, líneas, polígonos o incluso modelos COLLADA (<http://collada.org>). Estas primitivas se pueden asignar a elementos del lenguaje que contienen cierta información como pueden ser los *Placemark*. Dentro de estos elementos existen campos como *Description* que permiten la inclusión de código XHTML que en muchas ocasiones se utiliza para embeber recursos como por ejemplo imágenes o vídeos Adobe Flash. Así, embebiendo estos recursos en ciertas etiquetas se obtiene un método que, aunque indirecto, resulta eficiente para la georreferenciación de ciertos recursos.

Inclusión de metadatos en KML

Una parte fundamental para describir, buscar y recuperar información en el campo SIG son los metadatos, pilar básico de las Infraestructuras de Datos Espaciales. Al igual que otros formatos, KML también ofrece la posibilidad de añadir metadatos mediante el uso de distintos elementos del lenguaje.

El método que podría ser considerado como oficial consiste en el uso de la etiqueta *ExtendedData* que permite la inserción de código XML dentro de un archivo KML. Dependiendo del uso de otras etiquetas dentro de *ExtendedData*, existen tres formas de añadir dicho código XML que en nuestro caso puede representar los metadatos de un determinado elemento. De esta forma resulta posible añadir simples pares de tipo *clave-valor*, definir un pseudo esquema en el documento KML para definir la estructura que el código XML a añadir va a seguir y por último importar esquemas complejos definidos de forma externa al archivo KML. Este último método es sin duda el más interesante pues permite por ejemplo importar esquemas de metadatos como el ISO19115 para describir elementos definidos en el archivo KML.

Otro método, un poco más creativo, se basa en la aplicación de ciertos principios de la Web Semántica [12] al código XHTML que puede insertarse de forma opcional en la etiqueta *Description* de ciertos elementos KML. XHTML ofrece varias posibilidades para añadir metadatos entre las que destacan el uso de microformatos [13] y RDFa (<http://www.w3.org/TR/xhtml1-rdfa-primer>). Ambos se basan en el uso de distintos atributos o elementos del lenguaje XHTML para añadir información semántica a los documentos de forma que estos sean igualmente procesables por máquinas y humanos. Estas dos técnicas pueden usarse para estructurar información en formato XHTML dentro de la etiqueta *Description* de KML emulando así distintos esquemas de metadatos. Una importante ventaja de este método es que la etiqueta *Description* es comúnmente analizada a la hora de la indexación del archivo KML por parte de algunos motores de búsqueda como Google resultando estos metadatos fácilmente accesibles mediante búsquedas [14].

Falta de funcionalidad en KML

Como ya se ha comentado existe la posibilidad de georreferenciar ciertos tipos de recursos embebiéndolos dentro de etiquetas XHTML. Esta aproximación pese a ser creativa representa un uso impropio de elementos del lenguaje XHTML, que sólo puede ser aplicado a un pequeño conjunto de tipos de recursos (aquellos que pueden embeberse en código XHTML). De esta forma nos encontramos con que KML promete ser una posible solución para la georreferenciación de recursos de distinta índole, sin embargo el lenguaje no es lo suficientemente rico como para ser aplicado de forma más genérica.

Por suerte el estándar KML describe métodos para la extensión del lenguaje en lo que se llaman *Application Profiles*. Estos permiten la extensión de KML para así extender también su funcionalidad.

LA EXTENSIÓN KML MIMEXT

Para solventar las carencias anteriormente descritas se ha extendido el lenguaje KML. Como resultado se ha obtenido la extensión MIMEXT enfocada a permitir la anotación de cualquier recurso de tipo MIME [15,16,17] dentro de un archivo KML.

La extensión se basa en la creación de un nuevo elemento llamado *Resource*. Como se puede observar en la Figura 1 este elemento deriva directamente del elemento abstracto *Feature*. Gracias a esto *Resource* adopta todos los elementos y atributos definidos para *Feature* y puede ser usado ahí donde este se utiliza. Debido a esta relación de herencia el nuevo elemento puede declarar elementos como *ExtendedData* o *Description* donde añadir otros metadatos.

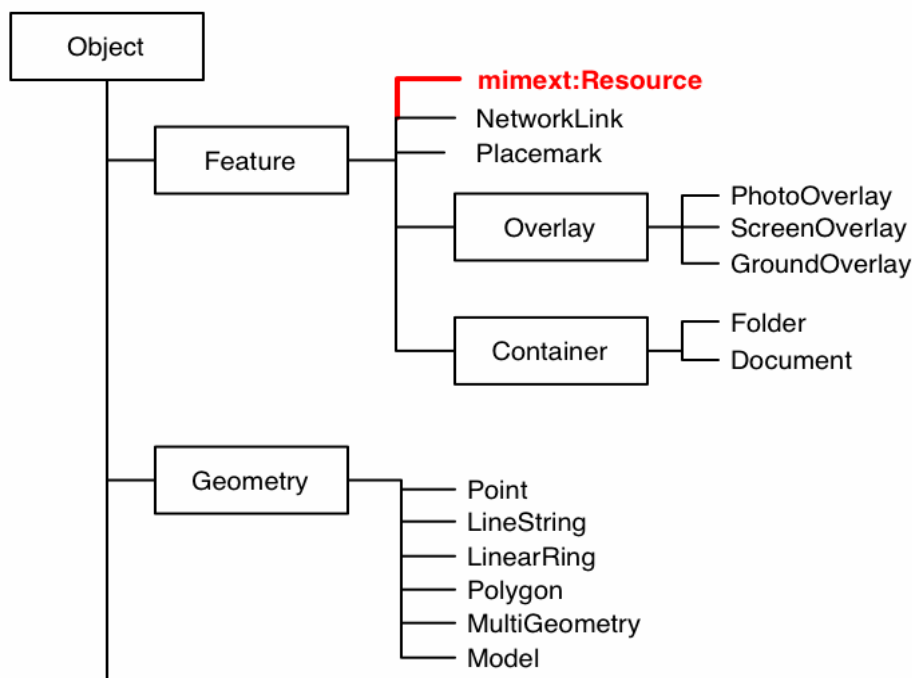


Figura 1: Jerarquía de elementos para la extensión MIMEXT..

Internamente el elemento *Resource* se compone básicamente de tres elementos como queda reflejado en la Figura 2. El primero de estos elementos es el

AbstractGeometryGroup que permite la asociación de cualquier tipo de geometría definida en KML al recurso que se está describiendo. Estas geometrías incluyen *Point*, *LineString*, *LinearRing*, *Polygon*, *Multigeometry* o *Model*. En lugar de georreferenciar un recurso únicamente mediante dos coordenadas como un punto, al permitir la asociación con geometrías más complejas, podemos añadir información adicional acerca de los recursos. Por ejemplo, de esta forma, se podría asociar a una pista de audio que describe una carrera una geometría lineal representando el recorrido de dicha carrera o un polígono con un documento PDF representando información catastral.

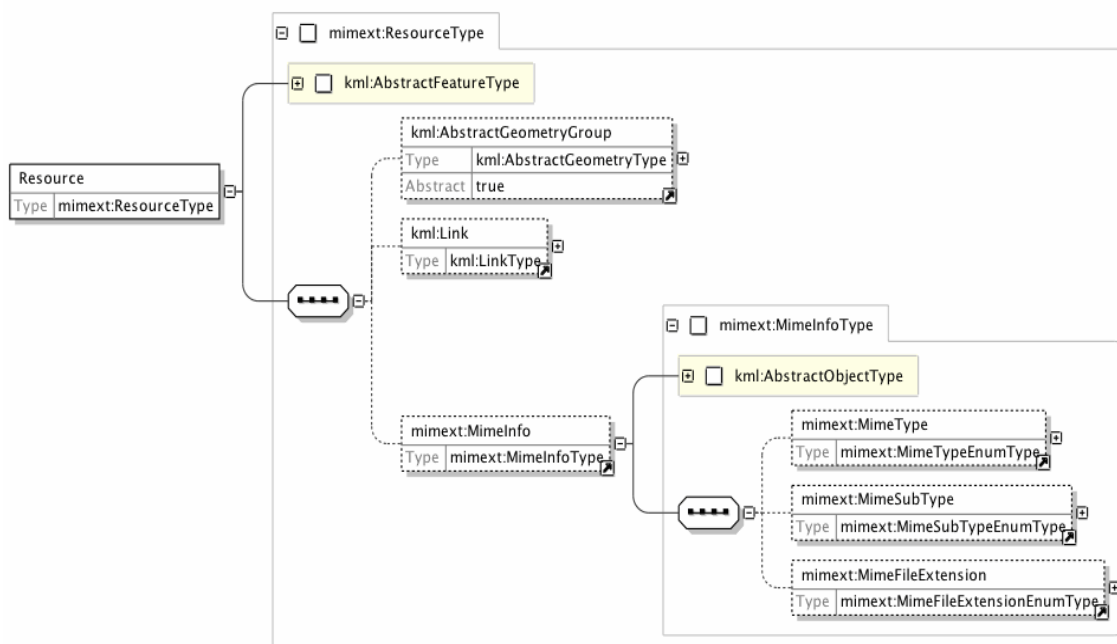


Figura 2: Estructura de la extensión KML MIMEXT.

El elemento *Link* permite especificar la ruta hasta el recurso, normalmente en forma de URL. Además este elemento permite especificar otros parámetros relativos al tratamiento de estas rutas como puede ser el tiempo de refresco en peticiones a servicios WMS [18]. La URL puede apuntar tanto a recursos disponibles localmente como remotamente. Aunque ambos usos serían válidos, la solución propuesta para la georreferenciación de recursos se basa en la referencia a recursos locales. El motivo es que nuestra aproximación, aun a pesar de basarse en la anotación externa del recurso, persigue reunir en una misma unidad tanto el recurso en si como sus metadatos que estarían expresados en un archivo KML.

El último elemento, a diferencia de los dos anteriores, es un elemento totalmente nuevo creado específicamente para su uso con el elemento *Resource*. Su finalidad es aportar información acerca del tipo del recurso con el que se está trabajando. Para ello se ha creado un nuevo elemento KML llamado *MimeInfo* que agrupa toda esta información. Este elemento contiene datos acerca del tipo (*MimeType*), subtipo (*MimeSubType*) y extensión del recurso (*MimeFileExtension*). A su vez los distintos valores que pueden tomar estos campos se definen en unos nuevos tipos de datos específicos para nuestra solución que se basan en secuencias de los posibles valores. Estos están basados en los distintos tipos MIME actualmente registrados y permite ser actualizado conforme aparezcan otros nuevos. Son valores válidos para el campo referente al tipo del recurso elementos como *audio*, *image*, *video* o *text* por

ejemplo. En el caso del subtipo se podrían usar los valores *pdf*, *mword*, *x-latex* o *mpeg*. Finalmente en el caso de la extensión se pueden usar los valores que habitualmente se usan para cada uno de los tipos de recursos como por ejemplo *gif*, *avi*, *odt* o *mp3*.

Al incluir esta descripción acerca del tipo de recurso con el que se está trabajando se está dando información al globo virtual o aplicación que trabaje con el archivo para el correcto procesamiento del recurso. Por ejemplo una aplicación de globo virtual, al cargar el archivo KML describiendo un determinado recurso con cierto tipo MIME, dispondría de información suficiente para abrir la aplicación correspondiente para usar el recurso o incluso realizar esa acción él mismo si dispusiese de los *drivers* o programación oportuna.

Finalmente para poder usar esta extensión dentro de un archivo KML convencional sólo sería necesario hacer referencia al espacio de nombres donde se encuentra el esquema de esta nueva extensión y usar las etiquetas de forma apropiada dentro del código. La Figura 3 muestra el código necesario para georreferenciar una imagen mediante el uso de la extensión MIMEXT.

```
<?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/mimext">
  <Document id="d1">
    <mimext:Resource>
      <name>Image Resource #1</name>
      <description>
        This is a test for image resources
      </description>
      <Point>
        <coordinates>
          26.0822035425683,37.42228990140251,0
        </coordinates>
      </Point>
      <Link>
        <href>http://www.example.com/fire.jpg</href>
      </Link>
      <mimext:MimeInfo>
        <mimext:MimeType>image</MimeType>
        <mimext:MimeSubType>jpeg</MimeSubType>
        <mimext:MimeFileExtension>jpg</MimeFileExtension>
      </mimext:MimeInfo>
    </mimext:Resource>
  </Document>
</kml>
```

Figura 3: Código necesario para georreferenciar una imagen con KML y la extensión MIMEXT

ENCAPSULACIÓN CON ARCHIVOS KMZ

La anotación externa como método para la georreferenciación ofrece algunas ventajas. Sin embargo, el disponer de los datos y sus metadatos como distintas unidades físicas o lógicas puede acarrear problemas, especialmente para la correcta administración, actualización o sincronización de ambos. Es por ello que para mitigar estos efectos se utilizan técnicas como la encapsulación o agrupación de ambos elementos en un único archivo para así componer una única unidad lógica y física.

Con el uso de KML aparece una solución extremadamente simple en cuanto a la encapsulación de los datos, sus metadatos e información de geolocalización descritos en KML. Al popularizarse el uso de KML también lo ha hecho el uso de archivos KMZ. Básicamente estos son archivos comprimidos que contienen un archivo KML junto con una carpeta donde se alojan elementos usados en dicho documento KML y que suelen ser iconos o imágenes.

Mediante el uso de KMZ podemos encapsular en un mismo archivo el recurso, su información de geolocalización y otros metadatos en formato KML así como otros recursos relacionados (p.e licencias de uso). Además muchas de las aplicaciones que reconocen KML permiten también trabajar con KMZ por lo que puede ser ampliamente usado.

La Figura 4 muestra la distribución lógica de los distintos componentes de nuestra propuesta al ser encapsulados en un único archivo KMZ.

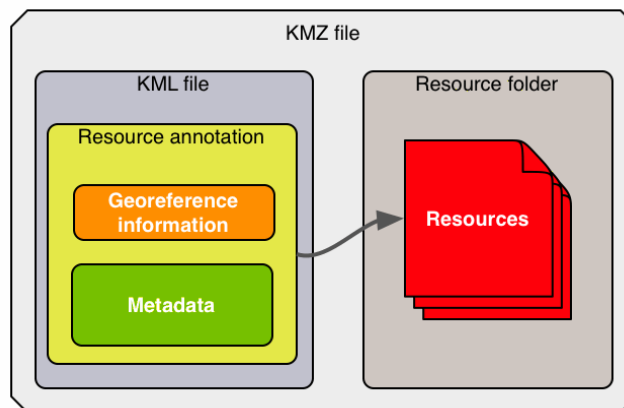


Figura 4: Encapsulación de recurso y metadatos.

APLICACIÓN PRÁCTICA

Como ejemplo de posible aplicación de nuestra solución para la georreferenciación de recursos se ha creado una pequeña aplicación cuyo principal objetivo es la visualización de recursos de tipo MIME sobre un globo virtual basado en el SDK World Wind Java (<http://worldwind.arc.nasa.gov/java/>). Estos recursos están empaquetados en un archivo KMZ conjuntamente con el correspondiente archivo KML donde se expresa la geolocalización del recurso y otros metadatos.

La aplicación, además de intentar demostrar que el uso de MIMEXT puede resultar un método sencillo y a la vez eficaz para la georreferenciación de cualquier tipo de recurso, también intenta demostrar que mediante el uso conveniente del lenguaje KML un globo virtual puede convertirse en un visor multi-formato y multi-propósito. Así como con la llegada de HTML5 se espera que los navegadores web puedan tratar de forma nativa tipos de recursos que hasta ahora requerían de *plugins* u otros sistemas, lo mismo puede suceder extendiendo el lenguaje KML para los globos virtuales. En este aspecto MIMEXT puede ayudar a extender la funcionalidad de los globos virtuales y facilitar la inserción de tipos de datos ya existentes en la emergente Web Geográfica.

Actualmente la aplicación es capaz de mostrar o reproducir imágenes y clips de audio sin embargo la extensión de la misma puede permitir el uso de otros tipos como vídeo o documentos así como formatos típicos del campo SIG.

La Figura 5 muestra el resultado de procesar el código KML mostrado en la Figura 3 para la georreferenciación de una imagen.

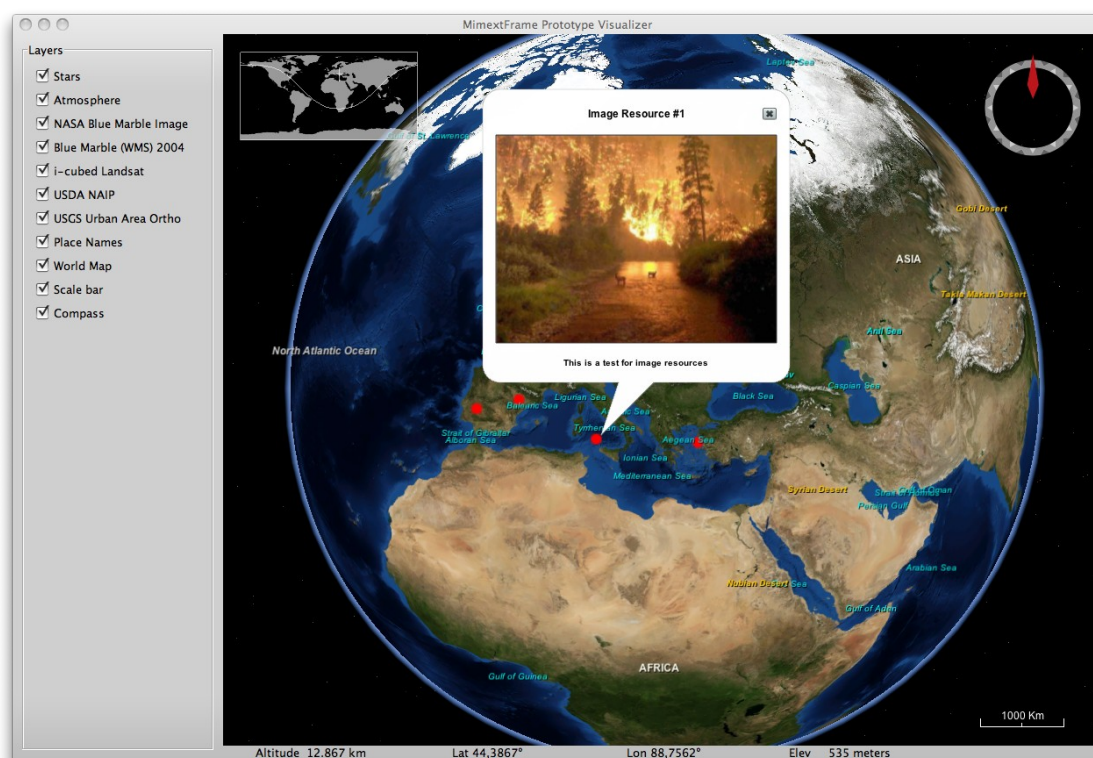


Figura 5: Visor de archivos KML con extensión MIMEXT sobre globo virtual.

CONCLUSIONES

La distribución de datos y metadatos en un único archivo ofrece ciertas ventajas, como la facilidad y mejora en cuanto al mantenimiento y distribución de los recursos. Las actuales técnicas de georreferenciación orientadas a la modificación interna del recurso pueden acarrear complicaciones entre las que destaca el dañar el recurso convirtiéndolo en inservible para otras aplicaciones. Además la creación de un modelo para la georreferenciación de recursos basado en su modificación interna requiere de la evaluación de todos y cada uno de los tipos y formatos de recursos a georreferenciar. Resulta evidente que estas técnicas representan una considerable carga de trabajo que no asegura el desarrollo de un modelo efectivo para los actuales o futuros formatos o tipos de recursos. Sin embargo este no es el caso de las técnicas enfocadas a encapsular datos, metadatos y recursos relacionados en un mismo archivo. Este método, al ser independiente del formato del recurso permite la georreferenciación de cualquiera de estos y al mismo tiempo evita posible daños al archivo que lo representa.

La solución propuesta representa un método para la georreferenciación de cualquier recurso de tipo MIME, integrando en un único archivo los datos, metadatos y cualquier otro recurso relacionado. Esta aproximación permite que distintas aplicaciones usen a su conveniencia los metadatos geoespaciales o que simplemente usen el recurso en sí, sin prestar atención a sus metadatos.

MIMEXT, la extensión KML desarrollada, representa una extensión válida del estándar OGC en su versión 2.2 y un primer paso para la integración de tipos de datos y recursos que no son totalmente explotados en el contexto SIG. Esta extensión crea un nuevo elemento que permite de forma sencilla la anotación de información

acerca de cualquier recurso de tipo MIME, incluyendo su geometría asociada, metadatos y geolocalización. Así pues MIMEXT puede ser usado en todas aquellas áreas donde KML es usado. Además, se explota el uso de archivos KMZ para la encapsulación de información geográfica en formato KML junto con los propios recursos.

Para poder experimentar y observar con mayor claridad los beneficios de esta solución se ha creado una aplicación sencilla que permite la interpretación de archivos KML que usan la extensión MIMEXT para representar sobre un globo virtual distintos tipos de recursos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado parcialmente por el proyecto CENIT España Virtual, subvencionado por el CDTI dentro del programa Ingenio 2010 a través del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG).

REFERENCIAS

- ◆ [1] Nebert, D. (2004). *Developing Spatial Data Infrastructures: The SDI Cookbook v2.2.0* <http://www.gsd.org>: Global Spatial Data infrastructure (GSDI).
- ◆ [2] Taubman D, Marcellin M (2002). *JPEG 2000: Image Compression Fundamentals, Standards and Practice*. Springer: The Springer International Series in Engineering and Computer Science, vol. 642.
- ◆ [3] Schelkens P, Skodras A, Ebrahimi T (2009). *The JPEG 2000 Suite*. Wiley, Wiley-IS&T Series in Imaging Science and Technology.
- ◆ [4] Adobe (2007). *Extensible metadata platform (XMP)*. <http://www.adobe.com/products/xmp/overview.html>.
- ◆ [5] Löffler H, Baranger W, Steidl M (2007). *Photo Metadata White Paper 2007*. IPTC, the International Press Telecommunications Council.
- ◆ [6] JEITA (2002). *Exchangeable image file format for digital still cameras: Exif Version 2.2*. Technical Standardization Committee on AV & IT Storage Systems and Equipment. Specification by JEITA.
- ◆ [7] Bulterman DCA, Rutledge L (2008). *SMIL 3.0: Interactive Multimedia for the Web, Mobile Devices and Daisy Talking Books*. Springer.
- ◆ [8] Nottingham M, Sayre R (2008). *Geonetwork opensource: The complete manual*. <http://www.fao.org/geonetwork/docs/Manual.pdf>.
- ◆ [9] Yamagishi Y, Yanaka H, Suzuki K, Tsuboi S, Isse T, Obayashi M, Tamura H, Nagao H (in press) *Visualization of geosciences data on Google Earth: Development of a data converter system for seismic tomographic*. *Computers & Geosciences*. DOI: 10.1016/j.cageo.2009.08.007.
- ◆ [10] Scharl, A. (2007). "Towards the GeospatialWeb:Media Platforms for Managing Geotagged Knowledge Repositories". In A. Scharl, K. Tochtermann (Eds.): *The GeospatialWeb - How Geo-Browsers, Social Software and the Web 2.0 are Shaping the Network Society*. London: Springer, pp. 3-14.
- ◆ [11] Wood J, Dykes J, Slingsby A, Clarke K (2007) Interactive visual exploration of a large spatio-temporal dataset: Reflections on a geovisualization mashup. *IEEE Transactions on visualization and computer graphics*. 13(6): 1176-1183.
- ◆ [12] Berners-Lee T, Hendler J, Lassila, O (2001). The Semantic Web – A new form of Web content that is meaningful to computers will unleash a revolution of new possibilities. *Scientific American*, 284(5): 34-43.
- ◆ [13] Suda, B. (2006). *Using microformats*. O'Reilly Media, Inc.
- ◆ [14] Abargues C, Granell C, Díaz L, Huerta J, Beltran A (2009). "Discovery of user-generated geographic data using web search engines". In G. Jedlovec: *Advances in Geoscience and Remote Sensing*. Vukovar: In-Tech, pp. 207-228.

- ◆ [15] Borenstein N, Freed N (1993) *MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions) Part One: Mechanisms for Specifying and Describing the Format of Internet Message Bodies*. RFC 1521, Bellcore, Innosoft.
- ◆ [16] Freed N, Borenstein N (1996a). *Multipurpose internet mail extensions (mime) part one: Format of internet message bodies*, RFC 2045. <http://tools.ietf.org/html/rfc2045>.
- ◆ [17] Freed N, Borenstein N (1996b). *Multipurpose internet mail extensions (MIME) part two: Media types*, RFC 2046. <http://tools.ietf.org/html/rfc2046>.
- ◆ [18] OGC (2006). *OpenGIS Web Map Server Implementation Specification, Version 1.3.0*. Open Geospatial Consortium Inc (Open GIS Consortium Inc). OGC (2006). *OpenGIS Web Map Server Implementation Specification, Version 1.3.0*. Open Geospatial Consortium Inc (Open GIS Consortium Inc) <http://www.opengeospatial.org/standards/wms>.