

Capítulo 4: Tratamiento de la información geográfica

4.1 Convertidor de GML a cGML y descripción del formato

GML corresponde a un formato estándar para la representación e intercambio de información geográfica [GML,2003]. Esto lleva a un análisis de conveniencia de uso de documentos en XML para almacenar dicha información.

XML y por lo tanto GML como su subconjunto han sido muy utilizados por la flexibilidad que implica que la información sea descrita dentro del mismo documento; sin embargo, esto presenta el problema de que el hecho de describir los mismos datos implica que los documentos se vuelvan mas extensos y por lo tanto más difíciles de transmitir y de manejar.

Los computadores cada día son más veloces y tienen menos problemas de manejo con estos tipos de archivo, pero las limitaciones de los medios físicos de transferencia como son el Internet u otros computadores con menos poder de procesamiento lo sufren hoy en día. En particular la información geométrica también es bastante extensa y su modelado en documentos de este tipo genera documentos muy extensos demandan muchos recursos para su transmisión [Tor,2002].

La implementación de un documento descriptivo más delgado permite seguir teniendo las características descriptivas del XML pero se utilizan etiquetas más cortas lo que permite que los archivos reduzcan en buena medida su extensión [cGML2.0,2004].

La definición de un formato más corto de GML en un laboratorio de investigación Italiano (Centro de investigación, estudios avanzados y desarrollo en Sardinia) definió un formato que reduce el tamaño de las etiquetas al que llamó Compact Geographic Markup Language o cGML. Esta especificación tenía la finalidad de proveer a dispositivos con recursos limitados una solución basada en un estándar para la representación de cartografías [cGML2.0,2004]. Actualmente existen varias representaciones que son especificaciones propietarias y por lo tanto las implementaciones no eran propias para todos los dispositivos móviles.

cGML contiene todas las facilidades que otorga GML por lo que es sencillo extraer toda la información del documento y también realizar consultas dentro del documento con XPATH. Además puede ser fácilmente convertida a otros recursos utilizando conversiones sencillas como XSLT o SVG [cGML2.0,2004].

La reducida cantidad de memoria, ancho de banda limitado y el poco espacio de almacenamiento son las principales cualidades que limitan la implementación de GML para formato de transferencia en dispositivos móviles [cGML2.0,2004].

4.2 Descripción del formato de cGML

La estrategia que se siguió para la especificación del formato fue tomar las etiquetas de los documentos GML y hacer una representación de los mismos en alguna representación más corta.

La estructura del documento comienza con el elemento raíz que corresponde a la etiqueta <cGML> para indicar que el documento es de tipo cGML. Esta etiqueta que aunque no existe en los documentos de tipo GML se toma para identificarlo, además se agrega información sobre el tipo de versión que se está manejando. También es importante denotar en la parte superior que se está hablando de un documento de tipo XML y su versión de identificación. Aunque la idea del etiquetado corto es reducir la cantidad de información también es necesario incluir dichas cabeceras de identidad del documento además de la información general de la capa. Esto implica una cabecera de información general del documento que comprende el *bounding box*, el aumento y la referencia del documento [cGML2.0,2004]:

```
<HEAD>
  <REALBOX>
    <CDS> </CDS>
  </REALBOX>
  <VIEW> </VIEW>
  <STYLEREF> </STYLEREF>
</HEAD>
```

RealBox contiene las coordenadas del *bounding box* dadas como la etiqueta *coordinates* en GML para ahorrar espacio en la representación de las mismas. Posteriormente en *RealBox* se le incluye un nombre a la representación cartográfica en general; en las vistas se incluye el aumento con el que se representará inicialmente el mapa (mediante el uso del atributo *zoom*) y finalmente en *StyleRef* se agrega la referencia del documento.

Posteriormente se agrega la etiqueta de FeatureCollection, pero en su versión compacta corresponde a FtCl, en ella se agregan el resto de los elementos geométricos que componen la capa. FtCl contiene como atributos el nombre de la colección de geometrías.

Para cada elemento geométrico que es parte de la colección se agrega con la etiqueta Ft un id para identificar al elemento geométrico en la colección en particular.

También las etiquetas de los elementos geométricos se encuentran reducidas y corresponden a las siguientes especificaciones:

- Point:
Corresponde a la unidad mínima representable en un plano x,y.
- LnSt:
Contiene una serie de parejas de puntos interconectados y representados dentro de las etiquetas <cds> (*coordinates*).
- LnRn:
Corresponde también a una serie de parejas de puntos interconectados, pero a diferencia del LnSt es que el punto inicial es el punto final, también se encuentran representados dentro de las etiquetas <cds>.
- Plgn:

Los polígonos tienen la característica en particular de contener un conjunto de anillos, uno que se define como exterior <ex> y un conjunto de anillos internos que se definen como <in>. Siendo estrictos respecto a la definición de dichas características debería permitir sólo anillos internos que estuviesen contenidos dentro del anillo exterior, pero en algunos modelados se utilizan para representar estructuras de multipolígonos.

- Arc:

Un arco solamente contiene tres valores de referencia, un valor indicando la coordenada de su centro, un valor de inicio el inicio del arco en grados y el final del arco en grados. Las etiquetas del centro corresponde a <rd> y las etiquetas para el inicio del arco son <start> y <end>.

- MIGeo:

Representa un conjunto de múltiples geometrías.

- MIPoint:

Representa un conjunto de geometrías de tipo punto.

- MILnSt:

Representa un conjunto de geometrías de tipo línea (LnSt).

- MILnRn:

Representa un conjunto de geometrías de tipo anillo (LnRn).

- MIPlgn

Representa un conjunto de geometrías de tipo polígono (Plgn).

- MIArc:

Representa un conjunto de geometrías de tipo arco (Arc).

Ambas especificaciones se encuentran detalladas en tres esquemas que son propuestos por los creadores de los mismos:

- cGML Base XML Schema [cGML2.0,2004].
- cGML Feature XML Schema [cGML2.0,2004].
- cGML Geometry XML Schema [cGML2.0,2004].

4.3 Beneficios de cGML

cGML se ha posicionado como una opción que permite reducir la cantidad de recursos que son requeridos desde la transferencia de la información hasta el manejo de la misma dentro de los clientes. Además GML almacena los datos sin realizar ninguna transformación en los mismos [cGML2.0,2004].

La reducción de los documentos, con base a las pruebas realizadas por el laboratorio, indica que su reducción es aproximadamente del 60 % para el tiempo de transferencia y el tamaño del archivo, lamentablemente bajo pruebas locales se ha observado que este comportamiento depende del tipo de geometrías que están representadas en la capa y sobre todo si el tamaño del archivo es muy pequeño, en caso contrario la reducción es mínima [cGML2.0,2004].

Por otro lado, es posible estructurar el documento cGML de forma tal que el dispositivo no realice operaciones de punto flotante, pues la mayoría de los dispositivos móviles son incapaces de realizar operaciones con punto flotante. Mediante las definiciones como la vista o el aumento permiten que se estructure la información en el documento específicamente para el dispositivo que hizo la solicitud.

La especificación de cGML permite también utilizarlo como formato de intercambio entre *Web Features Services* entre aplicaciones, sobre todo por su reducción de tamaño y velocidad de transferencia [cGML2.0,2004].

4.4 Implementación del cGML

La implementación del cGML fue desarrollada utilizando solamente los elementos geométricos que fueron definidos en la capa de inserción y extracción de la capa de datos, que corresponden a líneas y polígonos.

A los documentos, como se solicita en la especificación, se les agregan los identificadores del *bouding box* y las referencias de vista, aumento y de estilo. La siguiente tabla resume la sustitución de cGML a GML.

Tabla 4.1 Comparativo GML-cGML

GML	cGML
Point	Point
LineString	LnSt
LinearRing	LnRn
Polygon	Plan
Arc	Arc
MultiGeometry	MIGeo
MultiPoint	MIPoint
MultiLineString	MILnSt
MultiLinearRing	MILnRn
MultiPolygon	MIPlgn
MultiArc	MIArc
Coordinates	Cds

4.5 Implementación del convertidor a cGML

El convertidor de archivos GML a cGML pretende ser una pieza más del rompecabezas para el desarrollo de una solución que va desde el modelado de los datos hasta la representación en dispositivos móviles.

Por tanto, el componente del convertidor utiliza los documentos basados en la especificación GML que se extraen de la base de datos y se convierten al formato de cGML, pero además es posible tomar cualquier otro documento GML que cumpla con los estándares dispuestos por el consorcio de OpenGIS y funcionará de la misma manera.

El convertidor además elimina referencias a varios *namespaces* con la finalidad principal de evitar exceso de información en documentos GML, pues se pretende adelgazar la cantidad de información que se adiciona al archivo GML.

Ejemplo de un documento cGML contra un documento en GML:

Documento en GML:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
<FeatureCollection xmlns="http://gdal.velocet.ca/ogr"
xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://gdal.velocet.ca/ogr calles.xsd">
  <gml:boundedBy>
    <gml:Box>
      <gml:coord>
        <gml:X>574880.3056227947</gml:X>
        <gml:Y>2106694.563364599</gml:Y>
      </gml:coord>
      <gml:coord>
        <gml:X>575361.8714501347</gml:X>
        <gml:Y>2107443.023717891</gml:Y>
      </gml:coord>
    </gml:Box>
  </gml:boundedBy>
  <gml:featureMember>
    <calles id="0">
      <gml:geometryProperty>
        <gml:LineString>
          <gml:coordinates>575361.871,2107280.833 575360.594,2107357.139
575359.317,2107382.362 575358.040,2107443.024 575342.396,2107443.024
575342.396,2107400.561 575341.438,2107369.910 575339.522,2107327.447
575336.010,2107279.237 575349.739,2107279.876
```

```
575361.871,2107280.833</gml:coordinates></gml:LineString></gml:geometry
Property><ID>0</ID><nombre_ca>recta a
cholula</nombre_ca><cap_calle>120</cap_calle></calles></gml:featureMemb
er><gml:featureMember><calles
id="1"><gml:geometryProperty><gml:LineString><gml:coordinates>574884.98
8,2106869.525 574880.306,2106859.308 574947.566,2106823.975
574978.216,2106808.650 575002.480,2106795.879 575027.171,2106784.385
575083.788,2106764.378 575139.129,2106744.796 575202.558,2106722.234
575283.014,2106694.563 575286.420,2106705.206 575208.943,2106732.450
575137.001,2106758.844 575053.564,2106788.217 575008.015,2106804.393
575002.480,2106809.927 574990.135,2106813.758 574957.782,2106831.212
574885.414,2106869.525</gml:coordinates>
      </gml:LineString>
    </gml:geometryProperty>
    <ID>1</ID>
    <nombre_ca>14 oriente</nombre_ca>
    <cap_calle>50</cap_calle>
  </calles>
</gml:featureMember>
</FeatureCollection>
```

Documento en cGML:

```
<?xml version="1.0"?>
<cGML version="2.0alpha">
  <Head>
    <RealBox srsName="attr">
      <cds>574880.3056227947,2106694.563364599
575361.8714501347,2107443.023717891</cds>
    </RealBox>
    <View zoom="1" />
    <StyleRef>http://www.carlosgarciaalvarado.com</StyleRef>
  </Head>
  <FtCl id="0">
    <Ft id="0">
      <LnSt>
        <cds>575361.871,2107280.833 575360.594,2107357.139
575359.317,2107382.362 575358.040,2107443.024 575342.396,2107443.024
575342.396,2107400.561 575341.438,2107369.910 575339.522,2107327.447
575336.010,2107279.237 575349.739,2107279.876
575361.871,2107280.833</cds>
      </LnSt>
    </Ft>
  <Ft id="1">
    <LnSt>
      <cds>574884.988,2106869.525 574880.306,2106859.308
574947.566,2106823.975 574978.216,2106808.650 575002.480,2106795.879
575027.171,2106784.385 575083.788,2106764.378 575139.129,2106744.796
575202.558,2106722.234 575283.014,2106694.563 575286.420,2106705.206
575208.943,2106732.450 575137.001,2106758.844 575053.564,2106788.217
575008.015,2106804.393 575002.480,2106809.927 574990.135,2106813.758
574957.782,2106831.212 574885.414,2106869.525</cds>
    </LnSt>
  </Ft>
</cGML>
```

```
</FtC1>  
</cGML>
```

Ambos documentos contienen la misma información geográfica pero cGML ocupa menor cantidad de espacio en la misma representación. El hablar una compresión de tamaño solamente por eliminar etiquetas tan largas presenta una ventaja de formato.

4.6 Convertidor de cGML a imágenes

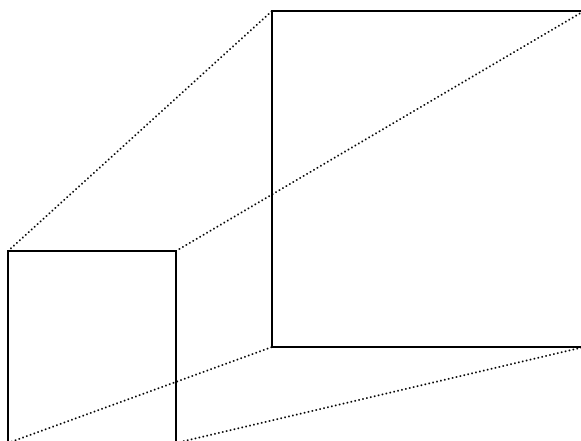
Debido a que la mayoría de los documentos escapan de las capacidades de los dispositivos móviles tanto en su procesamiento como en la transferencia fue necesario hacer una implementación donde se pudieran exportar pequeños archivos manejables por cualquier dispositivo móvil.

La solución fue permitir que las representaciones de los archivos en cGML fueran editables y pintables en una aplicación para después poder “fotografiarlos” y que los dispositivos móviles pudieran tomarlos y representarlos con un gasto reducido de recursos. Incluso su visualización no requeriría más que un visor de imágenes.

Dentro de las funcionalidades que permite la aplicación se permite acercar o alejar la imagen para revisar con mayor detalle algún área de la visualización, además de que también se permite un desplazamiento de la vista en la representación. También el área de la ventana de representación es editable por lo que es posible generar imágenes más grandes para dispositivos más grandes o para alguna mejor visualización de los datos geométricos. En particular se tiene que recordar que la imagen se escalará en los dispositivos clientes así que las vistas que se generen tienen que ajustarse lo mejor posible al dispositivo móvil. Además las representaciones que ahora se presentan sólo pueden ser exportadas a los formatos de BMP, JPG y GIF, debido a que la mayoría de los celulares pueden soportar alguno de los tres formatos anteriores. El formato estándar para los recientes celulares se ha convertido en PNG.

La aplicación toma el documento GML, y extrae su *bounding box* y lo escala al área seleccionada, así el resto de los elementos son proporcionados a la región que se configuró en el programa.

Bounding box del GML



Región de trabajo definida

Imagen 4.1 Escalamiento

Las funciones utilizadas para la transformación son las siguientes, donde nX y nY representarán las coordenadas iniciales transformadas y mX y mY las coordenadas finales transformadas, $coords$ es un vector con la información geográfica (tal y como se maneja en el cGML o GML), f es una instancia de la forma y contiene las dimensiones de la pantalla a proyectar, finalmente $zoom$ representa el aumento y $shiftH$ o V el desplazamiento sobre la imagen.

```
double nX = ((Convert.ToDouble( coords[(i*2)] ) - Xmin ) / f.Width) *  
(f.Width/Math.Abs(Xmax - Xmin) * f.Width)*zoom + shiftH;  
  
double nY = ((Ymax - Convert.ToDouble( coords[(i*2) + 1] ) ) /f.Height)  
* (f.Width/Math.Abs(Xmax - Xmin)* f.Width) *zoom + shiftV ;  
  
double mX = ((Convert.ToDouble( coords[(i*2) + 2] ) - Xmin) / f.Width)  
* (f.Width/Math.Abs(Xmax - Xmin)* f.Width)*zoom + shiftH ;  
  
double mY = ((Ymax - Convert.ToDouble( coords[(i*2) + 3] ) ) / f.Height)  
* (f.Width/Math.Abs(Xmax - Xmin)* f.Width) *zoom + shiftV ;
```

También es posible navegar en el área de visualización hacia la región que se deseé realizando acercamientos y desplazamientos a norte, sur, este u oeste, es decir, movimientos en 2D.

La siguiente imagen es un ejemplo de las regiones climáticas del mundo con desplazamientos y acercamientos (la imagen fue almacenada en formato PNG).



Imagen 4.2 Mapa mundial (PNG)