

GML과 SVG에 기반한 전자해도 시스템의 설계 및 구현

감승철[○] 이성대 곽용원 박휴찬
한국해양대학교 컴퓨터공학과

kamsuc@ohsunghq.co.krO omega@hhu.ac.kr k2joe@hanmail.net hcpark@hhu.ac.kr

Design and Implementation of Electronic Navigational Chart System Based on GML and SVG

Seungchul Kam[○] Seongdae Lee Yongwon Kwak Hyuchan Park
Dept. of Computer Engineering, Korea Maritime University, Korea

요 약

최근 네트워크의 발달과 인터넷의 보편화에 따라 지리정보는 많은 분야에서 활용되고 있으며, 그 범위가 해양으로까지 넓혀지고 있다. 하지만 전자해도 등의 해양 지리정보는 선박의 항해와 같은 특수한 목적으로만 사용되어져 왔고 전용의 표시시스템을 사용해야만 하기 때문에 범용적이지 못하다는 단점을 가지고 있다.

또한 기존의 지리정보시스템들은 각각 독자적인 포맷으로 데이터를 표현하고 관리해왔기 때문에 시스템 상호간의 호환성이 떨어지고 데이터의 교환이 용이하지 않았다. 이를 극복하기 위하여 OGC에서는 지리정보를 효과적으로 표현할 수 있는 XML 기반의 GML 표준을 발표하였고, W3C에서는 벡터 그래픽의 표준인 SVG를 제안하였다.

이에 본 논문에서는 선박의 항해에만 제한적으로 사용되던 전자해도를 다양하게 활용하고 비전문가도 이용할 수 있도록 GML과 SVG에 기반한 전자해도 관리시스템을 개발하였다. 즉, GML로 표현된 전자해도를 데이터베이스화하고 사용자의 질의에 부합하는 전자해도를 검색하여 이를 SVG로 변환하여 웹 브라우저를 통하여 서비스를 제공할 수 있는 시스템을 설계하고 구현하였다.

1. 서 론

지리정보의 효율적인 관리를 위한 지리정보시스템(GIS: Geographic Information System)은 다양한 방법을 통하여 서비스되어 지고 있다. 하지만 다양한 형태의 지리정보 데이터는 표준화되지 못했고, 이를 표현하는 방법 또한 독자적인 그래픽 저작 도구에 의존하고 있다. 이에 따라 지리정보시스템 간에 공유할 수 있는 표준화된 지리 데이터와 특정 장치의 호환성에 구애받지 않고 정교한 그래픽을 구현할 수 있는 그래픽 표준이 필요하게 되었다.

이 요구사항을 만족시키기 위해 OGC(OpenGIS Consortium)는 표준화된 지리 정보 표현을 위한 GML(Geography Markup Language)을 제안하였고, W3C(World Wide Web Consortium)는 그래픽에 대한 논리적인 구조를 기술하고 비트맵의 단점을 극복할 대안으로 벡터 기반의 SVG(Scalable Vector Graphics)를 제안하였다.

본 논문에서는 GML로 표현된 전자해도 데이터를 XSLT(eXtensible Stylesheet Language Transformations)를 이용하여 SVG 문서로 변환한 후 이를 웹 브라우저를 통해 서비스할 수 있는 시스템을 설계 및 구현한다.

2. 관련연구

2.1 S-57

S-57은 전자해도 등 해양 데이터의 표현 및 교환을 위한 표준으로서 국제수로기구(IHO: International Hydrographic Organization)가 2000년 11월에 버전 3.1을 공표하였다. S-57은 지도상의 등대, 항구 등과 같은 특징(Feature) 객체 및 위치 표현을 위한 공간(Spatial) 객체로 구성되며, 각 객체는 객체식별자(Identifier)와 에트리뷰트(Attribute)로 구성된다[1].

S-57은 기본적으로 2진(Binary) 형식으로 표현되기 때문에, 사용하는 목적에 따라 적절한 형태의 포맷으로 변환하여야 한다. 본 논문에서는 S-57 데이터를 GML 문서로 변환한 후 데이터베이스에 저장하는 방식을 채택하였다.

2.2 GML

GML은 웹 환경에서 지리공간 정보의 저장 및 전송을 위해 데이터를 구조화된 문서인 XML로 표현하기 위한 것이다. OGC에서는 2001년에 XML 스키마에 기반을 둔 GML 2.0을 제시하였으며, 2003년에 26개의 기본 스키마를 가진 GML 3.0을 채택하였다[2]. GML에서 지리정보는 공간 속성과 비공간 속성으로 표현된다.

GML 3.0 스키마는 기본 스키마인 피쳐(Feature) 스키마,ジオ메트리(Geometry) 스키마, gmlBase 스키마로 구성된다. gmlBase 스키마는 공간 데이터 모델을 표현하기 위한 스키마이다. 그리고 gmlBase 스키마는 GML에서 사용할 추상 데이터 타입들을 정의하고 있는 스키마로서 대부분의 GML 3.0 스키마가 gmlBase 스키마로부터 상속받아 생성된다.

2.3 SVG

SVG는 XML을 기반으로 한 그래픽 표준 언어로서 2차원 그래픽을 표현하기 위해 W3C(World Wide Web Consortium)에 의해 2003년 1월에 권고안이 발표되었다[3]. SVG는 벡터 그래픽 형태, 이미지, 텍스트의 3가지 그래픽 객체 타입을 가지며, 각 그래픽 객체들은 이미 표현된 객체를 그룹화하고, 스타일을 적용할 수 있으며, 변형 또는 합성할 수 있다. 또한 XML의 장점을 모두 수용하며, SMIL(Synchronized Multimedia

Integration Language), GML 등 다른 XML 기반 언어들과 결합시켜 다양한 웹 어플리케이션으로 응용할 수 있다.

2.4 XSLT

XSLT는 XML 문서를 프로세싱하여 HTML, 텍스트 또는 SVG와 같은 다른 포맷의 문서로 변환하기 위한 언어로 W3C에 의해 2005년 4월 2.0이 제안된 상태이다[4].

XSLT는 스타일시트에 XML 문서에 적용할 명령들을 선언하고, 선언된 명령들에 따라 결과 문서의 구조와 스타일링(Styling)이 결정되게 된다.

3. 시스템 설계

그림 1은 본 논문에서 제안하는 시스템의 구성도이다. 본 논문에서는 시스템 구현시 데이터베이스 서버로 MS SQL 서버를 사용하였고, 웹 서버로는 MS Windows 2000 Server를 사용하였다. 사용자 인터페이스는 MS Visual Studio .NET의 웹 폼(Web Form)을 사용하여 작성되었다.

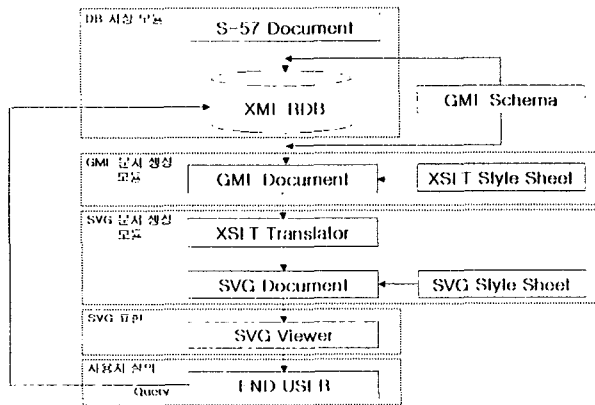


그림 1. 시스템 구성도

3.1 S-57 문서의 데이터베이스 저장 모듈

전자해도를 위한 데이터 표준인 S-57은 객체 클래스(Object Class)들의 집합으로 구성된다. 객체 클래스는 지도상의 등대, 항구 등과 같은 지리적 특징(Feature) 객체와 위치 표현의 공간(Spatial) 객체, 객체 식별자(Identifier)와 에트리뷰트(Attribute)로 구성된다[6]. 이진(Binary) 코드로 표현된 S-57 전자해도 데이터는 텍스트로 변환된 후 객체 클래스 단위로 분할한다. 생성된 텍스트를 GML 스키마 구조에 맞게 변환한 후 XML 파서를 통해 데이터베이스에 저장한다. 데이터베이스는 엘리먼트 단위로 저장하고 구조 및 내용 정보를 참조하여 사용자 질의를 처리할 수 있다.

3.2 사용자 질의 처리

사용자 질의는 웹 서버와 데이터베이스 서버, 클라이언트 간의 동작으로 이루어진다. 사용자는 웹을 통해 전자해도 데이터의 엘리먼트와 내용에 기준해서 구조 기반 검색과 내용 기반 검색을 웹 서버에 지시한다[7]. 웹 서버는 사용자 질의를 데이터베이스 서버에 SQL(Structured Query Language) 형태로 전달한 후 결과 집합을 돌려받게 된다.

3.3 GML 문서 생성 모듈

반환된 결과는 GML의 지오메트리(Geometry) 스키마와 피쳐(Feture) 스키마를 기반으로 한 응용(Application) 스키마를 만

축하는 GML 문서로 생성한다. 생성된 GML 문서에서 점(Point)은 위도와 경도 좌표를 가지는 위치 정보이며, 선(Line)은 점과 점의 연결, 면(Area)은 연속된 점들의 연결로 구성된 다각형(Polygon)으로 표현된다.

3.4 SVG 문서 생성 모듈

GML 문서를 SVG 문서로 변환하기 위해서는 GML 문서의 지오메트리 엘리먼트를 SVG의 그래픽 엘리먼트로 변환하기 위한 스타일시트와 GML 문서의 구조적인 변환을 위한 스타일시트, 그리고 SVG 문서의 스타일링을 위한 CSS(Cascading Style Sheet)로 구성된다. CSS 파일은 S-57 데이터의 표시 정보를 따른다.

XSLT 변환기는 GML 문서의 엘리먼트와 스타일시트에 정의된 변환 규칙(Rule)을 패턴매칭(Pattern Matching)함으로써 SVG 문서를 생성한다. 생성된 SVG 문서는 CSS 파일을 임포트(Import)함으로써 스타일링을 적용받는다.

3.5 SVG 표현 모듈

변환된 SVG 문서는 어도비(Adobe)사의 플러그인을 통해 사용자에게 보여진다. 현재 버전 3.0.2인 SVG 뷰어(Viewer)는 윈도우와 매킨토시 플랫폼에서 플러그인을 제공하며, 대부분의 웹 브라우저를 지원한다.

4. 시스템에서의 처리과정

4.1 질의 처리

사용자는 웹 브라우저를 통해 서버에 검색을 요청할 수 있다. 구조 기반 검색, 내용 기반 검색 그리고 두 가지 검색 방식의 혼합인 구조+내용 기반 검색을 지원한다. 다음은 구조+내용 기반 검색의 질의 예를 보여주고 있다.

```

// 'object'의 자식노드로 'name'을 포함하고 그 값이
// 'lighthouse'인 object의 ID를 검색
SELECT Object_ID
FROM GML_Content
WHERE PathExp LIKE '%Object/Name%' AND
      Name = 'Lighthouse'
    
```

4.2 검색결과와 GML 표현

데이터베이스에 저장된 전자해도 정보는 사용자 쿼리에 의해 GML 3.0 코어(Core) 스키마와 응용 스키마를 따르는 GML 인스턴스(Instance) 문서로 표현된다.

그림 2는 작성된 GML 문서의 일부로서 오브젝트 L130_998, L130_999의 위치 정보는 선으로, 오브젝트 P110_1은 점으로 표현된 예를 보여주고 있다.

```

- <gml:element>
- <gml:LineString gml:id="L130_998">
  <gml:pos>-32.503317 60.921072</gml:pos>
  <gml:pos>-32.503853 60.921585</gml:pos>
</gml:LineString>
</gml:element>
- <gml:element>
- <gml:LineString gml:id="L130_999">
  <gml:pos>-32.491003 60.965671</gml:pos>
  <gml:pos>-32.458721 60.978051</gml:pos>
  <gml:pos>-32.457873 60.978215</gml:pos>
  <gml:pos>-32.456889 60.978214</gml:pos>
  <gml:pos>-32.456799 60.978103</gml:pos>
</gml:LineString>
</gml:element>
- <gml:element>
- <gml:Point gml:id="P110_1">
  <gml:pos>-32.394265 60.942314</gml:pos>
</gml:Point>
</gml:element>
    
```

그림 2. GML 인스턴스 문서

4.3 XSLT를 이용한 SVG 문서로의 변환

XSLT는 XSL에 정의된 규칙과 대상 GML 문서의 엘리먼트를 매칭시켜 SVG 문서를 생성한다. 대표적으로 GML의 엘리먼트가 SVG의 엘리먼트로 변환될 때 'Box' 엘리먼트는 'rect' 엘리먼트로, 'LineString'이나 'Polygon' 엘리먼트는 'path' 엘리먼트로 변환된다.

그림 3은 GML 문서의 지오메트리 정보를 SVG 문서의 그래픽 엘리먼트로 변환하기 위한 스타일시트의 일부이고 그림 4는 GML의 구조적인 정보를 SVG 문서로 변환하기 위한 스타일시트의 일부를 보여주고 있다.

```

- <xsl:template match="gml:LineString">
  <xsl:param name="ID" />
  <xsl:element name="polyline">
    <xsl:attribute name="id">
      <xsl:value-of select="$ID" />
    </xsl:attribute>
    <xsl:attribute name="points">
      <xsl:value-of select="normalize-space(gml:coordinates)" />
    </xsl:attribute>
  </xsl:element>
</xsl:template>

```

그림 3. 지오메트리 스타일시트 문서

```

- <xsl:element name="svg">
  <xsl:apply-templates select="//gml:boundedBy" />
  <xsl:element name="g">
    <xsl:attribute name="id">Pusan</xsl:attribute>
    <xsl:attribute name="class">Lighthouse</xsl:attribute>
    <xsl:for-each select="//*[name()='Pusan']">
      <xsl:apply-templates select="//gml:LineString">
        <xsl:with-param name="ID">
          <xsl:value-of select="/*[name()='FID']" />
        </xsl:with-param>
      </xsl:apply-templates>
    </xsl:for-each>
    <xsl:apply-templates select="//gml:Polygon">
      <xsl:with-param name="ID">
        <xsl:value-of select="/*[name()='FID']" />
      </xsl:with-param>
    </xsl:apply-templates>
  </xsl:element>
</xsl:element>

```

그림 4. 구조변환 스타일시트 문서

4.4 SVG 문서의 웹 브라우저

SVG 문서로 변환된 검색 결과는 어도비 플래그인을 통해 웹 브라우저에 표시된다.

그림 5는 인터넷 익스플로러에 표현된 전자해도를 보여주었고 있다. 구성된 사용자 인터페이스는 SVG 뷰어(Viewer)를 통해 그래픽의 확대, 축소, 검색의 기능을 제공하며 GML 오브젝트에 대한 상세 정보를 확인할 수 있다.

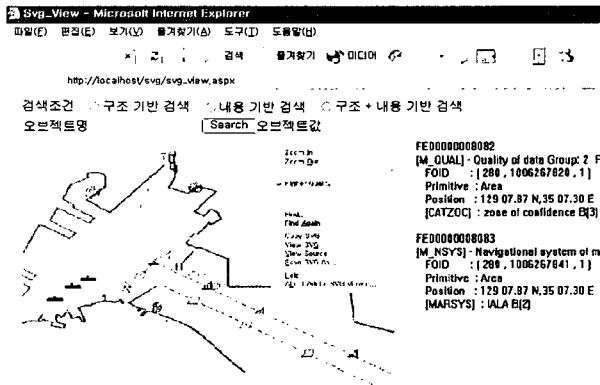


그림 5. SVG 문서의 웹 브라우징

5. 결론 및 향후과제

인터넷의 발전으로 지리정보의 공유가 가능해짐에 따라 웹을 통한 서비스가 용이하도록 표준화된 시스템의 개발이 요구되고 있다. 이러한 요구에 따라 본 논문에서는 S-57, GML, SVG 등 3가지 표준을 따르는 전자해도 시스템을 설계하고 구현하였다.

S-57 표준을 따르는 전자해도 데이터를 데이터베이스로 구축하여 전자해도의 효과적인 관리와 검색이 용이하도록 하였다. 검색된 전자해도 정보는 지리정보를 구조적으로 표현할 수 있는 표준인 GML로 재구성함으로써 다른 지리정보시스템과의 정보 교환을 용이하도록 하였다. 또한 재구성된 GML 문서를 XSLT를 이용하여 벡터 기반의 그래픽 표준인 SVG로 변환하였다. 이렇게 변환된 SVG는 기존의 레스터(Raster) 그래픽이 가지는 단점을 극복할 수 있고 웹에서 브라우징이 가능하도록 하였다.

향후에는 보다 빠른 검색 방법과 개선된 사용자 인터페이스를 제공할 수 있도록 연구하고, 전자해도 데이터의 갱신에 따른 데이터베이스의 수정과 다른 지리정보시스템과의 연계방안 이 연구될 필요가 있다.

참고문헌

- [1] IHO, IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data Version 3.1, <http://www.iho.shom.fr>, Nov. 2000
- [2] OpenGIS, Geography Markup Language (GML) Version 3.0, <http://www.opengeospatial.org>, Jan. 2003
- [3] W3C, Scalable Vector Graphics (SVG) Version 1.1, <http://www.w3.org/TR/SVG11>, Jan. 2003
- [4] W3C, XSL Transformations (XSLT) Version 2.0, <http://www.w3.org/TR/xslt20>, Apr. 2005
- [5] W.T.M.S.B.Tennakoon, Visualization of GML data using XSLT, International Institute for Geoinformation Science and Earth Observation, Feb. 2004
- [6] 이성대, 강형석, 박휴찬 "전자해도용 XML 스키마의 정의 및 변환", 한국해양정보통신학회논문지, 제8권, 제1호, pp.200-212, 2004.
- [7] 이성대, 곽용원, 박휴찬 "객체관계형 데이터베이스에 기반한 XML문서 저장 및 검색 시스템의 설계 및 구현", 한국해양정보통신학회논문지, 제7권, 제2호, pp.183-193, 2003
- [8] 한국전산원, "지리공간 정보 인코딩(Encoding) 표준 개발에 관한 연구", Nov. 2002