

웹환경에서 LoD와 좌표변형에 의한 지도일반화

김 남 신*

Generalization by LoD and Coordinate Transformation in On-the-demand Web Mapping

Kim, Nam Shin*

요약 : 지도일반화는 간결한 지도 표현과 지리적 의미의 효과적 전달을 목적으로 하는 지도제작 방법이다. 컴퓨터 지도학의 발달로 인하여 새로운 알고리즘들이 디지털 환경에서 적용할 수 있도록 연구되어 왔다. 본 연구는 인터넷 환경에서 좌표변형과 Lod(level of detail)기법에 의한 일반화를 적용하여 다축척지도의 활용 가능성을 검토하고자 하였다. WebGIS에 있어서 좌표변형 방법은 데이터 용량을 감소시켜 공간정보의 전송속도를 향상시키기 위해 적용할 수 있는 방법이다. Lod 기법은 사용자의 줌레벨에 따라 공간정보를 선택하여 웹지도를 제작하는 방법이다. 연구의 진행은 등고선, 하계망, 지명, 행정구역, 산정, 행정관청에 대한 레이어를 구축하여, 선과 면상에 대해 줌레벨에 따라 XML 기반의 SVG를 이용하여 일반화를 적용하였다. 적용결과, 모니터 해상도 1024*768를 기준으로 지리좌표계로 작성된 SVG 문서는 9.76Mb, 좌표변형 문서는 4.08Mb로 41% 감소하였다. 지리정보 해상도를 결정하는 LoD에 따른 렌더링 일반화는 줌레벨 1, 2, 3단계 별로 실시하였다. 1단계에서는 주요 지명 및 행정관청, 고차수 하계망, 산정 등 소축척 지도에 표현되는 요소들이 나타낼 수 있도록 하였다. 고차 레벨로 갈수록 지도요소의 수와 양은 많아진다. 본 연구결과는 인터넷환경에서 다량의 공간정보와 속성정보 전송에 필요한 WebGIS의 자료전송효과 및 다축척의 지도학적 표현에 기여할 것으로 본다. 또한, 공간데이터베이스 및 전송환경에서 일반화를 위한 알고리즘 개발에 보다 많은 연구가 있어야 할 것으로 판단된다.

주요어 : 지도일반화, LoD, 좌표변형, 다축척지도, 줌레벨, 웹지도, SVG

Abstract : The purpose of map generalization is a method of map making to transmit the concise cartographic representation and geographic meaning. New generalization algorithm has been developed to be applied in the digital environments by the development of computer cartography. This study aims to look into possibilities of the multiscale mapping by generalization in application with the coordinate transformation and LoD(level of detail) in the web cartography. A method of the coordinate transformation is to improve a transmission of spatial data. Lod is a method which is making web map with selection spatial data by zoom level of users. Layers for test constructed contour line, stream network, the name of a place, a summit of mountain, and administrative office. The generalization was applied to zoom levels by scale for the linear and polygonal features using XML-Based scalable vector graphics(SVG). Resultantly, storage capacity of data was minimized 41% from 9.76mb to 4.08mb in SVG. Generalization of LoD was applied to map elements by stages of the zoom level. In the first stages of zoom level, the main name of places and administrative office, higher order of stream channels, main summit of mountain was represented, and become increase numbers of map elements in the higher levels. Results of this study can help to improve esthetic map and data minimization in web cartography, and also need to make an efforts to research an algorithm on the map generalization over the web.

Key Words : map generalization, level of detail, coordinate transformation, multiscale map, zoom level, Web cartography, SVG

* 경북대학교 사범대학 지리교육과 강사(Lecturer, Dept. of Geography Education, Teachers College, Kyungpook National University)(kns9027@dreamwiz.com)

1. 서론

1) 문제제기 및 연구목적

지도일반화는 지도요소에 대한 선택과 제거, 변형, 강조, 과장 등의 원리를 적용하여, 지도의 간결성과 공간적인 법칙성 및 질서를 효과적으로 전달하기 위한 방법이다. 지도요소 일반화의 역사는 지도학의 역사만큼이나 오래되어 지도제작을 위한 수 많은 원리들이 개발되고 연구되어 왔다. 그동안 연구된 일반화 원리들은 아날로그(매뉴얼) 및 디지털(GIS) 지도제작 환경에 적합하다.

오늘날 지도 제작과 활용은 인터넷(WebGIS)으로 패러다임이 변화되고 있다. WebGIS에서는 그동안 연구된 일반화의 원리를 직접적으로 적용하기 힘들다. 이는 인터넷 환경이 서버와 클라이언트 및 이를 운영하기 위한 정교한 기술들이 요구되기 때문이다. 따라서 WebGIS에서 지도일반화는 기존의 원리와 연구방법들을 변형하여 응용하거나 새롭게 개발된 원리를 적용해야 가능하다.

인터넷 환경에서 지도의 활용은 지리정보검색, 공간분석, 사용자 지도제작(WebGIS 2.0), 모바일 등으로 나눌 수 있다. 웹지도의 활용은 웹기술의 발전과 더불어 빠른 진화를 하고 있다. 하지만 인터넷 지도는 사용자 환경 즉, 화면크기, 전송속도, 그래픽 해상도 등에 따라 지도의 질에 영향을 미칠 수 있다.

지도의 그래픽적인 측면에서 보면, 사용자들이 인터넷에서 지도를 검색할 때 일반적으로 해상도가 낮을 경우 화면확대를 통해 원하는 지리정보를 찾는다. 하지만 이러한 화면 확대는 정보의 세밀화는 가져오지만 주변 지리정보를 알 수 없어, 또 다시 축소하여 검색하는 경우가 발생한다. 이는 또한 화면의 크기에 따라 지도의 정보가 달라져야 하는데, 이는 사용자 컴퓨터의 화면크기나 확대, 축소에 따라 지리정보의 LoD(Level Of Detail) 수준이 적절히 이루어지지 못하기 때문이다. Lod는 인터넷에서 그래픽 렌더링 효과를 이용하여 사용자의 화면 확대·축소에 따라 표현되는 정보의 양, 크기 및 질을 결정하는 방법이다. 웹지도에서 이 원리를 적용하여 일반화를 실시하면 화면의 크기 즉, 축적에 따른 지도화가 가능하다.

인터넷에서 지리정보는 웹문서를 통한 직접 전달, 데이터베이스에 저장된 공간정보를 선택적으로 전달하는 방식으로 나누어진다. 어느 방식이든 지리정보는 사용자 환경에서 선택되는 만큼의 정보가 전송되어 전달되게 되어 있다. 이때 고려되어야 할 것은 전송되는 데이터의 크기이다. 전송데이터의 크기는 공간정보, 속성정보, 좌표체계 및 사용자 화면의 크기에 따라 달라져야 한다. 지도에 일반화를 적용하면 전송데이터의 양을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 효과적인 지도를 제작할 수 있다. 또한 공간정보량의 축소는 일반화를 통해서도 가능하지만 공간정보가 갖고 있는 좌표체계의 단위에 의해서 영향을 받을 수 있다. 이는 좌표체계를 갖고 있는 경위도값의 자리수에 따라 지도의 용량이 다르기 때문이다. 따라서 좌표단위 변형을 통한 데이터 축소는 일반화를 적용한 웹지도의 전송에 효율성을 높일 수 있다.

이러한 측면을 고려하여 일반화를 적용하면 지도학적으로 웹지도에 대한 지리정보의 전달과 활용도를 높일 수 있을 것으로 기대한다. 본 연구는 공간정보에 대한 좌표변형과 Lod 기법을 적용한 일반화를 적용하여 웹에서의 다축척 지도의 활용 가능성을 검토하고자 하였다.

2) 선행연구

일반화에 대한 연구 경향은 4시기로 나눌 수 있다. 60~70년대에는 선형데이터의 단순화를 위한 알고리즘의 개발, 70~80년대에는 알고리즘의 효율성과 평가에 관한 연구, 90년대 이후에는 모델링에 기초한 규칙기반 일반화 연구들이 진행되어 왔다(Visvalingam, 1999; Lee, 1997; Cheng, 2001). 이 중에서 가장 많이 진행된 분야는 선형사상에 대한 알고리즘 연구이며(김감래 등, 1992; 김두일·김종석, 1998; 황철수, 1993; 1999).

90년대 이후에는 알고리즘과 모델지향 일반화를 통합하려는 연구가 진행되고 있다(Visvalingam, 1999). 그리고 2000년대 이후 웹환경에서 데이터 전송의 효율성과 지도표현을 위한 연구로 나눌 수 있다.

선형사상 일반화는 주로 단순화(simplification)가 연구되어 왔다(Christensen, 1999; Mackechnie and Mackaness, 1997; Saalfeld, 1999). 이러한 연

구경향은 선형요소가 지도에서 가장 많은 정보량을 차지하고, 점이나 면요소 보다는 알고리즘 적용이 용이하기 때문이다.

알고리즘은 선데이타의 자료점(vertex)을 제거, 추가, 이동 등의 일반화 연산자를 사상에 적용하여 형태를 변형시키는 방법이다(Töpfer and Pillewizer, 1966; Dutton, 1999). 선자료의 일반화는 일반적으로 임계치(tolerance)에 따라 자료점을 변형시키는데, 자료점의 삭제를 통한 단순화(simplification)와 삭제와 자료점 추가를 병행하는 완만화(smoothing) 방법으로 나눌 수 있다.

일반화 적용은 선데이타의 기하학적 특징과 형태를 고려하여, 선데이타의 두 자료점(vertex)을 기선(baseline)으로 연결해 사용자가 지정하는 임계치 또는 탐색영역(search corridor)에 따라, 임계치 내에 있는 자료점들을 제거하는 방법이다(Lang, 1969; Douglas-Peucker, 1973; Opheim, 1982; Jenks, 1989; Harrie, 1999).

이러한 논리는 WebGIS 환경에 직접적으로 적용하기에는 제한이 따른다. 이는 기존의 알고리즘이 로컬 컴퓨팅환경에 적용될 수 있도록 논리와 처리 방법이 개발되었기 때문이다. 인터넷의 컴퓨팅 환경은 Java, C#, SVG와 같은 언어체제로 제작을 해야 하며, 알고리즘 역시 그에 적합한 환경으로 바꾸어야 하기 때문이다. 따라서 현재까지 웹 지도 일반화에 대한 연구는 초기의 시험적인 연구이며, 기존의 알고리즘을 직접적으로 변형하거나 응용하여 적용하는 연구는 거의 없는 실정이다(Cheng-Lien and Fan Chi-Farn, 2007). 또한 선행 알고리즘들이 직접 적용에 제한이 따르는 이유는 WebGIS 서버시스템이 공간데이터베이스, 웹문서, 그리고 사용자 익스플로러의 크기 3가지를 고려하여 일반화를 적용해야 하기 때문이다(Eveline, et al., 2005). 일부 제한적으로 진행되는 웹 지도 일반화는 사용자 환경의 화면 줌(zooming)에 렌더링에 의한 지리정보의 표현이 일반적이다(Cecconi and Galanda, 2002; Chang, et al., 2004).

3) 연구내용 및 방법

WebGIS는 <그림 1>과 같이 구성된다. 그림과 같이 공간정보가 유저에게까지 전달되는 과정에서 일반화 적용 가능한 부분은 사용자 질의(SQL)에 대해 웹데이터베이스와 웹문서의 두 부분에서 가능하다. 여기서 자료전송 방식은 공간정보의 손실 여부에 따라 비손실자료전송(lossless data)과 손실 자료전송(loss data)으로 나눌 수 있다.

웹데이터베이스 방식은 일반화를 공간정보에 적용하여 선택적으로 자료를 전송하기 때문에 손실 자료전송으로 분류할 수 있다. 이러한 방법으로 전송된 공간데이터는 원래의 지리정보로 복구될 수 없다. 반면에 웹문서 방식은 일반화의 정도에 따라 공간정보를 저장하여 질의 수준(LoD)에 따라 해당되는 지도정보가 전송되는 비손실자료전송(lossless data) 방식으로 분류할 수 있다.

일반화에 있어 손실자료 방식에 의한 연구는 공간데이터베이스를 효과적으로 제어할 수 있는 웹 알고리즘 개발이 아직은 활발하지 못한 편이다. 반면에 비손실자료 방식의 웹문서 전송을 통한 연구들은 비교적 활발한 편이다. 웹문서를 이용한 연구는 XML(extensible markup language)과 GML(geography markup language) 기반의 SVG(scalable vector graphics), 자바, C# 등의 언어와 그래픽 전송방식을 이용한 일반화 연구가 진행되고 있다. 하지만 자바나, C# 과 같은 언어는 개발에 전산관련 전문성이 요구되기 때문에 연구 수준에서는 이용에 제한이 따른다. 반면에 SVG는 지도학적이고 지리좌표체계를 그래픽에 채택할 수 있을 뿐만 아니라 구조가 단순하여 웹도학 분야에 적극적으로 활용되고 있다.

일반화는 로컬환경에서의 적용 알고리즘과 달리, 웹환경에서는 전송의 효율성을 고려해야 한다. 본 연구에서는 웹 지도에서 좌표변형을 통한 공간정보 용량 축소와 사용자의 화면 줌레벨(LoD)에 따라 일반화를 실시하여 웹용 다축척 지도를 제작하고

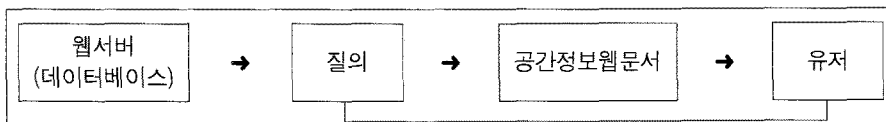


그림 1. WebGIS의 구성

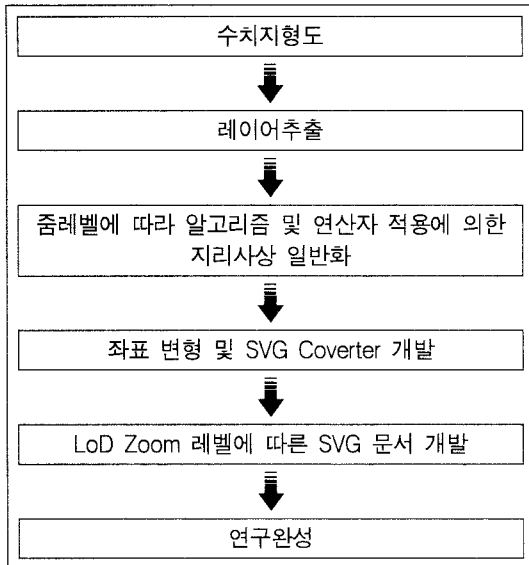


그림 2. 연구 내용 및 방법

자 하였다. 이에 대한 연구 내용과 흐름은 <그림 2>

와 같다.

적용지역은 울릉도 1:5,000 축척 22도엽을 사용하였다. 지도요소는 등고선, 하계망, 지명, 건물, 행정구역, 행정소재지, 산정위치 등을 추출하여 레이어를 제작하였다.

추출된 레이어는 줌의 수준에 따라 일반화 알고리즘과 연산자를 적용하였다(그림 3). 선형사상인 등고선은 축척에 따른 고도간격 선택을 적용한 후, Simoo 알고리즘을 적용하여 자료점의 수와 곡률을 낮추는 선일반화를 적용하였다. 추출된 하계망은 티센다가형망 원리에 따른 중심선을 추출하고 단선 축약을 거쳐, AML(arc macro language)을 이용하여 Strahler 하천차수 기입법에 따른 속성정보를 생성하여 일반화를 실시하였다(김남신, 2003), 행정구역은 Simoo 알고리즘을 적용하여 단순화와 완만화를 진행하였다(김남신 2003). 건물, 지명, 행정 소재지, 산정 등의 점자료는 축척별 사상의 수를 결정하는 Töpfer와 Pillewizer(1966) 제공근법에

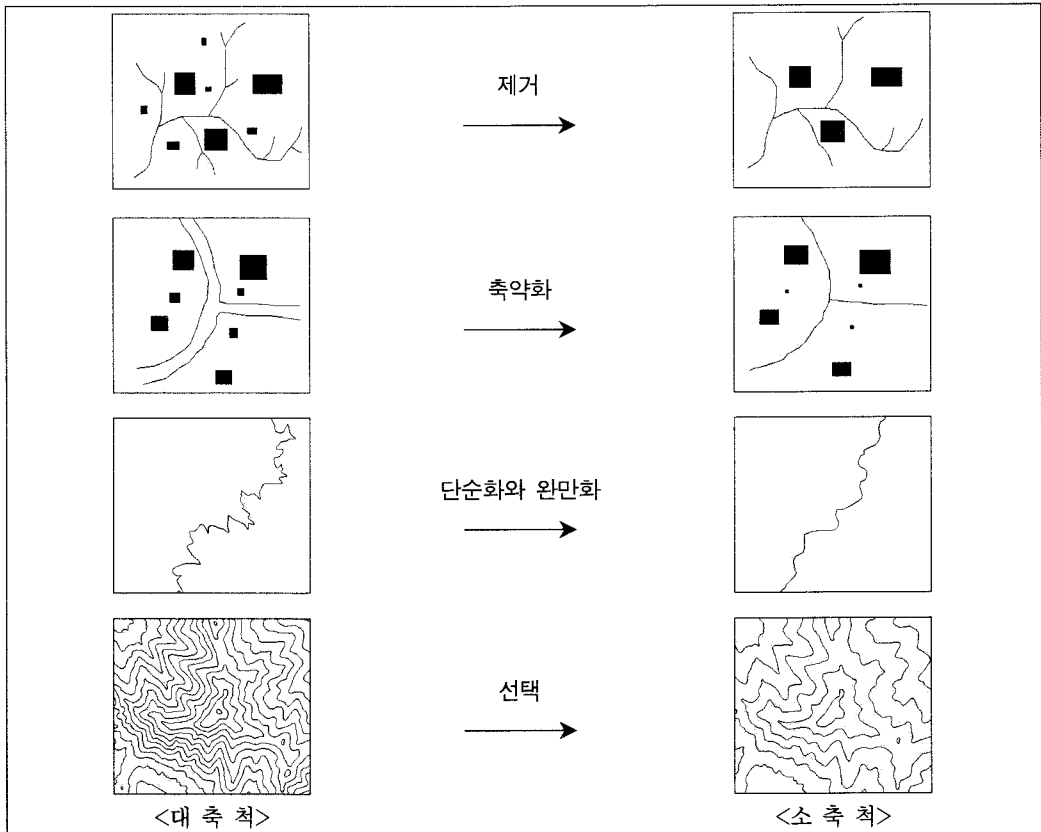


그림 3. 일반화의 유형과 연산자

따라 제거하되 지리적 중요도를 고려하여 적용하였다.

$$N_f = N_a \sqrt{\frac{M_a}{M_f}}$$

- Nf: 소축적지도의 사상의 수
- Na: 대축적 지도의 사상의 수
- Mf: 대축적지도의 축척
- Ma: 소축적지도의 축척

데이터 용량 감소를 위한 좌표변형은 익스플로러의 줌환경에 따라 일반화가 적용될 수 있도록 svg 문서 converter를 개발하였다.

2. 웹지도 일반화의 적용

1) 좌표변형에 의한 전송속도 향상

좌표변형은 공간 좌표단위의 자릿수를 작게 변형시켜 데이터 용량의 감소를 통한 웹환경에서 전송속도 향상을 목적으로 적용하였다. 인터넷 환경에서는 전송되는 공간정보는 문서, 사진, 이미지 등과 비교하여 용량이 크기 때문에 전송 효율성이 떨어진다. 따라서 좌표단위 변형을 통한 문서용량의 감소는 일반화를 통한 웹지도 제작에 효과적인 방법이 될 수 있다.

예를 들어 선요소에 대한 svg 형식 좌표변형에

의한 데이터 크기를 비교하면 <표 1>과 같다. 파일 a.svg는 우리나라의 횡측메르카토르 투영체계에 의한 좌표값 6~12자리를 갖는 선형요소에 대한 svg 문서양식이다. 그러나 투영체계에 의한 좌표를 변형하여 3자리수로 변형시키면(b.svg) 용량이 감소하게 된다.

SVG에서 좌표변형은 SVG의 viewport 문법체계를 이용하면 변형이 가능하다. SVG의 좌표체계는 실좌표체계를 Viewport를 통해 화면 표현단위인 viewBox로 전환할 수 있기 때문에 지리정보 좌표를 문서로 표현이 가능하게 한다.

```
<svg id="cont1" width="60" height="60" viewBox="0 0 1024 768">
```

좌표변형은 사용자화면의 크기가 1024 * 768이라고 가정하면 지도의 최대크기는 화면의 <View Box 0 0 1024 768">인데, 지도레이어에서 외곽경계의 X최소·최대값, Y최소·최대값을 각각 Xmin, Xmax, Ymin, Ymax이라하고 임의의 투영좌표값이 Point (x1, y1)라하면 새로운 변형좌표는 다음과 같은 과정을 통해서 계산할 수 있다(그림 4, 5).

울릉도의 횡측메르카토르 좌표체계는 8~12개의 자리수를 갖는데 전환하면 전혀 다른 3자리 정수 좌표체계로 바뀌게 된다. 예를 들면 다음 SVG 문서의 좌표점 M188685.8125 450278.40625는 M859

표 1. 좌표변형에 의한 파일용량의 차이

파일용량	SVG 선요소 문서
706바이트 파일 a.svg	<path id="test1" d=" M192915.90625 449489.75 L 192916.59375 449489.0625 L 192922.0625 449487.6875 L 192922.0625 449484.96875 L 192922.734375 449480.875 L 192917.953125 449477.4375 L 192911.125 449477.4375 L 192907.71875 449481.5625 L 192907.71875 449487 L 192910.4375 449489.0625 L 192914.546875 449491.8125 L 192915.90625 449491.8125 z"/>
511바이트 b.svg	<path id="test2" d=" M522 433 L 523 432 L 534 429 L 534 425 L 535 418 L 526 412 L 513 412 L 506 419 L 506 428 L 511 432 L 519 436 L 522 436 z"/>

xdist = Xmax-Xmin /* 지도의 가로
 ydist = Yman-Ymin /* 지도의 세로
 Xvalue = 1024 / (Xmax-Xmin) /* 픽셀단위 환산 가로
 Yvalue = 768 / (Yman-Ymin) /* 픽셀단위 환산 세로
 newpoint X = (x1 * Xvalue) - (Xmin * Xvalue) /* 새 좌표
 newpoint Y = (y1 * Yvalue) - (Ymin * Yvalue) /* 새 좌표

그림 4. ViewPort에 의한 실좌표-그래픽좌표 변형과정

```

&s jk [write %fu% [quote <g id="Zoom0" display="inline" pointer-events="none">]] /* zooming에 따른 SVG 문서제작
&s jk [write %fu% [quote <g id="Zoom0">]] /* zooming에 따른 SVG 문서제작
&s jk [write %fu% [quote <path class="%aname%" d="]] /* 좌표변형에 의한 새좌표 생성 과정
&s zipy1 = %ya% * %zipyvalue%
&s zipy = %ymin% * %zipyvalue%
&s yaz = %zipy1% - %zipy%
&s svgy = [truncate [calc 768 - %yaz%]]
&s zipx1 = %xa% * %zipxvalue%
&s zipx = %xmin% * %zipxvalue%
&s xaz = %zipx1% - %zipx%
&s xaz1 = [truncate %xaz%]
&s jk [write %fu% [quote M%xaz1% %svgy%]] /* 새좌표 저장
    
```

그림 5. 좌표변형과 Zooming 레벨에 따른 SVG Converter 의사코드

91로 변화된다. 전환결과 지리좌표계로 작성된 SVG 문서는 9.76Mb, 좌표변형에 의한 SVG 문서는 4.08Mb로 41% 데이터용량이 감소하였다.

2) 줌레벨 LoD에 의한 지도 일반화

본 연구는 WebGIS에서 사용자 질의에 따른 데이터베이스 서버에 일반화 알고리즘을 적용하는 방법보다는 웹문서에서 사용자 줌환경에 따라 LoD에 의한 일반화를 적용하는 논리를 채택하였다. 사용자 줌 일반화는 줌레벨에 따라 다축척 공간정보를 저장한 후, 사용자의 모니터 익스플로러 크기가 변함에 따라 서버에서 문서를 전송하는 방법이다 (그림 6).

다축척 줌레벨에 따른 지도 표현을 위한 웹지도 구현과정은 크게 2가지로 구성된다. 줌밍의 크기에 따른 지도정보를 선택하는 자바스크립트(그림 7)와 선택에 따른 지도좌표의 저장문서가 출력되도록 하는 SVG문서로 구성된다(그림 8).

지도정보 선택은 익스플로러의 줌에 따라 3가지로 기능할 수 있도록 하였다. 모니터가 1024*768에

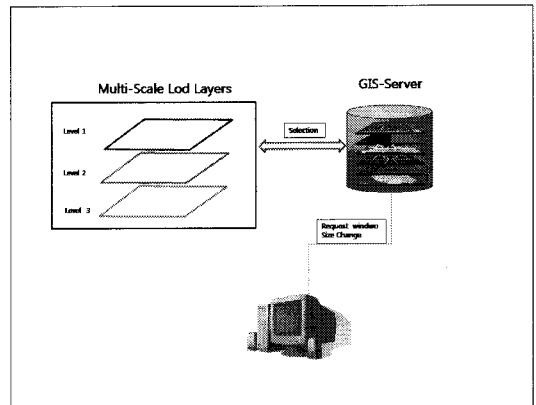


그림 6. 줌레벨(LoD)에 따른 일반화 원리

서 기능할 때는 소축척기능인 레벨1, 그리고 확대에 따라 2와 3의 대축척에 필요한 지도정보가 웹상에 출력하도록 하였다(표 2). 소축척 기능인 레벨1에서는 행정구역, 100m 간격의 등고선, 행정소재지, 주요 지명 및 산정, 도로가 표현되도록 하였다(그림 9). 줌레벨 2와 3에서는 대축척으로 변하면서 보다 많은 지리정보가 표현되도록 설계하였다(그림 10, 11).

표 2. LoD에 따른 공간사상의 줌레벨

공간사상	LoD	레벨 1	레벨 2	레벨 3
지 명		면단위명	면단위, 리단위, 어촌	면단위, 리단위, 어촌, 자연지명, 각종지형 지물명
자 연 지 물		분지, 산정	산지, 지역산정	산지, 지역산정,마을단 봉우리
도 로		해안도로	해안도로, 면리도로	해안도로, 면리도로, 마을내도로
하 천		2, 3차수	2, 3차수	1, 2, 3차수
등고선 간격		100m	20m	10m
관 청		군청	면사무소	동사무소
행 정 구 역		면	리	리

```
function Zoom() {
    currentScale=svgdoc.rootElement.currentScale
    MyNodeLeve3=svgdoc.getElementById("ZoomLeve3");
    MyNodeLeve2=svgdoc.getElementById("ZoomLeve2");
    MyNodeLeve1=svgdoc.getElementById("ZoomLeve1");
    if (currentScale > 1 && currentScale <= 2) {
        MyNodeLeve3.setAttribute("display","none");
        MyNodeLeve2.setAttribute("display","inline");
        MyNodeLeve1.setAttribute("display","none");
    }
    else if (currentScale > 2) {
        MyNodeLeve3.setAttribute("display","inline");
        MyNodeLeve2.setAttribute("display","none");
        MyNodeLeve1.setAttribute("display","none");
    }
    else {
        MyNodeLeve3.setAttribute("display","none");
        MyNodeLeve2.setAttribute("display","none");
        MyNodeLeve1.setAttribute("display","inline");
    }
}
```

그림 7. 줌레벨에 따른 지도축척 선택 예

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<!-- Generator: Adobe Illustrator 10.0, SVG Export Plug-In . SVG Version: 3.0.0 Build 77) -->
<!DOCTYPE svg PUBLIC "-//W3C//DTD SVG 1.0//EN" "http://www.w3.org/TR/2001/REC-SVG-20010904/DTD/svg10.dtd" [
]>
<svg width="800" height="750" viewBox="-100 0 1024 768"
    onload="init.Map(evt)"
    onzoom="AdaptivZoom()"
    xml:space="preserve">
<script xlink:href="init.js" type="text/ecmascript" />
<style type="text/css">
<![CDATA[
    .boundary210 {fill-rule:evenodd;clip-rule:evenodd;fill:green;stroke:black;stroke-width:1;fill:none;}
    .cont5010 {fill-rule:evenodd;clip-rule:evenodd;fill:green;stroke:#FFA5A5;stroke-width:0.1;fill:none;}
]]>
</style>
<g id="Zoom2" display="none" pointer-events="none">
<g id="Zooms2">
<path class="boundary210" d=" M859 91 L 858 91 L 857 90 L 856 90 L 856 89 L 855 89 L 854 89"/>
<path class="caldera10" d=" M513 328 L 509 331 L 509 334"/>
<path class="summit10" d=" M516 397 L 528 414 L 506 414 L 516 397"/>
<text x="811" y="440" class="name10">JeoDong</text>
<text x="788" y="541" class="name10">DoDong</text>
<text x="-60" y="307" class="name10">TachaDong</text>
</g>
</g>
</svg>
```

그림 8. 줌레벨에 따른 SVG 다축척 지도정보처리 의사코드

3. 결론

오늘날 지도는 인터넷과 GIS 발달함에 따라 페러다임에 변화를 겪고 있다. 지도제작과 활용이 보다 쉬워짐에도 불구하고 지도제작 방법에 논의가

약화되면서 지도에 담고 있는 지리정보가 역할을 못하는 경우도 있다. 이를 보완하기 위해 미적이고 지리적인 의미를 지도매체를 통해 효과적으로 전달하기 위해 일반화의 중요성은 커지고 있다.

본 연구는 사용자의 줌명환경에 따라 Lod 및 좌

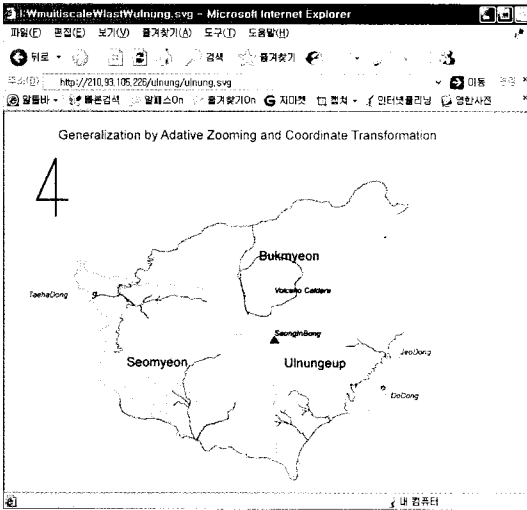


그림 9. 줌레벨 1

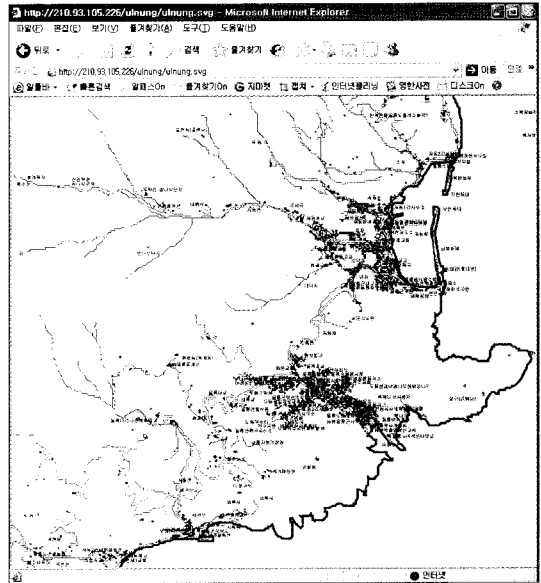


그림 11. 줌레벨 3

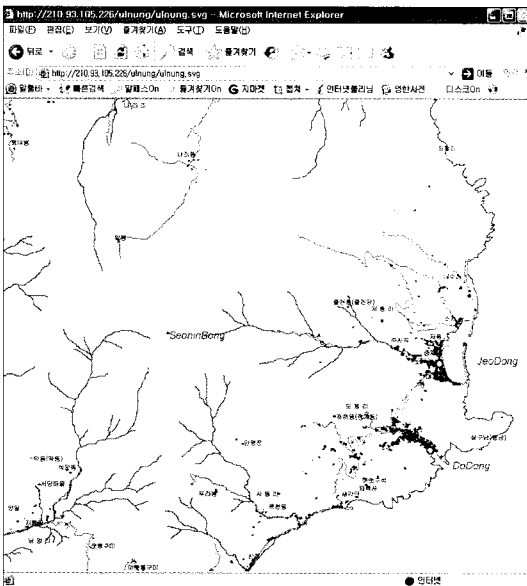


그림 10. 줌레벨 2

표변형을 통한 웹지도 일반화를 통한 다축척지도 제작 및 적용 가능성을 검토하고자 하였다.

연구의 적용을 위해 사용된 레이어는 등고선, 하계망, 지명, 행정구역, 산징, 행정관청 자료를 준비하였다. 이들 자료에 대한 공간데이터의 물리적 일반화는 화면확대 및 축소의 크기를 고려하여 알고리즘과 연산자를 적용하여 실시하였다. 좌표변형은 데이터 용량을 줄여 전송효과를 높이기 위해 사용하였다. 좌표변형 결과 해상도 1024*768에서 지리

좌표계로 작성된 SVG 문서는 9.76Mb, 좌표변형 문서는 4.08Mb로 41% 감소하였다. 공간정보의 표현은 SVG 문서에 줌환경에 따른 LoD 레벨별 일반화 수준을 결정하여 1, 2, 3 단계로 하였다. 1 단계에서 소축척지도 단계가 높아질수록 지도요소의 수가 증가하도록 설계하였다.

연구결과는 WebGIS의 이용 빈도가 높아지면서 대용량 자료의 전송과 미적인 지도제작을 위한 일반화 연구에 기여할 것으로 보인다. 그 동안 지도요소 일반화는 로컬 컴퓨팅 환경에서 적용할 수 있는 알고리즘과 원리들이 연구 개발되었지만, WebGIS 환경에 적용할 수 있는 알고리즘은 적은 편이다. 공간데이터베이스 및 자료 전송환경에 적용 가능한 알고리즘에 대한 연구가 보다 다양하게 이루어져야 할 것이다.

문헌

- 김감래·이호남·박인해, 1992, 지도 일반화에 따른 단순화 알고리즘 평가에 관한 연구, 한국측지학회지, 10(2), 63-71.
- 김남신, 2003, 규칙기반 모델링에 의한 지도요소 일반화, 한국교원대 박사학위논문.
- 김두일·김종석, 1998, 선형사상에 따른 단순화 알

- 고리즘의 반응 특성 연구, *대한지리학회지*, 33(4), 623-634.
- 황철수, 1993, 다축척 수치지도 구축을 위한 선형 사상의 일반화에 관한 연구, *지리학 논총*, 21, 17-34.
- 황철수, 1999, Douglas-Peucker 단순화 알고리즘 개선에 관한 연구, *한국측지학회지*, 17(2), 117-128.
- Cecconi A., Galanda M., 2002, Adaptive Zooming in Web Cartography, *Computer Graphics Forum*, 21(4), 787-799.
- Cheng-Lien and Fan Chi-Farn, 2007, Multi-scale generalization of three-dimensional building features in urban area, http://www.aars-acrs.org/acrs/proceeding/ACRS2006/Papers/C-2_C9.pdf.
- Cheng, T., 2001, Quality assessment of model-oriented generalization, <http://www.geo.unizh.ch>.
- Christensen, H. J., 1999, Cartographic line generalization with waterlines and medial-axes, *Cartography and Geographic Information System*, 26(1), 19-32.
- Douglas, H. and T.K. Peucker, 1973, Algorithms for reduction of the number of points required to represent a digitized line or its character. *The Canadian Cartographer* 10(2), 112-123.
- Dutton, G., 1999, Scale, sinuosity, and point selection in digital line generalization, *Cartography and Geographic Information Systeme*, 26(1), 33-53.
- Eveline Bernier, Yvan Bédard and Frédéric Hubert, 2005, UMapIT: An On-Demand Web Mapping Tool Based On A Multiple Representation Database, 8th ICA WORKSHOP on Generalisation and Multiple Representation, A Coruña, July 7-8th.
- Harrie, L.E., 1999, The constraint method for solving spatial conflicts in cartographic generalization, *Cartography and Geographic Information System*, 26(1), 55-69.
- Haosheng Huang and Yan Li, 2008, Using data reduction to improve the transmission and rendering performance of SVG maps over the Internet, http://svgopen.org/2008/presentations/56-Using_data_compression_to_improve_the_transmission_and_rendering_performance_of_SVG_maps_over_the_Internet/index.pdf.
- Jenk, G.F., 1989, Cartographic logic in line generalization, *Cartographica*, 26(1), 27-42.
- Lang, T., 1969, Rule for the robot draughtsmen, *The Geographical Magazine*, 42(2), 50-51.
- Lee, D., 1997, Input to formalization of generalization rules, *ACSM/ASPRS*, 1, 55-1.
- Mackechnie, G.A. and Mackaness, W., 1997, Detection and simplification of road junctions in automated map generalization, *ACSM/ASPRS*, 1, 72-2.
- Opheim, H., 1982, Fast data reduction of a digitized curve, *Geo-Processing*, 2, 33-40.
- Saafeld, A., 1999, Topologically consistent line simplification with the Douglas-Peucker algorithm, *Cartography and Geographic Information System*, 26(1), 7-18.
- Töpfer, F. and Pillewizer, W., 1966, The principle of selection, *The Cartographic Journal*, 3, 10-16.
- Visvalingam, M. 1999. Aspect of (line) generalization: a discussion paper. <http://www2.doc.hull.ac.uk/CSBG/ica/ica-old.htm>.
- Yi-Hong Chang, Tyng-Ruey Chuang and Hao-Chuan Wang, 2004, Adaptive Level-of-Detail in SVG, <http://www.svgopen.org/2004/papers/AdaptiveLoD/>
- 교신 : 김남신, 363-791, 충북 청원군 강내면 다락리 한국교원대 통일교육연구소(이메일: kns9027@dreamwiz.com, 전화: 010-2557-5148)
Correspondence : Kim, Nam Shin, Institute of Education for National Unification, Korea National University of Education, Darak-ri, Gangnae Myeon, Cheongwon, Chungbuk, 363-791, Korea(e-mail: kns9027@dreamwiz.com, Phone: 82-10-2557-5148)

(접수: 2009.2.18, 수정: 2009.3.27, 채택: 2009.4.10)