

전자해도 활용을 위한 SVG 변환 연구

오세웅* · 박종민* · 서상현*

*한국해양연구원 해양시스템안전연구소

A Study on Implementation of SVG for ENC Applications

Se-Woong Oh* · Jong-Min Park* · Sang-Hyun Suh*

*Maritime & Ocean Engineering Research Institute, Daejeon 305-343, Korea

요 약 : 전자해도는 종이해도를 전자화한 공식 디지털 해도로서 선박의 안전항해를 위한 필수 데이터나 전자해도의 특수한 엔코딩 포맷으로 접근이나 조작이 용이하지 못하다. 본 연구에서는 전자해도의 접근과 서비스를 보다 용이하게 하기 위한 전자해도 SVG(Scalar Vector Graphic) 변환 연구를 수행하였다. SVG는 인터넷 브라우저 환경에서 지도의 서비스를 위한 벡터 그래픽 포맷으로서 복잡한 GIS 매핑 시스템 및 클라이언트의 특별 시스템이 요구되지 않는다. 전자해도를 SVG로 변환함으로써 활용 방안은 다음과 같다. 첫째, SVG는 벡터 그래픽의 장점으로 인해 공간 검색이 용이하며, 둘째로 특정 GIS 시스템 없이도 고품질의 벡터 그래픽 및 주제도 작성이 가능하다. 셋째로 해상교통 정보와 연계된 SVG 정보 서비스는 템플릿으로 활용될 수 있으며 다양한 해상교통 정보와 결합된 새로운 정보 서비스가 가능해진다. 전자해도의 SVG 변환 기술 개발로 해양지리정보 표현에 많은 활용이 예상된다.

핵심용어 : 전자해도, SVG, ECDIS, ECS, S-57, S-100

ABSTRACT : *Electronic Navigational Charts(ENCs) are official nautical charts which are equivalent to paper charts with supplementary information. Although their main purpose is to be used for the safe navigation of ships, they also contain much information on coasts and seas which may be interesting to ordinary people. However, there is no easy way to access them because of their specialized data format, access method and visualization. This paper proposes an implementation of SVG for the access and services of ENCs. SVG(Scalable Vector Graphic) makes it possible to make use of Vector graphics for servicing maps in basic internet browsing environment. Implement of SVG for ENC applications by this research is free of special server side GIS mapping system and client side extra technology. The Implementation of SVG for ENC Applications can be summarized as follows: Firstly, SVG provides spatial information to possess searching engine to embody SVG map. Secondly, SVG can provide high-quality vector map graphics and interactive facility without special Internet GIS system. It makes it possible to use services with very low cost. Thirdly, SVG information service targeting on maritime transportation can be used as template, so it can be used dynamically any other purpose such as traffic management and vessel monitoring. Many good characteristics of SVG in mapping at computer screen and reusability of SVG document provide new era of visualization of marine geographic information.*

KEY WORDS : ENC, SVG, ECDIS, ECS, S-57, S-100

1. 서 론

해도는 선박의 안전 항해를 위해 수심, 암초 등 다양한 수중 장애물과 섬의 모양, 항만시설, 각종 등부표, 해안의 여러 가지 목표물, 바다에서 일어나는 조석, 조류, 해류 등의 정보를 수록하여 바다의 안내 역할을 하고 있다. 한편, 국내외적으로 첨단 과학기술의 발전과 선박의 대형화, 고속화 추세에 따라 항해안

전에 대한 중요성이 높아지고 이에 부응하여 국제수로기구의 표준규격으로 제작한 전자해도(ENC : Electronic Navigational Chart)가 공급되고 있다.

전자해도란 전자해도표시시스템(ECDIS)에서 사용하기 위해 종이해도 상에 나타나는 해안선, 등심선, 수심, 항로표지(등대, 등부표), 위험물, 항로 등 선박의 항해와 관련된 모든 해도정보를 국제수로기구(IHO)의 표준규격(S-57)에 따라 제작된 디지털해도를 말한다. 이러한 전자해도는 주로 전자해도표시시스템

*대표저자 : 오세웅(정회원), osw@moeri.re.kr 016)418-5125

에서 사용되며 AIS Plotter, Chart Radar 등 기존 항해장비와 접목되어 그 활용도를 넓혀가고 있으며, 또한 전자해도는 선박이 안전항해를 위해 제시되고 있는 E-Navigation 전략의 핵심 요소로서 전자해도가 포함되었다.

그러나 전자해도는 S-57의 전자해도 제작사양이 채택하고 있는 IEC 8211 방식으로 인코딩 되어, 데이터 조작을 위해서는 높은 기술수준이 요구되며, 특히 웹 기술의 발달로 전자해도 웹 서비스에 대한 여러 시도가 이루어진 바 있으나 전자해도의 웹 연동을 위해서는 복잡한 코딩 기술이 요구 되어 전자해도의 활용에 걸림돌이 되고 있다.

본 연구에서는 웹 어플리케이션을 위한 벡터 그래픽으로 주목을 받고 있는 SVG를 이용하여 전자해도의 활용방안을 모색하기 위해 가용한 기술을 조사 분석하고 전자해도를 SVG로 시범변환 하였으며 SVG를 이용한 전자해도의 활용 전략에 대해 고찰하였다.

2. 전자해도 사용 현황

2.1 전자해도 제작 현황

국내 전자해도 생산기관인 국립해양조사원은 1995년부터 시작하여 1999년까지 전자해도 개발 사업을 완료하여 2000년 7월부터 우리나라 전연안의 전자해도를 판매하고 있다. 전자해도는 총도(Overview Chart), 항양도(General Chart), 해안도(Coastal Chart), 항만접근도(Approach Chart), 항박도(Harbour Chart)의 항해 목적별로 분류되어 304종이 제작되었다.

Table. 1 A status of ENC Production

Navigational Purpose	Name	Scale range	Number of Cell
1	총도 (Overview Chart)	> 500,000	23
2	항양도 (General Chart)	100,000 ~ 499,999	17
3	해안도 (Coastal Chart)	50,000 ~ 99,999	64
4	항만접근도 (Approach Chart)	25,000 ~ 49,999	51
5	항박도 (Harbour Chart)	3,000 ~ 24,999	149
6	항박계류도 (Berthing Chart)	< 2,999	
합 계			304

최신의 항해안전정보를 유지하기 위해 매년 신·개판 전자해도를 제작하며, 매주 간행되는 항행통보 사항을 갱신파일로 제작하고 있다.

2.2 전자해도 이용 사례

국제해사기구(IMO)에서는 전자해도표시시스템(ECDIS)의 탑

재를 500톤급 이상의 선박을 대상으로 하고 있으며 그 밖의 소형어선, 유람선, 요트 등은 전자해도간이시스템(ECS : Electronic chart systems)의 탑재를 고려하고 있다. 다음 그림은 공식 전자해도의 사용여부에 따라서 전자해도표시시스템, 래스터차트 표시시스템, 전자해도간이시스템의 사양별 구분을 나타낸다.

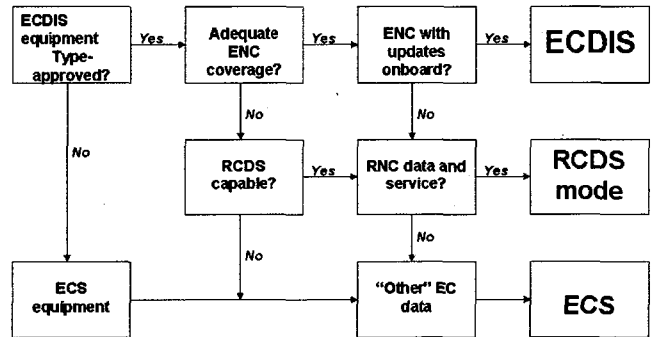


Fig. 1 Comparison among ENC Chart systems

전자해도 데이터는 선박의 안전항해를 유도하는 해상교통관제 시스템(VTS), 관할해역을 운항중인 선박의 위치 확인 및 사고시 인명을 구조 하는 구난시스템(SAR), 공공기관에서 추진 중인 항만·연안역 개발사업에 요구되는 정보제공에 이용되고 있다. 또한 전자해도 데이터를 가공하여 소형선 선박을 위한 소형선 전자해도가 제작되었으며, 항해목적 위주의 불규칙한 도면 및 축척의 중복된 종이해도체계의 전자해도를 격자형 형태로 제작한 격자형 전자해도, 전자해도에 포함된 오브젝트를 선별하여 용량을 대폭 감소한 E-chart 등이 개발되었다.

2.3 전자해도 표준 동향

수로데이터 전송표준인 S-57은 제품사양으로 유일하게 전자해도 제작사양이 있으며, 이 제작사양에 따라 전자해도가 제작되었다. 한편, 해양정보의 범용 활용을 위해 수로데이터 신규표준인 S-100의 개발로 인해 해도 또는 디지털 해도의 이용 개념에서 범용 활용을 위한 해양공간정보 이용 개념으로 패러다임이 변환되고 있다.

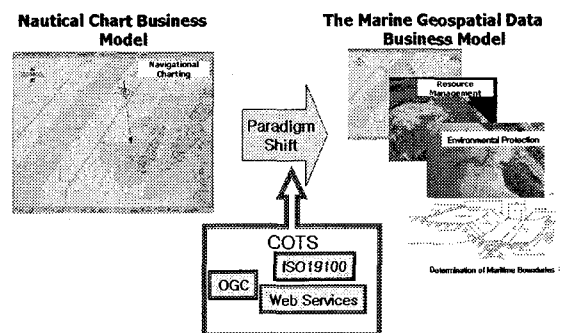


Fig. 2 Marine Geospatial Data Business Model

3. 전자해도의 SVG 변환

3.1 웹 기반 전자해도

인터넷 환경에서 자원을 공유하고 연동하기 위해서는 TCP/IP 프로토콜(Protocol)에 기반한 HTTP/CGI와 소켓(Socket) 프로그래밍, 자바(Java)의 애플릿(Applet) 뿐만 아니라 ODBC, JDBC, CORBA나 DCOM 등의 기술을 사용한다.

특히, 전자해도의 웹 연동을 위해 COM과 ASP 기술을 응용하여 DB에 저장된 항해안전 정보와 전자해도를 서비스할 수 있으나 파일 단위의 전자해도 데이터의 용량이 크며, 웹 기반 어플리케이션의 성능문제로 인해 활용되고 있지 못하다.

3.2 SVG 작성 방법

SVG는 XML을 기반으로 한 그래픽 표준 언어로서 2차원 그래픽을 표현하기 위해 W3C에 의해 2003년 1월에 권고안이 발표되었다. SVG는 웹 관련 기술로 해상도에 관련 없이 변형 없는 확대와 축소가 가능하고 XML의 문법으로 기술되기 때문에 무한한 확장성을 가지고 있다. 또한 SVG는 다른 XML 문서에 의해 참조될 수 있으며 다른 SVG 그래픽 내부에도 포함될 수 있다. SVG를 이용하여 지도를 제작하는 방법에는 크게 세 가지로 나눌 수 있는데 첫째로 유명 그래픽 소프트웨어에서 자체적으로 제작한 그래픽을 SVG 포맷으로 익스포트하는 방법과, 둘째로 SVG 전용 툴을 이용하는 방법, 그리고 셋째로 GIS 프로그램에서 제작하는 방법이 있다.

3.3 전자해도 포맷의 SVG 변환

SVG는 W3C에 의해 표준 그래픽 포맷이 되었지만 아직까지 인터넷 브라우저에 구현되어 있지는 않다. SVG를 보기 위해 일반적으로 SVG Viewer 플러그인을 설치하게 되는데 Adobe와 Corel 등의 그래픽 전문 회사에서 SVG Viewer를 무료로 배포하고 있다. 이러한 환경을 기반으로 전자해도의 SVG 변환을 위한 전체적인 작업 절차는 다음과 같다.

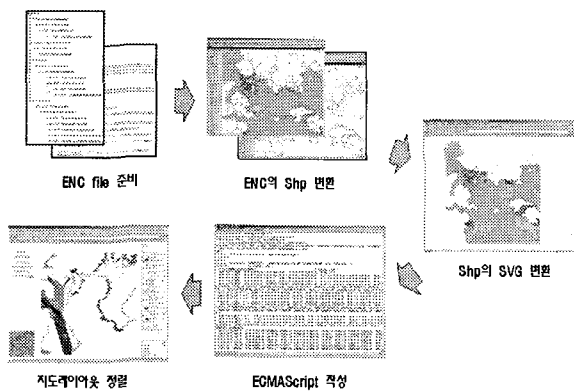


Fig. 3 Process of SVG Implementation

본 연구에서는 GIS 프로그램에서의 SVG 생성 방법을 채택하

여 GIS 분야에서 가장 보편적으로 사용되고 있는 Shapefile 포맷 변환을 시도 하였다. ESRI社의 ArcView의 벡터자료 모형인 Shapefile은 지리 현상에 대한 기하학적 위치와 속성 정보를 저장, 제공해주는 비위상 구조(non-topological)의 스파게티(spaghetti) 데이터 포맷이다. shapefile은 ArcView에서 사용할 수 있는 공간 데이터 포맷 중의 하나인 동시에 Main Format이다. Shapefile 포맷은 지리 현상의 기하학적인 정보와 속성 정보를 최대 5가지 파일들을 통해 제공하고 있다.

Table. 2 Configuration of Shapefile format

파일 유형	기능
.shp	지리 사상의 기하학 정보를 저장
.shx	지리 사상의 기하학 정보의 인덱스를 저장
.dbf	지리 사상의 속성 정보를 제공하는 dBASE
.sbn .sbx	지리 사상의 공간 인덱스를 저장
.ain .aih	속성 테이블에서 활성화된 field의 속성 인덱스를 저장, 테이블간의 링크(Link)를 수행할 때 생성

본 연구에서는 ENC to Shp 공개 소스코드를 이용하여 아래 그림과 같이 전자해도(ENC)에서 Shapefile로 변환하였다.

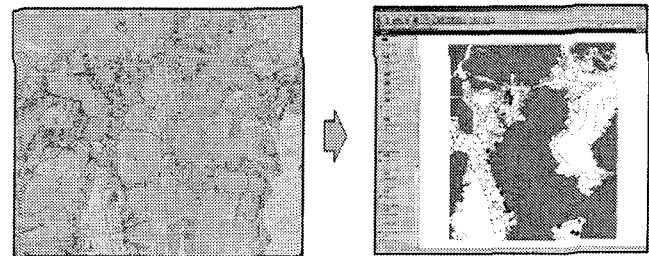


Fig. 4 Conversion of ENC to Shapefile

ArcView를 비롯한 ESRI 제품들은 SVG를 지원하지 않고 있다. FME와 같은 포맷 변환 프로그램을 이용하면 간단하게 SVG로의 포맷 변환이 가능하다. 하지만 FME를 이용하여 생성된 SVG 파일 내부의 레이어에 동일 ID를 부여하기란 어렵다. 본 연구에서는 ESRI ArcView 제품과 연동하여 shape 포맷을 SVG 형태로 변환 하기 위해 제작된 SVGMapper를 이용하여 SVG 결과를 얻었다.

SVGMapper를 이용하여 생성된 SVG 파일은 전자해도 각 레이어를 path 요소를 이용하여 생성시킨다. 또한 각 점들 간의 직선으로서만 라인을 표시한다. 닫혀진 path에 대해서 색상을 칠하기 위해서 SVG에서 제공되는 fill-rule 속성 값으로 evenodd 방식을 이용하였다. 인터넷 브라우저를 이용한 인터넷 지도 서비스 제공은 화면상의 인터페이스 처리를 어떻게 하는가에 따라 전체 화면의 구성이 달라지기 때문에 본 연구에서는 SVG와 ECMA Script, CSS을 이용하여 제작하였다. 시각적인 아름다움과 전체 레이아웃의 일관성을 고려하였으며, 지도 영역 외부에서도 SVG를 이용한 공간 검색이 가능하도록 하였다. 컴퓨터 모니터의 좌표 체계와 지도를 포함하는 SVG 그래픽의

좌표 체계가 다르기 때문에 이를 ViewBox를 이용하여 처리된다.

```
<svg width="839" height="662" viewBox="127609.75 -34981.92 275.00 283.85">
<rect id="mapextent" x="127622.25" y="-34965.00" width="250.00" height="250.00" style="fill:white" />
```

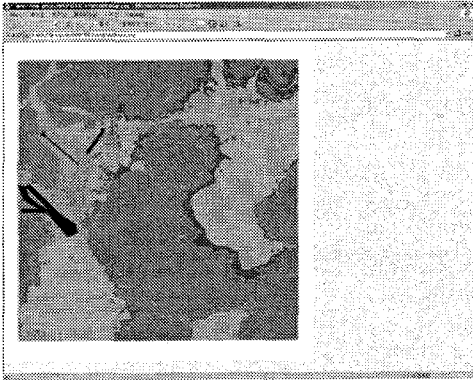


Fig. 5 Implementation of SVG file

ECMA Script는 HTML에서의 자바스크립트와 유사한 방식으로 SVG 그래픽에 동적인 기능을 제공한다. 문법은 자바스크립트와 거의 유사하며 SVG 문서 객체 모델에 접근하여 SVG 그래픽의 구성 요소들을 하나의 객체(Object)처럼 처리할 수 있게 한다. 또한 사용자의 마우스 움직임에 따른 이벤트 처리 기능을 구현하여 클라이언트 측에서 그래픽을 쉽게 조작할 수 있는 수단을 제공한다.

SVG 지도에서 제공하는 대부분의 인터랙티브 기능들이 ECMA Script를 통해 이루어지고 있다. Adobe SVG Viewer plug-in은 자체적인 스크립트 엔진을 내장하고 있기 때문에 이를 이용할 경우 SVG Viewer가 설치된 어떠한 시스템에서건 스크립트를 이용한 인터랙티브 기능활용이 가능하다. 인터넷 브라우저에 포함된 스크립트 엔진을 사용하는 것도 가능하다.

지도로서 서비스 가능한 인터넷 GIS 서비스를 제공하고 사용하기 위해 별도의 GIS 전문 프로그램이 필요치 않으면서도 고품질 이미지의 대화식(Interactive) 주제도 서비스를 가능하게 하는 전자해도 SVG는 다음 그림과 같다. 구현 결과는 인터넷이 연결되어 있는 어느 환경에서나 확인이 가능하다. IE6.0 이상의 인터넷 브라우저와 Adobe SVG Viewer 플러그인이 설치되어 있는 클라이언트로 서비스가 가능하다.

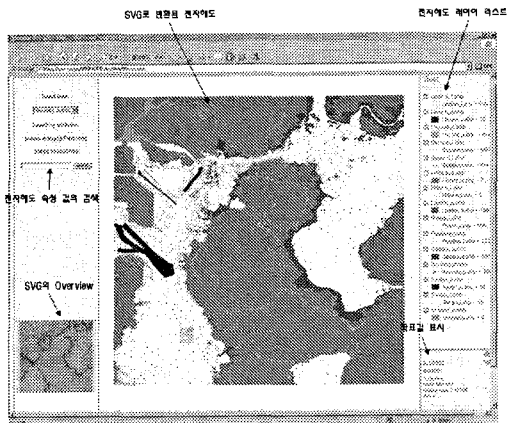


Fig. 6 SVG service pages

최종 변환된 SVG는 아래 표와 같이 구성되었다.

Table. 3 Configuration of SVG Map

구분	파일명	설명
페이지	map.htm	기본 웹 페이지
이미지	legend.svg	범례 백터 이미지
	overview.svg	요약도 백터 이미지
	view.svg	전자해도 화면 이미지
데이터	data.js	ECMA Script 파일
	i_11.xml	전자해도 오브젝트 속성값
	i_11.xsl	i_11.xml 표현을 위한 스타일시트
	style.css	오브젝트의 색상 및 라인 모양

위 포함된 주요 레이어로서 Coastline(COALNE), Depth are(DEPARE), Depth contour(DEPCNT), Land area(LNDARE), Road way(ROADWY), Seabed area(SBDARE), Sounding(SOUNDG)를 선택하여 그림과 같이 배치하였다. 전자해도 화면 이미지 SVG 파일을 텍스트 편집기로 확인하면 아래 그림과 같이 사용자 조작이 용이한 텍스트로 구성되어 있다.

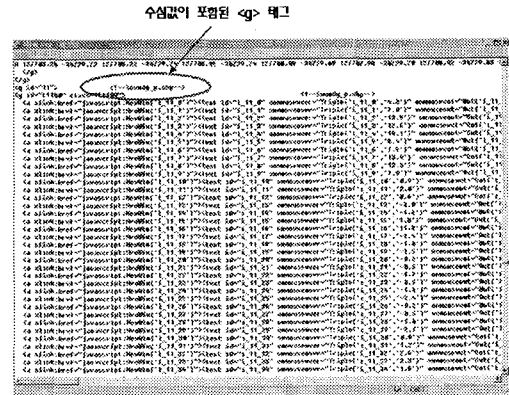


Fig. 7 Configuration of SVG map

SVG로 변환되어 웹페이지로 표현된 전자해도 데이터는 백터 그래픽의 장점으로 인해 특정 지역을 확대할 경우에도 표현된 오브젝트 값을 정확히 확인할 수 있다.

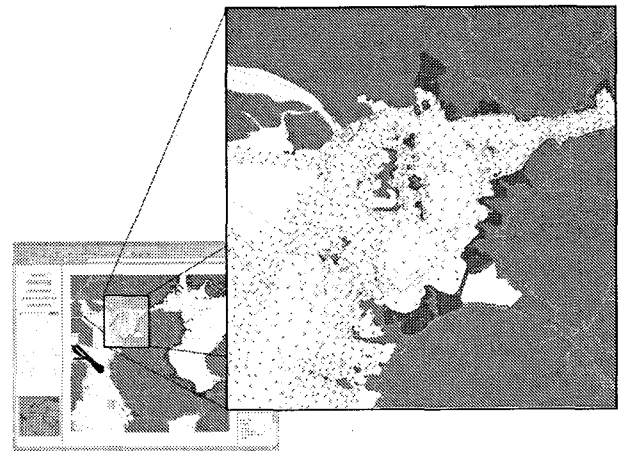


Fig. 8 Enlargement of SVG map

4. SVG를 이용한 전자해도 활용

4.1 SVG 포맷

SVG는 벡터 그래픽 형태, 이미지, 텍스트의 3가지 그래픽 객체 타입을 가지며, 각 그래픽 객체들은 이미 표현된 객체를 그룹화하고, 스타일을 적용할 수 있으며, 변형하거나 합성할 수 있다. 또한 XML의 장점을 모두 수용하며, SMIL, GML 등 다른 XML 기반 언어들과 결합시켜 다양한 웹 어플리케이션으로 응용할 수 있다. SVG는 벡터 기반의 문서나 이미지를 웹 브라우저에서도 그대로 읽을 수 있으며, 일반 벡터 그래픽의 장점을 그대로 살려 해상도에 따른 픽셀 변화에도 전혀 영향을 받지 않기 때문에 방대한 양의 이미지를 표현하기에 적합하며 다른 그래픽 표준에 비해 많은 유연성을 가지고 있다.

Table. 4 Comparison of SVG and Other Graphic Standards

	SVG	Flash	JPEG	GIF
이미지 형식	Vector	Vector	Raster	Raster
해상도 조절	○	○	×	×
이벤트 스크립트	○	○	×	×
HTML 표준	○	○	○	○
DB 연동지원	○	×	×	×
XML 기반	○	×	×	×
텍스트 검색	○	×	×	×
애니메이션	○	○	×	○

SVG는 XML 기반의 그래픽 표준으로 모든 그래픽 형식을 텍스트화하여 구성하고 있다. 이는 구조적인 그래픽 정의가 가능하고, 데이터베이스와 연동하여 동적인 그래픽 생성이 가능하다. 또한 각 요소는 좌표 시스템에 기반하기 때문에 지리 정보 시스템과의 결합이 용이하다. 아래 표는 SVG 문서를 구성하는 주요 요소를 보여준다.

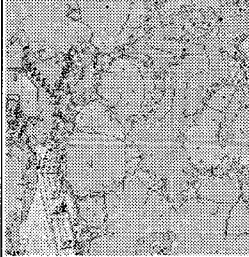
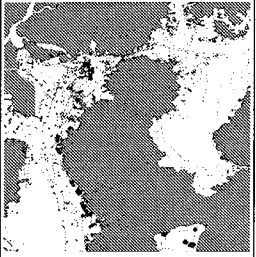
Table. 5 Elements of SVG

요소구분	요소 명	요소 기능
루트요소	svg	SVG 문서의 부분 정의
설명 요소	title	SVG 문서의 제목 설명
	desc	SVG 문서의 내용 설명
그룹핑 요소	g	그래픽 요소의 그룹핑 정의
기본 도형 요소	line	두 개 좌표의 선 그리기
	polyline	좌표나열로 다중선 그리기
	circle	한 개 좌표와 반지름 크기로 이루어진 원 그리기
	rectangle	두 개의 좌표로 이루어진 사각형 그리기
기본 도형 요소	polygon	시작점과 끝점이 같은 폐쇄형 선 그리기
	symbol	그래픽 요소 심볼화
심볼 요소	def	참조될 요소 정의
	use	참조 가능한 요소사용
텍스트 요소	text	텍스트 속성 지정
링크 요소	a	하이퍼링크 제공
스크립트 요소	script	이벤트 스크립트 지정

4.2 ENC와 SVG의 비교

전자해도와 SVG 그래픽은 같은 벡터 그래픽임에 불구하고 파일 용량과 출력물의 이미지에 차이가 있다.

Table. 6 Comparison of ENC and SVG

	ENC	SVG
그래픽방식	벡터	벡터
파일크기	적다	크다
출력물	S-52 표준	사용자 정의
특징	로딩시간 걸림	로딩시간 적게 걸림
인터넷지원	×	○
이미지		

4.3 활용 방안

(1) SVG를 이용한 공간 검색

공간 검색 기능은 벡터 그래픽으로서의 SVG가 가지는 특성을 검사할 수 있는 최적의 기능이다. 즉, 피타고라스의 정리를 이용한다면 직각 삼각형의 빗변을 구하여 두 점사이의 거리를 구하거나 수심 값의 비교를 통해 안전 수심지역의 검색과 같은 특정 오브젝트의 검색이 가능하다.

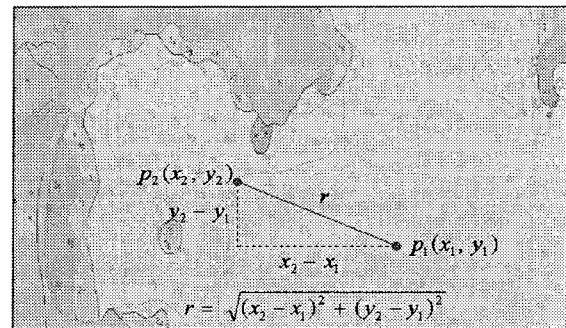


Fig. 9 Example of spatial searching

피타고라스의 정리를 컴퓨터가 이해 할 수 있도록 프로그램화하여 나타내며, 기준 좌표를 A(x1,y1) 그리고 대상 좌표를 B(x2,y2)의 거리를 계산한 후 허용가능 거리(km) 내에 있는지 계산을 하기 위한 소스 부분이며 수학의 루트(√)에 해당하는 기능을 프로그래밍에서 사용하기 위해 "sqrt함수"를 사용하여 계산 한다. "return" 문을 사용하여 Km>=distance 라고 두어 허용 가능거리 안에 있는 객체들거리만 계산이 되게 하고 허용 가능거리를 벗어나면 함수를 제어 할 수 있다.

(2) SVG를 이용한 주제도 제작

해양수산부에서는 웹사이트를 통해 해양수산, 해운항만, 어업생산, 해양사고 등 여러 통계자료를 대민 서비스 할 수 있다. 이러한 통계 자료가 웹기반의 SVG 지도와 연계될 때 훌륭한 주제도가 만들어 질 수 있다.

- 정책(행정) 통계 : 수산분야, 해운항만분야, 해양환경분야, 안전(해경)분야, 해운항만정책통계
- 해양수산 통계연보 : 해운, 수산, 선박, 항만/안전
- 어업생산 통계 : 어법별 통계, 품종별 통계

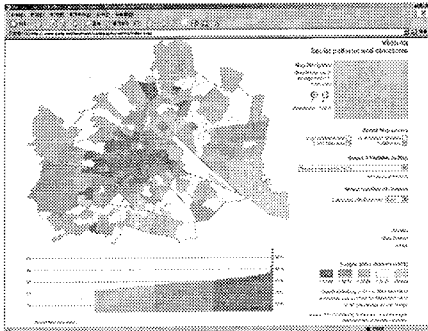


Fig. 10 Example of spatial searching

위 그림은 SVG를 이용한 주제로 제작 외국사제로서 Vienna의 Social patterns and structures에 대한 주제도이며 본 주제도를 이용한다면 지역별 통계치를 한눈에 확인할 수 있다.

(3) 해상교통정보와 연동된 전자해도정보 웹서비스

해상교통안전 정보에 대한 수요가 증가함에 따라 VTS 및 관련 기관의 해도정보, 항행통보, 관제서비스정보, AIS 메시지, 기상정보, 포트 서비스 등의 정보가 전자해도의 맵과 결합되어 SVG의 형태로써 제공될 수 있다.

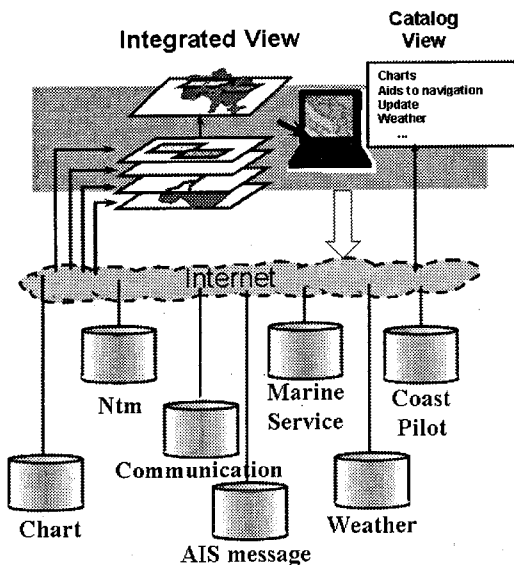


Fig. 11 Concept of Maritime traffic information service

5. 결 론

기존의 전자해도는 특수한 데이터 포맷과 특수한 표시시스템을 사용하였기 때문에 선박의 운항에만 제한적으로 활용되어 왔다. 하지만, 전자해도에는 일반인들이 관심을 가질 수 있는 바다와 연안에 대한 수많은 정보를 포함하고 있으며, 다양한 다른 시스템과의 정보 교환 등의 필요성이 부각되고 있다. 이러한 요구에 부응하기 위해서는 전자해도 데이터를 범용의 데이터 포맷으로 표현할 필요가 있고, 웹과 같은 접근성이 뛰어난 사용자 인터페이스를 제공할 필요가 있다. 본 논문에서는 S-57 전자해도를 Shape 포맷으로 변환한 후 SVG 벡터 그래픽으로 시범 변환하였으며 이를 바탕으로 활용방안에 대해 고찰하였다. 전자해도의 SVG 변환은 인터넷 기반의 서비스로 범용의 전자해도 시스템 구축이 가능하며, 전자해도의 효과적인 관리와 검색이 용이하며, 벡터 그래픽을 통한 래스터 이미지의 한계를 극복할 수 있다.

새로운 수로데이터전송표준이 인코딩 방법으로 GML(Geography Markup Language)을 채택하여 해양정보는 GML 기반으로 표현될 것으로 예상되는 바 GML의 SVG 변환 모듈 개발이 지속적으로 연구되어야 할 것이다.

후 기

본 연구결과는 한국해양연구원에서 수행한 “차세대 전자해도 기술개발”의 연구 성과 중 일부임을 밝혀둔다.

참 고 문 헌

- [1] M.B.Brown, "Developments in the NOAA Electronic Navigational Chart Program", NOAA, Office of Coast Survey, Marine Chart Division, U.S. Hydrographic Conference, 1999.
- [2] International Hydrographic Bureau, IHO Transfer Standard for Digital Hydrgrpahic data, Edition 3.1, 2000.
- [3] W3C, Scalable Vector Graphics(SVG) Version 1.1, <http://www.w3.org/TR/SVG11>, 2003.
- [4] W3C, XML Path Language(Xpath) Version 1.0, <http://www.w3.org/TR/xpath>, 1999.
- [5] Byron Antoniou 외, "The potential of XML encoding in geomatics converting raster iamges to XML and SVG", Computers & Geosciences, Vol. 32, pp.184-194, 2006.