Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies, 21(1) 2018, pp. 83-95 ISSN 1226-9719(Print)On
https://doi.org/10.11108/kagis.2018.21.1.083 ISSN 2287-6952(Online)

S-10X 데이터 표준 검사를 위한 전자해도 검증 소프트웨어 구현에 관한 연구*

이하동[1] · 김기수[1※] · 최윤수[1] · 김지윤[1]

A Study on Software Implementation for Validation of Electronic Navigational Chart Regarding Standard Check for S-10X Data*

Ha-Dong LEE[1] · Ki-Su KIM[1※] · Yun-Su CHOI[1] · Ji-Yoon KIM[1]

요 약

최근 조선 산업의 기술이 발전함에 따라 선박의 크기 및 성능이 향상되었다. 이에 따라 한 번의 선박 간 충돌로 인한 좌초 등의 사고가 대형 해난사고를 초래할 수 있게 되었다. 이러한 심각성을 고려하여 국제 사회에서는 해사안전 향상을 위해 지속적으로 전자해도 기준을 업데이트하고 있다. 국제수로기구(IHO)에서 관리하는 기존의 전자해도 관련 표준은 S-57로, S-57 안에는 기존 이진(Binary) 형태의 전자해도 데이터를 제작하기 위한 기준이 담겨있다. 그러나 S-57은 2000년 12월 3.1 버전이 발표된 이후 업데이트가 중단되어 지속적으로 성장하고 있는 해양공간정보의 기술 경향을 반영하지 못하고 있다. IHO에서는 이러한 흐름에 대처하기 위해 차세대 전자해도 제작 기준 표준인 S-100을 제정하였으며, 기존 S-57과 다른 데이터의 교환 형식을 사용하였다. 기존 전자해도의 경우에는 이진 형태로 구성되었으나 차세대 전자해도 표준을 기반으로 한 S-10X 전자해도 데이터의 경우에는 피처 카탈로그(Feature Catalogue), 포트리얼 카탈로그(Portrayal Catalogue), GML로 구성되어 있다. 이러한 점을 고려할 때 전자해도의 유효성 검증 표준인 S-58의 업데이트 또는 새로운 유효성 검증 표준의 제정이 필요하다. 본 연구에서는 이에 변화된 데이터의 유효성 검증 시험을 위해 자체 소프트웨어를 개발하였고 테스트 결과에 따른 개선점을 도출하였다.

주요어 : S-10X 전자해도 데이터, 유효성 검증, 피처 카탈로그, 포트리얼 카탈로그, GML

2018년 02월 21일 접수 Received on February 21, 2018 / 2018년 3월 19일 수정 Revised on March 19, 2018 / 2018년 3월 19일 심사완료 Accepted on March 19, 2018
* 이 논문은 2017년 (사)한국선급의 지원을 받아 수행된 연구임(S-100 표준 모델링 도구 개발)
1 서울시립대학교 공간정보공학과 Dept. of Geoinformatics, University of Seoul
※ Corresponding Author E-mail : kisu56@uos.ac.kr

ABSTRACT

With recent technological advances in the shipbuilding industry, vessels have been improved in size and performance. As a result, an accident such as grounding, caused by a single ship-to-ship collision, could lead to a large-scale maritime disaster. Considering the seriousness of the situation, the international community has been consistently updating the standards for Electronic Navigational Chart(ENC) to improve the maritime safety. S-57, the existing ENC standard governed by the International Hydrographic Organization(IHO), includes standards for generating conventional binary-type ENC data sets. The S-57 standard, however, has not been updated since the release of Version 3.1 in December 2000. Since then, the standard has failed to reflect technological development regarding maritime spacial information, which has been consistently improving. In an effort to address this concern, the IHO designated S-100, i.e., the next-generation ENC production standard. S-100 differs from S-57 in data exchange type. Contrary to the conventional ENC standards, which use binary-type data, S-10X, based on the next-generation ENC standards, uses ENC data composed of Feature Catalogue, Portrayal Catalogue, and GML. Considering this fact, it is necessary to update S-58, the ENC validation check standard, or designate a new standard for ENC validation checks. This study is developed own software to implement validation checks for new types of data, and identified improvement points based on the test results.

KEYWORDS : S-10X Electronic Navigational Chart Data, Validation, Feature Catalogue, Portrayal Catalogue, GML

서 론

최근 조선 산업의 기술이 발전함에 따라 선박의 크기 및 성능이 향상되었다. 이에 따라 한 번의 선박 간 충돌로 인한 좌초 등의 사고가 대형 해난사고를 초래하며 국가적으로 막대한 손실을 가져오고 있다. 이러한 심각성을 고려하여 국제 사회에서는 해사안전 향상을 위해 지속적인 기준의 업데이트를 진행하고 있다.

다양한 기준들 중 선박을 안전하게 운항할 수 있는 대표적인 요소는 전자해도(ENC, Electronic Navigational Chart)이다. 전자해도는 북부 유럽의 북해수로위원회(NSHC, North Sea Hydrographic Commission)에서 1980여년부터 국제적 대안으로 채택하였으며, 실제 항해에서 활용할 수 있도록 연구하였다. 또한 기존 종이해도에서 발생하던 갱신주기 및 보관의 문제점을 개선할 수 있도록 디지털화시킨 전자해도표시시스템(ECDIS, Electronic Chart Data and Information System)을 개발하였다. 전자해도표시시스템은 항해용 장비 모니터(Monitor)에 안전한 항해를 도울 수 있는 해도정보와 수심자료, 위치정보, 선박침로, 속력 등의 정보를 표시하는 시스템으로 정의된다. 전자해도는 항해 과정에서 편리함과 신속성, 안전성을 확보할 수 있는 유용한 도구이나, 국제수로기구(IHO, International Hydrographic Organization)에서 제공하는 전자해도 제작 기준인 S-57 표준은 2000년 12월 3.1 버전 발표 이후 업데이트가 중단되었다(IHO, 2000). 이후 IHO에서는 급격하게 발전하고 있는 공간정보 기술의 처리, 분석, 표현을 위해 국제 지리정보 표준인 ISO 19100 시리즈를 도입하였다. 이를 통해 다양한 수로 분야의

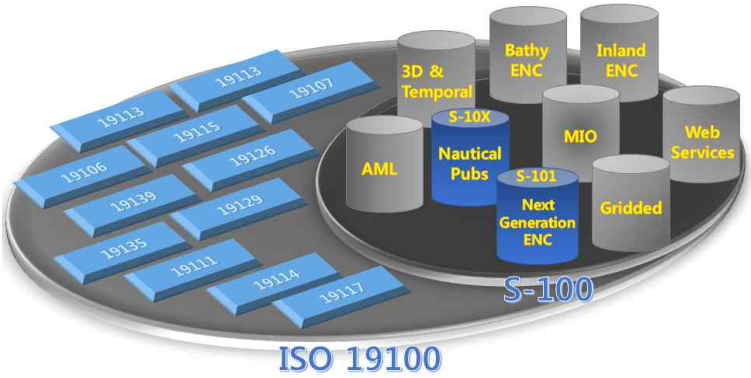

FIGURE 1. Relationship between S-100 and ISO 19100 series

데이터를 해양공간정보 소프트웨어 및 프로그램에서 통합적으로 운영·관리하고 기존 데이터 표현의 한계를 극복하고자 국제 해양공간정보 표준인 S-100 Edition 1.0을 제정하였다.

그림 1은 S-100과 ISO 19100 시리즈의 관계를 나타낸다. S-100은 개방형 공간정보 컨소시엄(OGC, Open Geospatial Consortium)에서 제공하고 있는 GML 표준과 ISO/IEC 8211 표준의 기준 규격을 조합하여 개발되고 있으며, 수로 데이터 제품 사양을 정의하고 수로 데이터의 제작, 분석, 처리, 표현 등의 요구사항을 수용할 수 있도록 개발되고 있다. S-100 표준에서 전자해도 데이터, 수심 데이터, 메타데이터, 웹 서비스 등을 위해 제작되고 있는 표준을 S-101, S-102, S-103…S-10X로 나타내며 이들을 통틀어 해사안전을 위한 표준이라고 한다(Ko *et al.*, 2011).

이러한 표준의 변화에 따라 ECDIS에서 사용되는 데이터 또한 변화해 왔다. 따라서 S-57 전자해도 표준과 S-100 전자해도 표준에 대해 파악하고 전자해도 간의 정의 및 특성을 비교·분석하여 새롭게 제정된 S-10X 데이터의 오류요인에 대한 검사를 위해 유효성 검증 소프트웨어를 자체적으로 개발하고자 하였다(IHO, 2017).

연구 방법 및 절차

본 연구에서는 S-57 전자해도 표준과 S-100 전자해도 표준의 정의 및 특성들에 대해 살펴보고 S-57 전자해도 표준과 S-100 전자해도 표준의 데이터 교환 특성을 도출하고자 하였다. 또한 S-57 전자해도 표준의 유효성 검증을 위한 S-58 표준이 육상 표준규격에서 연계된 점을 고려하여 S-10X 전자해도 데이터의 유효성 검증 소프트웨어에 적용시킬 수 있는 방안을 도출하고자 하였다(Cox *et al.*, 2004). 다음으로 S-10X 전자해도 데이터의 내부 구조에 대한 유효성 검증 테스트를 진행하고 유효성 검증 소프트웨어의 뷰어 기능을 활용하여 가시화를 수행하고자 하였다. 이러한 연구의 전체적인 흐름은 그림 2와 같다.

전자해도 정의 및 특성

1. S-57 전자해도 정의 및 특성

S-57 전자해도는 종이해도에 수록되어 있는 항해와 관련된 다양한 정보들을 그림 3과 같이 IHO에서 제공하고 있는 표준 제작기준에 따라 객체(Object)와 속성(Attribute)으로 구분하여 코딩한 것이다. 또한 자동인식시스템을 통해 선박이 해도에 표시된 위험물에 접근하는 경우 인식할 수 있도록 등심선, 위험구역, 제한구역, 해안선, 항해위험물 등을 면(Area)로 표시하고 모든 정보를 폴리곤(Polygon)으로 구성하여 위상(Topology) 분석을 수행할 수 있다(IHO,

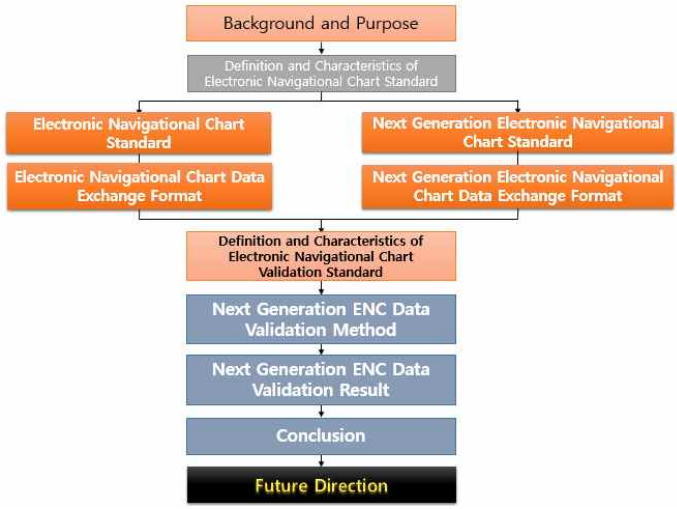

FIGURE 2. Research flow chart

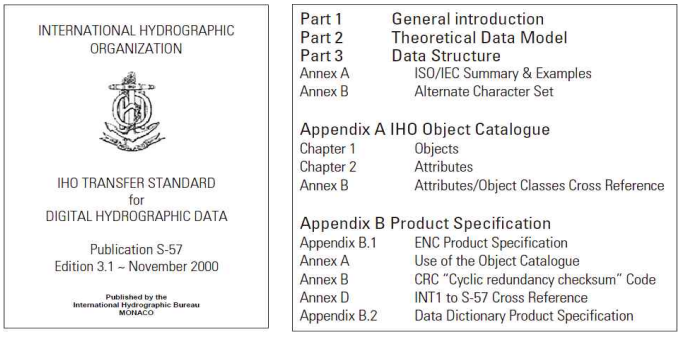

FIGURE 3. S-57 Electronic navigational chart standard outline

2000).

이러한 전자해도는 그림 4의 절차에 따라 제작되며 수치해도 파일은 측량원도와 위성영상, 해도자료, 편수자료 등의 자료를 기반으로 제작된다.

이 때 공간정보 소프트웨어의 편집 기능을 이용하여 해도 내부의 모든 객체에 대해 수작업으로 하나씩 속성정보를 입력해야 하는데, 종이해도 또는 래스터 해도의 경우 사용자가 육안으로 해안선과 등심선을 구분하여 판단할 수 있으나 수치해도에서는 해안선 객체를 클릭하여 속성정보를 확인해야하기 때문이다.

그림 4와 같은 과정을 거쳐 수치해도를 제작한 후 CARIS Object Manager, ENC Designer 소프트웨어를 활용하여 편집 및 변환 과정을 거치면 전자해도가 제작된다. 제작된 S-57 전자해도 데이터는 ECDIS 상에서 선박 간 충돌, 좌초 등의 위험 상황을 항해자에게 미리 경고하는 역할을 한다. 또한 항로의 설계 및 계획 과정에서 최적항로의 선정, 자동항적기록을 통한 사고발생 원인규명 등 항해와 관련한 다양한 정보를 이용한 기능들을 지원한다.

IHO에서 제공하고 있는 S-57 전자해도 표준 문서에 따르면 데이터 모델은 그림 5와 같

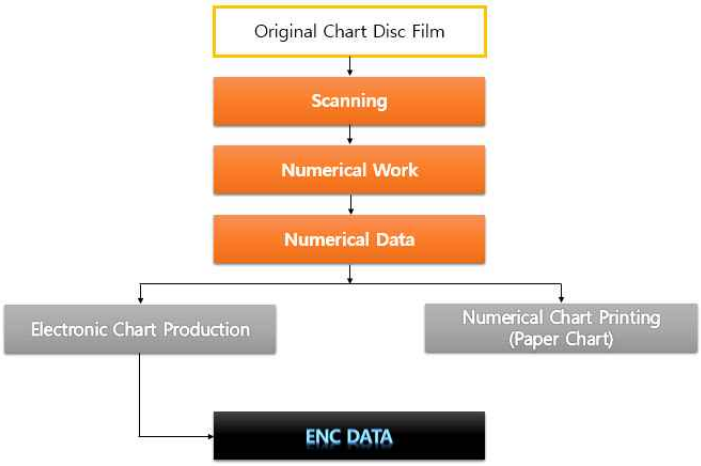

FIGURE 4. Electronic navigational chart production process

다. 객체(Object)는 항목을 식별하고 데이터의 성질을 표시하기 위해 사용하는 문자의 집합체인 식별자(Identifier)와 지형지물의 특성, 성질 등을 나타내는 속성(Attribute)으로 구성된다. 속성은 대상물의 데이터 종류, 특징 및 품질에 대한 값으로 객체를 설명한다.

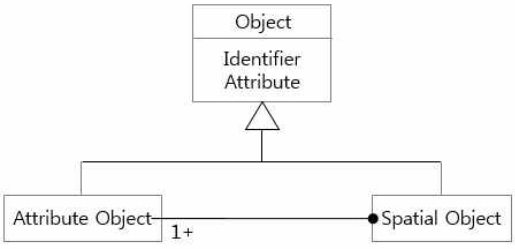

FIGURE 5. S-57 Electronic navigational chart data model

객체는 객체 및 위치정보의 표현을 위한 공간(Spatial) 객체와 현실 세계의 등대, 부이 등과 같은 사물 데이터의 구조를 보여주는 속성(Feature) 객체로 분류할 수 있다. 다음 그림 6은 공간 객체와 속성 객체의 내부 구조를 표현한 것이다.

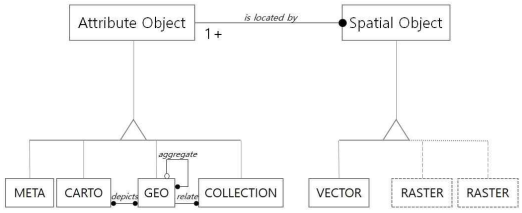

FIGURE 6. Structure of spatial and attribute objects

속성 객체는 S-57 전자해도의 속성정보로서 효율적인 데이터 교환을 위해 다른 객체에 대한 정보(Meta), 실세계 객체에 대한 지도상의 표현 정보(Geo), 실세계 엔티티들의 텍스트를 포함한 지도제작 표시 관련 정보(Cartographic), 다른 객체들 간의 관계 표시(Collection)와 같이 4가지 정보로 분류된다.

IHO에서 제공하는 S-57 전자해도 표준 문서에서 공간 객체는 벡터(Vector), 래스터(Raster), 행렬(Matrix)의 3가지로 분류되어 있으나, 실제로는 그림 7과 같이 벡터 정보에 대한 내용만이 존재하며 래스터와 행렬은 다뤄지지 않고 있다(IHO, 2000).

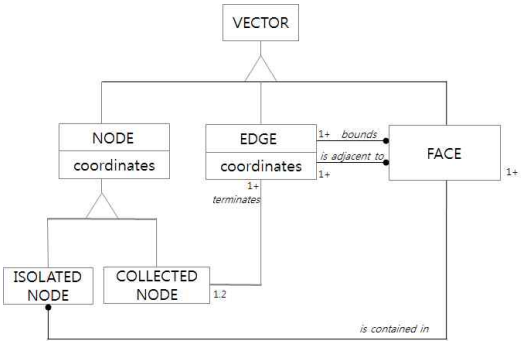

FIGURE 7. Vector model of spatial objects

2. S-100 전자해도 정의 및 특성

S-100은 제품 표준 지침서이며 수로 분야의 다양한 데이터, 제품 및 사용자를 지원하는 역할을 위해 개발되고 있다(Powell, 2011). 이미지 및 그리드 데이터의 처리, 메타데이터 항목의 구성 적용, 제한 없는 부호화 포맷 지원, 유연한 표준 관리 방법 등을 제공하고 있으며 S-57 표준의 개발 노하우를 적용하여 개발하였다.

S-100 이외에 전자해도 제작 사양인 S-101 표준, 해저지형 격자 모델인 S-102, 조석 및 조력과 같은 수로 데이터에 대한 S-103 등 S-10X 시리즈는 그림 8과 같은 다양한 제품 제작 사양을 가지고 있다(IHO, 2017).

이러한 S-10X 표준은 현재 IHO에서 규정한 수로정보의 제작, 처리, 분석, 접근, 표현과 같은 모든 과정에 대한 내용을 포함하고 3차원 데이터의 표현, 위도, 경도, 수심, 시간 등의 내용을 갖는 4차원 시계열 데이터 처리, 웹 서비스 제공 등 미래 요구사항을 수용할 수 있도록 개발되고 있다.(Ward *et al.*, 2008).

3. 전자해도 데이터 간의 비교

S-57 전자해도 표준과 S-100 전자해도 표준은 쓰이는 목적 및 표준화 주체가 동일하나 활용 시기와 관련 표준들, 자료 모델, 데이터 교환 형식, 자료 특성에서 차이점이 존재한다. 이를 표 1에 표현하였다(Lee, 2010).

S-57 전자해도와 S-100 전자해도는 특히 데이터 모델 및 교환 형식에서 차이를 가진다. 기존 전자해도의 제작 사양을 고려할 경우 표현할 수 있는 기능에 한계가 존재한다. 하지만 기존 전자해도 데이터가 공간적 특성만 지니고 있는 반면 차세대 전자해도 데이터는 ISO 19100 시리즈와 GML 표준의 조합을 통해 다양한 분야에서 범용적으로 활용할 수 있도록 제작되고 있으며 일반수치, 지형지물, 기하, 위상, 시간 등을 다양하게 표현할 수 있다(Kim *et al.*, 2013).

또한 다음 그림 9와 같이 S-57 전자해도는 바이너리 구조이기 때문에 내부 구조나 데이터를 살펴보는 것이 어려워 소프트웨어 제작 및 데이터 활용 측면에서 어려움이 있다. 이로 인해 IHO에서는 누구나 쉽게 활용할 수 있는 GML 형식의 데이터 구조를 권장하고 있다.

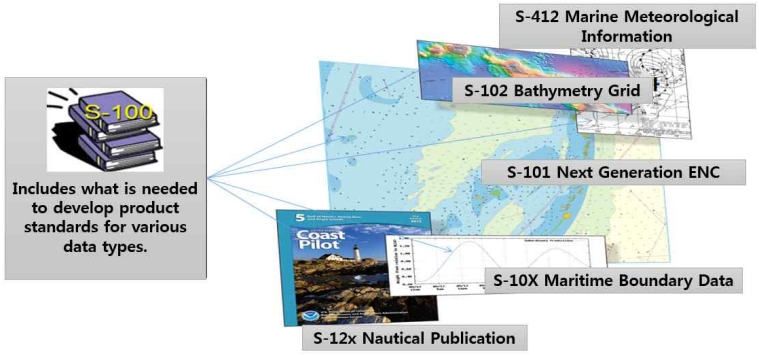

FIGURE 8. Next generation electronic navigational chart standard

TABLE 1. Comparison of S-57 electronic navigational chart and S-100 electronic navigational chart standard

Division	S-57 electronic navigational chart	S-100 electronic navigational chart
Time	From 1996 to 2010	From 2012
Used	IMO SOLAS ECDIS	IMO SOLAS ECDIS
Related standards	S-57, S-58, S-63, S-65, etc.	S-100, S-101, S-102… S-10X
Standardization Subject	IHO	IHO
Data model	Vector 2D	Vector 2D/2.5D…3D
data Exchange type	ISO/IEC 8211 Binary	GML
Data Characteristics	Implementation of navigation information on Paper	Implementation of navigation information on Paper chart + Rep resentation of various navigation-related additional information(undersea topographical information, electronic quarter chart, etc)

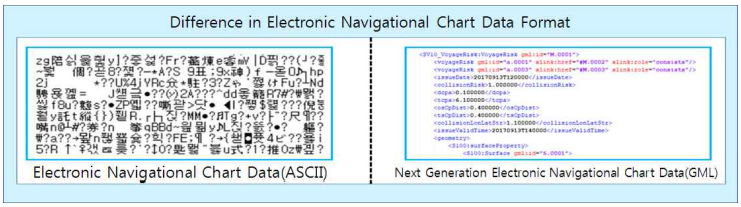

FIGURE 9. Differences in the representation format of electronic navigational chart data

전자해도 데이터는 선박의 안전한 운항을 위해 높은 정확도를 요구한다. 따라서 데이터의 유효성을 검증할 수 있는 지침과 방안은 필수적이다(Kwon and Kim, 2013). 상기 내용과 같이, S-57 전자해도 표준에서 S-100 전자해도 표준으로 변화함에 따라 데이터 모델 및 교환 형식이 변화하였으므로 S-100 전자해도 표준에 적용할 수 있는 새로운 유효성 검증 절차가 필요하다. 기존 S-57 전자해도 표준은 S-58 유효성 검증 표준을 이용하였으나 S-100 전자해도 표준은 유효성 검증방안과 이를 적용하기 위한 소프트웨어가 부족한 실정이다.

S-10X 데이터 유효성 검증 시험

1. 유효성 검증 시험 구축절차

따라서 유효성 검사를 위해 차세대 전자해도 데이터의 유효성 검증 뷰어 소프트웨어를 개발하였다. 유효성 검사의 시험 대상 지역은 그림 10과 같이 남해안의 부산 광양만 일대를 선정하였다.

FIGURE 10. Test area

TABLE 2. S-10X Configure test data

Data type	Definition	Remarks
Feature Catalogue	Structure of Attributes and Data	.xsd format
Portrayal Catalogue	Define the Schematic	AreaFills, ColorProfiles, Fonts, LineStyles, Pixmaps, Rules, Symbols, etc. Different formats depending on the scheme.
VoyageRisk	Spatial Data	.gml format

TABLE 3. Test environment and tools

Division	Component
Development Tools	Microsoft Visual Studio 2010 Professional
Language	C#/C++(Using the CLI Wrapper technique)
Configuration Management tool	Visual SVNServer
Development library	PotSpatial. Pro4j.Net, GeoAPI, Gdal/Ogr. DirectX etc.
Etc	Microsoft visio

광양만 일대는 수백만 배럴 이상의 원유 운반선 및 수출 선박의 왕래가 잦고 해양 사고 위험이 상존하고 있기 때문에 차세대 전자해도 데이터의 수요와 활용도가 높을 것으로 예상되므로 시험 대상 지역으로 선정하였다. 본 소프트웨어를 이용하여 검증된 차세대 전자해도 데이터의 가시화 기능을 이용하면 향후 선박 운항의 안전성을 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다. 시험 대상 해역의 면적은 42,016㎢이고, 총 연장은 8717㎞이다.

시험 데이터는 (사)한국선급에서 제공받았으며 다음 표 2와 같다.

각 시험 데이터는 속성정보를 지니고 있는 피처 카탈로그(Feature Catalogue), 포트리얼 카탈로그(Portrayal Catalogue), GML 형식의 공간 데이터로 구성되어 있다.

시험 환경 및 구성은 표 3과 같고 현재 해사안전을 위한 S-10X 전자해도 데이터를 위한 검증 소프트웨어가 없으므로 자체 개발을 통해 실제 구현을 목표로 하였다.

S-10X 데이터의 유효성 검증 소프트웨어 개발을 위하여 Microsoft Visual Studio 2010 Professional, C#/C++ 등의 프로그램을, 전자해도를 화면상에 도시하기 위해 그래픽스 디바이스

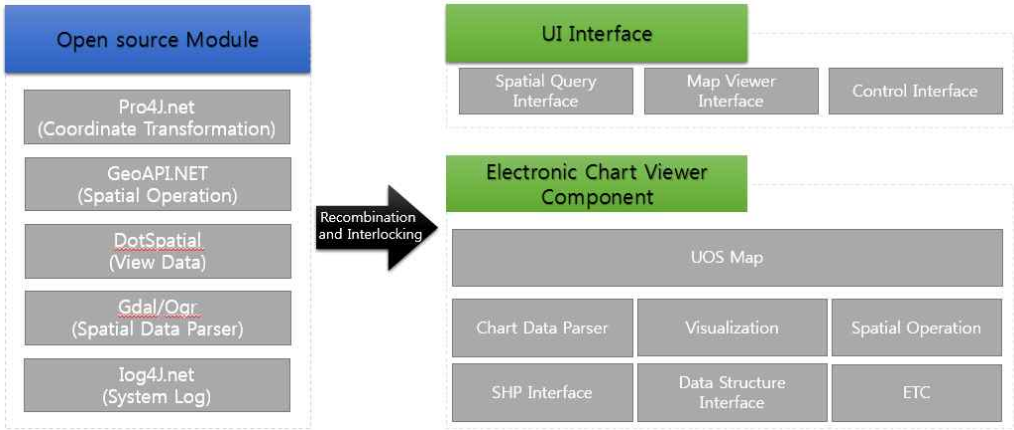

FIGURE 11. Validation software module configuration diagram

인터페이스(GDI, Graphics Device Interface)를 사용하였다. GDI+는 그래픽의 저장 방식, 출력 장치에 다양하게 지원하며 프린터 등이 그래픽을 드로잉할 수 있도록 적절하게 관리해주는 역할을 한다.

그리고 전자해도 소프트웨어 활용 시 다양한 기능을 추가하기 위해 오픈소스 모듈인 좌표변환, 공간연산, 데이터 조회, 공간데이터 파서, 시스템 로그 등을 재조합하여 연동하였다. 이를 통해 사용자 인터페이스(UI, User Interface)와 전자해도 뷰어 컴포넌트를 위한 기능을 적용하여 차세대 전자해도 데이터의 검증용 뷰어 소프트웨어를 개발하였다. 이에 대한 상세한 내용은 그림 11과 같이 표현하였다.

2. S-10X 데이터 내부 구조 검증 시험

1) 피처 카탈로그 검증 시험

GML 파일과 피처 카탈로그를 비교하였을 경우에 데이터 속성 및 스키마는 일치하여야 하며 본 시험에서는 일치하였다. 또한 피처 카탈로그의 데이터 속성과 GML 데이터 필드와 구성 값이 합당하다고 판단되었다. 그러나 피처 카탈로그 부분에서는 다음 그림 12와 같은 내용에 대한 정의가 충족되어야 한다.

공간정보 속성은 Geographic과 Geometry 속성 두 가지가 존재하며 평면좌표계에서는 Geometry를 활용하고 구형좌표계에서는 Geographic을 활용한다. Geographic을 사용하는 경우에는 세계측지계인 EPSG 4326 단위에서 변환하지 않고 사용하겠다는 의미로 항해 시 사용하는 전자해도의 경우에는 영향이 없으나 데이터를 생산하고 제작하는 수로측량적인 관점에서는 좌표계 변환이 자주 일어나므로 주의해야 한다.

2) 포트리얼 카탈로그 검증 시험

포트리얼 카탈로그의 경우에는 데이터 가시화 구조를 위하여 GML과 포트리얼 카탈로그를 비교하여 분석하였을 경우에 포인트 심볼 객체의 정의가 적합해야 한다. 본 시험에서는 적합한 것으로 판단되었지만 표면 객체에서 논리적인 설명이 필요한 부분을 발견하였다.

표면 객체란 특정영역을 지칭하는 것이므로 기본 라인 스타일(Simple Line Style)로 나타나는 경우에는 면 채우기 속성인 FillType 부분을 정의할 수 없다. 그리고 응용 어플리케이션 개발단계에서 착오를 불러일으키기 쉬우므로 주의해야 하며 표면 객체에서 면 채우기 등의 속성이 필요 없는 경우에는 주석으로 그 사유를 적어두는 것이 바람직하다(Lee, 2016).

포트리얼 카탈로그 검증을 위하여 우선순위를 결정하는 경우에 순서가 차례대로 진행되어야 하며 우선순위 정보가 동일할 수 없다. IHO에서 제공하는 차세대 전자해도 표준 및 모듈을 참고하여 자체적으로 제작한 시험데이터의 경우에는 우선순위가 순차적으로 진행되는 것이 아니라 모호했으며 동일한 순서도 확인할 수 있었다. 이와 같이 잘못된 정보가 기입되었을 때는 수정을 통해 재정립해야 하며 포트리얼 카탈로그의 우선순위에 대한 상세한 정보는 다음 그림 13과 같이 표현하였다.

```
<S100FC:superType>RoutePrediction</S100FC:superType>
<S100FC:featureUseType>geographic</S100FC:featureUseType>
<S100FC:permittedPrimitives>surface</S100FC:permittedPrimitives>
</S100FC:S100_FC_FeatureType>
```

FIGURE 12. Feature catalogue definition

```
<xsl:template match="VoyageRisk[@primitive='Surface']" priority="1">
<lineInstruction>
<featureReference>
<xsl:value-of select="@id"/>
</featureReference>
<viewingGroup>40000</viewingGroup>
<displayPlane>OVERRADAR</displayPlane>
<drawingPriority>9</drawingPriority>
<xsl:call-template name="simpleLineStyle">
<xsl:with-param name="style">solid</xsl:with-param>
<xsl:with-param name="width">0.64</xsl:with-param>
<xsl:with-param name="colour">CHCOR</xsl:with-param>
</xsl:call-template>
</lineInstruction>
```

FIGURE 13. Priority information in the portrayal catalogue

3) GML 검증 시험

최종적으로 GML 정보의 인코딩된 스키마 구조를 비교한 결과 설계대로 구조화되어 있는 것을 확인하였다. 또한 피처 카탈로그에서 구성한 데이터 스키마 구조와 GML에 인코딩되어 있는 피처 속성의 일치 여부를 확인하였으며 포트리얼 카탈로그 정보에서 구성된 정보의 논리적 모순성 검증 결과 이상이 없는 것으로 판단되었다.

기존 전자해도 표준의 유효성 검증 표준인 S-58에 대한 데이터 위상구조에서 중요한 요소는 닫혀있는 폴리곤을 정의하는 폐합성과 라인이 끊어지지 않은 형태를 나타내는 연결성, 그리고 데이터의 무결성이 있다. 이러한 유효성 검증 표준의 요소를 참고하여 검사한 결과 (사)한국선급에서 제공받은 시험 데이터는 표면의 경우 모두 폐합되어 있음을 확인하였으며 연결성과 데이터 무결성에도 문제가 없었다. 중복되거나 동일한 피처의 존재 여부에 대한 검증 결과에 따라 (사)한국선급에서 제공받은 시험 데이터는 구조적인 요건을 모두 충족하고 있다는 것을 알 수 있었으며 공간 데이터의 위치정합성에도 문제가 없었다.

그러나 IHO에서 제공하는 S-100 전자해도 표준 문서 및 모듈을 참고하여 자체적으로 제작한 시험데이터의 경우에는 공간데이터의 위치정합성을 나타낼 때, 위치정보의 단위가 전 세계 수로국 제작 범위에 없는 데이터 범위로 구성되어 있었다. 이러한 경우에는 제작 과정에서 오류를 정의하고 잘못된 부분을 찾아 수동적으로 수정해야 한다. 이에 대한 상세한 공간데이터의 위치정합성은 다음 그림 14와 같이 표현하였다.

```
<geometry>
        <S100:pointProperty>
        <S100:Point gml:id="PT.0004">
        <gml:pos>0.130666 0.489863</gml:pos>
        </S100:Point>
        </S100:pointProperty>
</geometry>
```

FIGURE 14. Location of spatial data

인코딩된 공간참조체계(SRS, Spatial Reference System)가 세계측지계인 EPSG 4326로 정의되어 있으므로 위·경도 내에서 표현 가능한 범위의 데이터가 입력되어야 한다.

3. S-10X 데이터 가시화 시험

(사)한국선급에서 제공받은 S-10X 데이터를 유효성 검증 소프트웨어를 활용하여 가시화를 진행한 결과 그림 15와 같이 성공적으로 표현되었다.

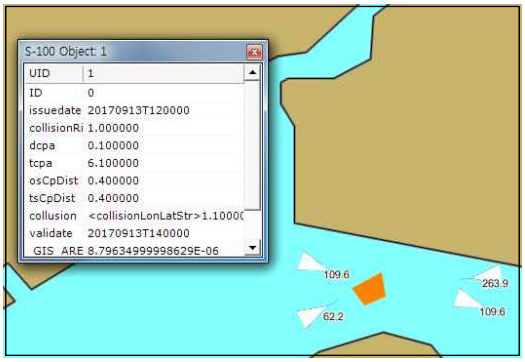

FIGURE 15. Visualization of S-10X data

항해위험 데이터는 자선과 타선의 위치와 방향 등의 정보를 관리한다. 이러한 항해위험 데이터의 경우에는 피처 카탈로그의 스키마 구조에서 검사해야 할 항목인 속성과 인코딩 구조가 설계된 것과 같이 항해위험에 대한 정보, 날짜, 버전 등이 표현되었다. 가시화 과정에서 소프트웨어 검증 결과에 대한 자료는 표 4와 같다.

결 론

본 연구에서는 현재 IHO가 제공하는 표준 문서 및 모듈을 통해 S-57 전자해도 표준과 S-10X 전자해도 표준의 차별성을 도출하였다. 또한 S-57 전자해도에는 존재하지 않는 데이터 특성을 도출하여 S-10X 전자해도 데이터의 유효성 검증 소프트웨어를 자체 개발하였다. 이를 통해 (사)한국선급에서 제공받은 S-10X 전자해도 시험 데이터와 자체적으로 개발한 시험 데이터를 비교·분석하고 소프트웨어를 통해 데이터 적용 시험을 실시하여 다음과 같은 개선점 및 발전방향을 얻을 수 있었다.

첫째, S-57 전자해도 데이터의 경우에는 바이너리 파일의 2진법으로 표현된 아스키 코드로 구성되어 있었다. 하지만 S-10X 전자해도 데이터는 OGC에서 제공하는 GML 표준 형식으로 변환되어 활용되고 있다. 데이터 교환 형식이 다른 것을 고려하여, 전자해도 데이터의 유효성 검증 표준인 S-58 내용의 업데이트 또는 새로운 유효성 검증 표준 문서 개편이 필요하다.

둘째, (사)한국선급에서 제공받은 시험 데이터와 자체적으로 제작한 시험 데이터의 내부 구조 검증에서 자체적으로 제작한 데이터의 경우에는 위치의 단위가 전 세계 수로국 제작 범위에 없는 데이터 범위로 구성되어 있었다. 이는 UML 설계 시 잘못 입력하였거나 호환이 되지 않았기 때문에 오류가 발생한 것이다. 또한 피처 카탈로그, 포트리얼 카탈로그, GML의 데이터 스키마 구조가 일치하지 않을 경우에도 발생할 수 있으므로 상시 오류 요인을 분석하여 보완 작업이 필요하다.

셋째, S-10X 전자해도 데이터는 성공적으로

TABLE 4. Quantitative valuation of Software

Test Dataset	Number of data feature	Number of data record	Memory usage in visualization(MB)	Visualization time (ms)	IEC61174 Standard (Navigation equipment)
SV10 vulnerable vessel monitoring Service	22	88	22	2000	○
SV20 on-board system remote monitoring service	32	153	32	2200	○
SV30 optimal safetry route service	6	15	38	2850	○
SV51 lead and preliminary support services	1	5	10	2050	○

가시화하였지만 (사)한국선급에서 제공받은 시험데이터를 가시화한 상태에서 유효성 검증 시 피처 카탈로그와 포트리얼 카탈로그에 대한 검사를 위한 명시적인 방안이 필요하다.

또한 국제적으로 정립되어 있는 S-57 전자해도의 심볼 및 색상들에 대한 정보를 나타내는 S-52 표준과 달리 현재 개발 중에 있는 S-10X 전자해도 내부의 심볼 및 텍스트를 임의로 제작한 점을 고려하여 텍스트 형식의 추가 설명이 필요하며 심볼 및 색상 등을 정립할 수 있는 표준이 필요하다.

넷째, 유효성 검증 소프트웨어를 통해 S-10X 전자해도 데이터를 가시화할 경우에 안전한 선박 운항을 위한 정보를 텍스트로 처리하였다. 하지만 축소, 확대 기능에 따른 심볼 및 텍스트 크기의 변화는 고려하지 못했다. 항해의 목적에 따라 전자해도의 축척을 결정해야 하는 점을 고려하였을 때 효율성이 떨어지므로 보완이 필요하다.

본 연구에서는 S-10X 전자해도 데이터의 호환성 중심으로 시험을 진행하였기 때문에 현재 IHO의 업데이트 계획 및 발전 방향에 대한 내용이 없는 유효성 검증 표준인 S-58과 선박의 안전 운항을 위하여 S-10X 전자해도 데이터 기반의 유효성 검증 뷰어 소프트웨어 관련 연구가 국내·외에서 활발히 진행되어야 할 것으로 사료된다. KAGIS

REFERENCES

Cox, S., P. Daisey, R. Lake, C. Portele, and A. Whiteside, 2004. Geography markup language(GML) encoding specification. Open Geospatial Consortium(OGC). 29pp.

IHO, S. 2000. Transfer standard for digital hydrographic data. S-57, Edition, 3.1 114pp.

IHO, S. 2017. Universal Hydrographic Data Model. S-100, Edition, 3. 580pp.

Kim, M.S., I.S. Jang, and C.H. Lee, 2013. Design and implementation of the converged platform for geospaital and maritime information service based on S-100 standard. Journal of Korea Spatial Information Society 21(6):23-32 (김민수, 장인성, 이충호. 2013. S-100 표준 기반 공간 및 항행정보 융합 서비스 플랫폼 설계 및 구현. 한국공간정보학회지 21(6): 23-32).

Ko, H.J., S.W. Oh, J.M. Park, S.H. Suh, and T.B. Jeon, 2011. A study on trends of S-100 and S-101 standards and effects. In Proceedings of the Korean Institute of Navigation and Port Research Conference. Korean Institute of Navigation and Port Research. pp. 37-39 (고현주, 오세웅, 박종민, 서상현, 전태병. 2011. S-100/S-101 개발 동향 및 영향에 관한 연구. 한국항해항만학회 학술대회논문집. 37-39쪽).

Kwon, J.Y. and J.H. Kim, 2013. A design and implementation of OGC standards based for web vector map service. Journal of the Korean cadastre information association 15(1):97-111 (권진영, 김준현. 2013. OGC 표준 기반의 Web Vector Map Service 설계 및 구현. 한국지적정보학회지 15(1):97-111).

Lee, H.Y. 2010. Next ENC Standards and International Trend, TTA Journal. (131): 89-96 (이희용. 2010. 차세대 전자해도 표준과 국제 동향. TTA 저널 (131):89-96)

Lee, H.Y. 2016. A Study on the depiction of ENC features to apply S-52 standards under the 3D visualization environment. Journal of Korean Navigation and Port Research 40(6): 369-374 (이희용. 2016. 3차원 가시화 환

경에서 S-52 표준을 적용하기 위한 전자해도 객체의 표현방법에 관한 연구. 한국항해항만학회지 40(6):369-374).

Powell, J. 2011. The new electronic chart product specification S-101: An overview. International Recent Issues about ECDIS, e-Navigation and Safety at Sea: Marine Navigation and Safety of Sea Transportation 5(2):167-171.

Ward, R., L. Alexander, B. Greenslade, and A. Pharaoh. 2008. IHO S-100: The new hydrographic geospatial standard for marine data and information. Canadian Hydrographic Conference. 425pp.