S-100 표준 기반 공간 및 항행정보 융합 서비스 플랫폼 설계 및 구현

Design and Implementation of the Converged Platform for Geospatial and Maritime Information Service based on S-100 Standard

김민수 · 장인성** · 이충호***

Min Soo Kim · In Sung Jang · Chung Ho Lee

요 약 최근 해양 GIS 분야에서 차세대 전자해도를 포함하여 다양한 항행정보를 ICT 기술을 활용하여 수집·통합·교환·표현·분석할 수 있는 항행정보 융합 플랫폼에 대한 관심이 크게 증가하고 있다. 이러한 항행정보 융합 플랫폼과 관련하여 S-100의 차세대 국제수로데이터모델 표준이 발표되고, 이를 활용한 다양한 연구결과들도 발표되고 있다. 그러나, 기존 결과들은 항행정보의 융합 서비스와 관련하여 주어진 문제에 대한 단편적인 해결책만을 제시할 뿐, 다양한 공간정보, 전자해도, 실시간 항행정보를 표준화된 방식으로 융합하여 서비스 할 수 있는 플랫폼의 구성 방법을 제시하지는 못하였다. 이에 본 연구에서는 S-100 표준과 WMS, WMTS, WPS, SOS 등의 공간정보 웹 표준을 수용한 차세대 항행정보 서비스 플랫폼의 설계 및 구현 방법을 제시하고 있다. 제안된 플랫폼은 S-57과 S-101의 전자해도 표준 지원, 이질적인 육상 공간정보와 전자해도의 융합 서비스 지원, 날씨, AIS, CCTV 등과 같은 다양한 실시간 센서정보의 융합 서비스 지원, 그리고 WebApp 서비스를 이용한 ECDIS, ECS, VTS 등의 다양한 항행정보 시스템 개발 지원이 가능하다. 또한, 본 연구에서는 제안된 플랫폼을 이용하여 공간정보, S-101 데이터, 실시간 날씨정보의 융합 서비스를 실제 구현함으로써 그 효용성을 검증하고 있다.

키워드 : S-57, S-101, 국제수로데이터모델, 전자해도, 항행정보, 공간정보, 오픈플랫폼

Abstract Recently, there has been much interest in the converged platform that enables the harmonized collection, integration, exchange, presentation and analysis of various kinds of marine information by using the ICT means. Regarding such the converged platform, S-100 standards including the international hydrographic data model are being announced and various studies have been published based on the S-100 standards. However, the existing studies have presented simple solutions for only given problems on the converged service of the maritime information. They could not propose the design concept of the converged platform which makes it possible to provide the standardized and integrated services among the geospatial data, the real-time maritime data, and the next ENC. Therefore, we propose design and implementation details of the converged service platform for the geospatial and the maritime data based on the S-100, WMS, WMTS, WPS, SOS standards. The proposed platform has advantages of supporting both the S-57 and the S-101, supporting the converged services of heterogeneous geospatial data and ENC data, supporting the real-time services of sensor data such as weather, AIS, and CCTV, and supporting the development of various kinds of maritime systems such as ECDIS, ECS, VTS based on the WebApp service. Finally, we proved the effectiveness of our proposed platform through the actual implementation of the converged service of geospatial data, S-101 data, and KWeather data.

Keywords : S-57, S-101, S-100, ENC, Maritime Information, Spatial Information, Open Platform

1. 서 론

최근 해상 교통량 급증에 따라 경제적이고 안전한 항로 설정, 해양사고 예방, 해양오염 방지 등의 다양한 항행정보 서비스에 대한 사람들의 관심이 크게 증가

하고 있다. 이러한 항행정보 서비스를 효율적으로 제공하기 위해서는 전자해도, AIS정보, 항로표지정보, 해사안전정보, 날씨정보, 조류정보 등과 같은 다양한 데이터의 융합을 필요로 하게 되는데, 이와 관련하여 최근 발표된 S-100 표준 기반의 MSDI(Marine Spatial

[†] This work was supported by the IT R&D program of MKE/KEIT, [10041790, Development of Advanced Ship Navigation Supporting System based on Oncoming International Marine Data Standard]

* Min Soo Kim, Principal Researcher, Spatial Information Research Laboratory, ETRI. minsoo@etri.re.kr (Corresponding Author)

** In Sung Jang, Senior Researcher, Spatial Information Research Laboratory, ETRI. e4dol2@etri.re.kr

*** Chung Ho Lee, Senior Researcher, Spatial Information Research Laboratory, ETRI. leech@etri.re.kr

Data Infrastructure) 구축과 이를 활용한 e-Navigation 서비스의 실현에 사람들의 관심이 급증하고 있다. 특히, MSDI와 e-Navigation 서비스의 구현 과정에서 전자해도를 표현하는 기존의 S-57 표준에서 최근에는 다양한 전자해도를 포함하는 S-100 표준과 이들 전자해도의 웹 서비스 관련 표준에 많은 관심이 집중되고 있다.

S-57은 수로 데이터 교환 표준으로, 실세계 사물을 Feature와 공간정보로 구분하여, 이를 레코드 단위로 저장하는 것에 관한 수로 분야 표준이다. 이러한 S-57은 벡터 형태의 전자해도를 제외한, 그리드 데이터, 시계열 데이터, 래스터 데이터 등과 같은 다양한 형태의 수로데이터를 표현할 수 없는 단점이 있다. 또한, MSDI 구축 과정에서 요구되는 데이터의 표준화된 개방, 공유, 활용을 지원하는 웹 서비스 및 Open API 표준을 전혀 지원하지 않는 문제점도 가지고 있다. 최근 이러한 S-57의 문제점을 해결하기 위하여 S-100 표준의 Edition 2.0 제정이 추진 중에 있다. S-100 표준은 다양한 유형의 수로데이터를 지원할 수 있는 표준으로 ISO/TC211의 ISO 19100 시리즈의 공간정보 표준을 참고하여 개발되고 있으며, 다양한 수로데이터들이 해양 GIS 분야의 다양한 소프트웨어나 응용 프로그램에서 상호 쉽게 활용될 수 있도록 하는 것을 목표로 하고 있다. 구체적으로 S-100 표준은 수로데이터의 제작, 처리, 분석, 공유, 표현의 전 과정에 대한 내용을 포함하고 있는데, 특히 4차원 시계열 데이터 지원, 표준 웹 서비스 제공 등과 같은 요구사항을 수용할 수 있도록 개발되고 있다. 현재 S-100 표준에서는 전자해도 데이터, 수심 데이터, 메타 데이터, 웹 서비스 등을 위한 다양한 표준에 대하여 S-10X의 형태로 표준을 제시하고 있다. 전자해도 표준은 S-101로 IHO에 의하여 2012년 2월 Phase 3 버전이 제시되었으며 현재 지속적으로 수정 논의가 진행되고 있다. S-101 표준은 ECDIS(Electronic Chart Display and Information System), ECS(Electronic Chart Systems) 뿐만 아니라, 수로데이터를 필요로 하는 다양한 항행정보시스템에서 활발히 활용될 것으로 보고 있다.

지금까지 S-57 포맷에 따라 간행된 전자해도는 ECDIS 또는 ECS 등에 부분적으로 활용되었으며, 웹 기반 실시간 항행정보를 제공하는 응용 시스템에서는 거의 활용되지 못하였다. 실제로 AIS 정보, 항로표지 정보, 해사안전정보 등을 제공하는데 있어서 공간정보 오픈플랫폼인 Google Map 또는 OpenStreetMap이 주로 이용되었다. 이는 S-57이 데이터 교환 표준으로 항행정보 제공 시스템 내부에서 활용하기에는 너무

무거웠으며, 웹 서비스와 관련된 어떠한 표준도 제시되지 않았기 때문이라고 볼 수 있다. 이에 본 논문에서는 차세대 항행정보 관련 표준인 S-100 표준을 기반으로 다양한 항행정보를 웹 서비스 할 수 있는 오픈플랫폼을 제안하고자 한다. 특히 제안되는 플랫폼에서는 상호 이질적인 전자해도와 육상지도와의 융합 서비스 방안, 실시간 해양 센서정보의 융합 서비스 방안, 항행정보의 표준화된 웹 및 모바일 서비스 방안, 그리고 전자해도의 효율적인 관리 및 웹 서비스를 위한 공간 DBMS 기반 관리 방안에 대하여 자세히 제시하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장의 관련 연구에서는 공간정보 오픈플랫폼과 웹 기반의 항행정보 제공 기술 동향에 대하여 살펴볼 것이다. 3장에서는 본 논문에서 제안되는 차세대 전자해도 기반의 공간/항행정보 융합 서비스 플랫폼의 특징 및 시스템 구성방법에 대하여 살펴보고, 4장에서는 제안된 플랫폼의 구현 내용을 제시하여 그 효용성을 검증할 것이다. 끝으로, 5장에서는 본 논문의 결론 및 향후 연구 방향을 제시하고자 한다.

2. 관련 연구

현재 공간정보 플랫폼 서비스와 관련하여 Google Map, Bing Map, OpenStreetMap 서비스가 세계적으로 많이 이용되고 있으며, 국내에서는 다음맵, 네이버맵, 올레맵, 브이월드 서비스가 활발히 이용되고 있다. 이러한 공간정보 플랫폼은 2차원 맵, 3차원 맵, 항공사진, 위성영상, 실사영상 등의 다양한 정보와 길 찾기, 버스노선 찾기, 지하철 찾기 등의 분석 서비스뿐만 아니라, 맵 정보를 사용자의 응용 서비스에서 자유로이 융합하여 활용할 수 있도록 다양한 Open API도 제공하고 있다[10]. 또한, 웹 패드 및 스마트 폰을 위한 모바일 공간정보 서비스도 활발히 제공하고 있다[8, 11]. 이러한 공간정보 플랫폼은 이질적인 시스템들 간의 데이터의 상호 공유 및 활용을 위하여 OGC에서 제안된 WMS(Web Map Service), WFS(Web Feature Service), WMTS(Web Map Tile Service), WPS(Web Processing Service) 등의 다양한 표준 사양을 지원하고 있다[12, 15]. 최근에는 공간정보와 실시간 센서정보가 융합된 GeoSensor Web 서비스가 크게 확산되고 있다. 이러한 센서정보는 사용자 위치정보, 교통정보, 날씨정보, CCTV정보, 환경정보, 영상정보, 재난재해정보 등과 같이 매우 다양하고 이질적인 형태를 지니고 있으며, 다양한 인프라로부터 수집될 수 있다[13]. 이러한 이질성을 극복하고 센서정보와 공간정보의 효율적인 융

합 서비스를 위하여 OGC는 다양한 센서정보를 웹 상에서 표준화된 방식으로 검색하고 수집하여 활용할 수 있는 SWE(Sensor Web Enablement)의 표준을 제시하고 있다[14].

해양 GIS 분야에서도 전자해도 기반의 다양한 항행정보 융합 플랫폼 서비스가 크게 이슈화 되고 있다. Oh et al.[18], Adam[1]과 Lee[16]는 이러한 항행정보 융합 플랫폼과 관련하여 S-100의 국제수로데이터 모델 및 표준 웹 서비스의 필요성에 대하여 제시하고 있으며, Alexander et al.[2]는 미래 e-Navigation 서비스 실현과 관련하여 다양한 항행정보의 수집, 통합, 교환, 표현 및 분석 서비스가 필요함을 강조하고 있다. 최근 이러한 항행정보 플랫폼과 관련하여 다양한 연구결과들이 발표되어오고 있다. 우선 항행정보의 웹 서비스와 관련하여 AIS 기반의 VTS(Vessel Traffic Services)에 관한 연구결과들이 가장 흔히 제시되고 있다. Chang and Chang[6]은 VTS 웹 서비스의 베이스 맵으로 Google Maps, Bing Maps,, OpenStreetMap 이외에 WMTS 표준 기반의 전자해도를 이용한 방법을 제시하고 있으며, Jun et al.[9]는 전자해도, AIS, 항로 표지정보, 안전 메시지 정보를 통합할 수 있는 시스템을 제안하고 있다. 또한, Lee et al.[17]은 SAR 영상정보와 AIS 정보를 융합하여 선박을 탐지하기 위한 방법을 제안하고 있다. 그러나, 이들 방법들은 응용 서비스 상황에 따른 단편적인 방법만 제시할 뿐, AIS를 포함한 다양한 실시간 센서정보, 공간정보, 전자해도, 항행정보를 표준화된 방식으로 통합하고 관리하여 다양한 방식으로 서비스 할 수 있는 방법은 제시하지 못하였다. 이에 본 연구에서는 S-100 표준과 OGC의 SOS, WMS, WMTS, WPS 등의 표준을 수용한 차세대 항행정보 웹 서비스 플랫폼의 설계 및 구현 방법을 제시하고자 한다.

이외에도 전자해도와 해사안전정보의 융합 서비스, 전자해도와 수심, 조류, 항로정보 등을 융합한 동적 항행정보 서비스 등과 같이 다양한 항행정보 융합 서비스 관련 연구결과들이 발표되고 있다[3, 7, 19]. 또한, 현재 상용화 되어 있는 CARIS사의 SFE(Spatial Fusion Enterprise)[5]와 HPD(Hydrographic Production Database)[4]는 OGC의 WMS, WMTS, WFS, WCS 표준 사양을 준수한 해양 공간정보에 대한 웹 서비스 엔진을 제공하고 있다. 특히 SFE는 S-57의 전자해도와 Shape, DXF, GeoTIFF 등의 공간정보와의 융합과 Google Maps, OpenStreetMap 플랫폼과의 융합도 지원하고 있다. 그러나, 이들은 S-101의 차세대 전자해도 데이터와의 융합과 실시간 센서정보와의 표준화된

융합 방법은 지원하지 못하고 있다.

3. 공간-항행정보 융합 플랫폼 설계

본 장에서는 우선 공간정보, 전자해도, 실시간 항행정보 등을 효율적으로 융합하여 표준화된 웹 서비스를 제공하기 위하여 반드시 고려해야 할 중요한 요소들을 제시하고 있다. 특히, 제시되는 공간-항행정보 융합 플랫폼은 ECDIS, ECS, VTS 등의 서비스 시스템 구축을 직접적으로 지원할 수 있으며, 미래 e-Navigation 서비스와의 상호운영성도 지원할 수 있어야 한다. 끝으로, 3.2, 3.3 절에서는 위에서 제시된 중요 특징들을 고려한 공간-항행정보 융합 플랫폼의 세부 구조 및 상세 설계 내용을 제시한다.

3.1 공간-항행정보 융합 플랫폼 설계 고려사항

본 연구에서는 최근의 항행정보 서비스와 관련하여 사용자, 표준 그리고 최신의 기술적인 요구사항을 반영하고 있다. 본 연구에서 제안되는 공간-항행정보 융합 플랫폼은 첫째, 다양한 전자해도를 지원할 수 있어야 한다. 기존 시스템과의 융합을 위하여 S-57의 전자해도를 지원해야 하며, 차세대 전자해도 서비스를 위하여 S-101의 전자해도도 지원해야 한다. 둘째, 해상과 육상정보의 융합을 통한 분석 및 의사결정 서비스를 제공하기 위하여 상호 이질적이며 다양한 형식의 육상 공간정보도 지원할 수 있어야 한다. 셋째, 최근 정적인 전자해도 이외에 동적으로 수집되는 다양한 실시간 센서정보가 급증하고 있는 추세로, 이러한 동적 센서정보들의 융합 서비스를 지원할 수 있어야 한다. 넷째, 융합된 전자해도, 육상 공간정보, 센서정보를 표준화된 방법의 서비스를 제공함으로써 상호운영성을 지원할 수 있어야 한다. 끝으로, ECDIS 등의 고가 장비를 탑재할 수 없는 선박들을 지원하기 위하여 기존의 스마트폰 또는 태블릿 PC 등을 이용한 모바일 기반의 항행정보 서비스도 지원할 수 있어야 한다. 이러한 요구사항들은 다음과 같이 요약된다.

- **차세대 전자해도 융합:** 기존 S-57의 전자해도 표준뿐만 아니라, S-101의 차세대 전자해도 표준의 융합 서비스 지원
- **공간정보-전자해도 융합:** 상호 이질적인 다양한 육상 공간정보들과 전자해도의 융합 서비스 지원
- **실시간 센서정보 융합:** 수심, 날씨, 조류, 풍향, 풍속, AIS, 해사안전정보, 선박 속도, 선박 방향, 선

박 위치, CCTV 등과 같이 선박 내외부로부터 수집 가능한 다양한 동적 센서정보에 대한 융합 서비스 지원

- **항행정보의 표준 웹 서비스:** 국제 표준 기반의 웹 서비스를 통한 ECDIS, ECS, VTS, AIS 등의 다양한 항행정보 서비스 지원
- **모바일 항행정보 서비스:** WebApp 기반으로 웹패드 또는 스마트 폰에서 동작 가능한 모바일 항행정보 서비스 지원

3.2 공간-항행정보 융합 플랫폼 구조

본 연구에서 제안된 공간정보, 차세대 전자해도, 실시간 센서정보의 융합 서비스가 가능한 공간-항행정보 융합 플랫폼의 구조는 Figure 1과 같다. Figure 1에서 공간-항행정보 융합 플랫폼은 상호 이질적인 데이터에 대한 동일한 수집 및 통합 방법을 제공하는 Data Provider 컴포넌트, 각 Data Provider로부터 수집된 다중 Feature들을 Layer로 구성하여 관리하는 Data Management 컴포넌트, 차세대 전자해도의 효율적인 시각화를 위한 ENC Portrayal 컴포넌트, 공간-항행정보 웹 서비스를 제공하는 Maritime Information Service 컴포넌트, 차세대 전자해도의 메타정보 연계를 위한 Catalog Manager, 그리고 융합 플랫폼 관리 도구의 핵심 모듈로 구성되어 있다. 이외에 웹 클라이언트를 위한 WebApp 모듈과 차세대 전자해도의 저장 형식 변환을 지원하는 ENC 변환 도구가 포함되어 있다.

Figure 1. Integrated System Architecture of Geospatial and Maritime Information

3.2.1 Data Provider Component

Data Provider Component(DPC)는 ADO.NET의 정형화된 인터페이스를 통하여 다양한 이질적인 데이터에 대하여 동일한 수집 및 통합 방법을 제공하도록 구성되어 있다. 그러므로, 새로운 데이터를 연계하고자 할 때는 기본 인터페이스를 포함하는 ADO.NET 형식의 Data Provider만 개발하면 되는 장점을 가지고 있다.

현재 제안된 플랫폼은 차세대 전자해도의 웹 서비스를 위하여 S-57 데이터, S-101 데이터, S-101 DBMS 데이터, S-101 타일 맵 데이터에 대한 Data Provider를 지원하고 있다. 여기서, S-101 DBMS 데이터는 Cell 단위의 S-101 데이터를 전체 Cell이 Seamless하게 연결된 Feature들에 대하여 각각 하나의 테이블로 변환된 데이터 집합을 의미하여, S-101 타일 맵은 빠른 웹 서비스를 위하여 구글 맵과 유사하게 다중 레벨로 저장된 다수의 이미지 맵을 의미한다. 또한, 날씨, 조류, 풍향, AIS, 해상안전정보, 선박 속도, 선박 위치, CCTV 등과 같이 다양한 동적 센서정보의 통합을 위한 Data Provider도 지원하고 있으며, 끝으로, 기존 공간정보와 항행정보의 융합 서비스를 위하여 Shape 데이터, 공간 DBMS, WKB/WKT 데이터, 다음 맵, 구글 맵 등과 같은 다양한 기존 공간정보를 위한 Data Provider도 지원하고 있다.

Table 1에서 보듯이 이러한 Data Provider 컴포넌트는 기본적으로 데이터 소스에 대한 연결을 담당하는 Data Connection 인터페이스와 데이터의 실질적인 통합을 담당하는 Data Adapter 인터페이스를 구현하고 있다. 특히 Data Connection 인터페이스의 GetSchema 메소드는 새로이 통합되는 데이터 소스에 대한 메타정보를 제공하는데, OGC Simple Feature 표준에서 제공하는 메타정보-전체 Feature 목록, 각 Feature의 Map Extent, 각 Feature의 Geometry 컬럼정보-등을 제공하도록 구성되어 있다.

Data Provider 컴포넌트의 사용자 UI는 Figure 2와

Table 1. Main Interfaces of Data Provider

Interface	Method	Description
Data Connection	Open	Connection to various kinds of data sources
	GetSchema	Request for metadata of the connected data sources
Data Adapter	Fill	Loading of the connected data source

Figure 2. UI Design of Data Provider

같이 구성되는데, 사용하고자 하는 Data Provider의 선택, 소스 데이터가 위치한 주소, 소스 데이터의 좌표계, 소스 데이터에서 통합을 원하는 Feature 목록 등을 선택할 수 있도록 구성되어 있다.

결론적으로 제안된 플랫폼은 이와 같은 Data Provider 컴포넌트를 이용하여 상호 이질적인 전자해도 및 동적 센서정보를 포함한 다양한 데이터의 통합 및 연계 문제를 해결하고 있다.

3.2.2 Integrated Data Management Component

Integrated Data Management Component(IDMC)는 Data Provider들로부터 입력되는 다양한 형식의 데이터들을 Layer 형태로 변환하여 관리하는 역할을 수행한다. 다시 말하면, Data Provider들로부터 입력되는 공간, 속성, 센서 데이터 형식의 각 Feature들이 하나의 Layer로 변환되어 관리된다. 또한, 사용자가 원하는 Layers 그룹을 묶어서 특정 Project를 생성할 수도 있다. 예를 들어, S-101 Data Provider로부터 COALINE (Coastline, 해안선)과 SOUNDG(Soundings, 수심) Feature 정보를 입력 받았다면, IDMC에서는 임의의 'ENC Project'를 생성하고 그 Project 내에 2개 Feature에 대한 2개 Layer를 생성하여 포함시켜 관리할 수 있다. IDMC의 Project와 Layer 기반의 데이터 관리는 다양하고 이질적인 수많은 정보들의 통합이 필요한 본 플랫폼에서 복잡한 데이터 관리를 효율적으로 수행하는 장점을 제공한다. 이외에도 IDMC는 Layer의 표출 및 분석과정에서 필요한 Map Extent, Geometry Column Type 등과 같은 Catalog Manager와 Data Provider로부터 입력되는 각 Feature들에 대한 메타정보를 관리한다. 끝으로, IDMC는 내부적으로 이질적인 전자해도 및 공간정보의 Geometry 정보를 정형화되고 동일한 형식으로 관리하기 위하여 OGC Simple Feature 사양을 확장하여 이용하고 있다.

Table 2는 이러한 IDMC의 주요 인터페이스를 보여 주는데, 설명한 바와 같이 다수 Data Provider들에 대한 관리와 Layer 관리 역할을 수행하기 위한 Provider

Table 2. Main Interfaces of Data Manager

Interface	Method	Description
Provider Manager	ConnectionOpen	Connection to a data provider
	ConnectionClose	Disconnection to a data provider
	AddProvider	Adding a new data provider
	GetLayer	Loading of a layer from a data provider
Layer Manager	AddProject	Creation of a project for layer management
	AddLayer	Adding a layer to a project
	GetLayer	Retrieval of a layer from a project

Figure 3. UI Design of Data Management

Manager 및 Layer Manager 인터페이스를 제공하고 있다. IDMC의 사용자 UI 예제는 Figure 3과 같이 구성되는데, Layer Manager UI는 사용자에게 직관적인 이해를 돕기 위하여 TreeView와 ListView의 2가지 방법을 지원하고 있다.

결론적으로 IDMC는 본 플랫폼에서 이용하는 모든 이질적인 공간 및 속성 데이터 그리고 메타정보에 대한 정형화된 동일한 형식의 관리방법을 제공함으로써, 새로운 이질적인 데이터에 대해서도 Data Provider만 추가된다면 바로 본 플랫폼과 연계 및 통합이 가능한 장점을 제공하고 있다.

3.2.3 ENC Portrayal Component

ENC Portrayal Component(EPC)는 기존 공간정보,

전자해도, 그리고 센서정보의 화면 표출 기능을 수행한다. 특히, EPC는 S-57과 S-101 형식의 전자해도 표출을 모두 지원하고 있다. 구체적으로 S-57 전자해도는 S-52 표준을 이용하여 심볼 및 스타일을 결정하고 있다. 그러나, S-101의 전자해도는 화면 표출과 관련된 S-101 Portrayal 표준개발이 진행 중인 상황으로 Figure 4(a)와 같이 심볼 및 스타일을 결정할 수 없는 상황이다. 이에 ENC에서는 S-101 Portrayal과 관련하여 S-52 표준의 심볼 및 스타일 정보와 OGC의 SE (Symbology Encoding)와 SLD(Styled Layer Descriptor) 표준을 적용하는 방식을 채택하고 있다. 이는 현재

Figure 4. Portrayal Example of ENC (S-101)

Table 3. Main Interfaces of ENC Portrayal

Interface	Method	Description
Draw Control	SetLayerManager	Set a LayerManager to a DrawControl
	MapFull (ZoomOut/ZoomIn/Next/Prev)	Display control
	MouseDown (Move/Up/Wheel)	Mouse control
	MapDrawGeometry	Geometry object editing
IndexMap Control	Initialize	Index map initialization
	DrawIndexMBR	Index map drawing
	SetZoomSelectMap	Sync between zoom area of an index map and Draw Control
Zoom Control	SetMinMax	Set a minimum and maximum zoom level
	SetLevel	set a zoom level
Timeline Control	SetDataModel	Set a LayerManager to a TimelineControl
	Start/Stop	Start/Stop of a timeline
	SetTime	Set a start, stop, and interval of a timeline

S-101 Portrayal 표준이 OGC의 SE와 SLD 표준을 참고하여 개발되고 있으며, 이를 통하여 2013년 말에 발표 예정인 S-101 Portrayal 표준에 선제적 대응이 가능한 장점이 있기 때문이다. Figure 4(b)는 S-101 데이터에 S-52의 표준을 반영하여 표출된 예를 보여준다.

ENC는 Table 3에서 보듯이 전자해도 표출을 위하여 DrawControl, ZoomControl, IndexMapControl 인터페이스와 시계열 정보를 위한 TimeLineControl 인터페이스를 제공하고 있다.

3.2.4 Maritime Information Service Component

Maritime Information Service Component(MISC)는 Figure 5와 같이 상호 이질적인 전자해도, 실시간 센서 정보, 공간정보를 융합하여 표준 웹 서비스를 제공하는 역할을 수행한다. MISC는 우선 전자해도와 관련하여 S-57 데이터, S-101 데이터, S-101 DBMS, S-57/S-101 타일 맵 데이터에 대하여 OGC의 WMS, WMTS, WPS 표준 웹 서비스와 Open API 서비스를 제공할 수 있다. 또한, 실시간 항행정보와 관련하여 선박위치, 기후, 풍향, 풍속, 조류, AIS 정보 등을 연계하여 OGC의 SOS, SPS 표준 웹 서비스로 제공할 수 있다. 끝으로 육상 공간정보인 Shape, GeoWeb Server, Spatial DBMS 등에 대해서도 OGC의 표준 웹 서비스 및 Open API 서비스를 제공할 수 있다.

전자해도 및 실시간 항행정보의 표준 웹 서비스는 현재 S-10X 표준의 형태로 ISO 19100 시리즈의 육상 공간정보 웹 서비스 표준을 참조하여 개발되고 있다. 이에 MISC에서는 공간정보 웹 서비스 표준인 WMS, WMTS, WPS, SOS, SPS 표준을 이용하여 전자해도 및 항행정보의 웹 서비스를 구성하고 있다. 이는 추후 개발되는 S-10X 웹 서비스 표준에 대한 선제적 대응이 가능할 뿐만 아니라, 상호 이질적인 육상 공간정보와 항행정보의 융합 서비스 문제도 쉽게 해결할 수 있기 때문이다.

Figure 5. Maritime Information Service

3.2.5 Catalog Manager

Catalog Manager는 외부 카탈로그 서버에 연동하여 S-101 데이터 관리 및 표출과 관련된 Feature Catalogue와 Portrayal Catalogue 정보를 수집하는 역할을 수행한다. Feature Catalogue는 S-101 데이터와 관련된 Feature 이름, 타입 등과 같은 메타정보를 포함하고 있으며, Portrayal Catalogue는 S-101 데이터에 사용되는 심볼 및 스타일 정보를 포함하고 있다. 그러나, 현재 S-101 표준화가 진행 중인 상황으로 S-101 카탈로그 서버가 없으며 Feature Catalogue와 Portrayal Catalogue 정보도 수집할 수가 없다. 이에 본 플랫폼은 S-101 데이터 표출을 위한 Feature Catalogue로서 ESRI가 IHO에 제공한 XML 형태의 Feature Catalogue를 기본으로 하고 부족한 정보를 해양과학기술원에서 보완한 Feature Catalogue를 이용하고 있다. Portrayal Catalogue는 기존 S-52의 표준을 이용하여 전자해도 관련 심볼 및 스타일 정보를 구성하고 있다. Table 4는 이러한 Catalog Manager에서 제공하는 인터페이스를 보여준다.

3.2.6 ENC 변환 도구

제안된 플랫폼은 S-57 데이터, S-101 데이터, S-101 DBMS 데이터, S-101 타일 맵 등의 다양한 전자해도 웹 서비스 제공을 위하여 S-57과 S-101 데이터 변환 도구로 S57/S101-to-Tiled Map 변환 도구와 S101-to-DBMS 변환 도구를 지원한다.

S57/S101-to-Tiled Map 변환 도구는 S-57 데이터 또는 S-101 데이터에 대하여 멀티 레벨의 타일 맵을 생성하도록 구성되어 있다. 특히, 전자해도의 특성을 고려하여 데이터가 없는 부분에 대한 타일 맵 생성 생략과 부분 타일 맵 생성 기능을 제공할 수 있도록 구성되어 있다.

S101-to-DBMS 변환 도구는 Cell 단위로 구분되어 있는 S-101 데이터 집합들을 Cell 구분 없이 Feature 단위로 변환하여 DBMS 테이블로 저장하는 역할을 수행하도록 구성되어 있다. 이러한 Feature 단위의 데

이터 관리는 Cell 단위의 데이터 관리 방식에 비하여 Seamless 전자해도 서비스를 제공할 수 있는 특징이 있다. Figure 6은 실제 변환 과정을 보여주는데, S-101 데이터 집합들을 ISO8211 Encoding 방식으로 로드하여 Oracle 11g Spatial DBMS에 저장하는 예제를 보여준다. 구체적으로 Oracle DBMS 내에는 Feature 테이블, Metadata 테이블, 공간색인 테이블이 생성되며, Feature 테이블의 전자해도 컬럼은 OGC의 WKB 포맷으로 저장되고 있다.

3.2.7 모바일 WebApp

제안된 플랫폼은 국제 표준 기반의 웹 서비스를 통하여 ECDIS, ECS, VTS, AIS 등의 다양한 항행정보 서비스를 지원하기 위하여 모바일 WebApp을 지원하고 있다. WebApp은 사용자가 단순히 스마트폰 또는 웹 패드 등의 모바일 단말기만을 이용하여 전자해도, 실시간 항행정보, 공간정보 서비스를 제공받을 수 있도록 설계되어, 육상뿐만 아니라 고가의 ECDIS가 설치되지 않는 중소형의 인접 선박에서도 공간-항행정보 융합 서비스를 제공받을 수 있다. 구체적으로 WebApp은 HTML5 기반으로 구성되어 다중 웹 브라우저를 지원하며, WMS, WMTS, SOS 등의 웹 서비스를 통하여 공간 및 센서정보를 수집할 수 있으며, Open API에 대한 Ajax 요청을 통하여 다양한 동적 정보를 수집할 수 있도록 구성된다. Figure 7은 전자해도, AIS, 기상정보 서비스를 제공하는 WebApp UI 설계 예제를 보여준다.

Figure 6. S101-to-DBMS Conversion Process

Table 4. Main Interfaces of Catalog Manager

Interface	Method	Description
Feature Catalogue	Initialize	Initialization of a feature catalog
	AddFeature	Adding a feature to the catalog
	GetFeature	Getting a feature from the catalog
Portrayal Catalogue	Initialize	Initialization of a portrayal catalog
	AddSymbol	Adding a symbol to the catalog
	GetSymbol	Getting a symbol from the catalog

Figure 7. UI Design of WebApp Example

3.3 공간-항행정보 융합 플랫폼의 동적 구성

본 절에서는 제안된 플랫폼의 웹 서비스 제공과 관련하여 각 컴포넌트들 간의 동적 구성에 대하여 설명한다. Figure 8은 플랫폼의 서버 구동과 관련된 각 컴포넌트들의 동적 구성을 보여준다.

Figure 8에서 보듯이, 전자해도, 항행정보, 공간정보 등의 연계와 관련하여 DPC의 Data Provider들이 동작하며, IMDC의 Data Provider Manager는 이들 Data Provider들을 관리하고, 이들로부터 수집된 정보들을 Layer Manager를 이용하여 Layer 형태로 관리한다. 또한 IMDC의 Metadata Manager는 Data Provider Manager와 Catalog Manager를 통하여 제공되는 다양한 메타정보의 관리 역할을 수행한다. EPC는 IMDC의 Layer Manager에서 제공되는 Layer 정보와 Metadata Manager에서 제공되는 각 Layer에 대한 메타정보를 이용하여 화면에 Layer 정보들을 표출하여 MISC의 웹 서비스에 제공하는 역할을 수행한다. MISC는 사용자에게 GetCapability와 Operation 인터페이스를 통하여 웹 사용자에게 적절한 웹 서비스를 제공하는 역할을 수행한다. 끝으로, Platform Manager는 MISC 내의

Figure 8. Dynamic Block Diagram of Maritime Information Service

Figure 9. Dynamic Block Diagram of WebApp

다양한 웹 서비스를 구동시키는 역할을 수행한다.

Figure 9는 WebApp의 동작과 관련된 동적 블록 다이어그램을 보여준다. WebApp은 Map Request 모듈을 통하여 OGC의 다양한 표준 웹 서비스에 접근하여 공간정보, 전자해도, 센서정보를 수집하며, Ajax Request 모듈을 통하여 Open API에 접근하여 다양한 동적 정보를 수집한다. 특히, WebApp은 웹 서비스의 GetCapability 인터페이스를 통하여 각 웹 서비스의 제공 가능한 기능에 대한 정보를 수집하고, Operation 인터페이스를 통하여 실질적인 정보를 수집하는 방식으로 동작한다.

4. 공간-항행정보 융합 플랫폼의 구현

본 장에서는 제안된 플랫폼의 효용성을 검증하기 위하여 WMTS를 기반으로 S-101 데이터, 다음 맵, 기상정보, AIS 정보를 융합하여 서비스를 제공하는 구현 예제에 대하여 살펴본다. 본 연구에서 공간-항행정보 융합 플랫폼은 Windows 7 운영체제의 .NET 4.0 Framework 환경에서 C#을 이용하여 구현되었다. 구체적으로 공간-항행정보 융합 서비스를 제공하는 서버 플랫폼, 웹 기반으로 이러한 융합 서비스를 제공받는 WebApp, 그리고 다양한 포맷의 전자해도를 지원하기 위한 변환 도구가 구현되었다.

우선, Figure 10은 제안된 서버 플랫폼의 구현 화면을 보여 주는데, 서버 플랫폼에서는 전자해도, 항행정보, 공간정보의 융합 표출을 위한 Drawing Control, 속성정보의 요청 및 표출을 위한 Data Presentation Control, 시계열 정보 표출을 위한 TimeLine Control,

Figure 10. Integrated System of Geospatial and Maritime Information Service

인덱스 맵과 메타정보의 표출을 위한 Index Map & Metadata Control, 레이어 관리를 위한 Layer Control을 구현하고 있다. 실제 Figure 10에서는 다음 맵을 통하여 전국단위의 항공사진과 각 지역별 레이블 정보를 연동하고 있으며, Shape 파일을 통하여 전국의 행정구역 지도를 연동하고 있으며, KWeather 통하여 실시간 날씨정보를 연동하고 있으며, 끝으로 레벨 1에 해당하는 우리나라 및 인접국의 S-101 전자해도를 연동하여 표출하고 있다. 구체적으로 화면에서 Layer Control은 다섯 개의 레이어가 선택되어 있으며, Index Control은 S-101 전자해도의 인덱스 맵을 보여주고 있으며, Data Presentation Control은 500초 주기로 실시간 날씨정보를 수집하여 표출하고 있다.

둘째, Figure 11은 S-101 또는 S-57 데이터 집합을 로드하여 사용자 정의의 멀티 레벨 타일 맵을 생성하는 도구의 구현 예를 보여준다.

Figure 11의 ①에서 사용자는 S-101 또는 S-57 데이터 집합을 로드하여 자신이 원하는 레이어(피쳐)를 선택하고, ②에서는 전자해도의 표준 심볼과 스타일을 지정하여 화면에 표출한다. ③에서는 사용자 정의의 다양한 타일 맵 생성을 지원하기 위하여 생성되는 타일 맵의 레벨 수, 개별 타일 맵의 크기, 그리고 전체 전자해도에서 타일 맵을 생성하고자 하는 영역을 설정한다. 끝으로, ④는 TNC(Tiled Nautical Chart) 폴더

에 생성된 타일 맵의 예를 보여준다.

셋째, Figure 12는 S-101 데이터 집합을 DBMS 기반으로 효율적으로 관리하기 위한 S101-to-DBMS 변환 도구의 구현 예를 보여준다.

Figure 12에서 S101-to-DBMS 변환 도구는 셀 단위의 전자해도 파일에서 각 Feature를 추출하여 각 Feature에 해당되는 DBMS 테이블 생성, Feature 정보의 DBMS 테이블로의 입력, Feature 테이블에 대한 공간색인 생성, 그리고 Feature에 대한 메타정보 생성 과정을 수행하며, 이러한 과정들은 Figure 11의 Source, Destination과 Working Window를 통해서 실시간 확인할 수 있다. 또한, Source에 대한 Preview와 Destination에 대한 View Table 기능을 이용한 데이터 변환 전후의 화면 표출 기능을 통하여 DBMS 변환의 성공여부를 확인할 수 있다. Figure 12의 예제는 Polygon 형식의 해안선 데이터와 MultiPointZ 형식 수심 데이터의 변환 전후 결과를 보여주고 있다.

5. 결론

최근 선박, 해안에서 발생하는 다양한 항행정보들을 ICT 기술을 활용하여 표준화된 방식으로 수집·통합·교환·표현·분석하고자 하는 e-Navigation 서비스에 대한 관심이 크게 증가하고 있다. 이에 본 연구에서는 e-Navigation에서 채택하고자 하는 S-100 표준을 기반으로 공간정보, 전자해도, 실시간 항행정보 등을 효율적으로 융합하고 서비스 할 수 있는 플랫폼을 설계하고 구현하였다. 제안된 플랫폼은 우선 기존 S-57의 전자해도 표준뿐만 아니라, S-101의 차세대 전자해도 표준도 지원할 수 있으며, 둘째 상호 이질적인 다양한 육상 공간정보와 전자해도의 융합 서비스를 지원할 수 있다. 셋째 수심, 날씨, 조류, 풍향, 풍속, AIS, 선박 속도, CCTV 등과 같이 해양에서 수집 가능한 다양한 실시간 센서정보에 대한 융합 서비스도 지원할 수 있다. 넷째 WebApp 기반의 모바일 웹 서비스를 제공하여 ECDIS, ECS, VTS, AIS 등의 다양한 항행정보 서비스 개발도 지원할 수 있는 장점을 가지고 있다.

특히, 항행정보 융합 플랫폼의 구현과정에 있어서 S-101 표준사양의 Portrayal 부분, 또한 항행정보 웹 서비스와 관련된 표준사양이 계획 대비 늦게 발표됨으로써 구현에 어려움이 있었다. 이에 본 연구에서는 ISO 19100 시리즈 표준을 참고하는 S-100 표준을 고려하여 실제 시스템 구현에 있어서 가능하면 ISO 19100 표준과 OGC 표준을 이용함으로써 효율성을 얻고자 하였다. 구체적으로 S-101 데이터의 시스템 내부

Figure 11. Tiled ENC Creation Tool

Figure 12. S101-to-DBMS Conversion Tool

표현으로 OGC Simple Feature 사양을 이용하였으며, S-101 데이터의 Portrayal은 OGC의 SLD 사양을 이용하였으며, S-101 데이터의 웹 서비스는 OGC의 WMS, WMTS, WPS, WFS 사양을 이용하였다. 그러므로 본 플랫폼은 S-100 표준과 OGC 표준 등의 국제 표준 사양을 수용한 플랫폼을 신속히 설계 및 구현함으로써, 추후 e-Navigation 서비스 플랫폼 시장을 선점하고 기반 엔진으로 활용이 가능할 것으로 기대된다.

References

- [1] Adam, W. 2013, Marine Navigation and Safety of Sea Transportation Advances in Marine Navigation, 1st., p.67-72.
- [2] Alexander, L; Lee, S; Baranowski, A; Porathe, T. 2013, Harmonized Portrayal of e-Navigation-related Information, International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, 7(1):39-43.
- [3] Bergmann, M. 2013, Integrated Data as backbone of e-Navigation, International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, 7(3):371-374.
- [4] CARIS, Hydrographic Production Database (HPD), <http://www.caris.com/product/hpd/>
- [5] CARIS, Spatial Fusion Enterprise (SFE), <http://www.caris.com/product/sfe/>
- [6] Chang, S. M; Chang, S. J. 2012, Web-Based User Interface for Vessel Traffic Analysis, Proc. 12th Int'l Conference on ITS Telecommunications, 457-460.
- [7] Huang, C. H; Chang, S. J. 2012, Onboard Integration of Maritime Safety Information for Navigation Display and Route Safety, Proc. 12th Int'l Conference on ITS Telecommunications, 461-465.
- [8] Hwang, J. R; Kim, T. H; Choi, H. S. 2012, A Study on the Strategies for Promoting Spatial Information Service for Mobile Environment, Journal of KSIS, 20(4):57-67.
- [9] Jun, J. C; Back, Y. S; Han, S. H. 2010, The implementation of integrated information display software that show vessel and AtoN on the electronic nautical chart using AIS message, Proc. 2010 Fall Conference on The Korea Institute of Electronic Communication Sciences, 4(2):334-337.
- [10] Jun, S. H; Doh, K. T. 2013, Design and Implementation of Web GIS Server Using Node.js, Journal of KSIS, 21(3):45-53.
- [11] Jung, Y. H; Yang, P. W; Lee, C. W; Nam, K. W. 2012, Mobile AR System supporting WFS and GeoSensor Server, Journal of KIISE: Computing Practices and Letters, 18(8):848-858.
- [12] Kim, E. H. 2009, The Strategies of Technology Development for Geospatial Web Platform, The Journal of GIS Association of Korea, 17(2): 171-181.
- [13] Kim, M. S; Jang, I. S; Lee, C. H; Shin, S. W. 2013, Development of u-GIS Integrated Analysis Engine for Geosensor Web Services, Korean Society of Civil Engineers Magazine, 61(4):40-45.
- [14] Kim, M. S; Lee, C. H. 2012, A Middleware System for Efficient Acquisition and Management of Heterogeneous Geosensor Networks Data, Journal of KSIS, 20(1):51-63.
- [15] Kwon, J. Y; Kim, J. H. 2012, A Design and Implementation of OGC Standards based for Web Vector Map Service, Journal of the Korean Cadastre Information Association, 15(1):97-111.
- [16] Lee, H. Y. 2010, Next ENC Standards and International Trend, TTA Journal, (131):89-96.
- [17] Lee, K. Y; Hong, S. H; Yoon, B. Y; Kim, Y. S. 2012, Vessel Detection Using Satellite SAR Images and AIS Data, Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies, 15(2):103-112.
- [18] Oh, S. W; Lee, M. J; Kim, H. J. 2012, Application of Hydrographic Data Model in the Field of Maritime Safety Information for ODA Project, 18(1):33-39.
- [19] Park, J. M; Oh, S. W; Song, Y. S. 2009, A Study for the Dynamic ENC Development, Journal of the Korean Society for Marine Environmental Engineering, 12(4):296-301.

논문접수 : 2013.10.25

수정일 : 2013.12.20

심사완료 : 2013.12.24