

S-100 표준 기반 해양정보 산업 데이터 모델 설계

이 상 민¹ · 최 윤 수^{2*} · 김 재 명³ · 민 병 현⁴ · 이 원 종⁵

¹서울시립대학교 스마트시티학과 석사과정

²서울시립대학교 공간정보공학과 교수

³서경대학교 도시공학과 교수

⁴서울시립대학교 공간정보공학과 석사과정

⁵서울시립대학교 도시과학연구소 연구원

Design of Data Model for Marine Information Industry based on S-100 Standard

Sang-Min Lee¹ · Yun-Soo Choi^{2*} · Jae-Myeong Kim³ · Byeong-Heon Min⁴ · Won-Jong Lee⁵

¹Master's Course, Department of Smartcity, University of Seoul, Seoul 02504, Korea

²Professor, Department of Geoinformatics, University of Seoul, Seoul 02504, Korea

³Professor, Department of Urban planning and engineering, University of Seokyeong, Seoul 02713, Korea

⁴Master's Course, Department of Geoinformatics, University of Seoul, Seoul 02504, Korea

⁵Research Engineer, Institute of Urban science, University of Seoul, Seoul 02504, Korea

[요 약]

우리나라는 해양수산부 지능정보화 기본계획을 수립하여 데이터 기반의 해양산업 지원 체계를 구축중이며, 「해양조사정보법」 제정으로 다양한 분야의 해양정보 서비스를 민간에 제공하고 활용 범위를 확대해 나갈 수 있는 계기가 마련되었다. 본 논문은 해양정보산업 데이터를 대상으로 차세대 수로정보 표준 기반의 데이터 모델을 설계한다. 차세대 수로정보 표준인 S-100 데이터 모델을 UML 클래스 다이어그램 형태로 설계하였으며 GML/XML의 형태로 최종 인코딩된다. S-100 표준 제품 사양과 공간정보 등록체계에 대하여 살펴보고 해양정보산업 데이터의 S-100 표준 기반 데이터 모델을 설계하였다.

[Abstract]

Korea is establishing a data-based marine industry support system by establishing a basic plan for intelligence information by the Ministry of marine Affairs and Fisheries, and the enactment of the marine Survey Information Act provided an opportunity to provide marine information services to the private sector and expand the scope of use. This paper designs a data model based on next-generation hydroelectric information standards for marine information industry data. The S-100 data model, the next generation hydroelectric information standard, is designed in the form of UML class diagrams and is finally encoded in the form of GML/XML. S-100 standards product specifications and spatial information registration systems were examined and S-100 standards-based data model of marine information industry data was designed.

색인어 : S-100 표준, 해양정보 산업 데이터, 제품 사양, UML 클래스, 데이터 모델

Key word : S-100 standard, Marine information industry data, Product specification, UML class, Data model

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2021.22.8.1351>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 06 August 2021; Revised 23 August 2021

Accepted 23 August 2021

*Corresponding Author; Yun-Soo Choi

Tel: +82-2-6490-5588

E-mail: choiys@uos.ac.kr

I. 서론

해양정보는 육상과 달리 바다의 끊임없이 변동하고 있는 시공간적 융합정보를 의미하며 해양조사 및 탐사를 통해서 획득한 원시자료와 이를 토대로 생산한 기초자료, 가공자료를 기본적으로 지칭한다[1]. 해양정보 산업은 이러한 해양정보를 생산하거나 이와 관련한 온·오프라인 제품, 서비스 등을 개발·제조·공급·판매하거나 용역을 제공하는 산업을 말한다. 2018년 해양수산부는 데이터 기반의 해양산업 지원 체계 마련 등을 위한 “해양수산부 지능정보화 기본계획”(18~22)을 수립하였으며, 해양정보 산업화 지원 목적하에 오픈 마켓 플레이스를 구축하고 해양정보 활용 강화를 위한 유통 체계를 구현하였다[2].

또한 기존에는 해양정보를 활용하여 다른 분야와 연계한 서비스를 제공하거나 사업을 확장하는 데 한계가 있었으나, “해양조사와 해양정보 활용에 관한 법률” 제정으로 해양정보 서비스업을 신설하였으며 이는 다양한 분야의 해양정보 서비스를 민간에 제공하고 활용 범위를 확대해 나갈 수 있는 계기가 마련되었다[3].

이처럼 가치와 활용도가 높은 해양정보 데이터 처리를 위하여 국제수리기구(IHO; international hydrographic organization) 및 국제해사기구(IMO; international marine organization)는 과거 S-57 데이터 처리 표준체계를 사용하였으나 e-Navigation 도입에 따라 해상과 육상의 다양한 정보를 통합·활용하기에는 한계가 존재하였다[4]. 이러한 한계를 개선하기 위하여 ISO 19100 시리즈 표준을 수로분야에 프로파일한 범용수로표준데이터 모델 S-100 표준을 개발완료하였다[5].

S-100 표준은 디지털 제품 및 서비스 개발을 위한 표준 프레임워크로써 전자해도, 해저지형 등을 비롯한 해양 관련 데이터 제품 사양을 위한 표준이다[6]. 데이터 제품 사양은 S-100 표준을 기반으로 데이터 모델, 애플리케이션 모델, 메타데이터, 인코딩 기준 등을 포함한다. 데이터 제품 사양은 각 정보의 유형에 따라 S-10x, S-20x, S-30x 등의 번호로 분류된다[7].

본 논문은 차세대 수로 표준 기반의 해양정보 산업 데이터 모델을 설계한다. 데이터 모델의 형태는 UML 클래스 다이어그램으로 설계하였으며 최종 인코딩 형태는 GML/XML로 검증할 수 있다. 데이터 모델에 포함되는 속성으로는 해양정보 산업의 유형, 산업별 해양 공간정보 등이 있으며 이러한 정보는 해양정보 산업을 지원하는 정보이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 S-100 표준과 제품 사양, 등록체계에 대하여 분석하였으며 3장에서 해양정보 산업 데이터의 S-100 표준 기반 데이터 설계 단계 중 데이터 모델링에 해당하는 UML 클래스 다이어그램을 제작한다.

II. 선행연구와 이론적 배경

2-1 선행연구 고찰

차세대 수로 표준 S-100을 기반으로 데이터 모델을 설계에 관한 연구는 해양 사고와 항로 정보를 주제로 진행되었다[8], [9]. 논문[8]은 IMO 해사 안전 위원회(MSC; maritime safety committee)의 권고 문서를 기반으로 해양 사고 유형을 분류한 해양사고 데이터 모델을 설계하였다. 논문[9]은 국내 항로 현황과 항로정보 제공방법의 문제점을 도출하고 관련 S-100 표준을 조사하여 항로정보 데이터 모델을 설계하였다. 또한 S-100 제품 명세 개발을 증진시키기 위하여 S-100 표준의 핵심요소인 피쳐 카탈로그를 구성하는 피쳐개념사전을 분석하고자 하였다[10]. 논문[10]은 피쳐개념사전을 활용 및 관리하기 위한 피쳐개념사전 저장소를 제시하였으며 이에 대한 연구로 S-100 저장소 스키마와 피쳐개념사전 모델, 그리고 웹 서비스의 배포 및 저장 목적을 가진 UDDI(UDDI; universal description discovery and integration) 등의 다양한 저장소 구조를 분석하였다.

2-2 차세대 수로 표준 S-100과 제품사양

S-100 표준은 국제표준화기구(ISO)에서 창단된 지리공간 표준·기술위원회 211(ISO/TC211)의 ISO 19100 공간지리 국제표준을 기반으로 제작되었으며 S-57 표준에서는 불가능하였던 3D데이터와 실시간 데이터의 처리 및 웹베이스 응용서비스를 활용할 수 있도록 설계되었다.

그림 1은 S-100 표준과 해양 관련 데이터의 관계를 나타낸 그림이다. S-100 표준을 기반으로 하여 다양한 제품 사양이 만들어지고 있다. 제품 사양은 IALA, IHO 등 많은 표준화 기구에서 제작되고 있으며, 표 1은 IHO에서 현재 개발되어 있는 제품 사양을 나타낸다[11].

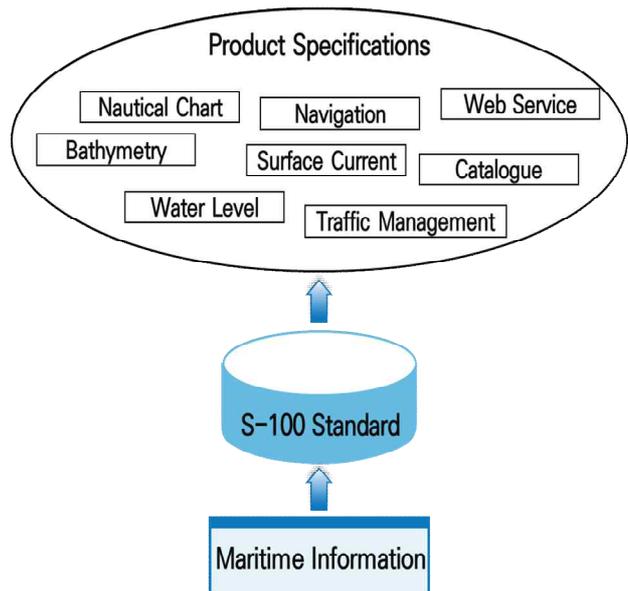


그림 1. 해양 데이터와 S-100 표준, 제품 사양의 관계
Fig. 1. Relation of S-100 standard, product specification and marine information

표 1. 차세대 수로 표준 S-100 기반 데이터 제품 사양

Table 1. S-100 Dependent Product Specification Numbers

No.	Title
S-101	Electronic navigational chart (ENC)
S-102	Bathymetric surface
S-103	Sub-surface navigation
S-104	Water level information for surface navigation
S-111	Surface currents
S-121	Marine limits and boundaries
S-122	Marine protected areas
S-123	Marine radio services
S-124	Navigational warnings
S-125	Marine navigational services
S-126	Marine physical environment
S-127	Marine traffic management
S-128	Catalogue of nautical products
S-129	Under keel clearance management (UKCM)
S-130	Polygonal demarcations of global sea areas
S-131	Marine harbour infrastructure
S-164	IHO test data sets for S-100 ECDIS

2-3 S-100 기반 제품 사양의 개발과정

S-100 표준 기반 데이터 제품 사양 개발 과정은 그림 2와 같다. 1단계에서는 사용자 요구사항을 파악한다. 데이터와 데이터베이스에 대한 사용자 요구사항을 수집하고 분석하여 2단계인 데이터 모델링을 진행한다. S-100 표준에서는 데이터 모델링을 UML(unified modeling language)을 통해 표현한다[12]. S-100 표준은 현실세계의 정보를 지리학적 데이터 모델로 변환하기 위하여 ISO 19100 시리즈를 참조하였다. 데이터 모델링의 과정은 ISO 19109 표준에서 정의한 데이터 모델 변환 프로세스에 따라 현실세계의 정보를 피처로 정의하고 피처 카탈로그를 만든다. 피처 정보를 통해 UML로 표현된 응용 스키마를 작성하여 데이터 구조를 표현하며, 인코딩 과정을 거쳐 XML/GML 형태의 문서로 완성된다. 제품 사양이 개발되면 IHO에서 관리하는 표준 공간정보 등록체계에 따라 등록이 가능하다.

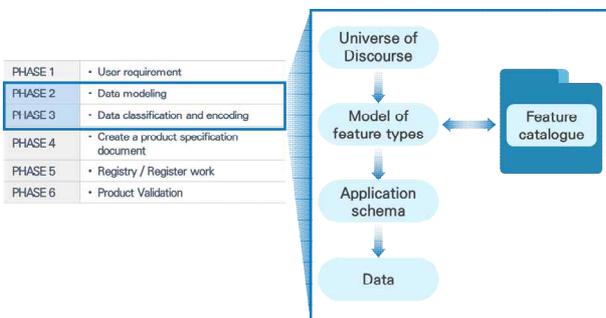


그림 2. S-100 기반 제품 사양 개발 과정
Fig. 2. 6 phases of development of S-100 based product specification

2-4 S-100 표준 공간정보 등록체계

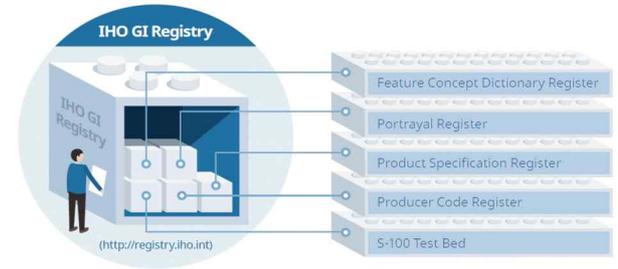


그림 3. S-100 표준 공간정보 등록체계
Fig. 3. S-100 standard geoinformation registration system

S-100 표준 공간정보 등록체계는 다음 그림 3과 같다. S-100 표준 공간정보 등록체계에는 S-100 기반 제품 및 서비스를 개발하는 단체와 관련된 정보 항목을 포함하는 여러 온라인 데이터베이스가 포함되어 있다.

- 피처 카탈로그 및 포트레이얼 카탈로그
- 제품 사양 및 테스트 베드

2-5 S-100 피처 카탈로그와 포트레이얼 카탈로그

S-100 표준 기반의 데이터 제품 사양은 데이터의 범위, 데이터 구조 및 구성 요소, 메타데이터, 인코딩 방법 등의 데이터 제작과 배포 기준에 필요한 내용을 정의한다[13]. 피처 중심의 데이터 제품 사양의 경우 데이터를 구성하는 피처의 속성을 명세하는 피처 카탈로그를 작성한다.

피처 카탈로그에 명세된 피처 정보를 기반으로 피처를 표현하는 명세인 포트레이얼 카탈로그를 작성한다. 포트레이얼 카탈로그에는 피처를 표현하는 심볼과 피처의 관계와 표현 규칙 등을 기술하며 그림 형태로써 다양한 정보를 함축한다.

2-6 S-100 표준 개념 용어

S-100 표준에서는 그림 4와 같은 피처 개념 사전(FCD; feature concept dictionary)을 사용하여 피처 카탈로그에 쓰이는 개념 용어들을 다음과 같이 구분하여 정의하였다.

- Feature type (피처 타입)
- Information type (정보 타입)
- Enumerated type (열거형 타입)
- Attribute Type (속성 타입)

피처 카탈로그는 표준 데이터의 내용을 기술하는 문서로써, 현실세계의 지형물을 다루는 피처 타입과 비공간 자료를 다루는 정보 타입으로 구성된다. 열거형 타입의 경우 피처 타입 또는 정보 타입의 속성 값을 표현하기 위한 수단에 해당한다. 속성 타입은 특정한 개체의 고유한 특성이나 성질로서 정보를 관리한다.

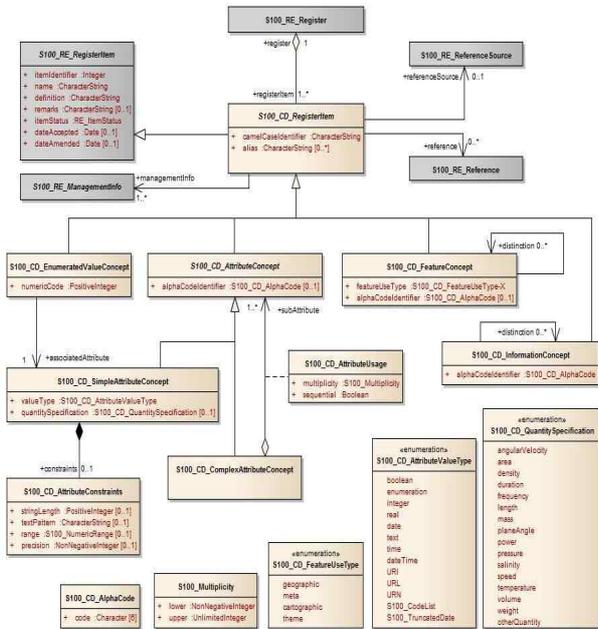


그림 4. S-100 피쳐 개념 사전
Fig. 4. Feature concept dictionary of S-100

III. 해양정보 산업 데이터의 S-100 표준 기반 데이터 모델 설계

3-1 해양정보 산업 데이터

다음 그림 5의 국립해양조사원 소속 국가해양정보 마켓센터 (KOMC; Korea Ocean Data Market Center)에서는 분산된 해양정보를 통합 서비스하는 단일 창구를 마련하여 공공과 민간이 손쉽게 해양정보를 획득 활용함으로써 해양정보 관련 산업 활성화에 기여하고 있다. 제공 데이터로는 해양수산분류체계에 따라 해양산업, 해양환경, 국제원양, 수산, 어업자원, 어촌양식, 해운, 항만물류, 해상안전, 항만건설, 인문사회로 카테고리를 설정하고 해양정보를 서비스하고 있다. 이중 해양정보 산업 데이터는 해양산업 분야 내 해양정책, 해양개발, 해양레저, 연안계획, 해양영토 등의 정보를 수집하고 분석하였다.



그림 5. KOMC 플랫폼 소개
Fig. 5. Platform introduction of KOMC

3-2 사용자 요구분석(항목선정)

표 2. 해양정보 산업 분류별 참고 S-100 표준 제품사양 목록
Table 2. List of S-100 standard product specifications by marine information industry classification

Category	Referenced S-100 product specification
Marine development	S-122 marine protected areas
	S-131 marine harbour infrastructure
	S-126 marine physical environment
	S-127 marine traffic management
Marine territory	S-121 marine limits and boundaries
	S-130 polygonal demarcations of global sea areas
Marine Leisure	S-102 bathymetric surface
	S-104 water level information for surface navigation
	S-124 navigational warnings
Coastal planning	S-111 surface currents
	S-131 marine harbour infrastructure

해양정보 산업 데이터 모델 설계를 위한 항목은 사용자의 의견과 표준 조사를 통해 선정한다. 국립해양조사원에서 발간한 “해양정보 산업화 백서”는 해양수산부 업무 담당자의 요구사항인 의견 수렴 결과를 반영하여 해양정보 산업을 정의하였다. IHO에서는 해양정보 산업과 관련하여 별도의 표준을 제공하지 않아 해양정보 산업 항목과 관련된 S-100 표준 제품사양들을 참고하였다. 표2는 참고된 S-100 표준 제품사양 목록이다

표 3은 해양정보 산업 데이터 항목 선정으로 백서에 정의된 분류에 따라 해양개발, 해양영토, 해양정책, 해양레저, 연안계획 등의 5가지 그룹 중 공간자료에 해당되는 항목들을 선정하였다.

표 3. 해양정보 산업 데이터 항목 선정
Table 3. Selected marine information industry data items

Items	Grouped Categorization
Marine science and technology	Marine development
Marine resources	
Polar research	
Marine equipment	
Marine plants	
Marine energy	
Dokdo management	Marine territory
Uninhabited islands	
Territorial waters	
Marine scientific research	
Marine research	Marine policy
Marine science education	
Marine culture	
Marine human resources	
Marine new industries	
Marine cultural facilities	
Marine tourism	Marine Leisure
Coastal tourism facilities	
Marine leisure sports	
Beach	Coastal planning
Public waters	
Coastal management	
Coastal maintenance	

3-3 데이터 모델 설계

표 4은 전체 데이터 요소의 목록을 나타낸다. 본 논문에서는 해양정보 산업 유형을 피처로 정의한다. 피처 타입은 상위 피처로 MarineInformationIndustryInformation을 가지며 하위 피처로 각각 MarineDevelopment, MarineTerritory, MarinePolicy, MarineLeisure, CoastalPlanning을 갖는다. 이 피처 타입은 해양수산부의 해양정보 산업을 분류한 것이다. 정보타입에는 재난·재해 지수, 침수·침식 지수, 해역 현황 정보, 수질 현황 정보를 함께 제공한다. 열거형 타입의 경우 5개의 열거형 타입으로 각 타입별 속성정보를 정의하였다.

표 4. 전체 데이터 요소 목록

Table 4. Overall components list

Type	Name
FeatureType	Marine development
	Marine territory
	Marine policy
Enumeration	Marine Leisure
	Coastal planning
InformationType	Disaster index
	Flooding/corrosion index
	Marsh status
	Territorial area status
	Water quality status
	Figure 8 reference
	Enumeration

1) 피처 타입 (FeatureType)

그림 6은 피처 타입의 관계를 나타낸 그림이다. MarineInformationIndustryInformation 클래스에서 해양정보 산업 유형에 관한 공통적인 속성을 연계받아 사용하며 산업 유형에 따라 고유한 속성을 가진다. 산업 내 속하는 해양정보의 유형을 다루는 objectType 속성에 따라 달라지며 해양정보 산업 클래스는 사업일시, 사업규모, 사업기간, 사업요약 등의 자료를 필요로 한다.

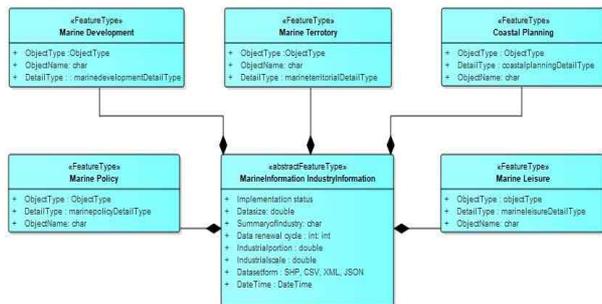


그림 6. 해양정보 산업 데이터 모델의 피처 타입

Fig. 6. FeatureTypes of data structure of marine information industry

2) 정보 타입 (AttributeType)

그림 7은 비공간 자료로 구성된 클래스의 관계를 보여준다. 해양정보 산업 정보와 함께 산업 진행에 있어 직·간접적으로 관련되어 있는 정보를 담기 위하여 해당 클래스를 정보 타입으로 정의하였다. 연안 재해노출·취약 지수 등 재난·재해 정보를 위한 DisasterIndex 클래스와 연안 수질 현황 정보를 위한 WaterQualityIndex 클래스, 해역 영토 정보를 위한 TerritorialAreaStatus 클래스, 습지 정보를 위한 MarshStatus 클래스 그리고 해안 침수·침식 정보를 위한 Flooding/CorrosionIndex 클래스를 정보타입으로 정의하였다.

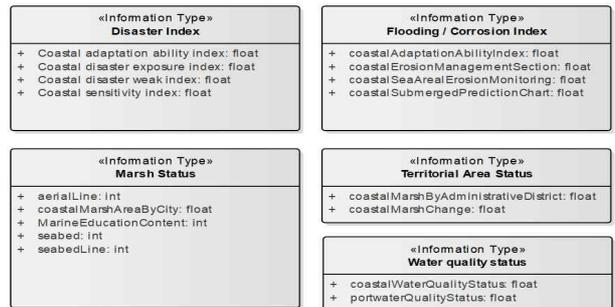


그림 7. 해양정보 산업 데이터 모델의 정보 타입

Fig. 7. Information Types of data structure of marine information industry

3) 열거형 타입 (Enumeration)

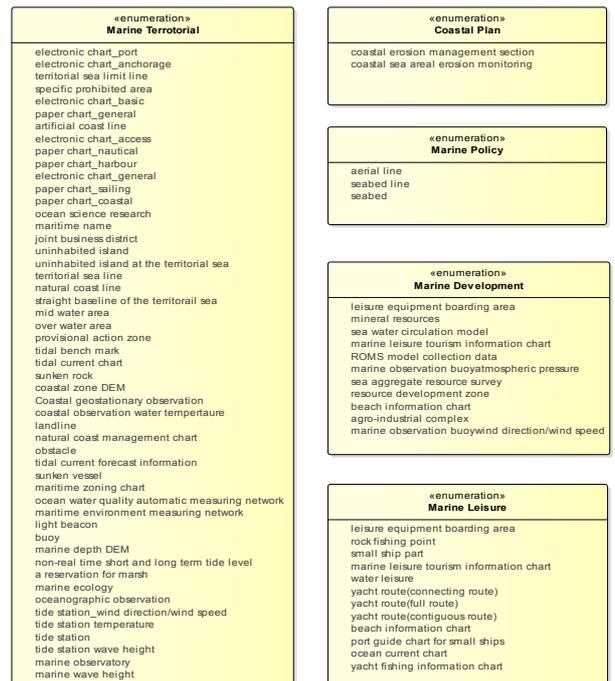


그림 8. 해양정보 산업 데이터 모델의 열거형 타입

Fig. 8. Enumeration of data structure of marine information industry

열거형 타입은 공간자료에 해당하며 피쳐 타입 또는 정보 타입이 가질 수 있는 속성값을 나타낸다. 그림 8은 UML로 표현된 열거형 클래스들이며 해양정보 산업 분류에 따른 해양정보에 해당한다.

IV. 결 론

해양수산부 지능정보화 기본계획 및 해양조사정보법 제정 등의 변화에 맞춰 해양정보 산업은 다양한 분야의 해양정보 서비스를 민간에 제공하고 활용 범위가 확대될 전망이다. 이러한 해양정보는 기존 S-57 표준의 한계를 개선하기 위하여 IMO, IALA, IHO 등의 표준화 기구의 협의를 거쳐 S-100 표준이 선정되었다.

본 논문은 해양정보 산업 데이터를 대상으로 차세대 수로 표준인 S-100을 기준으로 데이터 모델을 설계하였다. S-100 표준의 등록체계에 따라 데이터 모델은 UML 클래스 다이어그램 형태로 설계하였으며 피쳐의 각 속성정보는 실제 구축되는 해양정보 데이터를 조사·분석하여 작성되었다. 본 연구에서 설계한 모델은 데이터 모델 개발의 일정 부분인 모델링 단계에 한정하였기에 인코딩 과정과 S-100 뷰어를 통한 검증이 필요하며, 피쳐 카탈로그의 응용을 위하여 IHO 공식 등록과정을 거쳐야 할 것이다.

향후 국내 해양정보 산업 활성화를 위하여 해양정보 산업 데이터 모델에 관한 후속연구가 진행된다면, 이를 기반으로 해양정보 산업 제품 사양을 IHO S-100 표준화 W/G(working group)에 제안하는 등의 의제화 기반이 조성될 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 2021년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (S-100 기반 국가 해양 GIS 핵심기술의 국산화 개발연구)

참고문헌

[1] Korea Hydrographic and Oceanographic Agency ,Ocean Data Industrialization white paper, pp. 20, December 2019.

[2] Ministry of Oceans and Fisheries, Information master plan, February 2018.

[3] Ministry of Legislation, A law on the Marine survey and Utility of Marine information, February 2021.

[4] Y.S Kim, S. H. Park, S. G. Hong, H.B. Lee “ Modeling Methods of Big Data Based on S-100” The Journal of Korean Institute Communications and Information Sciences, Vol. 42, No. 11, pp. 2148-2154, November 2017.

[5] S.W. Oh, S.H. Suh, S.Y. Kim “ Application of S-100 Standard in the field of e-Navigation” The Journal of Navigation and Port Research International Edition, Vol. 36, No. 2, pp. 105-112, March 2012.

[6] International Hydrographic Organization, “S-100 – UNIVERSAL HYDROGRAPHIC DATA MODEL edition 4.0.0”, International Hydrographic Organization, Apr 2018

[7] International Hydrographic Organization, S-100 Information - International Hydrographic Organization[Internet]. Available: <https://iho.int/en/s-100-universal-hydrographic-data-model>

[8] H. S. Kim, C. H. Kim, S. J. Lee “A Design of Data Model for Marine casualty based on S-100” *The Journal of Digital Contents Society*, Vol. 18, No. 4, pp. 769-775, July, 2017

[9] B. M. Park, J. M. Kim, Y. S. Choi, S. W. Oh, M. Jung “ A Study on Design of Data Model for Route Information based on S-100” *The Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies*, Vol. 22, No. 2, pp. 50-64, June, 2019

[10] J. S. Park, M. K. Moon, K.H. Yeom “A Feature Concept Dictionary Registry for International Hydrographic Data based on S-100 Standard” *The Journal of Korea Institute of Next Generation Computing*, Vol. 8, No. 5, pp. 49-59, October, 2012

[11] International Hydrographic Organization, S-100 Information - International Hydrographic Organization[Internet]. Available: https://www.iho.int/iho_pubs/standard/S-100_Index.htm

[12] Object Management Group – Unified Modeling Language [Internet]. Available : <http://www.uml.org/>

[13] S. Oh, W. Shim, S. Kim, M. Lee, S. Suh, “Design of Navigation Support System based on S-100 standard”, in *Proceedings of the Korean Institute of Navigation and Port Research Conference*, Busan: Korea, pp. 117-118, 2012.



이상민(Sang-Min Lee)

2017년 : 한국교통대학교 대학 (공학사-컴퓨터정보공학)

2021년~현 재: 서울시립대학교 스마트시티학과 석사과정

※관심분야: GNSS, 공간정보(Geospatial Information), 데이터 품질관리(Data QC) 등



최윤수(Yun-Soo Choi)

1986년 : 서울시립대학교 대학원 (공학석사)

1992년 : 성균관대학교 대학원 (공학박사-토목공학)

1991년~2001년: 국립한경대학교 토목공학과 교수

2001년~현 재: 서울시립대학교 공간정보공학과 교수

※관심분야: GNSS, 공간정보(Geospatial Information), 데이터 품질관리(Data QC) 등



김재명(Jae-Myung Kim)

2008년 : 충남대학교 대학원 (공학석사)

2015년 : 서울시립대학교 대학원 (공학박사-공간정보공학)

2013년~2015년: 서울시립대학교 연구교수

2015년~2016년: 에이케이티 공간정보 연구소장

2018년~현 재: 서경대학교 조교수

※관심분야: GNSS, 공간정보(Geospatial Information), 데이터 품질관리(Data QC) 등



민병현(Byung-Heon Min)

2019년 : 서울시립대학교 대학 (공학사-토목공학)

2020년~현 재 : 서울시립대학교 공간정보공학과 석사과정

※관심분야: GNSS, 공간정보(Geospatial Information), 데이터 품질관리(Data QC) 등



이원종(Won-Jong Lee)

2017년 : 서울시립대학교 대학원 (공학석사)

2017년~현 재: 서울시립대학교 공간정보공학과 박사수료

2021년~현 재: 서울시립대학교 도시과학연구소 연구원

※관심분야: GNSS, 공간정보(Geospatial Information), 데이터 품질관리(Data QC) 등