

전자해도용 GML을 위한 응용 스키마 개발연구

오세웅* · 박종민** · 조득재*** · 서기열**** · 박상현***** · 서상현*****

*, **, ***, ****, *****, ***** 한국해양연구원 해양시스템안전연구소 해양탐사장비연구사업단

A Study on the Development of Application Schema for GML based ENC

Se-Woong OH* · Jong-Min Park** · Deuk-Jae Cho*** · Kee-Yeol Suh****

· Sang-Hyun Park***** · Sang-Hyun Suh*****

*, **, ***, ****, *****, ***** Korea Ocean Research & Development Institute, Daejeon 305-343, Korea

요 약 : 수로정보의 다양한 사용으로 해양지리정보의 상호운용성에 대한 필요성이 증가됨에 따라 개방형지리정보위원회(OGC)는 지리정보의 상호운용을 위한 표준인 GML을 수립하였다. GML은 지리정보의 모델링, 전송, 저장을 위해 XML 스키마 문법에 따라 작성된 XML 언어로서 피쳐, 참조체계, 지오메트리, 토폴로지, 시간, 측도 등의 지리체계를 설명하기 위한 객체를 포함하고 있다. 한편, S-57은 수로정보 전송을 위한 국제수로기구(IHO)의 표준으로 다양한 수로정보를 위한 표준임에도 불구하고 표준에서 채택하고 있는 구조의 한계로 인해 전자해도(ENC) 제작 목적으로 한정되어 사용되었다. 이를 개선하기 위해 IHO는 신규 표준을 준비하고 있으며 특히, GML은 모델링 및 인코딩 도구로 사용될 것으로 전망되고 있다. 전자해도는 해상교통에 사용될 수 있는 가장 신뢰성 있는 정보로서 그 가치가 인정되나 전자해도 활용을 위한 GML 개발연구는 진행된 바 없다. 이에 본 연구에서는 전자해도 GML 변환을 위한 기초 연구로서 GML 작성을 위한 응용 스키마 개발기법 및 방안에 대해 연구하였다.

핵심용어 : 전자해도, 국제수로위원회, 상호운용성, 개방형지리정보위원회, 수로정보

Abstract : Recently, because of extensive use of hydrographic information, interoperability of Marine Geographic products is very important for efficient use of geographic information systems. Open GIS Consortium(OGC) developed the Open Geodata Interoperability Specification(OpenGIS) to support the interoperability in the distributed environment, especially Geography Markup Language(GML) Implementation Specification. Geography Markup Language is an XML grammar written in XML Schema for the modelling, transporting, and storing of geographic information. GML provides a variety of objects for describing geography including features, coordinate reference systems, geometry, topology, time, units of measure and generalized values.

S-57 is currently the IHO standard for the exchange of digital hydrographic data. To date, it has been used almost exclusively for encoding Electronic Navigational Charts(ENCs). Even though, S-57 is intended to support all types of hydrographic data. In order to meet this requirement, a new standard is being developed. GML will be the core encoding rule of IHO's new standard. But there has been no study that tried to develop the GML for ENC that are recognized as base map in the Marine GIS. This paper presents the process and results on development of application schema for converting ENC into GML.

Key words : ENC(Electronic Navigational Chart), IHO, Interoperability, OGC, Hydrographic information

1. 서 론

국제수로기구(IHO: International Hydrographic Organization)의 수로데이터전송 표준인 S-57은 수로데이터분야의 국제적인 표준으로 이 표준에 따라 우리나라를 비롯한 많은 국가들이 전자해도를 생산하여 공급하고 있다. S-57 기반의 전자해도는 해저지형 및 항해와 관련한 지형지물정보를 담고 있으며 연안관리, 자원탐사, 수산산업 및 행정 등의 다양한 업무에서 해양에 대한 기초자료로 활용되고 있다. 그러나 독자적인 데

이터구조 및 비효율적 사양구성으로 인해 정보추출이 어렵고 활용을 위해서는 기술과 비용이 요구되고 있다.

GIS 분야에서는 웹을 비롯한 다양한 정보통신환경에서 지리정보를 공유하고 여러 형태의 정보를 통합적으로 다루기 위해 GML(Geography Markup Language)을 표준기술로 적용하여 인코딩과 전송서비스에 활용하고 있다. GML은 OGC (Open Geospatial Consortium)과 ISO에서 지리정보 인코딩 및 웹서비스 전송을 위한 표준으로 채택하여 개발을 진행 중이며 선진 GIS 벤더에서 GML을 처리할 수 있는 기술들을 개발하고 있다.

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

** 정회원, pjim@kriso.kr.kr, 042)868-7259

*** 042)868-7282

**** 042)868-7505

***** 정회원, shpark@maeri.re.kr, 042)868-7518

***** 종신회원, shsuh@kriso.re.kr, 042)868-7264

S-57 기반의 전자해도는 IHO의 독자적인 데이터모델과 구조, 레코드 단위의 파일 인코딩 방식인 IEC 8211을 채택하고 있으므로 다른 GIS 데이터 및 웹기반의 정보와 융합하기 위해 GML기반으로 인코딩하기 위한 응용스키마 개발이 요구된다. IHO에서는 S-57의 차기 표준을 개발 중에 있으며, 이 표준에는 ISO 표준과의 연계를 위한 GML 인코딩기술이 적용될 것으로 예상되고 있다. S-57의 전자해도를 GML 포맷으로의 변환기술을 확보하여 여러 분야에서 저렴한 비용으로 고품질의 전자해도 데이터를 활용할 수 있도록하는 기술개발이 필요하다.

본 연구에서는 S-57 ed.3.x. 표준의 전자해도를 GML로 변환하기 위한 GML 응용스키마를 개발하였다. 전자해도 GML 변환을 위한 응용스키마 개발은 특정 목적의 GML 스키마 사용을 작성하는 것으로, S-57 ed.3.1 전자해도 데이터를 GML 문서로 변환하기 위해 S-57 데이터모델 및 구조에 적합한 GML 스키마를 선택하고 그 관계를 재정의하는 과정이다. 따라서 본 연구에서는 S-57 전자해도 데이터 모델 및 구조를 분석함으로써 전자해도 목적에 적합한 GML 핵심 스키마를 선별, 재정의하여 전자해도 GML 변환을 위한 응용 스키마를 개발하였다.

2. 전자해도 관련기술 동향

본 장에서는 최근 전자해도 표준 동향과 해양정보 인코딩방식으로 도입이 예상되는 GML 기술에 대해 살펴본다.

2.1 전자해도 관련 국제표준

전자해도와 관련된 국제 표준은 수로정보 분야에서 IHO의 S-57과 S-63이며, 시스템 및 표현에 관한 사항은 IMO ECDIS 성능표준과 IEC 61174 및 IHO S-52가 있다. 또한, 전자해도의 범지구적 활용을 위한 ENC 제작지침, ENC Bulletin 및 FAQ 등이 있다. 이러한 표준과 지침은 2000년대에 접어들면서 정보기술의 발전과 웹서비스 등의 정보서비스 접근 편의성, 디지털측량데이터 기술의 발전 등과 더불어 보다 융통성 있고 범용적인 요구사항을 수용하기 위해 신규 표준이 제안되었다. 초창기에는 전자해도가 양적으로 팽창하였다면, 이제는 품질에 대한 요구와 다양한 생산기관에서 공급되는 전자해도들 간의 일관성 이슈가 주요한 사안으로 부각되고 있다.

IHO는 이러한 시대적인 변화 및 현실적인 이슈에 대응하기 위한 조직적, 기술적, 제도적인 변화를 모색하고 있으며, 이의 일환으로 신규 표준개발을 착수하였다.

2.2 GML 기술 특징

1) GML 개요

GML은 공간과 비 공간적 지리정보 모두를 인코딩하기 위하여 사용될 수 있는 언어이며, World Wide Web Consortium (W3C)에서 인터넷 상의 정보유통 표준으로 자리 잡고 있는 XML에 그 기초를 두고 있어 지리정보가 인터넷으로 바로 공유될 수 있는 상태로 표현하는데 사용된다. 현재 GML은 지리

정보를 기술하는 메타언어(meta-language)로서 지리정보 분야에서 가장 널리 받아들여지고 있다. GML 사용에 있어서 최대 장점은 XML과 관련한 모든 분야에서 사용될 수 있다는 것이다. 특히, XML, XML Schema, XLink, XPointer 등을 토대로 작성되었기 때문에 GML 데이터가 비공간적 데이터와 쉽게 합성될 수 있도록 한다.

2) GML의 디자인 목표

GML은 처음부터 다음과 같은 특정 목적으로 개발되었으며, 일부는 XML의 목적과 중복된다.

- 인터넷 환경에서 데이터 교환과 저장을 위한 공간정보 인코딩 수단의 제공
 - 지리정보의 묘사에서 분석에 이르는 다양한 공간정보 기능을 지원하기 위한 확장성 제공
 - 점진적 통합과 모듈화라는 인터넷GIS의 기반 구축
 - 데이터 압축과 같은 기하(geometry) 정보의 효과적인 인코딩 제공
 - OGC 단순지형지물 모델을 포함한 공간정보와 위상관계의 직관적인 인코딩 제공
 - 공간 및 비공간 정보를 그래픽 표현과의 분리가 가능하게 함(내용과 표현의 분리)
 - 공간정보와 XML 기반의 비공간 데이터 통합의 용이성
- GML의 출현으로 Fig. 1~Fig. 2에서와 같이 데이터셋 전송 표준을 통한 데이터 트랜스퍼 방식에서 필요데이터 요청에 대한 결과 전송의 데이터 트랜잭션 방식의 패러다임 변화가 예상되고 있다.

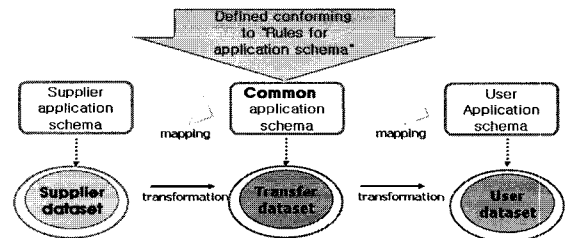


Fig. 1 Data interchange by transfer

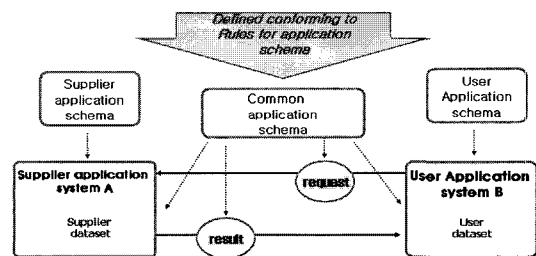


Fig. 2 Data interchange by transactions

3. S-57 데이터 모델 분석

3.1 S-57 데이터 모델 개요

S-57 데이터 모델은 실세계의 사물에 대해 간결, 정확하게

묘사하고 사물이 가지고 있는 속성을 기술하며, 공간적 특성 및 다른 오브젝트와의 관계 기술을 목적으로 한다. S-57에서 실세계의 오브젝트를 데이터구조로 표현하기 위해 사용하는 이론적인 모델로서 다음 그림과 같이 표현할 수 있다.

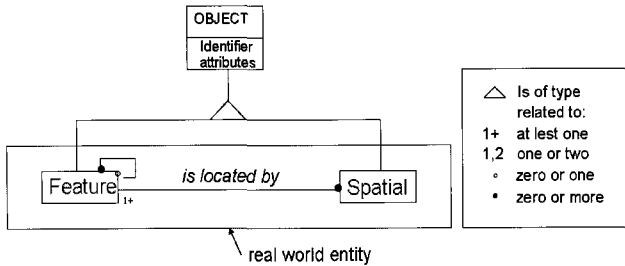


Fig. 3 S-57 Data model

S-57에서는 표현하고자 하는 모든 실세계의 오브젝트를 한 개 또는 그 이상의 지형지물정보와 해당하는 공간정보를 이용하여 표현한다. 여기서 지형지물정보는 공간정보의 유무에 관계없이 존재할 수 있으나 공간정보는 반드시 지형지물정보와 관련되어야 한다. 즉, S-57에서는 반드시 공간정보가 관련된 지형지물을 가져야 함을 의미한다. 이것은 S-57로 구성된 데이터를 실제로 이용하는 과정에서 데이터를 어떻게 표현할 것인가의 문제와 관계된다.

S-57 표준에서는 앞서 기술한 지형지물정보와 공간정보를 지형지물오브젝트와 공간오브젝트로 표현한다. 속성오브젝트는 다음의 네 가지로 분류하고 있다.

- Meta(다른 오브젝트에 대한 정보)
- Cartographic(지도제작과 관련된 정보)
- Geo(실세계에서의 특성을 묘사하는 정보)
- Collection(오브젝트간의 관계를 규정)

또한 공간오브젝트는 벡터모델, 래스터모델, 매트릭스모델로 분류하고 있으나 현재는 벡터모델만이 규정되어 있다. 벡터모델에서는 실세계의 지형지물을 Node, Edge, Face 객체를 이용하여 표현하며 그 이론적 모델은 다음 그림과 같다.

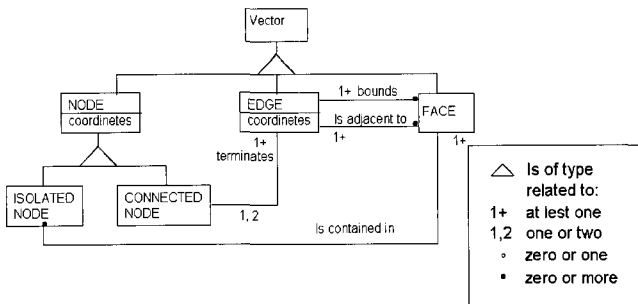


Fig. 4 S-57 Spatial Object Structure

3.2 S-57 데이터구조

아래 그림과 같이 실세계를 묘사하기 위한 이론적 데이터 모델은 데이터 구조를 통해 교환할 수 있는 데이터로 표현된다.

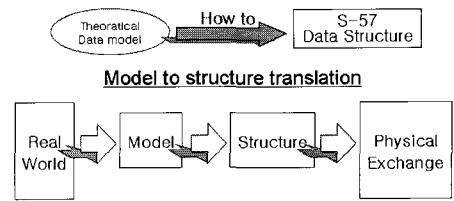


Fig. 5 S-57 Data structure

S-57데이터 구조로서 교환파일은 한 개 이상의 파일로 구성되고, 하나의 파일은 한 개 이상의 레코드로 구성되며, 하나의 레코드는 한 개 이상의 필드로 구성되고, 하나의 필드는 한 개 이상의 부필드로 구성된다.

Object → Record → File → Exchange Set

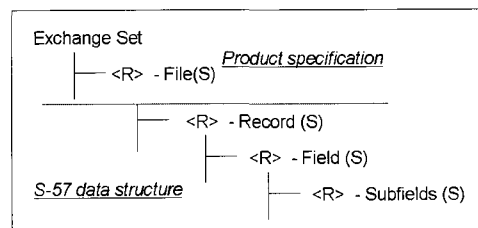


Fig. 6 Details on S-57 Dataset

S-57의 레코드는 하나의 파일을 구성하는 기본 단위이며 다음의 다섯 가지로 분류된다.

- Data Set Descriptive(Meta) : 데이터의 원천자료, 데이터가 제작된 환경, 사용된 좌표계와 투영법 등과 같은 데이터의 특성에 관한 기술과 데이터의 정확도에 관한 정보를 담고 있다.
- Catalogue : 전체 교환파일을 참조할 때 목차와 같은 역할을 한다.
- Data Dictionary : 사용된 오브젝트와 속성에 관한 설명을 담고 있다.
- Feature : 공간정보 이외의 실세계 관련정보를 갖고 있다.
- Spatial: 공간정보를 갖고 있다.

4. 전자해도 GML 응용스키마

4.1 GML 핵심 스키마 분석

1) GML 기본모델

GML은 지형지물 프레임워크에 따라 작성된다. 도메인 전문가들은 도메인의 용어범위를 정하기 위해 도메인의 특정 객체를 구성한다. 이러한 객체들은 도메인의 범위에 따라 도로, 제방, 강, 건물, 급경사면, 해안선, 부두, 등대 등의 객체를 포함할 수 있다. GML 지형지물은 XML 컴포넌트에 대응되며 XML 요소의 차일드 프로퍼티 요소에 설명된 이름을 가지고 있다. 피쳐 프로퍼티는 공간적 또는 시간적인 속성값을 가질 수 있으나, 기존의 엔터티 기반 지리정보 시스템에서의 기하

모델과는 달리 지형지물의 기하학적 측면을 표현하는 기하학적 프로퍼티(Geometric properties)를 다룰 수 있다.

2) 객체/프로퍼티 관계

GML 객체/프로퍼티 모델은 GML로 인코딩 될 수 있으며 이 때 타입을 선언하고 그 타입에 맞는 프로퍼티를 할당 받는 방법으로 인코딩이 이루어진다. 이러한 프로퍼티 XML 요소들은 그 타입의 차일드 요소로 불리게 된다.

3) 지형지물 관계(Feature Relationships)

다른 지형지물을 값으로 하는 특정한 지형지물 프로퍼티는 상호간의 관계를 표기하여야 한다. 프로퍼티 이름은 지형지물 관계 이름이나 대상 지형지물이 관계에서 수행할 역할의 이름을 표현하여야 한다.

4) 부가 기하유형

GML 3.0에는 28개의 핵심스키마가 있다. GML은 point, curve, surface, solid를 표현하는 타입으로 이뤄진 3차원 기하 모델을 지원한다. GML 2에서 지원되었던 기하유형인 Point, LineString, LinearRing, Box, Polygon 등의 단순유형과 집합체(aggregation)인 MultiPoint, multiLineString, Multipolygon 등이 있으며, GML 3에서는 Arc, Circle, CubicSpline, Ring, OrientableCurve, OrientableSurface, Solid를 포함하는 geometry schema의 새로운 타입들을 지원하고 있다. 또한 MultiCurve, MultiSurface 등의 집합체 유형도 지원하며, CompositeCurve, CompositeSurface, compositeSolid 같은 복합체도 지원한다.

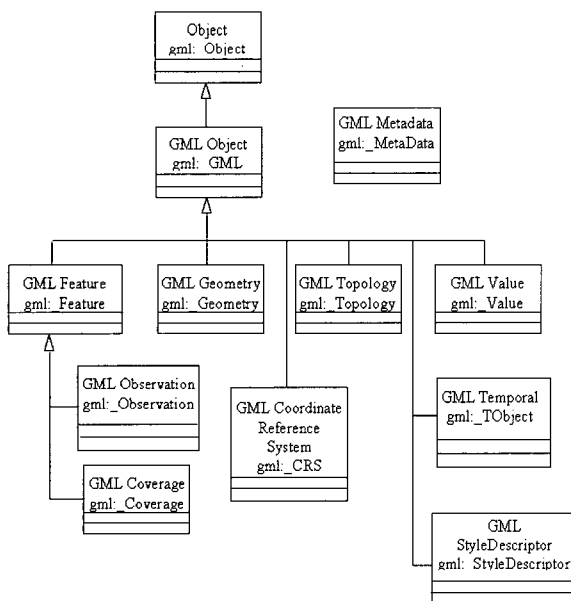


Fig. 7 GML 3.0의 클래스 구조

5) 위상(Topology)

위상은 수학의 한 분야이며 “twisting”과 ”stretching” 후에

도 변하지 않고 남아 있는 공간객체의 프로퍼티를 설명한다. GML에서 공간위상은 위상 기본요소(topology primitives)라고 불리는 nodes, edges, faces, solid 등의 기본요소와 이들 기본요소 간에 연결된 관계의 정립을 통해 모델링 된다. GML 위상의 기본요소 유형인 Node, Edge, Face, TopoSolid는 각각 기하 기본요소인 Point, Curve, Surface, Solid를 표시하기 위하여 사용된다.

6) GML 좌표 참조체계

좌표 참조체계는 좌표의 공간적 관계를 설명한다. GML 좌표 참조체계는 데이텀(Datum)을 이용하여 실제계 좌표시스템을 인코딩한다. 실제에서 좌표 참조체계는 보통 데이터 인스턴스에 포함된 기하요소들에 의해 GML 좌표 참조체계로부터 참조된다.

4.2 전자해도 GML 응용스키마 개발

본 연구에서는 아래 그림의 절차와 같이 S-57 전자해도 데이터를 GML로 변환하기 위한 응용스키마를 개발한다. S-57 GML 응용 스키마에서 사용될 핵심 스키마를 도출하기 위해 GML 전체 스키마에서 필요한 모듈들을 선택하여 작성하였다.

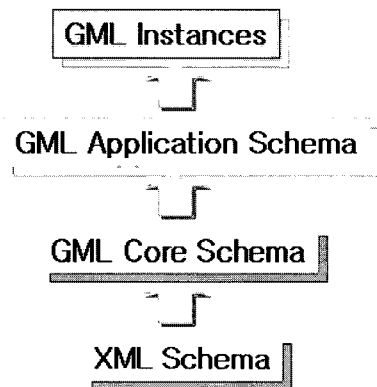


Fig. 8 Development process of GML Instances

1) Feature 모델

S-57의 데이터모델에서는 Object의 하위개체로서 Feature Object와 Spatial Object로 특수화(specialization)되는 형태로 구성되어 있으나, GML은 Property를 통해 속성을 가지는 구성형태를 취하며 전반적인 Feature 모델은 OGC의 추상사양에 정의된 모델에 기초한다.

한편, S-57 구조를 GML로 표현하기 위해 데이터셋 클래스는 메타데이터 클래스와 연관관계를 가지고 있고, 여러 개의 Spatial Object와 Feature 인스턴스를 가질 수 있다. 전자해도 GML 응용 스키마는 이 데이터셋을 내용으로 정의하는 관계를 가지게 된다. 먼저 GML 전체 스키마에 필요한 모듈들을 선택하였다. Fig. 9에서와 같이 굵은 테두리의 스키마들이 S-57 응용 스키마에서 필요한 스키마들로 이들을 추출하여 하나의 GML 스키마 서브셋을 생성한다.

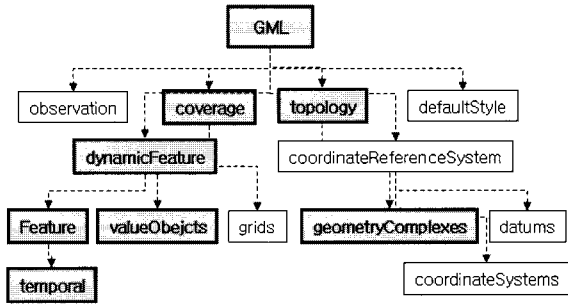


Fig. 9 GML Schema Hierarchy

GML 스키마의 피쳐 모델 부분은 아래 그림과 같다.

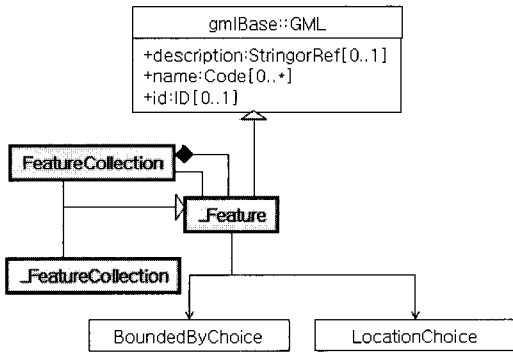


Fig. 10 Data model of S-57/GML Feature Schema

GML에서 Feature는 위치를 나타내는 Geometry를 하나의 속성 즉 Property로 인식하는 반면 Fig. 11과 같이 S-57에서는 위치 값을 제외한 속성들을 가진 Feature Object가 Spatial Object에 대해 위치참조를 하는 구조로 되어있다. 따라서 s57:Feature는 gml:Feature를 restriction으로 상속하여(축소) 정의한다. Attribute들은 각기 property 타입으로 정의한다.

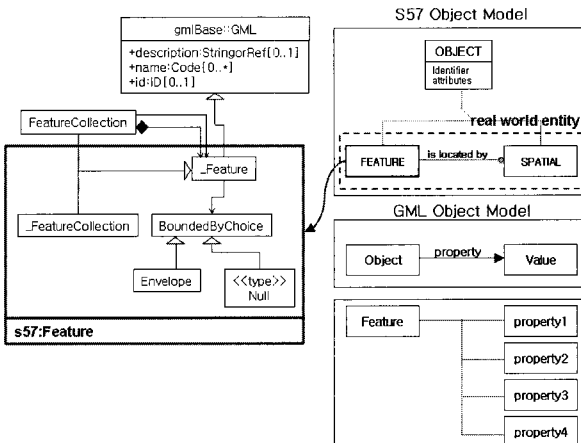


Fig. 11 Comparison of feature model between GML and S-57

2) Geometry

GML Geometry를 표현하는 가장 상위클래스는 추상클래스로 _Geometry이고 여기서 Primitive와 Aggregate, 그리고 Complex 추상클래스들이 파생된다.

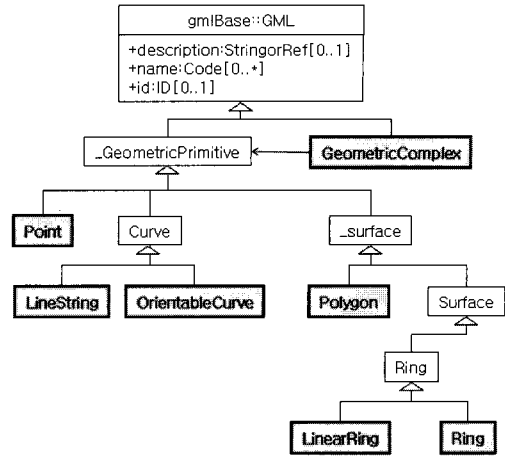


Fig. 12 Geometry data model

이 중 S-57에 적용할 Geometry 타입들은 Primitive에 속하는 Point, LineString, OrientableCurve, Polygon, Ring이 있고, Complex에 속하는 MultiPoint가 있는데 이것은 Coverage에서 사용되는 것으로 Sounding을 모델링하기 위해 필요하다.

3) Topology

GML Topology를 표현하는 가장 상위 추상클래스는 _Topology이고 여기서 TopoPrimitive와 TopoComplex 추상클래스들이 파생된다. 이 중 S-57에 적용할 Geometry 타입들은 Primitive에 속하는 Node, Edge, Face가 있고 TopoCurve와 TopoComplex도 사용된다.

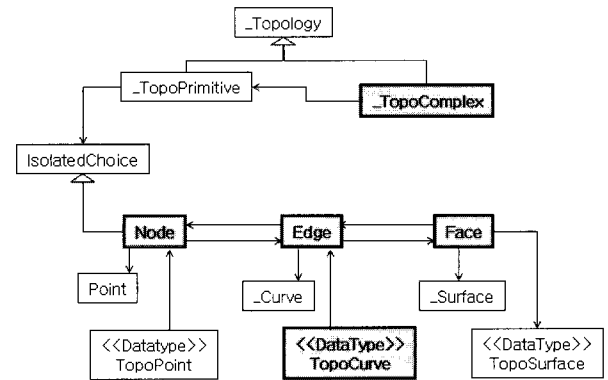


Fig. 13 Topology data model

4) Sounding

GML 커버리지는 특정한 분야에서 사용되는 일종의 distribution function으로 볼 수 있으며 보통은 기본적인 기하요소들을 포함하고 있다. 예를 들어, 기하요소들은 surface tessellation을 이루고 있는 폴리곤의 집합일 수도 있고, curve를 구성하는 단위 곡선의 집합이거나 점들의 집합일 수도 있다. 이러한 커버리지의 distribution function의 범위는 고도, 온도, 압력, 바위타입, 반사율과 같은 값을 표현할 수 있다. GML 커버리지를 정의하는 세 가지 컴포넌트는 domain, range, coverage function이다.

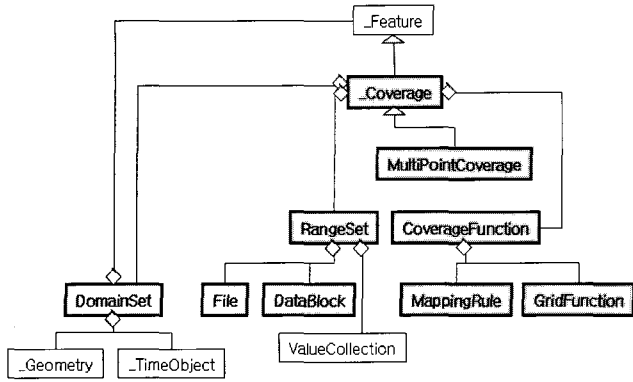


Fig. 14 Sounding data model

이들 컴포넌트는 각각 분리되어 인코딩되고, 각각 domain-Set, rangeSet, coverage Function 프로퍼티에 담겨진다. 이 커버리지 모델은 Sounding을 모델링하기에 가장 적합하며 특히 그 중에서도 MultiPoint Coverage를 사용한다.

5) Temporal Features

GML 3.0에서 동적데이터모델을 위해 지원되는 두 개의 geometric time 프리미티브는 TimeInstant와 TimePeriod이다. TimeInstant는 시간상의 위치를 나타내는데 쓰이고, TimePeriod는 시간의 길이나 지속 기간을 나타내는데 쓰인다. TimeInstant의 사용에 관한 예시는 다음과 같다. timePosition 값 "2003_01_01T12:34_08:00"은 "2003_02_13"이 날짜를, "12:28"이 시간과 분을, "-8:00"이 그리니치 시간보다 8시간 늦은 (Pacific Standard Time) 시간대를 나타내는 ISO 8601 참조 시스템(그레고리안력)에 정의된 형식을 따른다. TimePeriod 프리미티브는 전형적으로 두 개의 TimeInstant 사이의 시간 간격을 인코딩하는데 쓰인다. 동적 피쳐와 피쳐 컬렉션의 인코딩을 위해 GML에서는 Dynamic FeatureType과 DynamicFeature CollectionType을 사용한다. 이러한 타입은 Abstrat FeatureType과 Feature CollectionType에서 각각 파생된 것이다. 동적 피쳐와 동적 피쳐컬렉션은 양쪽 모두다 history 프로퍼티를 가지며 이 프로퍼티는 이들의 시간적 진행상황을 표현하는데 사용된다.

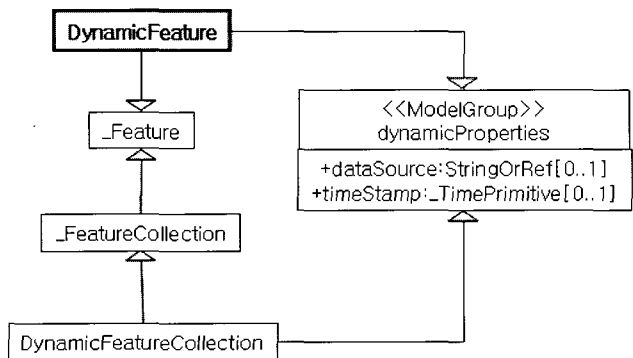


Fig. 15 Dynamic feature data model

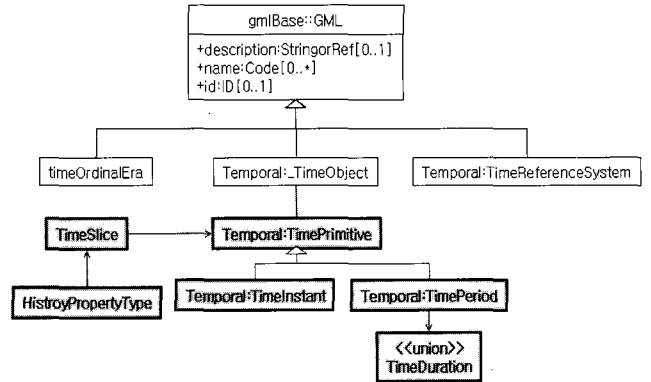
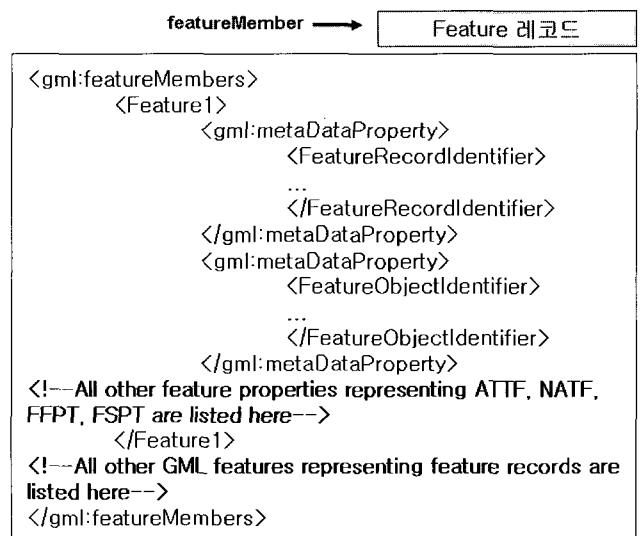
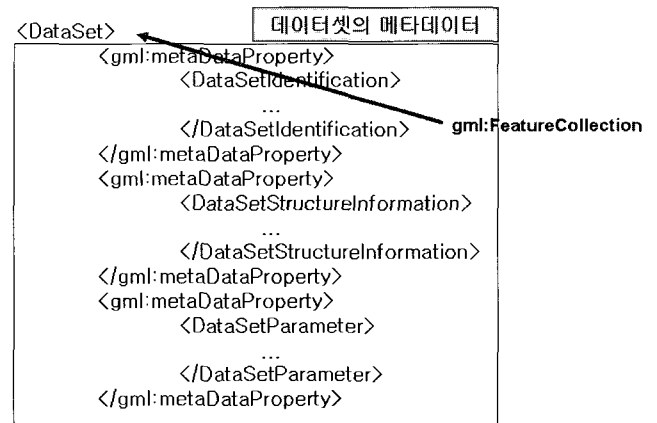


Fig. 16 Temporal feature data model

이상으로 S-57 전자해도를 GML로 변환하기 위한 응용 스키마를 개발하였다. 응용스키마 개발이 완료되면 UML 문법에 따라 XML Schema 구조로 단순 변환이 가능하다. S-57 데이터 셋 구조는 아래 그림과 같이 GML로 매핑 된다.



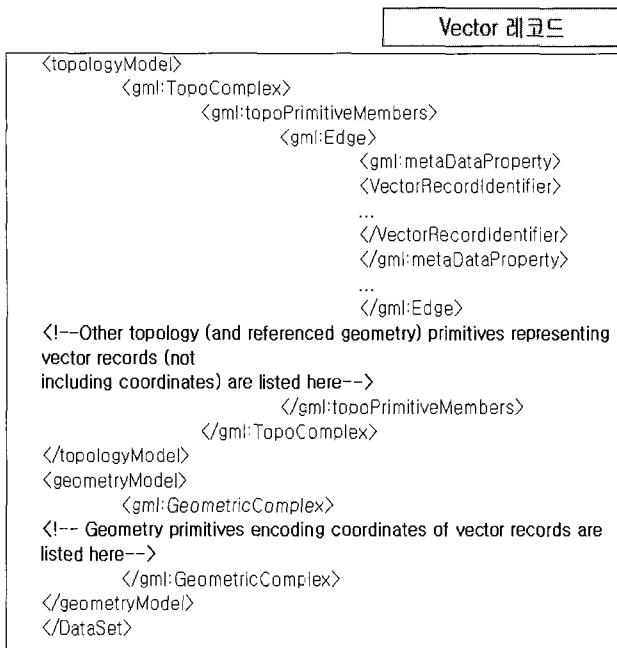


Fig. 17 Mapping S-57 dataset structure to GML

5. 결론

GML은 XML에 기반한 지리데이터 스키마모델링 및 인코딩 기술로 GIS 분야에서 광범위하게 사용되는 표준이다. OGC에서 개발되어 현재는 ISO 표준으로 재정중이며 웹서비스를 통한 지리정보의 전송, 검색, 저장 및 융합 등의 분야에서 활용되고 있다. 본 연구에서는 전자해도의 GML 변환을 위하여 S-57 데이터 모델/구조 및 GML 핵심 스키마 분석을 통해 필요한 스키마를 선별 재정립하였다. S-57 ENC 응용스키마를 개발함으로써 해양자료에 대한 GML 응용스키마 개발기술이 확보되었고 프로파일 기반의 ENC 변환기술이 습득되었다.

향후 연구 내용으로 개발된 전자해도 응용스키마를 이용하여 전자해도의 GML 변환 부분과 S-52 Presentation Library 심볼 분석을 통한 스타일 쉬트(XSLT) 표현 등에 있어서 추가적인 연구가 진행되어야 할 것이다.

후 기

본 논문은 국립해양조사원 지원으로 수행중인 “차세대 전자해도 기술개발” 연구결과의 일부입니다.

참 고 문 헌

- [1] Galdos, "S-57 Schema and Related Tools Manual", 2004.
- [2] IHO S-52, "Specifications for Chart Content and Display Aspects of ECDIS"
- [3] IHO S-57, "IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data"
- [4] IHO S-58, "IHO Recommended ENC Validation Checks"
- [5] IHO S-62, "IHO Codes for agencies Producing S-57 Data"
- [6] IHO S-63, "IHO Data Protection Scheme"

원고접수일 : 2006년 4월 19일

원고채택일 : 2006년 10월 25일