

전자해도의 KML 변환기술 개발

†오세웅·박종민*·이문진**·고현주***

†,*,**,***한국해양연구원 해양시스템안전연구소 해양안전·방제기술연구부

Development of KML conversion technology of ENC's

†Se-Woong Oh · Jong-Min Park* · Moon-Jin Lee** · Hyun-Joo Ko***

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

요 약 : 국제해사기구에서는 ECDIS를 강제탑재 장비로 간주하는 SOLAS 수정안을 채택하였고, E-Navigation 전략에서는 해상교통 안전과 환경보호를 위해 ECDIS를 핵심 장비로 고려하는 등 전자해도는 항해 업무에 필수적인 정보 인프라가 되었다. 그러나 전자해도는 ISO/IEC 8211이라는 파일 포맷으로 구성되어 있어 정보의 사용이 용이하지 않으며, ECDIS와 같은 항해장비에서 항해 목적으로 사용되고 있어 해양GIS 및 응용분야로의 활용이 요구되고 있다. 본 연구에서는 전자해도 활용방안으로 전자해도 정보를 구글 어스, 구글 지도 및 기타 응용 프로그램에 사용되는 XML 기반의 마크업 언어인 KML으로의 변환 기술을 개발하였다. 세부 연구 내용으로 전자해도 데이터모델 및 부호화 방법과 KML의 스키마 구조와 사용데이터를 분석 정리 하여, 이를 기반으로 전자해도의 KML 변환 프로그램을 개발 하였다.

핵심용어 : 전자해도, 구글어스, KML, 수로데이터전송표준, 전자해도표시정보시스템

Abstract : IMO adopt the revision of SOLAS convention on requirement systems for ECDIS and considered an ECDIS as the major system for E-Navigation strategy on marine transportation safety and environment protection. ENC(Electronic Navigational Chart) as the base map of ECDIS is considered as a principal information infrastructure that is essential for navigation tasks. Because ENC's are not easy to utilize for being encoded according to ISO/IEC 8211 file format, used for navigational purpose mainly, it's required to utilize in parts of Marine GIS and various marine application. In this paper, we developed KML conversion technology for ENC application. In details, we analyzed data model and encoding method of ENC, schema structure and data file of KML. Based on this results, we developed the program of KML conversion of ENC's.

Key words : Electronic Navigation Chart, Google earth, Keyhole Markup Language, S-57, Electronic Chart Display Information System

1. 서 론

해안선, 수심, 위험물, 항로표지 등 항해에 필요한 정보가 수록된 전자해도(Electronic Navigation Chart)는 국제 표준에 따라 공인 기관에서 제작하며 업데이트 파일이 주기적으로 제공되고 있다. 전자해도는 해양 분야에서 신뢰성과 최신성을 가진 정보로서, ECDIS(Electronic Chart Display and Information System) 뿐만 아니라, AIS(Automatic Identification System) 플로터, VTS(Vessel Traffic Service), 각종 항해장비에서 사용되고 있다. 그러나 전자해도 포맷이 ISO/IEC 8211 규격으로 간행되어 항해목적 이외의 분야에 활용이 저조하였다.(심, 2003) 한편, 지리정보에 대한 요구가 증가하여 지리정보 기반 서비스 및 응용 프로그램이 활발히 개발되고 있으며, 특히 구글(Google)사는 위성 이미지, 지도, 지형 및 3D 건물 정보 등

전 세계의 지역 정보를 제공하는 구글 어스를 개발한 바 있다. 최근 스마트폰의 보급으로 구글 어스의 활용도는 매우 높아졌으며, 기존 구글 어스에 포함된 정보 이외의 사용자 부가정보를 KML(Keyhole Markup Language) 형식으로 제작하여 활용하고 있는 추세이다.

이에 본 연구에서는 전자해도 활용 기술 확보를 위해 전자해도 정보를 구글 어스, 구글 지도 및 기타 응용 프로그램에서 사용되는 XML(eXtensible Markup Language) 기반 마크업 언어인 KML로의 변환 기술을 개발 하였다. 세부 연구 내용으로 전자해도 활용 및 KML 개발에 관한 기존 연구를 분석하고, 전자해도 및 구글어스의 특징에 대해 정리 하였다. 또한 전자해도와 KML의 구조를 분석하였으며, 그 결과를 토대로 전자해도-KML 변환 프로그램을 개발 하였다.

† 교신저자 : 연희원, osw@moeri.re.kr 010)2692-5125

* 연희원, pjim@moeri.re.kr, 042)866-3682

** 연희원, moonjin.lee@moeri.re.kr, 042)866-3614

*** 연희원, kohyun@moeri.re.kr, 042)866-3694

(주) 이 논문은 “전자해도 활용을 위한 KML 변환기술 개발”의 제목으로 “2010공동학술대회 한국항해항만학회논문집(목포해양대학교, 2010.4.4.22-24, pp.135-138)”에 발표되었음.

2. 기존 연구 분석

전자해도 관련 연구는 전자해도를 탑재한 항해장비에 관한 연구와 전자해도 관리 및 활용을 위한 연구로 구분할 수 있다. 먼저, 이(2008)는 S-57 전자해도를 GML로 변환하는 방법과 XML 데이터베이스를 이용하여 관리하는 방법을 제안한 바 있으며, 서(2007)는 지구상의 특정 위치를 고유한 위치식별 ID로 정의한 이포지션(e-position) 기술을 이용하여 전자해도 적용 및 활용 기술을 개발 하였다. 정(2007)은 AIS 및 전자해도를 기반으로 한 해상교통량 분석 시스템을 제안한 바 있다.

심(2003)은 전자해도를 사용하는 시스템이 그 규모에 있어 대용량과 고용량의 처리능력을 갖는 시스템들이므로 어선이나 레저용 보트와 같은 소형선에는 적합하지 않으므로, 이를 해결하기 위해 시스템의 소형화 및 사용 데이터의 소형화가 필요하며 근래 각광을 받고 있는 PDA, 웹패드와 같은 모바일 플랫폼 기반의 시스템이 그 대안이 될 수 있는 것에 착안하여, 소형시스템에의 지형정보 사용, 특히 국가공인 데이터인 전자해도를 모바일 플랫폼에서 사용하기 위한 전자해도의 소형화 방안을 연구하였다. 김(2003)은 전자해도 데이터를 이용한 현실감 있는 3차원 해상환경 데이터베이스를 제작하는 방법을 개발하였는데, 본 방법은 종이해도로부터 해안선, 등심선, 수심 및 항로표지와 같은 정보를 수작업으로 이산화해서 얻는 기존의 방법에 비해, 각종 정보를 전자해도 데이터로부터 직접 얻을 수 있기 때문에 기존의 방법보다 손쉽고 정확하게 해상환경 데이터베이스를 제작할 수 있다.

한편 국립해양조사원에서는 해양특성정보도 중의 하나로 해수욕장 정보도를 제작한 바 있으며, 본 정보와 해수욕장 소개정보, 사진영상, 조석표, 해역특성 및 부가정보를 함께 위성영상 이미지로 서비스하기 위해 구글 어스 데이터 포맷인 KML로 변환 하여 서비스 중에 있다.

3. 전자해도 및 KML 구조 분석

3.1 전자해도 구조 분석

국제수로기구는 수로데이터 전송표준으로 S-57 표준을 개발 하였으며, 이를 기반으로 수로데이터 제품 표준으로 전자해도 제작사양을 개발한 바 있다. 또한 전자해도와 같은 수로데이터의 부호화에 있어서 ISO/IEC 8211의 방식을 채택하였다. 따라서 전자해도 파일은 Fig. 1과 같이 S-57 표준 중 전자해도 제작사양에 따라 내용이 구성되며, 이를 ISO/IEC 8211 부호화 방식으로 입력되어 있다.(심, 2003)

S-57 표준의 데이터 모델은 피쳐(Feature)정보와 공간정보로 구성되며 상호 연결된다. 피쳐 정보는 독립적으로 존재할 수 있으나 공간 정보는 피쳐 정보에 연계되어 존재할 수 있다. 한편, 표준에서 표현하고 있는 공간정보에는 Fig. 2와 같이 점, 선, 면에 해당되는 노드(Node), 에지(Edge), 페이스(Face)로 구분되며, 노드로는 독립 노드, 연결 노드로 구성된다. 전자해도는 본 공간 모델에서 점, 선에 해당하는 노드와 에지 정

보를 이용하여 모든 공간정보를 표현하며, 면에 해당 정보는 에지에 연결하여 표현할 수 있다.

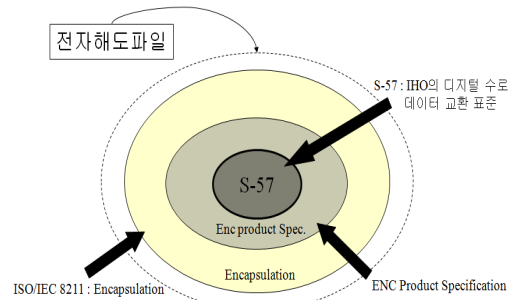


Fig. 1 Composition of ENC files

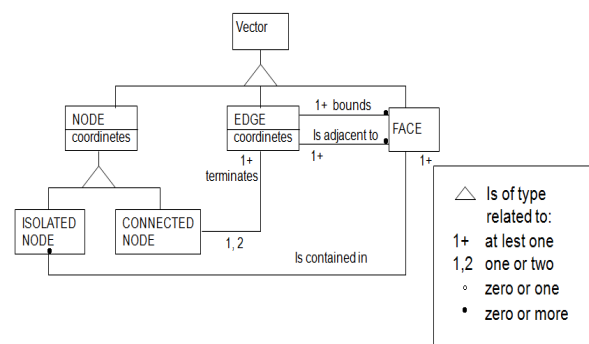


Fig. 2 Structure of S-57 Spatial Object

S-57 표준에서 수로데이터는 Fig. 3과 같이 레코드 단위로 저장되며, 레코드에는 필드, 필드에는 다시 부필드로 구성된다. 수로데이터를 파일로 간주할 수 있으며, 서비스를 위해 복수개의 파일과 각 파일에 대한 메타정보를 포함한 교환 셋으로 구성된다.

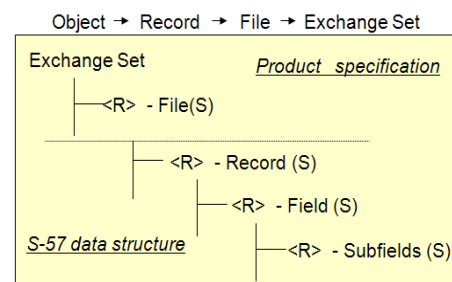


Fig. 3 S-57 data structure

3.2 KML 구조 분석

구글 어스의 정보 표현 언어인 KML은 최근 산업계에서 정보의 저장 및 전송에 널리 사용되고 있는 XML 기술의 형태로서, KML에 대한 스키마 구조에 따라 KML 파일에 작성된다. 전자해도 정보 표현을 위해 Fig. 4와 같이 KML 스키마의 피쳐와 기하 정보를 참조할 수 있으며, 이 중 전자해도 정보의 점, 선, 면의 정보 표현을 위해 Point, LineString, Polygon 타입을 이용할 수 있다.

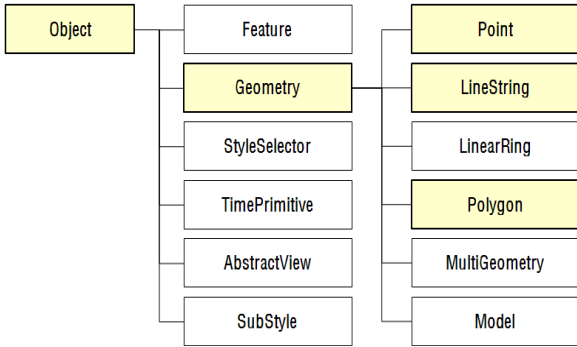


Fig. 4 KML Schema Structure

Fig. 5는 KML 작성 사례로서 점으로 표현되는 피쳐 정보의 작성 결과이다. 피쳐 정보의 이름은 Simple placemark로서 설명 정보와 좌표 정보를 포함하고 있다. 특히 좌표 정보의 경우 위도 정보와 경도 정보로 구성되며, 추가로 고도 정보를 포함하여 3차원으로 표현 가능한 구조를 가지고 있다.

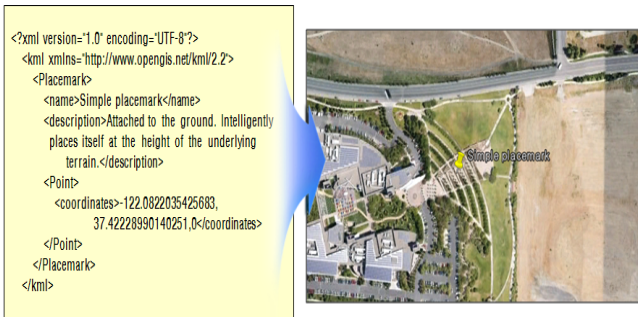


Fig. 5 KML example

KML은 지리정보 분야 산업계 표준기구인 OGC(Open Geospatial Consortium)에서 위성정보에 대한 부가정보 표현 포맷으로 인증하였으며, KML의 스키마 파일을 OGC 웹사이트 혹은 구글 어스 KML 관련 페이지에서 다운로드 받을 수



Fig. 6 Example of KML Schema

있다. 본 KML 스키마 파일에는 구글 어스에서 지원하는 다양한 공간정보 표현 방식과 스타일이 지정되어 있다. Fig. 6은 전자해도의 점, 선, 면으로 표현되는 다양한 피쳐 정보를 KML 데이터로 변환 시 요구되는 스키마 구조 사례로서, 점으로 표현되는 피쳐 정보는 KML 스키마 구조 중 Placemark로, 선으로 표현되는 피쳐 정보는 KML 스키마 구조 중 Paths의 LineString로, 마지막으로 면으로 표현되는 피쳐 정보는 KML 스키마 구조 중 Polygon을 이용하여 변환할 수 있다.

4. 전자해도-KML 변환 프로그램 개발

4.1 전자해도 정보 로딩 모듈 개발

본 연구에서는 전자해도 정보를 KML로 변환하기 위해서 먼저 전자해도 정보 로딩 모듈을 개발하였다. 본 모듈은 해당 전자해도 파일에 기록되어 있는 레코드를 순차적으로 분석하여, 독립 노드(Isolated node), 연결 노드(Connected node), 연결선(edge), 피쳐 정보로 정리하는 기능을 수행한다. 피쳐정보와 기하정보의 레코드 개수와 내용을 저장하기 위해 각 정보의 총갯수 변수와 구조체를 정의 하였다.

- vector[] IsolatedNode, 0, ..., viCount
- vector[] ConnectedNode, 0, ..., vcCount
- vector[] Edge, 0, ..., veCount
- feature[] Feature, 0, ..., feCount

독립 노드, 연결 노드, 연결선 정보 저장을 위한 벡터 구조체는 Table. 1과 같이 각 필드정보의 데이터 길이 및 시작 위치에 관한 구조 정의부와 벡터 레코드 식별 정보, 속성값 정보, 벡터 레코드 간 연결정보, 2차원 좌표, 3차원 좌표를 정의한 필드 정의부로 구성된다.

Table 1 Structure of Vector Class

구조 정의부	
[Length, Position] VRID, ATTV, VRPT, SG2D, SG3D	각 필드의 데이터 길이 및 시작 위치
recordID	레코드 번호
필드 정의부	
VRID : RCNM, RCID, RVER, RUIN	벡터 레코드의 식별 정보
ATTV : ATTL, ATVL	벡터 레코드의 속성값 정보
VRPT : NAME, ORNT, USAG, TOPI, MASK	벡터 레코드 간 연결을 위한 포인터 정보
SG2D : YCOO, XCOO	2차원 좌표를 위한 위도, 경도 정보
SG3D : YCOO, XCOO, VE3D	3차원 좌표(수심정보표현)를 위한 위도, 경도, 수심 정보

한편, 피쳐 정보 저장을 위한 피쳐 구조체는 Table. 2과 같이 각 필드정보의 데이터 길이 및 시작 위치에 관한 구조 정의부와 피쳐 레코드 식별, 영문 및 한글 속성정보, 피쳐 간 주/종속 관계, 벡터 레코드와 연결 정보를 정의한 필드 정의부로 구성된다.

Table 2 Structure of Feature Class

구조 정의부	
[Length, Position] FRID, FOID, ATTF, NATF, FFPT, FSPT	각 필드의 데이터 길이 및 시작 위치
recordID	레코드 번호
필드 정의부	
FRID : RCNM, RCID, PRIM, GRUP, OBJL, RVER, RUIN	피쳐 레코드 식별 정보
FOID : AGEN, FIDN, FIDS	피쳐 세부 식별 정보
ATTF : ATTL, ATVL	해당 피쳐에 포함되는 속성값 정보 (영문 표기)
NATF : ATTL, ATVL	해당 피쳐에 포함되는 속성값 정보 (한글 표기)
FFPT : LNAM, RIND, COMT	피쳐 정보 간 주/종속 관계 표기를 위한 정보
FSPT : NAME, ORNT, USAG, MASK	벡터 레코드 간 연결을 위한 포인터 정보

전자해도 정보는 ISO/IEC 8211의 부호화 방법을 채택하였기 때문에 Fig. 7과 같이 표준의 방법에 따라 해독할 수 있다. 본 부호화 방법은 하나의 파일 당 해당 파일의 설명 정보 레코드인 DDR 레코드와 피쳐정보와 기하정보를 포함하는 복수개의 DR 레코드로 구성된다. DDR 레코드와 DR 레코드는 각각 리더, 디렉토리, 필드지역으로 구성된다.

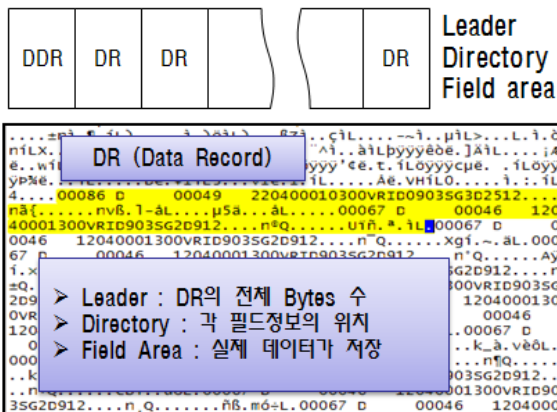


Fig. 7 ISO/IEC 8211 interchange file structure

리더 부분은 해당 레코드의 전체 바이트 수와 리더와 디렉토리를 합한 부분의 바이트 수가 기록되며, 특히 디렉토리 해독에 요구되는 필드 길이 크기, 필드 위치 크기, 필드 태그 크기가 기록된다. 디렉토리 부분에는 해당 피쳐 혹은 기하정보

레코드에 포함되는 필드의 종류와 각 필드의 시작위치 및 필드의 크기에 대한 정보를 얻을 수 있다. 필드지역 부분은 디렉토리 부분에서 지정된 바이트의 시작위치와 길이에 따라 피쳐 정보와 기하정보의 필드 내용이 표시된다.

Fig. 8은 벡터 레코드로서 좌측은 바이너리 데이터이며, 우측은 바이너리 데이터를 아스키로 표기한 그림이다. 노란색 부분은 수심정보에 대한 기하 레코드의 리더 부분과 디렉토리 부분이다. 여기에서 본 레코드의 전체 바이트 수는 72,755바이트이며, 리더와 디렉토리의 바이트 수는 58바이트이다. 또한 디렉토리 부분의 필드길이는 5바이트, 필드위치는 2바이트, 필드태그는 4바이트인 것을 확인할 수 있다. 디렉토리 부분에서 수심정보에 대한 기하 레코드에는 벡터레코드식별 필드(VRID)와 3차원좌표 필드(SG3D)로 구성되며, VRID는 3번째 바이트에서 시작하여 9바이트의 길이를 가지며, SG3D는 12번째 바이트에서 시작하여 72,685바이트의 길이를 가진다. 다음으로 실제 전자해도 정보가 포함되어 있는 필드지역 부분에서 "03 00"의 바이너리 값으로 표기되는 레코드 번호로 시작하여, VRID 필드의 부필드 내용인 레코드명(RCNM) 1바이트, 레코드 식별번호(RCID) 4바이트, 레코드버전(RVER) 2바이트, 레코드업데이트지침(RUIN) 1바이트로 입력되며, 필드 종료 문자인 FT(Field Terminator)의 바이너리 값 "1e"을 포함하여 9바이트가 기록된다. 다음으로 SG3D 필드의 내용으로 Y 좌표값 4바이트, X 좌표값 4바이트, 수심값 4바이트의 12바이트가 수심의 총갯수 만큼 반복되며, 필드 종료 문자를 포함하여 72,685바이트가 기록된다.

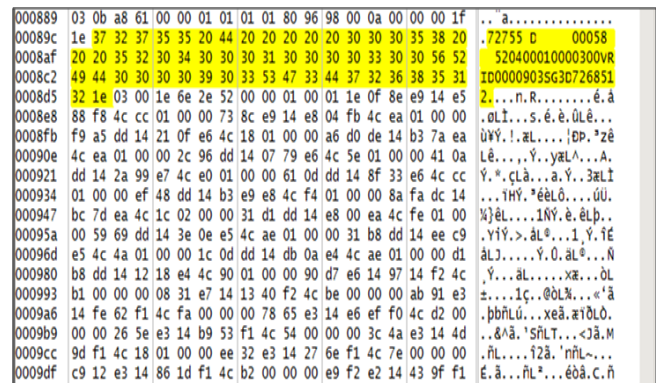


Fig. 8 Structure of Vector Data Record

Fig. 9는 피쳐 레코드로서 노란색 부분이 리더와 디렉토리 부분이다. 본 레코드의 전체 바이트 수는 759 바이트이며, 리더와 디렉토리 바이트 수는 85 바이트이다. 필드길이는 3바이트, 필드위치는 3바이트, 태그길이는 4바이트이다. 본 피쳐 레코드에는 피쳐레코드 식별필드(FRID), 피쳐객체식별자 필드(FOID), 피쳐레코드속성 필드(ATTF), 피쳐레코드 국가속성 필드(NATF), 피쳐공간연결포인트 필드(FSPT)로 구성된다. 필드지역에는 "b3 57"로 시작하는 22,451번째 레코드 번호를 시작으로 FRID 13바이트, FOID 9바이트, ATTF 92바이트, NATF 68바이트, FSPT 489바이트로 기록된다.

267531	a4	b4	e8	14	fb	7d	e8	4c	41	b3	e8	14	e0	7c	e8	4c	dc	b2	e8	...
267544	14	fa	7a	e8	4c	93	b3	e8	14	3b	79	e8	4c	1e	30	30	37	35	39	...
267557	20	44	20	20	20	20	30	30	30	38	35	20	20	20	33	33	30	34	...	
26756a	30	30	30	31	30	30	33	30	30	30	46	52	49	44	30	31	33	30	30	...
26757d	33	46	4f	49	44	30	30	39	30	31	36	41	54	54	46	30	39	32	30	...
267590	32	35	4e	41	54	46	30	36	38	31	31	37	46	53	50	54	34	38	39	...
2675a3	31	38	35	1e	b3	57	1e	64	24	0c	00	00	03	02	31	01	01	00	01	...
2675b6	1e	18	01	c9	08	47	49	2f	00	1e	66	00	41	50	50	52	4f	41	43	...
2675c9	48	45	53	20	54	4f	20	42	55	53	41	4e	20	48	41	4e	47	28	46	...
2675dc	72	6f	6d	20	52	4f	4b	4e	4f	52	49	20	73	75	72	76	65	79	73	...
2675ef	20	74	6f	20	32	30	30	37	29	1f	93	00	32	30	30	38	31	32	31	...
267602	32	1f	94	00	4b	52	2c	4b	52	2c	67	72	61	70	68	2c	4b	52	35	...
267615	47	33	42	33	33	1f	1e	2c	01	80	bd	bd	c0	6d	d5	20	00	80	bd	...
267628	fc	ad	28	00	32	00	30	00	30	00	37	00	44	b1	4c	ae	c0	c9	20	...
26763b	00	00	b3	5c	d5	fc	bb	6d	ad	20	00	6d	ad	bd	b9	74	d5	91	c5	...
26764e	70	c8	ac	c0	d0	c6	20	00	21	ce	9b	27	29	00	1f	00	1e	00	82	...
267661	06	2c	00	01	01	02	82	0b	2c	00	01	01	02	82	0b	2c	00	01	03	...
267674	00	01	01	02	e7	0d	00	00	01	03	ff	82	e5	0d	00	00	01	03	03	...
267687	ff	82	e4	0d	00	00	01	03	ff	82	e3	0d	00	00	01	03	ff	82	b5	...
26769a	00	00	01	03	ff	82	d0	2b	00	00	01	02	82	d1	2b	00	00	01	03	...
2676ad	01	01	02	82	0f	00	00	02	01	02	82	73	30	00	00	02	01	02	01	...

Fig. 9 Structure of Feature Data Record

본 연구에서는 위의 전자해도 정보 해독 과정에 따라 Fig. 10과 같이 전자해도 정보를 정의된 구조체 형식으로 메모리에 저장하고 저장된 전자해도 정보를 전자해도 피쳐 정보 종류에 따라 분류하여 트리노드에 표시하는 프로그램을 개발 하였다. Fig. 10에서 KR5G1E43 항만용 전자해도를 해독하여 전자해도에 포함된 피쳐 정보의 종류에 따라 트리 노드에 순차적으로 표시하였다. 해독 결과에 따라 KR5G1E43 전자해도는 기본 편집 축척이 1:10,000, 피쳐 레코드는 총 2,991개로 이 중 메타 레코드 9개, 카토 레코드는 0개, 지오 레코드 2,982개, 집합 레코드 0개이다. 한편 벡터 레코드는 총 4,858개로 이 중 독립노드 레코드 305개, 연결노드 레코드 2,313개, 연결선 레코드 2,240개, 면 레코드 0개로 분석 되었다.

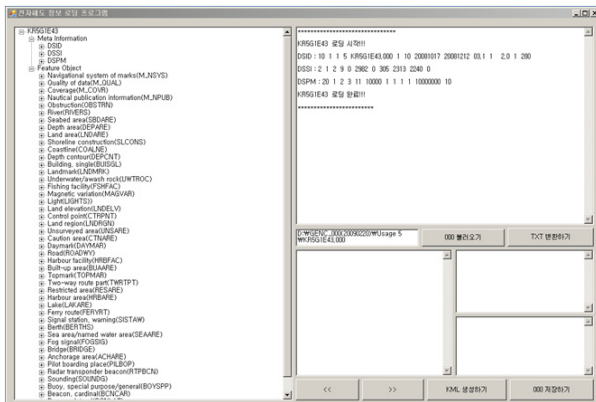


Fig. 10 ENC Loading Program

4.2 KML 변환 모듈 개발

전자해도에 포함되어 있는 해안선, 등심선, 항로표지 등의 정보를 KML의 피쳐 정보 표현을 위해서는 각 피쳐 정보와 연결되어 있는 공간정보를 추적하여 연속적인 집합으로 구성된 다음 KML의 공간 스키마로 변환하는 작업이 요구된다. 전자해도는 Fig. 11과 같이 피쳐 레코드 그룹과 벡터 레코드 그룹으로 구성되며, 벡터 레코드 그룹은 다시 점 표현을 위한 독립노드 레코드 그룹, 선의 시작점과 끝점 표현을 위한 연결노드 레코드 그룹, 선의 중간 점 표현을 위한 예지노드 레코드 그룹으로 구성된다. 등대나 수심과 같이 점으로 표현되는 피

쳐 정보는 FSPT 필드를 통해 점의 위도와 경도를 추출하여 표현 가능하며, 해안선이나 등심선, 육지 지역과 같은 선이나 면에 관한 정보는 포함되는 구분 선 정보를 수집하고 각 선분의 시작점과 끝 점을 정리한 후 변환 가능하다.

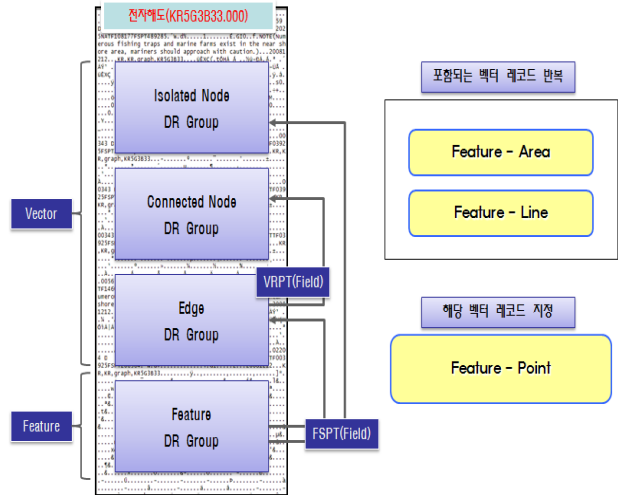


Fig. 11 Data Record Group of ENC

Fig 12는 피쳐 레코드에 대한 기하 레코드가 연계되는 법을 표시한 그림으로, 피쳐 레코드에 FSPT 부필드에 기하 레코드의 유일식별 번호에 해당하는 RCNM+RCID 부필드 정보가 입력되므로, 이를 이용하여 공간 레코드를 연계하게 된다. 이 때 피쳐 레코드의 기하정보가 점일 경우 독립 노드로서 SG2D 부필드에 위경도 좌표가 표시되며, 선, 면일 경우 예지 노드로서 SG2D 부필드에 버텍스 정보가 표시되며, 시작 노드와 끝 노드는 공간 레코드의 VRPT 필드를 통해 연결 노드와 연계된다.

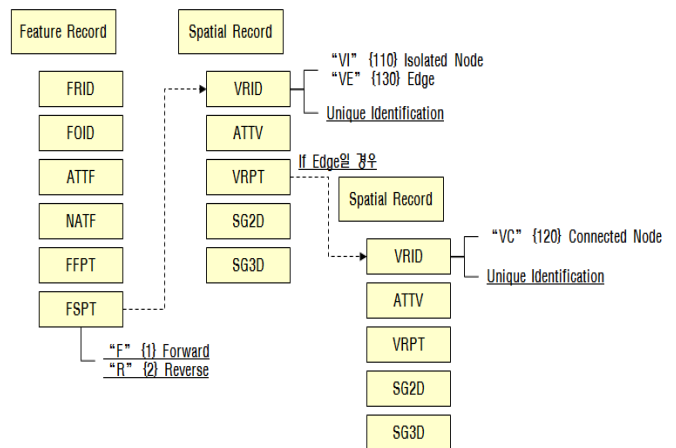


Fig. 12 Connection between Feature Record and Spatial Record

한편, 공간 레코드에 기록되는 좌표의 저장 순서는 기하 정보마다 상이한 순서로 저장되며, 이를 순차적으로 적용하기 위해 피쳐 레코드의 FSPT 필드의 ORNT 부필드에 순차

(Forward), 역(Reverse)의 지침에 따라 지정하게 된다. Fig. 13은 전자해도 좌표 정보의 저장 순서에 관한 그림으로, ORNT 부필드에 순차 방향일 경우 시작 노드로부터 시작하여 종료 노드로 저장되며, ORNT 부필드에 역 방향일 경우 종료 노드로부터 시작하여 시작 노드로 저장된다.

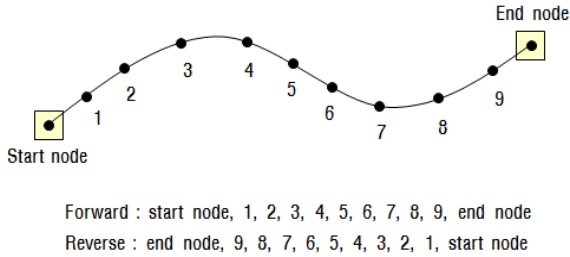


Fig. 13 Direction of interpretation in the ORNT subfield

본 연구에서는 위의 변환 전략에 따라 점, 선, 면으로 표현되는 피쳐 정보를 KML 스키마의 Placemark, Path, Polygon의 구조에 따라 마이크로소프트사의 C# 클래스인 XmlWriterSettings와 XmlWriter를 이용하여 XML 파일을 생성 하였다. XmlWriterSettings 클래스는 XML 파일의 속성을 정의하며, XmlWriter 클래스는 XML 태그 설정 및 내용 작성 역할을 수행한다. 다음은 본 클래스를 이용한 작성 사례이다.

```

XmlWriterSettings settings = new XmlWriterSettings();
settings.Encoding = Encoding.UTF8;
settings.Indent = true;
XmlWriter xmlWriter = XmlWriter.Create(xmlfilepath,
settings);

xmlWriter.WriteStartElement("name");
xmlWriter.WriteString("ENC Information");
xmlWriter.WriteEndElement();
    
```

Fig. 14는 위 방법에 따라 KR5G1E43.000 전자해도를 KML로 변환한 결과이다.

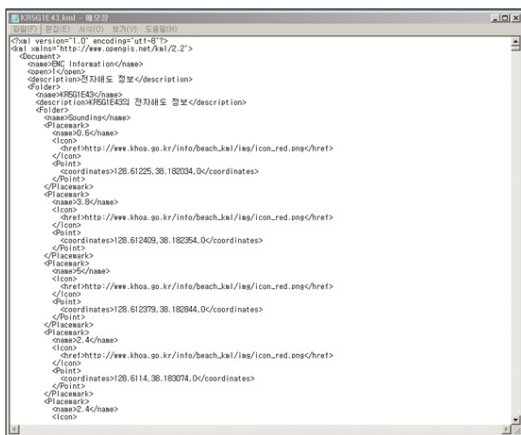


Fig. 14 KML Conversion result for ENC Contents

4.3 결과 검토

본 연구에서는 앞서 전자해도 정보를 KML 파일로 변환한 결과를 구글 어스 프로그램에 적용 하였다. 먼저 Fig. 15는 항만용 전자해도인 KR5G1E43.000을 전자해도 보기 프로그램인 SevenCS사의 SeeMyENC을 통해 확인한 그림이다. 본 전자해도는 속초항 지역에 대한 전자해도로써 항만시설, 해안선, 항계정보, 수심 정보 등 다양한 전자해도 정보를 확인할 수 있다.

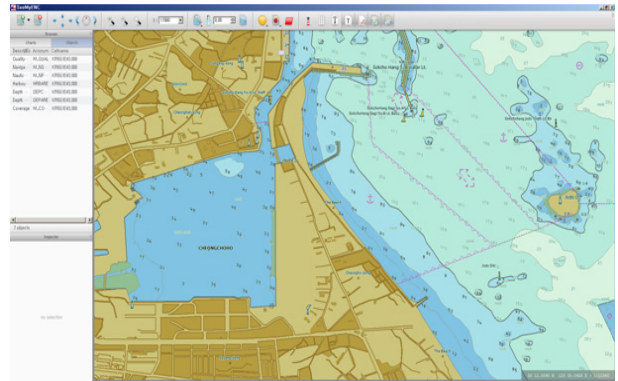


Fig. 15 Harbor ENC - KR5G1E43

Fig. 16은 전자해도 정보 중 수심정보를 KML 파일로 변환하여 구글어스 프로그램에 적용한 그림이다. 수심 정보는 각 수심마다 Y좌표값과 X좌표값에 해당하는 위도, 경도값과 함께 수심값으로 구성된다.

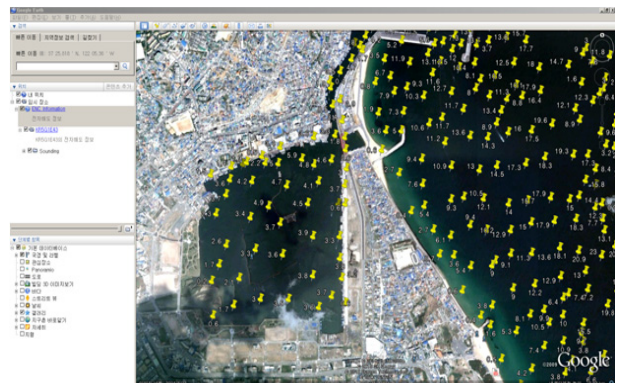


Fig. 16 KML data in Google Earth program

전자해도에는 좌표 정보와 수심 정보가 4바이트 크기의 숫자로 표기되어 있으므로, 전자해도의 데이터셋 파라미터 필드의 좌표 승수 부필드(COMF) 값과 수심 승수 부필드(SOMF) 값을 적용 시켜 KML로 변환 하였으며, 구글 어스 화면에 수심정보를 표기하기 위해 수심값을 Placemark의 설명부분에 입력하여 해당좌표에 대한 설명정보로서 수심정보를 표기 하였다. 본 연구에서 개발한 전자해도 로딩 및 KML 변환 프로그램을 이용하여 전자해도 정보를 KML로 변환하였으며, 변환 파일을 구글 어스 프로그램에 적용한 결과 정상적으로 동작하는 것을 확인할 수 있었다. Fig. 17~19는 전자해도 해안

선, 등심선, 항로표지 등을 표시한 화면으로 전자해도의 점, 선, 면 등의 정보가 KML 데이터로 변환되어 구글 어스 프로 그램으로 표현 하였다.

KML 변환 모듈을 개발하였으며, 개발 결과인 KML 파일을 구글 어스로 적용하고 그 결과를 검토 하였다. 향후 연구 내용으로는 전자해도 정보 활용을 용이하게 하는 내부 전자해도 포맷(System ENC)의 개발이 필요할 것으로 사료된다.



Fig. 17 KML data on Coast line, Depth Contour(1)

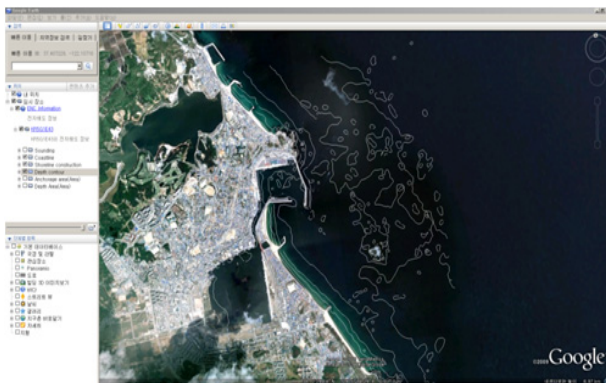


Fig. 18 KML data on Coast line, Depth Contour(1)

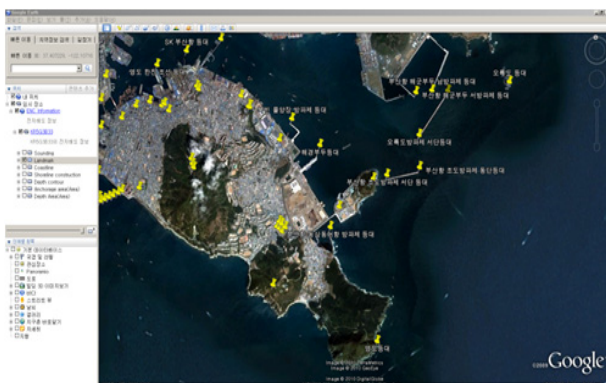


Fig. 19 KML data on Aids to Navigation

5. 결 론

본 연구에서는 전자해도 정보의 활용을 위해 최근 지리정보 분야에 활발히 사용되고 있는 구글 어스의 부가정보 제작 형식인 KML로의 적용 기술을 개발 하였다. 전자해도와 구글 어스의 특징을 정리 하였고, 전자해도 구조와 KML 구조에 분석하였다. 또한 이를 구현하기 위해 전자해도 로딩 모듈과

후 기

본 논문은 한국해양연구원에서 수행중인 “2010년도 차세대 전자해도개발연구용역”, “NAP 해양유출사고 대응지원시스템 구축사업” 연구의 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] 김창제(2003), “전자해도의 정보를 이용한 해상환경 데이터베이스 기본 모듈의 개발”, 해양환경안전학회지, 9권 1호, pp. 73~77.
- [2] 서기열, 김경훈, 이상지, 오세웅, 박종민, 서상현(2007), “전자해도 데이터 기반 ePosition 연계기술 개발”, 한국해양정보통신학회지, 11권 7호, pp. 1305~1310.
- [3] 심우성, 박재민, 서상현(2003), “갱신을 고려한 전자해도 소형화 연구”, 한국항해항만학회지, 27권 4호, pp. 425~430.
- [4] 이성대, 박휴찬(2008), “XML 데이터베이스를 이용한 전자해도의 관리”, 한국해양정보통신학회지, 12권 1호, pp. 87~98.
- [5] 정민, 김대회, 송재욱(2007), “AIS 및 전자해도 기반 해상교통량 분석 시스템 개발에 관한 연구”, 한국항해항만학회지, 31권 1호, pp. 43~48.

원고접수일 : 2010년 9월 14일
 심사완료일 : 2011년 1월 17일
 원고채택일 : 2011년 1월 19일