

S-57기반의 ENC 데이터

심 우 성
한국기계연구원 선박해양공학연구센터
E-mail: wsshim@mailgw.kimm.re.kr

ENC data based on S-57

Woo Seong Shim
KRISO/KIMM
E-mail: wsshim@mailgw.kimm.re.kr

요약문

항해 안전을 위한 최첨단 장비의 개발은 항해업무의 감소와 항해안전에 크게 기여하고 있다. 이러한 장비 중 하나인 ECDIS(Electronic Chart Display & Information System)의 운용을 위해 개발된 ENC는 현재 전 세계적으로 제작되고 있으며 각국의 HO(Hydrographic Office)가 자국의 공인 ENC를 제작하여 종이해도의 경우와 같이 사용자에게 배포할 예정이다.

ENC는 해도에 관련된 지형정보와 해당 속성정보를 포함하고 있기 때문에 항해 뿐만 아니라 기타 응용분야에도 사용이 가능하다. 이러한 필요성에 대처하기 위해 ENC 데이터를 분석하고 근간이 되는 S-57데이터의 구조, 또한 캡슐화에 사용된 ISO/IEC 8211에 관하여 소개한다. 또한 결론부에 항해 및 기타 응용분야에서의 ENC데이터 사용 가능성을 검토한다.

1. 전자해도의 개요

ENC(Electronic Navigational Chart)는 기존 종이해도의 디지털 형태로 생각할 수 있으며 각국의 수로국(Hydrographic Office)가 제작하는 공인데이터이다. 이 전자해도는 종이해도를 기본으로 제작하기 때문에 기존 종이해도와 동일하게 사용할 수 있고 ECDIS와 같은 응용시스템에서 보다 효율적이고 안전한 항해를 위해 사용될 수도 있다.

현재 싱가포르를 보유하고 있는 모든 해도에 대한 전자해도의 제작을 완료한 상태이며 캐나다, 일본, 독일 등의 여러나라들이 전자해도를 제작하고 있다. 국내에서도 국립해양조사원이 95년부터 전자해도를 제작하기 시작하여 현재 표본 데이터를 생산하고 있다.

ENC데이터는 해도로써 사용되는 것 뿐만 아니라 해상관련 지형지리정보를 제공하는 데에도 사용될 수 있기 때문에 해양관련 지형지리정보시

스템에의 사용도 고려 할 수 있다. 이에 본 논문에서는 전자해도의 향후 이용을 위해 선행되어야 할 전자해도 데이터의 구조와 근간이 되는 S-57 데이터 모델, 그리고 전자해도데이터의 교환을 위해 사용된 ISO/IEC 8211규약등을 살펴보고 이를 바탕으로 간단한 ENC변환 프로그램을 작성한다. 또한 향후 ENC데이터의 활용방안과 전망에 대해 알아보고 추후연구과제에 대하여 논한다.

1.1 S-57 교환표준

S-57은 국제해사기구(IHO)에서 작성한 'IHO TRANSFER STANDARD for DIGITAL HYDROGRAPHIC DATA'를 말하며 1996년 12월에 3판이 간행되었고 향후 4년간 수정을 금지하였다. S-57은 해도데이터를 모델링하는데 사용되는 이론적 데이터모델에 대한 설명과 실제로 데이터를 표현하는데 사용되는 데이터구조에 관

한 설명을 담고 있다.

1.2 ENC(Electrical Navigational Chart)

S-57은 실제계의 오브젝트를 표현하는 방법을 이론적으로 제시하고 데이터구조로 표현할 수 있도록 해준다. 이를 실제 응용시스템에서 사용하기 위해서는 해당 응용시스템에 맞도록 설계된 별도의 관련 규정이 있어야 하는데 S-57데이터를 해도로 사용하기 위해 만든 것이 ENC라고 할 수 있다. 즉 S-57에서 표현가능한 여러 가지의 방법 중에서 ENC는 그중 일부를 선택적으로 사용하는 것이다.

2. ENC 데이터의 이해

2.1 S-57 데이터 모델

S-57에서 실제계의 오브젝트를 데이터구조로 표현하기 위해 사용하는 이론적인 모델은 다음의 그림으로 표현할 수 있다

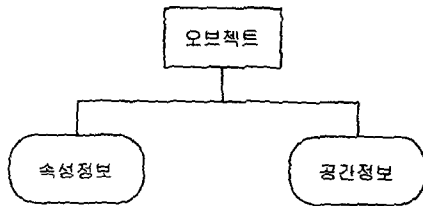


그림 1. 오브젝트의 기본구성

그림 1과 같이 S-57에서는 표현하고자 하는 모든 실제계의 오브젝트를 한 개 또는 그 이상의 속성정보와 해당하는 공간정보를 이용하여 표현한다. 여기서 속성정보는 공간정보의 유무에 관계없이 존재할 수 있으나 공간정보는 반드시 속성정보와 관련을 가져야 한다. 즉 S-57에서는 반드시 공간정보가 관련된 속성을 가져야 함을 의미한다. 이것은 S-57로 구성된 데이터를 실제로 이용하는 과정에서 데이터를 어떻게 표현할 것인가의 문제와 직결되는 것이다.

2.1.1 이론적 모델의 구현

2.1절에서 설명한 속성정보와 공간정보를 S-57표준에서는 속성오브젝트와 공간오브젝트로 표현한다. 속성오브젝트는 다음의 네가지로 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 실제계의 지형지물을 다음의 객체를 이용하여 표현한다.

- Point
- Line
- Area

위의 객체들을 사용하여 오브젝트를 표현할 때 오브젝트간의 위상관계를 규정하기 위해 S-57에서는 각 객체가 다음과 같은 관계를 갖도록 규정하고 있다.

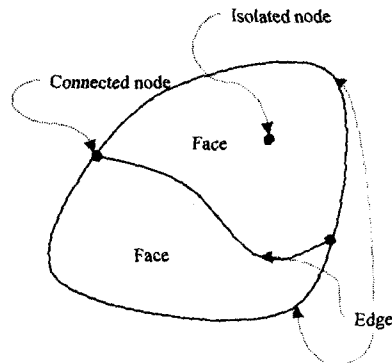


그림 2. 객체간의 포함관계

Isolated node	is contained in	Face
Face	contains	Isolated node
Edge	bounds	Face
Face	is bounded by	Edge
Connected node	terminates	Edge
Edge	is terminated by	Connected node
Edge	is adjacent to	Face

표 1. 벡터모델의 객체간 포함관계

S-57에서 사용할 수 있는 위상관계는 다음의 네가지가 있다.

- Cartographic spaghetti; isolated 노드와 edge로 이루어지며 edge는 어떠한 노드도 참조하지 않는다.
- Chain-node; isolated, connected 노드와 edge로 이루어지고 edge는 connected노드를 사용하여 구성한다. edge끼리 교차될 수 있다.

- Planar graph; Chain-node와 동일한 구성을 갖고 있으나 edge는 교차될 수 없고 항상 connected node를 사용해야 한다.
- Full topology; Planar graph와 동일한 구성을 갖고 있으면서 Face라는 객체를 사용한다.

2.1.2 S-57 데이터구조

실세계를 묘사하기 위한 이론적 데이터 모델은 데이터 구조를 통해 교환할 수 있는 데이터로 표현된다. 본 절에서는 데이터모델을 구현한 S-57의 데이터구조에 대해 알아본다.

S-57데이터의 구조는 다음 문장으로 요약할 수 있다.

- 교환파일은 한 개 이상의 파일로 구성되고
- 하나의 파일은 한 개 이상의 레코드로 구성되고
- 하나의 레코드는 한 개 이상의 필드로 구성되고
- 하나의 필드는 한 개 이상의 부필드로 구성된다.

2.1.2.1 레코드

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

- Data Set Descriptive(Meta): 데이터의 원천 자료, 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: 공간정보가 이외의 실세계 관련 정보를 갖고 있다.
- Spatial: 공간정보를 갖고 있다.

2.1.2.2 필드와 부필드

하나의 레코드는 여러 개의 필드로 구성되며 하나의 필드는 여러 개의 부필드로 구성된다. 필드와 부필드의 계층적 구조는 S-57 Ed. 3.0의 3.34에 나와 있다.

2.1.3 S-57의 실세계 표현법

그림 1에서와 같이 S-57은 실세계의 오브젝트를 속성과 공간정보로 표현한다.

2.1.3.1 속성정보

오브젝트가 갖고 있는 속성정보에는 해당 오브젝트를 식별하기 위한 identifier와 점,선,면의 지형속성, 그리고 전 세계적으로 유일하게 오브젝트를 구별할 수 있도록 하는 정보와 해당 속성 정보를 갖고 있다. 속성정보는 IHO에서 정한 목차에 있는 것만을 사용한다. 또한 속성정보는 다음의 사항을 포함한다.

- 오브젝트간의 관계(master-slave)
- 참조하는 공간정보에 대한 포인터
- 다국적 언어를 위한 속성값

속성정보에 포함되는 내용 중에 공간정보의 참조에 관한 내용은 다음과 같다.

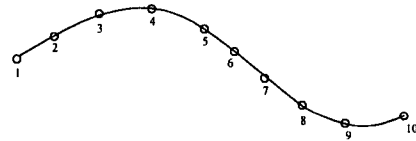


그림 3. Edge를 위한 Node의 참조순서

그림 3은 속성정보가 공간정보를 참조할 때 일정한 순서에 의해 참조해야 하는 것을 나타내는 것으로 참조순서를 'Forward'로 지정하면 1-2-3-4의 순서로 참조하고 'Reverse'이면 역으로 참조한다. 또한 Node사이의 선분을 보이게 할 것인지도 지정할 수 있다.

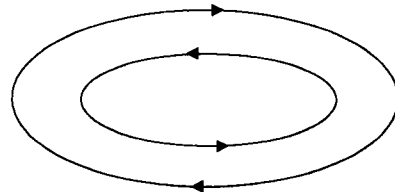


그림 4. 내,외부 경계선의 참조방향

그림 4는 폐곡선인 경우에 경계선의 참조방향을 나타내는 것으로 안쪽 경계선은 시계반대방향으로, 바깥쪽의 경계는 시계방향으로 공간정보를 참조한다.

이외에도 그림 4의 폐곡선이 셀의 구획으로 나누어질 경우에 생기는 경계선에 대한 값도 지정할 수 있다.

2.1.3.2 공간정보

공간정보는 속성정보가 참조할 수 있도록 식별자와 공간정보에 필요한 속성값을 갖는다.

S-57이 갖고 있는 공간정보 표현법은 다음의 그림 5로 요약된다.

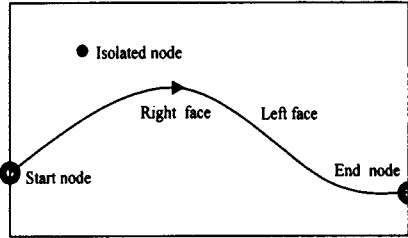


그림 5. S-57의 공간표현

그림 5는 각 네가지의 위상관계에 해당하는 모든 요소를 나타낸 그림이며 참조하는 형식은 다음과 같다.

- isolated node: 포함된 face를 참조
- Edge: 시작노드와 끝노드, 좌우의 face를 참조
- Face: edge를 참조하여 표현하며 참조방향, 내외부경계, masking여부등을 포함한다.

특별히 호와 곡선을 표현하기 위한 방법을 다음의 그림 6, 7과 같이 제공한다.

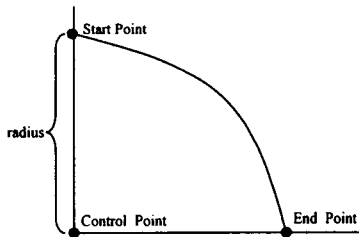


그림 6. S-57의 호 표현법

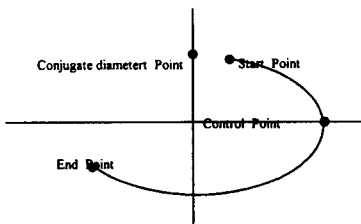


그림 7. S-57의 임의곡선 표현법

2.2 ENC(Electronic Navigational Chart)

S-57은 해양관련 데이터를 표현하기 위한 이 큰적 모델이며 이를 사용하는 일종의 제품이 ENC, 전자해도이다. 그러므로 ENC의 제작과 사용을 위해 추가적인 규정이 필요하다. 이를 위해 IHO는 ENC Product specification을 제정하였고 모든 ENC 제작자는 이 규정을 지켜야 한다.

2.2.1 Product Specification의 주요규정

- Cell : 전자해도 데이터의 효율적인 처리를 위해 해도 단위의 전자해도를 해당 사용목적 내에서 위경도에 평행한 선을 기준으로 하는 cell로 나눈다. 이 때 한 cell에 포함된 데이터가 5Mbytes를 넘지 않도록 해야 한다. 또한 중첩되는 지역의 데이터가 오직 하나의 cell에만 포함되도록 하고 포함하지 않은 cell에는 meta데이터를 이용하여 다른 cell이 해당 지역의 정보를 갖고 있음을 나타내야 한다.
- 위상 : ENC는 chain-node 위상관계를 사용한다.
- Edge의 표현 : 곡선표현법을 사용하지 않고 직선의 결합으로 표현한다.
- 오브젝트와 속성값 : ENC에서 허용하는 오브젝트와 사용가능한 공간속성(점,선,면), 그리고 반드시 사용해야 하는 속성값들이 정의되어 있다.
- 수평데이터 : WGS-84로 규정되어 있다.
- 투영법 : 어떠한 투영법도 사용되지 않는다.
- 단위 : 위치는 위경도좌표를 이용하고 수심, 높이, 위치정확도는 미터를 사용하며 거리는 해상마일을 이용한다.
- 오류검출 : 데이터의 오류검출을 위해 ANSI/IEEE 표준 802.3에 정의된 CRC-32 알고리즘을 사용한다.

2.2.2 전자해도 데이터의 종류

각국의 수로국이 공인한 뒤 공급하는 전자해도 데이터는 다음의 네가지가 있다.

- new data set : 동일한 항해목적에 갖는 해도에 대해 최초로 생산된 전자해도
- update : 기존의 데이터가 갖고 있는 정보에 생긴 변화(항행통보와 같은 기능)
- re-issue of a data set : 이전의 new data set에 더하여 발행시점까지의 모든 update정보를 포함하는 데이터
- new edition of a data set : update로 배포되지 않았던 새로운 정보를 포함하는 데이

터

아래의 표는 위 네가지의 데이터가 어떠한 순서로 공급되는지를 설명한다.

데이터종류	확장자	Ed. No.	Up. No.
New data set	.000	1	0
update 1	.001	1	1
update 2	.002	1	2
...			
update 31	.031	1	31
Re-issue of a data	.000	1	31
update 32	.032	1	32
...			
update 45	.045	1	45
New edition	.000	2	0
update 1	.001	2	1
...			

표 2. 공급데이터의 확장자와 공급순서

2.2.3 Application Profile

ENC product specification에는 기본 데이터와 갱신데이터의 제공을 위한 두 개의 profile이 정의되어 있다. EN profile은 기본 데이터의 제공을 위해 정의된 것으로 new data set과 re-issue, new edition data set의 제공에 사용된다. ER profile은 update 제공에 사용된다.

Data set general information record				
data set identification		data set structure information		
Data set geographic reference record				
data set parameter				
Vector record				
ATTV	VRPT	SG2D	SG3D	
Feature record				
FOID	ATTF	NATF	FFPT	FSPT

표 3. EN profile의 레코드와 필드

Data set general information record					
data set identification		data set structure information			
Vector record					
ATTV	VRPC	VRPT	SGCC	SG2D	SG3D
Feature record					
FOID	ATTF	NATF	FFPC	FFPT	FSPT

표 4. ER profile의 레코드와 필드

2.3 캡슐화(ISO/IEC 8211)

ISO/IEC 8211은 구조화된 데이터를 컴퓨터의 기종에 관계없이 교환 가능하도록 한 데이터 교환표준이다. S-57은 이 규정을 사용하며 따라서 ENC 데이터도 ISO/IEC 8211을 사용하여 제작해야 한다.

3. ENC의 향후 이용방안

지금까지 개략적으로 S-57과 ENC의 데이터 구조를 분석하였다. ENC는 해상의 지형지물에 대한 정보를 벡터형태로 갖고 있으며 속성정보와 공간정보로 분리하여 데이터를 갖고 있다. 그러므로 기존의 GIS관련 tool과 상당한 호환성을 가질 수 있으며 이러한 점이 ENC의 다양한 이용을 가능하게 할 것이다.

우선 해양관련 지형정보가 필요한 응용분야에 다양하게 이용될 수 있다. 항만의 설계 및 안전성평가나 항만과 연안해역의 항행안전관리를 위한 VTS, AIS등의 관제시스템에 사용될 수 있으며 해난사고에 대비한 방제계획 수립과 대응책 마련을 위한 각종 시뮬레이터의 기본 자료로 활용될 수 있다. 이를 위해서는 ENC데이터를 용도에 맞게 적절히 변환하는 것이 가능해야 하고 데이터사용에 대한 적절한 저작권 및 사용권한에 대한 정책이 수립되어야 한다.

별첨에 첨부된 내용은 ENC데이터를 텍스트에디터를 통해 직접 본 것과 ENC의 자료구조에 따라 읽을 수 있는 내용으로 재편집한 것을 비교한 것이다. 이는 S-57의 자료구조, ENC product specification, 그리고 ISO/IEC 8211에 대한 이해를 바탕으로 제작된 것이다. 이러한 연구를 통해 ENC데이터를 기존 GIS tool과 호환될 수 있는 범용교환형식으로 변환하는 것이 가능하다.

본 논문에서는 ENC의 기본 구조인 S-57을 분석하고 ENC와 사용된 ISO/IEC 8211의 내용을 알아 보았다. 이를 바탕으로 ENC데이터를 직접 사용할 수 있도록 Data Loder를 개발하였으며 앞으로 범용적인 교환형식으로 저장할 수 있는 기능을 추가할 예정이다.

별첨: ENC 데이터 예제

Text Editor로 직접 본 ENC data

```

00305 D      00052
3204000100300VRID00903SG3D24112 n
  | $Ñ 3; 4Ñ i 暇 -Ñ 浜 'Ñ 埠
y 4Ñ 一 狼 y =Ñ í 괴 y IÑ ð 幟 [Ñ Û 畷
1Ñ È 甄 BÑ Ò ¶ QÑ í m» GÑ Đ 阨
:Ñ Û 伺 ,Ñ 실 AÑ
¿ y LÑ » WÑ 柴 NÑ ' 耑 PÑ ^ 陔
[Ñ P
00067 D      12040001300VRID903SG2D912
n      u* y GÑ 00067 D      00046
12040001300VRID903SG2D912 n      `¿ y
*Ñ 00079 D      00053
12040001300VRID903ATTV512SG2D917 x
  1 5¥ EÑ 00079 D      00057
220400010300VRID0903VRPT1912SG2D0931
"      x      y 襦 #Ñ
00065
220400010300FRID1303FOID0916ATTF0525FSP
T8130 1 d      .      ?Op 2 "

      y 00229 D      00070
3204000100300FRID01303FOID00916ATTF0052
5FSPT12930 2 d
      .      交*0 1 "

                                y 00231 D
00070
3204000100300FRID01303FOID00916ATTF0072
5FSPT12932 3 d      2      LML0p u 290 "

      y 00229 D      00070
3204000100300FRID01303FOID00916ATTF0052
5FSPT12930 4 d      2      iNL0p m 1 "

```

Data Loader를 이용해 편집한 ENC의 내용

```

VRID: RCNM[110] RCID[3] RVER[1] RUIN[1]
SG3D: YCOO[-16275936] XCOO[30483685] VE3D[153]
VRID: RCNM[110] RCID[1] RVER[1] RUIN[1]
SG2D: YCOO[-16274827] XCOO[30492440]
VRID: RCNM[110] RCID[2] RVER[1] RUIN[1]
SG2D: YCOO[-16269472] XCOO[30484998]
VRID: RCNM[120] RCID[5] RVER[1] RUIN[1]
ATTV: ATTL[402] ATVL[1]
VRID: RCNM[130] RCID[10] RVER[1] RUIN[1]
VRPT: NAME[120+13] ORNT[255] USAG[255]
      TOPI[1] MASK[255]
FRID: RCNM[100] RCID[12] PRIM[3] GRUP[2]
      OBJL[302] RVER[1] RUIN[1]
FOID: AGEN[540] FIDN[2135686169] FIDS[112]
ATTF: ATTL[18] ATVL[2]
FSPT: NAME[130+23] ORNT[1] USAG[3]
      MASK[255]

```

Total number of Data Record is 68
 Total number of Geo Object is 15
 Total number of Meta Object is 5
 Total number of Collection Object is 0
 Total number of Cartographic Object is 0
 Total number of FT Error DR is 0
 Total number of Length Error DR is 0

참고 문헌

- [1] IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic data Edition 3.0 - November 1996 Special Publication No.57
- [2] ISO/IEC 8211 Specification for a data descriptive file for information interchange
- [3] CARIS GIS Tool Manual
- [4] "Bi-directional Data Converter of IHO S-57", ESRI Web site