
S-52 표현사양 및 S-57 교환표준을 만족하는 전자해도 표현 시스템 구현

이 희 용*, 서 상 현**

An Implementation of an ENC Representation System which meets
S-52 presentation specification and S-57 transfer standards

Hee-Yong Lee, Sang-Hyun Suh

요 약

디지털 시대가 도래함으로써 선박의 안전항해에 기여하는 새로운 항해 장비인 전자해도시스템(Electronic Chart Display Information System: ECDIS)이 등장하였다. 전자해도시스템은 단지 종이해도를 시각적으로 표현하는 시스템이 아니라 지리적 정보와 항해 정보를 종합하여 제공하는 새로운 개념의 항해장비이다. 전자해도(Electronic Navigation Chart: ENC)는 전자해도시스템에 사용되는 공인 벡터자료로서 점, 선, 면의 형태로 표현되는 객체를 표현하기 위한 공간 정보와 속성정보로 구성된다. ENC에 관한 국제표준은 국제수로기구(International Hydrographic Office : IHO)가 준비하며 표준 문서로 S-52(Specification for Chart Content and Display Aspects of ECDIS)와 S-57(IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data)이 있다. 본 논문의 목적은 S-57형식의 자료 구조를 분석하여 이를 적절한 컴퓨터 내부 자료구조로 변환하고 S-52 표현 규정에 맞게 화면상에 표현하는, 화면 표시 시스템을 구현하는 것이다.

ABSTRACT

On the advent of digital era, ECDIS has emerged as a new navigation aid that should result in significant benefits to safe navigation. More than simply a graphics display, ECDIS is a new concept navigation system capable of providing integrated information of geographical and textual data. As an official vector data for

* 한국해양대학교 해사수송과학과

** 한국해양연구소 선박해양공학분소

접수일자 : 1999년 12월 6일

ECDIS, ENC consists of spatial and feature data to describe objects in form of points, lines and areas. IHO published International Standards for ENC, such as S-52(Specification for Chart Content and Display Aspects of ECDIS) and S-57(IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data). This paper deals with the implementation of an ENC representation system which meets S-52 presentation specification and S-57 transfer standards by analyzing S-57 data structures and converting them to an appropriate internal data structures and representing them onto screen adopting S-52 presentation specification.

I. 서론

S-57은 각국 수로국 간의 수로자료의 교환은 물론 이를 ECDIS 생산자, 항해자 및 다른 이용자에게 공급하기 위해 IHO가 제정한 교환 표준으로서 [1] S-57은 1996년 12월 Ed. 3으로 개정된 후 향후 4년간 변경하지 않도록 결정하여 지금에 이르고 있다. S-52는 해도 데이터의 내용과 그 표현에 관한 표준으로서 1996년 11월에 Ed. 5로 개정되었다.

S-57 교환 표준은 컴퓨터 화면 표시를 위한 내부구조로 적합하지 않으므로 IHO에서는 효율적인 내부 자료구조로 변환하여 사용할 것을 권고하고 있으며 화면 표시 방법도 S-52의 부속 문서인 Presentation Library(이하 PL)에서 자세히 규정하고 있고 구체적인 구현방법도 ECDIS 제작자에게 일임하고 있다.

그 결과 전자해도를 저장하기 위한 자료구조 및 처리 알고리즘에 따라 각 ECDIS는 성능에서 차이를 보이고 있으며, 효율적인 자료구조와 처리 알고리즘을 구현하는 것이 국제해사기구(IMO : International Maritime Organization)에서 규정한 ECDIS 성능사양[5]을 만족시키기 위한 중요한 요소이다.

본 연구에서는 화면 표시를 위한 기본 자료구조와 처리 알고리즘이 어떠해야 하는지 알아보기 위한 시범 시스템을 구축하며, 추후 시범 시스템을 기반으로 보다 효율적인 자료구조와 알고리즘을 구현하는 기초를 마련하고자 한다.

II. 자료 구조

1. 처리해야 할 파일 및 구조

처리해야 할 파일의 종류는 확장자가 *.000인

데이터 셋, 확장자가 *.dic 인 객체 카탈로그(파일명: objcatv3.dic) 및 속성 카탈로그(파일명 : atrcatv3.dic)가 있고 심볼 명령어(Symbology Instruction), 색상표(Color Table), Lookup Table 등을 포함하는 확장자가 *.dai인 PL(파일명 : Prslib03.dai)이 있다.

S-57 자료(이하 ENC)의 표현을 위해서는 객체와 그 속성에 관한 정의를 담고 있는 객체 카탈로그(Object Catalog), 속성 카탈로그(Attribute Catalog) 및 PL을 프로그램 시작 시에 미리 읽어두어야 한다. 시스템 초기화에 대한 시퀀스 다이어그램은 [그림 1]과 같다.

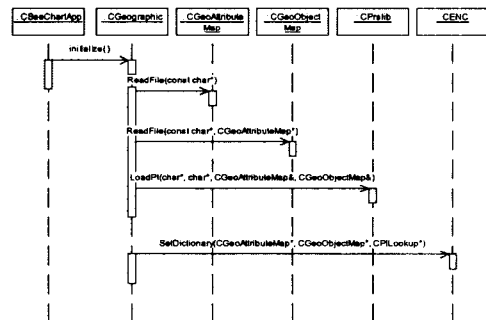


그림 1 시스템 초기화

Fig. 1 System Initialization

ENC에는 new data set, update, re-issue of a data set, new edition of a data set의 4가지 종류가 있는데[2] 본 연구에서는 update를 제외한 확장자가 *.000인 data set만을 다룬다. [표 1]에서 ENC의 레코드와 필드구조를 보인다.

이러한 자료에 대한 클래스 구현에 관해서는 다음 절에서 설명한다.

표 1. ENC의 레코드와 필드

Table 1. Records and Fields of ENC

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

2. 클래스 구현

클래스는 크게 CENC 클래스를 중심으로 하는 클래스들과 CGeoSurface를 중심으로 하는 클래스들로 분류할 수 있는데 이들 각 클래스들은 서로 간에 참조 포인터를 갖고 있으며 적절한 메시지를 주고 받으며 동작한다.

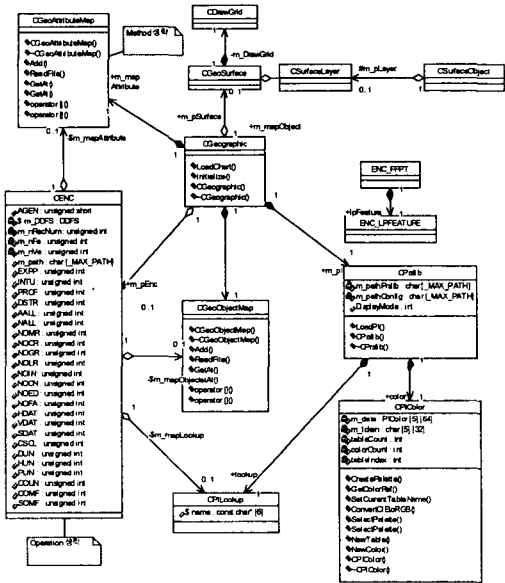


그림 2 CENC 및 CGeoSurface의 클래스 다이어그램
Fig. 2 A Class Diagram of CENC & CGeoSurface

[그림 2]에 두 주요 클래스 군의 관계를 다이어그램으로 표현하였다.

2.1 객체카탈로그

객체카탈로그는 ENC에 사용되는 지형물, 주제적 관계 그리고 자연적인 형상을 표현하는 객체클래스 (Object Class)를 열거하고 있는 파일이다. ENC의 Object Class는 프로그램상의 CGeoObject 클래스로 구현되며 객체 카탈로그는 CGeoObjectMap 클래스로 구현된다.

2.2 속성카탈로그

속성카탈로그는 각 객체를 정의하는 속성을 열거한 파일이다. 각 속성에 관한 클래스는 CGeoAttribute로 구현되며 속성카탈로그는 CGeoAttributeMap으로 구현된다.

2.3 Presentation Library

PL은 CPrsLib 클래스로 구현되며 각 심볼, 라인, 패턴에 대한 클래스는 CPISymbolObject에서 계승받아 CPILine, CPIPattern, CPISymbol 클래스로 구현된다. 각 객체클래스에 대한 심볼 명령 (Symbology Instruction)을 나타내는 Lookup Table은 CPILookup 클래스로 구현된다. [그림 3]에 관련 클래스들의 다이어그램을 보인다.

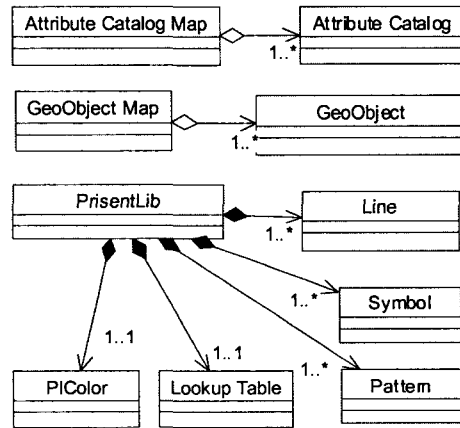


그림 3 속성, 객체 카탈로그 및 PL
Fig. 3 Attribute, Object Catalog and PL

2.4 색상표

색상표 구성을 위한 기본 구조체로서 RGB 및

CIE 색값을 가지고 있는 PIColor가 있으며 이러한 구조체를 각 색상별로 5개의 테이블형태로 저장하고 있는 클래스는 CPIColor이다.

2.5 레이어 클래스

ENC의 표현을 위해서는 IHO에서 제안하는 화면표시개념(Display Generator Concept)에 따르는 것이 효율적이며 이를 위해서 계층 구조를 갖는 레이어(Layer)로 구현한다.

이러한 레이어를 관리하는 클래스인 최상위 클래스인 CGeoSurface를 만들고 각 레이어를 표현하는 단위 클래스인 CSurfaceLayer를 설계하며 이것이 집합클래스(Collection Class)로서 CGeoSurface에 포함되게 한다. ([그림 2] 참조)

2.6 객체 및 속성 자료구조

ENC에서 객체(Feature)는 속성정보를 포함하는 ENC_FEATURE 구조로 표현되고 이는 다시 공간 자료를 저장하기 위한 ENC_VECTOR 구조와 연결된다. 이를 클래스 다이어그램으로 표현하면 [그림 4]와 같다.

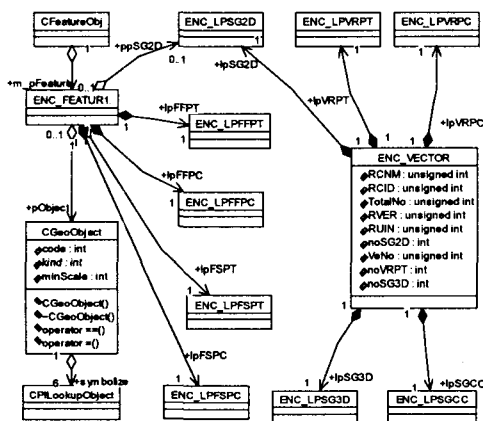


그림 4 ENC_VECTOR 및 ENC_FEATURE
Fig. 4 ENC_VECTOR and ENC_FEATURE

3. 메시지 흐름도

[그림 5]에서는 화면상에 ENC를 표현하는 경우의 각 클래스간 메시지 흐름을 보여준다.

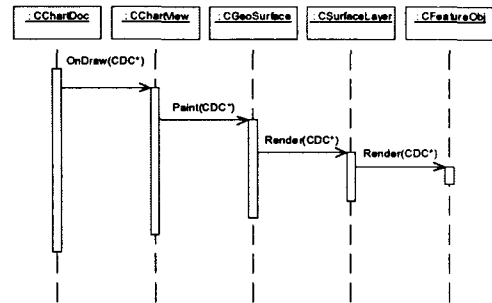


그림 5 화면표시를 위한 메시지 흐름
Fig. 5 A Message Sequence of ENC Representation

화면을 새로 그리는 경우, MFC¹⁾ 클래스인 CView에서 계승하여 만들어진 CChartView 클래스의 멤버함수인 OnDraw 함수가 호출되고 CGeoSurface의 그리기 함수인 Paint()가 실행된다. 이것은 각 CSurfaceLayer에 속한 CSurfaceObj의 그리기 함수인 Render()를 호출한다.

CSurfaceObj는 CFeatureObj에 대한 추상클래스이기 때문에 함수 실행 시에 적절한 하손클래스의 그리기 함수를 호출한다. 즉, CFeatureObj의 Render 함수가 호출되며 ENC_FEATURE 구조체를 참조하여 메모리에 존재하는 비트맵에 객체를 그리게 된다. 모든 레이어 별로 그리기를 실행하며 그리기가 종료된 후에 물리적인 화면에 복사되어 사용자에게 보여진다.

III. 화면 표시

각 객체 및 속성을 표현하기 위해서는 객체 카탈로그 및 속성 카탈로그에서 필요한 정보를 가져와 Lookup Table에서 적절한 심볼 명령어(Symbology Instruction)를 추출해 낸다. [그림 6]

1) MFC : Microsoft Foundation Class

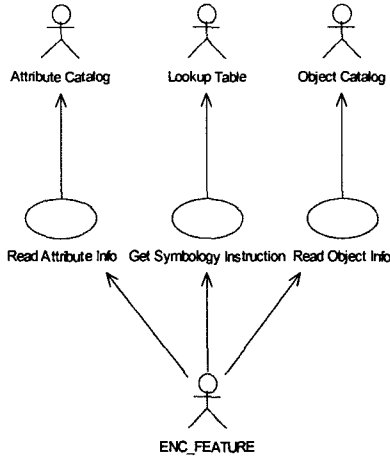


그림 6 Symbology Instruction 추출
Fig. 6 Extracting Symbology Instruction

심볼 명령어는 조건부 심볼명령 (Conditional Symbology), 복합선 (Complex Line), 중심심볼 (Centered Symbol) 등 다양한 심볼을 그리는 방법을 담고 있다. 이를 구현하는 것은 PL에서 제시하는 화면표시개념(Display Generator Concept)에 따른다. 다음 절에서 이러한 화면표시개념을 응용하여 실제 구현된 알고리즘에 대해 설명한다.

1. 화면표시개념

화면을 다시 그려할 경우에는 언급한 바와 같이 CGeoSurface의 Paint()함수가 호출된다. Paint()함수는 속해있는 레이어의 그리기 함수를 호출하고 각 레이어는 각 레이어에 속한 CSurfaceObj의 그리기 함수를 호출한다.

이렇게 구해진 객체의 속성 중 최소축적(Scalemin)을 현재 축적과 비교한다. 최소축적이 현재 축적보다 작으면 화면 표시 방법으로 전통적 심볼 명령 또는 간략화 심볼 명령을 선택한다. 객체의 공간좌표를 검사하여 그리기 범위 내에 존재하는지 여부를 검사한 후에 Lookup Table에서 심볼 명령어를 찾아온다. 심볼 명령에 따라 적절한 그리기 명령을 실행한다. [그림 7]에 화면표시개념을 흐름도로 보인다.

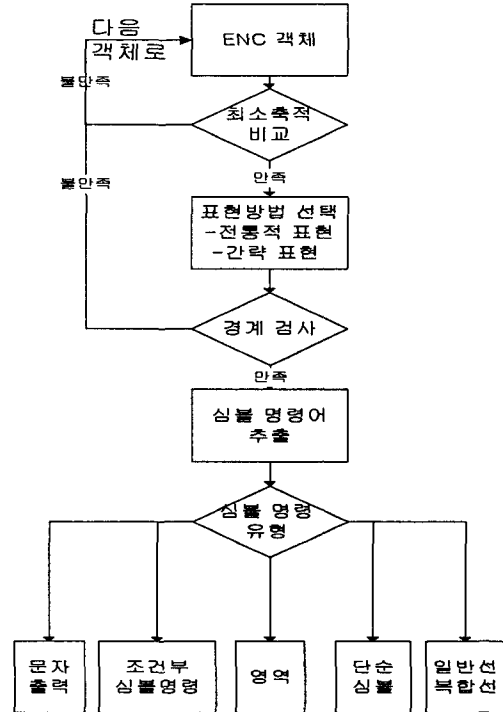


그림 7 화면표시 개념
Fig. 7 Display Generate Concept

2. 좌표 체계

2.1 Surface 좌표계

본 연구에서 고안한, 전자해도를 표현하기 위한 기하평면(Geographic Surface)의 좌표계를 Surface 좌표계라고 부른다.

이 좌표계는 WGS84 데이터의 1/1500초를 1 Surface 단위로 하며 이를 1 SurfaceUnit라 부른다. 화면표시를 위한 기하평면의 해상도는 360(도) * 60(분) * 60(초) * 1500이 되며 원점을 경도 0도 위도 0도로 하여 오른쪽으로 값이 증가하고 위쪽으로 값이 증가하는 좌표계이다.

SurfaceUnit를 미터법, 야드법에 따라 적절한 도량형으로 환산하는 함수가 제공되며 ENC의 WGS84 공간 좌표는 SurfaceUnit로 변환되어 시스템에 저장된다.

2.2 화면 좌표계

화면 좌표계는 화면 중앙이 (0, 0)이고 단위가 0.01 mm이며 x축은 오른쪽으로 증가하고 y축은 아래쪽으로 증가하는 좌표계를 설정한다.

2.3 투영법(Projection)

SurfaceUnit와 화면 좌표계의 투영은 추상 클래스인 CPrjModel으로부터 계승하여 만들어진 점장도법 (CMercatorPrj 클래스로 구현), 정사도법 (COrthographicPrj 클래스로 구현) 클래스의 좌표 변환 함수를 통해 구현된다. 화면상의 거리와 실제 거리의 비율로 축적을 계산한다. [그림 8]에 클래스 다이어그램을 보인다.

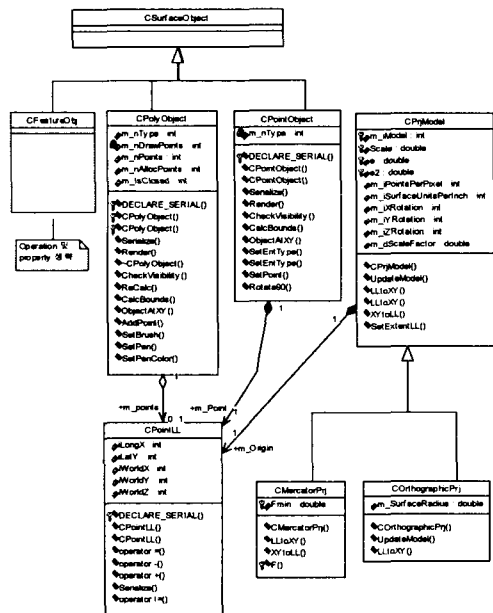


그림 8 CSurfaceObject와 CPrjModel
Fig. 8 CSurfaceObject and CPrjModel

3. 주요 심볼 명령어

3.1 조건부 심볼명령(Conditional Symbology)

이는 사용자의 입력 내용에 따라 그 표현 방법이 바뀌는 심볼에 대한 심볼명령으로서 안전 수심, 등

대 등의 항로 표지를 그리는 명령이다. 선택할 수 있는 사항을 저장하는 전역 변수는 [표 2]와 같다.

표 2. 사용자 선택 변수

Table 2 Global Variables which can be set by User

변수명	내용	변수형
SAFETY_DEPTH	안전수심 설정	single
SHALLOW_CONTOUR	저수심선 설정	single
SAFETY_CONTOUR	안전수심선 설정	single
DEEP_CONTOUR	고수심선 설정	single
TWO_SHADES	두 가지 수심 색상 사용여부	boolean
SHALLOW_PATTERN	저수심 강조 여부	boolean
SHIPS_OUTLINE	선박 심볼	boolean
DISTANCE_TAGS	거리태그의 간격	single
TIME_TAGS	타임태그의 간격	single
FULL_SECTORS	광달거리표시여부	boolean

3.2 복합선(Complex Line)

선을 그리는 형태에 있어 일반직선이 아닌 심볼로 그리는 것을 말한다. [그림 9]의 경우 표박지를 표현하기 위한 닻(Anchor) 심볼을 화면 그림 오른쪽 상단의 선 모양으로 그려야 한다.

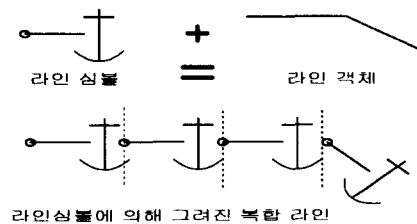


그림 9 복합 선
Fig 9. Complex Line

3.3 중심 심볼(Centered Symbol)

같은 장소에 여러 심볼을 동시에 그리는 경우 화면이 복잡해지는 것을 막기 위해 중심 심볼을 정하여 그 주위에 다른 심볼을 배치하여 그릴 수 있도록 한다.

또한 영역 내의 심볼인 경우 (예 : 표박지 내의

닷 심볼), 화면이 상하좌우로 스크롤 되어도 항상 영역의 중심에 심볼이 존재해야 한다. 이러한 심볼을 중심심볼이라 한다. 다각형의 중심을 구하는 공식은 다음과 같다.

$$AreaA = 1/2 \sum_{i=1}^n (X_i + Y_{i+1} - X_{i+1}Y_i)$$

$$\bar{X} = 1/6A \sum_{i=1}^n (X_i + X_{i+1})(X_i Y_{i+1} - X_{i+1}Y_i)$$

$$\bar{Y} = 1/6A \sum_{i=1}^n (Y_i + Y_{i+1})(X_i Y_{i+1} - X_{i+1}Y_i)$$

(J.K. Hall Computers & Geosciences Vol pp. 203-205 pergamon Press 1976)

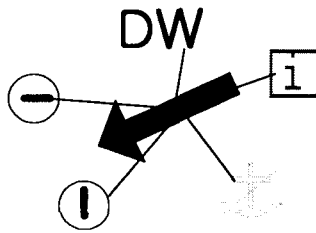


그림 10 중심 심볼의 예
Fig. 10 Centered Symbol

IV. 시스템 구현 및 시험

1. 시스템 명칭 및 사양

구현된 시스템은 SeeChart라 명명하였다.(이하 SeeChart). 해상도 1024*768에서 True Color 모드에서 동작하며 CPU Pentium 333 Mhz, 128MB RAM에서 원활하게 동작한다.

2 기본 기능

SeeChart는 기본적으로 *.000 파일을 읽어 올 수 있으며 색상 설정, 안전 수심설정, 심볼 명령의 설정 등 ENC 보기에 관한 설정을 할 수 있는 기능과 화면의 이동, 확대 축소 기능, 인쇄 기능 등을 제공한다.

2.1 화면표시

Display Base, Display Standard, Display Others

순서대로 좀더 다양한 정보를 보여준다.

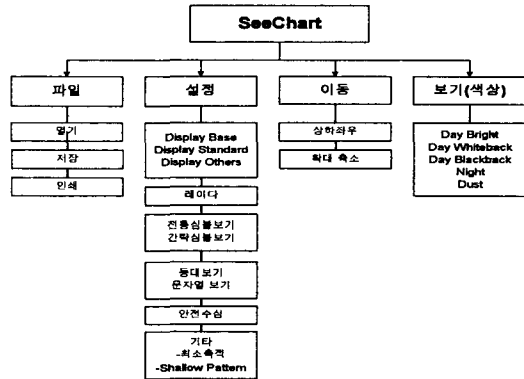


그림 11 SeeChart 기능 구조도
Fig. 11 Function Structure of SeeChart

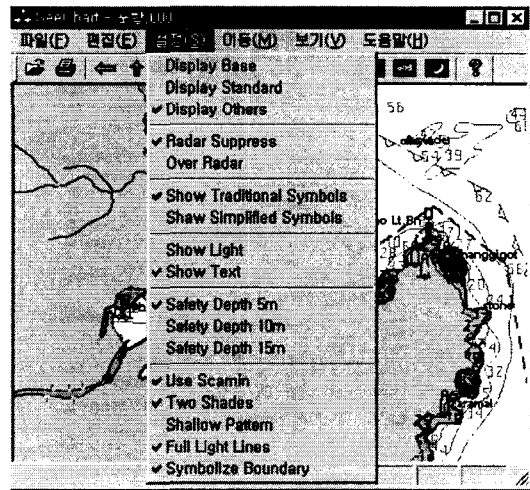


그림 12 시스템 주화면 (설정 메뉴)
Fig. 12 Main Screen showing SET menu

2.2 심볼 보기 기능

기존의 종이해도에 사용된 심볼 모양을 사용하는 경우를 전통심볼(Traditional Symbology)라고 하고 간략화된 심볼을 사용하는 것을 간략심볼(Simplified Symbology)이라고 한다.



그림 13 전통심볼
Fig. 13 Traditional Symbol

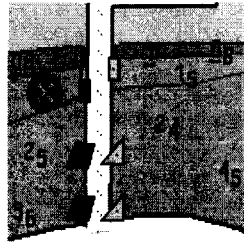


그림 14 간략심볼
Fig. 14 Symplified Symbol

2.3 중심 심볼(Centered Symbol) 표현

III장 3.3절에서 설명한 중심심볼의 구현 화면이다. [그림 15 (a)]의 묘박지 중심에 위치하고 있는 닻 심볼이 [그림 16 (b)]에서 화면이 이동한 후에 위치가 변경되어 여전히 묘박지 중심에 그려지는 것을 볼 수 있다.

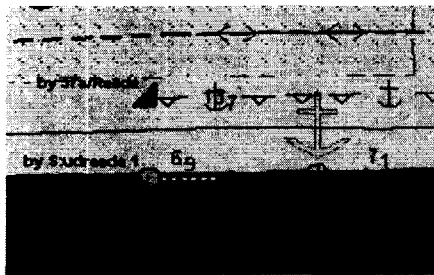


그림 15 중심심볼 (a)
Fig. 15 Centered Symbol (a)

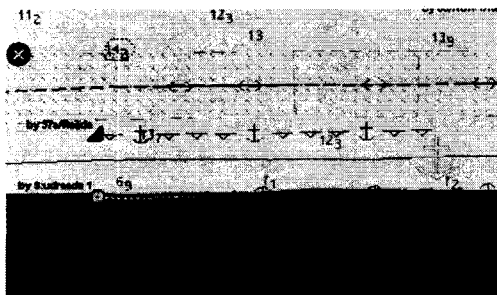


그림 16 중심 심볼 (b)
Fig. 16 Centered Symbol (b)

2.4 Safety Depth

사용자가 선택한 안전수심의 값에 따라 수심을 표현하는 색과 경계선이 달리 그려지게 된다.

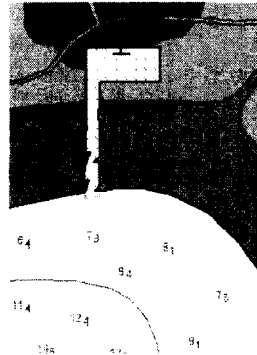


그림 17 5미터
Fig. 17 5 meter

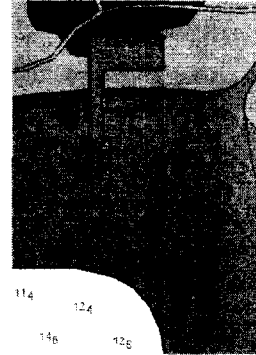


그림 18 10미터
Fig. 18 10 meter

[그림 17], [그림 18]에 각각 안전수심 5미터, 10미터인 경우의 화면표시 예를 들었다.

2.5 복합선

III장 3.2절에서 설명한 복합선이 구현된 화면을 보인다. 묘박지를 표시하는 닻으로 연결된 선이 복합선이다.

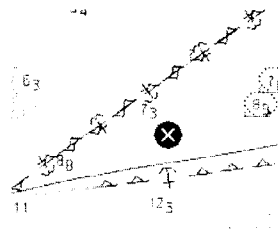


그림 19 복합선 구현 예
Fig. 19 Implementation of Complex Line

2.6 기타

등대보기, 문자열 보기 최소축적 설정 등의 기타 설정사항이 있다.

3. 성능 시험

시험을 위하여 국립해양조사원에서 제작한 ENC

및 독일의 7c사에서 제작한 ENC를 사용하였다. 사용한 ENC는 [표 3]과 같다.

표 3 시험에 사용한 전자해도
Table 3 A list of ENC's to test

제작사	해도명	해역	크기
7c	7csahara.000	알수없음	21kb
	7C4bd015.000	알수없음	312kb
	7C5bd002.000	알수없음	451kb
국립 해양 조사원	Kp273200.000	알수없음	500kb
	Kp231700.000	태화도 부근	1311kb
	Kp222900.000	부산 남해	2631kb
	Kp232300	인천 한강유역	3376kb

파일 적재 시험의 경우 우리나라 ENC의 경우 적재시에 몇몇의 ENC에서 오류가 발생하였으며 7c사에서 제작한 ENC 등은 오류가 발견되지 않았다. 오류를 검토해 본 결과, 요구되는 필드에 데이터 값이 없는 경우가 대부분이었으며 그러한 경우는 생략하고 진행할 수 있도록 프로그램을 수정하였다.

표 4 화면 표시 성능시험 결과
Table 4 The result of testing display speed
(시간 : 초)

번호	수행 작업	파일 크기(KB)			
		500	1,311	2,631	3,376
1	ENC 로딩	0.4	1.3	5.8	7.9
2	좌표 재계산	0.1	0.3	0.5	2.0
3	조건 심볼 (Conditional Symbology)	0.1	0.4	0.6	24.0
4	영역 그리기	0.1	0.3	0.6	2.1
5	(복합)라인그리기	0.1	0.4	0.7	2.9
6	일반 심볼	0.1	0.3	0.5	2.3
7	문자	0.1	0.3	0.5	2.1
8	전체 그리기 (조건 심볼 제외)	0.4	0.6	5.9	4.2
9	전체 그리기 (최소축적적용)	1.4	5.0	16.1	35.9

IMO의 ECDIS 성능사양에서 5초 이내로 화면 갱신이 이루어져야 한다고 규정하고 있다. 하지만

아쉽게도 시험결과 1mb 이상의 크기를 가진 ENC를 사용하는 경우 그러한 규정을 만족시키지 못함을 발견하였다. [표 4]에 화면 표시에 관한 시험 결과를 보인다.

파일이 커지면 좌표 재계산 시간도 상당하므로 본 연구에서 고안한 Surface좌표계를 보완하여 좌표 재계산 시간을 줄이는 것이 필요하며, ENC 로딩 후의 첫 화면 표시 시간은 최소축적(ScaleMin)의 값의 적용방법에 따라 현저한 차이를 보였다.

즉, 소축적의 경우에는 화면에 보이지도 않는 정보까지 모두 처리하는데 시간이 많이 걸린 것이므로 파일의 크기가 큰 경우에는 초기화면 표시 시간을 줄이기 위해 적절한 최소축적의 적용방법을 고안해야 한다는 것을 알았다.

파일의 크기가 커지면 조건 심볼을 위한 계산량이 많아져 속도가 많이 저하되었으며 파일의 크기가 2mb 이상이 되면 본 시스템은 실용상 사용하기에 불가능 할 정도로 속도가 떨어졌다. 3.300 KB 크기의 ENC의 경우, 조건 심볼을 처리하는 시간이 전체 수행시간의 67%를 차지하였다.[그림 20]. 이러한 결과는 조건 심볼 처리를 위한 효율적인 알고리즘 개발이 ECDIS의 성능에 대단히 중요하다는 것을 시사하고 있다.

일반 라인객체나 복합라인 객체의 경우도 상당한 처리시간이 요구되리라 예상했으나 시험의 결과를 보면 상대적으로 처리시간이 적음을 보이고 있다. 이는 시험에 사용한 ENC에 포함된 복합라

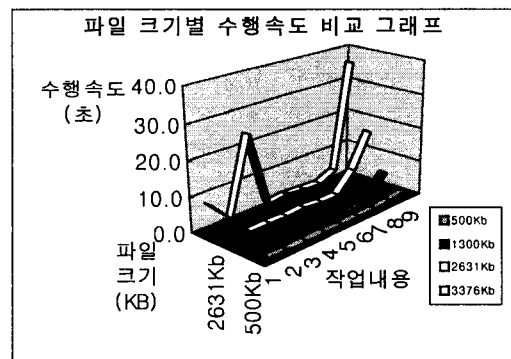


그림 20 파일크기별 수행속도비교
(작업내용은 [표 4]의 번호 참조)
Fig 20. A Comparison of display speed by file size

인 객체의 수가 적었기 때문이라고 판단되지만 이번 시험 결과로 일반 라인객체나 복합라인 객체를 처리하는 시간이 적다고 주장할 만한 근거는 없다.

[표 4]에는 명시하지 않았지만 대축적으로 화면 확대를 한 경우에는 화면 표시 속도가 많이 빨라짐을 발견하였는데 이는 각 객체의 경계선을 검사하여 범위 밖의 객체에 대한 처리를 생략하는 알고리즘이 원활히 수행됨을 보여주는 것이다.

결과적으로 시험 결과를 평가해 보면 다음과 같다.

1. 최소축적(ScaleMin)의 값이 시스템의 수행 속도에 상당한 영향을 준다
2. 조건 심볼을 처리하는 효율적인 알고리즘을 개발해야 한다.
3. 좌표 재계산 시간을 줄이기 위해 화면 좌표계를 좀 더 효율적으로 구현해야 한다.
4. ENC 로딩에 걸리는 시간이 상당하므로 SENC 구조를 직접 저장하는 방법을 구현해야 한다.

V. 결론 및 향후 연구과제

시험한 ENC 파일은 독일의 7c사에 시험용으로 제작한 독일 ENC 및 미국과 우리 나라의 ENC를 사용하였다. 독일의 ENC를 적재하는 경우에는 오류가 없었으나 우리 나라의 ENC를 적재하는 경우는 오류가 많이 발생하였다.

검토해 본 결과 필요한 값이 없는 경우가 대부분이었으며 그러한 ENC를 적재하기 위하여 오류가 생기는 부분은 생략하고 적재하였다. 앞으로 우리 나라 해도의 품질검사를 철저히 할 필요가 있다고 생각한다.

또한 ENC의 크기가 1mb를 넘는 경우 자료적재와 화면 표시 속도가 굉장히 느려져서 실용적으로 사용될 수 없음을 알았다. 현재의 자료 구조와 알고리즘으로는 효율적인 ECDIS를 구현하기에는 부족하다는 것을 알았다.

추후 연구과제로서 ENC 적재 후 화면 표시를 위한 Syetem ENC(SENC)라 불리는 새로운 자료구조를 개발해야 하며 또한 조건 심볼의 처리를 포함하는 화면 표시 알고리즘도 더욱 효율적으로 해야 할 것이다.

본 연구의 성과라면 국내 최초로 자체 기술로

ENC를 표현할 수 있는 기술을 습득했다는 것이며 앞으로 보다 많은 연구를 통해서 세계적으로 우수한 ECDIS를 개발할 수 있는 기초를 마련했다는 것에 그 의의를 둔다.

참고문헌

- [1] 한국기계연구원, 선박항해용 전자해도시스템 기술개발에 관한 연구 최종보고서, 1999
- [2] 조동섭, 한정현 공역, 컴퓨터 그래픽스, 홍릉과학, 1998
- [3] IHO, IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic data Edition 3.0 - November 1996 Special Publication No.57
- [4] IHO, Specification for Chart Content and Display Aspects of ECDIS, Special Publication No.52, 1996
- [5] IMO, IMO Performance Standard for ECDIS, 1995
- [6] John P. Snyder, Map Projections-Working Manual, U.S. Geological Survey Professional Paper 1395, United State Government Printing Office. Washington, 1987
- [7] Ivar Jacobson, Object Oriented Software Engineering, Addison-Wesley, 1996



이 희 용(Hee-Yong Lee)
 1994 ~ 1996 한국해양대학교
 해사수송과학과(산업공학 석사)
 1986 ~ 1991 한국해양대학교
 해사수송과학과(경영과학 박사 수료)



서 상 현(Sang-Hyun Suh)
 1979 ~ 1982 서울대학교 대학원
 조선공학과(조선공학 석사)
 1986 ~ 1991 (미)Univ. of Michigan
 (조선공학 박사)