

ECDIS 표준 및 요구사항 분석과 구현

박 중 민

한국기계연구원 선박해양공학연구센터

pjm@mailgw.kimm.re.kr

Analysis on ECDIS Standards and Implementation

Jongmin Park

Korea Research Institute of Ships & Ocean Engineering(KRISO), KIMM

pjm@mailgw.kimm.re.kr

최근 해상에서의 물류 증가 및 그에 따른 사고의 증가로 인한 인적, 물적 그리고 이로 인한 환경 오염과 이차적 피해가 늘어남에 따라 선박 사고 예방에 대한 관심이 고조되고 있으며 컴퓨터 및 전자 장비를 활용한 항해 장비의 개발이 가속화되고 있다. 그 일환으로 선박 안전 항해 장비인 Electronic Chart Display & Information System(ECDIS) 및 ECDIS의 기본 운용 데이터인 Electronic Navigational Chart(ENC)의 표준과 그에 따르는 규격이 국제 해사기구(IHO) 및 국제 해상 기구(IMO)에서 제정, 공표하였고 이미 일부 선진국에서는 ENC를 구축하고 ECDIS를 개발하여 운영하고 있다. 본 논문에서는 ECDIS 성능 표준 및 요구 사항을 분석하고 이를 토대로 한 실제 구현 결과를 소개한다.

1. 서론

해상 물류의 증가 및 바다 자원에 대한 본격적인 개발이 시작되면서 해상에서의 사고 및 이로 인한 환경 오염과 사회 경제적 손실이 문제로 대두되고 있으며 그 일환으로 선박 안전 운항을 위한 선상에서의 전자 장비 및 컴퓨터를 이용한 선박 항해 시스템을 각 나라마다 개발하기 시작하였다. 다른 항해 시스템과 마찬가지로 선박의 교통 범위는 범세계적이므로 항해의 기본이 되는 해도 데이터의 국제적 표준이 필요하였으며 시스템의 안정적이고 자동화된 성능 보장을 위한 운용 시스템의 표준이 필요하게 되었다.

이에 국제 수로 기구(IHO)와 국제 해사 기구(IMO)에서는 ENC와 ECDIS에 대한 표준을 정하여 공표하였다. 대부분의 기본적인 ECDIS의 정의 및 관련 표준들은 IMO 성능 표준에 정해져 있으나 ECDIS에 요구되는 전자해도인 ENC는 IHO에서 정한 S-57 교환 포맷을 근간으로하여 ECDIS에 사용하기 위하여 산출되는 해도 데이터이며 따라서 일부 ENC와 관계되는 ECDIS의 기준은 IHO의 S-52 규정에도 포함되어 있다. 또한 ECDIS 소프트웨어 및 하드웨어 장비의 실험(testing) 기준은 IEC의 범주이므로 IEC 1174 문서에 정해져 있다. 본 논문에서는 이러한

ECDIS에 관련한 표준들을 고찰 정리라고 이에 따라 개발 중인 국내 ECDIS 시스템을 소개한다.

1.1 ECDIS의 정의

ECDIS란 항해자가 항로 계획이나 항로 모니터링을 행할 때 System Electronic Navigational Chart(SENC)로부터 항해 센서의 위치 정보를 사용하여 차트의 원하는 정보를 표시하고 또한 추가적인 항해 관련 정보를 표시함으로써 적절한 백업시스템과 함께 1974 SOLAS V/20의 up-to-date 차트에 따르는 항해 정보 시스템이다.

1.2 ENC의 정의

ENC란 ECDIS에 사용하기 위해 생성되는 각국 정부의 수로국에서 공인된 내용과 포맷, 구조에 대한 표준화된 데이터베이스이다. ENC에는 안전한 항해를 위한 모든 데이터와 안전 항해와 관련있는 종이해도에 있는 추가적인 데이터를 포함한다.

1.3 SENC의 정의

SENC란 ENC와 적절한 방법에 의한 갱신 정보, 그리고 항해자에 의해 추가된 데이터의 ECDIS에서 적절하게 사용하기 위해 변형된 데이터베이스이다. SENC는 ECDIS에서 실제로 디스플레이와 항해 기능을 수행하며 up-to-date

종이해도와 동등한 데이터베이스이며 SENC는 ENC와의 정보를 포함할 수 있다.

2. IMO 성능 표준

IMO 성능 표준에는 ECDIS의 정의 및 기능에 대한 일반적인 내용을 담고 있다.

2.1 기존 요구 조건 및 특징

- 안전 항해 목적
- 종이 해도와 동등
- GMDSS, electro nav aids 등의 다른 IMO

표준 충족

- 정부 공인 데이터
- 단순하고 신뢰성 있는 갱신
- 항로 모니터링, 항로 계획 등의 종이 해도 상에서보다 작업량 격감
- 종이 해도와 동등한 신뢰성 및 사용의 용이성

- 경고 및 지시

2.2 데이터 디스플레이 개념

ECDIS는 모든 ENC 정보를 디스플레이 할 수 있어야하며 다음 세 가지 디스플레이 레벨로 구분된다.

- Standard Display : 시스템 초기 설정 디스플레이 레벨
- Display Base : 항상 디스플레이 되어야하는 SENC의 디스플레이 레벨
- All Other Information : Standard Display에 디스플레이 되지 않는 모든 S-57 오브젝트

2.3 SENC 디스플레이

- Standard display는 한번의 조작으로 전환 가능
- 정보를 SENC로의 삽입 및 제거의 용이
- 해당 선박에 필요한 안전 등심선 선택 및 강조 표시 가능
- 해당 선박에 요구되는 안전 수심 이하의 수심 강조 표시 가능
- ENC와 모든 갱신 정보의 정확한 디스플레이
- ENC와 갱신 정보는 그 외의 다른 정보와 구별되어야한다.

2.4 차트 정보의 공급과 갱신

- ENC는 ECDIS에서 변경되어서는 않된다.
- 갱신 차트 정보는 분리 보관되어야하며 ENC와 결부되어 SENC를 생성해야한다.
- IHO S-57과 S-52에 부합되는 공식 갱신 차트 정보를 적용할 수 있어야한다.
- 갱신에 대한 기록
- 모든 갱신 정보가 SENC에 반영되었음을 사

용자에게 확인

2.5 디스플레이 스케일

- ENC에 포함된 것보다 큰 축척에서 정보가 표시될 때는 그것을 알리는 지시(indication)가 있어야 한다.

- 디스플레이에서 제공되는 것보다 대 축척의 ENC에 의해 자선의 위치가 표시됨을 알리는 지시가 있어야한다.

2.6 레이더와 다른 항해 정보

- 레이더와 다른 항해장비와의 연결(integration)이 SENC 정보의 질을 저하시켜서는 않되며 SENC 정보와 구별되어야 한다.

- ECDIS와 부가된 항해 정보는 공통 참조 시스템(Geodetic System)을 사용해야한다.

- 레이더 :

~ 레이더 이미지와 ARPA 정보

~ 차트와 레이더 이미지는 스케일과 방향을 일치 시켜야한다.

~ 안테나 읍셋만큼 자동적인 조정

~ 수동 읍셋 조정 가능

~ 한번의 조작으로 레이더 오버레이 조작 가능

2.7 디스플레이 모드

- North-up 모드 와 True motion 모드는 기본적으로 제공

- 자선의 위치가 디스플레이의 가장자리로 접근하면 자동적으로 해당 영역의 차트를 표시해야 한다.

- 자선의 차트 가장자리 접근시 이웃 영역 차트 표시를 위한 위치 수동 조정 가능

2.8 칼라 및 심볼

- SENC에는 IHO S-52에서 권고되는 칼라와 심볼을 사용해야한다.

- 그 외의 IEC에서 정한 항해 요소를 표현하기 위한 칼라 및 심볼이 사용될 수 있다.

- 규정된 심볼과 텍스트의 크기가 사용되어야 한다.

- 항해자가 자선의 실제 크기와 심볼을 선택적으로 표시할 수 있도록 해야한다.

2.9 디스플레이 요구사항

- ECDIS는 항로 설계 및 항로 모니터링 작업을 위한 정보를 표시할 수 있어야한다.

- 항로 모니터링을 위한 차트 표시 영역의 최소 크기는 270mm x 270mm이다.

- 디스플레이는 IHO의 칼라 및 해상도를 충족시킬 수 있어야한다.

- 디스플레이 정보는 한 명 이상의 관찰자에 의해 브릿지의 주야 조명의 상태에서 명확히 보

여야한다.

2.10 항로 계획

- 항로 계획 및 모니터링 작업을 단순하고 신뢰성있게 할 수 있어야한다.
- 해당 영역의 SENC중 가장 자세한 축척의 데이터가 항로 작업에 사용되어야한다.
- 항로 계획시에는 직선과 곡선을 사용하여 항로를 설계할수 있어야한다.
- 항로 계획시 waypoint의 조작으로 항로를 수정할 수 있어야한다.
- 대체 항로를 설정하거나 생성할 수 있어야한다.
- 선택된 항로상에서 자선의 안전 등심선 및 금지 영역 통과, 그리고 cross track 을 검사하여 경고할 수 있어야한다.

2.11 항로 모니터링

- 선택된 항로와 자선을 표시할 수 있어야한다.
- 자선이 디스플레이되지 않고 있어도 항로 모니터링은 계속되어야한다.
- 자선이 안전 등심선을 침범하거나 항로상의 주어진 cross track을 초과하면 경고를 보내야한다.
- 선택된 지점이나 다음 waypoint에 접근하면 경고를 보내야한다.
- 자선의 전방에 위험물이 존재하거나 금지 구역을 침범하면 경고를 보내야한다.
- 자선의 위치는 연속 위치 획득 시스템의 정보를 사용하며 가능하면 두 개의 독립 시스템을 사용하여야하며 차트와 같은 데이터(datum)이어야한다. 또한 위치 신호가 작동하지 않거나 오동작일 경우에는 경고를 보내야한다.
- 1분에서 120분사이의 시간 간격으로 통과 시각 표시가 있는 자선의 궤적 디스플레이 가능
- EBL과 VRM 등의 항해에 필요한 심볼의 표시가 가능
- 지리 좌표의 수동 입력 및 해당 위치 디스플레이 가능
- 원하는 위치를 선택하여 지리정보 표시 가능

2.12 항해 레코딩

- 자선의 시각, 위치, heading, 속도 등을 1분 간격으로 12시간을 기록
- 4시간 간격을 초과하지 않는 간격으로 전항해 track을 기록
- ENC 데이터베이스 및 갱신 기록
- 기록된 내용은 변경되거나 손상되어서는 않는다(black box).

2.13 다른 장비와의 연결

- ECDIS는 연결된 다른 장비의 성능을 저하시켜서는 않된다.
- 연결된 장비들은 ECDIS의 성능을 저하시켜서는 않된다.
- 최소 연결 장비 : 위치 시스템, heading, 속도 측정 시스템

2.14 ECDIS와 전원 공급 백업

- 보조 전자 해도 시스템(Electronic Chart System) 또는 ECDIS
- 비상 전원
- 전원 시스템의 교체 또는 변화에 ECDIS 시스템에는 영향이 없어야 한다.

3. IHO S-52(Specification For Chart Content And Display Aspect Of ECDIS)

S-52는 IHO 가 ECDIS에서의 차트 내용과 디스플레이에 관한 규정을 정의한 것이다. 구체적으로 S-52 publication에는 ECDIS의 개념과 범위, ENC의 내용과 구조, 디스플레이에 관한 규약과 갱신, 그리고 ECDIS의 ENC에 관련된 성능 요구 사항이 수록되어 있다. 또한 부록(Appendix)에는 S-52와 IMO 성능 표준사이의 참조표, SENC 정보 범주, 항해 요소, 특수 조건을 가지는 영역들, 경고와 지시 목록 등이 포함되어 있다.

여기서는 S-52의 내용 중 ENC와 관련된 성능 표준을 소개한다.

3.1 ENC와 관련한 최소 성능 요구 사항

3.1.1 계산(Calculation)

~ ECDIS 시스템은 다음 기능을 수행할 수 있어야한다.

: 지리 좌표와 디스플레이 좌표 변환

: 로컬 데이터와 WGS-84와의 변환

: 두 점사이의 거리 및 방위 계산

: 지정된 위치에서의 주어진 거리와 방위를 가지는 위치 계산

: 실제 거리, rhumb line, convergence, great circle 등과 같은 투영 계산

~ rhumb line 과 차트 데이터, great circle과 차트 데이터 사이의 변형이 있어서는 않된다.

~ 모든 계산은 해당 영역에서 이용 가능한 가장 자세한 축척의 ENC 데이터를 근거로 한다.

3.1.2 디스플레이 기능

~ 정보는 ECDIS에서 하나이상의 물리적 스크린 상에서 하나이상의 디스플레이로 분할되어 표시되어야한다. 정보는 자동적 또는 사용자

의 조작에 의해 디스플레이 되며 다음 규칙이 적용된다.

~ 깊이 단위는 언제나 차트 디스플레이와 같은 화면에 표시되어야한다.

~ 다음 정보들은 차트 디스플레이와 같은 스크린이나 부가적인 그래픽이나 텍스트 디스플레이에서 요구 될 때마다 표시되어야한다.

~ 항해자 노트(Mariner's notes)는 차트 디스플레이와 같은 스크린이나 부가적인 그래픽이나 텍스트 디스플레이에서 요구 될 때마다 표시되어야한다.

~ 항해 안전에 영향을 미치는 특정 위험물이나 동작의 변화가 생기면 ECDIS는 항해자에게 경고나 지시를 보내야한다.

~ ENC는 North-up 모드로 컴파일되며 만일 다른 방향(orientation) 모드가 사용되면 북향 화살표(North arrow)와 함께 HO 데이터를 회전시켜야한다. 그러나 심볼과 수 등은 North orient로 되어야 한다. 디스플레이 오리엔테이션은 차트 정보가 불안정하게 되지 않도록 일정 간격 단위로 변경되어야 한다.

~ HO 데이터가 아닌 부가 정보들은 ENC 데이터의 디스플레이를 저하시키지 않는 한 디스플레이 될 수 있으며 ENC 데이터와는 구별되어야한다.

~ 깊이 정보는 ENC에서 제공 되는대로 디스플레이 되어야하며 조석(tidal) 높이에 따라 조정되어서는 않된다.

3.2 최소 하드웨어 사양

- 다음 기능을 수행할 수 있는 메모리와 그래픽 메모리를 가진 1개의 CPU

~ 차트 정보에서의 축척의 변화에 기인한 스케일 변화를 포함하는 자선의 진행함에 따르는 항로 모니터링 동안의 다시 그리기(redraw)는 5초를 초과해서는 않된다. ECDIS가 예측할 수 없는 자선이 없는 영역이나 축척을 그리는 작업은 5초를 초과할 수 있다. 이러한 경우에는 항해자에게 알려 주어야하며 디스플레이는 새 정보가 5초내에 갱신 될 수 있을 때까지 항로 모니터링을 계속해야 한다.

- SENC와 갱신 정보를 저장할 수 있는 데이터 저장 장치

- 1개의 그래픽 디스플레이

~ 차트 디스플레이를 위한 최소 270x270mm가 가능한 크기 제공

~ $L = 864/s$, s는 차트 디스플레이 영역의 단축 크기를 만족하는 mm당 최소 라인을 가지는 해상도 제공

~ 최소 64 칼라

- 1개의 텍스트 디스플레이

- ENC와 HO 갱신 데이터, ENC 처리를 확인하기 위한 테스트 데이터 셋을 읽을 수 있는 입력 디바이스. 항해자 노트와 수동 정정을 위한 키와 커서 기능.

- ENC처리를 보증하기 위한 디스플레이와 동등한 장비

- 시계, 전자 장비, 전자 갱신 미디어와 다른 선박 장비와의 인터페이스

4. IEC(International Electrotechnical Commission) 1174

IEC는 전기 및 전자 부분의 표준을 관장한다. IEC 1174는 ECDIS 하드웨어 및 소프트웨어의 테스트 및 인증에 대한 내용이며 ECDIS 디자이너에 의해 사용되며 ECDIS의 공인을 보증하는데 사용된다. 현재로서는 어떤 ECDIS도 지적되어 있지 않다.

5. ECDIS 개발 상황 및 국내 개발

선진국에서는 이미 S-57 교환포맷과 ECDIS의 성능표준이 정해지기 전부터 독자적인 레이더 포맷을 지원하는 Electronic Chart System(ECS)를 판매하여 사용되고 있으며 여기에 사용되는 디지털 차트는 래스터 차트(Raster Chart)위주였으며 CMAP 등의 벡터 차트도 사용되었다. 그러나 이들은 상호간의 호환성이 부족했으므로 작은 선박이나 레저용으로 판매되고 있다. 1990년대에 들어서면서부터 전자해도에 대한 표준작업이 진행되면서 선진 몇 나라에서는 ECDIS를 개발하기 시작했으며 캐나다의 OSL, 영국의 Transas, 독일의 Atlas, 7Cs 등의 회사에서 ENC를 사용하는 ECDIS를 개발했으며 그 외의 다수의 기업들이 개발하고 있는 상황이다. 그러나 아직 ECDIS의 성능 표준에 부합하는 IEC 1174 testing에 적합한 시스템은 발표되고 있지 않다.

국내에서는 1995년부터 전자해도 개발 사업을 시작하였으며 1996부터 ECDIS개발에 착수하여 1997년부터 본격적으로 ECDIS를 개발하고 있으며 1998년 중으로 실선 실험을 실시하여 성능 검증할 예정이다. 현재 본 연구소에서 개발하고 있는 ECDIS는 독일 7Cs사의 ECDIS 개발 라이브리리를 사용하며 기본적인 ECDIS 기능을 구현한 상태이며 RADAR 오버레이 기능을 추가하고 있는 중이며 실선 실험을 실시하여 사용자 인터페이스 재구성 작업이 남아 있다.

본 연구를 통하여 개발한 ECDIS는 7C's사의

개발 라이브러리(EC2007 Kernel)를 사용하여 Window NT 환경하의 VISUAL C++ MFC로 프로그래밍 하였다.

5.1 ECDIS 커널 라이브러리 개발환경 및 구조
 커널 라이브러리는 윈도우즈 NT 플랫폼과 UNIX 플랫폼에서 실행되며 마이크로소프트의 비주얼 C++ 4.0 이상의 버전에서 컴파일되며 IHO 표준인 S-52, S-57과 IMO 성능표준 (Performance standard)에 규합되는 ECDIS 개발용 라이브러리이다. 디스플레이 과정은 그림 1과 같다.

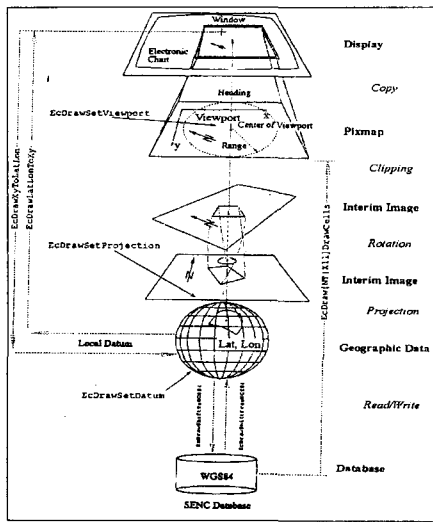


그림 1 커널 Projection 및 Display 과정

5.2.2 메뉴 분석

본 ECDIS의 메뉴와 기능을 위해 OSL사의 ECPINS와 7C's사의 ECDIS 그리고 Transas Marine사의 제품을 분석하였고 이를 바탕으로 본 연구 결과의 기능 설계를 그림 3과 같이 수행하였다.

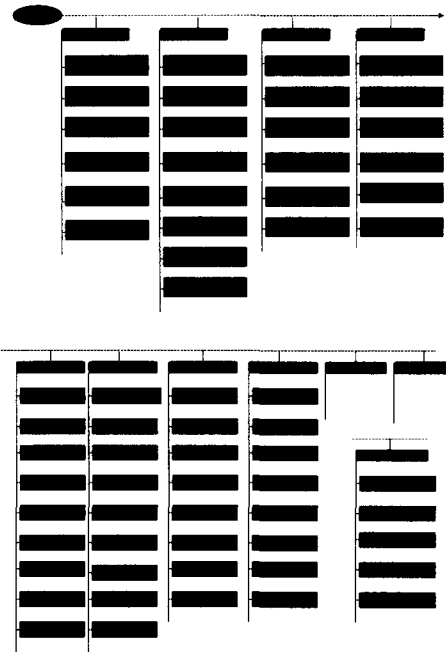


그림 3 메뉴 구성도

5.2 System 설계

5.2.1 ECDIS의 구조 및 데이터 흐름도

설계된 시스템 S/W의 레이어 구조 및 데이터 흐름도는 그림 2와 같다.

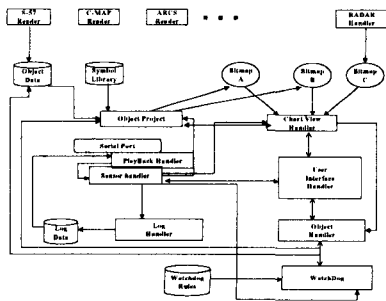


그림 2 데이터 흐름도

5.3 실행 화면

그림 4는 항해 전 항해할 경로 설정을 위하여 Route Net을 설계하고 각 Waypoint에 필요한 정보를 입력하고 수정하는 장면이다. 각 Waypoint와 Legline에 계획 속도, 회전 반경, 도착 시각, 항법 종류 및 메시지 등을 기록할 수 있다. 그림 5는 Route Planning을 한 후에 항해할 경로 상의 안전성을 검토하기 위해 Route Checking을 수행하는 화면이다. 이를 위해 안전 등심선, 자선의 안전 깊이, 검사할 경로의 반경, Waypoint의 회전 반경 등을 입력하며 위험 지역 및 위험물은 밝게 하이라이트 된다. 그림 6은 항해시 차트영역을 가리지 않기 위해 메뉴를 감춘 상태에서 정해진 Route를 따라 항해하는 장면이다. 2중의 등심원은 자선을 나타내며 자선 앞의 역 삼각형은 가드존 영역을 의미한다. 이 영역내에 위험물이 존재하면 가드존 창을 통해 정보를

출력한다. 배경 차트가 무늬진 것은 해당 전자해도의 기준 스케일보다 더 확대함을 의미한다.

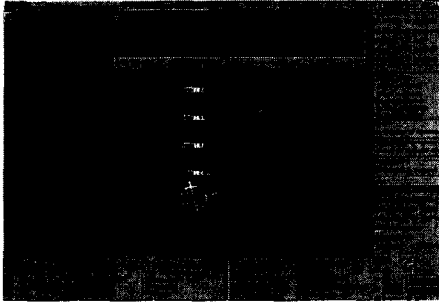


그림 4 Route Planning 화면

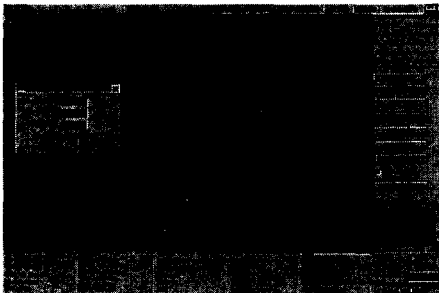


그림 5 Route Checking 화면

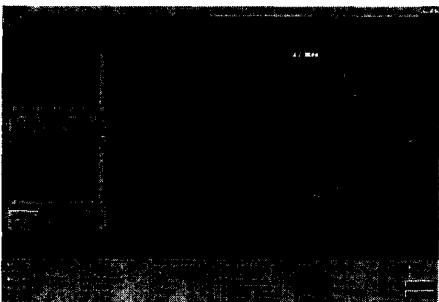


그림 6 메뉴를 감춘 가드존 설정 항해 화면

그림 7은 항해시각이 밤이거나 어두운 환경 하일 때 ECDIS의 화면이 상대적으로 부각되도록 IHO Presentation Library에 정해진 Color Scheme중의 DUSK_BLACKBACK 모드로 항해 중인 장면이다. 그림에서 자선 주위의 동심원은 Range Ring을 의미하는데 차트 스케일에 따라 자동적으로 정해진다. 또한 차트에서 화살표는 주어진 위치에서의 오브젝트의 정보를 질의하는

것을 뜻한다.

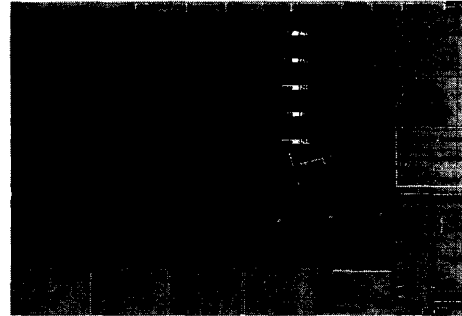


그림 7 DUSK_BLACKBACK Color Scheme 모드 항해 화면

6. 결론

본 논문에서는 ECDIS의 개념과 관련된 국제 표준안을 간략히 고찰하였으며 국내에서 개발 중인 ECDIS의 개발 상황을 소개하였다. 본 ECDIS 시스템은 지금 개발 중인 레이더 오버레이 모듈 추가 및 실선 실험을 통한 사용자 인터페이스 커스터마이징을 남겨두고 있다. 실선 실험은 국내 연안 및 다른 나라들과의 공동 과제(shared project)로서 추진될 것이며 합당한 성능 검증을 통해 개별 선박에 장착될 것이다.

해양 물류 및 환경에 대한 관심과 이용의 증가로 인한 선박 항해 안전에 대한 보다 체계적이고 통일된 시스템 개발을 위하여 ECDIS의 다른 해양 GIS 시스템과의 연계에 대한 적극적 활용 방안이 구체적으로 마련되어야 할 것이다.

참고 문헌

- [1]. IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data, IHO Publication S-57, Edition 3.0 November 1996
- [2]. IHO Specifications For Chart Content and Display Aspects of ECDIS S-52, Edition 5 1996
- [3]. IMO Performance Standards for ECDIS 1994
- [4]. IEC Publication 1174 "ECDIS Operational and Performance Requirements, Methods of Testing and Required Test Results"