

## 다이나믹 전자해도 개발연구

박종민<sup>†</sup> · 오세웅 · 송용수  
해양연구원 선임연구원  
해양연구원 연수연구원  
부산대학교 석사과정

### A Study for the Dynamic ENC Development

J. M. Park<sup>†</sup>, S. W. Oh and Y. S. Song

KORDI/MOERI  
KORDI/MOERI  
Pusan National Univ.

#### 요 약

전자해도(ENC)는 해양에서의 항해를 위한 장비인 전자해도시스템(ECDIS)에 사용되는 공인된 해도 데이터이며, 중이해도의 내용을 디지털화한 자료로서 최근 들어 활발하게 활용되고 있다. 기존의 전자해도는 국제수로기구(IHO)에서 간행한 S-57 및 S-52 등의 표준에 따라 제작되고 있지만 고정수심 등 중이해도의 정적인 특성을 반영하고 있으므로 급속히 발전하는 정보통신기술과 고 정밀 측량기술의 성과를 충분히 활용하지 못하고 있다. 본 논문에서는 이러한 기존의 전자해도의 활용분야를 확장하면서 고정밀의 측량자료와 동적인 해양의 특성을 지원할 수 있는 다이나믹 전자해도에 대한 개발방안을 제시하고 시범적인 다이나믹 전자해도의 연구결과에 대한 활용가능성을 살펴본다.

**Abstract** – The ENCs, which is a database for the use of maritime navigation within the ECDIS on the ships are recently being utilized in wide marine applications. But, even though official ENCs have been produced according to the IHO S-57 and S-52 standards, current ENCs are limited to their static characteristics of contents and structures being inherited from the analog media style of the traditional paper charts. Thus these limitations are often recognized as barriers to the full use of high resolution and advanced digital technologies. This paper presents prototype development results which demonstrate dynamic ENC features using high density ENCs and simulated tidal information to support various marine GIS fields as well as efficient and safe navigation purpose.

**Keywords:** ENC(전자해도), Dynamic ENC(다이나믹 전자해도), IHO S-57, IHO S-100, Dynamic depth(동적 수심정보), 고해상도 전자해도(high resolution ENC)

#### 1. 서 론

해양에서의 항해는 인간의 다양한 해양공간상의 활동들 중에서 가장 주요한 분야이며, 고대로부터 지속적으로 기술개발이 적용되고 발전하고 있는 오래된 기술적 영역으로 간주되고 있다. 항해에서의 가장 주요한 도구 중의 하나인 해도는 항해자에게 위치와 방향, 그리고 항로환경 등의 정보를 제공하는 핵심정보원이다. 또한, 1990년대 이후 전자해도의 등장으로 종이매체에서 전자장비로 전환되는 과정에서 가장 많은 변화를 보이는 도구로 인식되고 있다. 전

자해도가 출현한 시기는, 표준화된 방식의 포맷으로 한정하지 않는다면, 컴퓨터기술이 지도 및 해도의 영역에 접목되면서부터 시작되었다고 할 수 있을 것이다. 그러나 본 논문에서 언급하는 전자해도는 국제수로기구(IHO)의 S-57 표준에 따라 각국의 수로국에서 간행된 공식적인 디지털해도를 의미하며, 2009년 현재 통용되는 데이터 셋은 S-57 ed.3.1 이상의 표준에 기반 한 전자해도 제품 사양에 따라 생산된 파일형태의 데이터를 지칭한다. S-57 표준은 현재 소 개정을 제외하고는 전반적인 구조와 메카니즘, 구성 등이 동결되어 있으므로, 새롭게 등장하는 전자해도 및 전자항해에 관한 이슈들을 반영하기 어려우며, 또한 중이해도와 유사한 아날로그 매체로서의 특징인 정적인 정보표현의 속성에 대한 규정

<sup>†</sup>Corresponding author: [pjm@moeri.re.kr](mailto:pjm@moeri.re.kr)

과 성능기준으로 인해, 항해와 관련한 해양의 동적인 정보들을 전자해도에 적용하기에는 한계가 있다.

IHO에서는 이러한 성능과 기술적 이슈들을 해결하면서도 전자해도의 항해목적 이외의 범용적인 용도의 디지털수로정보서비스에 제공되는 견고한 틀을 마련하기 위해, 2002년부터 차세대 전자해도 제품사양을 포괄하는 수로분야지리정보표준인 S-100을 개발하고 있으며, 2010년경 표준을 간행할 계획을 제시하고 있다. 또한, 해저지형측량과 조석, 조류 등의 해양특성정보들의 관측기술의 발전으로 인해 대용량의 고정밀 자료들이 축적되고 있으며, 해양개발과 연안관리 등의 다양한 방면에서 디지털지리정보기술을 이용하여 활용되면서 이러한 자료와 기술에 대한 수준향상이 항해에서의 전자해도의 품질요구수준을 높이려는 시도로 발전하고 있다. 한편, 전자해도와 관련한 수요와 기술측면에서의 변화는 전자해도 데이터공급자에 대한 고품질의 요구를 촉진하는 방향으로 진행되고 있으며, 미국과 유럽 등에서 이와 관련한 시험적이고 간헐적인 연구와 서비스개발이 진행되고 있다.

본 논문에서는 현재의 전자해도의 제약사항과 수요변화에 대응하기 위한 국내외 동향을 분석하여, 기존의 항해장비로서의 전자해도시스템의 기능을 향상하고 활용범위를 확장하기 위해, 차세대 전자해도로서의 다이나믹 전자해도에 개념을 소개하며 또한, 실제적인 시범구현을 통한 잠재적인 활용시나리오를 도출하여 제시한다. 이를 위해 본 논문의 구조는, 우선 기존 전자해도의 특성과 제약사항, 그리고 국내외적인 기술적 요구변화 등을 고찰하며, 파악된 요구사항을 충족하기 위한 새로운 개념의 디지털해도인 다이나믹 전자해도에 대한 개념을 제안한다. 그리고 제안된 개념을 구현하기 위한 시범적인 데이터제작과 활용방안에 대한 연구결과를 제시한다.

## 2. 전자해도 표준 및 이슈

### 2.1 S-57 전자해도의 제약사항

IHO S-57 표준은 1992년에 표준이 채택되었으나, 현재 사용하고 있는 전자해도는 2000년에 개정된 ed.3.1에 기반 한 제품사양

에 따라 제작되고 있다. S-57 표준은 ed.3.1 이후 잦은 변경을 방지하여 시장의 안정성을 도모하기 위해 동결(frozen)되어 있으며, 그 이후의 요구사항은 유지보수문서나 보충자료로서 소개정이 이루어지고 있으며, 2009년 현재 ed. 3.1.2가 간행되어 있다.

S-57 표준의 전자해도는 객체지향 모델링을 적용하여 개발된 표준으로서 데이터의 내용과 표현을 분리하여 제품사양마다 목적에 적합한 방식의 확장이 가능하도록 개발되었으나, 실제로는 전자해도를 위한 제품사양만이 구체적으로 활용되고 있다. 또한, S-57 표준이 개발되는 시점인 1990년대는 지리정보기술과 표현 인터페이스가 정적인 종이매체의 연장선상에서 디지털로 전환하는 데 주요한 의의가 있었으므로 해양의 동적인 특성을 전자해도에 표현하거나 전자해도시스템에 적용하는 것이 고려되지 않았다. 또한, 종이해도의 아날로그적인 표현방식으로 전자해도의 수심과 해저지형 등을 표현함으로써 최근의 고해상도 측량자료를 전자해도에 적용하기에 용이하지 않은 점도 S-57 표준 전자해도의 제약사항이라고 할 수 있다. 이외 함께 S-57 표준은 벡터형태의 지리정보 모델만을 구현하고 있으므로 그리드 유형의 수심정보나 시변이(time varying) 정보에 대한 구조가 충분히 제공되고 있지 않아서 새로운 데이터 서비스에 대한 적절한 기반표준으로 활용되기에 어려움이 있다. 그리고 기본적으로 S-57 표준은 디지털수로데이터의 교환을 목적으로 개발되었으므로 인코딩 메카니즘인 IEC8211에 데이터모델이 내포되어 다양한 전송 메카니즘을 지원하기에는 제약이 따른다.

한편, 전자해도는 전자해도시스템(ECDIS)에서 사용될 목적으로 간행되는 공인 데이터베이스이며, ECDIS는 국제해사기구(IMO)의 성능기준을 만족하는 항해장비로서 법적효력을 가진다. 그러나 현재의 ECDIS 성능기준에는 제공된 전자해도 데이터 셋을 ECDIS에서 표현할 때, 전자해도 생산기관에서 간행된 수심과 등심선 등의 값을 변경하지 않아야 규정을 준수하는 것으로 되어 있으므로 해당 항해지역의 조석 등의 항해부가정보를 입수하더라도 통합 환경에서 표현하기는 용이하지 않다.

### 2.2 IHO S-100 표준의 특징

IHO에서는 2002년 S-57 표준의 제약사항을 해결하고 새로운

Table 1. IHO S-57 표준 변경사항 비교

Ed.	Object Classes		Attributes		Attribute Values (ID)		비고
	Objects	Code	Attributes	Code	Attributes	Values (ID)	
Edition 3.0	-Geo	1-159	-Feature Object	1-187	-		
	-Meta	300-312	-National Lang.	300-304			
	-Collection	400-402	-Spatial & Meta	400-402			
	-Cartographic	500-504					
Edition 3.1	-Geo	1-159	-Feature Object	1-187	-Feature Object Attributes (21)	(38)	-
	-Meta	300-312	-National Lang.	300-304			
	-Collection	400-402	-Spatial & Meta	400-402			
	-Cartographic	500-504					
Edition 3.1.1	-Geo (3)				-Feature Object Attribute Code: 56	27-28	-
Edition 3.1.2	-5개 Object에 대해 속성 추가				-CAZOC 속성값 변경		

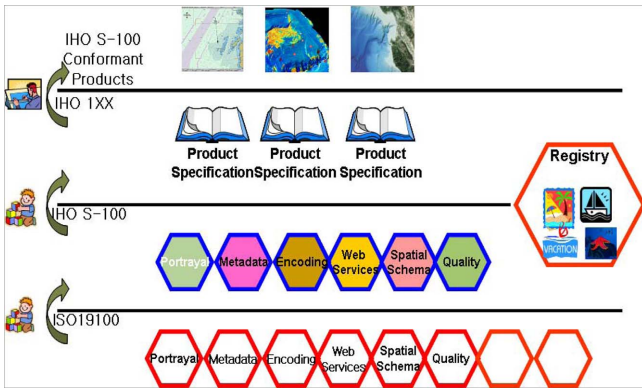


Fig. 1. IHO S-100 표준구성 및 개발체계.

수요에 대응하기 위한 수로분야의 지리정보표준 개발에 착수하였으며, 2010년 간행을 계획하고 있으며, 2009년 현재 최종초안이 검토되고 있다. 개발 중인 S-100 표준은 전자해도 제작을 위한 제품사양표준이 아닌, 수로정보를 위한 지리정보의 기반표준이며, 따라서 간행된 이후에는 해양 분야의 지리정보와 관련된 다양한 분야에서 참고하거나 응용표준개발에 활용될 것으로 예상된다. S-100 표준의 목적은 디지털 수로 기초자료관리와 파생된 제품제작, 그리고 응용서비스에 이르는 다양한 수로정보 분야에서 이용 가능한 지리정보표준화를 지원하기 위한 것이며, 기존의 S-57에서의 벡터 모델뿐만 아니라 이미지와 그리드, 3-D, 시변이 자료 등을 지원하며, 고해상도 해저지형모델링 및 통합항해 등에도 이용될 수 있는 기능들을 구현하고 있다. 이밖에도 S-100 표준은 다음과 같은 목적을 염두에 두고서 개발되고 있다.

- 데이터 내용과 파일포맷을 분리하여 특정 교환표준이나 메커니즘에 종속되지 않도록 함
- 기반표준과 응용표준프로파일의 관계설정으로 표준의 핵심내용이 변경되더라도 파생된 응용표준과 프로파일이 독립적으로 변경되고 관리될 수 있도록 함
- 국제표준화기구(ISO) 호환 레지스트리를 운영함으로써 지형 지물 자료사전, 묘화 및 메타데이터 항목 등을 해양GIS의 다양한 분야에서 일관되게 등록하고 관리할 수 있는 체계를 제공하도록 함

### 2.3 전자해도에 대한 새로운 이슈들

최근 해상인명안전협약(SOLAS) 선박의 항해장비로서 ECDIS가 종이해도와 동등한 위치를 확보함에 따라 전자해도의 국제적인 간행과 활용이 증가하고 있으며, 특히 IMO에서 ECDIS를 2012년부터 2018년까지 점진적으로 모든 SOLAS 선박에 의무탑재장비로 의결함에 따라 향후 전자해도의 수요는 더욱 증가할 것을 예상된다. 이에 따라 IHO는 의무탑재 시점까지 전 세계의 전자해도 간행 및 이용지역을 충분히 확보하기 위한 노력을 각 회원국들에게 요구하고 있다. 또한, IHO에서는 S-100 표준이 개발되어 간행되더라도 현재의 S-57에 기반 한 전자해도는 상당기간 공급되고

사용될 것이므로 ECDIS 제조업체와 전자해도 생산기관 등의 이해당사자들에게 안정적으로 장비와 데이터서비스를 확장하도록 독려하는 전략을 취하고 있다. 즉, IHO는 현재의 S-57 기반의 전자해도 제품사양을 S-100 표준이 개발되고 나서도 2012년까지는 새로운 대체표준을 간행하지 않을 것이며, 그 이후로도 상당기간동안 신·구 표준이 병행되어 활용될 수 있다고 강조하고 있다.

그러나 일부에서는 최근 급속하게 발달하고 있는 측량기술과 사용자 인터페이스기술 수준의 향상으로 인한 수요자들의 요구를 충족하기 위해 관련표준과 규정을 개정할 것을 요구하고 있는데, 이러한 이슈들을 다음과 같이 3가지로 구분하여 볼 수 있다.

- 대용량 고 정밀 측량자료를 ECDIS 또는 전자해도 응용시스템에서 활용하는 방안에 대한 이슈
- 조석, 조류, 기상, 생태환경 등의 시변이 정보들을 전자해도와 연계 또는 통합표현기능에 대한 이슈
- 실시간 항해정보 스트리밍 및 3차원 전자해도 표현 등과 같은 사용자 인터페이스 확장 이슈

### 2.4 전자해도 활용과 관련한 국외사례

2000년 이후 전자해도 표준이 동결되고 데이터 간행이 증가하면서부터, 해양에서의 항해용 ECDIS에서의 전자해도 이용과 함께 강이나 운하에서 운항하는 선박에서 활용하는 내수면 전자해도(Inland ENCs)와 해군의 작전용 및 특수목적의 전자해도 활용이 미국과 유럽 등에서 추진되고 있다. 또한, 국내에서도 전자해도를 항만 및 통항관제시스템의 기반자료로서 활용하거나 연안관리 등의 업무에 활용하는 사례도 증가하고 있다.

한편, 현재의 전자해도의 기능을 보강하는 방안으로 전자해도에 동적정보인 조석을 적용한 연구가 미국과 독일 등에서 수행되었으며, 특히, AIS(Automatic Identification System)를 이용한 실시간 조석정보를 전자해도와 연동하기 위한 방안도 e-Navigation 개념의 구현방안의 하나로서 탐색되고 있다. 그리고 기존의 평면적인 전자해도 디스플레이 인터페이스를 대체할 3차원 입체표현 기법과 실감영상 인터페이스를 적용하는 연구도 찾아볼 수 있다.

## 3. 다이나믹 전자해도 개발방안

### 3.1 다이나믹 전자해도의 개념 및 특징

전자해도에 대한 활용과 응용분야가 다양해짐에 따라 현재의 S-57 전자해도를 변형하고 확장한 개념이 등장하기 시작하였으며, 이러한 개념 중에는 고해상도 전자해도(high density ENC), 해저 지형 전자해도(bathymetric ENC), 멀티미디어 전자해도, 조석인지 전자해도(tide-aware ENC) 등이 있다. 본 논문에서는 기존의 S-57 기반의 전자해도의 기능적 목적을 포함하면서 최근의 다양한 수요와 이슈에 대응하기 위한 차세대 전자해도의 포괄적인 개념으로서 다이나믹 전자해도를 다음과 같이 정의한다.

- 항해목적의 수로활동 및 다양한 해양GIS 분야에서 정보서비스와 의사결정지원의 자료로 사용될 수 있는 공간적, 시간적,

속성적으로 동적인 특성을 가지는 전자해도 및 관련정보시스템으로서 고해상도 전자해도, 해저지형 전자해도, 멀티미디어 전자해도, 조석인지 전자해도 등의 해도정보를 포함하는 디지털해도

본 논문에서 정의한 다이나믹 전자해도는 기존의 항해목적의 정적인 벡터데이터로서의 디지털해도인 S-57 전자해도의 디지털 해도정보로서의 기본적인 특징을 포함하면서 다이나믹 해상도, 다이나믹 표현수준, 다이나믹 데이터유형 그리고, 다이나믹 활용성과 같은 특징을 가지는 디지털해도를 의미한다. 그러나, 좁은 의미의 다이나믹 전자해도는 기존의 정적인 전자해도, 고해상도 전자해도, 멀티미디어 전자해도 등에 동적인 해양정보를 통합하거나 부가한 디지털해도를 의미한다.

3.2 다이나믹 전자해도 개발전략

다이나믹 전자해도는 정적인 형태의 기존의 S-57 전자해도의 객체와 속성들을 대부분 포함하므로 S-57 전자해도의 제작체계와 병행하거나 통합적으로 생산될 수 있다. 현재의 전자해도 제작은 종이해도의 정보들을 디지털화하여 제작하는 방식이 보편적이지만, 최근 들어 일부 전자해도 생산기관에서 데이터베이스에 기반한 전자해도와 종이해도 일원화체제로 전환을 추진하고 있다. 이러한 일원화된 데이터베이스 기반의 디지털해도 생산체계에서는 수심측량자료와 같은 공통소스자료를 데이터베이스체제로 공유가능하므로, 전자해도 및 다양한 디지털해도제작과 관리업무를 다이나믹 전자해도제작과 통합적으로 구현하기가 용이하다.

본 논문에서는 다이나믹 전자해도제작을 위한 업무흐름을 기존의 S-57 전자해도와의 통합제작뿐만 아니라 고해상도 전자해도 및 멀티미디어 전자해도와도 통합적으로 생산할 수 있는 해도제작흐름을 Fig. 2와 같이 제안한다.

한편, 기존의 S-57 전자해도는 종이해도와 유사한 표현방식으로 수심과 등심선 등의 해저지형정보를 포함하고 있으므로, 다이나믹 수심을 적용하거나 입체적인 표현을 하기 위해서는 기존의 수심정보 해상도 보다 고해상도의 해저지형정보가 요구된다. 즉, 기존 전자해도는 종이해도에서처럼, 고정된 축척에서의 가독성을

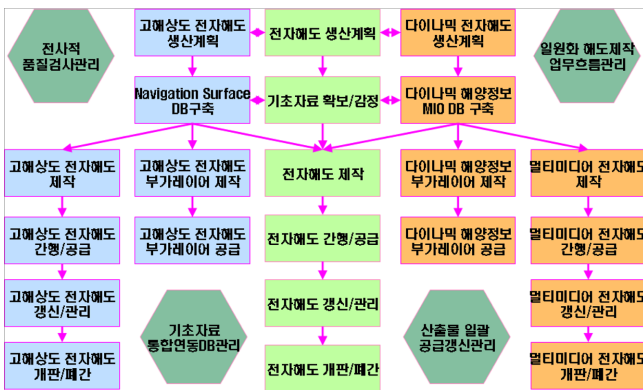


Fig. 2. 다이나믹 전자해도 제작흐름 개념도.

확보하기 위해 항해안전에 필요한 주요 지점의 수심만을 주로 포함하고 있으므로, 정밀한 해저지형모델을 기반으로 하는 다이나믹 전자해도로 직접 활용하기에는 정확성과 신뢰성을 확보하기가 충분하지 않다. 그러므로 다이나믹 전자해도의 동적인 정보표현 기능이 실제항해와 업무에서 활용되기 위해서는 수심측량원도나 종이해도의 수심에서 전환된 전자해도 수심정보가 아닌, 멀티빔 등의 고해상도 측량자료에서 직접 생성한격자형 수심자료인 Navigation Surface 또는 그에 상응하는 해상도를 제공하는 데이터모델이 요구된다. Navigation Surface는 개발 중인 IHO S-100 표준에도 적용될 것으로 예상되고 있으며, 고해상도 전자해도로 제작하기 용이하고 조석 등의 동적수심을 적용할 수 있는 기반 데이터베이스로 활용될 수 있을 것이다. 따라서 향후 고품질, 고 신뢰도의 다이나믹 전자해도 서비스를 제공하기 위해서는 고해상도 전자해도 개발이 선행될 것으로 예상된다.

한편, 고해상도 전자해도를 구현하는 방법은, 기존의 S-57 표준과 부합하도록 기존의 전자해도 데이터 셋에 고해상도의 수심과 등심선 등의 해저지형 정보를 포함하여 통합된 데이터 셋으로 제작하는 방식과, 기존의 전자해도와 병행하여 사용할 수 있도록 별도의 수심과 등심선, 등심영역 등의 해저지형 정보만으로 구성된 별도의 고해상도전자해도 레이어를 제작하는 방식이 고려될 수 있다. 전자는 현재의 IMO ECDIS 규정에 따라 성능기준 및 표준의 변경 없이 상용 장비에서 사용이 가능하며 별도의 추가적인 기능확장이 요구되지 않는 이점이 있지만, 기존에 구축된 전자해도의 해저지형정보를 제거하고, 고 정밀 측량자료에서 새로이 생성된 고해상도 객체로 대체편집을 해야 하므로 데이터 제작에 대한 부담이 예상된다. 반면에, 후자의 방법은 기존 전자해도를 그대로 두고 복잡하거나 환경적으로 민감한 해역에 대한 고해상도 전자해도를 수심과 등심선, 등심영역 등의 정보만으로 구성하여 추가적인 데이터로서 이용자에게 공급하는 방식이며, 이렇게 함으로서 데이터생산의 효율성과 통합생산의 부담은 적지만, ECDIS와 같은 이용 장비에서 추가적인 고해상도 전자해도를 다루고 기존 전자해도와 연계하기 위한 확장된 기능개발이 요구될 수도 있다.

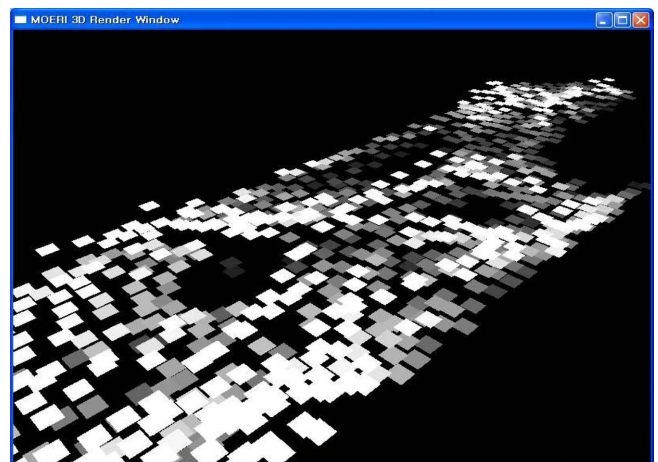


Fig. 3. 기존 S-57 전자해도 수심(sounding)의 3차원표현 예.

### 3.3 다이나믹 전자해도개발을 위한 핵심기술

다이나믹 전자해도의 동적인 특성은 데이터 자체에 동적 정보를 포함하여 공급하거나, 또는 ECDIS 등의 이용 장비나 시스템에서 이용시점에 동적기능을 제공함으로써 표현될 수 있다. 데이터 자체에 동적정보인 조석, 기상환경 등의 부가정보를 포함하기 위해서는, 장비나 응용시스템에서 처리되는 시점 이전에 미리 예측, 또는 모사된 값들을 전자해도 제작단계에서 준비되어야 한다. 그러나 해양 정보의 동적인 특성을 정확하게 미리 파악하는 것이 불가능하므로 실용적이고 현실적인 서비스를 제공하기 위해서는 활용장비와 응용시스템에서 다이나믹 전자해도의 동적기능이 구현되는 것이 바람직하다. 그러므로 다이나믹 전자해도개발을 효과적으로 추진하기 위해서는 데이터구축기술 뿐만 아니라 표준화된 방식의 다이나믹 전자해도 클라이언트기술개발이 요구되며, 또한, 다이나믹 전자해도 서비스 네트워크 및 인터페이스표준화 등의 기반환경에 대한 폭넓은 개발방안도 마련되어야 할 것이다. 즉, 기존 S-57 기반의 전자해도개발은 기존 종이해도의 디지털표준으로의 전환과정에 추진되었기 때문에 효과적으로 다이나믹 전자해도를 개발하여 활용하기 위한 토대를 마련하기 위해서는 단순한 해도데이터의 구축과 공급이라는 개념에서 벗어나서 진정한 의미의 항해의사결정지원기능과 사용자 중심의 정보서비스기술을 개발해야 할 것이다.

본 논문에서는 다이나믹 전자해도개발에 필요한 주요 핵심기술을 다음과 같이 제시한다.

- 비 단절(seamless) 시변이 해양 정보 표현모델 및 구현기술
- 고해상도 전자해도 자동생성 및 매핑 기술
- 항해부가정보(MIO) 객체화 및 전자해도 매핑 기술
- 자동식별시스템(AIS)을 통한 다이나믹 해양 정보 전송 및 인코딩 기술
- 다이나믹 전자해도 양방향 업데이트 기술
- 멀티 모달 사용자 표준 인터페이스 개발

### 3.4 다이나믹 전자해도 시범구현

본 논문에서는 기존의 전자해도의 정적인 특성과 차별화되는 다이나믹 전자해도의 동적인 특징을 살펴보기 위해 단순한 형태의 가능성시연을 위한 소프트웨어를 구현하였다. 시범구현환경은

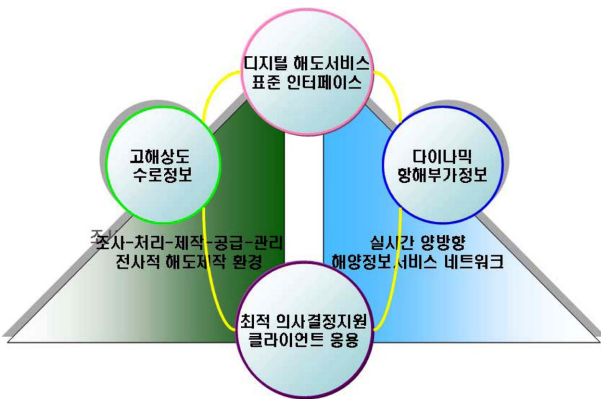


Fig. 4. 다이나믹 전자해도 핵심요소.

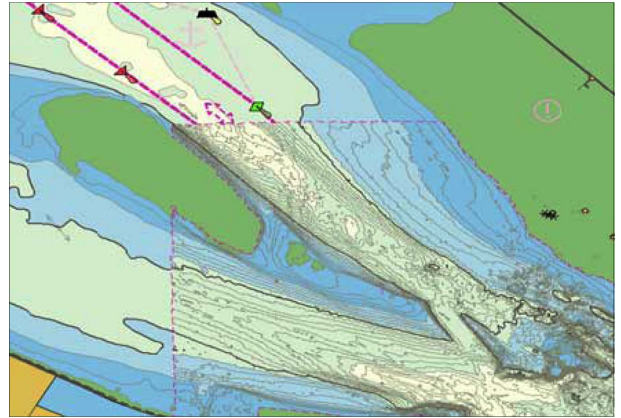


Fig. 5. 고해상도 전자해도와 기존 전자해도 중첩화면 예.

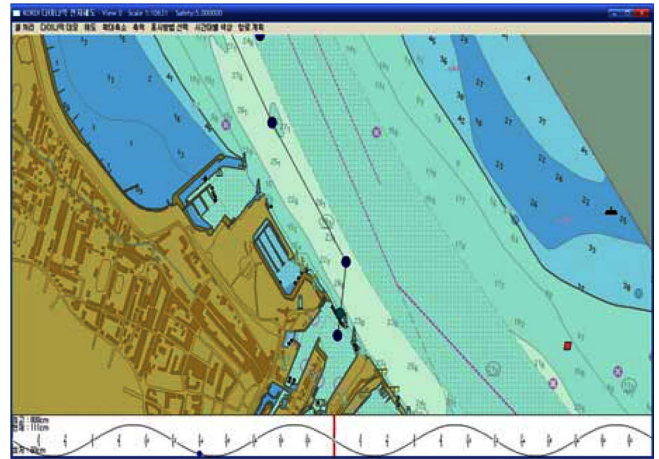


Fig. 6. 다이나믹 전자해도 항로계획 구현 예.

마이크로소프트 비주얼 스튜디오 6.0 개발플랫폼에서 C 언어로 프로그래밍 하였으며, 신속한 구현과 결과검증을 위해 상용 전자해도 라이브러리인 독일 SevenCs사의 커널을 사용하여 개발하였다.

사용한 데이터는 평택항 부근의 전자해도 파일과 입출항 통항로의 멀티빔 측량자료로부터 생성한 고해상도 전자해도를 활용하였으며, CARIS사의 BathyDatabase를 이용하여 Navigation Surface 및 고해상도 전자해도를 자동 생성하였다. 본 논문의 시범 데이터 셋 제작에서 생성한 Navigation Surface는 불확실성치(uncertainty estimates)를 디폴트로 적용하였으며, 등심선의 간격은 1 m로 하고 수심 값의 깊이해상도는 10 cm로 생성하였다. 본 논문에서는 Navigation Surface로부터 1 m 간격 등심선을 가지는 고해상도 전자해도를 생성하였다. 또한, 이렇게 생성된 고해상도 전자해도를 기반으로 하여 전자해도의 동적특성을 고찰하기 위해, 임의의 고조와 저조로 조석 값을 설정하면서 일정기간 동안의 동적 수심 값을 모사하였다. 그리고 이렇게 모사하여 생성한 동적 수심 값을 시간단위의 변화에 따른 수심과 등심선, 안전등심선 등의 변화를 재현하는데 적용하였다. 즉, 본 논문에서는 고해상도 전자해도와 조석인자 전자해도만을 시범적으로 제작하고 동적특성을 표현하였다.

한편, 다이나믹 전자해도의 지능적인 의사결정지원 특성에 대

**Table 2.** 다이나믹 전자해도 활용분야 및 특징

구분	활용분야	특징
항해용	출항 전 계획	- 입항 12시간 이상 사전계획 - 대략적 도착시간 및 수심 값 예측 - 조석표 및 통계정보 의존
	입항 전 계획	- 입항 직전 12시간 이내 단기예보 - 예측 값 및 기상예보정보 이용 - 최적 입항루트 및 시간 예측
	항로 감시	- 운항 중 실시간 항로감시 - 해도정보 및 실시간 관측정보 이용 - 오차범위 최소화 및 정밀운항 가능
비항해용	도선예인 입항훈련	- 고해상도 전자해도와 실시간 수위정보 - 짧은 측량주기 및 실시간 업데이트 - 입항 시뮬레이션 증강현실 인터페이스
	생태 운항	- 생태환경보존 지역에서의 이동생물 탐지 - AIS 등을 이용한 실시간 이동경로 전송
	해군 작전	- 군용목적의 특수전자해도 제작 - 고해상도 및 3차원 입체표현 - 시간에 따른 해수특성 및 기상반영

한 가능성을 검증하기 위해 본 논문에서는 항로계획기능을 단순화하여 구현함으로써 예상 항로의 특정 시간대에서의 동적수심의 변화를 전자해도 상에서 고려하고 판단할 수 있음을 고찰하였다.

**3.5 다이나믹 전자해도 예상 활용분야**

다이나믹 전자해도는 기존의 전자해도의 개발목적인 ECDIS에서의 이용과 더불어 항만관제, 연안관리, 환경생태 및 해양개발 등의 다양한 해양 분야에서 활용될 수 있을 것이다. 본 논문에서는 다이나믹 전자해도의 활용분야를 항해용과 비항해용으로 구분하여 다음과 같이 분석하여 제시한다.

**4. 결 론**

전자해도는 디지털 항해시대의 가장 중요한 정보원이며 급속하게 활용범위가 확대되고 있는 해양공간정보인프라 중의 하나이다. 상업성 위주의 수요에 빠르게 반응하는 육상의 지도정보와는 달리, 해양에서의 변화는 안전항해의 도구로서 비교적 보수적인 면을 보이고 있으나 최근의 급속한 기술과 정보서비스의 발달은 더 이상 전자해도가 특정한 분야에 고정된 방식으로 제한되는 것을 넘어서는 시도를 자극하고 있다.

본 논문에서는 기존의 IHO S-57 기반의 정적인 특성의 전자해도에 대한 제약과 수요변화에 효과적으로 대응하는 방안의 하나로, 활용 면에서 다양성과 기능면에서의 확장성을 충족할 수 있는 다이나믹 전자해도에 대한 개념과 특성을 소개하였다. 그리고 다이나믹 전자해도 개발에 따른 효과를 예측하기 위해, 고해상도 전자해도를 시범적으로 구성하여 기존 전자해도와의 차별성과 연

계사용에 대한 가능성을 고찰하였으며, 또한 단순하게 모사된 동적 수심 값을 고해상도 전자해도에 적용하여 수심과 등심선을 가변적으로 표현함으로써, 지능적인 항로계획이 가능함을 보였다.

그러나, 많은 선박에서 첨단 디지털항해장비가 도입되어 사용되고 있지만 아직도 종이해도는 대부분의 선박에서 비치하고 사용되고 있으며, 디지털정보에 의존하는 의사결정에 대한 신뢰가 아직 충분하게 인식되고 있지 않으므로 향후에도 오랫동안 전자해도와 함께 항해도구로서의 역할이 유지될 것으로 예상된다. 이러한 예상은 전자장비에 대한 신뢰가 아날로그 매체 수준에 근접하게 확보되기 전에는 유효할 것이므로, 향후에는 다이나믹 전자해도 서비스와 아날로그 매체의 통합적인 사용으로 신뢰성을 향상시킬 수 있는 방안에 대한 연구가 추가적으로 수행되어야 할 것이다.

**후 기**

본 논문은 국립해양조사원의 용역사업인 “다이나믹 전자해도개발 기반연구용역”의 지원으로 수행되었음을 밝힙니다.

**참고문헌**

- [1] Horst Hecht, Bernhard Berking, Gert Buttgenbach, Mathias Jonas, Lee Alexander 2006, The Electronic Chart Functions, Potential and Limitations of a New Marine Navigation System.
- [2] Kurt Schwehr, Lee Alexander 2007, “Proposed AIS Binary Message Format Using XML for Providing Hydrographic-related Information”, U.S. Hydro 2007 Conference.
- [3] Lee Alexander, Freidhelm Moggert 2007, “Bathymetric ENC: Production Process and Product Specification”, U.S. Hydro 2007 Conference.
- [4] Miguel E. Vasquez 2007, Tuning the CARIS Implementation of CUBE for Patagonian Waters, Department of Geodesy and Geomatics Engineering University of New Brunswick.
- [5] International Hydrographic Bureau 2000, IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data(S-57) edition 3.1.
- [6] International Hydrographic Bureau 2009, IHO Hydrographic Geospatial Standard for Marine Data and Information (S-100) Version 0.0.4.
- [7] Open Navigation Surface Working Group 2006, Format Specification Document Description of Bathymetric Attributed Grid Object(BAG) Version 1.0.0.

2009년 10월 14일 원고접수  
 2009년 11월 23일 심사완료  
 2009년 11월 23일 수정본 채택