

소형선의 연안항해를 지원하는 해상내비게이션

윤재준*, 문정환*, 정종택*, 김건웅**, 최조천^o

Maritime Navigation to Aid Costal Sailing of Small-Size Ship

Jae-jun Yun*, Jung-hwan Mun*, Jong-teak Chong*, Geun-ung Kim**, Jo-cheon Choi^o

요약

국내 연안을 운항하는 소형어선, 낚시배, 요트, 보트 등 소형선의 운항자에게 항로탐색, 해상안전정보 등의 제공이 가능한 해상내비게이션을 연구하였다. 스마트 기기의 앱에 의하여 육상 내비게이션 기술을 접목하는 방법으로 설계하여 도서, 양식장, 암초 등에 대한 해상 장애물에 대한 정보가 비교적 정확하며, 사용하기 쉽고, 고가인 ECDIS(Electronic Chart Display & Information System)를 대체하는 수단으로 실현하고자 하였다. 연구내용으로 해상내비게이션의 구성을 위한 데이터베이스 설계 및 운용자를 위한 앱 설계의 부분으로 기술을 구현하였다. 본 연구결과는 스마트 기기에 적용하는 애플리케이션으로써 소형선의 운용자가 별도 장비의 구입, 설치 및 유지보수 등의 과정없이 간단하고 편리하게 사용할 수 있으며, 최소의 비용으로 연안해역에서 안전운항을 실현할 수 있다.

Key Words : ECDIS, ENC, maritime navigation, SHP, mesh code

ABSTRACT

We have studied on the maritime navigation with functions of navigation route search and maritime safety information for small-size fishery ships, fishing boats, yachts, and boats in coastal seas. We have designed a smart phone application which is more exact information on marine obstacles of islands, aquafarms, and rocks by using land navigation techniques. Our navigation system is relatively easy to be used for costal navigation and may be a substitute for expensive ECDIS(Electronic Chart Display and Information System). Our system consists of maritime navigation databases to manage necessary maritime data and a mobile application to support maritime navigation for operators. We believe that our research findings can improve safety navigation in coastal seas by supporting lower cost, no time-consuming installation and maintenance, and easy-to-use operations.

I. 서론

연안해역의 소형어선, 낚시배 그리고 요트, 보트 등의 레저선박 운항자의 해상안전을 위하여 스마트 기기에 육상 내비게이션 기술을 접목하여 항로탐색 및

안내, 안전항해유도, 해상안전정보 등의 제공이 가능한 어플리케이션을 구현하였다. ENC(Electronic Navigation Chart) 상에 해상표준 데이터를 적용하여 예정항로 및 항해정보를 제공하는 장비로 ECDIS가 유일하지만, 이에 대한 기술규정, 설치환경, 고비용의

※ 이 논문은 2015년 해양수산부 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임 (고신뢰성 무인선 운용기술 및 인프라 구축)

• First Author : Mokpo Maritime University Dept. of Marine Electronic and Communication Engineering, allinjy@naver.com, 정희원

^o Corresponding Author : Mokpo Maritime Univ. Dept. of Marine Computer Engineering, choijo@mmu.ac.kr, 종신회원

* Carnavicom, carnavicom@hanmail.net, 정희원

** Mokpo Maritime Univ. Dept. of Marine Computer Engineering, kgu@mmu.ac.kr, 종신회원

논문번호 : KICS2015-11-354, Received November 4, 2015, Revised February 22, 2016; Accepted March 17, 2016

문제로 대형선박용으로 보급, 운용되는 정도이다¹²⁾. 또한, 상용 컴퓨터에 ENC를 사용하여 선박위치를 표현하는 형태의 소프트웨어가 있으나, 이것은 ENC 규정에 부적합은 물론 항해지원 기능의 미비로 사용자들에게 오히려 ENC에 대한 부정적인 인식을 갖게 한다. 현재 해양수산부에서 소형선을 위하여 ENC 기반 해상정보 모바일 해로드라고 하는 앱을 무료로 보급하여 항로안내, 해상안전 등의 서비스를 제공하고 있으니³⁾, ENC 스트리밍 서비스에서 해상정보를 실시간으로 나타내지 못하므로 실시간 사용에 한계가 있다. 본 연구에서는 연안해역을 항해하는 소형선박들에게 해상시설정보, 항로탐색, 해상안전, 실시간 운용 등의 요구를 충족하는 해상내비게이션을 제공하고자 한다.

II. 해상내비게이션 설계

2.1 해로드의 운용과 요구사항 분석

그림 1은 스마트폰 전용의 해로드 앱에 대한 운용 화면을 보인 것이며, 해상 이용자를 위한 ENC와 육상 이용자를 위한 네이버 지도가 연계되어 사용자 영역 선택이 가능하다. 해로드는 최대 100Km 해역까지 2~75Mbps 정도로 평균 50Mbps의 속도로 서비스 제공을 목표로 하고 있다. 부산항의 경우, 2014년 소형선 등록척수 4,270척 중 10%가 이용을 가정하고, 1척의 ENC 스트리밍 서비스에 약 10Mbps 정도의 용량이 필요하므로 총 4,270Mbps의 용량이 산출된다.

그러나 여기에서 상용망과 자가망의 연동이 필요하지만 이동통신사는 네트워크의 신뢰성 측면에서 연동을 허용하지 않을 가능성이 크다⁴⁾.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 육상의 내비게이션 기술을 접목하면 항로탐색 및 안내를 육상과 같이 안정된 수준으로 편리하게 운용할 수 있으며, 화면표시와 조작도 실시간으로 동작하도록 구성할 수 있다.



그림 1. 해로드의 운용화면
Fig. 1. Operation display of HAEROAD

구성에 필요한 요구사항을 분석하면⁵⁾,

- 해양 조사원에서 제공되는 SHP 형태의 원도를 binary format 형태로 변환하기 위한 변환 format 및 변환 tool 구현.
- 도서해역, 양식장, 암초 등을 피하여 항로를 설정할 수 있는 항로탐색 기술 구현.
- 항로탐색을 위하여 네트워크 데이터를 설계하고, 이를 실제 실용적인 항로 데이터로 구축하기 위한 해상 네트워크 데이터 구축 tool 구현.
- 안전항해를 위하여 양식장, 해상시설 등의 데이터를 구축하는 tool 을 개발하고, 해상시설물 데이터를 구축.

2.2 해상내비게이션 구성

국내 연안에 맞는 ENC의 표현과 일반인이 손쉽게 사용할 수 있는 인터페이스를 구현하기 위하여 해양 조사원에서 제공되는 SHP를 binary 포맷 형태로 변환하여 항해의 장애요소인 섬, 양식장, 암초, 군사시설 등을 피하는 항로탐색 기술을 구현하였다.

또한, 항로탐색을 위한 네트워크 데이터를 설계하고 적용 가능한 항로데이터 구축을 위하여 해상 네트워크 데이터구축 tool을 개발한다. 표 1과 같이 안전하고 정확한 항로안내를 위해 해양시설물의 데이터구축 tool을 해양 네트워크 데이터 tool과 연계하는 기능의 시스템을 구현한다.

표 1. 해상내비게이션 기능
Table 1. Function of maritime navigation

Design Item (Maritime Navigation)	Development Content
ENC shape viewer	ENC SHP and DBF attribute viewer
Binary data format	ENC, Network, Aquafarm data
DB conversion App.	ENC, Network, Aquafarm data
DB viewer App.	ENC, Attribute, Network data and Aquafarm data viewer
UI App.	ENC viewer, Route search, Route information, True North, Magnetic North, Sailing Simulation, Position Registration, Map Rotation etc.

2.3 해상내비게이션 프로세스

수집된 해상 전자지도 및 양식장 DB는 binary 데이터 포맷에 맞춰진 Navi용 해양지도로 변환되어 안드로이드 기반의 스마트기에 설치된 해양 Navi 소프트웨어의 데이터베이스에 제공된다. 스마트기에 제공된 각 정보들은 기본해도 및 국제규격에 맞는 해도로 표현되고, 기본 항로탐색 및 조류 DB를 활용한다.

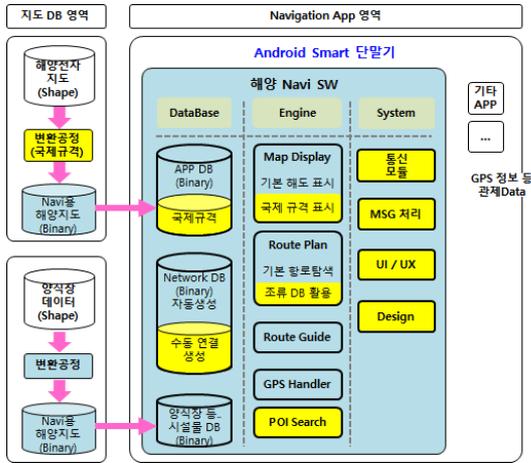


그림 2. 해상내비게이션 구성도
Fig. 2. Schematic diagram of maritime navigation

루트결과와 루트가이드 등의 엔진을 통해 시스템이 구동된다.

2.4 데이터베이스 설계

2.4.1 ENC Shape viewer 설계

국내의 ENC는 국립해양조사원에서 제공되며, 1단계에서 6단계까지의 레벨로 구성되고, 해역(Area), 선(Line), 지점(Point)의 배경을 통하여 160여종의 약어(Acronym)로 구현된다. 그림 3은 ENC 디스플레이의 overview 이며, 1/1,500,000 축척으로 제작된 것이다.

여기에서 한반도 해역의 데이터 영역은 경도 112도~144도, 위도 16도~48도의 범위에서 16도 간격으로 해도레벨 1 데이터를 설정하였고, 그림 4와 같이 레벨 1 SHP 4장을 합성하여 4개의 메쉬로 해당 영역을 구성하였다. 그림 5는 해도레벨 1 데이터를 4도 간격으로 분할하여 설계한 해도레벨 2 데이터이며, 경

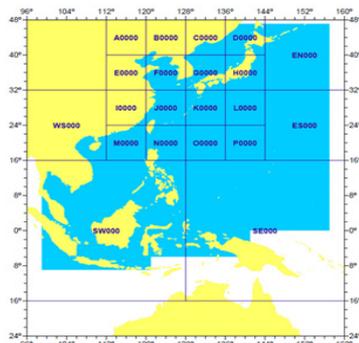


그림 3. ENC Shape Viewer
Fig. 3. Shape Viewer of ENC

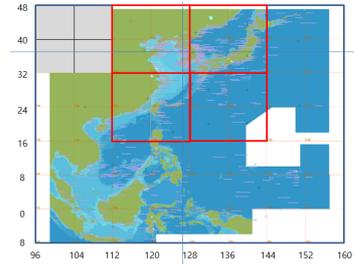


그림 4. 해도레벨 1 데이터 영역
Fig. 4. Data area of ENC level 1

도 124도~132도, 위도 32도~40도의 범위에서 SHP 4개의 메쉬로 설계하고, 그림 6의 해도레벨 3은 해도레벨 2의 범위를 64개의 SHP 메쉬로 설계한 것이다.

그림 7의 해도레벨 4는 해도레벨 2 데이터를 0.25도 간격의 SHP를 가로, 세로로 각각 32개씩 잘라서 1,024개의 메쉬로 설계한 것이다. 해도레벨 5는 영역 내에서 데이터가 부분적으로 존재하는 것으로 면과 선의 데이터가 상위 데이터와 연속성이 없이 일부 영역의 데이터만 존재한다. 또한, 해도레벨 4의 데이터 영역에서 내비게이션으로 유용한 메쉬는 85개이며, 이것을 4등분하면 해도레벨 5에서는 4개의 SHP 이므로 340개의 데이터 영역이 존재하지만, 연속성이 없는 부분을 제외하면 실제 작성된 데이터는 310개의 영역으로 되었다.

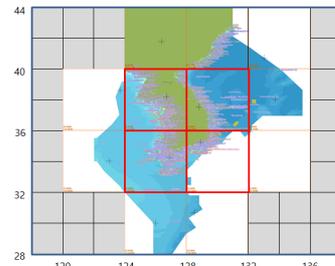


그림 5. 해도레벨 2 데이터 영역
Fig. 5. Data area of ENC level 2

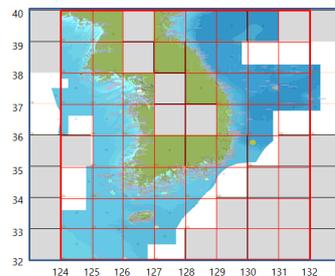


그림 6. 해도레벨 3 데이터 영역
Fig. 6. Data area of ENC level 3

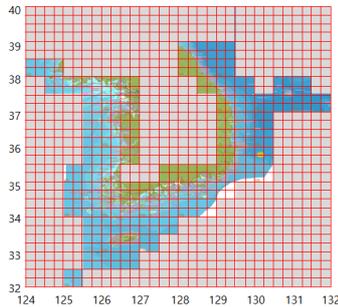


그림 7. 해도레벨 4 데이터 영역
Fig. 7. Data area of ENC level 4

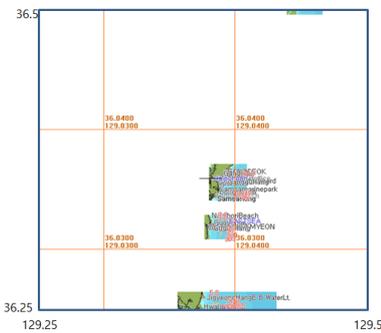


그림 8. 해도레벨 5 데이터 분포
Fig. 8. Data distribution of ENC level 4

2.4.2 해상내비게이션용 binary 데이터포맷 개발

ENC 데이터는 각 레벨마다 메쉬 영역으로 분할되고, 데이터를 격납하는 메쉬코드는 그림 9와 같이 정의하였다. 1차 메쉬는 위도 1도, 경도 1도의 크기를 갖는 메쉬로서 경위도 코드가 1차 메쉬코드가 된다. 2차 메쉬는 1차 메쉬를 경위도 방향으로 4등분 한 메쉬로 그림 9와 같이 순차적으로 0~3까지 숫자를 부여한다. 3차 메쉬는 2차 메쉬를 경위도 방향으로 4등분 한 크기를 갖는 메쉬로 경위도 방향의 순서로 0x00~0x33의 코드를 부여한다.

메쉬코드는 위도 및 경도 값에 2차 및 3차의 4분할 4byte의 코드로 표현된다. 그림 10과 표 2에서 메쉬코드의 상위 2byte는 1차 메쉬코드, 하위 2byte에 2차와 3차 메쉬를 표기하므로 0x267E1122와 같은 레벨별 메쉬코드가 완성된다. 그림 11은 메쉬코드 레벨의 정의를 나타낸 것으로 코드에서 레벨을 인지할 수 있다.

Binary 데이터 포맷은 항로탐색용 데이터, 안전한 해 시설물 데이터, 표시용 해상데이터의 자료를 통합 분석하여 제공된다.



그림 9. 메쉬의 정의
Fig. 9. Define of mesh

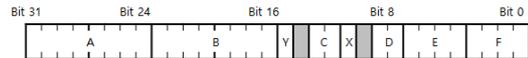


그림 10. 메쉬코드 포맷
Fig. 10. Format of mesh

표 2. 메쉬코드 데이터 표
Table 2. Data table of mesh code

bit	Content	Remark
A	8 Lower Latitude of Mesh	Area 0° ~ 90° (ex ; 36° = 0x24)
B	8 Left Longitude of Mesh	Area 0° ~ 180° (ex ; 127° = 0x7f)
Y	1 North/South Latitude of A value	N=0, S=1
X	1 East/West Longitude of B value	E=0, W=1
C	2 Latitude direction of 2nd Mesh	0, 1, 2, 3
D	2 Longitude direction of 2nd Mesh	0, 1, 2, 3
E	4 Latitude direction of 3th Mesh	0, 1, 2, 3
F	4 Longitude direction of 3th Mesh	0, 1, 2, 3

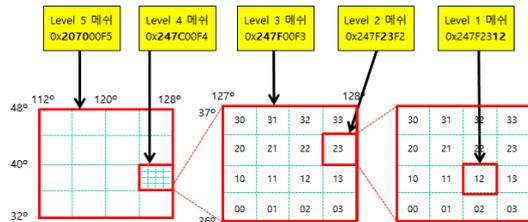


그림 11. 레벨별 메쉬코드 생성
Fig. 11. Define of mesh code level

지도 데이터의 격납은 그림 12와 같이 3가지 형태의 데이터로 분류하여 적재한다. Shape 기반의 ENC 데이터는 레벨과 에어리어 분할, 포맷변환을 통하여 SHP 데이터(MAppDb.dat)를 생성하고, 해상 항로의 탐색에서 탐색된 항로를 매칭시키는 네트워크 포맷으로 변환하는 해상네트워크 데이터(MNetwork.dat)를 구성한다. 해상의 시설물 데이터(MCaution.dat)는 주기적으로 업데이트하여 생성한다.

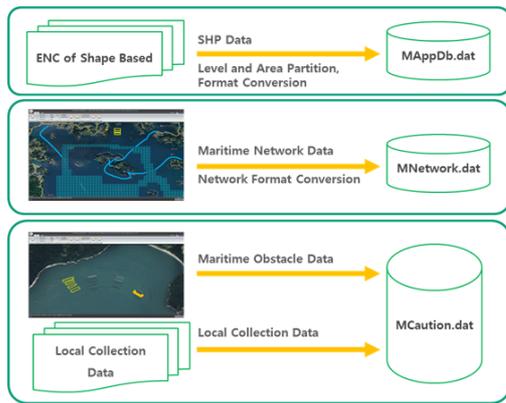


그림 12. 지도데이터의 생성
Fig. 12. Creation of map data

2.4.3 해상내비게이션용 display 포맷 개발

경로표시는 그림 13과 같이 지그재그 모양의 경로는 직선화하고, 변침점에서는 원호모양으로 라운딩 처리하여 선폭을 50M로 표시하였다. 변침 및 경로진입 안내는 그림 14와 같이 변침은 꺾인 화살표로 방향과 거리를 표시하고, 경로진입 안내는 경로시점으로 점선을 연결하여 표시한다.

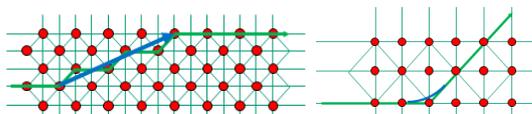


그림 13. 경로표시의 직선화 및 곡선화
Fig. 13. Lining and rounding of course display

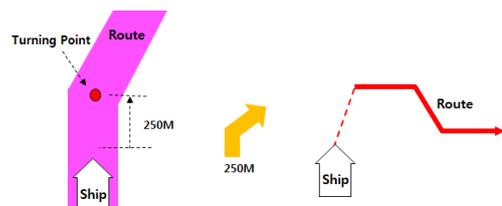


그림 14. 변침 및 경로진입 안내
Fig. 14. Information of veering and course approach

그림 15는 설정된 경로상으로 선박의 정상 항해를 유도하는 알고리즘을 설명하기 위한 것이다. 경로의 중앙선을 중심으로 ①번은 직진방향 유지, ②번은 좌우 5도의 수정변침을 유도하고, ③번은 경로가 이탈되는 범위로써 좌우 10도의 수정변침을 유도하며, ④번의 경우에는 경로이탈로 판단하고 경로를 재탐색하는 알고리즘으로 설계하였다.

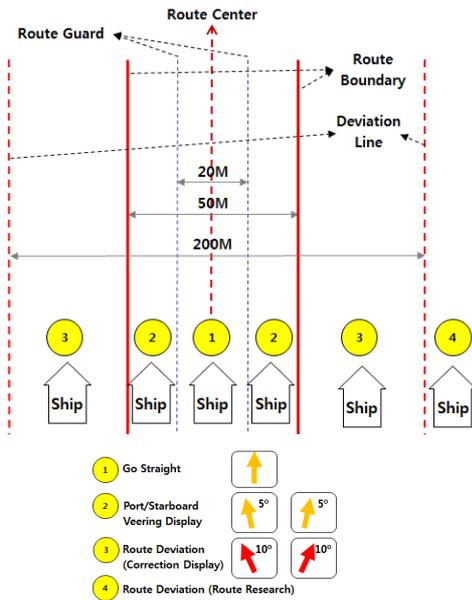


그림 15. 경로유도 알고리즘 설계
Fig. 15. Design of course guiding algorithm

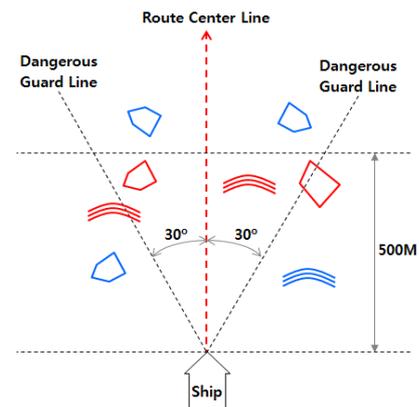


그림 16. 위험수역 표시
Fig. 16. Display of dangerous waters

해상에 존재하는 시설물에 대한 안내는 500m 이내의 접근과 전방 좌우 30도 이내의 선과 면에 대한 데이터에서 실시한다. 그림 16은 위험수역에 대한 화면

표시를 나타낸 것으로 아이콘과 가장 가까운 점까지의 거리를 표시하며, 항해상 위험대상이 아닌 표적은 청색으로 위험대상의 표적은 적색으로 표시한다.

III. 해상내비게이션 앱 설계

3.1 애플리케이션의 설계

안드로이드 기반의 스마트기기에 구현되는 애플리케이션은 그림 17과 같이 위도, 경도의 입력으로 경유지와 목적지 등을 설정할 수 있으며, 화면상에서 출발지는 초기설정으로 현재좌표가 입력되어 표시된다.

각 입력값은 설정시 화면에 숫자 입력 창에 의하여 버튼식으로 입력이 가능하게 하였다. 상단의 지도버튼을 터치하면 현위치의 지도화면으로 이동한다.

그림 18에서 해도는 광역해도부터 상세해도까지 표현되며, 지점검색, 경위도 입력으로 경유지/목적지 설정, 지도상에서 경로설정, 스크롤위치 등록, 모의항해, 부가기능 등의 설정이 가능하다.



그림 17. 메인 및 위치설정 화면
Fig. 17. Screen of main and position set

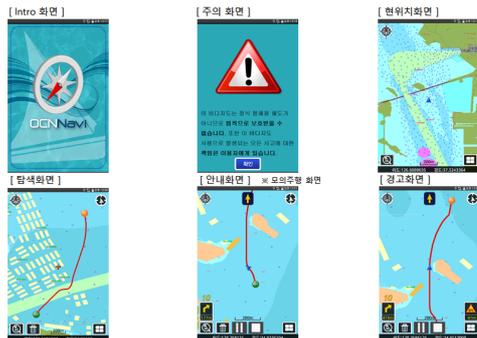


그림 18. 운용화면
Fig. 18. Operation screen

3.2 사용자 인터페이스

해상내비게이션에 필요한 아이콘의 운용과 제작은 현재 자동차용 내비게이션에서 사용되고 있는 방법을 참고하였다. 그림 19는 운용과 항해에 필요한 아이콘



그림 19. 운용 및 항해 아이콘
Fig. 19. Icon of operation and navigation

의 설계 사항이다. 현재의 위치화면에서 나침반버튼을 터치하면 bird view 표시가 North Up 또는 Heading Up의 선택으로 지도의 방향이 전환된다. 메뉴버튼에 의하여 메뉴화면으로 이동하고, 경로버튼에 의하여 순차적으로 출발지 → 목적지 → 경로탐색의 기능을 수행한다. 또한, 휴지통 버튼에 의하여 설정된 목적지 및 경로가 삭제되며, 이 버튼은 목적지의 정보가 있을때만 표시된다. 위치버튼에 의하여 현위치 화면으로 이동되며, 손가락을 사용하는 two finger zoom, two finger rotate에 의하여 지도의 확대, 축소, 회전 및 scroll 기능이 가능하다.

3.3 테스트

본 연구에서 개발한 소형선용 해상내비게이션의 테스트를 위하여 전자해도 제공, 위험요소 제공, 경로설정, 항행안내 등 4가지의 주요기능 항목을 선정하여 정상동작을 테스트하였다. 스마트기기는 안드로이드 4.4.2 버전의 LG-V480 모델을 사용하였고, GPS의 수신상태에서 반복적으로 모의항해를 실시하였다⁶⁾.

안전항해를 위한 해상내비게이션으로서 공인된 국립해양조사원에서 제공받은 전자해도를 사용하여 섬, 암초, 바다의 수심 등의 해양환경에 대한 정량적, 시각적 정보를 컬러로 표현하였다. 특히, 김, 전복 등 해조류 양식장, 해상시설물, 부유형 부표 등은 항해의 위험한 장애요소이므로 관련자료를 해양조사협회 및 관련 지자체에서 제공받아 데이터를 정확하게 적재하여 기존의 해도장비와 차별화된 성능으로 소형선이 연안에서 안전항해를 확보하도록 제작하였다.

그림 20은 양식장 데이터를 적재한 전자해도의 실제화면을 보인 것으로 전남고흥 거금도 연안의 양식장 분포를 그대로 보여주고 있다. 여기에 경로탐색 테스트를 위하여 출발지점과 도착지점을 설정하면 도서, 양식장, 낮은 수심 등의 위험수역을 회피하고, 최적의 경로를 탐색하여 그림과 같이 안전한 항로를 안내하고 있다. 전자해도 상에 항로가 설정되고, 항행안



그림 20. 전자해도 및 경로탐색 테스트
Fig. 20. ENC and course finding test

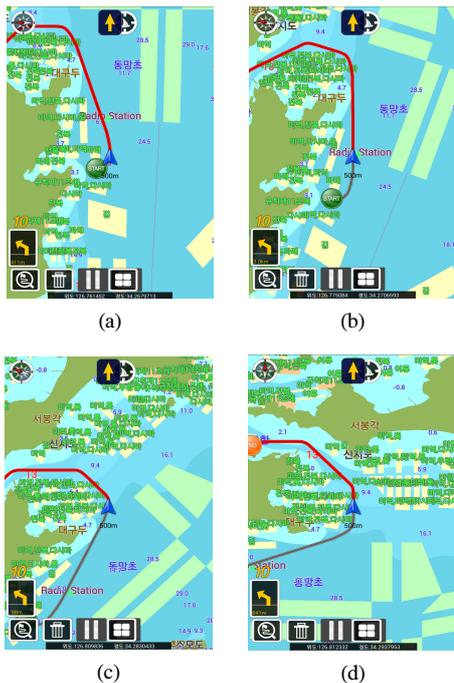


그림 21. 항행안내 테스트
Fig. 21. Test of navigation information

내가 시작되면 그림 21과 같이 예정항로는 붉은색으로 경과항로는 회색으로 표현된다. 화면상단 중앙에는 경로를 유도하는 아이콘이 표시되며, 좌측하단에는 예정항로에서 첫 번째 변침점의 변침방향과 변침점까지의 거리를 미리 안내한다. 항행안내는 (a)→(b)→

(c)→(d)의 순서로 진행되며, 방위계의 동작과 함께 선속과 현재의 경위도가 숫자로 표시된다.

IV. 결 론

본 연구에 사용된 전자해도는 국제수로기구에서 지정한 S-52, S-57을 기반으로 제작된 공인 벡터해도이다. 데이터 표현은 ECDIS의 국제표준인 S-52를 준수하고 있으며, 여기에는 등대, 부표, 묘박지, 수심선 작도 등 모든 지형, 지물 및 항로표지에 관한 작성방법을 준수하였고, 데이터저장 및 교환에 관한 국제표준인 S-57을 준수하여 설계, 제작하였으므로 신뢰성을 확보하였다⁷⁾. 전자해도의 데이터베이스와 위험수역에 대한 데이터를 이용하여, 목적지까지의 항로탐색 알고리즘은 항로설정과 항해안내에 대한 성능구현으로 일반인의 실용성을 충분히 고려하였다. 테스트와 분석한 내용을 요약하면,

- 1) 간단히 목적지의 입력만으로 최적의 항로를 안내함으로써 연안항해에서 다양하고 복잡한 해상환경과 안전정보를 고려해야 하는 문제를 해결하였다.
- 2) 해상환경과 항해지식이 미비한 소형선의 운항자에게 최적항로를 제시하고, 육상내비게이션에 준하는 음성 경로안내 기능이 필요하며, 안전항해를 계속 환기시키는 성능으로 구현되어야 한다.
- 3) 실시간으로 경로상의 수역에 대한 등대, 섬, 암초, 양식장 등의 해상환경과 조류의 흐름, 해상교통과다경로, 위험수역에서 운항요령 및 타선박 출현시 피항방법 등에 대한 항해지원 정보를 음성으로 제공하는 기능을 부가하면 해상내비게이션으로써 실용성을 배가 할 것이다.
- 4) 무인선박이 연안을 항해하려면 자동항해 제어기술은 물론 정확한 해도정보와 안전항로 설정 및 유도 기법이 반드시 필요하므로 연동기술에 대한 연구가 함께 병행되어야 실효성을 얻을 수 있다⁸⁾.

References

[1] H.-U. Kim, B.-G. Min, T.-J. Ha, H.-J. Jeong, and J.-A. Park, "Implementation of a marine navigation system for the small and medium sized power boat," *J. KIIT*, vol. 11, no. 3, pp. 27-35, 2013.

[2] J.-W. Park, Y.-K. Lim, and O.-S. Kim, "Advice for intelligent IT-ship convergence of future," *The Mag. IEEK*, vol. 35, no. 5, pp.

- 512-523, 2008.
- [3] "General planning for build of next generation the e-Navigation," *MOF*, 2015.
 - [4] "Technology development business for next generation the e-Navigation of IMO," *KISTEP*, 2015.
 - [5] J.-Y. Kim and J.-I. Kim, "A study on the advanced marine navigation systems for small size ships and boats," *Proc. KICS, Int. Conf. Commun.*, pp. 240-241, Jun. 2009.
 - [6] J.-T. Jeong, J.-Y. Choi, and J.-C. Choi, "Design of application software for implementation of marine leisure navigation," *Proc. KICS, Int. Conf. Commun.*, pp. 394-395, Jun. 2015.
 - [7] T.-H. Hong, K.-Y. Seo, and G.-K. Park, "Building of an vessel operator support system based on ENC," *KOSOMES*, pp. 135-140, May 2005.
 - [8] D.-H. Kim, and J.-D. Kim, "Unmanned Ship Control System Using WLAN," *Proc. KICS, Int. Conf. Commun.*, pp. 50-51, Nov. 2013.

윤 재 준 (Jae-jun Yun)



2003년 : 목포해양대학교 해양 전자통신공학과 학사
 2005년 : 목포해양대학교대학원 해양전자통신공학과 공학석사
 현재 : 목포해양대학교대학원 해양전자통신컴퓨터공학과 박사과정, (주)카네비컴 책임연구원

<관심분야> 해상통신, 무인선박, LiDAR, WAVE

문 정 환 (Jung-hwan Moon)



2009년 : 한국해양대학교 해양 경찰학과 해양안전환경전공 석사
 2012년 : 한국해양대학교 해양 경찰학과 박사과정 수료
 현재 : (주)카네비컴 선임연구원
 <관심분야> 해양안전환경, 무인선박, 자율주행자동차

정 종 택 (Jong-taek, Chong)



2014년 : 한국해양대학교 경제학과 학사
 2016년 : 목포해양대학교대학원 해양전자통신컴퓨터공학과 공학석사
 현재 : (주)카네비컴 대표, (주)코마린 대표,

<관심분야> 무인선박, 자율주행자동차, LiDAR, WAVE

김 건 응 (Geon-ung Kim)



1990년 : 고려대학교 전자전산공학과 학사
 1994년 : 고려대학교 전자공학과 석사
 1998년 : 고려대학교 전자공학과 박사

현재 : 목포해양대학교 해양컴퓨터공학과 교수

<관심분야> 컴퓨터 네트워크, 인터넷 주소자원, 해양정보통신

최 조 천 (Jo-cheon Choi)



1986년 : 서울과학기술대학교 전자공학과 학사
 1990년 : 조선대학교 컴퓨터공학과 석사

1998년 : 한국해양대학교 전자통신공학과 박사

현재 : 목포해양대학교 해양컴퓨터공학과 교수

<관심분야> 해양전자통신, 계측제어