

연근해 어선 통합항법시스템의 구축

신형일* · 배문기¹ · 이대재 · 강일권 · 김형석 · 이유원

부경대학교 해양생산시스템공학과 · ¹한국해양수산연수원 영도지원팀

Organization of integrated navigation system for coastal and offshore fishing boat

Hyeong-Il SHIN*, **Mun-Ki BAE¹**, **Dae-Jae LEE**, **Il-Kwon KANG**, **Hyung-seok KIM**
and **Yoo-won LEE**

*Department of Marine Production System Engineering, Pukyong National University,
Busan 608-737, Korea*

¹Youngdo Support Team, Korea Institute of Maritime and Fisheries Technology, Busan 606 – 803, Busan

The integrated navigation system(INS) for fishing boat which organized the marine radar, global positioning system(GPS) compass, automatic identification system(AIS), echo sounder, GPS and electronic nautical chart(ENC) was manufactured to reduce the marine accidents of fishing boats occurred frequently at coastal and offshore. The application possibility of INS for fishing boat was examined for basic experiments in the sea. Integration display of various information, such as other vessel's behavior, depth, own vessel's position etc. was done to help the operate user who understood the circumstance around own boat. Therefore, the system will be utilized as a useful equipment for safety voyage and fishing work on the fishing ground.

Key words : INS, Fishing boat, GPS compass, AIS, ENC

서 론

최근 5년간, 해양수산부 어선 해양사고 통계에서 사고 종류별 원인을 분석해보면 운항과실에 의한 사고가 68.3%를 차지하고 있으며, 그 중에서도 항해 혹은 조업시 선박 운항자와 직접 관련이 있는 선위확인 소홀, 경계소홀, 항행법규 위반 사고가 58.2%로 높은 비율을 차지하고 있

어 경제적 손실뿐만 아니라 소중한 인명의 손실까지 초래하고 있다. 이러한 운항과실에 의한 해양사고를 줄일 수 있는 일환으로 여러 가지 항해 정보 및 조업정보를 실시간으로 운항자에게 전달할 수 있고, 운항자가 항해 및 조업시 모든 상황을 종합적으로 인식하여 운항할 수 있도록 하는 항행지원 장치가 요구되고 있다.

*Corresponding author : shinhi@pknu.ac.kr Tel: 82-51-620-6118 Fax: 82-51-628-8145

한편, 국제해사기구(IMO: international maritime organization)에서는 국제해상인명안전협약(SOLAS: safety at life at sea)을 통해서 1998년 7월 1일부터 개정되었던 의정서의 효력이 발생됨에 따라 2002년부터 선박의 톤수에 따라 단계적으로 선박자동식별시스템(AIS), 전자해도표시장치(ECDIS: electronic chart display and information system) 등 28종의 해양 IT(information technology)장비 장착을 의무화하는 등 항행안전 및 해양사고 방지를 위해 많은 노력을 기울이고 있다(Kobayashi, 2004; Yauchi, 2004).

IT산업의 급속한 발전과 고속 마이크로프로세서의 출현은 통합항법시스템(INS)의 실현을 가속화하였다. INS는 ECDIS를 기반으로 하여 선수방위 정보, 위치 정보, 어장환경 정보, 조업 정보, 그리고 기관 정보 등을 각종 센서로부터 수신하여 하나의 디스플레이를 통하여 종합적으로 볼 수 있도록 되어 있다. INS는 이미 다수의 여객선 및 외항선 등에 탑재되어 사용하고 있지만, 대부분 소규모로 운영되는 어선에서 이러한 고가의 장비를 도입, 설치하여 사용하기란 현실적으로 많은 문제점을 안고 있다.

연근해 어선 통합항법시스템 구축에 관한 기초연구로서, Lee et al., (2002)은 레이더 물표 추적장치(RTX: radar target extractor)를 개발하여 어선에 탑재된 저가형의 소형 레이더 장치에서 공급되는 신호로부터 선박운동정보를 추출하여 자동으로 추적, 전자해도(ENC) 상에 구현하는 방법을 제시하였고, Jo(2005)는 GPS 컴퍼스와 EM(electromagnetic) 컴퍼스를 이용한 Hybrid GPS/EM 컴퍼스에 의해 안정된 선수방위 정보를 획득, 디지털 정보로 변환 후 AIS 등에 고정도의 선수방위정보 제공 가능성을 보고하였다.

그래서 본 논문에서는 연근해에서 빈번하게 발생하는 어선 해양사고를 줄이기 위한 일환으로서, 해상용 레이더 시스템, GPS 컴퍼스, AIS, 음향측심기 및 GPS를 조합하여 연근해 어선 통합항법시스템을 구축하고, 해상 기초실험을 통

하여 구축된 시스템의 현장 적용 가능성에 대해 고찰하였다.

장치 및 방법

시스템의 구성

연근해 어선의 통합항법시스템에서 필수정보로서, 레이더 정보, 선수방위 정보, AIS 정보, 중심 정보 및 위치 정보를 획득하고, 이러한 정보를 연산 처리하여 ENC와 함께 모니터에 디스플레이 되도록 구성하였다. 각각의 정보는 레이더, GPS 컴퍼스, AIS, 음향측심기, GPS로서 획득하였는데, 그 구성도는 Fig.1과 같고, 상세 제원은 Table 1과 같다.

레이더(MD-3641, Kodan Co.)는 전파의 직진성, 반사성, 등속성을 이용하여 지형의 소재 및 해상 물표의 방위, 거리와 형상에 관한 정보, 물표의 이동 상태에 관한 운동 정보를 탐지하는 장

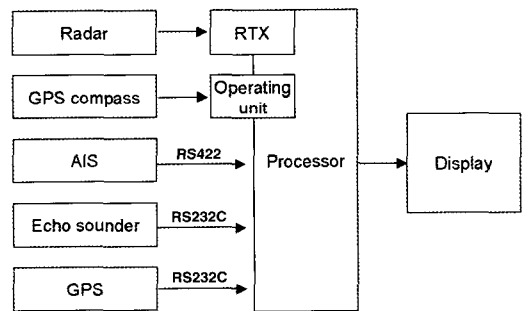


Fig. 1. Block diagram of INS for fishing boat.

Table 1. Specification of used device in the system

Item	Specification
Radar	MD-3641, Kodan Peak power output 4kW Horizontal beam width 4° Vertical beam width 25°
GPS compass	Output protocol RS232C Heading accuracy ±1.0°
AIS	X-Pack DS, Nauticast Frequency 156MHz - 162MHz Receiver data baud rate 9600bps
Echo sounder	EQ44, Simrad Frequency 50kHz
GPS	GP-36, Furuno Position accuracy 10m

치이다. 현재 널리 탑재되고 있는 ARPA(automatic radar plotting aids) 장치에서는 선박의 진침로와 진속력 등을 실시간으로 모니터링하는 기능을 보유하고 있으므로, 연근해 어선의 통합항법장치에서는 기존의 레이더 장치에서도 이와 같은 ARPA 기능이 발휘될 수 있도록 하기 위하여 레이더 물표 추적장치(RTX: radar target extractor, Marine Electronics Co.)를 사용하였다. 레이더의 송신출력과 지향각 등은 Table 1과 같으며, RTX는 인터페이스 카드로 제작하여 통합항법장치에 내장시켰다.

레이더 장치에서 안테나가 1회전할 때마다 RTX에 입력되는 물표의 영상신호는 12bit, 40MHz로 양자화되고, 거리방향(y축 방향)과 방위방향(x축 방향)으로 512×720pixel의 에코 프레임(echo frame)의 메모리맵(memory map)이 생성된다. 이 때, 1pixel의 레이더 비디오 데이터는 8bit(256 color)로 변환되어 자체의 메모리에 저장되고, 호스트 컴퓨터(host computer)와의 데이터 통신은 DMA(direct memory access) 채널을 통하여 수행된다. RTX에서는 DMA를 이용하여 ISA(industrial standard architecture) bus로부터 비디오 신호처리에 필요한 알고리즘과 시스템 파라미터를 호출하고, 호스트 컴퓨터에서 제공하는 선박의 위치, 침로, 속력, 물표 추출 영역의 크기와 방향, 물표 추출을 위한 파라미터, 레이더 영상변환을 위한 스케일, 포착물표의 커서 좌표와 같은 파라미터를 넘겨받아 물표를 추적한다. RTX에서 추적한 모든 물표의 운동정보는 다시 호스트 컴퓨터에 전송하여 ENC 화면상에 실시간으로 표시되도록 함으로써 물표의 식별을 행하였고, RTX를 통해 수신된 레이더 영상은 재차 명암도 개선, 필터링 및 잡음억제처리를 수행하여 영상의 화질을 개선하였다(Lee et al., 2002).

연근해 어선 통합항법시스템에서 선수방위정보는 기존의 자기 컴퍼스, 전자자기 컴퍼스 및 자이로 컴퍼스의 결점을 보완할 수 있고 저가이면서 고정도의 성능을 지닌 GPS 컴퍼스를 사용

하였다. GPS 컴퍼스는 두 개 이상의 GPS 안테나를 동체에 부착하고, 각 안테나의 위치를 정밀하게 측정하여 이 안테나들 사이의 기선(baseline) 벡터를 구한 다음, 이를 초기의 기선 벡터와 비교함으로써 선수방위를 구하는 원리를 이용한 것이다(Suzuki et al., 2002).

AIS는 VHF(very high frequency) 주파수대를 사용하는 시분할방식에 의한 통신시스템으로써, 자선의 정보를 사용전파의 가시권내에 있는 모든 상대선 및 다른 연안 기지국에 전송하면서 상대선의 정보를 동시에 수신할 수 있는 시스템이다. 그래서, 연근해 어선 통합항법시스템에서 AIS 수신기를 통해 얻어진 정보를 처리하기 위한 AIS(AI3000, Euronav) 정보는 트랜스폰더(transponder)에서 출력되는 RS422 프로토콜의 \$AIVDM과 \$AIVDO의 두 sentence를 실시간으로 모니터링하면서 각각의 sentence 정보를 수록하였다. AIVDM sentence의 실 예는 Fig. 2와 같다. 이들 sentence에는 MMSI(해상이동업무식별) 번호, IMO 번호, 호출부호, 선명, 전장, 선폭, 선의 종류, 측위안테나 위치와 같은 정적인 정보와, 선박의 위치, UTC, 대지침로, 대지속도, 선수방위, 회두율(ROT), 항행 status(항행중, 정박중, 운전부자유선, 조종성능제한선)와 같은 동적인 정보, 또한, 흘수, 적재물, 목적지, 도착예정시간과 같은 항행정보가 실려 있다. 이와 같이 실시간으로 전송되는 정보를 시스템에 이용하였다(Kobayashi, 2004; Lee et al., 2004).

위치 정보와 수심정보는 각각 GPS(GP-36, Furuno)와 음향측심기(EQ44, Simrad)를 이용하여 RS232C 프로토콜을 통해 시스템의 처리기로 전송되도록 구성하였으며, 본 시스템에서 기본

```
AIVDM,1,1,,B,16T6b6001Ta>6vrEdfm=oc8d08=1,0*5F
AIVDM,1,1,,B,16T6b6001Ta>6thEdi0=m:9D00RR,0*6A
AIVDM,1,1,,B,404<ITiuDp6:c9>woDE0'ci00000,0*58
AIVDM,1,1,,A,404<ITiuDp6:9>woDE0'ci00000,0*04
AIVDM,1,1,,B,404<ITiuDp6:G9>woBE0'd100000,0*24
```

Fig. 2. Format of AIVDM sentence.

이 되는 ENC 상에 3차원 해저지형이 구현할 수 있도록 하였는데, 3차원 해저지형의 원시 데이터는 오차 없이 좌표축의 수심데이터를 획득할 수 있도록 세계측지계(WGS84)를 사용하는 IHO(international hydrographic organization)의 S57, NIMA의 DNC, USGS의 디지털 수심측량 데이터를 이용하였다.

해상 실험

해상실험은 구축된 시스템을 시험선에 설치하고, 2006년 3월 4일 Fig. 3에 나타낸 것과 같이 부산시 영도구 남항동 통선장에서 출항하여 남항, 부산항을 경유하여 영도를 선회하면서 이루

어졌으며, AIS실험은 2006년 4월 15일 진해 실험만 육상에서 보충실험이 이루어졌다. 3월 실험시 기상상태는 파고는 1m 정도였고, 풍향은 SE, 풍속은 약 2m/s 정도의 맑은 날씨였다. 시험선의 톱브리지(top bridge)에 설치한 각종 안테나 및 현측의 음향측심기 진동자는 Fig. 4와 같고, 각 장비의 수신부, 처리부 및 디스플레이부는 Fig. 5와 같이 선내에 설치하였다.

실험에서는 통합항법시스템에 포함되는 레이다 정보, 위치 정보, 선수방위 정보, AIS 정보, 수심 정보를 실시간으로 기록하였고, 기록된 데이터를 후처리하여 현장 적용 가능성을 분석하였다.

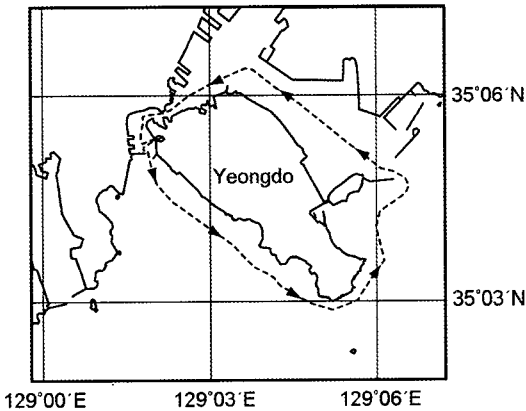


Fig. 3. Experimented area by using INS for fishing boat.

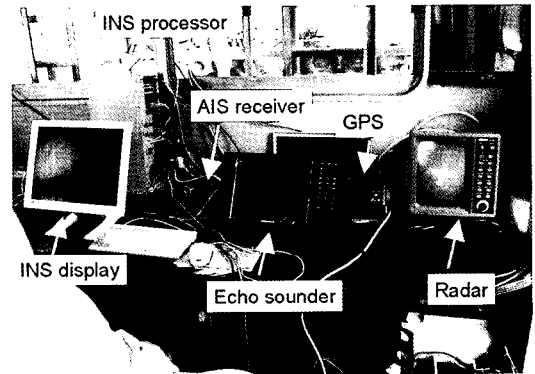


Fig. 5. Used receiver, processor and display on the INS for fishing boat.

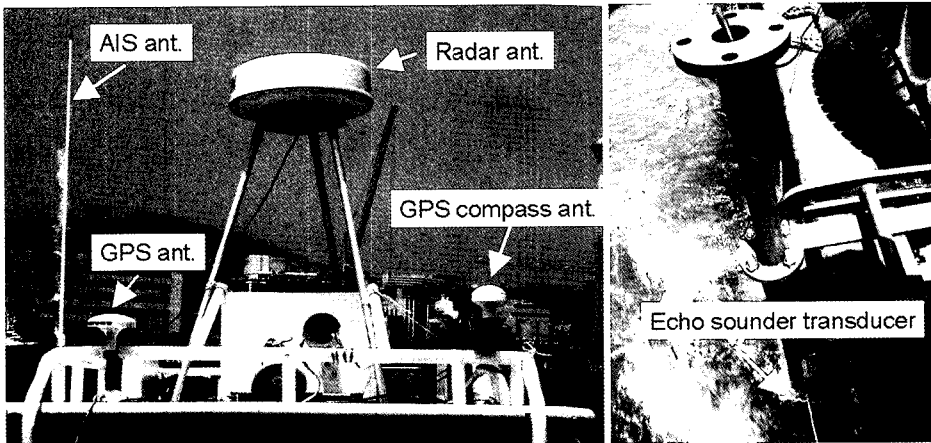


Fig. 4. Used antennas and transducer on the INS for fishing boat.

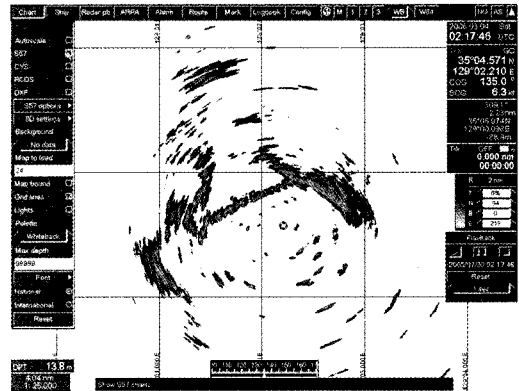
결과 및 고찰

레이더 신호처리는 포착된 물표의 반사신호가 출현한 거리 r 과 방위 θ 를 산출한 후, 물표 반사신호의 변동을 추적하면서 그 이동정보를 실시간으로 추출하기 위해 해당물표의 반사신호가 출현하는 레이더 거리와 방위좌표를 x, y 의 평면좌표로 변환하였다. 더욱이 레이더 영상을 증첩시켜 영상의 출현위치에 변화가 있거나 수동으로 포착한 물표 반사신호의 평면위치의 이동상태를 추적하여 물표의 침로, 속력, CPA 및 TCPA와 같은 정보를 산출하여 PPI 화면상에 모든 정보를 레이더 영상과 함께 표시하였다.

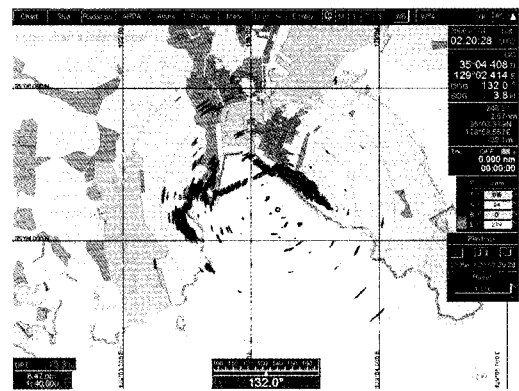
레이더 물표 추적장치(RTX)는 물표의 위치좌표 및 이동정보를 실시간으로 추적 및 출력하기 위하여 아날로그 비디오 신호를 디지털 신호로 변환하여 래스터 레이더 이미지를 ENC와 중첩 표시할 수 있도록 설계하였는데 그 결과는 Fig. 6과 같다.

Fig. 6(a)는 기존의 레이더 화면과 동일하지만, 통합항법시스템 구축을 위하여 오른쪽 상단에는 GPS에 의한 위치정보가 표시되고, 하단에는 GPS 컴퍼스에 의한 선수방위신호가, 왼쪽하단에는 음향측심기에 의한 수심정보가 표시된 것을 확인할 수 있다. 그리고 시험선 좌우현에는 육지와 같은 영상이 탐지되고, 선미로는 육지가 연결된 듯한 영상이 나타났다. Fig. 6(b)는 Fig. 6(a)의 레이더 영상을 전자해도와 중첩시킨 결과로서 시험선 좌우현에 탐지된 영상은 좌현에는 영도, 우현에는 송도의 일부가 반사되어 나타나고 있으며, 선미로는 영도와 송도를 연결할 남향대교의 교각공사 현장을 선명하게 나타내고 있다. Fig. 6(c)는 Fig. 6(b)에서와 같이 평면상의 육지와 해상의 경계만이 아니라 이들을 3차원적으로 표현함으로써 보다 사실적으로 느낄 수 있으며, 이와 같은 3차원 해저지형은 금후 저층트를 조업 등에서는 유용하게 쓰일 것으로 판단된다. 또한 통합항법시스템을 사용함으로써 기존의 어선용 레이더로서도 이동물표를 추적하여

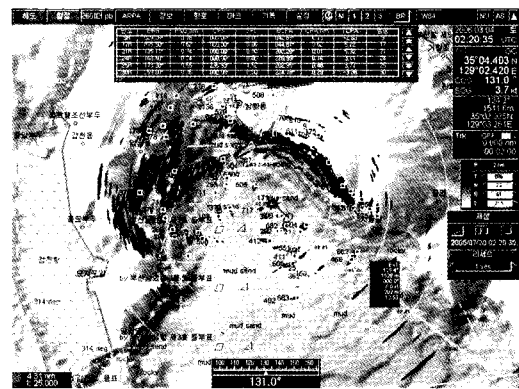
물표의 침로, 속력, CPA 및 TCPA와 같은 ARPA 레이더에서 얻을 수 있는 정보들을 얻을 수 있음을 알 수 있다.



(a)



(b)



(c)

Fig. 6. A radar PPI image on the ECDIS.

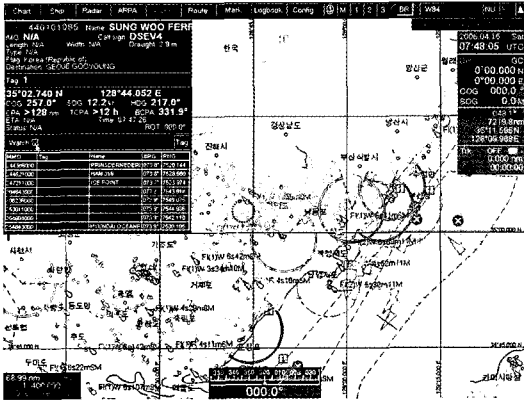


Fig. 7. Real-time monitoring of AIS targets on the ECDIS.

AIS 트랜스폰더에서 출력되는 정보는 RS422를 통하여 AIS 수신기에 입력·처리되어 포착된 선박에 대한 동·정적인 정보와 항해정보를 통합항법시스템에 제공할 수 있도록 설계하였으나, 본 실험에서는 통합항법시스템의 확장슬롯상의 문제로 AIS정보를 별도의 디스크에 저장하였다가 후처리하였다. 후처리에서는 별도 소프트웨어를 개발하여 ECDIS(PM3, MEcys)상에 그 기능을 부가하여 화면상의 모든 선박의 정보를 실시간으로 모니터링할 수 있도록 하였는데, 그 결과는 Fig. 7과 같다.

Fig. 7에는 ECDIS상에 대상 선박의 선명 또는 MMSI가 기록되어 있고, 그것을 클릭하면 각 선박의 정·동적정보, 항행관련정보, 안전관련 통신문의 표시 등의 상세정보를 확인할 수 있다. 각 선박의 항적정보는 ECDIS상뿐만 아니라 Fig. 8의 왼쪽에서와 같이 AIS신호를 텍스트 파일형태로 출력하여 분석할 수 있는데, Fig. 7에서 점선으로 표시한 진해 안골-거제 장목간 페리선을 추적한 결과는 Fig. 8과 같다. Fig. 8에서 페리는 우상측 즉 진해 안골을 출항하여 남남서로 항해하다가 거제도 장목주변해역에서는 170-190°로 코스를 변침하면서 장목으로 서서히 입항하는 것을 알 수 있다. AIS는 VHF 주파수대를 사용하므로 안테나의 설치위치나 전파의 도달 거리에 영향을 미치는 기상조건에 따라 탐지범

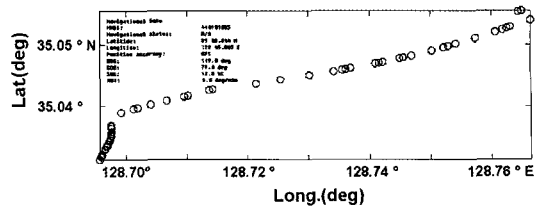


Fig. 8. Track monitoring of target vessel using text conversion of AIS signal.

위가 다소 상이하나, 일반적으로 탐지범위는 약 20-30n.mile이다. 그래서 금후 연안 어선들에 AIS가 도입될 경우, 어선들의 안전은 물론 효율적인 어장관리에도 기여할 것으로 기대된다. 그러나 제한된 탐지범위를 극복하기 위해서는 광역 네트워크망이나 해상 중계선박 등을 이용한 탐지범위의 광대역화를 위한 노력이 필요할 것으로 판단된다.

한편, 통상적으로 AIS의 전용표시장치에 대한 성능기준은 최저 3척 이상의 타선정보를 표시할 수 있도록 규정하고 있지만, 소형 LCD의 경우, 시인성이 좋지 않고, 정보의 직감적인 판단이 어렵기 때문에 대개의 AIS에서는 타선 영상을 그래픽 화면상에 표시하는 기능을 내장하고 있다. 그러나, VHF 사용전파의 가시권 내의 모든 선박에 대한 정보를 보다 효과적으로 판단하기 위해서는 통합항법시스템에서와 같이 ARPA 레이더 정보와 함께 ECDIS 상에 항해관련 모든 정보를 통합적으로 표현하는 것이 이상적일 것이다.

본 연구에서 구축된 연근해 어선 통합항법시스템은 기존에 분산되어 있던 각종 정보들을 한 화면상에 통합적으로 표시함으로써 운항자가 주변 상황을 종합적으로 인지하고, 선박을 운항하는데 도움이 될 것으로 판단된다. 그러나, 현장에 적용되어 유용한 장비로 활용되기 위해서는 황천이나 선박 진동 등과 같은 열악한 해상조건에서도 견딜 수 있는 시스템의 안정성과 운항자가 보다 간편하게 사용할 수 있도록 조작법을 단순화시키는 과정이 보완되어야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 교육인적자원부 누리사업 “해양생 산 첨단산업 육성을 위한 전문인력 양성사업” 2 차년도 연구비 지원에 의해 수행되었습니다. 지원하여 주신 기관 관계 여러분께 심심한 감사의 말씀을 드립니다.

결 론

연근해에서 빈번하게 발생하는 어선 해양사고를 줄이기 위한 일환으로서, 해상용 레이더, GPS 컴퍼스, AIS, 음향측심기, GPS 및 ENC를 조합하여 연근해 어선 통합항법시스템을 구축하고, 해상 기초실험을 통하여 구축된 시스템의 현장 적용 가능성에 대해 고찰하였다. 구축된 연근해 통합항법시스템은 기존에 분산되어 있던 타선정보, 음향측심기, 위치정보 등의 여러 정보들을 한 화면상에서 통합적으로 표시함으로써, 운항자가 주변 상황을 종합적으로 판단하고 선박을 운항하는데 유용한 장비로 활용될 것으로 판단되어, 현장 적용 가능성도 충분할 것으로 사료된다.

참고문헌

- Jo, H.J., 2005. Stabilization of ship's heading in small fishing boats by a hybrid GPS/EM compass. Ph. D. thesis, Pukyong National University, Korea. pp. 85.
- Kobayashi, E., 2004. Outline of AIS equipment. Navigation, 160, 73 – 83.
- Lee, D.J., K.S. Kim and D.S. Byun, 2002. Extraction of the ship movement information by a radar target extractor. Bull. Kor. Soc. Fish. Tech., 38(3), 249 – 255.
- Lee, D.J, K.S. Kim and H.I. Shin, 2004. Real time monitoring of AIS information using ECDIS. Proceedings of autumn meeting of the Kor. Soc. Fish. Tech., 21 – 25.
- Suzuki, H., K. Ogawa, Y. Koura and Y. Kamei, 2002. GPS compass. Navigation, 153, 40 – 46.
- Yauchi, T, 2004. Standardization trend for AIS. Navigation, 160, 69 – 72.

2006년 4월 26일 접수

2006년 5월 11일 수리