



e-Navigation 항로표지시스템 동향

박찬재 항로표지기술협회 이사장



1. 머리말

최근 세월호 사건의 충격으로 인해 해상안전에 대한 국민적 관심이 매우 높다. 실제로 우리 모두가 잘 알고 있는 타이타닉호 사건은 해상에서의 안전과 이를 위한 예방체계에 대한 국제적인 논의가 본격적으로 시작되는 계기가 되었으며, 이를 통해 선박에서의 다양한 항해 및 무선통신장치들이 점차적으로 의무화되었다[1][2].

해양안전에 대한 국내외 관심과 통신기술의 발전, 선박에 다양한 디지털 및 전자장비들이 도입됨에 따라 선박 항해를 위한 e-Navigation이 주목받고 있다. 디지털 통신기술의 발달과 다양한 전자기술의 발달로 선박 내에 다양한 장치들이 새롭게 도입되었으며, 복잡한 항해 통신장치들에서 생성되는 다양한 정보들을 종합적이고 체계적으로 관리할 필요성이 제기되었다. 또한, 911사태와 해적에 의한 나포와 같은 테러의 위협으로부터 선박과 자국을 보호하기 위해,

e-Navigation이 태동하게 되었다.

국제해사기구(IMO)를 비롯한 해양 분야 국제기구 등은 e-Navigation을 위한 정책, 표준, 관련 기술 및 시스템 개발 등 e-Navigation을 주도하기 위한 많은 노력을 기울이고 있으며 인적과실에 의한 해양사고를 줄이기 위해 2006년 e-Navigation 도입을 결정, 2018년부터 시행하기 위해 국제협약 제·개정 등을 추진하고 있다. IMO에서는 2018년부터 e-Navigation의 이행을 위한 준비를 하고 있으며 우리나라에서도 한국형 e-Navigation인 SMART e-Navigation을 준비하고 있다. e-Navigation은 선박의 안전 및 보안과 해양환경보호의 서비스를 제공하기 위하여 전자적인 방법으로 관련정보를 수집 및 융합하여 전달하는 새로운 선박항법체계를 말하는데, 이러한 목적을 달성하기 위하여 기존의 해상 통신의 성능을 뛰어 넘는 첨단 해상통신 기술과의

접목이 필수적이며, 또 해양에서 광대역 디지털 통신 수단을 적용하는 단계에 이르렀다[3][4][5].

IMO에서 e-Navigation은 해양 환경의 보호를 증진하고 바다에서의 안전과 보안을 위한 항해 및 관련 서비스를 선박의 이안에서 접안에 이르기까지 향상시키기 위해 전자적인 수단으로 선박과 해양의 해양 정보에 대해 조화로운 방법으로 수집, 통합, 교환, 표현, 분석하는 것을 말한다. 선박 및 해양의 안전을 위해 정책, 기술 및 이를 통한 서비스의 제공을 규정화의 입장에서 제공하던 지난 반세기 이상의 방식을 탈피해야만 사고를 줄일 수 있는 근본적 대책 마련이 가능함을 국제기구에서도 인식하였으며 IMO의 e-Navigation의 개념은 첨단 ICT를 활용, 선박에는 전자해도를 기반으로 항법시스템을 자동화·표준화시키고, 육상에서는 관제·모니터링을 통해 선박 안전운항을 원격지원하며, 이를 위해 해상무선통신환경을 개선한 ‘차세대 해양안전종합 관리체계’를 말한다.

항로표지 분야는 해상에서의 안전한 활동을 지원하는 필수시설, 장치설치 및 관리를 담당하므로, 항로표지 관리시스템 등 항로표지 분야의 시스템은 e-Navigation 시스템의 중요한 정보자원으로 활용될 것이다. 우리나라는 IMO에서 추진 중인 e-Navigation 관련 필수 기반 기술을 조기에 개발하고, 나아가 국내기술이 국제표준으로 채택 되도록 노력하여 해양수산분야 신산업 창출 및 세계시장선점을 꾀하고 있으며 해양수산부는 국제해상안전 규제동향에 선제적으로 대응함으로써 해양 안전을 강화하는 한편, 관련 분야 신산업 육성과 일자리 창출 등을 목표로 하는 ‘한국형 e-내비게이션(e-Navigation) 대응전략’을 발표하였다. 특히 선박과 육·해상에 e-Navigation 구축을 통하여 해양안전수준 향상 및 세계 최고의 해양안전강국

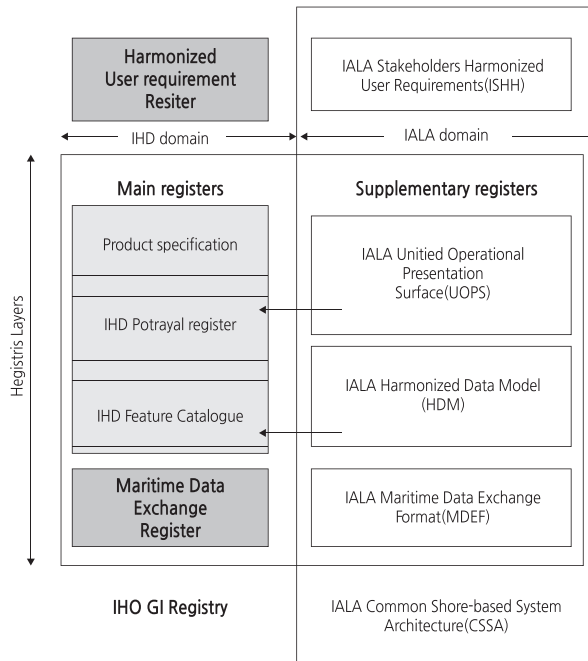
건설을 위한 한국형 e-내비게이션(e-Navigation)인 SMART-Navigation을 추진할 예정이며 향후 2016년부터 5개년에 걸쳐 약 1,308억 원을 투입, 차세대 핵심기술 확보를 위한 연구개발과 인프라 구축을 본격 추진할 방침이다.

본고에서는 이러한 한국형 e-Navigation 추진에 필요한 항로표지시스템 개발 사항들을 전망하고자 한다.

2. IALA의 e-Navigation 동향

국제항로표지협회(IALA)는 항로표지에 관한 국제 위원회로서 국제해사기구(IMO)의 e-Navigation을 위한 선박 및 육상 시스템과 통신인프라의 구조를 담당하고 있다. IALA의 eNAV에는 7개의 워킹그룹(WG)이 존재하며, WG1은 운용과 전략, WG2는 PNT(Position, Navigation, Time), WG3는 AIS, WG4는 통신, WG5는 기술적 구조, WG6는 정보의 표현, WG7은 테스트베드로 구성되어 있다. IALA에 의해 IMO의 e-Navigation 통신작업반을 통하여 IMO NAV회의에 상정되어 확정하게 된다. IALA에서 정의한 e-Navigation 구현을 위한 구조는 [그림 1]과 같다[3].

e-Navigation을 위해 국제항로표지협회(IALA)는 2009년 12월 국제해사기구(IMO)와 함께 전략이행 계획(SIP) 중 이용자 요구 사항 초안을 마련하였다. 2010년 IALA e-NAV 제8차 회의에서 각각의 워킹그룹은 각 실무 작업에 대한 내용과 결과를 발표하였으며, 국제수로기구(IHO)와의 정보 교환 기회의 필요성을 인식하여 IHO와의 공동 워크숍 개최의 필요성을 언급하였다. 2013년 3월 IALA e-NAV 13차 회의에서 AIS와 대응되는 VDES(VHF Data Exchange System)의 필요성이 논의되어 e-NAV



[그림 1] IALA의 e-Navigation 스택

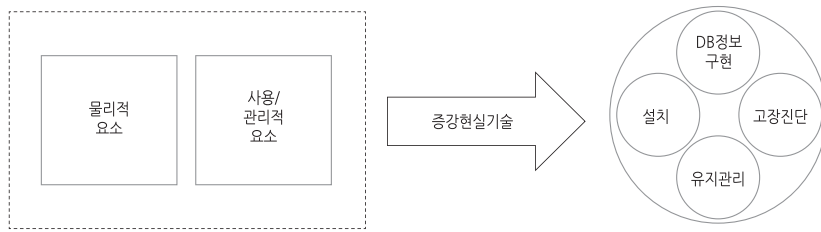
14차 회의에서는 주요 논의 내용으로 VDES 정보 문서와 구현에 대한 기술적 가이드라인 문서가 검토되었다. 2014년 IALA e-NAV 제15차 회의에서는 PNT와 관련된 데이터베이스의 표준 형식과 관련하여 S-100 표준 개발에 관해 논의할 Task Group을 제안하였으며, Resilient PNT의 요구 성능을 구체화하고 이를 IMO 권고서에 추가하기 위한 초안 검토를 제안하였다.

항로표지 분야는 해상에서의 안전한 활동을 지원하는 필수 시설 및 장치의 설치 및 관리를 담당하므로, 항로표지 관리시스템 등 항로표지 분야의 시스템은 e-Navigation시스템의 중요한 정보자원으로 활용될 것으로 판단된다. IALA는 대한민국의 'SMART- Navigation' 프로젝트가 e-Navigation의 모든 분야를 포함하는 종합 프로젝트임에 공감하고 IALA가 운영하는 e-Navigation 홈페이지(www.

e-Navigation.net)에 게재하기로 협의하였다. 글로벌 e-Navigation 테스트베드(Test-bed) 실선 테스트 논의로서 MONALAISA 프로젝트의 테스트베드 항목과 프로그램을 활용한 e-Navigation 테스트베드 시연 및 시험(실선 테스트)을 한국에서 시행하기로 논의하였으며 본 테스트는 한국-스웨덴 연구기관(대학) 간의 시험으로 2014년 1월 말 시행하였다.

3. 한국형 e-Navigation 기술 국내 동향

IMO의 인적과실에 의한 해양사고 예방을 위해 ICT 기술을 선박에 융·복합한 e-Navigation 도입 추진(2019) 및 허베이스피리트호(2007), 세월호(2014) 등 인적과실에 의한 해양사고 예방을 위한 '한국형 e-Navigation 전략'을 해양수산부에서 추진하고 있다. 한국형 e-Navigation 전략계획 수립



[그림 2] 항로표지 유지관의 증강현실 기술 활용방안

(2013), e-Navigation 핵심기술 연구개발 및 인프라 구축을 위한 예비타당성 조사를 수행(2014) 하였다. 특히 우리나라 해상교통환경을 고려하고, 경쟁력 있는 e-Navigation 기술의 집중육성을 위한 특화된 계획을 수립하였다.

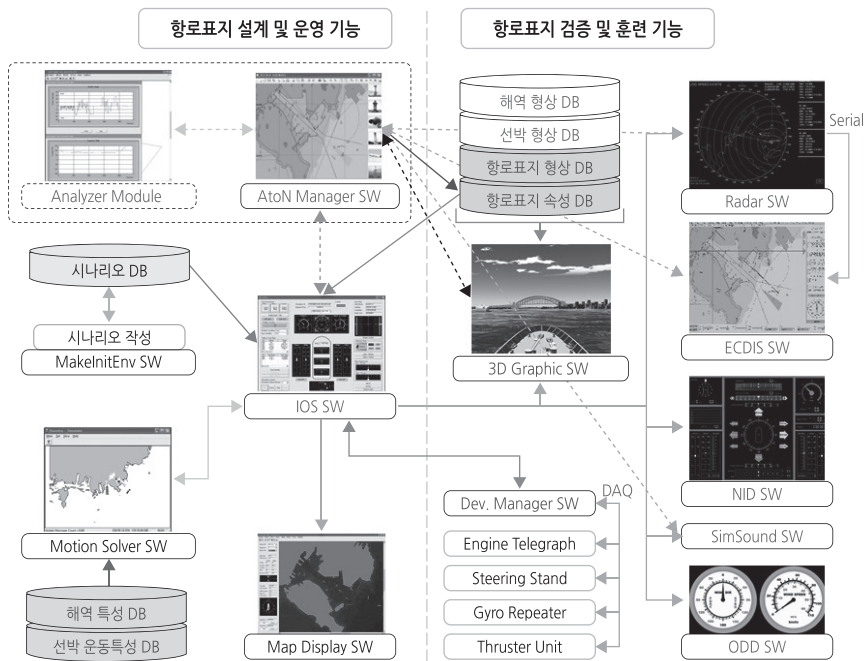
한국형 e-Navigation 전략 이행 계획은 실시간 선박위치정보 기반 해상교통 종합상황 인식·대응 및 사고취약선박(여객선, 위험물 운반선) 최적 안전 항로 정보 제공을 위한 한국형 e-Navigation 이행을 위한 핵심기술 연구개발을 추진하며, 선종별, 해역별 맞춤형 해양안전정보(해상교통량, 기상, 조류) 제공을 위한 e-Navigation 정보센터 및 차세대 초고속 해상무선통신 체계 구축을 위하여 선박운항환경 개선을 위한 해양안전인프라를 확충하고, IMO 전략이행계획의 18개 주요과제 중 우리나라에 강점이 있는 과제를 식별하고 국제표준화 주도할 수 있는 차세대 전자해도 표준, 안전정보 공유를 위한 해사클라우드, 빅데이터 등 신산업 창출 및 산업화 지원을 위한 국제표준 선점을 추진할 예정이다. 또한 정보연계, 제도운영 등을 위한 관계부처 협업 체계 구축을 위하여 실효성 있는 e-Navigation 이행·관리를 위한 거버넌스 체계를 구축하고 관련 국제협약 국내 수용 및 e-Navigation 구축·이행 기반 마련 및 사업관리, 전문성 확보, 대국민 홍보를 위한 e-Navigation 포럼을 창립(2015. 4월)하였다.

4. e-Navigation 구현을 위한 항로표지시스템 개발 방안

4.1 사물인터넷(IoT)을 활용한 항로표지 현장관리 플랫폼 기술개발

항로표지 관리자(점검원)가 항로표지 정기 점검 및 고장 수리 시 현장에서 항로표지 통합관리시스템 및 항로표지 장비·용품 전산관리시스템에 접속하여 필요한 정보 열람 및 업데이트가 가능한 서비스가 시급하며 사물인터넷(IoT, Internet of Things) 기능을 활용하여 항로표지 관리자들이 장소에 제한 없이 항로표지에 대한 상태정보를 확인하고 효율적인 유지관리를 위한 실시간 항로표지 현장관리 플랫폼 기술개발이 필요하다.

사물인터넷은 지능화된 사물들이 연결되어 형성되는 네트워크로 상호 소통하고 상황인식 기반 지식이 결합되어 지능적인 서비스를 제공하는 것으로 선진국은 다양한 분야에서 사물인터넷 서비스 도입이 활발하게 이루어지고 있지만 우리나라는 도입 초기 단계이다. 우리나라는 광대역통합망, USN 등 정보통신 인프라 고도화와 지식정보 서비스 확대 정책을 추진하였으며 최근 수많은 모바일 애플리케이션이 개발되고 있는 가운데 위치기반 서비스(LBS, Location Based Service)를 이용하여 위치정보를 제공하는 애플리케이션들이 인기를 얻고 있다.



[그림 3] 항로표지 시뮬레이터 소프트웨어 구성도

모바일 애플리케이션 서비스는 위치기반 기술과 4G(LTE) 무선통신 기술을 융합하여 항로표지의 기본정보 및 상태정보를 실시간으로 관리자들에게 제공하며, 관리자가 실시간으로 간편하게 정보를 수정할 수 있어 실시간 항로표지시설의 정보 제공 및 수정 등이 가능하다. 위치기반서비스를 위한 증강현실(Augmented Reality) 기술은 IT 융합기술로 미래창조경제의 창의적 성장사회 구현을 위한 전략 기술로써 증강현실은 항로표지의 시각화, 안전관리 및 증강현실을 이용한 고장진단 및 스마트폰 앱 기반 현장 정비 등이 가능하다.

항로표지는 증강현실의 활용 가능성이 높은 분야로 관리자의 현실 환경에 공간적으로 정보를 더해준다는 점은 많은 업무가 현장에서 이루어지는 항로표지 업무 특성상 그 효용가치가 높을 것으로 예상된다.

항로표지의 관리자가 항로표지에 대한 이력·상태

등의 정보를 실시간으로 확인하고 점검 현장 등에서 관리정보의 업데이트가 가능한 위치기반 항로표지 현장관리용 웹·애플리케이션 기반 플랫폼 개발하여 항로표지 담당·관리자 및 유지관리 업체(사설항로표지) 관리자 등이 항로표지에 대한 모든 상태정보를 장소에 제한없이 실시간으로 확인하고 효율적인 유지관리 가능한 항로표지 시설관리 웹·모바일 애플리케이션 플랫폼 기술개발이 필요하다.

4.2 항로표지 시뮬레이터를 활용한 무역항 항로표지 적정성 조사연구

IALA에서 항로표지 설계와 배치계획에 대한 의사결정을 지원할 수 있는 항로표지 전문 기능 시뮬레이터의 개발과 주요 항로의 항로표지 설계 및 계획 등을 검증할 수 있는 시스템 필요성 제기하였으며 항로표지 시뮬레이션 소프트웨어, 영상 시스템,

시각화 미디어 및 기타 관련 시스템의 기능 개요에 대한 항로표지의 시뮬레이션을 위한 기술적 특징 및 관련기술에 관한 지침서를 제정(2013)하였다.

각 해역특성에 적합한 항로표지를 어떻게 설계하는 것이 가장 효과적이고 경제적인가 하는 것을 결정해야 할 때, 항로표지 설계자는 과거의 경험이나 일반적인 규정 등에 의존하고 있는 실정이며 우리나라 주요 항로의 항로표지 설계와 적정 배치 검토, 연구·시험 및 교육 등을 검증하고 보완할 수 있는 항로표지 시뮬레이션 시스템을 개발하여 국내기술 기반 구축하였다. 항로표지 시뮬레이터는 선박운항 시뮬레이터에서 구현하지 않는 항로표지 고유기능을 고도화·특성화한 융합 기술로 인간·형상공학의 고도화를 위한 항로표지시스템 속성검목과 실제 시뮬레이션을 통한 항로표지 시스템 가상 실현이 가능하고, 실제 항로표지시스템, 해상·기상여건, 물리적·인위적 요소를 시뮬레이션으로 구현하여 항로표지 속성을 반영하였다.

인간·형상공학, 항로표지 속성 등을 접목하여 다양한 항로표지 시스템을 3D로 영상화하여 구현하였다. 특히 항로표지의 배치·기능 적정성, 연구, 시험 및 교육을 위한 시뮬레이션 서비스 환경 구축을 위하여 개발(2014)되었다. 이러한 항로표지 시뮬레이터를 이용하여 각 해역별 해상교통환경에 적합한 항로표지의 최적배치를 위하여 항로표지 시뮬레이션 분석 결과에 의한 항로별 기능 검토 및 정량화 지표에 따라 해양교통시설 안전진단을 실시하여 우리나라 해역의 항로표지시스템의 고도화 추진이 필요하다.

4.3 LTE 기반 항로표지 충돌감시·영상시스템 개발

선박의 안전 항해를 유도하기 위해 등부표가 약 1,700여 기 설치·운영되고 있으며 선박·등부표 간 충돌사고가 빈번히 발생하여 사고원인 및 책

임규명에 어려움을 겪고 있는 실정이며 항로표지와 연관된 충돌사고 및 좌초사고의 사례 분석 결과, 등부표의 변침점 오인, 항로표지 설치 상태 미확인, 기상변화에 따른 항로표지 시인성 저하에 기인한 것으로 분석된다. 특히 사고 발생시 사고원인과 책임소재를 규명을 위한 충돌감시 및 해양 기상 상태를 확인할 수 있는 실시간 영상 정보시스템 개발이 필요한 실정이며 등부표와 선박간 충돌사고 전후의 영상, 위치, 시간, 충돌 정보 등을 저장, 분석함으로써 사고의 법적책임 문제 등의 기본자료 제공이 필요하다.

본 연구를 통하여 등부표용 충돌감시시스템 관련 기술 조사 분석하고 실시간 영상시스템의 영상처리 및 운용 프로그램 개발하며 저전력 시스템 설계 및 시제품 제작하여 등부표 충돌감시 및 영상시스템 현장시험 및 성능분석을 시행한 결과를 바탕으로 항로표지용 충돌감시·영상시스템 표준화 규격(안) 제시하면 해상기상신호표지 설치 해역의 실시간 영상 자료를 선박 운항 및 항로표지 이용자에게 제공·활용하는 체계적인 해양관측시스템 도입으로 항로표지시스템에 대한 한국형 e-Navigation 정보제공 자료로 활용이 가능하다.

4.4 항로표지 및 해상교통 통합 서비스 체계 구축

항로표지용 AIS(Automatic Identification System) 시스템은 기존 AIS 국제기준(IMO, ITU, IALA)에 따라 설치 여건과 운용목적에 적응시킨 시스템으로 AIS 기지국을 경유하여 운영센터와 연계됨으로써 항로표지 감시·제어 및 기상·해상 관측정보를 전송하여 선박의 항해에 필요한 표지정보 제공 및 항로표지의 운영 정보에 대한 주기 등 각종 설정을 임의 변경 및 제어 기능을 제공하는 시스템이다.


우리나라는 해상교통안전관리시스템 구축을 위한 연계기술과 표준화방안의 연구개발이 진행되어 동

분야 핵심원천기술을 확보하고 있으며 향후, 항만과 연안 해역에서의 선박사고 방지, EEZ 조업어선에 관한 안전관리와 EEZ 침범에 따른 국제적 분쟁 방지, 항만과 연안 해역에서 해양사고 발생 시 해양환경피해의 최소화를 위한 긴급대응과 지원, 해상 및 항만 보안체제의 강화를 위하여 활용될 수 있다.

유·무인 등대를 중심으로 등대 주변의 항로표지 및 해양기상 등의 정보를 디지털 VHF, LTE-M, AIS 등의 무선망을 통하여 실시간으로 취합하고, 유무선을 기반으로 하는 전국의 유·무인 등대 통합망을 구축하여 개별 등대에서 취합된 정보를 통합 관리하고 서비스 하는 '유·무인 등대를 이용한 항로표지 및 해상 교통정보 통합 서비스 시스템'을 개발할 필요가 있다. 특히 등대에 고성능 레이더, 원거리 카메라, AIS 트랜스폰더 및 무선 통신망을 설치하고, 각 등대 사이트를 연결하여 전국 항로의 표지시설을 통합 관리하고, 실시간으로 수집된 항로표지 및 해양기상 정보를 웹(Web) 상에서 서비스하는 시스템을 구축하면 연안을 항행하는 선박을 통합적으로 관리하고 해양사고를 미연에 방지할 수 있으며, 연안의 항로표지시설을 효율적으로 사용할뿐만 아니라 연안의 해상 교통정보 통합 서비스 시스템 구축이 가능하다.

5. 맺음말

e-Navigation은 기존의 선박운항·조선기술에 정보통신기술(ICT)을 접목하여 선박 또는 육상 간 다양한 해양정보를 실시간 원활하게 상호 공유토록 하는 체계로서 구축 시 항해사 업무 부담이 크게 경감되고, 운항 미숙이나 과실에 의한 해양사고를 줄일 수 있을뿐만 아니라 신속한 입출항 수속과 하역 준비

등이 가능하게 한다. e-Navigation 시대에 부응하기 위한 지능형 종합항법장치 등이 선을 보일 것으로 예상되며 특히, 선교(Bridge) 장비의 연결을 통한 정보의 수집, 가공, 표현(Presentation) 기술이 발달되어 기존의 2차원적인 구성을 넘어서 3차원적인 표현기술이 널리 사용될 것으로 판단된다. 해양수산부에서는 한국형 e-Navigation 구현을 위한 전략 이행계획을 수립하여 추진 중이며 우리나라의 독자적인 해양항법시스템을 구축하기 위하여 e-Loran에 대한 기술 및 정책의 방향을 주시하고 있으며, 항로표지시스템의 기술개발 및 인프라 구축에 노력하고 있다. 

[참고문헌]

- [1] 이광일 외, '선내 통신 국제표준화 동향', TTA Journal Vol. 126, 2009
- [2] 유영호, 'IMO e-Navigation의 진행과 국제표준화 동향', TTA Journal Vol. 146, 2013.4
- [3] 이광일, 송문섭, 장병태, 'E-navigation과 해양 사물인터넷(IoT)의 국제표준 및 기술동향', 전자통신동향분석 제29권 제5호, 2014.10
- [4] 해양수산부, 'IMO 차세대 해양안전종합관리체계기술 개발', 2013
- [5] 해양수산부, '한국형 e-Navigation 전략이행계획', 2014.12
- [6] 한국방송통신전파진흥원, '디지털 해상통신 기술개발 동향과 미래', Korea Communications Agency, 2014.1
- [7] 국제항로표지협회, <http://www.iala-aism.org>
- [8] 해양수산부, <http://www.mof.go.kr>