

차세대 해상항법체계(e-Navigation)의 구현 방향

서기열, 서상현(한국해양연구원)

1. 서론

선박운항에 있어서, 안전한 운항환경 조성과 비용의 효율성, 고정확성과 보안을 목적으로 항해·통신장비 및 관련 서비스는 정보통신기술의 발전과 더불어 빠르게 진화되고 있으며, 더욱이 선박 항해의 안전과 운항 효율성 확대 위하여, 다양한 전자항해통신기술 및 관련된 서비스의 적극적 활용이 모색되고 있다.

기존의 전통적인 레이더 장비에 추가하여, 선박자동식별시스템(AIS), 전자해도표시장치(ECDIS), 위성항법시스템(GNSS), 장거리 선박위치추적시스템(LRIT), 해상교통관제(VTS), 그리고 전세계 해상조난안전시스템(GMDSS) 등의 각종 항해장비 및 서비스 체계들은 항해안전, 수색구조(SAR), 오염사고 대응, 보안, 해양자원 및 환경의 보전과 같은 영역에서 큰 역할을 하고 있으며, 특히 혼잡 항만이나 협수로, 혹은 제한된 시계 조건에서도 효율적인 화물운송을 제공할 수 있다. 그러나 이런 기술적인 진보가 항해장비 및 서비스에 대한 국제표준화, 정보교환을 위한 호환성 확보를 기반으로 글로벌화 된다면 미래 국제 해상분야의 항해안전 및 운항효율 극대화에 크게 기여할 수 있을 것이다¹⁻²⁾.

따라서 지금까지 개별적으로 개발되어 온 항해장비 즉, 선박자동식별시스템(AIS), 전자해도(ENC)를 포함한 전자해도표시장치(ECDIS), 레이더, 위성항법시스템 등 선박 항법장치 간의 유기적인 작동과 사용자의 편의를 위한 신개념의 선박항법체계인 e-Navigation의 도입 논의가 국제해사기구(IMO)를 통하여 본격화되고 있다. 또한 국제해사기구(IMO)는 구조적인 방법에서 새로운 기술의 이용에 협력하고, 다양한 전자항해통신기술과 서비스를 안전하게 활용하기 위한 넓은 개념의 전략적 비전 개발과 무엇보다도 정확성, 보안성, 비용 효율성을 위하여, 모든 선박을 대상으로 하는 국제적으로 통용되는 시스템을 개발하려 한다. 그러므로 이러한 새로운 전략적 비전의 수행을 위하여, 현재의 전자해도표시장치(ECDIS), 선교(Bridge) 디스플레이 시스템, 전자기반 항해시스템, 통신시스템, 그리고 연안 인프라 등의 운영방식과 항해 수단에 대한 수정 및 보완이 필요한 시점이라 할 수 있다.

따라서, 본 논문에서는 현재 국제적으로 추진되고 있는 e-Navigation 관련 국제동향을 살펴보고, e-Navigation을 구현하기 위한 핵심 구성요소와 그 개발 방향에 대해 살펴보고자 한다.

II. e-Navigation의 출현

국제해사기구(IMO)에서는 선박운항에 있어서, 안전한 운항환경 조성 과 비용의 효율성, 고정확성과 보안을 목적으로 다양한 전자항해통신기술 서비스를 효율적으로 활용하기 위한 수단으로 해사안전위원회(MSC) 81차 회의에서 e-Navigation 전략 개발을 제안하였다²¹⁾. MSC 81차 회의에서는 2008년 완료를 목표로 항해안전전문위원회(NAV)와 해상통신 및 수색구조 전문위원회(COMSAR)의 신규의제로 e-Navigation 전략 개발을 포함시켰다. 특히 국제해사기구(IMO)를 통한 해사안전위원회는 e-Navigation을 위한 전략적인 안목을 개발하고, 현재 기술과 향후 기술을 체계적인 형식으로 유용하게 하는 것을 목표로 하고 있다.

이에 따라, 국제항로표지협회(IALA)에서는 e-Navigation의 개념을 “부두에서 부두까지 항해, 관련된 서비스, 해상안전 및 보안, 해양환경보호를 강화하기 위하여 전자적인 수단에 의한 선박과 육상의 해상정보를 조화롭게 수집, 통합, 교환, 표시하는 것”이라고 정의하였고, 또한 e-Navigation을 위한 핵심 구성요소로서, 전해역을 커버하는 전자해도(ENC), 무결성 측위시스템, 선박과 육상을 연결하는 협의된 통신 인프라를 제시하였다²²⁾.

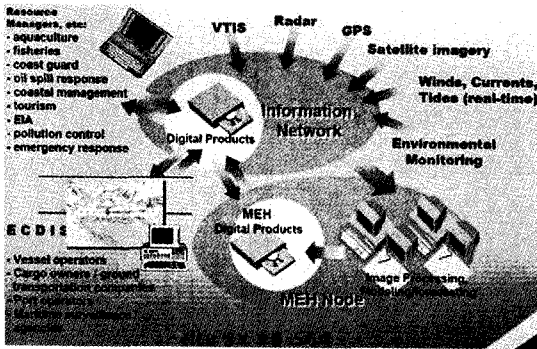
III. 국제 동향

e-Navigation과 관련하여 국제적인 연구현황을 살펴보면, 말라카/싱가포르 해협의 해양전자고속도로(MEH, Marine Electronic Highway) 구축 사업이 추진되고 있고, 미국 해안경비대 연

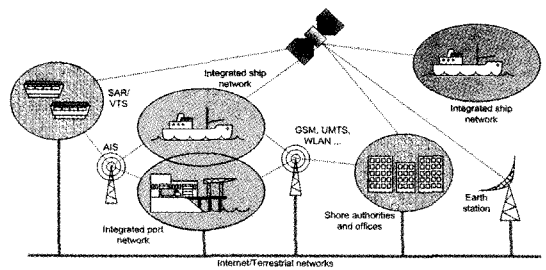
구개발센터(USCG R&D Center)의 지능형 수로시스템과 수로정보네트워크, 그리고 유럽연합(EU)의 해상항해정보서비스(MarNIS, Maritime Navigation Information Services) 사업이 추진 중에 있다. 우리나라의 경우에도 해양수산부의 주관으로 해상안전종합정보시스템(GICOMS) 구축 및 서비스를 추진하고 있다. GICOMS는 정보기술을 활용하여 범국가적 해양재난안전관리 체제를 마련하고, 선박모니터링을 통한 인명피해를 최소화 할 뿐만 아니라, 해적, 테러우범해역내 국내 수출입화물의안전한 수송로 확보를 목적으로 추진하고 있다.

1. 해양전자고속도로(MEH)

혼잡한 해상교통량이 발생하는 말라카/싱가포르 해협의 해양전자고속도로(MEH, Marine Electronic Highway) 구축 사업이 인도네시아, 말레이시아, 싱가포르, 한국, 미국, 일본, 호주, 영국, 독일 등 해협 연안국 및 이송국과 국제해사기구, 국제환경기금, 국제수로기구, 국제유조선선주협회, 세계은행 등에 의해 추진되고 있다. MEH는 전자해도출력장치(ECDIS)를 중심으로 해상교통관제(VTS), 선박모니터링시스템(VMS), 전자해도(ENC), 자동선박식별시스템(AIS) 및 해상기상정보시스템 등을 통합·운영하는 육상의 해양안전종합관제시스템을 구축하고, 궁극적으로 실시간 체계적이고 종합적으로 선박의 안전항행을 유도함으로써, 해양사고를 방지하고, 해상에서의 인명과 재산, 그리고 해양환경 보호 체계를 구축하기 위한 사업이다. 그림 1은 MEH 정보네트워크 구성을 나타낸다.



〈그림 1〉 MEH 정보 네트워크 구성



〈그림 3〉 MarNIS 해상정보네트워크 구성

2. 지능형 수로 시스템(IWS)

미국해안경비대(USCG)의 지능형 수로시스템(IWS, Intelligent Waterway System)과 수로정보네트워크(WIN, Waterway Information Network)를 들 수 있다. IWS는 선박 운항에 안전성을 보장하고 정부기관 및 업체 간의 정보공유를 형성하기 위한 전자정보 네트워크라 할 수 있다. IWS는 그림 2와 같이, 선박의 충돌 회피, 선박 교통흐름 관제, 선박 모니터링을 담당하는 AIS(Automatic Identification System), 항행통보와 해도, 그리고 항행에 필요한 정보의 전송에 관련된 MIDEP(Marine Information Data Exchange Program), 항해사에게 실시간의 종합정보 제공을 목적으로 하는 AN-SAR(Advanced



〈그림 2〉 지능형 수로시스템(IWS)의 구성

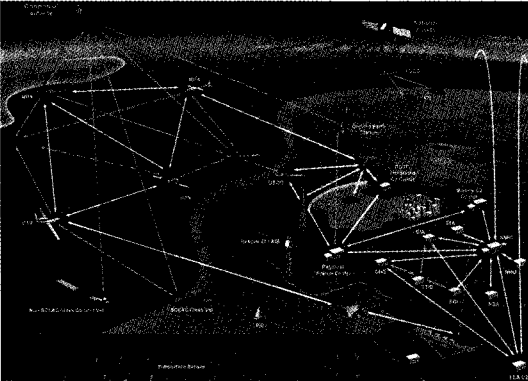
Navigation System - Augmented Reality), 그리고 위의 사항을 거미줄처럼 연계시키는 WIN으로 구성되어 있다⁴⁾.

3. 해상항해정보시스템(MarNIS)

유럽연합(EU)의 해상항해정보시스템(MarNIS)는 해상교통의 안전과 효율성을 지원하기 위하여, 해상정보관리, 항해통신 및 정보시스템 기술지원, 해상 위험분석 및 예방, 항만 운영의 효율성과 선박정보 및 서비스에 대하여 종합적으로 연구하였다. 특히 해상정보통신서비스를 위한 해상 통신 및 정보서비스에 대해 중점적으로 다루었으며, 향후 e-Navigation과 선원의 복지향상을 위한 해상 통신 요구사항도 제시하고 있다. 그림 3은 MarNIS 해상정보네트워크 구성도를 나타낸다⁵⁾.

4. 해상도메인 인식(MDA)

미국의 보안, 안전, 경제 및 환경에 영향을 미칠 수 있는 해상에 관련된 모든 것, 즉, 선박, 항공기, 화물, 선원 등을 실시간 감시하고, 가능한 한

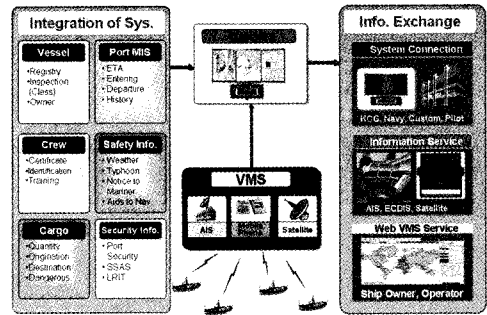


〈그림 4〉 미국의 MDA 개념도

육상으로부터 먼 곳에 있는 위협을 조기에 확인하기 위한 해상 도메인 인식에 도달하기 위한 국가적 계획을 2004년 12월 발표하였다. 이를 위한 감시 센서 및 플랫폼으로써, 레이더, 카메라, 부이, 해상 플랫폼, 항공기 등의 해안감시시스템과 단거리 자동선박식별시스템(AIS), 장거리 AIS, 장거리 선박위치추적(LRIT) 등을 이용한다. 그림 4는 미국의 MDA 계획에 대한 기본 개념을 나타낸다.

5. 해양안전종합정보시스템(GICOMS)

우리나라의 경우에는 해양수산부 주관으로 해양안전종합정보시스템(GICOMS) 사업을 추진하고 있다. 해양안전종합정보시스템은 정보기술(IT)을 활용하여 범국가적 해양재난안전관리 체계를 마련하고, 선박모니터링을 통한 소형선박 및 어선의 조난체계 개선으로 인명피해를 최소화할 뿐만 아니라, 해적, 테러우범 해역내 국내 수출입화물의 안전한 수송로 확보를 목적으로 추진하고 있다. 그림 5는 해양수산부의 해양안전종합정보시스템의 기본 구성도를 나타낸다⁶⁻⁷⁾.



〈그림 5〉 GICOMS의 구성도

III. e-Navigation 개발 요소

e-Navigation을 위해 논의되고 있는 핵심 사항을 살펴보면 다음과 같다.

- 선박운항에 있어서 전해역을 커버하는 포괄적이고, 정확한 최신의 전자해도(ENC) 정보 제공
- 고정확성과 신뢰성 있는 측위신호, Fail-Safe 성능 조건의 만족
- 전자적 포맷 기반의 선박 항로, 조종 파라미터와 수로데이터, 선박 데이터, 승객명세, 보안 상태 등에 관한 정보의 규정
- 해상교통관제소(VTS), 해안경비대, 연안 수로국 등에 의한 선박 대 연안, 연안 대 선박, 그리고 선박 대 선박 간의 위치 및 항해 정보의 전송
- 선박과 연안 사이에서 상기 정보의 통합, 사용자 인터페이스 및 디스플레이 제공
- 특히 선박과 연안 모두 충돌, 좌초 등의 위험 상태에서 정보의 우선순위 결정 및 경보 능력
- 신뢰성 있는 조난 신호의 전송과 해양안전정보의 제공

현재의 해상 정보기술은 이미 e-Navigation을 위한 많은 전략을 제공하고 있으나, 이를 충족하기 위해서는 다음과 같은 논의사항을 고려해야 한다.

- 전자해도(ENC)의 개선, ENC 커버리지 및 인터페이스, ENC 제품의 업데이트를 위하여 국제적으로 채택된 표준 프로토콜의 배포 및 발전
- 정보의 선정과 출력 방법, 선박과 연안의 항해지원 센터와 정보 공유를 위한 선교(Bridge) 시스템의 표준관리와 성능 표준의 동의
- 전문가와 인증된 사용자에게 필요한 정보를 제공하기 위한 프로토콜의 정의는 물론 연안 기반 해양 e-Navigation 지원센터의 설계와 구현
- e-Navigation 체제로 안전하게 전환하기 위한 계획의 설계와 기존 항해 장비의 역할에 대한 모색

이와 같은 협의를 바탕으로, 국제항로표지협회(IALA)에서는 e-Navigation을 위한 핵심요소로서, 전해역을 커버하는 전자해도(ENC), 무결성 측위시스템, 선박과 육상을 연결하는 협의된 통신 인프라를 제시하고 있다.

IV. e-Navigation 구현 방향

1. e-Navigation 구현을 위한 고려사항

e-Navigation 구현을 위한 중점적 고려 사항에 대해 정리하면 다음과 같다.

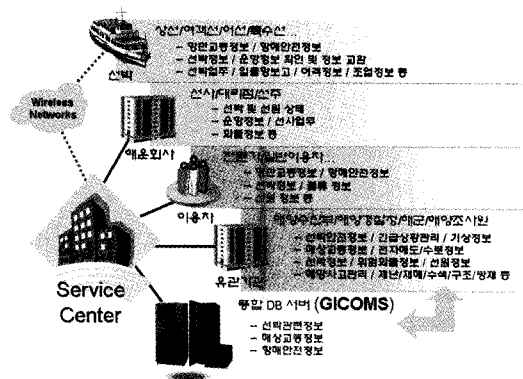
- e-Navigation은 새로운 항로표지나 그 설계 시스템이 아니라, 선박운항에 있어서 안전을 도모하기 위해, 현존하는 기술을 통합하고,

필요에 따라 새로운 기술을 확대해 나가는 것이다. 전파항법 분야에 있어서는 이미 수많은 제조업체의 통합된 항법 및 통신 시스템이 존재하므로 그 시스템간의 표준화된 통합방안에 대한 모색이 필요하다.

- e-Navigation 추진에 있어서, 기술의 주도가 아닌, 실질적인 이용자의 요구사항에 따라 추진되어야 한다. 즉, e-Navigation 시스템 설계는 이용자의 요구사항을 충족하는 것이 우선되어야 한다.
- 전자해도(ENC) 데이터와 그와 관련된 시스템, 그리고 통신 시스템은 국제적인 협회가 필요하고, 시스템 장애를 고려한 보완시스템 체제를 갖추어야 한다.
- e-Navigation은 항해자에서 안전운항에 필요한 정보를 제공해야 한다. 이는 선박운항에 있어서 항해자가 일으킬 수 있는 잠재적인 실수들을 감소시킬 뿐만 아니라, 방심과 과로를 예방할 수 있을 것이다.

2. 해상 이용자 요구사항의 분석

e-Navigation의 추진에 있어서, 기술의 주도가 아닌, 실질적인 이용자의 요구사항에 따라 추진되



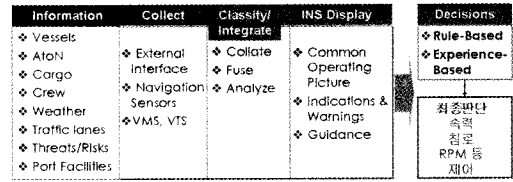
〈그림 6〉 분야별 요구 정보 분석

어야 한다. 즉, e-Navigation 시스템 설계는 이용자의 요구사항을 충족하는 것이 우선되어야 한다. 이용자별 요구정보를 정리하면 그림 6과 같다⁸⁾.

3. 선교 시스템(Bridge System)의 변화

현재의 선교 시스템은 아날로그와 디지털 시스템이 공존하고 있고, 선교 환경의 복잡 및 항해정보가 혼재하고 있다. 즉, RPM 계기, 타각 지시기, 선속계, 풍향·풍속계 등 각종 지시기의 값과 항로 표지 정보, 기상, 항행정보, 위치정보, VHF 통신, 교통현황, 위험경보, VTS 정보 등이 혼재하고 있는 실정이다. 위와 같은 정보에 대한 판단기준은 전적으로 선박운항자의 경험에 의존하고 있다.

그러므로 현재의 선교 시스템을 위치적 연결성에서 의미적 연결성으로 전환되어야 한다. 또한 전문가 시스템에 의한 지식정보의 전달도 가능해야 할 것이다. 지식정보자원의 표준화를 위해서는, 서로 다른 기기의 상호 운영성에서 자원들 간의 의미적 상호 운영성을 확보할 수 있어야 한다. 그리고 지식정보자원의 효율적인 생산, 유통, 공유, 관리를 위하여 규칙, 논리, 추론, 증명, 신뢰

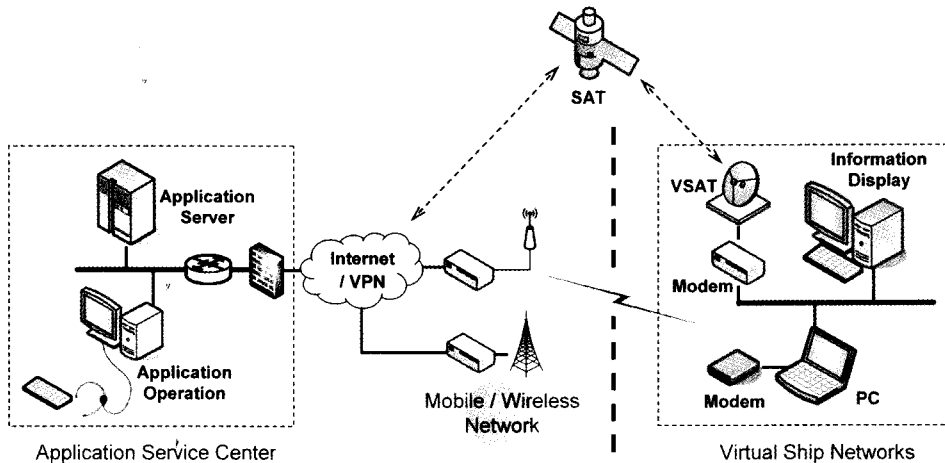


〈그림 7〉 선교시스템의 의사결정 체계

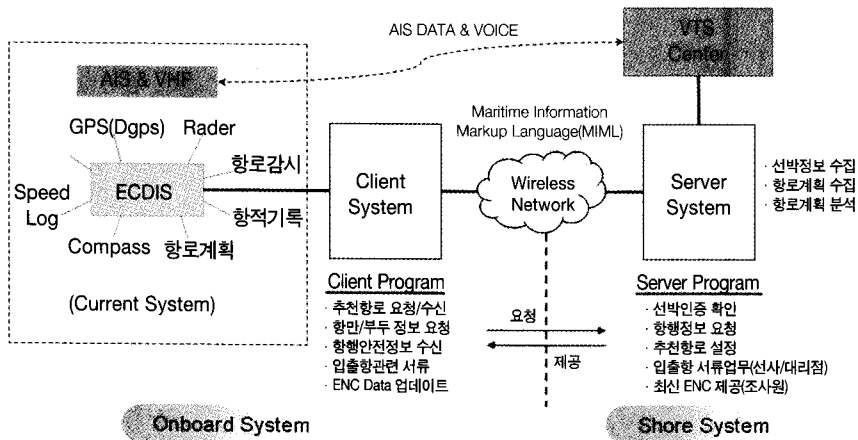
에 관한 표준 연구가 필요하다. 모듈화 및 통합화된 통합항해시스템(INS)의 설계가 필요하다. 일반적인 항해 상황의 인식과 위험상황에서의 신속한 판단 및 조치를 위한 AIS와 같은 선박 도메인 인식(Ship Domain Awareness)이 필요하다. 정보수집에서 판단 및 대응까지의 흐름 예를 제시하면 그림 7과 같다⁹⁾.

4. 해상 광대역 통신네트워크의 구현

선박과 육상 간, 그리고 선박과 선박 간의 정보 교환을 위한 해상 광대역 통신네트워크는 해상 안전정보 제공 및 효율적인 운항을 위해 필수적인 요소라 할 수 있다. 대양에서의 해상 통신은 주로 고가의 위성을 이용하고 있는 실정이며, 아



〈그림 8〉 해상 광대역 통신네트워크



〈그림 9〉 해상 정보교환 체계

직까지 적절한 대체수단이 없는 실정이다. 그러므로 향후 e-Navigation 체계 하에서는 선박과 육상간의 정보교환을 위한 통신체계가 구성되어야 할 것이며, 그 구성을 위한 가능한 광대역 통신네트워크 아키텍처를 제시하면 그림 8과 같다.

5. 표준화된 해상정보 교환 모델

선박에서 항만 입출항시 AIS나 VHF 통신을 이용하여, 해상교통관제소(VTS)와 교신하고 있다. 그러므로 기존 통신체제에 무선 네트워크를 기반으로 하는 연계 시스템 구성이 필요하다. 그림 9는 현행 시스템과 무선 네트워크 시스템과의 연계 구성시 정보 교환을 나타낸다.

여기에서 항만 정보네트워크는 선박 통항에 필요한 다양한 정보형태와 다양한 포맷을 처리하고 확인할 수 있어야 한다. 이 네트워크 구현을 위해서는 정보 전송 및 교환을 위한 표준 언어 즉, 해양정보마크업언어(MIML, Maritime Information Markup Language)를 개발하고 생성하는 것이 필요하다. 이 MIML은 정보전송 수

단으로 주목 받고 있는 XML 기술을 적용한 것으로 복잡하고 다양한 정보를 일관된 스키마(XSLT) 형태로 표현 및 전송이 가능하다. AIS 메시지, 선박 입출항 관련 해사업무 정보, S-57 스키마, 항행통보 스키마 등의 모델은 기본 스키마 모델로 표현되며, 세부 응용사양에 따라 각 스키마가 결합되어 새로운 스키마로 작성된다. 이 MIML은 e-Navigation을 위한 항만 정보네트워크 구현에 있어서 정보전송을 위한 표준으로 자리 잡을 것으로 기대하고 있다.

V. 결론 및 향후 전망

e-Navigation 체제는 선박운항의 안전성 제고와 선박 운항관제의 활성화를 가져다 줄 것이다. 국제해사기구(IMO)에서 수행되고 있는 e-Navigation 전략 개발에 있어서 중요한 요소는 e-Navigation이 포함할 서비스 범위, 포함하는 서비스 제공에 필요한 인프라 및 장비의 식별, 인프라 구축 및 운용 비용을 부담할 주체에 대한 논

의, 그리고 e-Navigation으로 인한 이익과 투자비용에 대한 비교분석 등이다.

e-Navigation 전략 개발이 완료되면 1단계로는 해상교통 관제시스템(VTS), 선박의 선교(Bridge) 시스템, 무선 통신장비 등에 대한 표준화 작업이 이루어 질 것이다. 이 과정에서 각국 간에 자국 보유기술을 표준화시키기 위한 경쟁이 치열할 것으로 예상된다. 특히 우리나라의 무선인터넷 기술인 와이브로(Wibro)가 국제표준에 채택됨에 따라 항만 내에 와이브로에 기반한 항만 무선인터넷 환경이 구현된다면, 국제적인 기술적 우위를 확보할 수 있을 것이다. 2단계에서는 e-Navigation 체계 하에서의 다양하고 풍부한 서비스 제공을 위한 관련 소프트웨어 및 하드웨어의 개발이 이루어질 것으로 기대된다.

e-Navigation 체계 하에서 선박의 항해는 현재와는 전혀 다른 패러다임으로 바뀔 것이다. 예를 들어, 현재 입출항 시 요구되던 복잡한 절차는 One-stop 쇼핑 형태로 단순화되고, 현재 선박 중심의 항해에서 육상 e-Navigation 센터가 적극적으로 관여하는 항해 체계로 바뀔 것이며, 해상정보의 공유와 활용이 무선 인터넷을 통해 보다 광범위하게 이루어질 것이다. 전체적으로 항해자의 수작업에 의존하던 업무는 자동화 처리되어 효율과 신뢰성이 크게 향상될 것으로 기대된다. 그러나 e-Navigation 체계가 정착되기까지는 최소 10년 이상 걸릴 것으로 보인다. 기존 시스템에서 e-Navigation 체계로 변환하는 과도기에 발생할 혼란, e-Navigation 체계의 신뢰성이 확보되지 않았을 때 가져올 대형사고 등 많은 사람들에게 의해 제기되고 있는 우려를 해결하는 것이 앞으로의 과제이다.

EU를 비롯한 선진국에서는 이미 e-Navigation에 대비한 연구를 10여년 전부터 수행해 왔다. 앞

에서 언급한 EU의 MarNIS 사업은 현재 거의 마무리 단계로 당장 실용화를 할 수 있는 수준에 있는 것으로 보인다. 국내에서도 e-Navigation의 중요성을 깊이 인식하고, 2006년에는 관련 산학연 전문가들로 작업반을 구성하여 워크숍 등을 개최한 바 있다. 또한 해양수산부에서도 e-Navigation 핵심기술 개발을 위한 연구 사업을 기획 추진하고 있다. 따라서 IMO의 e-Navigation 전략 개발 과정을 주시하면서, e-Navigation 체계에 대비한 연구를 수행할 필요가 있다.

더욱이 AIS의 출현과 함께 VTS의 전통적인 역할이 일반적으로 규정되어진 제한된 임무와 레이다 범위의 한계를 넘어 확장하고 있고, 또한 선박들의 활동영역도 더 넓어지고 있는 추세이므로, IALA, IMO, IHO, ITU와 같은 국제적인 조직과 협력을 통하여 해상안전과 해상환경 보호라는 두 가지 목표에 기여할 수 있을 것이다. 무엇보다도 기술이 주인공이 아닌 실제 이용자가 주인이 되는 기술개발 전략을 펼쳐야 할 것이다.

참고문헌

- [1] IMO, Maritime Safety Committee 81st Session, Agenda Item 23, Development of an E-Navigation Strategy, 2005.
- [2] Sally Basker, e-Navigation: The way ahead for the maritime sector, 2005.
- [3] IALA, E-NAV Committee input to the IMO NAV Correspondence Group TOR on e-NAV, 2006.
- [4] J.W. Spalding, K.M. Shea, Intelligent Waterway System and the Waterway Information Network, the Institute of Navigation National Technical Meeting, 2002.
- [5] MarNIS, Maritime Navigation and Information

Services

<http://www.marnis.org>

- [6] 안광, 선박위치보고시스템의 현황과 국제동향, 선박위치정보 이용에 관한 세미나, 2005.
- [7] 해양수산부 해양안전종합정보시스템 (GICOMS), <http://www.gicoms.go.kr>
- [8] 서기열, 오세웅, 조득재, 박상현, 서상현, e-Navigation을 위한 항만정보네트워크 구현방안, 한국해양정보통신학회지, 10권 11호, pp.1927-1933, 2006.
- [9] 정중식, 해상무선통신시스템의 적용에 관한 IMO 동향과 E-Navigation Strategy, 한국해양연구원 해양시스템안전연구소 세미나 자료, 2006.

저자소개



서기열

1995년 2월 동신대학교 전자공학과
 1998년 2월 동 대학원 제어계측 석사
 2003년 2월 목포해양대학교
 해상정보계측공학 박사
 2006년-현재 한국해양연구원
 해양탐사장비연구사업단 연구원

주관심 분야 : 위성항법시스템, 해양정보통신, 지능
 제어시스템



서상현

1979년 2월 서울대학교 조선공학과
 1982년 2월 동 대학원 조선공학 석사
 1991년 2월 Univ. of Michigan 조선공학 박사
 1991년-현재 한국해양연구원 해양시스템기술연구
 본부 본부장

주관심 분야 : 위성항법시스템, 해양GIS