

---

# E-Navigation을 위한 항만 정보네트워크 구현방안

서기열\* · 오세웅\* · 조득재\* · 박상현\* · 서상현\*

## Implementation Plan of Port Information Network for an E-Navigation

Ki-yeol Seo\* · Se-woong Oh\* · Deuk-jae Cho\* · Sang-hyun Park\* · Sang-hyun Suh\*

---

본 논문은 한국해양연구원의 기본 연구사업인 “네트워크 기반의 항만관제 및 항법체계 기술개발”과 국립해양조사원의 “차세대 전자해도 개발 용역” 과제의 지원으로 수행되었음

---

### 요 약

본 논문에서는 이네비게이션(E-Navigation)의 기반이 될 수 있는 정보 네트워크의 구현방안을 제시한다. 정보통신 기술을 이용하여 E-Navigation 정보 네트워크의 기반이 되는 네트워크 체계를 구성하고, 해상교통 지원시스템을 정비함과 동시에 종합적인 항만 정보네트워크를 구축한다. 그리고 항만관련 종사자에게 선박간, 선박과 육상간 무선 네트워크 이용을 권고하여 그 효율성을 확대할 것이다. E-Navigation을 위한 정보네트워크의 구축은 항만의 물류흐름과 교통안전에 위하여 초고속 무선 인터넷 인프라를 구축하는 것으로서, 해상에서의 적용이 더욱 효과적인 무선 정보네트워크 인프라를 항만 내에 도입하는 것이다. 인터넷이 가지고 있는 무한한 잠재성, 응용성, 공유성을 이용하므로 해상 교통 흐름 및 교통안전에 획기적인 변화를 가져올 수 있을 것이다.

### ABSTRACT

This paper proposes the implementation plan of information network for an E-Navigation. Firstly, It configures to the network system based on E-Navigation information network using information and communication technology. And then, it builds on the total port network and tuning up the maritime traffic support system. It will expect to the efficiency through information network between ship to ship related port operator. Building of information network for the E-Navigation, it is to build on the wireless internet infrastructure for the port logistics and traffic safety.

### 키워드

E-Navigation, Port Information Network, IMO, WIN, IWS AIS, MIML

### I. 서 론

해상운송의 효율을 높이고, 항행의 안전성 확보를 위한 연구의 방향은 선박의 첨단화 및 항만 시설의 증가로 진행되어 왔다. 특히 해상교통 분야에서 정보통신기술의

활용은 육상과 해상의 정보교환을 높이며, 해사정보의 조밀성을 높여 해상에서의 안전성 향상에 기여하고 있다. 현재 국제해사기구(IMO)에서는 “청정 해양에서의 안전, 보안 및 효율적 해운”에 기여하는 보다 정확하고 효율적인 시스템을 개발하기 위한 수단으로 해사안전위

원회(MSC) 81차 회의에서 이네비게이션(E-Navigation) 전략 개발을 제안하였고, MSC 81에서는 2008년 완료 목표로 항해안전전문위원회(NAV)와 해상통신 및 수색 구조 전문위원회(COMSAR)의 신규의제로 포함하였다 [1].

E-Navigation은 부두에서 부두까지의 항해, 선상에서의 안전 및 보안, 해양환경보호를 위하여 전자적인 방법으로 본선 및 육상의 해상관련 정보를 수집하고 통합하여 표시하는 것을 말한다. 지금까지 개별적으로 개발되어 온 항해장비, 즉, 선박자동식별시스템(AIS), 전자해도(ENC), 레이더(Radar) 등 선박항법장치 간의 유기적인 작동과 사용자의 편의를 위한 새로운 개념의 선박항법시스템이다

AIS, 전자해도표시장치(ECDIS), ARPA, 무선 항해, 선박장거리위치추적(LRIT), 선박통항관계(VTS), 전세계 해상조난안전제도(GMDSS) 등의 다양한 전자 항해, 통신 기술과 서비스 등은 항해 오류와 실패를 줄이고, 수색구조(SAR), 오염 사고 응답, 보안, 부족한 해양자원의 보호 같은 영역에서 많은 이점을 가져다 줄 수 있다. 또한 화물 도착시 진행정보의 확보가 가능할 뿐만 아니라, 혼잡 항만이나 협수로, 혹은 빈약한 가시 조건에서도 많은 운영적 이점을 제공할 수 있다. 그렇지만, 이런 기술적인 진보가 부조화를 남긴다면, 미래 국제 해운 산업의 발달은 선박과 육상간 표준화의 결여, 선박 간의 호환성 부족과 불필요한 복잡성의 증가로 더욱 많은 문제를 야기할 것이다. 즉, 해도, 선교 디스플레이 장치, 전자 기반 항해, 통신 그리고 연안 인프라 등의 활동과 변화의 모든 범위에 대하여 정확히 일치하기는 어렵기 때문에, E-Navigation의 전략적 비전 수행은 지금의 운영방식과 항해 수단을 보완할 필요가 있다[2].

따라서 본 논문에서는 E-Navigation의 기반이 될 수 있는 정보 네트워크의 구현방안을 제시하고자 한다. 먼저, 정보통신 기술을 이용하여 E-Navigation 정보 네트워크의 기반이 되는 네트워크 체제를 구성하고, 해상교통 지원 시스템을 정비함과 동시에 종합적인 항만 네트워크를 구축하여, 항만관련 종사자에게 선박간, 선박과 육상국 간의 인터넷 이용이 가능하도록 할 것이다. E-Navigation을 위한 정보네트워크의 구축은 항만의 물류흐름과 교통안전을 위해 초고속 무선 인터넷 인프라를 구축하는 것으로 해상에서 적용이 더욱 효과적이라 할 수 있는 무선 인터넷 인프라를 항만 내 도입함으로써 해상 교통 흐름 및 교

통안전에 획기적인 변화를 가져다 줄 수 있을 것이다.

## II. 항만 정보네트워크 현황

항만 네트워크와 유사한 연구 사례로 혼잡한 해상교통량이 발생하는 말라카/싱가폴 해협에 해양전자고속도로(MEH, Marine Electronic Highway) 구축 사업이 인도네시아, 말레이시아, 싱가포르, 한국, 미국, 일본, 호주, 영국, 독일 등 해협 연안국 및 이용국과 국제해사기구, 국제환경기금, 국제수로기구, 국제유조선선주협회, 세계은행 등에 의해 추진되고 있다.

또한, 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 선박의 충돌 회피, 선박 교통흐름 관제, 선박 모니터링을 담당하는 AIS(Automatic Identification System), 항행통보와 해도 그 외 항행에 필요한 정보의 전송에 관련된 MIDEP(Marine Information Data Exchange Program), 항해사에게 실시간의 종합 정보 제공을 목적으로 하는 AN-SAR(Advanced Navigation System - Augmented Reality), 그리고 위의 사항을 거미줄처럼 연계시키는 WIN으로 구성되어 있다. 그림 1은 미국해안경비대(USCG) R&D 센터의 IWS 구성을 나타내고, 그림 2는 미국해안경비대의 현행 시스템 연계도를 각각 나타낸다 [3].

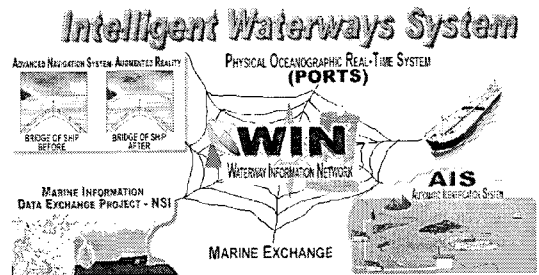


그림 1. 지능형 수로시스템(IWS)의 구성  
Fig. 1. Intelligent waterway system(IWS).

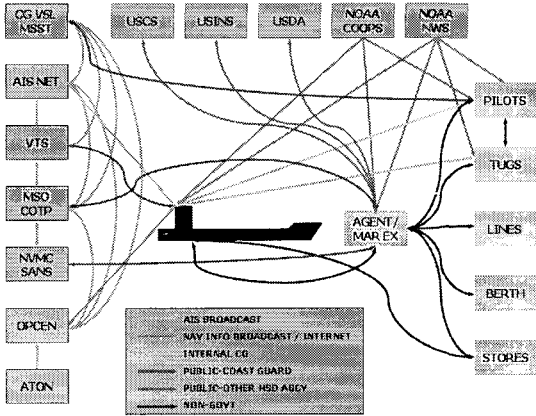


그림 2. 미국해안경비대의 현행 시스템 연계도  
Fig. 2. Current system of USCG.

또한 미국 IWS는 선박의 입출항에 요구되는 복잡한 정보전송을 효과적으로 처리하기 위하여 MIML(Maritime Information Markup Language) 표준을 개발하였다. MIML은 정보전송 수단으로 주목 받고 있는 XML 기술을 적용한 것으로 복잡하고 다양한 정보를 일관된 스키마(XSLT) 형태로 표현 및 전송이 가능하다. 그림 3은 미국해안경비대 R&D 센터의 MIML 스키마를 나타낸다[3][4].

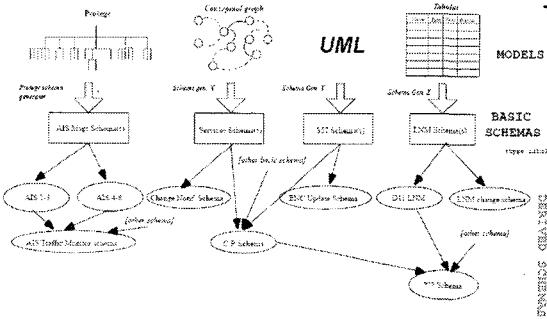


그림 3. USCG R&D 센터의 MIML 스키마  
Fig. 3. MIML schema of USCG R&D center.

## 2.1 국내 현황

우리나라의 경우에는 해양수산부 주관으로 해상안전 종합정보시스템(GICOMS) 사업을 추진하고 있다. 해상안전종합정보시스템은 정보기술(IT)을 활용하여 범국가적 해양재난안전관리 체제를 마련하고, 선박모니터링을 통한 소형선박 및 어선의 조난체계 개선으로 인명피해를 최소화할 뿐만 아니라, 해적, 테러우범 해역내 국내 수출

입화물의 안전한 수송로 확보를 목적으로 추진하고 있다. 그림 4는 해양수산부의 해상안전종합정보시스템의 기본 구성도를 나타낸다.

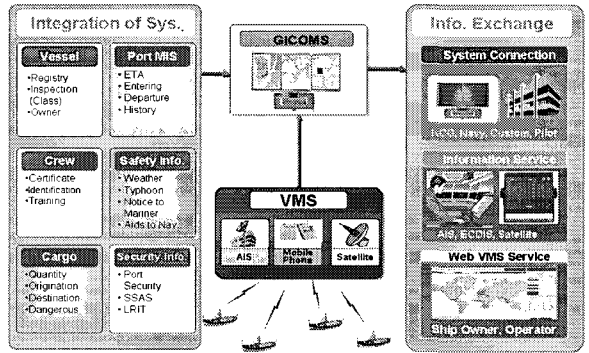


그림 4. GICOMS의 구성도  
Fig. 4. Configuration of GICOMS

GICOMS의 정보흐름체계는 그림 5와 같다. 정보수집 단계에서는 선박의 위치 및 안전관련 정보를 수집하고, 정보통합 단계에서는 통합DB구성과 위치정보에 따른 항행 분석을 수행한다. 또한 서비스체계 및 네트워크에서는 통합정보의 변환을 통해 육상 네트워크와 연결된 사용자와 정보 공유 및 서비스가 가능한 체계로 구성되어 있다[5][6].

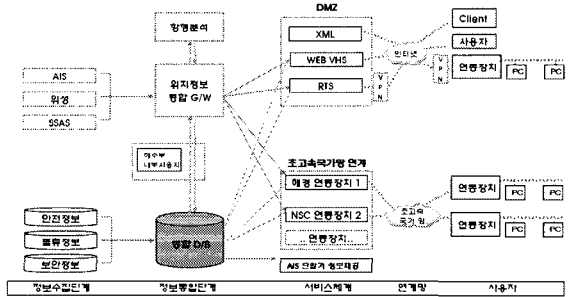


그림 5. GICOMS의 정보흐름체계  
Fig. 5. Information flow diagram of GICOMS.

## III. E-Navigation 개발 요소 분석

### 3.1 개발 이슈 분석

E-Navigation 개발의 핵심요소와 정책방향을 살펴보면, 우선 선박 운항에 있어서 전 해역을 커버하는 포괄적이고, 정확한 최신의 전자해도(ENC) 제공이 필요하다. 더

속이, 정밀하고, 신뢰성 있는 전자측위신호, Fail-Safe 성능 조건을 만족해야 한다. 또한, 전자적 포맷으로 선박 경로, 항로, 조종 파라미터와 수로 데이터, 선박 데이터, 승객 명세, 보안 상태 등에 관한 정보의 규정이 필요하다. VTS, 해안경비대, 수로국 등에 의한 선박 대 연안, 연안 대 선박, 그리고 선박 대 선박 간의 위치 및 항해 정보의 전송이 가능해야 하고, 선박과 연안에서 상기 정보의 통합, 사용자 인터페이스 및 디스플레이 제공이 이루어져야 한다. 특히, 선박과 연안 모두 충돌, 좌초 등의 위험상태에서 정보의 우선순위 및 정보 능력이 필요하고, 또한 신뢰성 있는 조난 신호의 전송과 해상 안전정보 제공 등이 필요하다[1][7].

3.2 중요 요소

현재의 정보 기술은 이미 많은 E-Navigation 전략을 제공하고 있다. 그러나 ENC 제품의 증가와 ENC 커버리지와 인터페이스, ENC 제품 업데이트를 위하여 국제적으로 채택된 표준 프로토콜의 배포 및 발전이 필요하다. 또한, 정보의 선정과 디스플레이 방법, 선박과 연안의 항해지원센터와 정보 공유를 위하여 선교(Bridge) E-Navigation 시스템의 표준관리와 공통적인 성능 표준의 동의가 필요하다.

전문가와 공인된 사용자에게 더 많은 정보를 제공하기 위한 프로토콜의 정의는 물론 연안기반 해양 E-Navigation 지원센터의 설계와 수행이 필요하다. 또한 E-Navigation으로 안전하게 전환하기 위한 계획 설계와, 기존 항해 장비의 역할에 대한 모색이 필요하다[1][7].

3.3 요구 사항 분석

항만이나 연근해에서 선박 운항에 필요한 무선 네트워크 시스템 설계를 위한 요구사항을 정리하면 표 1과 같다.

표 1. 항만 무선 네트워크 시스템 요구사항  
Table 1. Requirements of port network system.

구분	내용
적용 범위	항만, 항계 혹은 연안까지 커버할 수 있는 커버리지가 필요함
처리량	항만을 입출항 하는 선박, 이용자 수, 연결시스템에서의 지연과 병목을 고려
이동성	선박의 종류별 이동 상황을 고려하여 이동시에도 충분한 연결성을 확보
보안	항만 관계와 군, 해경 등의 특수 업무에 이용할 경우 보안도 고려
간섭 방해	선박시스템이나 다른 무선 네트워크 시스템간의 간섭이나 방해를 고려
비용	엑세스 지점의 수, 적용 범위, 서비스 대상, 이용자 수와 형태에 따른 비용을 고려

항만 네트워크를 구축하기 위한 대역폭(B) 계산은 식 (1)에 의해 가능하다.

$$B = \sum_{i=1}^n b_i \times u \times m \times r \tag{1}$$

여기에서, B는 대역폭(bps), n은 수요예측에 의한 이용자 수, b<sub>i</sub>는 서비스별 통신 회선당 대역폭(bps), u는 이용률(%), m은 동시사용 최저 사용자 비율(%), r은 연도별 평균 증가율(%)을 각각 의미한다. 예를 들어, 동일 시간대에 부산 항계 내에 존재하는 선박이 134척이고, 선박관제를 위한 데이터 처리량이 64kbps, 네트워크 이용률이 50%라 추정하고, 예상 동시접속률이 20%, 5년간 평균 이용자 증가율이 10%라 한다면, 추정 대역폭은 약 1.286Mbps가 된다.

그리고 항만 무선 네트워크 및 정보 네트워크 구성을 위해서는 먼저 항만 네트워크 구현을 위해 요구되는 시스템과 정보의 분석이 필요하다. 따라서 선박과 육상국 간의 전송정보 내용을 분석 및 정리하면 표 2와 같다. 그리고 정보 네트워크 구현을 위한 선박의 운항과 관련된 분야별 요구정보를 정리하면 그림 6과 같다.

표 2. 전송 정보 내용 분석  
Table 2. Contents of transfer information.

구분	정보 내용
VTS Center	선박정보 수집 (AIS/Radar/CCTV/PTMS) 항로계획/분석/최적항로 수립 선박인증/정보제공레벨 결정 항행정보 확인 선박교통흐름예측 및 분석
GICOMS	해양안전정보통합처리 관할무재해역 정보처리 해적/위험해역 정보 제공 원항 해역 정보 제공
PORT-MIS	선박입출항 정보 선박/선원/사용자 정보 제공 항만시설 사용 정보 건역 및 선박검사 정보 제공
NORI	수로 및 해양지리정보 최신 전자해도(ENC) 제공 조류/조석/조위 정보 항행통보/사격훈련/안전정보 해양공간정보(관측/측량/해조)
선사/대리점	선박입출항 서류 업무처리 선박 정보 선원/승객 정보 화물정보 항만시설사용허가서

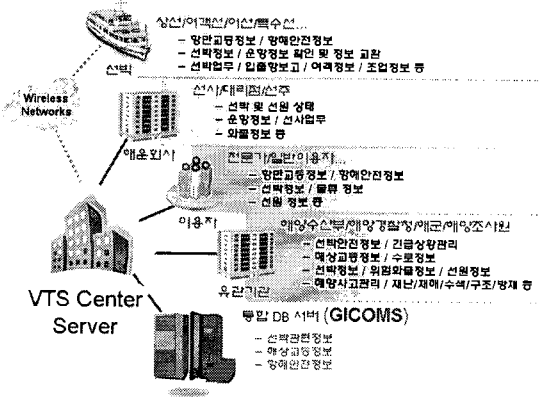


그림 6. 분야별 요구 정보 분석  
Fig. 6. Analysis of information requirements.

항만 네트워크 구현을 위한 주요항만별 최소 커버리지를 분석한 결과는 표 3과 같다. 항로표지 등의 시설물을 고려 할 경우, 최소한의 요구되는 커버리지를 분석한 결과이다. 그리고 그림 7은 부산항에서 셀반경이 1.5km일 경우의 커버리지를 각각 도시한 것이다.

표 3. 주요 항만별 최소 커버리지  
Table 3. Minimum coverage of major ports.

항명	울산	부산	여수/광양	목포	평택	인천
커버리지 (km)	1.8	1.5	1.5	1.2	1.1	2

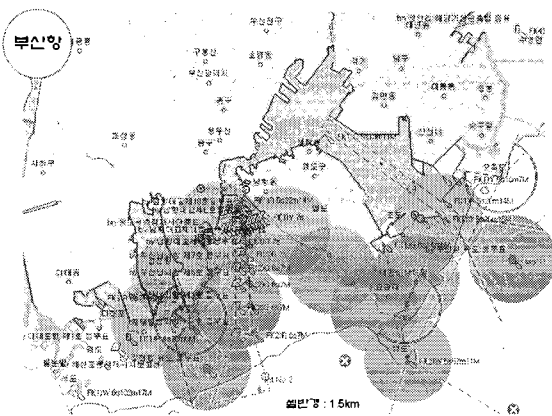


그림 7. 부산항의 커버리지 분석  
Fig. 7. Coverage of Busan port.

항만 정보네트워크 구현을 위한 최소한의 요구사항을 정리하면, 항만관계 및 선박의 항만입출항 지원을 위한

최소한의 데이터 전송대역폭은 1.29Mbps이상, 선박이 운항 중에도 네트워크 연결이 가능하도록 40km/h이상의 이동성 확보, 그리고 항만이나 항계 내 범위, 항로표지의 위치, 운항항로 등을 분석하여, 최대한의 넓은 커버리지를 확보할 수 있는 액세스 포인트(Access Point) 배치가 필요하다.

#### IV. 항만 정보네트워크 구성

##### 4.1 항만 무선 네트워크 구성

항만 정보 네트워크를 구축하기 위해서는 고속의 정보 전송률(Data rate)과 이동중 정보 전송의 안전성 확보, 그리고 기지국 및 중계기간의 정확한 시각동기(Hand-off) 등을 기본적으로 확보하고 있어야 한다. E-Navigation을 위한 항만 정보네트워크 시스템의 기본 구성을 나타내면 그림 8과 같다. 선박의 선교(Bridge)에서는 선박운항에 필요한 전자해도(ENC), GPS 혹은 DGPS를 이용한 자선의 위치, 속도(Speed log) 및 방위계(Compass), 자동조타시스템(Autopilot system), 전자해도표시장치(ECDIS)에 자동선박식별시스템(AIS) 등을 하나의 단일 창구(Single window)로 일원화 시키고, 선박용 모뎀(VMM)을 이용하여, 선박에서 무선네트워크 연결이 가능하도록 한다.

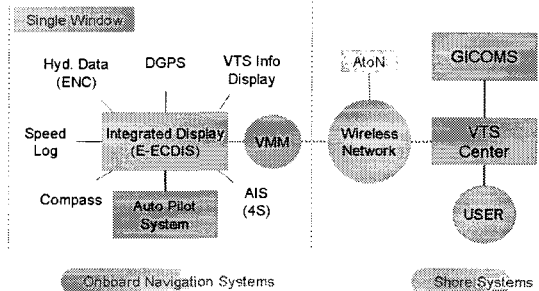


그림 8. 항만 정보네트워크 시스템 기본 구성  
Fig. 8. Basic diagram of port information network system.

항만 무선 네트워크를 구현하기 위한 선교시스템과 연안시스템의 세부적인 구성을 나타내면 각각 그림 9, 그림 10과 같다. 선교(Bridge or Onboard) 시스템에서는 기존 ECDIS 장비에 추가하여 해상조난안전제도(GMDSS), AIS 장비 등을 연결하고, 또한 선박운항과 관련하여 연안 VTS 관계 정보를 디스플레이 할 수 있는 시스템으로 구성된다.

또한 연안에서는 VTS 센터를 중심으로 육상 유선 네트워크를 이용하여, 선사나 대리점, 해양안전종합정보시스템(GICOMS), 항만운영정보시스템(Port-MIS), 해양조사원(NORI), 해경, 해군, 지방해양수산청 등과 연계하여 선박 입출항과 관련된 안전정보 및 요청 정보를 제공한다. 여기에서 항로표지(AtoN)는 무선 네트워크를 위한 라우터 역할을 수행 할 수 있도록 구성한다.

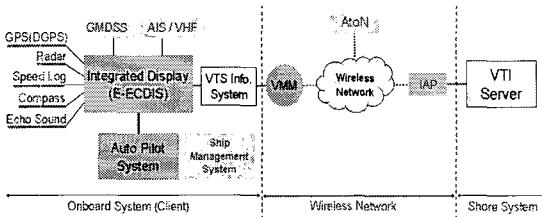


그림 9. 선교 시스템의 구성  
Fig. 9. Configuration of onboard system.

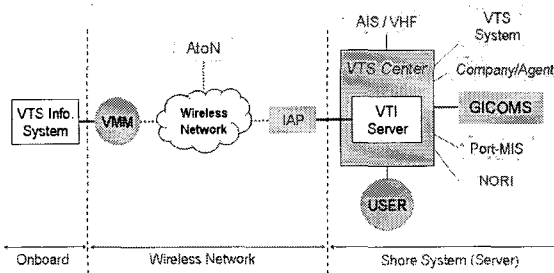


그림 10. 육상 시스템 구성  
Fig. 10. Configuration of shore system.

4.2 항만 정보 교환 모델

선박에서 항만 입출항시 AIS나 VHF 통신을 이용하여, 선박관제센터(VTS center)와 교신하고 있다. 그러므로 기존 통신체제에 무선 네트워크를 기반으로 하는 연계 시스템 구성이 필요하다. 그림 11은 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 수단으로 주목 받고 있는 XML 기술을 적용한 것으로 복잡하고 다양한 정보를 일관된 스키마(XSLT) 형태로 표현 및 전송이 가능하다.

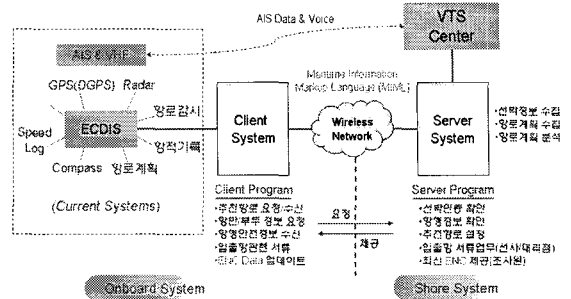


그림 11. 시스템 연계 구성시 정보 교환 체제  
Fig. 11. Information transfer system for integrated network system.

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 것이다.

V. 결론

본 논문에서는 E-Navigation의 기반이 될 수 있는 정보 네트워크의 구현 방안을 제시하였다. 먼저, 정보통신 기술을 이용하여 E-Navigation 정보 네트워크의 기반이 되는 항만 네트워크 체제를 구성하고, 해상교통 지원시스템을 정비함과 동시에 종합적인 항만 무선 네트워크를 구축하여, 항만관련 산업자에게 선박간, 선박과 육상국 간의 인터넷 이용이 가능한 항만 무선 네트워크 시스템과 정보 네트워크를 제안하였다. E-Navigation을 위한 정보네트워크의 구축은 항만의 물류흐름과 교통안전에 위해 초고속 무선 인터넷 인프라를 구축하는 것으로 해상에서 적용이 더욱 효과적이라 할 수 있는 무선 인터넷 인프라를 항만 내 도입함으로써 해상교통 흐름 및 교통안전에 획기적인 변화를 가져다 줄 수 있을 것이다.

그러나 항만 정보 네트워크는 선박 통항에 필요한 다양한 정보형태와 다양한 포맷을 처리하고 확인할 수 있어야 한다. 항만 정보 네트워크 구현을 위해서는 국내 항만 특성에 맞는 정보 전송 및 교환을 위한 표준 언어 (Maritime Information Markup Language)를 개발하고 생성하는 것이 필요하다.

참고문헌

- [1] IMO, Maritime Safety Committee 81st Session, Agenda item 23, Development of an E-Navigation Strategy, 2005.
- [2] Dr. Sally Basker, e-Navigation: The way ahead for the maritime sector, 2005.
- [3] J.W. Spalding, K.M. Shea, Intelligent Waterway System and the Waterway Information Network, the Institute of Navigation National Technical Meeting, 2002.
- [4] R. M. Malyankar, K. M. Shea, J. W. Spalding, M. J. Lewandowski, A. R. Baddam. Managing Heterogeneous Models and Schemas in the Waterway Information Network. Conference on Digital Government research, pp.179-182, 2003.  
<http://www.eas.asu.edu/~gcss/research/navigation>
- [5] 안광, 선박위치보고시스템의 현황과 국제동향, 선박위치정보 이용에 관한 세미나, 2005.
- [6] 해양수산부, 해양안전종합정보시스템(GICOMS)  
<http://www.gicoms>.
- [7] 정중식, 해상무선통신시스템의 적용에 관한 IMO 동향과 E-Navigation Strategy, 한국해양연구원 해양시스템안전연구소 세미나 자료, 2006.

저자소개

서 기 열(Ki-Yeol Seo)



1995년 동신대 전자공학과  
1998년 동 대학원 제어계측 전공 석사  
2003년 목포해양대학교 해상정보계측공학 전공 박사

2006년-현재 한국해양연구원 해양탐사장비연구사업단 연구원  
※ 관심분야: 해양정보통신, 전자해도, 지능제어시스템

오 세 웅(Se-Woong Oh)



1999년 한국해양대학교 물류시스템공학과  
2001년 동 대학원 물류시스템공학 석사

2001년-현재 한국해양연구원 해양탐사장비연구사업단 연구원  
※ 관심분야: 해양GIS, 전자해도, 해양정보통신

조 득 재(Deuk-Jae Cho)



1999년 충남대학교 전자공학과  
2001년 동 대학원 제어전공 석사  
2005년 동 대학원 제어전공 박사

2005년-현재 한국해양연구원 해양탐사장비연구사업단 연구원  
※ 관심분야: 위성항법시스템, 해양정보통신

박 상 현(Sang-Hyun Park)



1994년 충남대학교 전자공학과  
1996년 동 대학원 전자공학 석사  
2002년 동 대학원 전자공학 박사

2005년 현대자동차기술연구소 선임연구원  
2005년-현재 한국해양연구원 해양탐사장비연구사업단 선임연구원  
※ 관심분야: 위성전파항법측위, 해양정보통신

서 상 현(Sang-Hyun Suh)



1979년 서울대학교 조선공학과  
1982년 동 대학원 조선공학 석사  
1991년 Univ. of Michigan 조선공학 박사

1999년 한국기계연구원 선임연구원  
2005년-현재 한국해양연구원 해양시스템기술연구본부 본부장  
※ 관심분야: 위성항법시스템, 해양GIS, 해양정보통신