

## 선박 PMS를 위한 데이터 수집 미들웨어와 사용자 편의적 디스플레이연구\*

이 서 정\*\*

A Research of Data Gathering Middleware and User Friendly  
Display for vessel PMS(Planned Maintenance System)\*

Seojeong Lee\*\*

### ■ Abstract ■

Vessel PMS (Planned Maintenance System) is a paper and/or software based system to monitor vessel engine equipment including main propulsion, steering, auxiliary machinery and cargo handling information. This is one of mandatory survey for vessel introduced by IMO (International Maritime Organization). The planned maintenance as well as documentation must be performed according to a system to be approved by classification agencies. Recently, vessel owners have preferred software based systems to collect and preserve accurate data. However, not ship specific and not taking into account the user are said by end users as operational difficulties. To relieve these concerns, this research analyzes vessel PMS data, suggests a middleware to support automatic collection and design consideration of user interface.

Keyword : Vessel PMS(Planned Maintenance System), IMO(International Maritime Organization), e-Navigation, EMDM(European Maritime Data Management), Middleware

## 1. 서 론

최근 선박의 안전운항을 도모하고 선박에 탑재된 장비의 운용을 체계화하여 선박의 노후화를 지연하기 위한 목적으로 UN 산하 국제해사기구(IMO, International Maritime Organization)에서는 선박 예방정비 시스템에 대한 의무규정을 정의하였고, 우리나라를 포함하여 전 세계적으로 서비스를 시행 또는 예정이다[16]. 이 규정에는 자체 체계를 갖추고 있는 경우 정기검사시기를 연장할 수 있는 제도를 정의하고 있으며, 정기검사에 드는 시간과 비용을 줄여 선박 운용에 활용하기 위해 많은 선박 소유사 및 운용사에서 자발적으로 PMS를 도입하고 있다. 기본적으로 PMS는 선박 엔진, 각종 기관 장비 및 부품의 정비시점을 관리하는 체계를 포함한다.

PMS의 선박 내 기관 장비의 주기별 상태 기록은 기본 PMS 용도뿐만 아니라, 입출항시 선박에서 육상으로 전송해야하는 다양한 로그(Log) 문서 또는 보고서 작성에도 필요하다[7]. 육상에서는 선박 로그데이터를 수신하여 해당 선박의 현재 상태와 적법판단 여부에 따라 입출항을 허가하고 필요한 절차를 수행한다. 또한, 육상 시스템간의 선박 운항모니터링에도 이 데이터를 활용한다. 로그문서의 종류와 데이터는 선박의 종류나 크기 혹은 육상의 별도의 요구에 따라 달라질 수 있다. PMS 데이터는 주기관, 보조기관, 추진장치, 화물, 제어, 경고, 안전시스템에 대한 세부 데이터가 포함되며, 이를 실시간 또는 주기적으로 기록하고 관리해야 한다.

IMO에서는 PMS를 종이기반 또는 소프트웨어 기반 시스템으로 정의하고 있으나, 정보관리의 어려움과 정확한 정보 획득의 문제로 종이기반은 사라지고 있는 추세이다. 현재 국내외 제조사에서 제품을 공급하고 있으나, 선박의 종류나 특성에 따른 커스터마이징이나 데이터 입력의 수작업은 해결해야할 문제점으로 지적되고 있다[17].

한편, IMO에서는 2014년을 목표로 e-navigation 전략개발을 추진하고 있다[1, 13]. 기존의 전자장비 및 데이터를 통합하고 공유하여 궁극적으로 선박의 안전운항을 도모하는 개념으로 다음과 같이 정의되었다.

‘선박의 출발항부터 도착항의 부두 접안에 이르는 전 과정의 안전과 보안을 위한 관련 서비스 및 해양환경 보호 증진을 위해 선박과 육상 관련 정보의 수집, 통합, 교환, 표현 및 분석을 융합하고 통일하여 수행하는 체계’[12] e-navigation의 구현은 안전운항과 관련된 다양한 시스템 및 서비스에 해당되는 국제표준의 요구이다. 지금까지는 선박안전운항 분야의 소프트웨어는 국제적 표준, 지침 또는 권고를 준수할 의무규정이 없던 환경이므로, 사용자들의 제조사에서 제공하는 제품의 기능성이나 확장성 등의 품질에 대한 요구가 적극적으로 반영되기 어려운 점이 있었다. 하지만, e-navigation의 개발 전략에 따라 육·해상 막힘없는 정보서비스가 제공되기 위해서는 기존 시스템이 통합되어야 할 뿐만 아니라, 사용자 요구에 따르는 기능의 확장이나 변경이 용이하게 이루어져야 한다.

현재 PMS는 선박내 담당자가 종이시트에 작성하거나, 소프트웨어 기반이기는 하지만 자동으로 데이터를 수집하기보다는 직접 입력하는 방식으로 제공하고 있다. 본 연구에서는 선박별 특화된 환경 제공, 데이터 입력의 중복작업 방지 그리고 수작업에 따르는 담당 선원의 피로도를 낮출 수 있는 방안으로 PMS 데이터 수집 자동화를 지원하는 미들웨어와 사용자 편의성을 고려한 디스플레이 설계방안을 제안한다.

선박 PMS 데이터를 분석하여 자동화 수집가능성 여부와 정보수집 시간구간을 파악한 후, 육상의 로그문서생성 등의 기능 확장을 고려한 미들웨어를 설계한다. 또한, 사용자 편의적 디스플레이 설계를 위해 국제표준과 PMS 데이터 특성을 반영한 설계요소를 도출하고, e-navigation 사용자요구 사항 및 해결방안에 대한 부합 수준을 분석해본다.

## 2. 관련 기술

### 2.1 선박 PMS 정의 및 현황

선박 PMS는 선박 내 기관장비의 상태를 최선의 상태로 유지하여 선령 연장 및 안전운항을 도모하며, 궁극적으로는 해양 생명, 재산 및 환경을 보호하기 위한 선박내기관장비의 예방정비제도를 지원하는 시스템이다. IMO의 국제안전관리규약 즉, ISM 코드(International Safety Management codes)는 PMS를 종이 또는 소프트웨어기반(paper and/or software-based) 시스템으로 정의하고 있다[15].

선박 PMS는 기본목적인 선박 내 주기관, 보조기관, 추진 장치, 화물, 제어, 경고, 안전시스템에 대한 세부 데이터를 기록하고 보관하는 기능을 수행하며, 기록된 결과에 따라, 정비일정이나 이상상태를 알려주는 기능을 제공한다. 선박은 데이터의 기록과 보관체계에 대해 정기적으로 검사를 받아야 한다. IMO 이사국에 소속된 국가 및 해양 관련 산업의 비중이 높은 국가에는 각 국 선급을 운영하고 있으며, 선박 검사 및 승인의 일부로 PMS 제도를 수행하고 있다. 한국선급(KRS : Korean Register of Shipping)에서는 선급기술규칙 제1편 2장 9절 기관장치의 계속검사에 예방정비제도를 정의하고 있으며, 선박소유자의 신청에 따라 인정된 PMS 관리 체계를 사용하고 그 기록이나 분석결과가 양호함이 확인되면, 방문검사 시기를 연장할 수 있는 제도를 마련하고 있다[6].

[그림 1]은 노르웨이선급 DNV(Det Norske Veritas)에서 수행하는 PMS 대상 아이템의 일부를 보여준다[5]. 주추진장치(main propulsion), 조종장치(steering), 보조장치(auxiliary machinery), 화물처리장치(cargo handling systems), 제어장치(control), 경보장치(alarms), 안전시스템(safety systems) 및 각종 표시장치(indicators)의 그룹으로 구분되며, 각 그룹은 세부그룹으로 구분되어 그에 포함되는 각종 장치가 정의되어 있다. PMS는 각 장치에 대한 데이터를 기록 보관해야 한다.

Table A1 Machinery surveys	
	Item
<i>Main propulsion</i>	
	Diesel engine
	Steam turbines <sup>2)</sup>
	Gas turbines
	Evaporators and condensers with ejectors
	Electrical main motors, including frequency converters
<i>Power transmission</i>	
Shafting	Thrust-and intermediate shaft bearings, clutch and elastic coupling
Gears <sup>3)</sup>	Shaft with pinions, gear wheels, couplings and bearings
	Power Take Off (PTO)
<i>Auxiliary machinery</i>	
	Diesel engine
	Turbines <sup>2)</sup>
	Prime movers for auxiliary thrusters
	Generators
<i>Power transmission</i>	
Shafting	Thrust-and intermediate shaft bearings, clutch and elastic coupling
Gears <sup>3)</sup>	Shaft with pinions, gear wheels, couplings and bearings
	Power Take Off (PTO)
<i>Auxiliary systems</i>	
	Auxiliary thrusters
Sea water cooling system	Pumps, electrical motor and starter
	Heat exchangers
	Pipes, valves and filters <sup>10)</sup>
Fresh water cooling system	Pumps, electrical motor and starter
	Heat exchangers
	Pipes, valves and filters <sup>10)</sup>
Lubricating oil system	Pumps, electrical motor and starter
	Heat exchangers
	Pipes, valves and filters <sup>4) 9) 10)</sup>

[그림 1] 노르웨이 선급의 PMS 아이템(일부)

정기검사에 드는 시간과 비용을 줄여 선박 운용률을 높이기 위해 많은 선박 소유사 및 운용사에서 자체 PMS를 도입하고 있으며, 선박 내 통신환경의 발달과 국제표준의 요구에 따라, 최근에는 소프트웨어기반 시스템으로의 전환이 활발하게 이루어지고 있다. 국내의 소프트웨어기반 PMS가 개발되어 선박에 활용되고 있으며, 대부분 기본 PMS 기능 이외에도 선박 내 용품을 포함한 자재관리 등의 정보관리기능을 포함하고 있다.

하지만, 운용하는데 있어 사용자들은 선종에 맞지 않는 환경으로 인한 사용자 인터페이스에 대한 불편함과 데이터의 직접 입력에 대한 어려움을 느끼고 있다. 그 이유는 현재까지 선박운항관련 소프트웨어 분야는 대부분 제공자입장에서 개발되었고, 사용자의 요구가 제대로 반영되지 못했기 때문이다. 또한, 선박 내 제약된 통신환경으로 소프트웨어 기

반 시스템을 활용하더라도, 선박 내 다른 장비로부터 데이터 입력을 자동으로 지원하는 시스템은 거의 없는 실정이다. 이는 선박 운항관련 소프트웨어의 전반에 해당되며 본 연구에서 다루는 PMS도 사용자 입장을 반영하는 과정이 상황이다.

사용자 요구과약 및 반영에 대해 IMO에서도 중요성을 인식하여, e-navigation 개발과정에 사용자 요구과약에 따른 격차분석(gap analysis)을 수행했다[13]. 그 결과, [그림 2]와 같이 사용자 편의와 일관된 데이터 사용 및 입력에 대한 다수의 요구가 도출되었다. 본 연구에서는 격차분석 결과를 제안한 설계를 분석하기 위한 레퍼런스로 활용한다. 결과에 에 관해서는 제 2.3절에 별도로 정리하고, 제 5장 설계 평가에서 본 연구의 결과가 이에 부합되는지 논의한다.

한편, 선박안전운항분야에 사용자 요구를 반영한 e-navigation의 개발은 소프트웨어 비중이 높아지게 되면서 그에 따른 품질이슈가 대두되고 있다[14]. 현재까지는 PMS 소프트웨어를 포함한 선박에 탑재되는 소프트웨어에 대한 국제 규정이 없었고, PMS 뿐만 아니라 해양관련 소프트웨어에 대한 명세는 의무사항이 아니었으므로 소프트웨어 기반 시스템 개발에 큰 제약이 없었다. 하지만, 앞으로 많은 소프트웨어는 관련 규정이 개발되면 적용이 예상되므로 적절한 대응 방안이 필요한 상황이다. ISO25010, ISO9126 또는 CMMI 등의 소프트웨어 품질관련 규격에서는 분석, 설계 및 구현의 개발과정이 체계적으로 이루어져야함을 강조하고 있다.

기존 소프트웨어 기반 PMS 제품의 경우, 체계적 개발에 대한 공개되어 있지 않으며, 특히 본 연구에서 의도하는 정보 수집의 자동화 및 재사용을 고려한 설계는 연구된 사례가 없다. 그 배경은 다음과 같다.

해상 및 선박운항분야는 육상의 다른 소프트웨어 또는 서비스 분야와는 달리, 열악한 통신환경으로 인한 수준 높은 서비스를 기대할 수 없는 상황이었다. 통신기술의 발달로 서비스 인프라에 대한

기대가 높아지면서 e-navigation 개념이 2000년대 중반 정의되었다. 그 세부 프로세스에 격차분석이라는 현재 상황에 대한 사용자 입장의 요구과약이 실시되었다.

추후, IMO에서 소프트웨어 품질의 적용에 대한 가이드라인과 성능표준이 제정 및 시행되면 소프트웨어 기반 선박 PMS도 적용 대상 장비로 분류된다. 이를 고려한 체계적 개발의 체계 마련이 필요한 상황이다.

## 2.2 선박 내 장비 간 통신

본 연구에서는 PMS 소프트웨어의 운용상의 어려움을 해소하기 위해 기록해야 하는 데이터를 가능한 한 자동으로 수집할 수 있는 체계를 설계한다. 이를 위해, 기존에 활용되고 있는 선박 내 장비 간 통신에 대해 조사해보았다.

대부분 선박 내 장비 간 통신은 IEC(국제전기기술위원회, International Electro-technical Commission), ITU(국제전기통신연합, International Telecommunication Union) 그리고 미국 NMEA(National Marine Electronics Association)에서 채택한 프로토콜을 기반으로 이루어진다. IEC61162-1/-2, -3 그리고 -4가 사용되며 프로토콜의 이름을 각각 NMEA0183, NMEA2000 그리고 NMEA 0183 LWE로 부른다. NMEA0183은 시리얼 방식으로 RS-232, RS-422 또는 RS-485 기반으로 통신하며, NMEA 2000은 CAN(Controller Area Network) 버스방식 그리고 NMEA 0183 LWE(Light-weight Ethernet)은 이더넷(Ethernet) 기반으로 통신한다[2].

그 외, 장비나 제조사의 특성에 따라 프로토콜을 따르지 않는 시리얼, 펄스 또는 DC(direct current) 등의 아날로그 신호로도 데이터를 전송하고 있다. 비정형 프로토콜의 경우에는 NMEA 방식으로 변경하고, 아날로그 신호의 경우에는 디지털화한 다음 NMEA 방식으로 변경하는 작업이 선행되어야 한다[3].

## ANNEX 2

## PRELIMINARY LIST OF POTENTIAL E-NAVIGATION SOLUTIONS

No.	Short description	Primary user need	User type	Other user needs	Hazard description	Origin
S1	<b>Improved, harmonized and user-friendly bridge design</b>					
S1.1	Ergonomically improved and harmonized bridge and workstation layout	Improved ergonomics	Shipboard user	Familiarization requirements	Suboptimal performance or accident due to lack of familiarity with bridge equipment/slow response due to not finding the correct information/control/alarm	134-Gte01 134-Gre01 134-Gre03 134-Gre04 134-Gop01
S1.2	Extended use of standardized and unified symbology for relevant bridge equipment	Standard interface	Shipboard user	Improved ergonomics	Suboptimal performance or accident due to misinterpretation of information or problem locating correct information	113-Gre01 134-Gte01 134-Gte03 135-Gte01

[그림 2] e-Navigation 격차분석결과

선박 내 장비 간 통신에 다양한 방식이 사용되고 있으며, 본 연구의 대상인 PMS 관련 기관장비는 주로 DC 기반의 아날로그 방식과 NMEA 프로토콜을 따르고 있다. NMEA2000과 NMEA0183 LWE는 각각 2008년과 2010년에 표준으로 정의되거나 채택되어 선박 특성상 기관장비의 교체가 자주 시행되지 않으므로 현존 장비의 경우에는 대부분 NMEA0183을 따르고 있다. 하지만, 데이터 자동수집을 위한 미들웨어 설계에는 이에 대한 고려가 필요하다.

### 2.3 e-navigation 격차분석

IMO NAV 위원회에서는 2012년 e-navigation의 구현을 위해, 사용자가 원하는 개선점을 도출하고 이를 해결방안(solutions) 그룹으로 정리하였다. 선상업무 사용자, 육상업무 사용자 그리고 수색업무 사용자의 세 관점에서 격차를 분석하여 250여 개의 격차와 이에 대한 해결방안을 도출하여 9가지로 그룹화했다. 해결방안은 현재 부족한 서비스를 의미하며, 관련 시스템 개발시 고려사항이 되어야 한다. 즉, 격차분석 결과는 9개의 해결방안을 도출되었으며, 다음과 같다.

- [S1] 향상되고, 조화로운 사용자 편의적 브릿지설계
- [S2] 표준화되고 자동화된 보고서 작업을 위한 도구
  - 보고서 정보의 단일 입력
  - 보고서 작업을 위한 선박 내부 데이터의 자동 수집
  - 자동화 또는 반자동화된 보고정보의 배포 및 교환체계
  - 향해하는 각국의 보고서 요구사항 표준화
- [S3] 장비로부터 수집된 정보의 신뢰도 향상
- [S4] 그래픽 기반 디스플레이 정보의 통합 표현
- [S5] 정보 관리
  - 정보의 자동 업데이트
  - 전자해도와 관련 문서의 자동 업데이트
  - 태스크기반 정보 관리
- [S6] 수색 및 구조를 위한 관련정보의 접근성 향상
- [S7] 육상 사용자를 위한 브릿지의 항해통신장비 데이터의 신뢰성, 복구성 및 통합성 향상
- [S8] 육상 시스템과 서비스의 조화로운 제공
  - 통일된 표현을 제공하는 통합 시스템
  - 심볼표현의 표준화
- [S9] 선박관제 시스템의 의사소통 향상을 위한 서비스 포트폴리오

### 3. PMS 데이터 수집 미들웨어설계

현재까지의 컴퓨터 기반 PMS는 데이터 입력이 자동으로 이루어지지 않아 사용자들이 중복 입력하는 불편함과 중복입력에 따르는 데이터의 불일치가 문제점으로 지적되고 있다. PMS에 사용되는 데이터는 다른 선박운항관련 업무에도 활용되므로 중복입력을 줄이고 일치된 데이터를 확보하는 것은 선박 내 관련 소프트웨어 시스템과의 연동 및 확장을 위해 필요하다.

본 연구에서는 이 점을 고려하여, 데이터의 중복입력을 배제하고 기능 확장이 가능한 미들웨어를 제안하고자 한다. 기능의 확장이나 기존 모듈과의 통합에 대응할 수 있는 체계적 설계가 필요하며, 이는 선박 내 장비와의 연동을 통해 자료를 수집하고 응용 프로그램으로 수집된 자료를 전달하는 기능적 측면에서 미들웨어로 정의한다.

선박의 기관장비는 장비자체 속성이나 제조사에 따라 통신방식은 다를 수 있지만, IMO에서 요구하는 PMS의 데이터 종류는 정해진 범위에 있다. 선박기관정보는 선박의 입출항시 육상 관제 VTS (Vessel Traffic Service), 해경(coast guard) 및 세관(custom)에 보고하는 로그문서에 포함되므로, 소프트웨어 기반 PMS의 보급이 확산에 따라 기본 PMS에 기능 확장을 위한 설계가 필요하다.

본 연구에서는 기본 PMS에 필요한 데이터를 파악한 결과 세계적인 선급으로 평가되는 노르웨이 선급에서 적용하는 'Machinery Survey Arrangement' 문서에서 제시하는 선박 장비 데이터를 자동수집 분석의 범위로 정한다[5].

또한, 기능 확장을 위해 고려한 로그문서는 선박의 종류에 따라 다를 수 있다는 점이 반영된 EU 프레임워크(framework) 6차 EMDM의 결과를 참고한다[7]. EMDM에는 컨테이너선, 어선, 화물선, 케미컬선 등의 EU 지역을 운항하는 전체 선박 종류에 필요한 로그문서를 정의하였다.

#### 3.1 PMS 데이터 분석

PMS 데이터의 기록 및 관리에 대한 의무규정

에 따라 선박에는 이에 대한 체계가 필요하다. 본 절에서는 소프트웨어 기반 PMS를 구축하기 위해, 대상 데이터를 분석해 보았다.

선박은 종류, 적재화물의 조건 등에 따라 선박의 클래스(class)를 정하게 되며, 도면승인과 건조 과정을 포함하여 선박을 등록하고, 또한 운항중인 선박에 대한 정기적 검사로써 클래스를 유지한다. 이러한 검사 업무는 각 국의 선급 단체에서 수행하며, 그 중 기술 신뢰도와 규모면에서 국제적으로 인정받는 선급 단체가 국제선급연합회(IACS)를 구성하고 있다. KR(Korea Register of shipping, 한국), LR(Lloyd's Register of shipping, 영국), NV (Norske Veritas, 노르웨이), GL(Germanischer Lloyd, 독일) 등이 대표적 선급이다.

본 연구에서는 전 세계적으로 신뢰도가 높으며, 좀 더 상세한 자료를 제공하는 노르웨이 선급 자료를 기반으로 선박 PMS에 필요한 각 데이터에 대해 자동수집가능여부, 정보수집주기 그리고 통신방식을 조사하여 <표 1>과 같이 정리하였다.

전체 데이터의 종류는 128개로 파악되었으며, 'Machinery Survey Arrangement' 문서의 구별을 참고하여, 'Group', 'Group\_id', 'Sub\_group', 'Data\_name'으로 나누었다.

'Group'은 주추진, 조종, 보조, 화물, 제어, 경보, 안전, 표시 및 기타로 구분하여 9개의 그룹으로 구별되고, 각 그룹에 포함된 세부 장비나 시스템은 'Sub\_group'으로 구분하여 9개 그룹 전체에 대해 26개가 구성된다. 각 세부장비나 시스템을 구성하는 데이터는 'Data\_name'의 항목으로 구별했다. 'Group\_id'는 그룹과 세부그룹의 이름 또는 그 약어를 밑줄(\_)로 연결하여 명명했으며, 이는 추후 구현 단계에서 소프트웨어 기반 PMS의 데이터베이스 구성에 테이블명으로 사용될 예정이다.

각 데이터는 자동수집 여부에 따라서 'Auto', 'Term' 그리고 'Comm'으로 구분하였다. 'Auto'는 자동수집가능여부를 나타내고, 'Term'은 수집주기 그리고 'Comm'은 통신방식을 의미한다. 수집주기와 통신방식은 자동수집가능여부가 'Y' 즉 가능일

〈표 1〉 PMS 데이터 분석

Auto = ['Y'(yes) | 'N'(no) ]

Term = ['H'(hourly) | 'D'(daily) | 'W'(weekly)]

Comm = ['A'(analog) | 'N'(NMEA) ]

Group	Group_id	Sub_group	Data_name	Auto	Term	Comm
Main propulsion	Main_shaft	Shafting	:	:	:	:
	Main_gears	Gears	Shafts	Y	D	A, N
			Pinions			
			gear wheels	Y	D	A, N
			couplings			
			bearings			
		clutch				
Steering	Steer_power	Power actuating system	Actuator	Y		
			Hydraulic pumps	Y	D	A, N
			Electric motors	Y	D	A, N
			Pipes			
			Valves			
Auxiliary machinery	Aux_seawater	Sea water cooling system	Pumps Electric motor and starter	Y	D	A, N
			Heat exchangers	Y	D	A, N
	Aux_ballast	Bilge and Ballast system	:	:	:	

때만 표기한다.

선박의 기관 장비의 통신방식은 제조사에 따라서 아날로그 방식 또는 NMEA 방식으로 제공하므로 판단이 어려운 점이 있다. 나머지 빈 칸으로 되어있는 부분도 그러한 점에서 미정인 상태이다.

〈표 1〉에는 일반적으로 가능한 데이터에 대해 표시해 두었다. 본 연구에서는 미들웨어 설계를 위한 자료의 분석이며, 추후 특정 선박을 대상으로 분석하게 되면 정확한 결과를 도출할 수 있다.

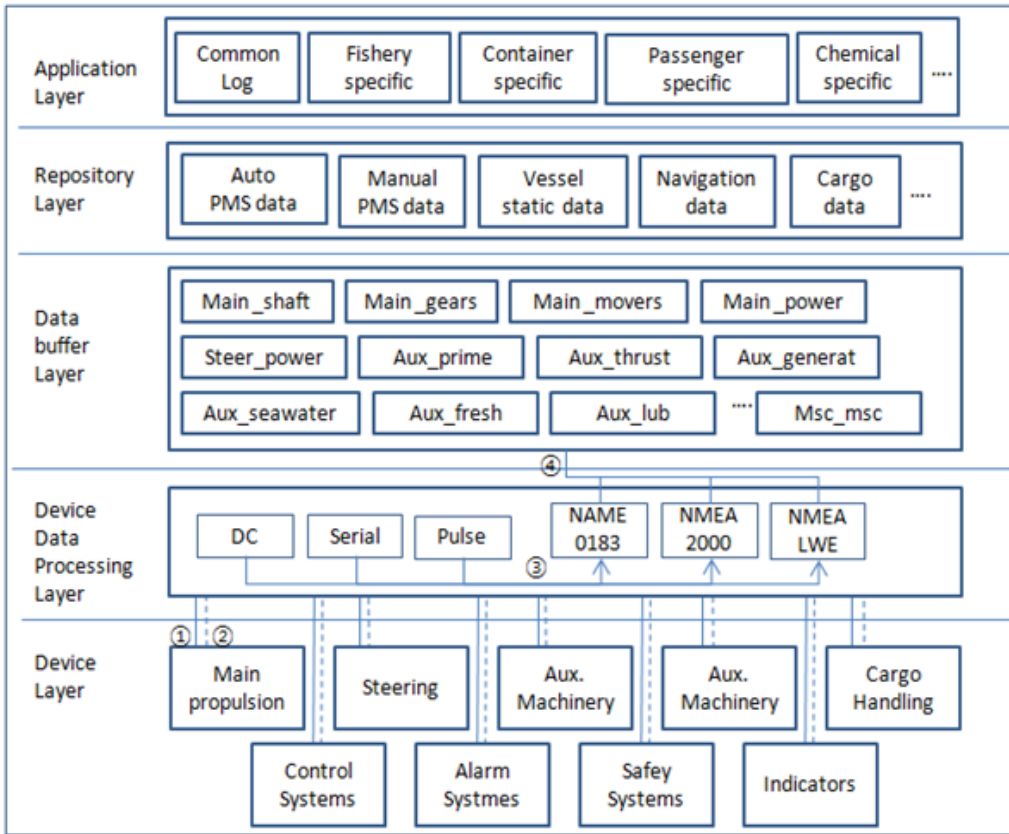
### 3.2 기능 확장을 고려한 설계

EU 프레임워크(framework) 6차에서는 항해하는 선박의 각종 정보를 체계적으로 관리하고 제공하기 위해 EMDM(European Maritime Data Management) 프로젝트를 수행하였다. 기존 선박이나 육상의 관련기관의 상이한 항해 관련 데이터를 취합하여 관리체계를 수립하였고, 본 연구에서는 선박

PMS 미들웨어의 기능 확장을 고려해 선박장비 데이터가 많이 활용되는 로그문서나 보고서부문 결과를 참고하였다[7].

본 연구에서는 소프트웨어 기반 PMS 미들웨어 설계의 목적은 제 2.2절에 소개한 선박 내 장비 간 통신을 수용하고, 제 3.1절에 분석한 PMS 데이터를 기록 및 관리하여 필요한 기능에 활용할 수 있는 체계를 마련하는 것이다. 분석 결과에 따른 설계 고려사항을 다음과 같이 정리하였다.

- 장비독립적 통신방식 : 선박의 각 장비별 통신 방식의 분석결과, 장비출시 시점, 장비속성 또는 제조사에 따라 같은 장비이더라도 다른 통신방식을 제공하는 것을 고려한다.
- 자동 데이터 수집 버퍼 : 선박의 각 장비별 통신 방식에 따라, 데이터 수집의 간격이 차이가 난다. 장비와 PMS 소프트웨어 시스템 사이의 시간 차이로 발생할 수 있는 데이터 오류를 줄이



연결선설명 :

- ① NMEA0183/2000/LWE 프로토콜 RS232/422/485 통신.
- ② DC, Serial, Pulse 아날로그 통신.
- ③ 아날로그 데이터의 NMEA 변환.
- ④ 데이터 값 도출 후 버퍼 전송.

[그림 3] 소프트웨어 기반 선박 PMS 미들웨어

기 위해 버퍼를 고려한다.

- 데이터 수집방식 변환 : 장비 특성에 따라 데이터 수집방식이 자동에서 수동으로 또는 그 반대로 변환 가능해야 한다.
- 데이터 중복 제거 : 로그문서나 보고서 작성 시, 수동데이터 입력의 경우 중복입력에 따르는 데이터의 부정확성과 사용자의 불편 문제를 감소하기 위한 고려를 한다.
- 사용자 친화적 인터페이스 제공 : 사용자 경험에 기반한 직관적이면서 사용자 친화적인 인터페이스를 제공해야한다. 이에 대해서는 복잡하고

다양한 심볼의 표현 및 인간공학적 요소를 고려해야하는 최근의 동향을 고려해야 한다. 본 연구에서는 관련하여 사용자 인터페이스의 디스플레이 요소를 분석했으며 제 4장에서 설명한다.

위의 설계 고려사항을 반영하여 [그림 3]의 결과를 도출하였다. 장비 레이어(device Layer), 장비 데이터 처리 레이어(device data processing layer), 데이터 버퍼 레이어(data buffer layer), 리파지토리 레이어(repository layer) 그리고 응용 레이어(application layer)로 구분하였다.



Device Layer의 역할은 PMS 데이터의 자동수집을 위한 선박 내 관련 장비와의 연결부분이다. Device Data Processing Layer는 장비와 PMS와의 데이터 송수신을 처리한다. Data Buffer Layer는 <표 1>의 'Group' 항목에 구분된 PMS 데이터 그룹으로 구분된 버퍼를 유지한다.

Repository Layer는 버퍼에 저장된 데이터를 데이터베이스를 이용하여 관리한다. Auto PMS data는 자동수집되는 데이터를 보관하고, Manual PMS data는 장비의 특수성이나 데이터 속성의 이유로 자동수집 대상에서 벗어난 데이터를 사용자가 수동으로 입력하여 보관하는 데이터베이스이다. Vessel static data는 선박이 항해와 관련없이 기본적으로 갖는 속성 값으로써 선체정보가 될 수 있다. 이는 각종 보고 작업에 필요하다. Navigation data는 기존 운항이력 및 현재 운항정보 등을 포함할 수 있다. Cargo data는 선박에 적재된 화물에 대한 정보이며, 이는 입출항시 세관에 보고하는 매우 중요한 정보이므로 별도로 관리한다.

선박장비로부터 입력된 데이터는 각 레이어를 거치면서 응용 레이어에 활용할 수 있는 데이터로 가공된다. 아날로그 데이터 혹은 NMEA 프로토콜 데이터는 Device Data Processing Layer로 전송된다. 아날로그입력의 경우에는 NMEA 프로토콜로 변환하는 과정이 필요하다. NMEA0183, 2000 또는 LWK 프로토콜 중 선박 내 환경에 맞게 선택할 수 있다. 변환된 메시지에서 데이터를 도출하여 Data buffer Layer에 저장한다. 이 값은 Repository Layer의 Auto PMS data에 정해진 시간 구간에 따라 반영되며, 실시간 값은 별도의 데이터로 보관한다.

Application Layer의 Common log는 선종이나 항구에 구별 없이 공통으로 적용되는 로그와 그 외 공통 보고서에 대한 응용을 포함한다.

어선(fishery), 컨테이너선(container), 여객선(passenger) 및 화물선(chemical)에 특별히 적용되는 로그나 보고서에 대해서는 별도의 응용모듈을 구성한다.

## 4. 사용자 편의적 디스플레이 요소 분석

본 연구의 데이터 분석과 미들웨어 설계를 기반으로 개발된 소프트웨어 시스템은 선종별 또는 육상관련기관의 특별한 요구에 따라 디스플레이가 달라질 수 있도록 구현이 가능하다. 이는 기존 소프트웨어기반 PMS의 사용상 불편한 점으로 지적되어온 내용을 고려한 결과이며, 이외에도 사용자 편의를 위한 다양한 디스플레이 요구사항을 반영할 수 있어야 한다.

최근 몇 년 전까지 선박관련 장비 또는 응용시스템 분야에는 사용자 편의적 디스플레이 설계에 대한 국제적 고려가 없었으나, 2010년 이후, 국제해사기구에서는 e-navigation의 개발의 일부로써 사용성(usability)과 소프트웨어 품질에 대한 중요성을 인식하고 본격적으로 가이드라인 작업을 시도하고 있다. PMS 사용자 편의적 디스플레이는 e-navigation 장비로써 일반 사용자 편의적 디스플레이 요소뿐만 아니라, 선박안전운항과 관련된 표준 및 지침도 고려해야 한다.

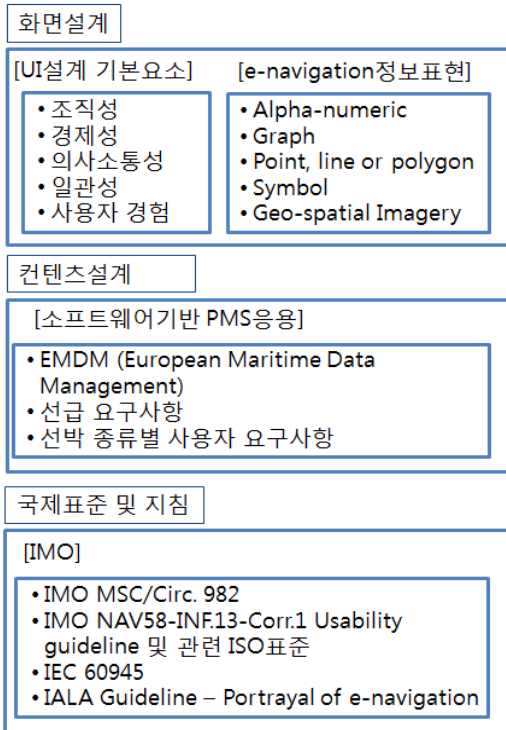
본 절에서는 일반 소프트웨어 시스템의 디스플레이 개발을 위한 고려사항을 기반으로 PMS에 적용 가능한 요소를 도출하였다.

기존 선박운항정보의 모니터링을 위한 사용자 인터페이스 가이드라인 연구[4]의 결과를 참고하여, 사용자 인터페이스 기본개념, 사용자 인터페이스 설계원칙, 내/외부적 요소 그리고 선박운항 통합모니터링 요구사항에 대해 다음의 요소를 도출했다.

- 사용자 인터페이스 기본 개념 : 시각적 흐름, 글꼴, 색상
- 사용자 인터페이스 설계 원칙 : 조직성, 경제성, 의사소통성, 일관성
- 내/외부적 요소 : 사용자 경험, 관례
- 선박운항통합 모니터링 요구사항 : 표현중요도, 범주, 사용빈도

이 결과는 선박운항을 위한 모니터링에 적용해 본 사례이므로 본 연구에 직접 적용하기는 어려우나, 사용자 인터페이스 설계 원칙과 내/외부적 요소를 참고하였다.

또한, 최근 IMO와 관련기구에서 e-navigation 환경의 디스플레이에 대해 논의하고 있는 표준 및 가이드라인을 조사하여 반영하였으며, [그림 4]와 같이 화면설계와 콘텐츠설계로 구분하여 필요한 고려사항을 파악하고, 고려해야 할 국제표준 및 지침을 분석하였다.



[그림 4] 선박 PMS 사용자 인터페이스 설계요소

#### 4.1 화면설계 요소분석

화면설계 요소는 PMS 사용자를 위한 디스플레이를 구성하는 요소를 의미하며, 기본적인 설계요소와 e-navigation 정보표현 고려사항을 반영한다.

기본적인 사용자 인터페이스 설계요소로 [8]에서

정의한 조직성, 경제성, 의사소통성, 일관성 그리고 사용자 경험을 고려한다. IALA(국제항로 표시협회, International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities)에서는 e-navigation 정보표현을 위해 2012년 가이드라인 초안을 발표하였다. 본 연구에서는 이 가이드라인에서 제시하는 다섯 가지 정보표현의 종류를 화면설계 고려사항으로 도입한다. 숫자-글자(Alpha-numeric), 그래프(graph), 점·선·면(point, line or polygon), 심볼(symbol), 그리고 공간지형이미지(geo-spatial imagery)이다.

#### 4.2 콘텐츠설계 요소분석

컨텐츠는 사용자 인터페이스에 표시되는 PMS 데이터를 의미한다. 소프트웨어기반 PMS 응용시스템을 위한 컨텐츠를 고려하고, 제 3장에서 설계한 미들웨어를 반영해한다.

이를 위해, 미들웨어 설계 시 고려한 EMDM과 노르웨이 선급의 PMS 데이터를 컨텐츠 설계에 참고한다. 또한, 기존 종이기반 혹은 소프트웨어기반 시스템에 대한 사용자 요구사항을 반영한다.

본 연구에서 참고한 EMDM과 노르웨이 선급자료는 유럽에서 제안하였으나 전세계적으로 적용하는 기준이고, 노르웨이를 포함한 유럽의 해양국가들이 현재까지 선박안전운항 분야의 세계 표준을 선도하고 있으므로 참고하는데 무리가 없다.

#### 4.3 국제표준 및 지침

선박은 그 특성상 소유 국적은 있으나 전 세계를 운항하므로 각국의 지역적 규정도 적용해야 할 뿐만 아니라, IMO와 관련 실무기구에서 발간하는 표준을 적극적으로 수용해야한다.

제 4.1절과 제 4.2절의 화면설계와 콘텐츠설계에 고려한 분석요소는 IMO, IALA 및 IEC의 제안과 지침을 참고한 것으로 그 목록은 다음과 같다.

- IALA e-navigation 정보 표현 가이드라인  
IALA Guideline-Portrayal of e-navigation Information[9]

IALA는 IMO에서 수행하는 표준 작업에 대해 기술적인 부분을 연구하고 제정하는 기능을 수행하는 민간협의체로써, 이 문서는 2012년 e-NAV위원회 13차 회의에 제출한 e-navigation의 정보 표현에 관한 가이드라인이다.

정보의 종류, 표현을 위한 고려사항을 주로 다루고 있으며, 육상 및 선박 사용자들을 위한 정보 기반 시스템 구현에 고려해야 할 관련 표준들을 명세하고 있다. 정보표현은 사용자 인터페이스 상에 구현되므로, 사용자 인터페이스 개발시 참고해야 할 주요 문서 이다.

- IEC60945 선박 항해 및 통신장비와 시스템의 일반 요구사항, 테스트 방법 및 요구되는 테스트 결과

Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems-General Requirements, methods of testing and required test results[10]

선박 운항시 사용하는 전자해도기반 또는 위치 기반 항해장비와 육상 또는 해상 통신을 위한 장비에 대한 테스트 방법 및 기준을 정하는 문서이다. 사용자 인터페이스와 관련하여 항해장비의 테스트에 명세가 있으며 사용자 인터페이스 개발 시 요소 분석에 포함되어야 한다.

- IMO MSC/Circ.982 브릿지 장비와 레이아웃을 위한 인간공학적 요소를 위한 가이드라인  
Guidelines on Ergonomic Criteria for Bridge Equipment and Layout[11]

선박 건조시 조종실인 브릿지에는 IMO에서 규정하는 필수 장비를 포함하여 많은 장비들이 설치되어 있다. 각 장비를 포함한 전체 조종실 배치는 항해사의 근무 환경으로써 근무 피로도에도 영향을 미치게 된다. 사용자 인터페이스 설계시 각 장비에 대한 인간공학적 요소를 고려해야 한다.

- IMO NAV58-INF.13-Corr.1 항해 장비의 사용성 평가에 대한 가이드라인(최종수정 단계)

Draft Interim Guidelines for Usability Evaluation of Navigational Equipment in final form Corrigendum[15]

브릿지 장비의 인간공학적 요소를 고려한 사용자 인터페이스 개발 결과물에 대한 평가 가이드라인이다. 사용성을 기준으로 초보자나 전문가의 사용 편의성이나 만족도에 차이가 많이 나지 않도록 개발하기 위한 사용자 인터페이스 요소를 파악해야 한다.

## 5. 설계 평가

본 연구의 제안은 소프트웨어 기반 PMS를 개발하기 위해, 선박 내 필요한 데이터를 자동으로 수집하고, 자동으로 수집된 데이터를 다양한 보고서 작성 업무에 활용할 수 있는 소프트웨어 시스템 설계이다.

설계 결과물의 평가를 위해 본 연구에서는 제 2.3절에 설명한 IMO e-navigation 격차분석 결과에 부합되는지를 시도해 보았다. 선박안전운항 분야의 정보시스템 관련 표준화는 최근 몇 년 사이 진행되고 있어, 현재 사용 중인 적절한 비교대상 모델을 구하기 어렵기 때문에, 개발되고 있는 표준을 기준으로 평가를 했다.

소프트웨어기반 PMS는 선박업무 사용자가 활용하며, 정보 수집 및 제공 중심의 시스템이라는 특성을 갖는다. e-navigation 격차분석의 결과물인 해결방안 중에서 이러한 특성과 연관된 항목을 추출하여 체크리스트를 만들었다.

추출된 해결방안은 S1, S2, S3 그리고 S4 그룹이며, 포함된 하위 목록은 다음과 같이 19개의 본 연구와 관련된 세부 해결방안을 추출했다.

S1(S1.1, S1.2)

S2(S2.1, S2.2, S2.3, S2.4)

S3(S3.1, S3.2, S3.3)

S4(S4.1, S4.1.1, S4.1.2, S4.1.3, S4.1.4,

S4.1.5, S4.1.7, S4.1.8, S4.1.9, S4.1.10)

각 세부 해결방안은 격차분석에 도출된 격차(gap)을 해결하기 위한 방안이다. 본 연구에서는 해결방안의 근거가 되는 해당 격차에 대해 설계 시 고려가 되었는지 확인했다.

예를 들어, 해결방안 S1.1는 다음의 격차를 해소할 수 있는 방안이다.

- 134-Gte01 : 선박사용자를 위한 인간공학적 브릿지 설계의 기술적 격차
- 134-Gre01 : 선박사용자를 위한 인간공학적 브릿지 설계 규정측면의 격차
- 134-Gop01 : 선박사용자를 위한 인간공학적 브릿지 설계의 운영상 격차

e-navigation 격차 분석은 기술, 규정 그리고 운영의 세 가지 측면으로 분석되었으며, 본 연구에서는 기술적 측면만을 고려했다.

그 결과, 전체 19개의 해결방안에 대해 총 80개의 체크리스트를 생성했다. 본 연구의 설계는 80개 모두를 고려할 수 있는 구조를 제공하고 있다는 것을 확인할 수 있었다.

규정이나 운영 측면의 격차에 대해서는 IMO에서 관련 위원회와 각 국의 동의를 얻어 격차를 해결할 수 있으며, 본 논문의 범위를 벗어나므로 고려의 대상에서 제외하였다.

## 6. 결 론

선박의 노후화를 지연시키고, 항해의 안전성을 확보하기 위해 IMO에서 도입한 선박예방정비 시스템(PMS, Planned Maintenance System)은 엔진 등 선박의 각종 기관 장비 및 부품에 대해 종이기반 또는 소프트웨어기반으로 데이터를 기록으로 보관하는 기능을 갖는다. 최근 들어, 선박 내 통신환경의 발달과 IMO에서 추진하는 e-navigation 개발에 따라 종이기반에서 컴퓨터기반으로 전환되고, 안전운항관련 소프트웨어 시스템에 대한 관심이 높

아지고 있다.

본 연구에서는 PMS에 포함되는 데이터를 분석하고 데이터 수집 자동화를 지원하는 미들웨어와 사용자 편의성을 고려한 PMS 디스플레이 설계방안을 제안하였다.

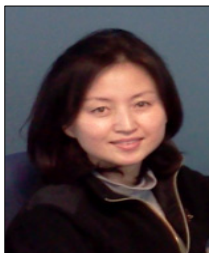
선박기관정보는 선박의 입출항시 육상 관련기관에 보고하는 로그문서에도 활용도가 높아 본 연구에서는 기본 PMS에 기능 확장을 위해 EU 프레임워크 6차 EMDM의 결과를 참고하여 미들웨어를 설계했다. 미들웨어 설계를 기반으로 개발된 디스플레이는 선종별 또는 육상관련기관의 특별한 요구에 따라 달라질 수 있음을 고려하여 설계요소를 분석하고 IMO에서 발표한 격차 분석의 결과를 기준으로 평가했다.

## 참 고 문 헌

- [1] 국토해양부, “IMO NAV 58차 항해안전전문위원회 참가결과 보고서”, 2012.
- [2] 이광일, 박준희, 최원석, 문경덕, “선내통신국제표준화 동향”, 『TTA Journal』, 제126권(2009), pp.45-51.
- [3] 정태권, 박수한, “범용 선박신호연동장치 개발에 관한 연구”, 『한국항해항만학회지』, 제31권, 제6호(2007), pp.463-470.
- [4] 황훈규, 김태중, 박휴찬, 이장세, 이서정, “선박 통합 모니터링을 위한 사용자 인터페이스 설계 가이드라인”, 『디지털콘텐츠학회 논문지』, 제12권, 제3호(2011), pp.391-396.
- [5] Det Norske Veritas, *Part 7 chapter 8. Machinery Survey Arrangement*, Rules for Classification of Ships, DNV, 2003.
- [6] Korean Register of Shipping, Rules for the Classification of Steel Ships, 한국선급 2008.
- [7] Kourti, N., *D13 Report on the additional functionalities of Electronic Logbook*, EMDM-European Maritime Data Management, 2007.

- [8] Saffer, D., *Designing for Interaction : Creating Innovative Applications and Devices* 2nd Edition 2, New Riders, 2009.
- [9] Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities, *Draft IALA Guideline-Portrayal of e-navigation Information*, 2012.
- [10] International Electro-technical Commission, *IEC60945-Maritime navigation and radio-communication equipment and systems-General Requirements, methods of testing and required test results*, Ed.4, 2001.
- [11] International Maritime Organization, *MSC/Circ.982-Guidelines on Ergonomic Criteria for Bridge Equipment and Layout* 2000.
- [12] International Maritime Organization, *NAV55-21-Report to Maritime Safety Committee*, 2009.
- [13] International Maritime Organization, *NAV58-6-Report from the Correspondence Group on e-navigation to NAV58*, 2012.
- [14] International Maritime Organization, *NAV58-6-4-Consideration of software quality assurance issues for e-navigation development*, 2012.
- [15] International Maritime Organization, *NAV 58-INF.13-Corr.1-Draft Interim Guidelines for Usability Evaluation of Navigational Equipment in final form Corrigendum*, 2012.
- [16] Maritime and Coastguard Agency, *The ISM Code Instructions for the Guidance of Surveyors*, 2009.
- [17] Postles, R., *Planned Maintenance System*, <http://www.inserve.org/publications.html>.

## ◆ 저 자 소 개 ◆

**이 서 정 (sjlee@hhu.ac.kr)**

현재 한국해양대학교 IT공학부에 재직하고 있으며, UN 산하 국제해사기구 항행안전전문위원회(IMO NAV sub-committee) 대응위원으로 활동하고 있다. 숙명여자대학교 전산학과에서 소프트웨어 공학 전공으로 박사학위를 취득하였고, 카네기멜론대학교 소프트웨어 공학센터(CMU SEI)에서 소프트웨어 전문가과정을 이수하였다. 최근 선박안전운항과 관련된 소프트웨어의 설계와 품질 관련 연구를 수행하고 있다.