

## 선박 항해통신장비 원격유지보수를 위한 데이터베이스 설계

김주영<sup>1,2</sup> · 옥경석<sup>1</sup> · 김주원<sup>1</sup> · 조익순<sup>3\*</sup>

### A Database Design for Remote Maintenance of Navigation and Communication Equipments in a Vessel

Ju-young Kim<sup>1,2</sup> · Kyeong-suk Ok<sup>1</sup> · Ju-won Kim<sup>1</sup> · Ik-soon Cho<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>KJ Engineering Co., Ltd., #605,#606, Jeongseok Bldg., 88 Jungang-daero Jung-gu, Busan, 48939, Korea

<sup>2</sup>Medical Research Institute, Pusan National University, Yangsan-si, Gyeongsangnam-do 50612, Korea

<sup>3\*</sup>Department of Ship Operation, Korea Maritime & Ocean University, Busan, 49112, Korea

#### 요 약

SOLAS 선박은 SFI group 코드 기준으로 적어도 83종의 장비를 탑재해야 하고, 각각의 장비는 다시 수 개에서 수십 개의 컴포넌트로 구성이 된다. 선박 운항 중에는 이러한 장비의 정상적인 운영이 보장되어야 하고, 문제 발생시 즉각적인 수리를 위하여 원격유지보수의 요구사항이 높다. 본 연구는 항해통신장비의 원격유지보수에 적합한 장비의 분류체계를 제시하고, 적절한 데이터베이스 구조를 도출하고자 했다. 연구 결과, 선박 항해통신장비의 원격유지보수를 위하여, 장비의 분류체계는 장비의 종류, 모델, 컴포넌트로 계층화되어야 하고, 고장모드와 영향분석, 질의응답, 수리이력, 상태정보와 예방정비 등의 테이블을 장비 모델 기준으로 구축하는 것이 효과적임을 알게 되었다. 140개의 항해통신장비 모델과 750개의 컴포넌트에 대하여 데이터베이스를 구축하였고, 실질적인 효과를 평가하기 위하여 선박장비 수리전문가가 클라우드 앱을 이용하여 검색 결과의 유용성을 평가하였다.

#### ABSTRACT

The SOLAS ship should carry at least 83 different types of equipment based on the SFI group codes and each of which consists of several to dozens of components. During ship operation, it is necessary to ensure the normal operation of such equipment, and remote maintenance is highly demanded for immediate repair in the event of a equipment fault. This study proposes to find suitable classification system and to derive database structure for remote maintenance of navigation and communication equipment. As a result of this study, the classification system of equipment should be layered into equipment type, model, and component, and main table in the database consists of FMEA, service history, case data through Q&A, Preventive Maintenance. A database was constructed for 140 navigation and communication equipment models and 750 components. In order to evaluate the practical effects, service engineer evaluated the usefulness using the cloud app.

**키워드** : 항해통신장비, 원격유지보수, 데이터베이스, 분류체계, 고장모드와 영향분석

**Key word** : Navigation and Communication Equipment, Remote Maintenance, Database, Classification, FMEA

Received 05 September 2017, Revised 11 September 2017, Accepted 24 October 2017

\* Corresponding Author Ik-Soon Cho(E-mail:ischo@kmou.ac.kr, Tel:+82-51-410-5072)

Department of Ship Operation, Korea Maritime & Ocean University, Busan, 49112, Korea

Open Access <https://doi.org/10.6109/jkiice.2017.21.11.2052>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.  
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

## I. 서 론

해상인명안전협약(SOLAS: International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974)의 적용을 받는 선박은, 노르웨이 선박연구소의 장비 분류체계인 SFI (Skipsteknisk Forskningsinstitutt) 코드 기준으로 적어도 83종의 장비를 탑재해야 하고, 각각의 장비는 다시 수 개에서 수십 개의 컴포넌트로 구성된다.

이들 항해통신장비는 선박안전운항을 위하여 정상작동이 필수적으로 보장되어야 하고, 고장 발생시 항만국통제에 의한 입출항 거부로 시간적·경제적으로 막대한 손실을 야기할 수도 있다. 이를 최소화하기 위하여 정확한 고장진단, 증상별 원인과 조치방법에 대한 지식 기반의 데이터베이스의 구축이 요구된다. 본 연구는 해상에서의 고속무선통신망인 LTE-Maritime이 현실화됨을 전제로 하여, 킬러 애플리케이션의 하나인 선박 항해통신장비의 원격유지보수를 위한 장비 분류체계와 최적의 데이터베이스 구조를 도출하고자 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 배경이론으로 선박 항해통신장비의 현황과 선행연구를 소개하고, 3장 연구방법에서는 원격유지보수 시스템에 요구되는 기능, 절차, 장비분류체계, 데이터베이스 설계 과정을 설명하였다. 4장 모델의 평가에서는 클라우드 기반의 앱을 통한 데이터베이스 활용도에 대한 검증과 평가를 다루고 있으며, 5장에서는 결론 및 한계점에 대한 향후 과제를 서술하였다.

## II. 본 론

### 2.1. 선박항해통신장비 현황

선박 또는 오프쇼어 플랜트에 설치되는 장비 분류체계로는 노르웨이 선박연구소에서 1972년에 발표한 SFI Group 코드가 전 세계에서 가장 널리 사용되고 있다. SFI Group 코드는 기본그룹, 중간그룹, 하위그룹의 3자리 숫자로 구성되는데, 이중 기본그룹은 선박 일반, 선체, 화물용 장비, 선박 운항용 장비, 선원과 승객용 설비, 기관실 주요 설비, 기관실 계통, 선박 공통 설비 등 8가지 범주로 구분된다.

항해통신장비는 선박운항용 설비인 Group 4에 속하고, Group 4는 다시 조종용 설비, 항해 장비, 통신 장비,

모박 및 계류 설비 등으로 구분된다. 본 연구의 대상인 항해통신장비는 주로 정보통신 기술에 기반을 두고 있어, 기술적 유사도가 높은 편이라 하나의 제조회사가 관련 제품 대다수를 생산한다는 특징을 갖고 있다. 표 1에서 보이는 바와 같이, 항해장비는 SFI Group 코드 411에서 419에 해당되는 설비로, 레이더, GPS를 포함한 선위측위시스템, 자이로 콤팩스, 자동항법장치, 음향측심기, 속도계, 기상 팩스, 풍향풍속계, 기압계, 온습도계, 표준 시계, 통합 항법 시스템 등이 포함되어 있고, SFI Group 코드 421에서 427에 해당되는 통신장비에는 VHF, UHF 무선통신장비, 구명정 통신장비, 선박 무선 조난 위치신호기, 위성전화, 음성 튜브, 등화 신호기 등이 포함된다.

**Table. 1** SFI Group Code for Navigation and Communication Equipment

Primary Group	Secondary Group	Tertiary Group	
Ship Equipment (4)	Maneuvering machinery & Equipment (40)	Rudder W/ Welded Parts (401)	
		Rudder Carriers, Rudder Stocks.. (402)	
		...	
	Navigation & Searching Equipment (41)	RADAR Plants (411)	
		GPS, DECCA, LORAN, OMEGA, RDF (412)	
		GYRO Plants, AutoPilots, Compasses (413)	
		...	
	Communication Equipment (42)	GMDSS (421)	
		Lifeboat Radio, EPIRBS (422)	
		Data Transmission Plants (423)	
		VHF/UHF (424)	
		...	
	Anchoring, Mooring & Towing (43)		
	...		

각각의 장비에 대한 세부 사항을 추가로 정의하기 위하여 Group 코드에 3자리의 세부 코드와 자재 코드를 더할 수 있다. 세부코드는 장비를 구성하는 독립적 기능을 수행하는 컴포넌트를 정의하기 위한 것으로 001

에서 099까지 예약되어 있다. 예를 들어서 레이더에 포착된 데이터를 기록하는 데이터 로거(Data loggers)는 411.046으로 RADAR Plants(411)의 세부코드로 정해진다. 자재코드는 휴즈와 케이블 등과 같은 스페어 파트와 소프트웨어, 매뉴얼 등을 정의할 수 있으며 100번에서 999번까지 할당되어 있고, 사용자가 임의로 정하여 사용할 수 있다. 제조사와 장비의 모델에 대한 정보는 SFI 코드체계에는 포함되어 있지 않고, 선박기술문서교환체계(Shipdex Protocol)라는 별도의 문서교환체계에 의한다.

2.2. 선행 연구

선박 설비 원격유지보수에 대한 선행 연구는 주로 선박엔진을 대상으로 수행되어 왔고, 항해통신장비를 대상으로 한 연구는 많지 않다.

선박의 엔진을 대상으로 압력, 진동, 전기 센서로부터 생성된 데이터를 통계적인 방법 또는 규칙 기반으로 분석하여, 컴포넌트 단위의 진단 및 조치방법을 제시하였고, 엔진의 진동데이터를 수집하여 이를 FFT 변환 모듈로 변환한 후, 패턴 매칭기법을 적용하여 고장 감지와 고장 유형을 판별하였고[1], 냉각 청수계통에 제한하여 압력과 온도센서 데이터를 수집하여 규칙기반의 선박고장진단 전문가 시스템을 제안하였는데[2], 이때 사용한 선박엔진 컴포넌트의 계층형 구조는 그림 1에서 보는 바와 같이 SFI Group 코드와 세부코드 및 세부코드 이하의 부품이 서로 혼재되어 데이터베이스 구조 설계의 표준화와 일관성을 확보하기 어려워 여러 기관에서 공동으로 활용하기 어려운 점이 있다.

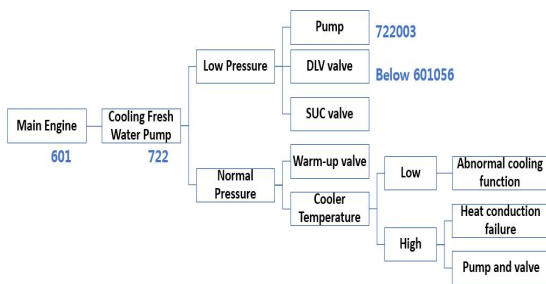


Fig. 1 A Hierarchical Structure for Trouble Diagnosis Expert System

선박엔진과 항해통신장비에는 다음과 같은 상이점

이 있다. 선박엔진은 광범위하고 복합적인 구성요소를 포함하고 있음에 반하여, 항해통신장비는 상대적으로 구조가 단순하며, 동종의 컴포넌트가 여러 가지 종류의 장비 유형 또는 모델에 구성될 수 있다. 한편, 선박엔진은 진동, 압력과 같은 연속적인 값들에 대한 모니터링 및 제어가 용이한 반면, 항해통신장비는 접속의 단락과 같은 이산적인 값들로 제어되는 것이 일반적이라 선박엔진과 같은 연속값에 의한 패턴 인식은 활용도가 높지 않다. 따라서 기존의 선박엔진을 주요 대상으로 한 원격관리 방법을 항해통신장비에 적용하기는 다소의 무리가 있다. 선박설비의 유지보수와 관련하여, 고장모드와 영향분석(FMEA: Failure Mode & Effect Analysis)은 시설물을 구성하고 있는 다양한 부품에 대한 위험우선순위를 고려한 고장 영향 및 교체 주기의 알람 기능을 제공하는데 유용하고[3], 해당 기술의 해상분야에서의 적용은 해치키버, 선박엔진, 다이내믹 포지션, 그리고 RADAR와 전자해도표시정보시스템 (ECDIS: Electronic Chart Display and Information System)등에 적용되고 있다[4]. 한편, 선박에서의 제반 사고를 예방하고 감축하기 위하여 수 년간의 해상 사고 사례를 수집하고 통계 처리하여 FMEA 및 중대 재해에 대한 4M5E(Machine, Machine, Media, Management, Education, Engineering, Enforcement, Example, Environment) 기반의 활용법이 제시되고 있고[5], 일부 제조업체의 경우 자사의 RADAR, ECDIS에 대하여 기능별로 고장상태, 고장원인과 효과, 고장의 감지, 조치방법을 정의하고 있고, 항해기록장치에서 수집한 항해통신장비의 상태데이터를 인공위성으로 발신하는 RMS(Remote Maintenance System)를 운용하고 있는데, RMS는 통합항해장치(INS)의 제반 경고를 관리하는 Bridge Alert System(BAM)에서 발생하는 상태데이터를 수집할 수 있다.

선박의 여러 장비에서 발생하는 데이터의 상호교환 및 통합관리를 위한 국제표준으로는 UDP 멀티캐스트 통신 기반의 IEC61162-450이 있고, 이를 기반으로 하는 선박 장비의 실시간 데이터 관리를 위하여 데이터베이스의 구축 필요성이 높다[6]. 신뢰성중심의 유지보수와 장비 고장예방을 위하여 정확한 장비 상태를 표현하는 알고리즘, 유연하게 확장이 가능한 소프트웨어 및 특정 장비의 상태를 표현하는 데이터베이스 구축이 필요하다[7].

### III. 연구 방법

선박 항해통신장비 원격유지보수에 적합한 데이터베이스 모델의 설계와 구축을 위하여 업무 전문가와 데이터베이스 개발자가 함께 문제의 범위와 목표를 정의하고, 기존의 선행연구와 항해통신장비 분류 체계를 조사하였으며, 원격고장진단에 대한 업무 흐름과 데이터베이스를 설계하고 구축하였다. 데이터베이스는 마이크로소프트사의 클라우드 서비스인 Azure상의 SQL Server에 구축되었고, 효율성이 높은 검색성능과 프로토타입의 신속한 개발을 위하여 MS Office365의 Access Webapp으로 클라우드 앱을 개발하여 업무 전문가가 현업에서의 활용도를 평가하였다.

#### 3.1. 시스템 경계와 입출력

선박 항해통신장비 원격유지보수시스템의 경계와 입출력은 그림 2에서 보는 것과 같다.

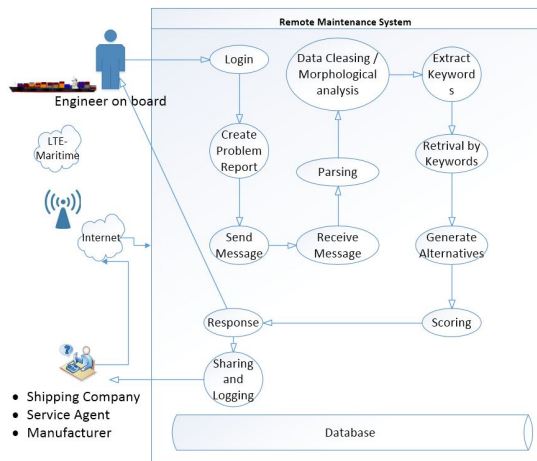


Fig. 2 A Context Diagram and Business Flow of Remote Maintenance System

해양수산부에서 eNavigation 사업의 일환으로 추진하고 있는 해양 초고속무선통신망[8]을 통하여 선박의 고장 발생 상황 또는 장비상태 정보가 일정 주기별 또는 수시로 클라우드 인프라에 수집이 되고, 이를 분석하여 원격유지보수와 예지정비에 관한 정보를 제공하는 것을 목표로 한다. 수집된 데이터는 정제과정을 거친 후, 분석 로직을 통하여 유의미한 대답을 도출하고,

이를 질문을 한 사용자에게 제공한다. 사용자와의 인터페이스는 현재는 텍스트에 제한되어 있으나 향후에는 이미지, 음성, 동영상이 추가되어야 한다.

원격유지보수를 위한 기본 업무흐름은 다음과 같다. 선박에 승선중인 엔지니어가 항해통신장비의 고장을 인지한 경우, 원격유지보수 시스템에 접속하여 정형 또는 비정형으로 문제를 작성하고, 메시지를 전송하면 메시지 파싱, 정제, 키워드 도출과 분석과정을 거쳐 대안을 생성하고 이중 연관성이 높다고 판단되는 결과를 제공한다. 결과는 텍스트, 음성, 이미지 및 동영상 등의 형태로 제공이 되고, 기록 후 관련 기관과 공유하게 된다.

#### 3.2. 장비분류체계

진단과 조치방법에 대한 데이터베이스의 기록 및 관리 단위를 정하기 위하여 장비의 분류 체계를 정의하였다. 항해통신장비의 원격유지보수를 효율적으로 운영할 수 있는 장비 분류체계로 ‘장비의 그룹 - 장비의 종류 - 장비의 모델 - 컴포넌트’를 계층적으로 구성하였다. 장비의 그룹은 용도에 따라 무선장치, 다기능표시장치, 선저부착센서, 위성통신장치 및 항해지원장비로 구성하였고, 각각의 그룹에는 여러 종류의 장비가 포함되는데 세부사항은 표 2와 같다.

Table. 2 Equipment Types by Groups

Group	Type
Radio Equipment	MF/HF RADIO NAVTEX SART EPIRB (TWO-WAY) VHF UHF (UP/ UB/ UR) WEATHER FAX
Multi Function Display	BRIDGE INTERFACE RADAR ECDIS CONNING DISPLAY
Bottom Sensor	ECHO SOUNDER Doppler Sonar / Doppler Log
Inmarsat	INMARSAT- C / FB LRIT / SSAS / VSAT
Voyage Equipment	VDR AIS DGPS BNWAS AUTO PILOT GYRO COMPASS

장비의 종류별로 여러 가지 모델이 사용되고 있고, 모델은 컴포넌트와 예비부품, 부속품 등으로 구성된다. 모델과 컴포넌트는 m대 n의 관계가 형성되므로 관계테이블이 필요하다. 이를 개체관계다이어그램(ERD: Entity-Relationship Diagram)으로 표시하면 그림 3과 같다.

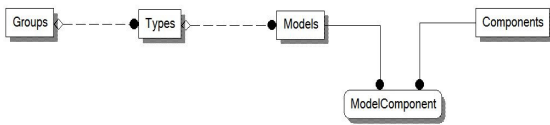


Fig. 3 ERD of Model and Component

Groups과 Type, Type과 Model은 비식별 관계를 형성, Model과 Components는 식별 관계를 형성하고, 관계테이블 ModelComponent의 주키로 구성된다.

이와 같은 장비 분류체계에 따라 항해통신장비를 분류한 일례를 보이면 그림 4와 같다. 선박자동식별장치(AIS: Automatic Identification System)는 선박의 이름, 소속과 각종 제원에 대한 정적정보와 현재의 위치, 운항중인 속도, 방향과 같은 동적정보를 일정 주기별로 자동 방송하는 VHF 통신 장치이다. AIS의 기본 컴포넌트는 트랜스폰더, 컨트롤러, 디스플레이장치, 전원공급부 등이고, 옵션 컴포넌트는 무정전장치, 마운트, 커넥션 박스 등으로 구성이 되며, 스페어 파트는 퓨즈가 있다. 이러한 경우, 장비의 기본정보로 장비의 그룹은 Voyage Equipment, 종류는 AIS, 모델은 JHS-183, 기본 컴포넌트와 옵션 컴포넌트가 각각 등록되어야 한다.

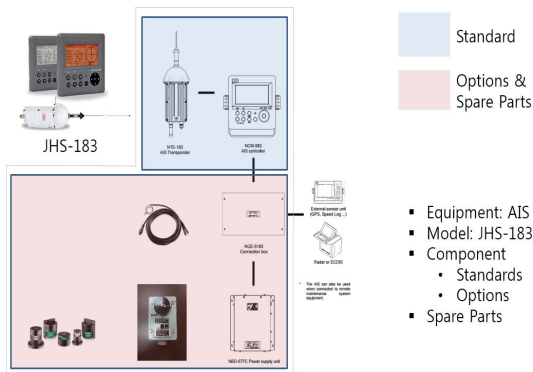


Fig. 4 An Example of Navigation Equipment Configuration

### 3.3. 데이터베이스 설계 및 구축

데이터베이스 논리 스키마는 모델별로 성능과 컴포넌트의 구성에 차이가 있으므로 모델별 특성을 반영하기 위하여 장비의 모델을 중심으로 구성하였고, 장비의 모델을 실제 판매 단위로 간주하여 프로덕트라고 명명하였다.

프로덕트의 부모 엔티티로는 그룹과 타입이 있는데, 그룹은 항해통신장비의 용도별로 5종으로 구분한 것이고, 타입은 SFI Group Code를 의미한다. 각각의 그룹과 타입은 1대 m의 관계를 갖는다. 모델과 컴포넌트는 m대 n의 관계를 가지는 것으로 파악이 되어, 이를 해소하고자 관계 테이블을 생성하였다. 컴포넌트 테이블은 기본과 옵션으로 구분하였고, 배터리와 스페어파트를 지식 엔티티로 갖는다. 체크 리스트, FAQ, Trouble Shooting은 정확한 진단과 조치방법을 제공해야 한다는 의미에서 유사한 성격으로 규정하여 FMEA로 통일하였다. FMEA 테이블은 프로덕트별 기능, 고장 모드, 원인, 효과, 증상, 조치방법 및 참고자료 등을 속성으로 갖는다. 원격유지보수를 위한 FMEA데이터의 실제 용례를 들면 다음과 같다. RADAR장비의 외부 GPS의 RMS상태신호가 "Position(unavailable)", "GPS #(Communication Failed, Main LAN)", "GPS #(Communication Failed, Direct)"중 어느 하나로 검출되었을 때, 고장형태는 "Failure of GPS equipment", 고장 영향은 "Impossible to use AIS function or Impossible to display User MAP", 고장원인으로는 "Degradation of parts or Vibration", 조치 방법으로는 "Change to DR, Change manually GPS sensor to No.2 by No.1 ECDIS display unit or GPS selector, if the No.2 GPS is available."을 제시한다.

Q&A는 사용자 질의에 대한 보다 자세한 기록을 남기기 위한 것으로 진행 상태를 포함하고 있고, 완결이 될 경우 검토하여 FMEA에 등록할 수 있게 하였다. 장비에 대한 엔지니어들의 수리 이력과 항해통신장비의 상태정보(RMS)와 예방정비의 주기 또한 긴밀한 관계를 갖는 것으로 파악하였다. 장비모델과 컴포넌트, FMEA, Q&A, 수리이력, RMS와 PMS 등의 테이블이 원격유지보수에 핵심 엔티티로 도출되었다. 한편, 프로덕트별 매뉴얼, 카타로그, 뉴스 및 관련규정에 대한 테이블도 참고사항으로 함께 구성이 되어야 한다. 모든 테이블에 대하여 3차 정규화를 수행하였다.

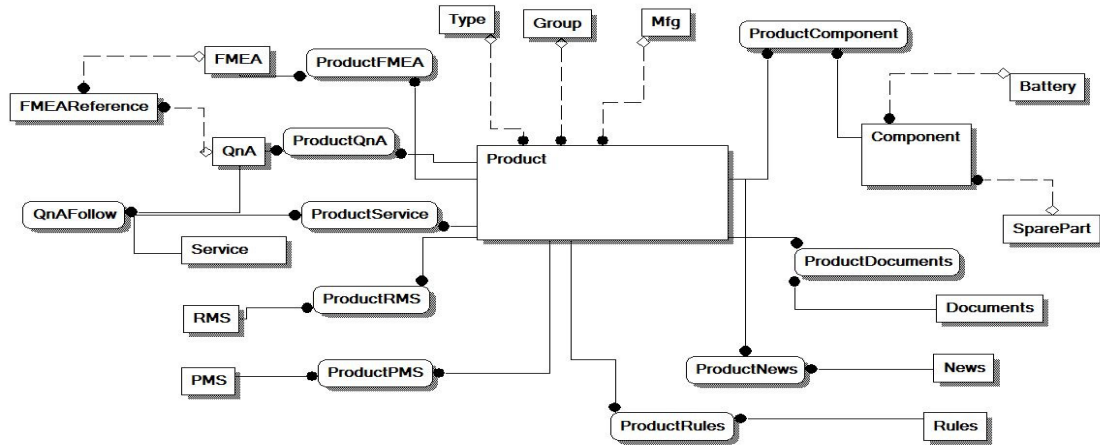


Fig. 5 Database Logical Schema

데이터베이스 논리 구조와 주요 테이블의 명세는 그림 5와 표 3에서 보이는 바와 같다.

Table. 3 Description of Entities

Entity	Representative Attribute	Description
Mfg	Mfg ID, Nationality	Manufacturer
Product	Model ID, Produced Year, Discontinued	Equipment Model
Component	Component ID, Part Number	Parts that make up Equipment
ProductComponent	Standard/Option, Quantity	Relational Entity of Product and Component
FMEA	Symptoms, Cause, Counter Measure	Trouble shooting, FAQ, Check List
QnA	Question, Follow up	Questions from Fields
Service	Service History, Agent	History of Maintenance Service
RMS	Status Message, Date Time	Remote Maintenance System by each Manufacturer
PMS	Period, Action, Life Time	Planned Maintenance System
Documents	Title, Files	Manual, Catalog, etc.
News	Date, Title, Description	The Latest News of Equipment

#### IV. 모델의 평가

구축된 데이터베이스의 활용 가능성을 평가하기 위하여 140개의 항해통신장비 모델과 1,000개의 컴포넌트를 등록하였고, 그림 6과 같이 오피스365 기반의 웹어포인트 앱을 개발하였다. 테이블 단위로 등록, 수정, 삭제 그리고 조회 기능을 있고, 모델의 기본 정보와 관계되는 정보를 탭으로 선택할 수 있게 하였다. 관계정보는 모델에 대한 컴포넌트, 문서, 규정과 인증서, 각종 마케팅 자료, 서비스, 지침, 뉴스, Q&A, FAQ, 그리고 용어집 등이다.

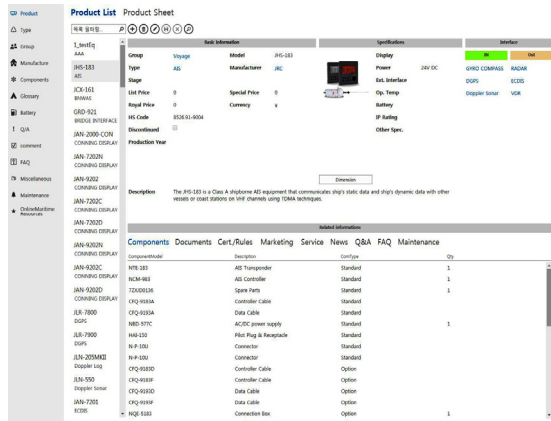


Fig. 6 SharePoint-based cloud app for validation

서비스 엔지니어가 클라우드 앱을 이용하여 다중 부분 검색을 하여 검색된 결과를 평가하였다. 예를 들어 ‘7201 bat ups’라고 검색을 했을 때 모델명에 7201을 포함하는 어떤 장비의 UPS battery와 관련이 있는 문제를 질의하여 3케이스가 그림 7과 같이 검색되었다. 각각의 결과에는 상이한 장비 모델에 대하여 증상과 원인, 조치방법 등이 제시되었다.

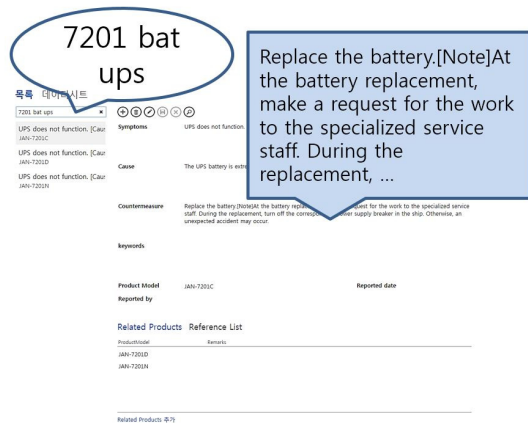


Fig. 7 An Example of search results through app

각각의 기준에 따른 실험결과는 표 4와 같다. 실험은 RADAR에 대하여 SQL 문으로 수행되었다. SFI group 기준인 장비의 타입 기준으로 데이터베이스를 구성할 경우, 모델별 특성을 파악할 수 없고, 컴포넌트를 기준으로 할 경우 컴포넌트 재분류와 데이터베이스가 복잡해질 뿐더러, 과도한 검색결과로 실용성이 떨어질 수 있다고 판단된다. 장비의 진단과 조치방법, 과거의 수리 기록 등 원격유지보수에 필요한 정보를 색인할 기준 단위를 정하기 위하여, 각 상황별로 데이터를 구성한

다음 앱을 통한 평가를 수행하였고, 다음의 사실을 파악할 수 있었다. SFI group 코드를 사용할 경우는 모델의 특성을 반영할 수가 없었다. 기술 개발의 속도가 빠른 편이라 모델 간의 부품 구성과, 성능의 차이, 고장 유형의 차이 등을 알 수가 없었다. 반면, 컴포넌트를 기준으로 할 경우는 검색되는 결과가 과다하고, 완성품에서 복합적인 요인으로 비롯되는 상황을 파악할 수 없었다. 제조업체에서 제공하는 FAQ와 체크리스트 또한 장비의 모델별로 제공되는 것이 일반적이었다. 모델을 구성하는 컴포넌트 또한 표시장치, 컨트롤러, 전원부, 합체 등과 같이 기능상의 속성으로 분류할 필요도 있었으나, 구조가 복잡해지고 일관성이 결여된다는 측면에서 세분화하지 않았다. 컴포넌트에는 스페어 파트와 기타 부속물도 포함시켰고, 기본 사양과 선택 사양을 구분할 수 있게 하였다.

본 연구에서의 데이터베이스 설계의 진보성은 항공 산업과 자동차산업에서 유지보수와 고장수리를 위하여 적용되는 FMEA를 선박운영에 도입한 점과 자동으로 장비의 상태 정보를 수집하고 반영하였다는 점을 들 수 있다. 성능 평가측면에서는 여러 개의 키워드에 대하여 주요 테이블을 모두 순회하는 검색에서 0.1초 이하의 성능을 보였는데, 이는 동일 규모의 전사적 자원 관리(ERP)와 비교했을 때 10배 이상 빠른 속도로 평가되었다.

V. 결론

본 연구는 고속무선통신망인 LTE-M이 현실화됨을 전제로, 육상에서, 선박에 설치된 항해통신장비를 웹 또는 모바일로 원격유지보수할 수 있는 최적의 장비 분

Table 4. Criteria for Diagnostic Database

Retrieval unit	Input Sources	Searched Results	Evaluation
SFI group	collecting 93 models	11,087	search for 93 RADAR models and not identify the characteristics of exch model
Model	each model	693	Model ID: JMR 9230S
Component	Redefine by component for each model	1,860 or more	- Consists of 44 components - in the case of same components name, they should be separated by model - Precise symptom identification must precede - Overall fault diagnosis is difficult

류체계와 데이터베이스를 구축하고자 하였다.

선박 항해통신장비의 원격유지보수에 적합한 데이터베이스를 구성하기 위해서는, 장비의 모델 단위로 증상, 가능한 원인, 원인별 대응 방법을 데이터베이스로 구축하는 것이 모델별 특성, 고장을 등의 파악과 예방에 효과적이고, 주요 테이블로는 장비모델과 컴포넌트, FMEA, Q&A, 수리이력, RMS와 PMS 등을 들 수 있다.

항해통신장비의 분류체계는 ‘그룹-종류-모델-컴포넌트’로 계층화하는 것이 효율적인 것으로 판단된다. 한편, 전문가들의 경험이 계속 축적되는 지식기반으로 구축이 될 필요가 많은데, 이를 위해서는 모든 디바이스에서 접속할 수 있도록 클라우드 형태로 구축되어야 한다.

본 연구의 한계점으로 실용성 판단을 전문가들의 정성적 평가에 치중했음을 들 수 있는데, 이는 각 고장 증상별 확률분포에 의한 데이터 기반의 분석 및 평가 기법으로 보완이 되어야 한다. 선박운항정보는 데이터의 양이 많고, 다양한 수집원이 공존하므로 분산환경에서의 최적화된 쿼리 기술 개발이 또한 필요하고[9], NMEA2000과 같은 차세대 선박 네트워크의 표준통신 규격에 대한 검토와 효율적인 활용법이 마련되어야 한다[10]. 이와 함께, 항해통신장비로부터 일정 주기로 수신되는 센서 데이터를 분석하여 고장을 예측할 수 있는 기법이나, 모델별, 컴포넌트별 기존 고장 통계 데이터의 적용 또한 추후 보완되어야 한다.

## ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by the National IT Industry Promotion Agency(NIPA) grant funded by the Korean government(MSIP:Ministry of Science, ICT and Future Planning).

## REFERENCES

[ 1 ] Y. M. Lee, K Y Lee, S H Bae, H Jang, J K Lee, “Defect

Detection and Defect Classification System for Ship Engine using Multi-Channel Vibration Sensor,” *The KIPS Transactions*. Part A, vol. 17A no.2, pp. 81-92, April 2010.

[ 2 ] K. S. Kwon, K. S. Kim, M. Y. Yoo, “Development for the Trouble Diagnosis Expert System of the Ship Propulsion Engine,” *Journal of the Society of Marine Engineering*, vol. 14, no.3, pp. 195-201, Aug. 1990.

[ 3 ] H. G. Hwang, D W Park, J. I. Park, J. S. Lee, K. S. Rhyu, “A development of facility management system providing alarm function for fault effect and replacement of each component,” *Journal of the Korean Society of Marine Engineering*, vol. 38, no. 4, pp. 456-462, May 2014.

[ 4 ] H. Chen, T. Moan, H. Verhoeven, “Safety of dynamic positioning operations on mobile offshore drilling units,” *Reliability Engineering & System Safety*, vol. 93, no. 7, pp 1072-1090, July 2008.

[ 5 ] T. SHINODA, R. MIKASA, “Construction of Database for Ship Operation Trouble and Factor Analysis,” *The Journal of Japan Institute of Navigation*. vol. 129, pp 141-147, Dec. 2013.

[ 6 ] H. G. Hwang, S. D. Lee, J. S. Lee, K. W. Jang, H. C. Park, “Design and Implementation of Shipboard Integrated Information System based on IEC 61162-450,” *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol.21, no.7 pp.1466-1469, Sep. 2017.

[ 7 ] D. Lazecký, V. Král, S. Rusek, R. Goño, “Software Solution Design for Application of Reliability Centered Maintenance in Preventive Maintenance Plan,” *2017 18th International Scientific Conference on Electric Power Engineering (EPE) Electric Power Engineering (EPE), 2017 18th International Scientific Conference*, pp. 1-4, 2017.5

[ 8 ] SMART-Navigation Project. SMART-Navigation Service [Internet]. Available : <http://www.smartnav.org/eng/html/SMART-Navigation/summary.php>.

[ 9 ] A. Singh, K. Kumar, R. S. Virk, H. J. Kim, “Symbiotic Organisms Search Response to Distributed Database Queries,” *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art*, vol.6 no.11, pp. 595-619, Dec. 2016.

[10] C. Y. Kim, I. G. Lee, “Design and Implementation of NMEA2000 Protocol Application for Marine Monitoring System,” *Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 19, no. 2, pp. 317-322, Feb. 2015.





**김주영(Ju-Young Kim)**

1991년 2월 : 한국해양대학교 항해학과(이학사)  
2005년 2월 : 한국해양대학교 토목환경공학과(공학석사)  
1996년 1월 ~ 2001년 2월 : ㈜LG-CNS  
2008년 3월 ~ 현재 : 부산대학교 의학연구원 연구교수  
2016년 8월 ~ 현재 : ㈜KJ엔지니어링  
※관심분야 : 데이터베이스, GIS, 시뮬레이션, 빅데이터, 추천시스템



**옥경석(Kyeong-suk Ok)**

1989년 2월 : 한국해양대학교 항해학과(이학사)  
1989년 ~ 1995년 : 조양상선  
2003년 ~ 2005년 : 미래고속  
2005년 ~ 2012년 : KJ무선  
2005년 ~ 2012년 : ㈜KJ엔지니어링  
※관심분야 : 전자해도, 해상교육, 스마트선박



**김주원(Ju-Won Kim)**

2001년 2월 : 부산과학기술대학(전문학사)  
2001년 2월 ~ 2008년 2월 : 선박무선  
2008년 2월 ~ 2012년 3월 : KJ 무선  
2012년 3월 ~ 현재 : ㈜KJ엔지니어링  
※관심분야 : 무선통신, 선박네트워크



**조익순(Ik-Soon Cho)**

1996년 2월 : 한국해양대학교 해사수송학과(공학사)  
2000년 2월 : 한국해양대학교대학원 해사수송학과(공학석사)  
2005년 9월 : 일본 고베대학대학원 자연과학연구과(공학박사)  
2005년 10월 ~ 2006년 2월 : 일본 고베대학 외국인 연구자  
2007년 2월 ~ 2008년 6월 : 한국해양대학교 마린시뮬레이션센터 전임연구원  
2008년 7월 ~ 2012년 2월 : 선박안전기술공단 해사안전연구소 센터장  
2016년 1월 ~ 2017년 1월 : 미국 University of Rhode Island 객원연구교수  
2012년 3월 ~ 현재 : 한국해양대학교 해사대학 선박운항과 부교수  
※관심분야 : 해상교통안전진단, 해사안전정책연구, 선박운용 안전성평가