

## 전력선통신(Power Line Communication) 기반 센서네트워크를 이용한 크루즈선 승무원 지원 시스템 개념연구

강희진<sup>†\*</sup>, 이동곤\*, 박범진\*, 백부근\*, 조성락\*

한국해양연구원 해양시스템안전연구소\*

Conceptual Design of Crew Support System Based on Wireless Sensor Network  
and Power Line Communication for Cruise Ship

Hee Jin Kang<sup>†\*</sup>, Dongkon Lee\*, Beom Jin Park\*, Bu-Geun Paik\* and Seong-Rak Cho\*

Maritime & Ocean Engineering Research Institute, KORDI\*

### Abstract

The highest priority of the cruise trip is the safety and comfort of its passengers. Though the cruise lines take every appropriate measure to ensure that their Passengers are safe and experience enjoyable vacations it is hard to fulfill all passenger's personnel requirement with limited number of crews. Generally, each passenger is issued an identification card which contains their digital photo and personal identification information on a magnetic strip that he or she must present when entering or leaving the ship. This technology allows the ship to know which Passengers and crew members are on board and which are not. However, this system has some limitations of functions and usage. To support each passenger as his or her personal liking, additional number of crews or some kind of new system is needed.

In this paper, the crew support system based on sensor network using wireless and wired communication technologies was studied. To design the system, PLC(Power Line Communication) system and ZigBee based passenger location recognition, classification system has studied experimentally. By using this system, crews can serve passengers more closely and personally with less effort.

\*Keywords: ZigBee(지그비), Passenger ship(여객선), Location recognition(위치인식), Sensor network(센서네트워크)

## 1. 서론

최근 건조되는 여객선은 첨단, 대형화되는 추세로, 크루즈선과 같은 대형 여객선을 이용한 여행은 주요 선진국의 중요한 여행산업자원이 되었다. 여객선을 이용한 여행의 핵심 가치는 편의성과 안전으로, 많은 승무원들이 승객의 편의를 위해 노력하고 있다. 그러나 제한된 인력으로 승객 기호에 맞는 맞춤형 서비스를 제공하기에 현실적인 어려움이 많은 실정이다. 일반적으로 크루즈선과 같은 대형 여객선에 탑승하는 승객들은 사진과 간단한 신상정보가 포함된 마그네틱 소재의 신분증(ID)을 발급받으며 승하선시 이를 제시하도록 되어 있다. 마그네틱 신분증은 저장 정보량과 기능 면에서 제한적이며 승하선 확인 외에 다른 서비스를 제공하기 위해서는 별도의 체계가 추가로 요구된다.

본 연구에서는 무선센서네트워크와 전력선통신(PLC: Power Line Communication)을 활용하여 크루즈선과 같은 대형 여객선의 편의성과 안전성을 향상하는 방안에 대해 검토하였다. 또한 기존의 연구 결과와 실선 시험을 바탕으로 검토한 내용의 실현 가능성을 확인하였다.

## 2. 크루즈선(Cruise Ship)

크루즈선과 같은 대형 여객선은 정해진 항로에 따른 여객의 운송과 관광을 목적으로 한다. 내부에는 다수의 승객이 장시간 체류하고 위락을 즐길 수 있도록 숙박시설과 편의시설을 보유하고 있다.

크루즈선은 규모에 따라 총톤수 2,000에서 20,000톤급인 소형 크루즈 선박이 약 500명 정도의 승객을 수용할 수 있다. 포스트파나마스급 크루즈선을 포함하는 대형 크루즈선의 경우 1,000명 이상의 승객을 수용할 수 있는 능력을 갖추고 있다. Fig. 1은 총톤수에 따르는 승객수와 승무원 수의 증가추이를 보여주는 그림으로, 승객과 승무원 수의 비율이 1:2 정도가 된다. 결국 승객의 증가에 따라 승무원도 함께 증가해야 한다.

크루즈선에서 이루어지는 대부분의 서비스는 승무원에 의한 것으로, 승무원의 숙련도와 서비스

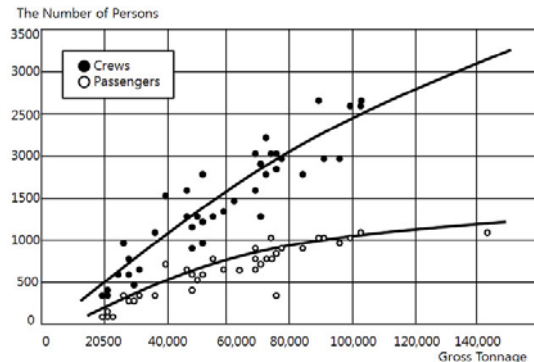


Fig. 1 The ratio of crews to passengers of passenger ship(Byun et al. 2008)

질이 여행객이 느끼는 만족도에 영향을 미치며 유사시 승무원은 승객의 생명과 안전을 책임진다.

따라서 본 연구에서는 센서네트워크 기반의 승객 위치인식을 통해 제한된 수의 승무원으로 추가적인 업무 부담의 증가 없이 승객의 편의와 안전도 향상에 기여할 수 있는 서비스 지원 방안에 대한 검토를 진행하였다.

## 3. 승무원 지원체계

### 3.1 승무원 지원체계 개요

크루즈선과 같이 내부 구조가 복잡하고 다수의 인원이 상주하는 대형 구조물은 승객에게 낯설고 복잡한 공간이다.

승무원은 승객의 편의와 안전을 책임지지만, 자유롭게 이동하는 고객을 숙지하고 개인화된 서비스를 제공하는 것은 어려운 일이다. 별도의 허가 없이 위험구역으로 진입하는 승객을 통제하는 일 역시 대개의 사고가 우발적임을 고려할 때 어려운 일이다. 또한 화재, 침수, 폭발, 붕괴, 전복 등 사고 발생시 혼란에 빠진 승객을 통제하고 교통약자들을 우선적으로 식별하여 안전하게 대피시키는 일은 숙련된 승무원에게도 매우 어려운 일이다.

승무원 지원체계는 위와 같은 대형 여객선의 특성을 고려하여 사전 입력된 승객의 기호에 따라 객실의 온도, 습도를 자동으로 조정하고 승객의 특정 위치 및 기호에 따라 개인화된 안내 서비스를 제공하며, 교통약자의 이동시 즉각적인 지원을

제공할 수 있도록 제안되었다. 또한 유사시 교통 약자의 위치인식 정보를 활용하여 우선적으로 도움을 제공하고, 위험, 통제 구역의 차단과 안전한 대피 및 상황통제에 활용할 수 있도록 하여 승객의 편의와 안전을 향상할 수 있도록 고안되었다.

대형 여객선에서의 사용을 가정한 승무원지원체계 설계를 위해서는 먼저 승무원의 주요 업무 내용과 수행 절차에 대한 분석이 필요하다. 이로부터 체계 설계를 위한 요구사항을 정의하고 체계구현을 위한 핵심 기술의 실현 가능성을 검증해야 한다.

**3.2 승무원 Activity 및 업무 Process 분석**

IDEF 0 모델은 체계에서 수행하거나 수행해야할 활동(Activity), 기능(Function)과 이들 간의 관계를 이해하기 쉬운 그림과 문자로 표현한 것으로, 새로운 체계에 대한 개념을 구체화하는데 효과적이다(Mayer, 1994). Fig. 2는 승무원지원체계 구현의 핵심이 되는 승무원 업무를 IDEF0를 이용하여 도식화한 것으로, 승무원의 업무를 기능적으로 이해하는데 도움이 된다.

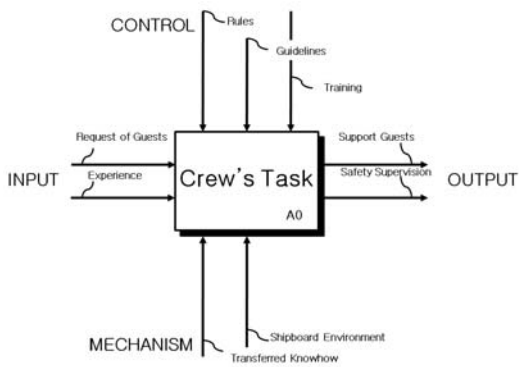


Fig. 2 Context diagram of crews' tasks

Fig. 3은 IDEF 0 모델로부터 도출한 승무원 업무 컨텍스트 다이어그램(Context Diagram)을 기본으로 하여 승무원지원체계의 주요 기능 도출을 위해 작성한 활동목록(Activity List)이다. 이로부터 식별된 승무원의 주요업무는 기능적인 측면에서 승객확인, 구역확인, 교통약자 보호, 사고 대응으로 승무원지원체계의 기능 및 역할을 정의의 근거가 된다.

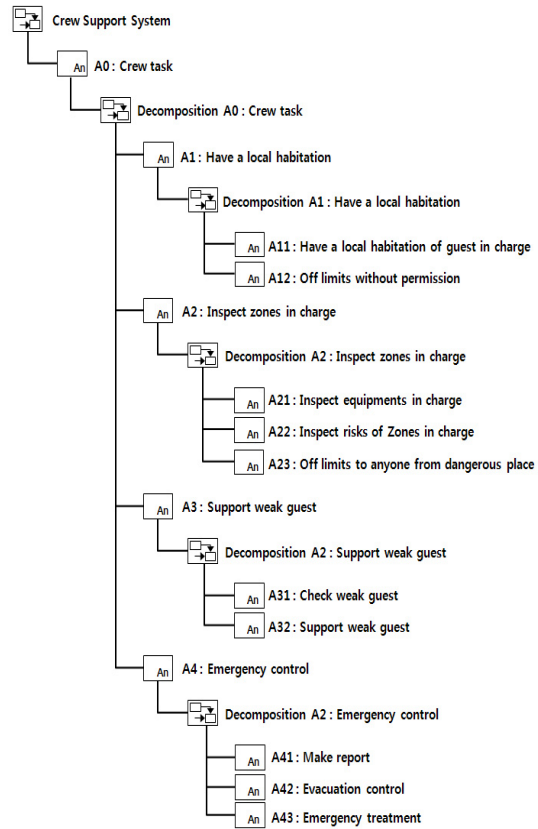


Fig. 3 An example of activity diagram of crews' tasks

**3.3 크루즈선에서의 승객 위치인식**

승무원 활동 및 업무 프로세스 분석 결과로부터, 승객 및 구역 확인, 교통약자 보호, 사고 대응을 위해서는 담당 구역으로 진입하는 개별 승객의 특성과 기호에 대한 정보를 알아야 한다. 따라서 개별 승객의 위치 인식 및 특성에 대한 선박내 정보 활용체계가 요구된다. 무선센서네트워크의 활용은 현재 선박에서 활용하고 있는 신분증 카드 형태의 소형 태그를 활용해 위치인식과 개별 승객의 정보를 승조원에게 알릴 수 있다는 측면에서 승무원 지원체계 구현을 위해 필요하다.

그러나 선박은 육상 건축물과 달리 철 구조물로 되어 있어 전파의 산란이 심하고 내부 구역이 복잡하여 무선 센서네트워크를 활용한 위치인식이 어려운 것으로 알려져 있다. 따라서 승객 위치인

식에 기반한 서비스 체계 구현을 위해서는 실제 선박과 같거나 유사한 환경에서 실험을 통해 무선 센서네트워크 구현 가능성을 검증해야 한다.

본 연구에서는 승무원 지원체계 구현을 위한 무선센서네트워크 구성을 위해 소형 무선 태그에 기반한 센서네트워크 구성 방안을 검토하였다.

여객선 내 무선센서네트워크 구성을 위한 태그는 운항 기간중 배터리 교체없이 장기간 활용 가능해야 하며, 인식률과 인식거리가 우수해야 한다. 또한 선박 특성에 맞는 다양한 네트워크 구성이 용이해야 하며, 기존에 운용 중인 다른 통신, 전자 장비와 간섭이 없어야 한다. 통신 품질 측면에서 안정성이 확보되고, 국제적 표준이 제정된 태그는 Table 1에 제시된 바와 같다. 지그비(Zigbee)는 블루투스(Bluetooth)나 와이파이(Wi-Fi)에 비해 속도면에서는 불리하나 대기전력이 낮아 장기간의 선상 여행기간 중 배터리 교체없이 편리한 사용이 가능하다.

Table 1 Comparison of Zigbee, Bluetooth, WiFi

	Zigbee	Bluetooth	Wi-Fi
Standard	802.15.4	802.15.1	802.11
Speed	250 kbps	1 Mbps	~54 Mbps
TX	35 mA	40 mA	400+mA
Standby	3 uA	200 uA	20 mA
Memory	32-60 KB	100 + KB	100 + KB
Network	MESH	P to Multi P	P to Multi P

또한 지그비는 Fig. 4와 같이 다양한 토폴로지(Topolgy)의 네트워크 구성이 가능하여 선박 적용에 유리하다. 무선 태그 방식 중 수동 방식으로 인식률과 인식거리 측면에서 불리한 RFID는 제외하였다. 따라서 본 연구에서는 지그비 태그를 우선적으로 고려하여 체계 구현 방안을 검토하였다. 지그비 태그 기반의 체계 구현시, 선박 운항 중 작동하는 장비와의 전자파 간섭과 통신품질 보증 가능성을 확인하기 위해 주요 장비가 운항 중인 상태의 실선에서 위치 인식 시험을 수행하였다.

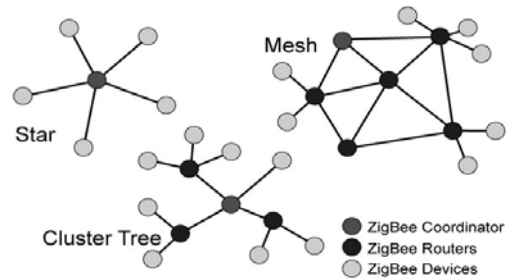


Fig. 4 ZigBee topology(Ergen 2004)

Fig. 5는 선박에서 센서네트워크를 이용한 지그비 태그의 위치인식 특성을 확인하기 위해 실시한 실선 시험결과의 일부로, 2.4 GHz 250kbps 지그비 태그를 이용하였다. 실험은 동일 방화구역(Main Vertical Zone) 내부 1개 갑판의 각기 다른 격실에 위치한 지그비 태그의 위치인식 결과를 확인하는 방식으로 진행되었다. 위치인식 여부는 데이터의 연결 강도를 평가하는 기준인 (1)의 LQI(Link Quality Indicator) 값을 활용하였다.

$$LQI = 255 \times \frac{RSSI - dBm_{\min}}{dBm_{\max} - dBm_{\min}} \quad (1)$$

※ RSSI : Received Signal Strength Indication

$dBm_{\max}$  : 수신가능최대파워의 dBm

$dBm_{\min}$  : 수신가능최소파워의 dBm

실험에서 LQI값이 80이상이면 정상적으로 위치 인식 신호가 수신되는 것으로 가정하였으며, LQI 값의 변동 폭이 30 이상인 경우 승객이 이동 중인 상황으로 가정하였다. 실험에서 격벽과 문으로 차단된 장소 내부에서의 인식률은 외부에 비해 약 두 배 정도 높은 수신율을 보였으며, 문이 개방된 다른 격실로 이동시에는 수신율이 0에 가깝게 나옴을 확인 할 수 있었다. 또한 상하 갑판으로의 이동에 따른 수신율의 변화도 확인할 수 있어서 LQI값의 변화에 따른 선박에서의 승객 위치 인식이 실험적으로 가능함을 확인하였다.

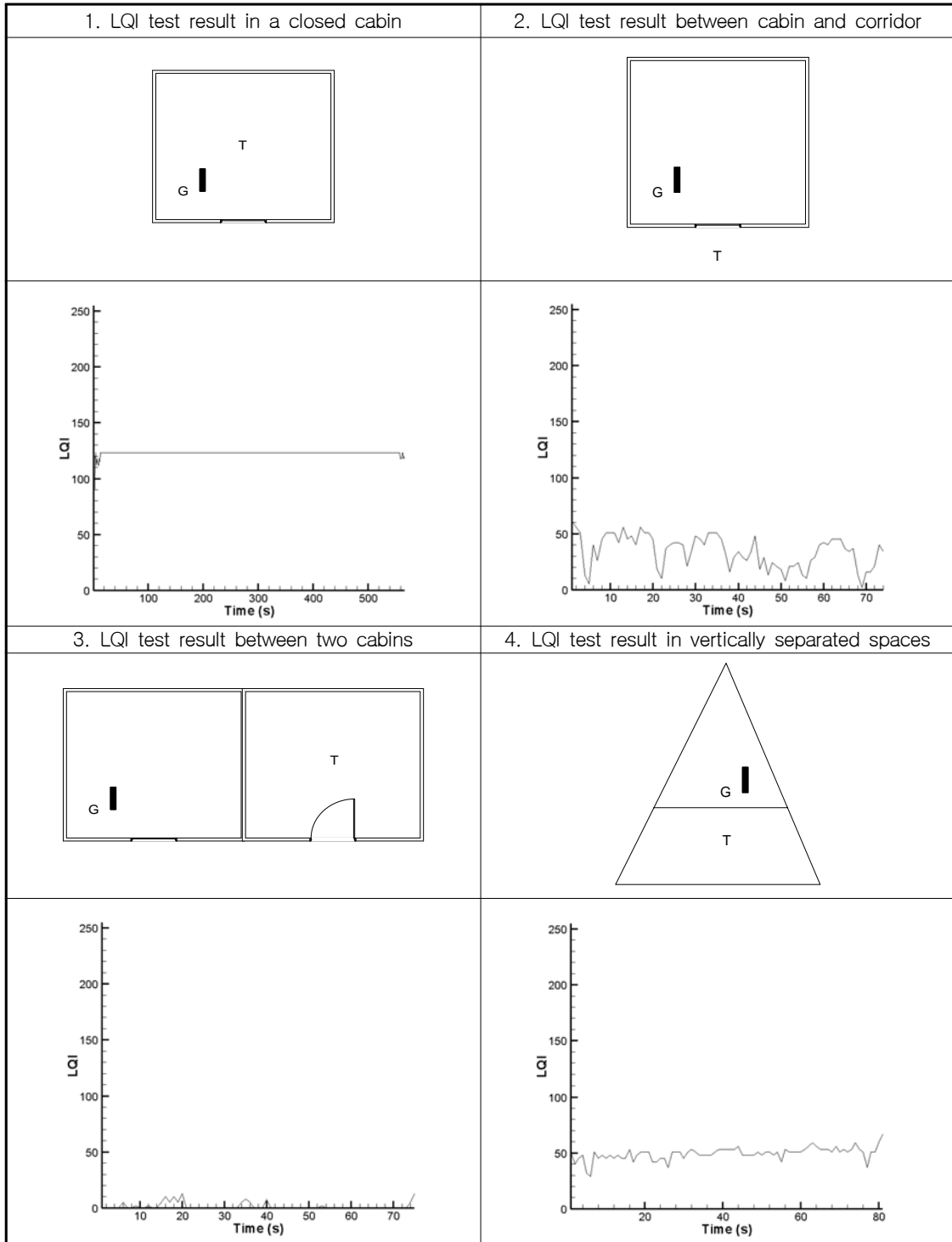


Fig. 5 Examples of signal strength test results of zigbee tag based on LQI in a real ship

### 3.4 위치인식 데이터의 전송

선박은 한 번 건조되고 나면 20년에서 50년까지 장기간 운항되며 운항기간 중 기술의 발달과 고객 요구에 대응하기 위한 목적으로 지속적인 개조 개장을 수행하게 된다. 그러나 이미 건조되어 운항 중인 선박에 네트워크를 설치하는 것은 장기간에 걸친 대규모의 개조 개장 공사를 필요로 하며, 수밀격벽 등에 파공을 내야하는 경우도 있어 실제적인 적용이 매우 어렵다.

전력선통신은 전력선을 이용하여 데이터를 전송하는 통신 기술로, 2000년 이후 현재까지 다양한 저속(10Kbps급) 및 고속(1M~10Mbps 이상) 데이터 전송 기술이 상용화 되어 있으며, 육상건물과 달리 새로운 데이터 통신용 네트워크 구성에 제약이 많은 선박에 적용시 짧은 시간과 저비용으로 선내 통신망을 구축할 수 있는 장점이 있다.

그러나 선박에서 전력선통신 활용시 고려할 수 있는 전력망의 경우, 연결되어 있는 전기를 에너지원으로 하는 모든 주변기기(부하)로부터 영향을 받는다. 이러한 특성은 시간이나 특정 장비의 사용, 주파수에 따라서 통신 품질의 변동폭이 큰 단점이 있다.

선박에서 일반적으로 사용되고 있는 100V-60Hz 전력선을 이용한 전력선통신을 고려할 때 신호특성 분석을 위해서는 Table 2와 같은 잡음원에 대한 고려가 필요하다(PLC Forum Korea 2003).

**Table 2** Noise sources of onboard PLC

Noise Source
○ Colored Background Noise
○ Narrowband Noise
○ Periodic Impulsive Noise, Asynchronous To The Main Frequency
○ Periodic Impulsive Noise, Noise, Synchronous To The Main Frequency
○ Asynchronous Impulsive Noise

Table 3은 한국해양대의 실습선인 한나라호에서 측정한 저속 전력선통신 데이터 전송율 실험 결과의 일부를 나타낸 것이다. 크루즈선의 승무원 지원체계 설치 환경과 비슷한 식당, 선실에서 데이터 전송율이 육상 및 테스트 베드에서의 측정값과 비슷한 수준으로 우수함을 알 수 있다.

**Table 3** Data delivery ratio at the two areas (Paik et al. 2008)

Space		Ship	Testbed	Lab
Bosun Rest.	Router	-	97.6 %	81.1 %
	Light	95.8 %	98.1 %	95.2 %
	Temp.	94.6 %	98.2 %	94.4 %
Cabin	Temp.	59.6 %	63.0 %	62.2 %
	Light	80.1 %	83.4 %	85.9 %

이와 같이 선박에서의 저속 전력선통신기반 센서네트워크 구성 관련 사항은 이미 검증된 바 있다. 하지만, 크루즈선과 같이 많은 승객의 정보를 동시에 처리해야 하는 경우 저속 전력선 통신의 활용만으로는 데이터 처리에 한계가 있어 높은 데이터 전송율을 유지하면서 많은 데이터를 동시에 처리할 수 있는 방안에 대한 추가적인 검토가 필요하다.

데이터의 전송량이 낮은 저속 데이터 통신을 사용하면서도 많은 데이터 용량의 승객 위치와 개인 정보를 실시간으로 활용하기 위해 본 논문에서는 국내 홈네트워크 제어 통신 규약이며 중저속통신에 특화되어 있는 HnCP(Home Network Control Protocol 1.0)를 응용하였다.

HnCP는 Fig. 6과 같은 다중 마스터-슬레이브 구조를 지원하며 이를 선박에 적용할 경우 승객 위치 데이터의 전송을 단위구역에서는 전력선 통신을 이용하고 그 이상에서는 LAN 케이블을 활용하는 이중 구성이 용이한 장점이 있다. 선박에 적용시 Fig. 6과 같이 홈서버는 중앙 제어장치가 되고 기기 슬레이브는 위치인식단 라우터가 된다. 마스터 2는 단위 구역의 정보 수집과 활용을 위한 제어장치가 된다.

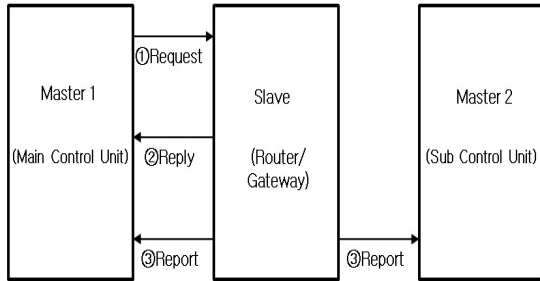


Fig. 6 Application of HnCP multi master-slave communication to a ship

HnCP에서는 동일 기기들이 네트워크 상에서 충돌하지 않도록 논리코드를 할당해 준다.

Table 4는 HnCP의 코드 동적할당 방식을 선박의 승객위치 인식에 적용한 결과로, 개별 승객 아이디(ID) 작성과 메시지 셋 작성에 응용될 수 있으며 위치 인식 및 특성 정보 활용에 필요한 데이터 전송량을 큰 폭으로 줄일 수 있다.

Table 4 Application of HnCP codes to location recognition system

<b>Passenger Code</b> (Product Code)	0x0000 ~ 0x7F00
<b>Logical Code</b> (Logical Code)	0xXX01 ~ 0xXXFE
<b>Location Code</b> (Location Code)	0x8100 ~ 0xFE00
<b>Crew Category Code</b> (Product Category Code)	0x00

Table 5는 HnCP의 표준 명령 메시지 셋을 이용하여 구성된 크루즈선의 승객 위치 파악 메시지 셋이다. 승객의 현재 위치와 이동 경로 확인을 위한 0X00, 승객이 위험구역 내에 진입했거나 사고 발생 지점에 남아있는 승객 인식을 위한 0X01, 식당, 점포에서 승객이 호출할 경우 인근의 승무원 배치를 위한 0X02, 승객의 기호, 건강 상태에 따라 조도, 온도를 조절하기 위한 0X03, 0X04의 CC(Command Code)로 구성하였다.

Table 5 Application of HnCP message set to onboard location recognition system

SC	CC	Data Type	Data Range	Description	Contents
R/W	0X00	Boolean	0/1	Location	0:No 1:Yes
R/W	0X01	Boolean	0/1	Risk	0:No 1:Yes
R/W	0X02	Boolean	0/1	Call	0:No 1:Yes
R/W	0X03	UCHAR	0~100	Light	0 ~ 100%
R/W	0X04	UCHAR	0~100	Temp	18° ~ 40°

※ SC : Service Code, CC(1B) : Command Code

이러한 메시지셋의 구성은 SC(Service Code)와 CC의 조합을 통해 다양한 메시지를 만들어 낼 수 있으며, 승객에게 부여된 논리코드와 함께 활용할 경우 “논리코드(교통약자) + 메시지셋(위치(노천감판 총계상단)) + 위험(있음)” 등으로 메시지의 의미와 활용범위를 다양하게 세분화하여 개별 승객에 대한 서비스를 개인별 특성에 맞춤형으로 제공할 수 있다.

Fig. 7은 승객 위치인식을 위한 구획 정의의 일례이다. 앞서 검토한 승무원 활동 및 업무 프로세스에 의해 주요 출입구와 격벽을 기준으로 승무원이 업무를 담당해야 할 구역을 구분하고, 구역에 존재하는 승객의 위치를 파악하여 서비스를 제공하도록 한다. 이러한 구역 정의는 필요 이상의 승객 위치 추적으로 발생할 수 있는 사생활 및 인권 침해의 소지를 없애고, 센서네트워크 설치 소요와 제어장치의 데이터 처리 부하를 줄일 수 있는 장점이 있다.

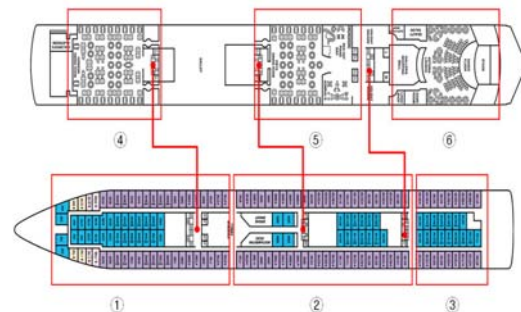


Fig. 7 An Example of zone division for location recognition

3.5 활용시나리오

Fig. 8은 승객 위치인식 결과를 승무원이 활용하는 방법에 관한 간단한 예를 보여준다.

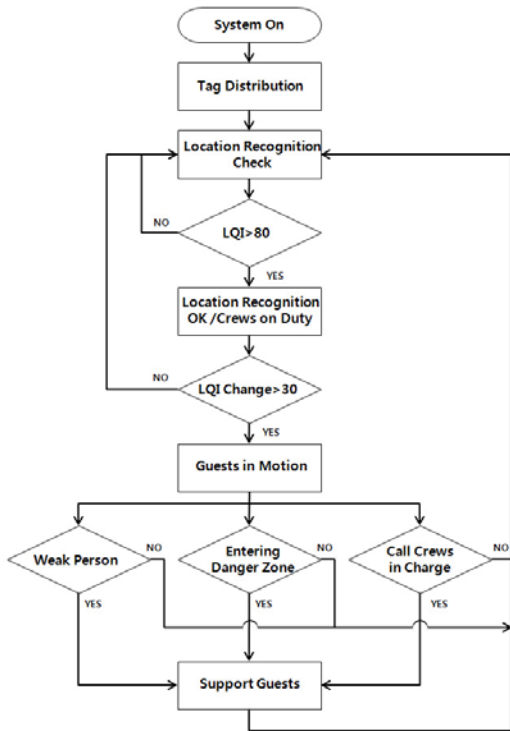


Fig. 8 Flow chart of crew support system

승객의 태그로부터 수신된 신호의 변동 폭이 30이상이면, 승객은 이동 중인 것으로 가정한다. 각 승무원은 LQI값이 80 이상이면 담당하고 있는 구역에 특정 승객의 진입을 확인한다. 확인된 승객이 교통약자나 어린이인 경우 우선적으로 안내하는 등 편의를 제공한다. 승객이 지그비 태그에 개인 기호를 앞서 제안된 메시지셋 형태로 입력한 경우, 승무원은 레스토랑이나 공연장에서 승객의 기호에 따라 특정 좌석을 안내하거나 사전 예약된 음료, 음식 등을 제공한다. 또한 승객의 기호에 따라 침실 등 특정 구역의 온도, 습도, 조명 등을 자동으로 조정토록 한다.

사고 발생 등 비상시에 승무원은 담당 구역의 인원수 및 특성을 파악하고 상황을 통제한다. 위

치 인식 정보는 위험 구역에 남겨진 승객의 수와 위치를 확인하고 지원하는데 활용한다. 대피 흐름을 통제하여 병목 발생을 막고 선박 전반에 걸친 일관되고 효율적인 상황 통제를 수행한다.

위치인식을 위한 지그비 모듈은 마그네틱 소재의 신분증을 지그비 태그로 대체하도록 하여 승객이 쉽게 적응토록 하고, 위치인식을 위한 라우터 설치는 Fig. 9와 같이 비상구 표시등이 사용하는 상시, 비상 전원을 활용토록 하여 유사시에도 안정적인 체계 활용을 보장한다.

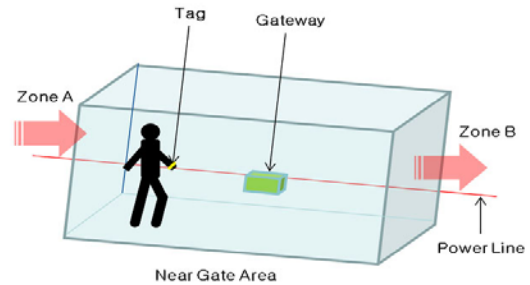


Fig. 9 Concept image of location recognition System Using Wrist Tag

3.6 승무원 지원체계의 구성

Fig. 10은 승무원지원체계 구현을 위한 체계구성도로 HnCP의 다중 마스터-슬레이브 통신 개념을 반영하여 작성한 것이다. 승무원지원체계는 위치인식이 이루어지는 슬레이브(Slave), 승객의 승선 전 사전 입력된 승객 정보와 승무원별 업무 및 담당구역 정보를 관리하는 데이터베이스(DB), 위치인식 정보와 승객정보를 맵핑하는 역할을 하는 어플리케이션(API), 중앙제어장치 및 구역제어장치에 상황과 지령을 전시하는 역할을 하는 그래픽유저인터페이스(GUI), 선박전체의 상황을 조정통제하는 중앙제어장치(Master1) 및 담당 구역의 승객 지원에 관한 정보와 지령을 담당하는 구역제어장치(Master2)로 구성한다. 이러한 체계 구성은 중앙통제장치에서 전체 상황을 조정 통제하면서도 개별 승무원의 자율적인 업무 수행을 보장하며, 저속 전력선 통신망과 고속 통신 전용선을 복합 활용할 수 있는 장점이 있다.



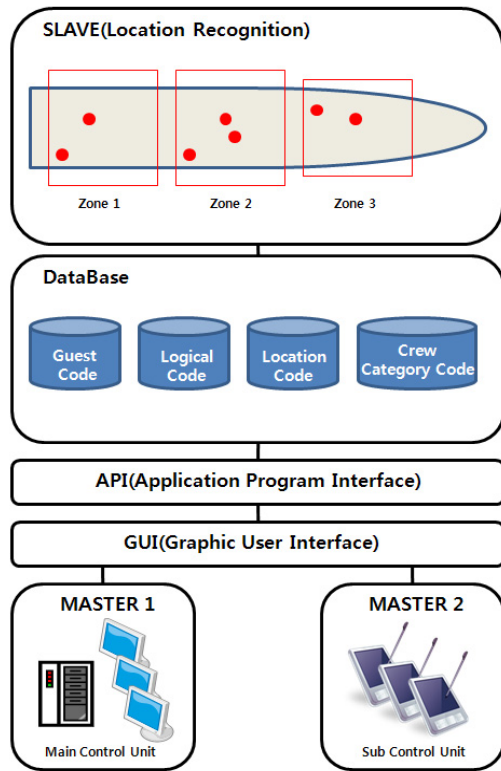


Fig. 10 Frame work of crew support system

### 5. 결론

본 연구에서는 전력선통신 기반 센서네트워크를 이용한 승무원 지원 체계 구현을 위한 개념연구를 수행하였다. 이를 위해 ZigBee 기반 무선센서네트워크를 활용한 위치 인식 가능성을 실험적으로 검증하였다. 또한 운항 중인 크루즈선에 기 설치된 전력선을 이용해 다수 승객의 위치 인식 정보와 특성 정보를 효과적으로 전송하는 방안에 대한 검토를 수행하였다.

향후 본 연구는 세부 구현 알고리즘과 유사시 빠르게 이동하는 승객, 승무원의 위치인식 실험결과와 보강을 통해 실제 대형 여객선에 적용 가능한 수준으로 발전하게 될 것이다. 이를 통해 상대적으로 더 적은 수의 승무원으로도 개별 승객에 대한 서비스의 질을 획기적으로 향상시킬 수 있다

록 하여 크루즈선 건조 사업에 진입하고자 하는 국내 조선사의 경쟁력을 높이고 동시에 승객의 안전과 편리를 향상시킬 수 있게 될 것이다.

### 후 기

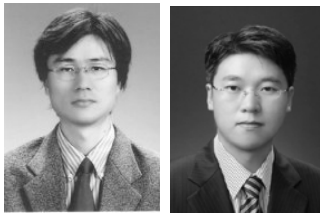
• 본 연구는 한국해양연구원의 기본연구사업인“선박의 스마트 운용기술 개발(PES120A)” 및 “시스템엔지니어링 접근법 기반의 항상형 수명주기관리체계 개발 방법론 연구(PES131D)”, 효과분석을 위한 선박 안전성능 예측기술 개발(PES128C) 과제의 일부분임을 밝힌다.

### 참 고 문 헌

- Byun, Y.S., Lee, H.S., Choi, K.S., Kim, D.J. and Hyun, B.S., 2008, “Cruise Ship Interior Design,” Iljinsa.
- Ergen, S.C., 2004, ZigBee/IEEE 802.15.4 Summary, Technical Report, Advanced Technology Lab of National Semiconductor.
- Mayer, R.J., 1994, "IDEF0 Function Modeling," Knowledge Based System, Inc.
- Paik, B.G., Cho, S.R., Park, B.J., Cho, I.S., Lee, D.K., Yoon, J.H. and Bae, B.D., 2008, “Experimental Tests on the Wireless Sensor Network and The Power-line Communication in a Real Ship and Laboratory,” Journal of the Society of Naval Architecture of Korea, Vol. 45, No. 3, pp. 329-336.
- PLC Forum Korea, 2003, Home Network Control Protocol Ver. 1.0.



< 강 희 진 > < 이 동 곤 > < 박 범 진 >



< 백 부 근 > < 조 성 락 >