

가시광통신을 이용한 선박 내 위치 기반 응급호출 시스템

홍승범 · 이규호*

Indoor Location-based Emergency Call Service System for Ships using VLC Technology

Seung-Beom Hong · Kyou-Ho Lee*

Department of Information and Communications Engineering, HSV-TRC, UHRC, Inje University, Gimhae 50834, Korea

요 약

일반적인 선박 내 통신은 재질의 특성상 기존 RF 기반 무선통신 기술을 적용하는 데 제약이 따른다. 가시광통신 기술은 가시광을 통신수단으로 하기 때문에 전파제약이나 간섭 같은 기존 무선통신 기술의 문제점을 해결할 수 있으며, LED 조명을 활용한 통신과의 융합으로 추가적인 설비 요구가 상대적으로 낮고, 가시광을 이용함에 따라 인체에도 무해하다는 장점이 있다. 본 논문에서는 256Kbps급, 5m 전송 거리 급의 가시광통신 기술을 선박 내 통신에 적용함으로써 일반적인 RF 통신기기 적용이 어려운 여건에서의 응급호출 시스템 솔루션을 제안하고, 제안 시스템의 실재구현과 시험을 통하여 그 타당성을 검증한 결과를 제시하였다.

ABSTRACT

Due to metallicity of materials, a vessel has a limitation to adopt RF-based wireless communication technologies for the inner communication means. Visible Light Communication(VLC) can be a sound alternative to dissolve such a limitation. Using a visual light as a transmission medium, VLC is free from radio interferences and restriction of radio usages which are typically related to RF-based wireless communications. In addition, VLC can not only require the facility cost relatively low because of being possibly converged with existing LED illumination, but also be harmless to the human body. This paper proposes an indoor location-based emergency call service system solution for ships using the VLC technology that supports 256Kbps data rate and 5m transmission distance. This paper presents real implementation and testing results of the solution which verifies the propriety of the proposal.

키워드 : 가시광통신, 선박 내 통신, 응급호출, 위치기반, LED

Key word : VLC, Communications in vessel, Emergency call, Location-based, LED

Received 19 October 2015, Revised 02 November 2015, Accepted 16 November 2015

* Corresponding Author Kyou-Ho Lee(E-mail:kyou@inje.ac.kr, Tel:+82-55-320-3907)

Department of Information and Communications Engineering, HSV-TRC, UHRC, Inje University, Gimhae 50834, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2015.19.12.2836>

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. 서론

일반적으로 선박 내에서는 구조적 특성상 전파의 반사 및 회절문제로 인하여 기존 RF 방식의 무선통신 시스템을 적용하기 어려운 실정이다. 이런 이유로 현재 선박에서는 제한적인 경우에만 무선통신이 사용되고 있으며, 상대적으로 안정적이지만 제한성이 높은 유선 통신망이 선호되고 있다.

선박 내 유선통신망의 경우 통신설비가 갖추어진 구역에서만 상호연락이 가능하다는 점에서 각 승조원에 대한 개별상황을 중앙 브리지에서 판단하기 어려운 단점이 존재한다. 때문에 선박 내 유선통신망이 가진 환경적인 어려움을 개선하여 공간적 제약 없이 연락이 가능하고, 선박 내의 여러 상황에서 승조원이 신속하게 통보, 대처 할 수 있는 능동성을 가진 시스템이 필요하다. 또한 기존 RF 통신방식의 선박 내 적용에 따른 난점을 극복할 수 있으며, 일반 환경 대비 기기증설 및 변경이 까다로운 선박환경에서 기존 설비를 활용 가능한, 보다 경제적이고 효율적인 시스템이 요구된다.

기존 유선통신 기반의 선박 내 통신과 위치인지 서비스 시스템을 개선시키기 위한 연구로 RF 통신을 적용한 RSSI(Received Signal Strength Indicator) 위치측위 방법[1], ZigBee 센서 노드를 활용한 방법[2], UWB(Ultra-Wide Band) 노드를 활용한 방법[3] 등이 진행되었다. 그러나 실제 선박과 유사한 환경에서 테스트된 상기의 연구결과들에서는 전파 회절 등에 의한 송수신 문제, 위치인지를 위한 다수의 센서 노드 필요, 센서 감지 오차율 증가에 따른 위치인지오류 등과 같은 문제점이 노출되었다[1,2]. 이러한 문제점은 기본적으로 RF 방식의 통신기기를 선박과 같은 금속 재질상의 구조적 특성이 존재하는 환경에 적용함에 기인되기 때문에, 선박과 같은 환경에서 RF통신 자체를 대체 보완할 수 있는 새로운 무선통신 기술이 요구된다.

본 논문에서는 선박 내 통신방식으로 기존의 유선 및 무선통신 방식의 문제점을 극복하고 현재 유사 시스템이 가진 기술적, 구조적인 단점을 보완 개선할 수 있는 가시광통신(VLC: Visible Light Communication) 기술에 기반한 선박 내 위치기반 응급호출시스템 솔루션을 제안하고, 실제 시스템 구현과 시험을 통하여 검증한 결과를 제시하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 가시광

통신기술과 관련연구에 대해 설명하고, 제3장에서 가시광통신기반 응급호출시스템 솔루션을 제안한다. 그리고 제4장에서 제안 시스템을 설계, 구현한 결과를 제시하고, 제5장에서 결론을 맺는다.

II. 가시광통신 기술 및 관련연구

2.1. 가시광통신 기술

가시광통신 방식은 무선통신 방식이면서 빛을 정보 전달수단으로 사용하기 때문에, 선박 내에서 기존 전자파기반의 무선통신에서 초래되는 전파간섭 및 회절 문제 등을 발생시키지 않은데다 LED 조명과 융합이 가능하여 선박 내 새로운 무선통신 수단으로 우수한 대안이 될 수 있다. 가시광통신의 통신대역은 주로 인간의 눈으로 볼 수 있는 가시광을 이용하므로 데이터의 전송 상황과 범위를 즉각적으로 인지할 수 있으며, 전자파가 없어 RF 통신기술을 사용한 기기들에서 제기되어 오던 인체 유해성 시비에서 상대적으로 자유롭다[4]. 반면에 가시거리 밖에서는 통신이 되지 않는다는 단점이 있다.

2.2. 관련연구

가시광통신과 관련된 응용연구에는 LBS(Location Based Service) 및 위치측정 수단[5]과 이에 따른 실내 위치인지[6] 등이 활발히 연구되었다. 선박환경과 같은 특수 환경에 대한 적용연구로는 CAN(Controller Area Network)통신기반의 가시광통신 시스템에 대한 연구[7]도 발표되었다. 하지만 상기와 같은 연구들의 경우 서비스제공을 위한 토털 솔루션이 아닌 단순히 가시광통신 기술을 이용한 위치인지 가능성의 정도를 확인하는 수준에 머무르고 있으며, 선박 내 CAN 통신을 이용한 연구의 경우는, 다중 사용자 환경이 아닌 1:1 통신의 단방향 가시광통신 기술 연구에 국한되어 있다.

본 연구는 상기와 같은 일반적인 사용자 환경에서 단순히 가능성만을 확인하거나 1:1통신의 단방향에 국한된 연구와는 달리, 실제 선박 내의 응급호출 서비스에 기반을 둔 다중 사용자환경에서 위치인지뿐만 아니라 부가적인 호출 및 모니터링 서비스를 제공하는 통합 시스템솔루션을 위한 가시광통신 응용기술이라는 점에서 차이가 있다.

III. 가시광통신기반 응급호출시스템

3.1. 적용 도메인 요구사항

일반적인 사용자 호출의 경우에는 선박 내 근무자 및 관리자를 브리지에서 개별적으로 호출하거나 동시 호출할 수 있어야 한다. 관리자의 경우, 관리상황 내에 있는 근무자가 어느 위치 및 어떠한 상태에 있는지 실시간 감독 관리가 될 수 있어야 한다.

당직 근무자 호출의 경우, 선박 내 장비 등에 이상점 발생 시 당직 근무자의 위치 및 시간에 관계없이 알람을 통한 해당 장비의 수리가 가능하도록 관리자 및 브리지로 전달할 수 있어야 한다. 응급자 호출의 경우 선박 내 구역 작업자의 예기치 못한 긴급 상태(졸도 및 사망 등) 발생 시 즉각적인 구조가 이루어질 수 있어야 한다. 이를 위해서 사용자의 현재 상태 정보가 필요하며, 이 정보를 이용하여 상태를 판단하고 응급상황인 경우 자동 응급호출신호 또는 사고당사자 본인이나 주변의 목격자가 수동으로 관리자 및 브리지로 전송할 수 있어야 한다. 따라서 이러한 응급호출서비스 구성을 위해서는 호출 기기에서 사용자 상태정보를 별도 조작 없이 감지될 수 있어야 하고, 브리지에서는 이를 주기적으로 모니터링 할 수 있어야 한다.

3.2. 시스템 설계

상기 도메인 요구사항을 고려할 때 목표시스템은 서비스서버부, 근무자 및 관리자 디바이스부와, 이들 상호간 정보 및 데이터 송수신을 위한 통신수단부로 구성할 수 있다. 통신수단부의 경우 선박 환경의 특수성을 고려하여 256Kbps급, 5m 전송거리의 성능의 가시광통신 방식을 적용하고, VLC 송신모듈과 이를 제어하는 VLC 게이트웨이, 그리고 VLC 수신모듈로 구성한다.

서비스서버부는 전체 시스템을 관리, 제어하고 수집된 데이터를 저장, 분석하는 기능을 수행하는 시스템의 중추적 기능을 담당한다. 데이터저장 기능은 전체 사용자와 기기상태 정보, 기기ID, 사용자위치 정보를 수집하며, 데이터분석 기능은 수집된 정보를 이용하여 각 사용자 현재위치와 상태의 모니터링 역할을 한다. 관리 및 제어기능은 선내 근무자-관리자의 호출기능, 응급호출의 역할을 가지며, VLC 송신 모듈과 VLC 게이트웨이의 관리, 제어에 대한 역할도 담당한다.

근무자디바이스부는 사용자상태 확인, 서비스서버로부터의 정보수신 기능, 수동-자동응급호출 기능으로 구성된다. 관리자디바이스부는 서비스서버로부터의 정보수신 기능, 수동 응급호출 기능과 같이 근무자디바이스부와 동일한 기능을 지원하는 것과 더불어 근무자 위치정보 확인기능 및 실내 내비게이션 기능이 부가적으로 구성된다.

Fig. 1은 이러한 시스템의 구성요소들에 의한 목표시스템의 서비스 제공 구조를 나타낸 것이다.

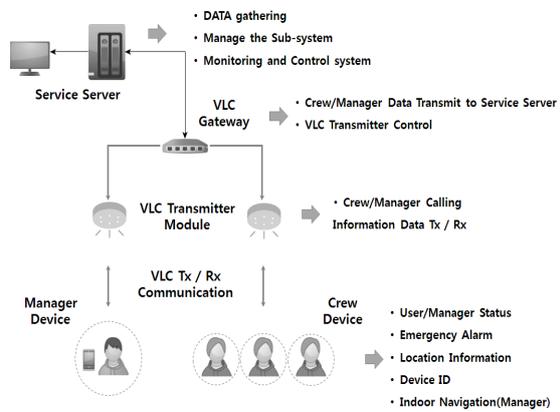


Fig. 1 Operation Architecture of Target System

3.3. VLC 송신 모듈

Fig. 2는 VLC 송신모듈의 세부 기능구성도이다. 서비스 서버 부 하위단계의 VLC 게이트웨이에 연결된 VLC 송신모듈은 서비스서버 데이터의 송신을 위한 VLC 송신부와 근무자 관리자디바이스에서 송신된 데이터 수신을 위한 IR 수신부로 이루어진다.

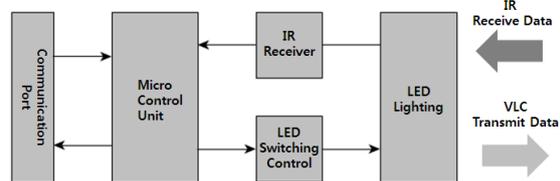


Fig. 2 VLC Transmission Module Architecture

VLC 송신모듈의 전송신호 변조의 경우 선박환경 내 외란광을 고려하여 상대적으로 진폭레벨 및 노이즈변동에 영향이 적은 주파수 편이 변조(FSK: Frequency

Shift Keying)방식을 이용한다. 이 때 VLC의 송신역할을 하는 LED조명은 데이터전송과 조명의 두 가지 역할을 함께 만족시켜야한다. 따라서 On/Off 스위칭에 따른 Flicker를 최소화하는 방향으로 LED조명의 스위칭 주파수와 전송 데이터 주파수를 구분하여 설계한다. 통신 포트의 경우 상위단의 VLC게이트웨이와의 통신을 위해서 선박 내 유선통신망에 사용되는 IEC61162-1 규격의 시리얼통신 방식[8]을 기반으로 목표시스템에 적합하게 수정된 맞춤형 프로토콜을 설계하였다.

3.4. VLC 게이트웨이

VLC 게이트웨이는 Fig. 3에 보인바와 같이 VLC 송신모듈로부터 전달된 근무자·관리자디바이스의 위치 정보, 상태정보 및 관련 데이터를 취합하여 서비스서버에 전송하는 역할을 한다. 또한 VLC 송신모듈 상의 LED조명 On/Off 제어정보와 서비스서버로부터 전달된 근무자·관리자디바이스 ID 데이터를 VLC 송신모듈에 전송하는 역할도 한다.

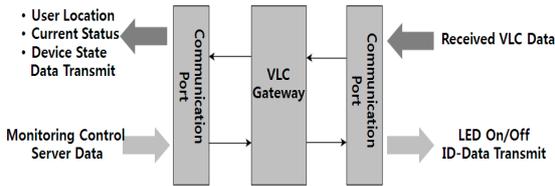


Fig. 3 VLC Gateway Module Architecture

VLC송신모듈이 서비스서버와 개별적으로 연결된다면 통신노드가 제한적인 선박 내 유선 통신망으로 커버하기에는 어려움이 있다. 이를 해결하기 위해서는 선내 각 구역별 VLC송신모듈을 단위별로 그룹화하여 관리할 필요가 있다. 따라서 VLC송신모듈의 상위 단에 VLC게이트웨이를 위치시켜 분산관리가 이루어지도록 한다.

3.5. VLC 수신 모듈

Fig. 4는 VLC 수신모듈의 구성을 나타낸 것이다. VLC수신모듈은 근무자/관리자디바이스부에 위치하여 VLC송신모듈로부터 전송된 VLC데이터를 수신하고 서비스서버에 필요한 디바이스 및 사용자상태 정보, 응급호출과 같은 정보를 송신하는 역할을 한다.

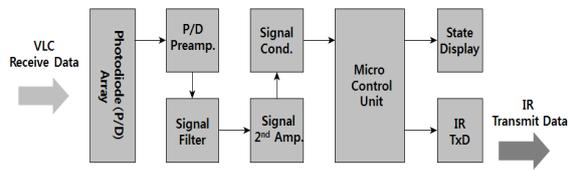


Fig. 4 VLC Receiver Module Architecture

VLC 수신모듈의 수광부는 송신 측 LED 조명으로부터 전송된 신호를 감지하기 위해 Photo Diode(PD)를 구성하고, 전치증폭기를 통해 PD의 광전류를 전압으로 변환, 증폭시킨다. 이후 외부환경에서 혼합된 노이즈신호를 감쇠시키고 불필요한 신호대역을 제거할 수 있는 대역필터를 설계하였다[9]. 복조된 데이터는 외부상태 디스플레이를 통해 정보를 표현하거나 요청된 정보에 회신하도록 하였다.

3.6. 모니터링 컨트롤 시스템

서비스서버는 근무자/관리자디바이스로부터 VLC 송신모듈에 전송된 디바이스상태 정보, 사용자상태 정보와 같은 데이터를 VLC 게이트웨이를 통해 취합되어 수집하며, 이를 기반으로 하여 근무자/관리자의 위치 및 현재 상황, 기기상태 등을 확인할 수 있도록 하였다. 그리고 VLC 송신모듈의 LED조명 On/Off제어신호와 VLC 송신 및 수신모듈의 ID들을 관리하며, 각 근무자/관리자에 대한 개별 및 전체 호출 기능도 수행한다.

또한 모니터링을 위한 관리 UI를 제공하여 브리지 관리자가 선내의 근무자/관리자의 위치, 상태, 응급상황 등 전반적인 선내 환경에 대해 관리 감독할 수 있으며, 관리자디바이스에 내장된 위치기반의 실내 내비게이션의 맵 데이터를 제공할 수 있도록 구성하였다.

IV. 시스템 구현 및 시험

4.1. 하드웨어 구현

목표시스템을 구성하는 각 기기 중 MCU(Micro Control Unit)부분과 유선통신망 연결에 사용되는 시리얼통신 포트 부분은 공통모듈로 설계, 구현하였다. 그 중 MCU부분은 상대적으로 구현이 용이하고 가격 대비 성능이 우수한 Atmel사의 ATmega128을 사용하였다.

한편 통신의 시리얼통신포트 부분은 1.2km에 이르는 최대 통신거리를 가지며 1:N 혹은 N:N 방식으로 사용이 가능한 RS485방식을 사용하였다. 다만 RS485의 경우 Half-duplex 방식의 전송방식으로 인한 단점이 있다[10]. 이를 해결하기 위해서 데이터 송·수신 시 타이머 IC를 통하여 전송신호의 반전 신호를 RS485드라이버로 보내어 토글 하는 방법으로 각 디바이스가 송신 시에만 접속되도록 자동접속개폐 회로로 구성하였다.

4.2. 소프트웨어 구현

소프트웨어 구현은 앞에서 기술한 VLC 송신모듈, 관리자용과 근무자용 VLC 수신모듈, VLC 게이트웨이, 서버서비스에 해당된다. 가시광통신기반의 송·수신 모듈은 작동을 위한 MCU의 펌웨어 프로그램을 구현하였고, VLC 수신모듈 중 관리자용 디바이스의 경우 태블릿OS에 기반한 앱 프로그램 개발에 대한 내용이 부가되었다. 서버서비스의 경우는 데이터베이스를 포함한 모니터링 기능이 포함되어 있으므로 Windows Server OS 기반의 응용프로그램으로 개발하였다. 개발툴은 임베디드시스템 개발용으로는 Atmel사의 AVR Studio, 펌웨어 컴파일러로는 GNU Group의 GCC를 사용하였다. 태블릿 앱 개발용으로 이클립스재단의 eclipse, 서버서비스에서는 데이터베이스에는 MS-SQL, 응용프로그램 개발은 MS사의 Visual Studio 2012를 사용하였다.

Fig. 5는 소프트웨어 구현결과와 한 예로 VLC 송·수신모듈 펌웨어의 기능 흐름도를 나타낸 것이다.

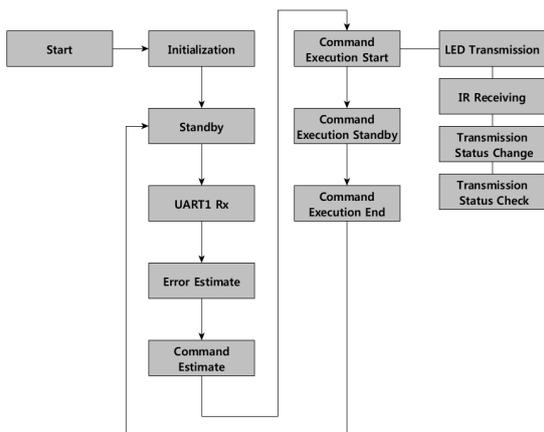


Fig. 5 Operation Flow of VLC Tx/Rx Module Software

VLC게이트웨이에서 시리얼통신을 통해 명령어를 수신하고, 수신한 명령어는 VLC 송신모듈에서 맨체스터 코딩으로 변환되어 LED 조명을 통해 데이터를 송신하게 된다. VLC 수신모듈을 통해 수신된 데이터는 프로토콜내의 명령어와 고유 식별 값을 통하여 데이터를 확인하게 된다. 명령과 VLC 수신모듈의 고유 식별 값이 동일한 경우 IR통신을 통해 기기의 상태 값을 반영하여 프로토콜에 맞춰 송신을 시작한다. 만약 VLC수신모듈의 고유 식별 값과 동일하지 않은 경우에는 응답을 하지 않는다. 이후 VLC 송신모듈의 IR 수신부는 수신한 데이터 값을 저장한다. Fig. 6은 VLC송신과 관리자 디바이스 기능을 구현한 소프트웨어 프로그램의 일부를 설명하는 pseudo code이다.

```

FUNCTION vlc_transmission(
Input data A[], size(A))
{Manchester code encoding(
Input data A[], Input data size(A)),
Output data B[], Output data size(B)}):
SET j = 0;
FOR(i = 1; i < size(B) i++){
  FOR(k = 1; k <= 8) k++){
    IF B[i] && 1
      THEN C[j++] = 1
    ELSE C[j++] = 0
  }
  END
  1 right shift B[i]
}
}
FOR(i = 1; i < size(C) i++){
  IF C[i] && 1
    THEN set signal 1
  ELSE set signal 0
}
END
}
}

Operate, initialize (Grid, USB Serial, Mapdata)
Serial Port Open, USB Search
No -> Standby new USB | Yes -> Read Serial
Under Loop (Read Serial Value)
Serial Data is Valid Data?
No -> Read Serial Value | Yes -> State Update
Display Map data

BEGIN
SET Grid, USB_Serial, Mapdata
IF Find_USB
  THEN Read_Serial
  ELSE Standby new Serial
END IF
IF Read_Serial = Valid_Data
  THEN State_Update
  ELSE Read_Serial
END IF
DISPLAY Mapdata
END
}
}
    
```

a) VLC Tx Pseudo code b) Manger Device Pseudo code

Fig. 6 Pseudo Codes of VLC Tx and Manager Device Software

Fig. 7은 VLC 송신모듈의 송신 메시지 포맷을 나타낸 것이다. 헤더 내에는 전송될 데이터의 시작과 기본적인 정보를 가지고 있으며, 데이터 패킷의 경우에는 VLC 수신모듈의 수량에 맞추어 가변적일 수 있도록 하였다.

Meaning	Header				Data Packet	End	
	start value	command	data length	destination id		checksum	end value
Name definition	stx	cmd	len	rev_tablet_id	csum	etx	
byte	1	1	1	2	1	1	
Fixed value	0xF0					0x0F	
Checksum range						Length Range	

Fig. 7 Message Format of Communication

Fig. 8는 명령어를 통해 최종 LED조명으로 전달되는 맨체스터 코딩 변환된 송신파형을 나타낸다.

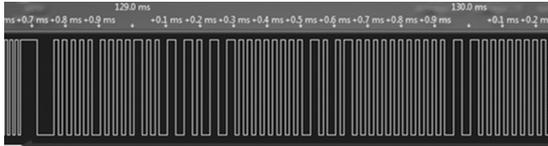


Fig. 8 Waveform of Manchester Coded Tx Data

4.3. 시스템 시험결과

앞에서 제시한 바와 같이 구현한 하드웨어와 소프트웨어 시스템을 이용하여 테스트베드를 구축하고, 테스트베드에서 각 기능시험과 서비스 연동시험을 실시하였다. Fig. 9은 선박 내 환경을 가정하여 축소 모델화시켜 구현한 테스트베드 시스템의 모습이다.



Fig. 9 Testbed

Fig. 10은 구현한 VLC 송수신구간의 통신시험 장면을 나타낸 것으로, 본 시험을 통하여 구현한 VLC구간에서 5m거리, 256Kbps 속도의 통신능력을 확인하였다. 또한, 소프트웨어 시스템과 연동하여 서비스 서버 모니터링 시험에서도 목표성능이 달성되었음을 확인하였다. Fig. 11은 서비스서버 모니터링 시스템에서 각 근무자의 위치확인을 구현한 결과로서 실제 모니터 화면을 캡처한 것이다.



Fig. 10 VLC Tx/Rx Test

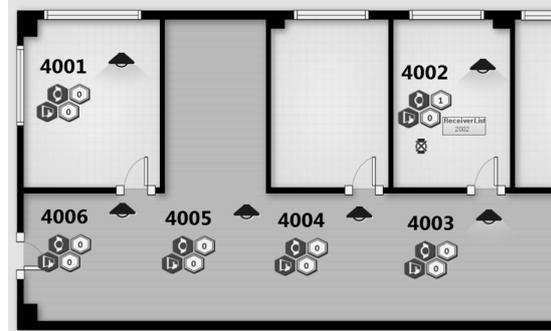


Fig. 11 Screen View of Location Monitoring Server

Fig. 11에서 4001, 4002의 경우 VLC송신모듈의 고유ID를 나타내며, 숫자 아래 부분에는 VLC송신 모듈과 연결된 조명아래 존재하는 근무자용 VLC수신모듈과 관리자용 VLC수신모듈의 개수가 표현된다. 또한 마우스를 표시된 숫자에 가져갔을 경우 현재 표시된 숫자 각각의 ID를 표현한다. 현재 그림 Fig. 11에서 나타난 내용으로는 4002의 VLC송신 모듈과 연결된 조명아래에 VLC수신 모듈 1개가 존재하며, 그 ID는 2002라는 것을 알 수 있다.



Fig. 12 Operating View of Crew Device



Fig. 13 Operating View of Manager Device

Fig. 12는 서비스서버 모니터링 시스템에서 VLC 수신모듈 호출한 결과, 근무자용 휴대 디바이스에서 초록색 LED가 깜빡이며 위치확인을 위한 데이터 송수신이 진행되고 있는 사진이다. Fig. 13은 관리자용 VLC수신 모듈 앱에서 4003의 위치확인을 한 상태의 화면을 캡처한 것이다.

이러한 테스트베드에 대한 시스템 시험에서, 요구사항에서 포함되었던 다중 사용자의 실시간 인식, 가시광통신 구간의 통신거리와 속도, 데이터 패킷전송율, 위치측정 정밀도, VLC수신모듈 위치 모니터링, 작업자 호출기능 등 총 10종류의 서비스에 대한 기능과 성능을 모두 만족함 확인하였으며, 이로써 본 논문에서 제안한 가시광통신을 적용한 선박 내 위치기반 응급호출시스템 솔루션의 타당성을 검증하였다.

V. 결 론

본 논문에서는 가시광통신기술에 기반한 선박 내 위치기반 응급호출시스템 솔루션을 제안하였다. 가시광통신기술은 선박 내 통신방식으로서 기존의 유선 및 무선통신 방식의 문제점을 극복할 수 있는 새로운 대안이다. 본 논문에서는 솔루션 실현을 위하여 적용 도메인의 요구사항을 분석하고, 가시광통신 기술을 적용하기 위한 시스템을 설계하고, 실제 하드웨어 및 소프트웨어 기능을 구현하였다. 또한 구현된 기능과 시스템을 활용하여 기존의 선박 내 환경과 동일한 환경의 위치기반 응급호출시스템 테스트베드를 구성하고, 기능과 성능 시험을 통하여 타당성을 검증하였다.

본 연구결과는 구조적인 문제로 일반적 RF기반의 무선 호출기기 적용이 힘든 지하공사장, 탄광, 선박 조선소 등과 같은 현장에 도입하여 응급상황에 보다 신속히 대처할 수 있는 솔루션으로 활용될 수 있다.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was financially supported by Small and Medium Business Administration of Korean Government S2129984 Project

REFERENCES

- [1] J. G. Park, M. A. Jung, S. H. Yoon, and S. R. Lee, "System Design for Location Determination Inside the Ship," *THE Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences (J-KICS)*, vol. 28, no. 2, pp. 181-188, Feb. 2013.
- [2] B. G. Baik, S. R. Cho, B. J. Park, I. S. Cho, D. G. Lee, J. H. Yoon, and B. D. Bae, "Experimental Tests on the Wireless Sensor Network and the Power-line Communication in a Real Ship and Laboratory," *Journal of Ship and Ocean Technology*, vol. 45, no. 3, pp. 329-336, June 2008.
- [3] J. H. Sung, T. W. Lim, J. S. Kim, S. G. Park, and D. H. Seo, "An improvement algorithm for localization using adjacent node and distance variation analysis techniques in a ship," *Journal of Marine Engineering*, vol. 37, no. 2, pp. 213-219, March 2013.
- [4] J. P. Kim and Y. C. Bae, "A Study on Invigoration of Use of Visual Light Communication," *Proceedings of Spring Conference on Electronic Communication Science*, vol. 4, no. 1, pp. 242-247, May 2010.
- [5] J. H. Hwang, Y. S. Kim, and M. S. Yoo, "Trends of LBS and Location Measurement Technologies using VLC," *Information and Communications Magazine*, vol. 28, no. 12, pp. 61-68, Nov. 2011.
- [6] I. Y. Gong and H. J. Kim, "Experiments and its analysis on the Identification of Indoor Location by Visible Light Communication using LED lights," *Journal of Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 15, no. 5, pp. 1045-1052, May 2011.
- [7] G. R. Son, "Implementation of CAN-based Visible LED Communication Systems," *Journal of Marine Engineering*, vol. 35, no. 1, pp. 102-107, Jan. 2011.
- [8] Y. H. Yoo, "Domestic Technological Trends in Standardized Ship Network," *TTA Journal*, vol. 133, pp. 116-121, Jan./Feb. 2011.
- [9] S. B. Hong and K. H. Lee, "Design and Implementation of Rx Noise Filters for Expanding VLC Distance," *Proceedings of the 35th Spring Conference of KIICE*, Vol. 18, No. 1, pp. 483-486, May 2014.
- [10] M. Soltero, J. Zhang, C. Cockril, K. Zhang, C. Kinnaird, and T. Kugelstadt, *RS-422 and RS-485 Standards Overview and System Configurations, Application Report*, 2002.



홍승범(Seung-Beom Hong)

2003년 2월 아주대학교 전자공학부 학사
2014년-현재 인제대학교 정보통신공학 대학원 석사과정
2012년-현재 주미래테크원 기업부설 연구소 연구소장
※관심분야 : 가시광통신, 무선 및 이동통신, 전자응용회로, 제어시스템



이규호(Kyou-Ho Lee)

1980년 2월 및 1982년 2월 경북대학교 및 대학원 전자공학과 졸업(공학사, 공학석사)
1998년 12월 The University of Gent, Belgium 정보 및 컴퓨터공학 공학박사
1986년 6월-1988년 2월 미국 AIT Inc, 연구원
1983년 8월-2005년 2월 한국전자통신연구원(ETRI) 책임연구원/팀장
2011년 8월-2012년 7월 미국 University of Washington 객원교수
2005년 3월-현재 인제대학교 정보통신공학과 교수, SV-TRC 및 UHRC 연구원
※관심분야 : cyber physical system, embedded system, visual light communication, internet of things