

스마트 이상 통보 모뎀 설계 및 구현

이순흠*, 한재용**, 이민용***

Design and Implementation of Smart Anomaly Notification Modems

Sunheum Lee*, Jae-Yong Han**, and Min Yong Lee***

요약

본 논문에서는 개선된 스마트 모니터링 시스템을 위해 다양한 통신 방식을 지원하는 스마트 이상 통보 모뎀을 설계 및 구현하였다. 기존 스마트 모니터링 시스템의 문제점은 시각 및 청각 장애인 등의 사회적 약자를 배려하지 않고 다양한 센서 연동의 한계점 및 설치의 불편함, 건물내 추가 통신선 포설 비용 부담 등이 있다. 따라서 이러한 문제점들을 해결하기 위해 LCD를 사용하여 발생 위치 정보와 상황 내용을 그래픽적으로 표시하고, 음성 통보 기능을 통해 청각 및 시각 장애인을 위해 배려하였다. 무선 통신, 전력선 통신, CDMA 통신 등 다양한 통신 방식을 사용하여 이를 통해 센서 설치의 불편한 문제점을 해결하고 별도의 통신선 설치가 필요 없어 이에 따른 비용을 절감할 수 있었다.

Abstract

In this paper, a smart abnormality notification modem that supports various communication methods was designed and implemented for the improved smart monitoring system. The problems of the existing smart monitoring system include limitations of various sensor interworking, inconvenience of installation, and burden of installation cost of additional communication lines in the building without considering the socially disadvantaged such as the visually and hearing impaired. Therefore, in order to solve these problems, LCD was used to graphically display the location information and situation contents, and consideration was given for the hearing and the visually impaired through the voice notification function. Various communication methods such as wireless communication, power line communication, CDMA communication, etc. were used to solve the inconvenient problem of sensor installation and reduce the cost of not having to install a separate communication line.

Keywords

smart monitoring systems, various communication methods, power line communication, emergency notification

* 순천향대학교 정보통신공학과 교수
- ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4422-7576>
** (주) 퓨처테크 대표이사(교신저자)
- ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6248-5371>
*** (주) 퓨처테크 기술연구소 연구원
- ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-3698-9804>

• Received: Apr. 09, 2024, Revised: Jun. 03, 2024, Accepted: Jun. 06, 2024
• Corresponding Author: Jae-Yong Han
CEO, Future Tech, 22, Soonchunhyang-ro, Sinchang-myeon, Asan-si, Chuncheongnam-do, 31538, Republic of Korea
Tel.: +82-70-7124-4558, Email: ceo@ftmail.kr

1. 서 론

최근 국내외에서 화재, 지진, 침수 등의 다양한 재난으로 인하여, 기존의 법제도 하에 최소한으로 도입되었던 단순 재난 대비 설비에서 벗어나 주기적이고 체계적인 시설물의 재난 관리의 중요성이 높아지고 있다[1]-[5]. 건물 자체의 재난 대비와 함께 재실자의 빠른 재난 인식 및 대응에 대한 필요성이 이전 대비 증가하고 있고, 이에 따라 스마트 모니터링 및 알람 시스템 시장 또한 증가하고 있다[6].

전 세계 스마트 모니터링 및 알람 시스템이 포함된 시장은 다양한 기술을 포괄하는 넓은 부문에 속해 있다. 이 중 알람 모니터링 시장은 화재, 강도 등의 비상 상황을 감지하는 서비스를 포함하며, 2024-2029년 기간 동안 연평균 성장률(CAGR) 6.2%로 성장할 것으로 예상된다. 주요 기업으로는 ABB Ltd., 지멘스 AG, 하니웰 인터내셔널 Inc. 등이 있다. 유선 및 무선 통신 네트워크와 같은 다양한 기술로 세분화되며, 건물 및 차량 알람 모니터링에 적용된다. 또 다른 관련 분야인 스마트 빌딩 시장은 2021년에 726억 달러로 평가되었으며, 2026년까지 1,216억 달러에 이를 것으로 예상되며, 이 기간 동안 10.9%의 CAGR로 성장할 것으로 전망이다. 스마트 빌딩은 고급 및 통합된 빌딩 기술 시스템을 포함하여, 안전 및 보안 관리, 에너지 관리, 건물 인프라 관리 등을 통합한다. 이 시장은 IoT 기반 빌딩 관리 시스템의 채택 증가 및 공간 이용에 대한 인식 증가와 같은 요인의 영향을 받고 있다. 북미 지역은 이 부문에서 가장 빠르게 성장하는 지역으로 부상하고 있다[7].

현재 통보 시스템의 경우 각 건물에 「소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률」 제9조 제1항에 의하여 소방, 경보, 감지 시스템이 설치되어 있지만 시스템의 오작동, 관리 인원의 전문성 미흡과 조작성 미숙, 유지관리 능력 부족으로 인한 시스템의 이상이나 오류를 파악하기 위한 관리능력에 한계가 발생하고 있다[8]. 또한 재난 발생 시 정부 및 지자체의 재난 시스템과 건물의 시스템이 서로 상이하여 재난 수습을 위한 신속하고 적절한 대응에 어려움이 발생하고 있다[9]. 이벤트의 내용에 대해 통보

시 시각 및 청각 장애인등의 사회적인 약자를 고려하지 않아 발생 위치에 대한 시각 및 청각적으로 알려주는 기능이 부족하며 위치 정보에 대한 알람 공유가 부족하다. 센서의 경우 유선 통신선을 이용하기 때문에 설치가 불편하다. 따라서 기존 통보 시스템 경우 긴급 상황 통보 및 모니터링 기능에 대해 여러 측면에서 제한적이다. 이러한 시스템들은 대부분 단일 통신 방식에 의존하거나, 시각 및 청각 장애인 등을 고려하지 않아 긴급 상황 발생 통보 시 경광등 표시, 싸이렌 및 긴급 상황에 대한 내용을 음성으로 통보하고 있다. 각종 센서(침수, 화재, 인체감지센서, 누수 등) 연동 시 특정 제조사 및 특정 제품만 사용하여야 하는 제한이 있다[10]. 제한된 센서 연동으로 건물 내부의 충분한 정보를 수집하지 못해, 재난 발생 후 구조 작업을 위한 적절한 대응이 어렵다[11]. 또한 센서의 오작동은 오인출동으로 이어지고 이로 인한 공공 행정력 손실과 사회적 비용은 증가된다[12].

따라서 본 논문에서 설계 구현한 스마트 이상 통보 모델은 시각적 및 청각적 긴급 상황 통보를 위해 LCD를 사용하여 발생 위치 정보 및 발생 상황 내용을 그래픽적으로 표시 및 플래쉬 반짝임으로 청각 장애인을 위한 배려를 하였으며 시각 장애인을 위해 음성으로 경고음, 발생 위치, 발생 상황 등을 음성으로 통보한다. 또한 제한된 센서 연동을 개선하기 위해 단순 점점 ON/OFF방식을 이용하여 이벤트 발생 여부를 감지함으로써 제한된 센서 연동을 해결하였다. 각종 센서의 설치 위치가 다양하여 설치의 편리성을 위해 무선 이벤트 송신기를 이용하여 무선통신으로 스마트 이상 통보 모델에게 신호를 전달하며 다른 스마트 이상 통보 모델에게 전달하기 위해 기존에 연결된 전력선 통신을 사용하였다[13][14]. 추가로 외부 통보를 위해 스마트 이상 통보 모델에 CDMA모형을 연동하여 사용자의 핸드폰에 문자로 발생위치, 발생 상황을 통보한다. 이러한 무선통신, 전력선 통신, CDMA 통신을 사용함으로써 센서 설치의 불편함과 별도의 통신선 설치에 따른 설치비용 및 중복설계로 인한 비용의 절감 효과와 소형화 할 수 있는 스마트 이상 통보 모델을 설계 및 구현하고자 한다.

II. 스마트 이상 통보 모뎀 설계 및 구현

2.1 H/W 설계

스마트 이상 통보 모뎀은 그림 1과 같이 입력되는 교류 전압을 정류하여 DC +5V 및 +3.3V를 공급할 수 있는 POWER Circuit과 전력선의 신호를 송수신할 수 있는 Coupling 회로, 전력선 통신 모뎀, 마이크로컨트롤러, 마이크로컨트롤러 오작동시 자동으로 리셋하는 Watch dog 회로를 이용하여 제품의 안전성을 고려하였다. 경고음 및 발생 위치, 상황 등을 음성으로 통보하기 위해 오디오 회로, 무선 이벤트 송신기의 신호를 수신받는 RF회로, CDMA 모뎀과 통신할 수 있는 RS232 회로, 화면의 그래픽 표현을 위한 그래픽 LCD 및 상태 표시를 위한 LED 회로, Tact Switch, Photocoupler와 Photocoupler를 통하여 유선센서 신호를 입력받는 Terminal block으로 구성되어 있다. PLC 모뎀은 Hybrid IC 형태의 SIL(Single In-line) Package로 PCB 내장용 전력선 통신 Solution에 적합하게 되어 있다.

2.2 F/W 설계

스마트 이상 통보 모뎀의 펌웨어는 그림 2와 같이 동작 된다. 무선 송신기의 신호 수신 또는 유선 점점 신호에 대한 우선 처리를 위해 인터럽트 기능

을 사용하며, 전력선 통신 모뎀 및 CDMA 모뎀에 대한 통신을 처리한다. 초기화는 크게 EEPROM, LCD, PLC 모뎀, CDMA 모뎀으로 동작 된다. 초기 동작 시 EEPROM의 상태를 확인하며 저장된 변수의 값을 로드한다. 이때 저장된 변수의 내용은 유선 점점 사용 유·무, 무선 이벤트 송신기의 ID, 전력선 통신ID 등이다. 이후 LCD, PLC 모뎀과 CDMA 모뎀 상태를 체크하고 초기화한다. 이때 설정 버튼이 눌러지면 설정 메뉴로 들어가며 눌러지지 않을 경우 LCD에 이벤트 대기 화면이 표시된다. 설정 메뉴에서는 설치 장소 설정 및 확인, 전력선 통신 그룹 ID 생성 및 송수신, 무선 송신기ID 등록 및 확인, 유선 센서 점점 설정, 송신 전화번호 등록, 리피터 설정, Volume 설정, LCD 선명도 설정, CDMA 설정할 수 있다. 설정 버튼이 눌러지지 않을 경우에는 이벤트 대기 화면이 표시되며 이벤트를 체크한다. 이벤트에는 침수와 이상의 두 종류가 있다. 이벤트 발생 시 이벤트 종류를 판단하게 된다. 이벤트에 대해 PLC 모뎀, CDMA 모뎀 순으로 메시지를 전달한다. 발생 위치, 발생 상황을 음성 및 LCD 화면에 그림 3이나 그림 4와 같이 표시한다. 사용자가 이벤트 상황 해제 키를 눌렀는지 확인한다. 해제 키가 눌리면, 해제 메시지를 CDMA모뎀과 PLC 모뎀을 통해 전송하고, 음성을 통해 해제 사실을 알리고 그림 5나 그림 6처럼 LCD 화면이 표시된다. LCD의 언어는 일본 수출을 위해 일본어로 표시하였다.

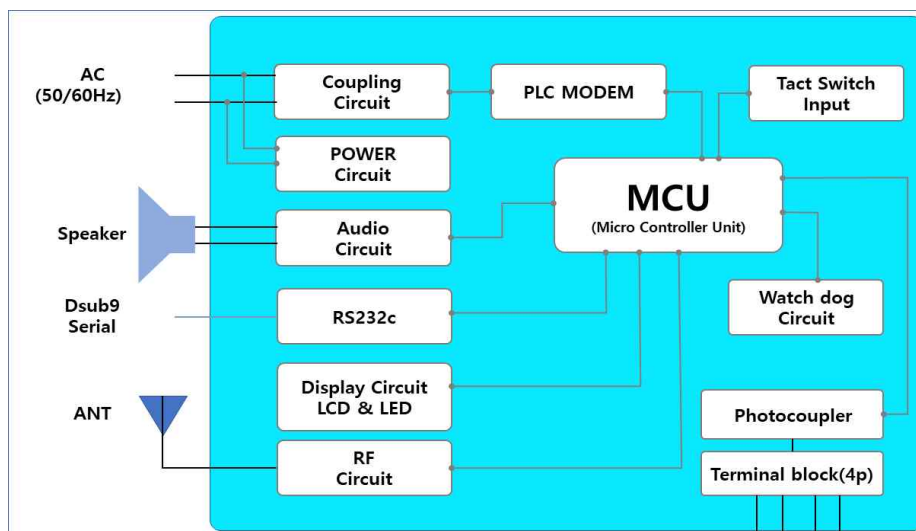


그림 1. 블록 다이어그램

Fig. 1. Block diagram

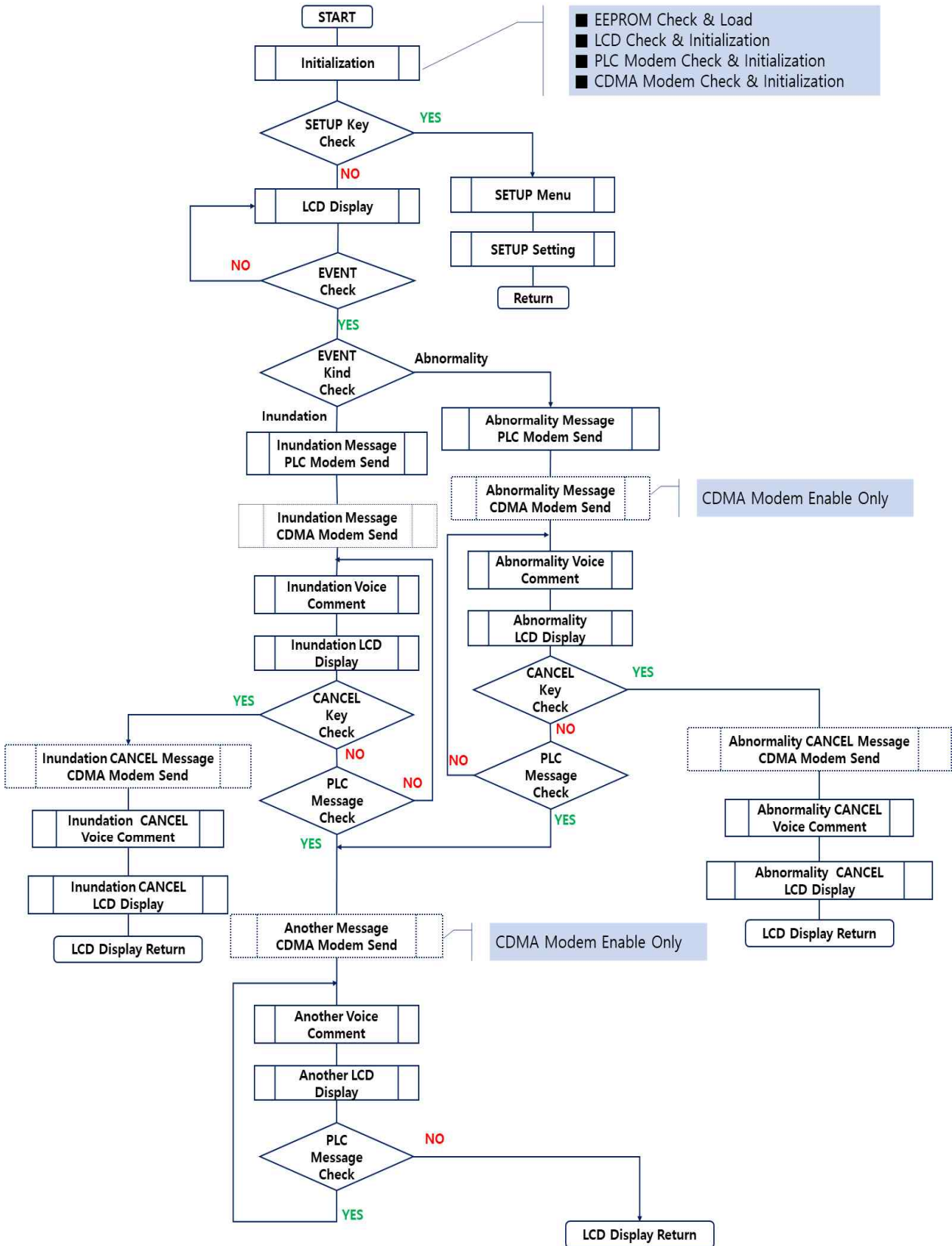


그림 2. 펌웨어 순서도
Fig. 2. Firmware flow chart

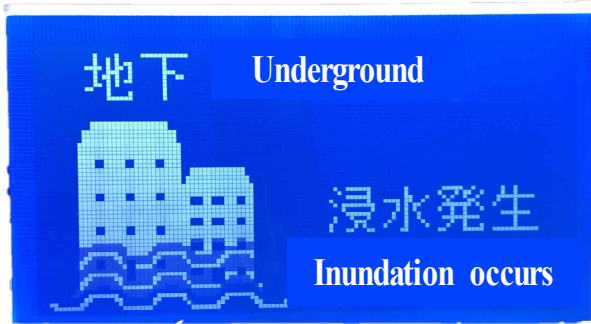


그림 3. 침수 발생시 실제 LCD 화면
Fig. 3. Actual LCD screen in case of inundation

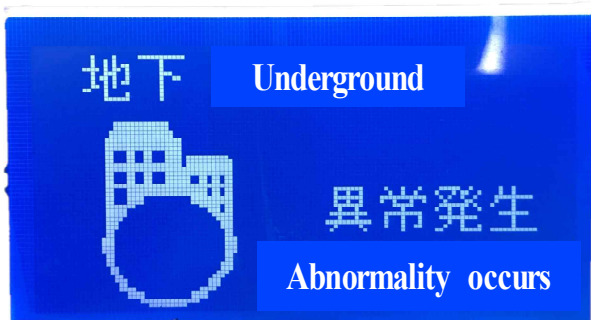


그림 4. 이상 발생시 실제 LCD 화면
Fig. 4. Actual LCD screen in case of abnormality

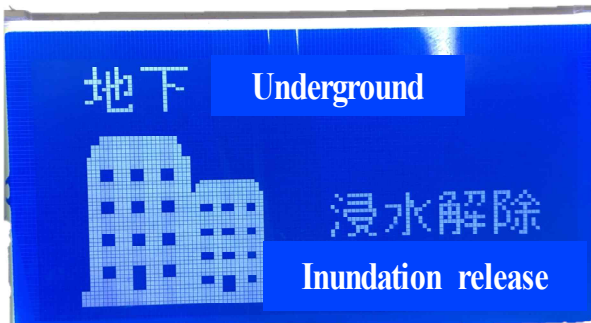


그림 5. 침수 해제시 실제 LCD 화면
Fig. 5. Actual LCD screen when inundation is released



그림 6. 이상 해제시 실제 LCD 화면
Fig. 6. Actual LCD screen when abnormality is released

2.3 시제품 제작

그림 7과 그림 8은 스마트 이상 통보 모뎀 시제품 사진이며 사양은 표 1과 같다.



그림 7. 제품 전면부
Fig. 7. Front part of the product



그림 8. 스마트 이상 통보 모뎀 외형
Fig. 8. Appearance of smart anomaly notification modem

표 1. 스마트 이상 통보 모뎀의 사양

Table 1. Specifications for smart anomaly notification modems

Item	Description		Remark
PLC	Core	PSM20H-03	PSM20H-SL Type
	Modulation	Chirp-CSK	
	Frequency	100k~400kHz	95k~125kHz Selectable
	Error Correction	16bit CRC, 8bit CRC	
	Protocol	ZBus, Z256	
Protocol	TLMS Protocol		

RF Frequency	447.9[MHz], Receive Only	
Interface1	RS232c interface (CDMA MODEM Used)	Mail Type
Interface2	Terminal Block 4P (Sensor Used)	
Display	LCD (128 X 64 Dots), 2-COLOR LED, Light LED	
Input	Tact Switch 4PCS	
Setting	LCD Display	
Output Swing	5.2Vp-p/20ohm	
Weight	460g	

III. 성능시험

스마트 이상 통보 모뎀의 성능 시험을 위해 전력선 통신 성능 시험, 무선 신호 수신 성능 시험, CDMA를 통한 외부 문자 통보 여부 시험으로 나누어 진행 하였다. 전력선 통신 성능 시험으로 통신 모듈의 송수신 레벨과 모뎀간 통신 성능 시험은 테스트베드를 이용하여 진행하였다. 전력선 통신 성능 시험 결과는 표 2와 같다.

표 2. 시료별 전력선 통신 성능 시험 결과
Table 2. Results of power line communication performance test by sample

Items	Transmission voltage	Reception level	Comm. error rate	Comm. success rate
Sample No. 1	4.5 p_p or higher	80dB	<0.5%	100% (30/30)
Sample No. 2	4.5 p_p or higher	80dB	<0.5%	100% (30/30)
Sample No. 3	4.5 p_p or higher	80dB	<0.5%	100% (30/30)

성능 시험 결과 송출전압은 4.5Vp_p이상, 수신레벨은 80dB이상, 통신성공률은 100%(송신 30/수신 30)로 만족한 결과를 얻었다. 무선 신호 수신 성능 시험은 그림 9와 같이 건물의 층간에 무선 이벤트 송신기와 스마트 이상 통보 모뎀간의 수신여부를 시험으로 진행하였다. 건물은 철근콘크리트 구조이며 각 층의 계단실에서 신호를 송신하였다. 스마트 이상 통보 모뎀은 1층 사무실에 설치하였으며, 무선

이벤트 송신기는 각층 계단에서 신호를 전송하였다. 스마트 이상 통보 모뎀과 계단실과의 거리는 약 8M이다. 층간 거리는 2.8M이다. 무선 신호 수신 성능 시험 결과는 표 3과 같다. 무선 신호 수신 성능 결과 1층부터 4층까지는 수신이 양호했고 5층부터 수신이 불안정하며 7층부터는 수신되지 않았다.

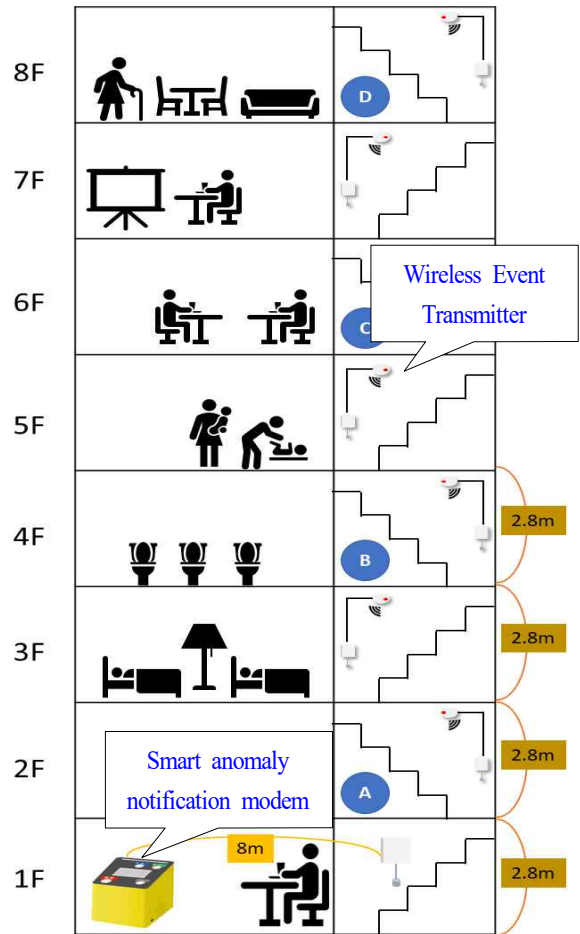


그림 9. 무선 이벤트 송신 테스트 구성도
Fig. 9. Test configuration chart of wireless event transmission

표 3. 무선 신호 수신 성능 시험 결과
Table 3. Performance test results of wireless signal reception

Location	between floors	Comm. error rate	Comm. success rate
A	a gap between 1 layers	<0.5%	100% (10/10)
B	a gap between 3 layers	<0.5%	100% (10/10)
C	a gap between 5 layers	>0.5%	25% (10/4)
D	a gap between 7 layers	>0.5%	0% (10/4)

글로벌 CDMA 모뎀을 통한 문자 통보 여부 시험 결과는 국내와 해외인 일본에서 진행하였다. 국내와 일본 모두 문자 통보가 10회 중 10번 수신되는 결과를 얻었다.

IV. 시스템 구성

그림 10은 스마트 이상 통보 모뎀을 활용하여 제안하려는 시스템의 구성도이다. 시스템은 센서, 무선 이벤트 송신기, 스마트 이상 통보 모뎀, CDMA 모뎀 등으로 구성되어 있다. 건물 내의 긴급 상황 정보 수집을 위한 각종 센서(불꽃, 화재, 먼지, 누수, 침수, 유량 감지기)는 점점 ON/OFF 방식을 통해 무선 이벤트 송신기에 연결되어, 설치의 불편함과 센서 연동의 제한을 해결하였다. 전체 건물 내의 긴급 상황 통보를 위해 스마트 이상 통보 모뎀간의 통신은 기존 포설된 전력선을 이용함으로써 신규 통신선 설치 비용을 절감할 수 있는 효과가 있다. 무선 이벤트 송신기가 수신한 센서의 신호는 다른 위치에 설치된 스마트 이상 통보 모뎀으로 전달되며, 이를 통해 건물 전체에 긴급 상황을 통보할 수

있다. 이를 통해 건물 전체에 이상을 통보 할 수 있다. 외부 통보는 CDMA 모뎀을 사용하여 건물 내의 이상을 SMS를 통해 이루어진다.

V. 결 론

스마트 이상 통보 모뎀은 전력선 통신, 무선 통신, CDMA 통신 이용하여 추가 통신선 포설 비용 발생, 유선 통신선을 이용한 센서 설치의 불편함, 건물 이상 외부 통보, 시각 및 청각적으로 알려주는 기능이 부족하며 위치 정보에 대한 알람공유가 부족함 등의 기존 시스템의 문제점을 해결하였다. 성능 시험을 통해 모뎀의 정확성을 입증하였다. 이 모뎀은 정확한 긴급 상황을 시각 및 청각적으로 신속하게 전달함으로써 장애인 및 노약자의 안전을 보호하고 신속한 인명구조 기회를 제공할 수 있는 스마트 이상 통보 시스템의 핵심 구성 요소로 활용될 수 있다. 글로벌 모뎀 적용으로 국내 및 해외에서도 사용이 가능하다. 이러한 연구의 결과는 스마트 모니터링 및 알람 시스템 분야에 중요한 기여를 할 것으로 기대된다.

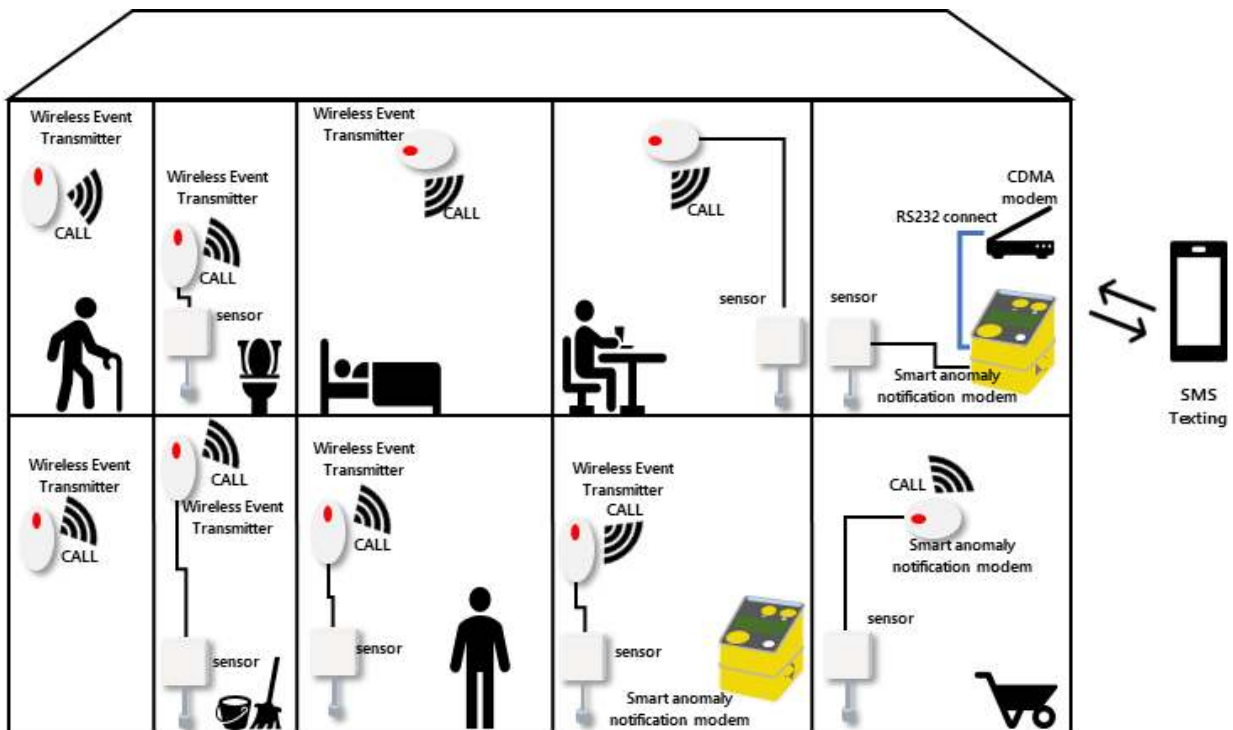


그림 10. 제안 시스템 구성도
Fig. 10. Proposed system configuration chart

향후 연구에서는 문자 통보 비용 절감 및 사용자의 편의성을 위해 글로벌 모델을 데이터 전용으로 변경, 서버 구축, APP 개발을 통해 더 진보된 시스템으로 발전시킬 예정이다.

References

- [1] T.-H. Kim, "The Application-based embedded operating system architecture design for building real disaster evacuation", Master's Thesis (Kyungpook National University), pp. 1-55, Dec. 2020.
- [2] S.-Y. Yang, "A Study on the Inundation Disaster Preparedness of Underground-Linked Complex Building(In terms of Maintenance)", Master's Thesis (University of Seoul), pp. 1-133, Aug. 2023.
- [3] S.-H. Kim, "A Study on Disaster Management System for the Enforcement of Emergency Response Ability in High-rise Building", Master's Thesis (Gachon University), pp. 1-111, Dec. 2015.
- [4] J.-Y. Kim, "Implementing Disaster Forecast System By Using Communications Network", Doctoral Dissertaion (Hansei University), pp. 1-136, Dec. 2017.
- [5] J.-E. Kim and C. H. Hong, "A Study on the Application Service of 3D BIM-based Disaster Integrated Information System Management for Effective Disaster Response", Journal of the Korea academia-Industrial cooperation Society, Vol. 19, No. 10, pp. 143-150, Oct. 2018. <https://doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.10.143>.
- [6] J.-E. Kim, "Study on System-based Standard Operating Procedure(S-SOP) Tool for Disaster Response", Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society, Vol. 23, No. 8, pp. 1-11, Aug. 2022. <https://doi.org/10.5762/KAIS.2022.23.8.1>
- [7] <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/alarm-monitoring-market> [accessed: Mar. 20, 2024]
- [8] Y.-J. Kwon, "A study on the Development of Reaction Tactics at disaster zone of high-rise building", Master's Thesis (Gachon University), pp. 1-90, Aug. 2014.
- [9] H.-Y. Park, "A Study on the Improvement of Safety Inspection Systemthrough the Status Analysis of Building Disaster Accident", Master's Thesis (Kwangwoon University), pp. 1-148, Jun. 2020.
- [10] S. Park, et al., "Chang and S. Park, Design and Implementation of a Smart IoT Based Building and Town Disaster Management System in Smart City Infrastructure", Applied Sciences, Vol. 8, No. 11, pp. 1-27, Nov. 2018. <https://doi.org/10.3390/app8112239>.
- [11] C.-Y. Lin, E. T. H. Chu, L.-W. Ku, and J. W. S. Liu, "Active Disaster Response System for a Smart Building", Sensors, Vol. 14, No. 4, Sep. 2014. <https://doi.org/10.3390/s140917451>.
- [12] B.-G. Seo, "Design and Implementation of a Smart IoT Based Building and Town Disaster Management System in Smart City Infrastructure", Doctoral Dissertaion (University of Seoul), pp. 1-196, Aug. 2017.
- [13] J.-G. Lee, S. H. Lee, and J.-Y. Han, "Implementation of a Smart Farm System using Power Line Communication", Journal of KIIT, Vol. 19, No. 12, pp. 35-42, Dec. 2021. <https://doi.org/10.14801/jkiit.2021.19.12.35>.
- [14] L. N. S. Varanasi, A. R. Jonnalagadda, and S. P. K. Karri, "Smart Edge Device Utilizing Power Line Communication for Energy Management and Control of Electrical Appliances", IEEE Access, Vol. 12, pp. 37207-37218, Jan. 2024. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2024.3373009>.

저자소개

이 순 흠 (Sunheum Lee)



1983년 2월 : 고려대학교
전자공학과(공학사)
1985년 2월 : 고려대학교
전자공학과(공학석사)
1989년 8월 : 고려대학교
전자공학과(공학박사)
1991년 9월 ~ 현재 : 순천향대학교

정보통신공학과 교수

관심분야 : 컴퓨터네트워크, 임베디드시스템

한 재 용 (Jae-Yong Han)



2003년 2월 : 순천향대학교
정보통신공학과(공학사)
2008년 8월 : 순천향대학교
정보통신공학과(공학석사)
2012년 2월 : 순천향대학교
정보통신공학과(공학박사)
2010년 11월 ~ 현재 : (주)퓨처테크

대표이사

관심분야 : 전력선 통신, 지능제어, 홈네트워크,
임베디드시스템

이 민 용 (Minyong Lee)



2024년 2월 : 한양사이버대학교
응용소프트웨어공학과(공학사)
2023년 10월 ~ 현재 : (주)퓨처테크
기술연구소 연구원
관심분야 : 임베디드시스템,
모바일, automobile