

IoT 기반 건물 내부 지도 및 화재 안내 시스템에 관한 연구

문성룡¹, 조준호^{2*}

¹원광대학교 전자공학과 교수, ²원광대학교 전자융합공학과 부교수

Study on IoT-based Map Inside the Building and Fire Perception System

Sung-Ryong Moon¹, Joon-Ho Cho^{2*}

¹Department of Electronic of Engineering, Wonkwang University, Professor

²Department of Electronics Convergence Engineering, Wonkwang University, Associate Professor

요 약 본 논문은 마이크로프로세서와 랩뷰 프로그램을 이용한 IoT 기반의 건물 내부 지도 및 화재 안내 시스템에 관한 연구이다. 지금까지의 건물 내부의 비상구를 안내하는 장치는 화재 발생시 화재장소와 상관없이 항상 일정한 방향만을 나타내어 화재로부터 건물 밖까지 최적의 비상구를 나타내어 주지 않고 있다. 논문에서 구현된 스마트 제어 시스템은 마이크로프로세서와 불꽃 감지센서, 일산화탄소센서 및 온도센서를 이용하여 화재 발생 장소를 파악하였고, Zigbee 통신을 통하여 최적의 이동경로를 안내하도록 구성되어 있다. 그리고 제안된 시스템은 QR코드를 활용하여 스마트폰과 연동되게 하였다. 코디네이터 제어는 LABVIEW 소프트웨어를 통하여 설치된 스마트제어 시스템의 센서 값이 확인되도록 검증하였다. 본 논문에서 연구된 IoT 기반 제어시스템은 Arduino mega 보드와 LABVIEW 소프트웨어로 구현하였고, 디스플레이 장치와 코디네이션으로 동작 상태를 확인 할 수 있었다.

주제어 : 마이크로프로세서, 지그비 통신, 랩뷰, 스마트 제어, 온도센서

Abstract This paper is a study on IoT based map inside the building and fire perception system using microprocessor and LABVIEW program. The smart control system implemented in this paper is designed to identify the location of fire by using microprocessor, flame detection sensor, carbon monoxide sensor and temperature sensor, and to guide the optimal travel route through Zigbee communication. And the proposed system uses QR code to interoperate with smartphone. The coordinator control verified that the sensor value of the smart control system installed through the LABVIEW software was confirmed. The IoT based control system studied in this paper was implemented with Arduino mega board and LABVIEW software, and the operation status was confirmed by display device and coordination.

Key Words : Microprocessor, ZigBee communication, LabVIEW, Smart control, Temperature sensor

1. 서론

오늘날 스마트기기의 발달로 인하여 많은 인간의 삶

이 윤택해 졌다. 그 중에서도 모르는 장소를 찾아가는 내비게이션 기능은 대표적 사례이다[1,2]. 이 기술은 GPS(Global Positioning System) 신호를 통해서 현재의

*This paper was supported by Wonkwang university in 2017.

*Corresponding Author : Joon-Ho Cho(cho1024@wonkwang.ac.kr)

Received November 21, 2018

Accepted January 20, 2019

Revised January 8, 2019

Published January 28, 2019

위치를 위성에서 보내는 신호를 수신해 사용자의 현재 위치를 알 수 있게 된다. 최근에는 고성능 GPS를 통해서 기존보다도 정확한 위치를 알 수 있지만, 대부분 실외 위치 기반 서비스가 대부분이다. 그러나 실외 뿐만 아니라, 실내에서도 위치 기반의 필요성이 증대되고 있으며, 이와 같은 이유로 실내 위치 기반 인식 기술이 연구되어지고 있다. 이와 관련된 대표적인 연구로는 WiFi[4-6], Bluetooth[3], 초음파와 적외선[7,8]등이 있다. 이러한 실내 위치 인식 기술의 공통점은 단거리 신호처리에 기반을 두고 있다. 위에 제시된 단거리 신호를 사용한 기술은 사용자의 이동에 따른 측면, 소비 전력적인 측면, 신호의 간섭에 의한 측면과 유지 및 보수 측면에서 해결해야 할 문제점이 있다.

본 논문에서는 이러한 단거리 신호를 이용한 실내 위치 인식 기반의 기술을 보완하기 위해서 스마트폰과 건물 내부의 지도와 연동을 통해서 건물내부의 위치를 인식하도록 하였다. 그리고, 화재 발생에 대한 감지와 화재 발생시 비상구 안내 기능이 탑재된 IoT 기반 스마트 제어시스템의 연구에 대해서 제안 하였다. 제안된 시스템은 기존의 건물과 신축건물에 모두 적용될 수 있어, 건물 내부의 인식 및 화재 감지를 할 수 있으며, 특히 화재 발생시 건물 외부로 신속하게 대피 시킬 수 있는 기능이 추가되어 있어, 사회 안전망 구축에 도움이 될 것으로 기대된다. 제안된 IoT 기반 스마트 제어시스템은 다음과 같은 기능으로 구현 될 수 있다. 첫째, 건물 내부의 위치를 알려 주는 3차원 지도와 이것을 인식할 수 있는 QR코드로 외부 디스플레이를 설계하였다. 이 방법은 QR코드를 스마트폰으로 읽어 건물의 내부지도가 스마트폰 화면에 나타나도록 하였다. 둘째, 화재의 발생 여부를 알 수 있도록 불꽃감지센서, 일산화탄소 센서와 온도센서를 포함시켰다. 이 3가지 센서를 통해서 화재 발생을 알 수 있으며, 화재 발생시 제어 시스템은 내부 지도를 안내하기 위한 QR코드에서 비상구의 위치를 안내하도록 하였다. 마지막 기능은 공급전원이 차단되었을 때 일정 시간을 유지할 수 있는 배터리가 내장 되어 있으며, 필요시 전원을 공급할 수 있도록 발전기 기술도 포함 되었다. 이렇게 구현된 IoT 기반 스마트 제어시스템은 평상시에는 내부 위치에 대한 안내 기능을 수행하며, 화재 발생에 대한 감지와 화재 발생시 비상구를 안내하는 기능을 수행하도록 설계하였다. 본 논문의 구성은 본론의 임베디드 시스템 기반 스마트제어 시스템의 설계 및 구동과 결론 순으로

작성 되어 있다.

2. 본론

2.1 임베디드 시스템 기반 스마트 제어 시스템 설계

실외 안내 기술은 GPS을 이용하여 많은 기술개발이 이뤄지고 있지만, 실내 안내 기술은 기술적인 측면에서 많은 어려움이 있다. 본 논문에서는 실내 안내 기능, 화재 인식 기능과 화재 발생 시 비상구 안내 기능이 포함된 IoT 기반 스마트 제어 시스템을 설계하게 되었다.

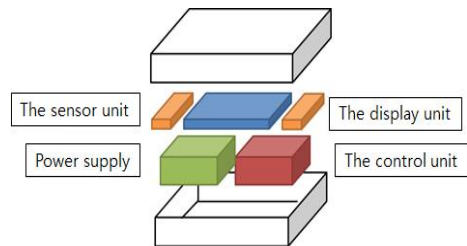


Fig. 1. Smart control system configuration diagram

Fig. 1은 제안된 IoT기반 스마트 제어 시스템의 구성도를 나타낸 것이다. 제어부에서는 QR코드 출력, 센서 인식 및 화재 발생여부를 계산하게 된다. 전원부는 시스템의 전원 공급 및 배터리 잔량 계산 및 충전을 할 수 있도록 하였다. 센서부는 화재 인식을 위한 센서와 동작을 위한 센서로 구성되어 있다. 디스플레이부는 QR코드, 배터리 잔량과 비상구 위치를 화살표로 나타나게 하였다.

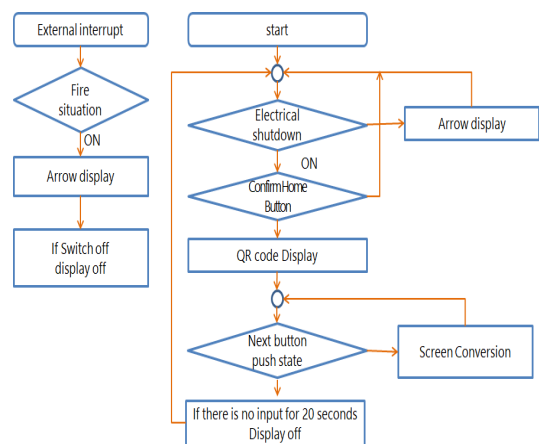


Fig. 2. Smart Control System Operation Algorithm

Fig. 2는 스마트제어 시스템의 동작 알고리즘을 나타낸 것이다. 내부 지도, QR코드 및 화재 감지 및 안내 기능에 대한 동작을 나타낸 것이다.

2.1.1 외형 및 동작

IoT 기반 스마트 제어 시스템의 외관은 (300mm) × (250mm) × (40mm)의 블록 형태로 되어있다. 제안된 시스템은 전면부에 세 개의 터치버튼이 있다. 이 버튼을 이용하여 평상시에 사용될 수 있는 기능을 나타낼 수 있도록 하였다. 기본 동작의 기능으로는 내부지도, 외부지도 및 배터리잔량을 표시되도록 설계 하였다.

Fig. 3의 M(menu)버튼을 누르면 QR 코드가 디스플레이에 나오게 되고, 이 QR코드를 스마트폰으로 읽으면, 내·외부의 지도정보를 나타내도록 하였다. M버튼 양쪽의 화살표 버튼은 다른 기능화면으로 전환시켜주는 버튼이다.



Fig. 3. Specification and Appearance of Smart Block

2.1.2 디스플레이부

스마트블록의 디스플레이는 32 × 32 해상도의 도트 매트릭스 모듈을 사용하였다. 모듈은 래치와, 쉬프트레지스터, LED드라이버로 도트매트릭스를 제어 하게 된다. 내부 지도를 구현하기 위한 QR코드는 QR코드모양을 만든 후 반전 시켜 코드모양을 화면에 나타나도록 프로그램 하였다. 또 모듈에서는 한글폰트를 지원하지 않기 때문에 출력 제어 프로그램을 작성하여 한글을 작성하였다.

2.1.3 제어부

스마트 블록의 마이크로프로세서는 arduino mega를 사용하였다. 디스플레이부의 도트매트릭스가 컨트롤부에 의해 패턴을 나타내고, 터치 센서, 적외선, 일산화탄소 센서, 불꽃 검출센서, 조도센서, 온도 센서의 데이터를 제어부로 입력되어 연산 및 처리하게 된다. 이렇게 처리된 데이터는 지그비 통신을 통하여 코디네이터로 수집하게

된다.

2.1.4 센서부

센서에는 불꽃감지센서, 일산화탄소센서, 온도센서, 모션센서, 조도센서, 터치센서가 사용하였다.

불꽃감지 센서는 760nm~1100nm의 파장대의 적외선을 감지하여 이 적외선 수치를 전압 값으로 변경하여 출력하게 된다. 현재 사용하고 있는 센서는 3.3V~5V의 전압을 사용하고 적외선의 크기에 따라 최대 V_{SS}의 값을 출력하게 된다.

일산화탄소 센서는 내부의 세라믹이 열을 발생시켜 공기 중의 특정 가스의 촉매반응을 통해 전압 값을 변경시켜 공기 중의 일산화탄소의 농도를 알려주게 된다. 이 센서의 경우 20~2000ppm의 CO 가스 농도를 감지 할 수 있고, 소스 전압으로는 5V의 전압 사용 한다. 온도 센서의 경우 온도에 따라 전압 값을 변경하여 출력하는 특성을 가지고 있다. 현재 사용 중인 온도 센서의 경우 -40~125도 까지 측정이 가능하고, 5V의 전압을 사용하며, 온도에 따른 출력 전압은 선형적인 특성을 가지고 있다.

모션 센서는 인체에서 나오는 적외선을 감지하여 전압 값으로 나타내어 주는 센서이다. 현재 사용 중인 센서는 5M이내의 거리에서 인체를 감지하며, 5~20V의 전압을 사용한다. 터치 센서는 정전용량방식의 터치센서로 전자의 양의 변화를 전압 값으로 바꾸어 출력을 해 주는 센서이다. 이 센서를 응용하여 터치버튼을 제작하였다.

조도 센서는 빛의 밝기에 따라 저항 값을 변화시키는 소자를 이용하여 만들어진 센서로 빛이 어두울 시에 모션센서와 연동하여 조명을 비추어 줄 때 사용되게 된다.

2.1.5 전력 변환부

스마트블록의 전력 변환부는 블록의 각 부분에서 요구하는 전력을 효율적이고 안정적으로 공급하기 위하여 제작되었다. 기본은 외부전원을 사용하게 되는데 5V2A의 전원을 사용한다. 이 입력되어진 전원을 STEP DOWN DC-DC 컨버터와, STEP UP DC-DC 컨버터, 3.3V Linear 레귤레이터를 이용하여 원하는 출력을 만들었다. 만들어진 출력은 컨트롤러에서 요구하는 전압범위인 8.2V, 디스플레이부와 센서부에서 사용될 5V, 통신부에서 사용될 3.3V로 출력이 나오게 되며 외부전원이 차단 될 시에 배터리의 전원을 사용하도록 릴레이 구동회로를 설계하였고, 스위칭 소자로는 1A까지 버틸 수 있는 트랜지스터를 사용하여 방열처리 하였다.

2.1.6 홈페이지부

홈페이지부는 내부지도 및 다른 특정기능을 넣을 수 있게 제작되었다. 일반 주요 기능인 내부지도는 3D MAX를 이용하여 지도를 제작하였다. 제작된 3D 지도는 사용자가 보다 쉽게 알 수 있고, 외형적으로 확인 되도록 제작되었다. 내부지도 홈페이지에서는 현재의 위치가 나타나고, 원하는 위치를 아래의 버튼에서 선택하게 되면 목적지의 위치를 지도에 표시되어, 화면을 보면서 찾아가면 된다.

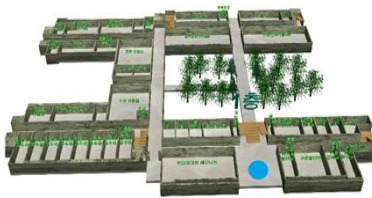


Fig. 4. Internal map of implemented homepage

2.1.7 통신부

통신부는 센서의 데이터를 코디네이터로 전달하거나 코디네이터에서 라우터로 명령을 전달하는 역할을 한다. 통신방식은 지그비통신을 사용하였고 네트워크 구성방식은 메쉬네트워크를 사용하였다[9-16]. 이 메쉬네트워크는 특성상 중간중간의 한 부분이 고장 나도 다른 경로로 데이터를 전송해 주는 특성을 가지고 있어 화재시에 중간에 연결되는 한 부분이 소실되어도 다른 루트로 코디네이터까지 통신이 이루어 질 수 있다.

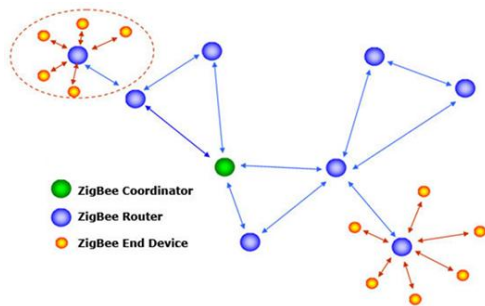


Fig. 5. Mesh network of ZigBee communication

2.2 임베디드 시스템 기반 스마트 제어 시스템 구동

Fig. 6은 제안된 시스템의 동작 구성도를 나타낸 것이다. 평상시에는 QR코드를 스마트폰으로 스캔하여 건물의 내부 지도 및 현재의 위치에 대해서 안내하게 된다.

화재 인식 센서를 통해서 화재발생 여부를 인지하게 되면, 화재 발생 모드로 변경되어 비상구를 안내하도록 설계하였다.

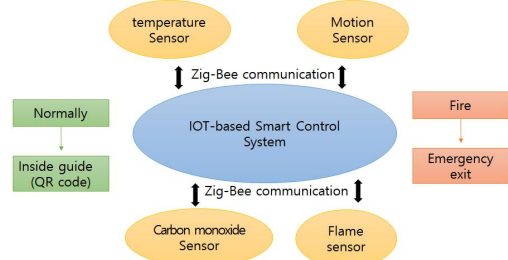


Fig. 6. Operation of proposed system

2.2.1 건물 내부 및 외부 안내

제안된 시스템에 전원이 공급되면 내부 지도를 안내할 수 있는 QR코드가 디스플레이 된다. 이렇게 디스플레이된 QR코드를 스마트폰의 QR코드 스캐너 어플로 스캔하게 되면 제작된 홈페이지로 이동하게 된다. 이 홈페이지는 현재의 위치정보를 가지고 있는 내부지도를 나타내는데 희망하는 목적지를 선택 하면, 그 목적지 위치 정보가 제공된다.



Fig. 7. Initial screen and inside and outside maps

메뉴화면의 초기화면인 내부지도에서 양옆으로 전환하는 터치버튼을 누르면 다음화면으로 이동하게 된다. 두 번째 화면은 외부 지도를 나타내도록 내부지도와 같은 방법으로 스캔할 시 홈페이지에 제작된 외부 지도를 나타나게 된다. 현재의 건물위치가 정확하게 잡혀 있기에 건물내부에서 유용하게 사용 할 수 있다.

2.2.2 화재 발생 안내

IoT기반 스마트 제어 시스템의 다른 주요 기능은 화재 감지 및 외부로 나갈수 있는 비상구를 안내 되도록 하였다. 먼저 화재 감지는 2.1.4 센서부에서 설명한 센서

를 이용하여 화재 여부를 인지하게 된다. 이렇게 화재라고 인식하게 되면 스마트제어 시스템의 화면은 내부지도 안내 화면에서 비상구 안내 화면으로 자동으로 전환하게 된다.



Fig. 8. Exit Guide screen

Fig. 8은 화재 발생 시 외부로 나갈 수 있도록 비상구의 위치를 안내하는 동작이다.

2.2.3 제어용 PC의 프로그램

제어용 프로그램은 스마트 블록을 건물에 배치한 위치와 성능을 모니터링 하기 위해 제작된 LABVIEW기반의 프로그램이다.

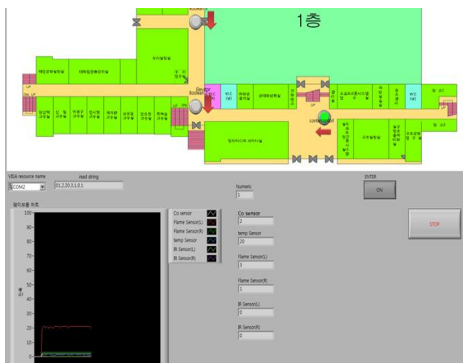


Fig. 9. Control programs configured with LABVIEW

건물의 내부지도는 관리자가 알아보기 쉽도록 평면도를 이용하였고, 이 평면도에 스마트 블록의 센서 데이터를 읽을 수 있도록 제작 하였다. Fig. 9에 표시된 센서의 정보는 LabView의 그래프에 나타나게 되고, 원하는 위치의 센서 데이터를 쉽게 확인할 수 있었다. 또한 화살표를 클릭하면 화재가 발생하였을 경우 대피 경로에 대한 최적의 경로를 직접 지정할 수도 있다.

이와 같이 여러 스마트 블록을 지그비 통신으로 연결하여 하나의 화면에서 제어할 수 있는 모듈을 코디네이터 모듈이라고 한다. 이 모듈은 모든 스마트블록의 데이

터를 취득하고, 제어명령으로 동작되도록 설계되었다. 이 코디네이터 모듈은 PC와 USB를 통해 연결 될 수 있도록 제작 되었으며, 비상 상황에 대한 전과 및 대피경로의 정보를 제공하여 외부로 나가는 것을 도울 수 있도록 하였다.

3. 결론

본 논문은 건물 내부의 안내 기능과 화재 발생 감지와 화재 발생시 비상구를 안내하는 IoT기반 스마트 제어 시스템을 제안 하였다. 건물 내부의 안내 기능은 스마트폰으로 QR코드를 스캔하여 건물의 내부 지도와 위치 정보를 제공하도록 하였다. 화재 감지 기능은 마이크로프로세서와 불꽃 감지센서, 일산화탄소 센서와 온도 센서를 이용하여 화재 발생 장소를 파악하도록 하였다. 화재 발생시 비상구를 안내 기능은 Zigbee 통신을 통하여 최적의 이동경로를 안내하도록 하였다. 실시간으로 화재 상황을 모니터링 할 수 있도록 코디네이션 모듈 프로그램을 LABVIEW로 제작하였다.

이렇게 제작된 IoT기반 스마트 제어 시스템은 최신 건물 뿐만 아니라, 노후된 건물에서도 적용될 수 있을 것으로 판단된다. 향후 연구로는 화재 발생시 안내 뿐만 아니라, 자동적으로 가까운 소방관에 연락되어 화재로 인한 피해를 최소화 되도록 연구 할 계획이다.

REFERENCES

- [1] Comterman[Internet], "Reduce the standby power switch outlets, installation is easy, but so difficult to come by". <http://comterman.tistory.com/387>.
- [2] J. P. Ros & Alan Meier. (2000). "Whole-House Measurements of Standby Power Consumption", In *Proceedings of the Second International Conference on Energy Efficiency in Household Appliances*, Naples(Italy): Association of Italian Energy Economics(Rome), LBNL-45967.
DOI : 10.1016/S0360-5442
- [3] L. Aalto, N. Gothlin, J. Korhonen & T. Ojala. (2004). Bluetooth and WAP push based location-aware mobile advertising system. *Proceedings of the 2nd international conference on Mobile systems, applications, and services*, 49-58.

- [4] P. Bahl & V. N. Padmanabhan. (2000). *An in-building RF-based user location and tracking system*. INFOCOM, 775-784.
- [5] E. Elnahrawy, X. Li & R. Martin. (2004). *The limits of localization using signal strength*, Proceedings of the 1st IEEE International Conference on Sensor and Ad Hoc Communications and Networks.
- [6] A. Ladd, K. Bekris, G. Marceau, A. Rudys, L. Kavradi & D. Wallach. (2002). *Roboticsbased location sensing using wireless ethernet*. Proceedings of the Tenth ACM International Conference on Mobile Computing and Networking, MOBICOM
- [7] N. B. Priyantha, A. Chakraborty & H. Balakrishnan. (2000). The cricket locationsupport system. *Mobile Computing and Networking*, 32-43 .
- [8] A. Ward, A. Jones & A. Hopper. (1997), A new location technique for the active office. *IEEE Personnel Communications*, 4(5), 42-47.
- [9] Y. J. Park. (2016). Remote Temperature Control System using a Zigbee Communication. *Journal of Digital Convergence*, 14(4), 259-265.
DOI : 10.14400 / JDC.2016.14.4.259
- [10] *Zigbee Alliance*, <http://www.zigbee.org>
- [11] Industrial Training Institute. (2009). *Sensor network and local area wireless communication seminar(II)*.
- [12] B. H. Kim. (2016). Design of Path Weighting Data Analysis System for Efficient Product Arrangement. *Journal of Digital Convergence*, 14(10), 167-172.
DOI : 10.14400/JDC.2016.14.10.167
- [13] E. C. Arthur. (2002). From Cluster Tracking to People Counting. *IEEE International Workshop on PETS'*, 3(1), 9-17.
- [14] W. S. Yoo, H. G. Byun & J. G. Kim. (2009). Implementation of the Wireless Embedded POS System Using Zigbee Communication. *Journal of Korea IT Service Society*, 8(2), 137-146.
- [15] S. K. Hwang & S. G. Lee. (2009). Implementation of an Intruder Detection System using Image Transmission on Zigbee. *Journal of Security Engineering*, 6(4), 241-242.
- [16] B. C. Chung & W. S. Na. (2016). A Study on the Smart Fire Detection System using the Wireless Communication. *Journal of Convergence for Information Technology*, 6(3), 37-41.
DOI : 10.22156/CS4SSMB.2016.6.3.037

문 성 룡(Moon, Sung Ryong) [정회원]



- 1982년 2월 : 전북대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
- 1986년 2월 : 전북대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
- 2005년 4월 ~ 현재 : 원광대학교 전자공학과 교수

· 관심분야 : 신경망 및 퍼지, 디지털시스템제어, 영상처리

· E-Mail : srmoon@wku.ac.kr

조 준 호(Cho, Joon Ho) [정회원]



- 2002년 2월 : 원광대학교 대학원 제어계측공학과(공학석사)
- 2007년 2월 : 원광대학교 대학원 제어계측공학과(공학박사)
- 2007년 4월 ~ 현재 : 원광대학교 전자융합공학과 부교수

· 관심분야 : 전기전자, 로봇비전, 의료영상처리

· E-Mail : cho1024@wku.ac.kr